Yaild Books 6 57.11 Melk

Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR)

Handboek
Augustus 1996

Larenstein
Library
P.O.box 7-7400 AA Deventer
The Netherlands

Melkwinning

M.C. van der Haven (IKC-Landbouw)
C.J.A.M. de Koning (IMAG-DLO)
H. Wemmenhove (PR)
R. Westerbeek (Metaalunie)

ISn 930324

Uitgever:
Praktijkonderzoek Rundvee,
Schapen en Paarden (PR)
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.
Telefoonnr. 0320-29 32 11,
Fax. 0320-24 15 84.
E-mail info@pr.agro.nl

Redactie en fotografie:
Karin de Ridder
Hetty Wolbers

Drukker:
Drukkerij Cabri bv
Lelystad

ISBN 90-800999-5-3
Eerste druk 1996 / oplage 5000

Overname is toegestaan, mits van
uitdrukkelijke bronvermelding voorzien

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar
door *f* 50,– over te maken op
Postbanknr. 2307421 van het
Praktijkonderzoek PR, Runderweg 6, 8219 PK
Lelystad met vermelding:
Handboek melkwinning

Inhoud

Voorwoord 9

1 Samenstelling en eigenschappen van melk 13
1.1 Globale samenstelling en bouw van koemelk 13
1.2 Bestanddelen 14
1.2.1 Melkeiwit 14
1.2.2 Melkvet 16
1.2.3 Melksuiker 17
1.2.4 Melkzouten 17
1.2.5 Overige bestanddelen van melk 18
1.3 Variatie in samenstelling 18
1.3.1 Variaties tussen diersoorten 19
1.3.2 Rasinvloed en individuele aanleg 19
1.3.3 Productie tijdens lactatieperiode 20
1.3.4 Samenstelling van melk gedurende lactatieperiode 21
1.3.5 Invloed van andere factoren op samenstelling 21
1.3.6 Invloed van mastitis 22
1.4 Fysische eigenschappen van melk 23
1.4.1 Kleur, geur en smaak 23
1.4.2 Opromen 23
1.4.3 Dichtheid of densiteit 23
1.4.4 Vriespuntverandering 23
1.4.5 Zuurtegraad en pH 24
1.5 Geiten- en schapenmelk 24
1.5.1 Samenstelling 25
1.5.2 Eigenschappen 25
1.6 Melk als voedingsmiddel 26

2 Bouw en functie uier 29
2.1 Uierbouw 29
2.1.1 Uier en spenen 29
2.1.2 Uierweefsel 30
2.1.3 Zenuwen en bloedvaten 31
2.1.4 Uierbouw en melken 31
2.2 Melkvorming 32
2.2.1 Stimulering melkproductie 33
2.2.2 Voorraadvorming in uier 33
2.2.3 Melkintervallen 34
2.3 Melkafgifte 36
2.3.1 Neuro-hormonale reflex 36
2.3.2 Sterkte prikkels en melkafgifte 36
2.3.3 Latente periode 36
2.3.4 Adrenaline 37
2.3.5 Voorwaardelijke reflexen 37
2.3.6 Tijd tussen laten schieten en melken 37
2.3.7 Oxytocinegehalte in het bloed 38
2.4 Restmelk 39
2.4.1 Restmelk en melkvorming 39
2.4.2 Invloed van factoren op restmelk 39
2.4.3 Restmelk en vetgehalte in melk 42
2.5 Melkbaarheid 43
2.5.1 Melksnelheid 43

2.5.2 Verdeling melk voor- en achterkwartieren ... 43
2.5.3 Bepaling melkbaarheid ... 43

3 Kwaliteit van melk ... 47
3.1 Melkkwaliteit en micro-organismen ... 47
3.1.1 Eigenschappen van micro-organismen ... 47
3.1.2 Belangrijke micro-organismen ... 50
3.1.3 Ziekten, zoönosen en melk ... 53
3.1.4 Overzicht van micro-organismen in melk ... 55
3.1.5 Besmetting van melk ... 62
3.2 Melkkwaliteit en melkvreemde stoffen ... 64
3.3 Veranderingen in melk tijdens het winnen en bewaren ... 68
3.3.1 Vetsplitsing ... 68
3.3.2 Oxydatiereacties ... 69

4 De melkinstallatie ... 73
4.1 Ontwikkeling van het machinaal melken ... 73
4.2 Constructie van de melkmachine (typen melkinstallaties) ... 73
4.2.1 Melkleidingtype ... 73
4.2.2 Emmertype ... 75
4.3 Vacuümpomp ... 75
4.3.1 Aandrijving van de vacuümpomp ... 77
4.3.2 Pompcapaciteit ... 77
4.3.3 Vacuümpompen en geluidsoverlast ... 78
4.4 Vacuümleiding ... 79
4.4.1 Diameter van de vacuümleiding ... 79
4.4.2 Rubberverbindingen in de vacuümleiding ... 79
4.4.3 Aanleg van de vacuümleiding ... 80
4.5 Onderdelen van de vacuümleiding ... 80
4.5.1 Vochtvanger ... 80
4.5.2 Meet-T-stuk ... 81
4.5.3 Regulateur ... 81
4.5.4 Vacuümmeter ... 84
4.5.5 Vacuümkranen ... 84
4.6 Opwekken van drukwisselingen ... 85
4.6.1 Drukwisselaar ... 86
4.6.2 Drukwisselingssystemen per melkstel ... 86
4.6.3 Centrale drukwisselingssysteem ... 88
4.6.4 Pulsatiecurve ... 91
4.7 Melkvoerend gedeelte van de installatie ... 92
4.7.1 Materiaal ... 92
4.7.2 Diameter van de melkleiding ... 93
4.7.3 Luchtafscheider ... 94
4.7.4 Melkpomp ... 94
4.7.5 Plaats en aanleg van de melkleiding ... 96
4.7.6 Melkkranen in de leiding ... 97
4.7.7 Plaats en aanleg van de melktransportleiding ... 97
4.7.8 Transportabele melkleidinginstallaties ... 99
4.8 Melkklauw ... 99
4.8.1 Melkverzamelstuk ... 99
4.8.2 Andere melkklauwconstructies ... 100

4.9 Tepelhouder ... 102
4.9.1 Tepelvoering ... 102
4.9.2 Vorm van de tepelvoering ... 102
4.9.3 Levensduur van tepelvoeringen ... 103
4.10 Werking van de tepelvoering ... 103
4.10.1 Openen en sluiten van de tepelvoering ... 104
4.10.2 Drukverloop in de speenruimte van de tepelhouder ... 105
4.10.3 Melkstroomtijd ... 109
4.11 Effecten van melkmachine-instellingen op het melken ... 110
4.11.1 Bedrijfsvacuüm ... 111
4.11.2 Pulsatie-instellingen ... 111
4.12 Technische hulpmiddelen bij het melken ... 112
4.12.1 Melkstroomindicator ... 112
4.12.2 Stimulatieapparatuur ... 113
4.12.3 Melkstopapparatuur ... 114
4.12.4 Afneemapparatuur ... 114
4.12.5 Andere technische voorzieningen ... 115
4.13 Controle op melkproductie ... 116
4.13.1 Richtlijnen melkproductiecontrole ... 116
4.13.2 Melkmeetglazen ... 117
4.13.3 Milko-Scope ... 117
4.13.4 Tru-Test meter ... 117
4.13.5 Elektronische melkmeting ... 118
4.13.6 Productie- en gezondheidsbewaking ... 119
4.14 Automatische melksystemen ... 121
4.14.1 Automatisch aansluiten van het melkstel ... 121
4.14.2 Werking melkrobot ... 121
4.14.3 Melkproductie en melkkwaliteit ... 122
4.14.4 Inpassing automatisch melksysteem ... 122
4.15 Reinigingsapparatuur ... 123
4.16 Onderhoud van de melkmachine ... 124
4.16.1 Onderhoudsabonnement voor melkmachines ... 124
4.16.2 Doormeten tijdens het melken ... 125
4.16.3 Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties ... 125

5 De melkstal ... 129
5.1 Ergonomische aspecten van het melken ... 129
5.1.1 Veiligheid ... 129
5.1.2 Werkruimte voor de melker ... 129
5.1.3 Klimaat ... 130
5.1.4 Verlichting ... 131
5.1.5 Geluidsniveau ... 131
5.1.6 Apparatuur ... 132
5.1.7 Melktijden ... 132
5.1.8 Zwerfstromen ... 132
5.2 Plaats waar gemolken wordt ... 132
5.2.1 Melken op de grupstal ... 132
5.2.2 Doorloopmelkwagen ... 133
5.2.3 Doorloopsystemen ... 133
5.2.4 Benaming van de doorloopmelkstal ... 134
5.2.5 Beschrijving verschillende melkstallen ... 134
5.2.6 Voorzieningen bij doorloopsystemen ... 141

5.3 Het melklokaal ... 142
5.3.1 Ligging ... 142
5.3.2 Grootte ... 143
5.3.3 Uitvoering ... 143
5.3.4 Inrichting ... 143

6 Het melken ... 147
6.1 Melker en koe ... 147
6.1.1 Melken met de hand ... 147
6.1.2 Voorbehandeling ... 147
6.1.3 Aansluiten ... 148
6.1.4 Stand melkstel ... 149
6.1.5 Afnemen ... 149
6.1.6 Nabehandeling ... 150
6.2 Melker en machine ... 150
6.2.1 Gebruik installatie ... 150
6.2.2 Arbeidsorganisatie ... 151
6.3 Melkmachine en koe ... 153
6.3.1 Afstelling installatie ... 153
6.3.2 Optimalisatie melkproces ... 155
6.3.3 Diergericht melken ... 155
6.3.4 Melken van vaarzen en nieuwmelkte koeien ... 155
6.3.5 Speenconditie ... 156

7 Melken en mastitis ... 161
7.1 Ontstaan van mastitis ... 161
7.2 Ziekteverschijnselen ... 162
7.2.1 Ziekteverschijnselen van de koe ... 162
7.2.2 Afwijkingen van de melk ... 163
7.2.3 Indeling mastitis na melkonderzoek ... 163
7.3 Mastitisverwekkers ... 163
7.3.1 Uier- en koegebonden mastitisverwekkers ... 164
7.3.2 Omgevingsgebonden mastitisverwekkers ... 164
7.3.3 Mastitisverwekkers die soms wel en soms niet pathogeen zijn ... 165
7.3.4 Overige mastitisverwekkers ... 165
7.4 Mastitispreventie ... 166
7.4.1 De koe ... 166
7.4.2 Huisvesting ... 167
7.4.3 Hygiëne bij het melken ... 168
7.4.4 Melkmachine en mastitis ... 169
7.4.5 Speendesinfectie ... 171
7.4.6 Effect van maatregelen op het ontstaan van nieuwe infecties ... 173
7.5 Opsporen van mastitis ... 173
7.5.1 Californische Mastitis Toets ... 173
7.5.2 Celgetalbepaling ... 174
7.5.3 Bacteriologisch onderzoek ... 175
7.5.4 Geleidbaarheidsmeting ... 175
7.6 Behandeling van mastitis ... 175
7.6.1 Gebruik van antibiotica en chemotherapeutica ... 176
7.6.2 Behandeling tijdens de lactatie ... 176
7.6.3 Behandeling bij het droogzetten ... 177

8 **Melkbewaring en melktransport** ... 181
8.1 Melkbewaring op de boerderij ... 181
8.1.1 Temperatuur en bewaring ... 181
8.2 Koelapparatuur ... 182
8.2.1 Koelen van melk in bussen ... 182
8.2.2 Koelen van melk in melkkoeltanks ... 182
8.3 Melkkoeltank ... 182
8.3.1 Reiniging tank ... 182
8.3.2 Inhoud melkkoeltank ... 183
8.4 Werking koelaggregaat ... 184
8.4.1 Koelsystemen ... 184
8.5 Koelvloeistoffen ... 185
8.5.1 Stichting Erkenningsregeling voor de Uitvoering van het Koeltechnisch Installatiebedrijf (STEK) ... 186
8.6 Energiebesparing bij de melkkoeling ... 187
8.6.1 Voorkoeling ... 187
8.6.2 Warmteterugwinning ... 188
8.6.3 Combinatie van warmteterugwinning en voorkoeling ... 191
8.7 Melktransport ... 191
8.7.1 Rijdende melkontvangst ... 191

9 **Reinigen en ontsmetten** ... 195
9.1 Reinigen en ontsmetten ... 195
9.1.1 De mens ... 195
9.1.2 Reinigingsmiddel ... 195
9.1.3 Mechanische werking ... 196
9.1.4 Temperatuur ... 197
9.1.5 Tijdsduur ... 198
9.2 Reinigings- en ontsmettingsmiddelen ... 198
9.2.1 Reinigingsmiddelen ... 198
9.2.2 Ontsmettingsmiddelen ... 200
9.2.3 Gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen ... 201
9.2.4 Zure middelen ... 202
9.2.5 Wettelijke bepalingen ... 202
9.3 Reinigingssystemen ... 203
9.3.1 Standaardreiniging ... 203
9.3.2 Hittereiniging ... 204
9.3.3 Doorschuifreiniging ... 205
9.3.4 Voorraadreiniging ... 205
9.3.5 Vergelijking van reinigingssystemen ... 206
9.4 Reiniging melkkoeltanks ... 207
9.5 Regelmatige controle op de reiniging ... 208
9.6 Warmwatervoorziening ... 208
9.7 Afvalwater ... 208
9.7.1 Afvalwaterproblematiek ... 209
9.7.2 Hoeveelheid en vervuiling ... 209
9.7.3 Hergebruik van afvalwater ... 209

10 **Van melk naar melkgeld** ... 213
10.1 Waardebepaling van afgeleverde melk ... 213
10.1.1 Ophalen en bemonsteren ... 213

10.1.2 Melkonderzoek ... 214
10.1.3 Verwerking van de uitslagen ... 216
10.1.4 Uitbetaling naar samenstelling ... 216
10.1.5 Uitbetaling naar hygiënische kwaliteit ... 218
10.1.6 Melkgeldafrekening ... 220
10.2 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij ... 220
10.2.1 Enkele begrippen ... 220
10.2.2 Systemen van kwaliteitszorg ... 221
10.2.3 Borging en toezicht ... 223
10.2.4 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij ... 223

11 Het melken van geiten en schapen ... 227
11.1 Omvang van de sector ... 227
11.2 Het melken ... 227
11.3 De melkstal ... 228
11.4 De melkmachine ... 229
11.4.1 Vacuümhoogte ... 229
11.4.2 Pulsatiesysteem ... 230
11.4.3 Melkstellen ... 230
11.4.4 Vacuümleiding ... 230
11.4.5 Melkleiding ... 230

12 Wetgeving, regelingen en organisaties ... 235
12.1 Internationale wet- en regelgeving ... 235
12.2 Nationale wet- en regelgeving ... 235
12.3 Instanties en organisaties ... 237
12.3.1 Internationale organisaties ... 237
12.3.2 Nationale instanties belast met wetgeving en toezicht ... 237
12.3.3 Brancheorganisaties ... 238
12.3.4 Melkcontrolestation ... 239
12.3.5 Onderzoek ... 239
12.3.6 Onderwijs ... 240
12.3.7 Voorlichting ... 240

Register ... 241

Fotoverantwoording ... 247

Voorwoord

De Nederlandse melkveehouderij blijft volop in ontwikkeling. Nieuwe inzichten in wetenschap, technologie en techniek vergroten de mogelijkheden voor de landbouw. Anderzijds legt het streven naar een grotere duurzaamheid en een in alle opzichten verantwoorde voedselproductie de veehouder veel beperkingen op. Tegen de achtergrond van deze ontwikkelingen is tien jaar na de verschijning van de vorige druk een vijfde druk van het boek "Melkwinning" samengesteld.

Aan de herziening van "Melkwinning" is een uitvoerige oriëntatie bij de gebruikers vooraf gegaan. Dit heeft tot een aantal aanpassingen geleid; immers de samenleving verandert en daarmee ook de plaats en de rol van de melkveehouder daarin. De schaal waarop de veehouder werkt blijft groeien. In toenemende mate heeft hij rekening te houden met zijn omgeving en zijn afnemers. Door de ontwikkelingen in de techniek en de elektronica zijn echter ook zijn mogelijkheden aanmerkelijk toegenomen. Het heeft ons evenwel ook getoond dat de basisprincipes van het melken dermate elementair zijn dat ze vrijwel tijdloos zijn.
Niettemin werd de noodzaak gevoeld voor het opnemen van een apart hoofdstuk over het melken van geiten en schapen in deze uitgave, evenals een hoofdstuk over de uitbetaling van de melk naar kwaliteit en gehalten ingekaderd in het brede veld van zorg voor en borging van kwaliteit.

"Melkwinning" is evenals de voorgaande drukken bedoeld als handboek voor allen die zich beroepsmatig interesseren voor de achtergronden van de melkwinning. De doelgroep bestaat in de eerste plaats uit mensen die kennis over het melken en de achtergronden van het melken willen overdragen, zoals in het beroepsonderwijs en bij scholing en opleiding van voorlichters en technici. Daarnaast kan het boek een belangrijke informatiebron zijn voor veehouders, onderzoekers, dierenartsen en andere betrokkenen bij de melkveehouderij.

De afgelopen tien jaren zijn de structuur en de organisatie van de landbouwvoorlichting ingrijpend gewijzigd. Dit heeft ook gevolgen voor de totstandkoming van dit boek. Het Informatie- en Kenniscentrum Veehouderij (IKC-V), waar de auteurs werkzaam waren, verzorgde de voorbereidingen voor deze uitgave. De conceptteksten waren voor een groot deel gereed toen het IKC-V reorganiseerde tot het IKC-Landbouw en drie van de vier auteurs een functie elders gingen vervullen.
Gelet op de nieuwe taakstellingen van IKC en Proefstations ligt het voor de hand dat het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR) de uitgave van het handboek overneemt van het IKC. In nauwe samenwerking tussen deze organisaties is het boek voltooid. Het verschijnt nu in de publicatiereeks van het PR.

Ik stel het bijzonder op prijs vanaf deze plaats de oud IKC-medewerkers mede namens IKC en PR onze waardering over te brengen voor hun inzet voor de vijfde druk van "Melkwinning" zowel tijdens hun IKC-loopbaan als in de tijd daarna. Ook de leden van de klankbordgroep, de heren ing. B. Gietema, ing. H. Hammer, ing. W.P. de Jong, ir. A. van der Ploeg en dr. ir. J.P.G. Verheij, die ter zake kundig en creatief hun aanwijzingen en aanvullingen hebben gegeven zijn wij zeer erkentelijk. Tenslotte dank ik allen die op enigerlei wijze zich verdienstelijk hebben gemaakt bij de totstandkoming van het boek.
Ik hoop dat "Melkwinning" zijn weg naar de lezers mag vinden en dat het mag bijdragen de sector van de melkveehouderij gezond, levenskrachtig en toekomstgericht te houden.

Lelystad/Ede,

M.C. van der Haven

1 Samenstelling en eigenschappen van melk

1.1 Globale samenstelling en bouw van koemelk ... 13
1.2 Bestanddelen ... 14
1.2.1 Melkeiwit ... 14
1.2.2 Melkvet ... 16
1.2.3 Melksuiker ... 17
1.2.4 Melkzouten ... 17
1.2.5 Overige bestanddelen van melk ... 18
1.3 Variatie in samenstelling ... 18
1.3.1 Variaties tussen diersoorten ... 19
1.3.2 Rasinvloed en individuele aanleg ... 19
1.3.3 Productie tijdens lactatieperiode ... 20
1.3.4 Samenstelling van melk gedurende lactatieperiode ... 21
1.3.5 Invloed van andere factoren op samenstelling ... 21
1.3.6 Invloed van mastitis ... 22
1.4 Fysische eigenschappen van melk ... 23
1.4.1 Kleur, geur en smaak ... 23
1.4.2 Opromen ... 23
1.4.3 Dichtheid of densiteit ... 23
1.4.4 Vriespuntverandering ... 23
1.4.5 Zuurtegraad en pH ... 24
1.5 Geiten- en schapenmelk ... 24
1.5.1 Samenstelling ... 25
1.5.2 Eigenschappen ... 25
1.6 Melk als voedingsmiddel ... 26

Samenstelling en eigenschappen van melk 1

Melk is van nature bestemd voor de voeding van het jong. De eerste tijd na de geboorte krijgt het jonge dier niets anders.
Melk bevat vrijwel alle stoffen, die voor onderhoud en groei van dit dier nodig zijn. Maar niet alle stoffen zijn in voldoende mate aanwezig. Het gehalte aan ijzer is te laag. De natuur heeft hierin voorzien door het dier bij de geboorte een extra voorraad ijzer in de lever mee te geven.

Melk is het meest volledige voedsel dat we kennen. Vanwege de lichte verteerbaarheid is melk bij uitstek geschikt voor de voeding van de mens. Meer dan 90% van de in Nederland geproduceerde koemelk wordt in de zuivelfabrieken verwerkt tot melk- en zuivelproducten zoals consumptiemelk, melk- en chocoladedranken, zure melkdranken, yoghurt, kwark, dessertproducten, kaas, boter, babyvoeding, melkpoeder, gecondenseerde melk, enz.
In bewerkte vorm zijn de producten betrekkelijk tot zeer goed houdbaar. Bovendien zijn ze veilig en vrij van ziektekiemen. In niet bewerkte, natuurlijke toestand is melk weinig duurzaam doordat het product ook voor allerlei bacteriën een ideale voedingsbron is.
Als voedsel voor de mens wordt slechts melk van enkele zoogdieren gebruikt, voornamelijk rund, buffel, schaap en geit. In het vervolg wordt dus met melk koemelk bedoeld. Als het melk van andere dieren betreft dan wordt dit vermeld.

1.1 Globale samenstelling en bouw van koemelk

De globale samenstelling van Nederlandse melk staat in tabel 1.1. Behalve de in deze tabel genoemde stoffen bevat melk nog tal van andere stoffen in zeer geringe hoeveelheden waarvan vooral de vitamines en de enzymen van belang zijn.

Melk bestaat voor ruim 13% uit droge stof en voor bijna 87% uit water. De droge stof kan men onderscheiden in vet en vetvrije droge stof. De wijze van voorkomen van de diverse stoffen in melk is verschillend. Een deel van de droge stof, namelijk vet en caseïne, komt voor in de vorm van deeltjes, de resterende droge stof is voornamelijk opgelost in het water. Deze opbouw van de melk is van groot belang voor de eigenschappen van de melk.
Het vet komt fijn verdeeld in druppeltjes in de vetvrije waterige vloeistof voor. Zo'n vloeistof waarin een andere vloeistof fijn verdeeld is, noemt men een emulsie. Melk is een emulsie van vet in water. De vetdruppeltjes, vetbolletjes genoemd, hebben een doorsnede variërend van 1 tot 10 micrometer (μm; 1 μm = 10^{-6} m), gemiddeld ongeveer 3 μm. Ze zijn met een gewone microscoop te zien.
Het grootste deel van het eiwit bestaat uit kaasstofdeeltjes of caseïnemicellen. Deze zijn 10 tot 100 keer zo klein als de vetbolletjes, ongeveer 10 tot 300 nanometer (nm; 1 nm = 10^{-9} m). Een oplossing met dergelijke kleine deeltjes noemt

Tabel 1.1 Globale samenstelling van koemelk

Melk	Water	86,6%			
	Droge stof	13,4%	Vet	4,4%	
			Eiwit	3,4%	Caseïne 2,7%
					Melkserumeiwitten (wei-eiwitten) 0,6%
					Eiwitachtige stoffen 0,1%
			Melksuiker (lactose)	4,6%	
			Organische (citroenzure) zouten	0,17%	
			Minerale zouten	0,7%	
			Diversen	0,15%	

men een kolloïdale oplossing. Kolloïdale deeltjes zweven in melk. Ze zijn alleen met een ultra-microscoop zichtbaar te maken.
De rest van het eiwit is moleculair verdeeld in het water, evenals de melksuiker en vele overige stoffen.

Cellen
In melk komen altijd cellen voor; dit kunnen zowel epitheelcellen zijn als witte bloedlichaampjes. De eerste zijn afkomstig van het uierweefsel en de laatste worden gevormd bij afweer van het dier tegen infecties. Cellen komen in grootte ongeveer overeen met grote vetbolletjes (ca. 10 µm).
Melk van gezonde kwartieren bevat gewoonlijk minder dan 150.000 cellen per ml, melk van vaarzen heeft gewoonlijk nog een lager celgetal. Bij een uierontsteking is er een sterke toename van het aantal cellen.

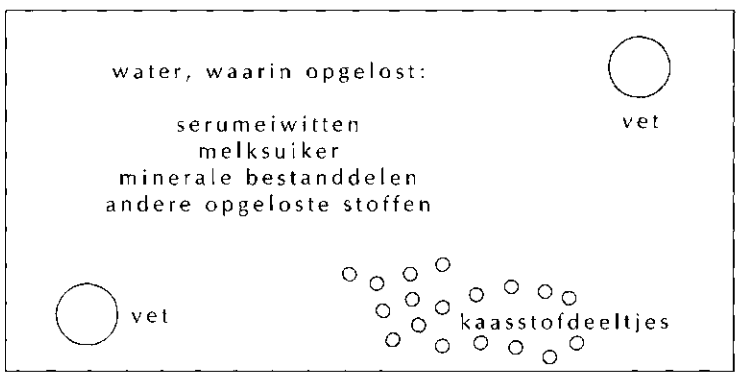
Room en plasma
Melk zonder vetbolletjes heet ook wel plasma. In ondermelk, dit is ontroomde melk, zit altijd nog een heel kleine hoeveelheid vet (0,05%). Room is in feite melk met een sterk verhoogd aantal vetbolletjes; het vetgehalte van room kan wel 40% zijn.

Melkserum en wei
Melk zonder vetbolletjes en caseïnedeeltjes wordt melkserum genoemd. De hierin opgeloste eiwitten heten serumeiwitten of wei-eiwitten. Het product dat bij de kaasbereiding overblijft is de kaaswei. Kaaswei wijkt iets af van melkserum doordat het enig vet bevat alsmede afgesplitste brokstukken van de caseïne (= weiproteose). Schematisch weergegeven ziet melk er uit zoals in figuur 1.1.

1.2 Bestanddelen
Melk bevat een groot aantal bestanddelen. De meeste hiervan worden gevormd in de uier. De voornaamste bestanddelen zijn hieronder kort beschreven.

1.2.1 Melkeiwit
Eiwitten zijn zeer belangrijk voor groei en onderhoud van het lichaam van mens en dier. Eiwitten zijn opgebouwd uit aminozuren. In de natuur komen 20 verschillende aminozuren voor. De meeste eiwitten bestaan uit ketens van meer dan 100 aminozuurmoleculen. De volgorde van de aminozuren in een eiwit is specifiek voor dat eiwit en bepaalt mede de eigenschappen van het eiwit.
Een aantal aminozuren (8 tot 10) moet in de menselijke voeding aanwezig zijn. Zij kunnen niet door het lichaam worden gemaakt. Men noemt ze essentiële aminozuren. Melkeiwit bevat alle essentiële aminozuren. De hoeveelheden zijn bovendien in een optimale verhouding ten opzichte van elkaar aanwezig. Lysine is zelfs wat oververtegenwoordigd. Daardoor vormt melkeiwit een zeer goede aanvulling op graaneiwitten.
Melkeiwit bestaat voor ongeveer 4/5 deel uit caseïne of kaasstof, de rest bestaat uit een mengsel van diverse serumeiwitten. De verhouding caseïne : serumeiwitten is vrij constant. Afhankelijk van het veeras kan het aandeel van caseïne in het totaal eiwit 78 tot 81% bedragen.

Figuur 1.1 Schematische weergave van melk



Caseïne
In normale melk komt caseïne voor gebonden aan calciumfosfaat (of wel fosforzure kalk). Caseïne is een mengsel van verschillende eiwitmoleculen. Deze worden door calciumfosfaat met elkaar verenigd tot grotere eenheden: de caseïnemicellen. Ze zweven als zeer kleine deeltjes in de melk. Meer dan de helft van het micel bestaat uit water.
Caseïne komt in de natuur alleen in melk voor. De samenstelling is vrij constant. Melk- en zuivelproducten kunnen vanwege het hoge gehalte aan calciumfosfaat in caseïne voor een zeer groot deel in de kalkbehoefte van de mens voorzien (in Nederland bedraagt dit aandeel gemiddeld 80%).
Caseïne kan op verschillende manieren uit melk worden afgezonderd. Door aanzuring van melk tot pH 4,6-4,7 vlokt de caseïne uit, het calciumfosfaat lost op. Wanneer het aanzuren geleidelijk en langzaam gebeurt, bijvoorbeeld door verzuring met melkzuurbacteriën, wordt de melk gelijkmatig dik. Gaat het aanzuren snel, dan schift de melk.
Bij de kaasbereiding wordt caseïne uit de melk afgescheiden door stremsel aan de melk toe te voegen. Door inwerking van het enzym chymosine dat in stremsel voorkomt wordt een klein deel (4%) van de caseïne afgesplitst. Het overblijvende deel van de caseïne, de paracaseïne, vlokt met de fosforzure kalk uit. Paracaseïne is een van de belangrijkste bestanddelen van kaas. Vandaar de naam kaasstof. Het afgesplitste deel van de caseïne, de weiproteose genoemd, komt in de wei terecht.

Caseïne en kaasopbrengst
Bij nadere beschouwing blijkt caseïne uit vele componenten te bestaan. De belangrijkste zijn α_{s1}-, α_{s2}-, ß- en kappa-caseïne. Deze caseïnes hebben gemeen dat ze alle uit lange reeksen aminozuren zijn opgebouwd. Aan die aminozuurketens zijn echter verschillende bestanddelen gebonden. Dat maakt dat ze toch verschillende eigenschappen hebben. α_{s}-, en ß-caseïne zijn verbindingen met fosfaat, kappa-caseïne onder meer met koolhydraten (weiproteose). α_{s}- en ß-caseïne slaan gemakkelijk neer met calciumionen. In melk gebeurt dit niet doordat kappa-caseïne ze daartegen beschermt. Toevoeging van stremsel aan de melk tast kappa-caseïne aan en splitst de weiproteose af van de kappa-caseïne. Daarmee gaat de beschermende werking van deze caseïne verloren en kunnen de overige caseïnes neerslaan. Voorwaarde voor dit neerslaan is dat de melk voldoende calciumionen bevat. Om van dit laatste verzekerd te zijn voegt de kaasmaker altijd een kleine hoeveelheid opgeloste calcium toe aan de kaasmelk.

Weiafscheiding bij de kaasbereiding.

Genetische varianten
Binnen de verschillende caseïnes blijken er erfelijk bepaalde varianten te zijn. Zo is er voor kappa-caseïne een AA-, een AB- en een BB-variant. Bij de Nederlandse zwartbonte veestapel komt de AA-variant bij krap 66%, de AB-variant bij bijna 33% en de BB-variant bij zo'n 4% van de dieren voor.
Gebleken is dat dieren met de BB-variant van kappa-caseïne in het algemeen een hoger eiwitgehalte in de melk hebben. Van dit eiwitgehalte is bovendien een groter aandeel kappa-caseïne. In tabel 1.2 is hiervan een globaal overzicht gegeven.
Het hogere aandeel van kappa-caseïne bij de BB-variant heeft geen gevolgen voor de kaasopbrengst. Wel stremt de kaasmelk sneller, dit verschil verdwijnt wanneer bij de bereiding de gebruikelijke calciumoplossing wordt toegevoegd.
Als gevolg van het verband met het hogere eiwitgehalte (zie tabel 1.2) van de melk zal de kaasopbrengst van de BB-variant in de regel wat hoger zijn. Ruwweg geeft een verhoging van het eiwitgehalte van de melk van 0,1% een opbrengstverhoging van 0,2 kg volvette kaas per 100 kg melk.

Tabel 1.2 Genetische varianten van kappa-caseïne in melk van 10.000 zwartbonte Nederlandse koeien

Genetische variant	Frequentie gehalte (%)	Totaal eiwitgehalte	Caseïne-deel van totaal eiwit	Overgangs% totaal eiwit in kaas
Kappa-AA	64	3,58	0,77	72,4
Kappa-AB	32	3,67	0,78	72,6
Kappa-BB	4	3,76	0,79	72,9

(Van den Berg, De Koning, Escher en Bovenhuis)

Tot nu toe wordt er met de kennis van de genetische varianten weinig gedaan in de fokkerij. Een reden daarvoor is wellicht dat de kosten van het fokken in de richting van specifieke melkeiwitvarianten de baten verre zouden overschrijden. Slechts in een deel van de geproduceerde melk komt de hogere eiwitopbrengst tot een economische waarde, namelijk in de melk bestemd voor de productgroepen kaas en caseïne. Pas wanneer producten als consumptiemelk, poeder en condens op eiwitgehalte zouden mogen worden gestandaardiseerd zou de economische waardering voor de melkeiwitvarianten kunnen veranderen.

Serumeiwitten

Serumeiwitten heten ook wel wei-eiwitten. Ze verschillen van caseïnes door een totaal andere opbouw van het eiwit. Daardoor hebben ze andere eigenschappen dan de caseïnes. Ze vlokken bijvoorbeeld, evenals het eiwit van een ei, uit bij verhitting. Bij het stremmen van de melk worden zij niet aangetast. Ze komen onveranderd in de kaaswei terecht. Ook bij aanzuren van de melk blijven ze in oplossing. De molecuulgrootte varieert van 3-6 nm. Vroeger sprak men van 'albumine' en 'globuline', later bleek deze tweedeling niet correct omdat er wel vijf verschillende serumeiwitten in deze groep voorkomen.

De globulinen komen in melk in zeer geringe hoeveelheden voor. Ze zijn echter heel belangrijk doordat ze de dragers zijn van afweerstoffen tegen ziekten (immuunglobulinen). Vooral in biest komen deze in veel hogere concentraties voor dan in normale melk.

De uitvlokking van de serumeiwitten begint bij een temperatuur van 60 °C en neemt bij stijgende temperatuur toe. De immuunglobulinen zijn het meest gevoelig. Biest bevat veel immuunglobulinen en verdraagt daardoor het koken niet.

1.2.2 Melkvet

Melkvetbolletjes bestaan uit zuiver vet omgeven door een dun laagje, het oppervlaktelaagje. Dit verhindert het samenvloeien van de vetbolletjes. Het oppervlaktelaagje bestaat uit vetachtig materiaal en eiwit.

Het melkvet is een mengsel van triglyceriden. Een triglyceride is een verbinding van glycerol en drie vetzuren. In melkvet kunnen meer dan 100 verschillende vetzuren voorkomen, die alle verschillende eigenschappen hebben. Al deze vetzuren kunnen in zeer veel wisselende combinaties worden verbonden tot triglyceriden, waardoor de eigenschappen van het melkvet (bijv. de stevigheid) worden beïnvloed. De voeding van het vee beïnvloedt de samenstelling van het melkvet.

In normale melk zijn de vetzuren vrijwel allemaal gebonden aan de triglyceriden, slechts zeer geringe hoeveelheden vetzuren zijn als vrije vetzuren aanwezig of als mono- en diglyceriden. Behalve deze vetachtige stoffen bevat melk nog andere vetachtige stoffen zoals fosfatiden (o.a. lecithine), sterolen (cholesterol) en caroteen.

Het gebrek rans

Onder bepaalde omstandigheden kunnen van het vet één of meer vetzuren worden afgesplitst. De oorzaak van vetsplitsing is enzymwerking. Meestal is dit het enzym melklipase, dat van nature in melk voorkomt. Als gevolg van vetsplitsing komen er diglyceriden, monoglyceriden en vrije vetzuren in de melk. Deze geven de melk dikwijls een afwijkende smaak, rans geheten.

De oppervlaktelaagjes van de vetbolletjes beschermen het vet tegen de activiteit van het enzym lipase. Deze bescherming is niet in alle gevallen effectief. De melk van individuele koeien blijkt namelijk meer of minder gevoelig te zijn voor het optreden van vetsplitsing. Een grotere gevoeligheid wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van bepaalde stoffen in de melk die de werking van lipase op het vet vergemakkelijken. Deze stoffen kan men aantreffen in de melk van koeien die bijvoorbeeld aan het einde van de lactatie nog maar weinig melk geven (minder dan 3 kg per melkmaal).
Ook als het interval tussen de melktijden kort is, bijvoorbeeld vier tot zes uur hetgeen kan voorkomen als men de koeien meer dan drie keer per dag melkt, neemt de vetsplitsing toe. Soms komt het voor dat melk van koeien abnormaal gevoelig is voor vetsplitsing. Vermoedelijk is een gewijzigde stofwisseling onder invloed van een niet optimale voeding en hormonale storingen (brulkoeien) hiervan de oorzaak. Wordt deze gevoelige melk gewonnen op een zodanige wijze dat dan ook nog beschadiging van de oppervlaktelaagjes plaatsvindt, dan wordt de kans op vetsplitsing aanmerkelijk vergroot. Beschadiging van de oppervlaktelaagjes van de vetbolletjes vindt bij het melken vooral plaats bij overmatige luchtinslag. Verder kan afkoelen, gevolgd door opwarmen en vervolgens weer koelen van rauwe melk ook sterk bevorderend werken op vetsplitsing.

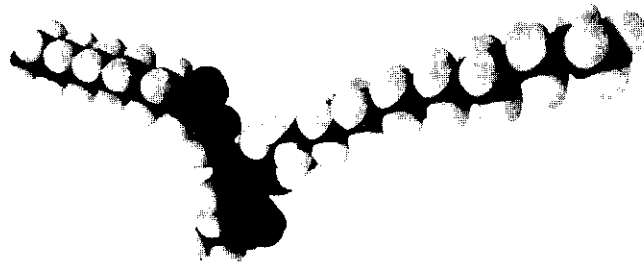
1.2.3 Melksuiker

Melksuiker of lactose komt in melk voor in ware oplossing. De moleculen zijn kleiner dan 1 nm. Lactose is minder zoet dan riet- of bietsuiker, maar de energetische waarde is dezelfde.
Melk heeft door de aanwezigheid van melksuiker een wat zoetige smaak. In wei komt deze smaak door de afwezigheid van vet en eiwit sterker naar voren. Melkzuurbacteriën kunnen melksuiker omzetten in melkzuur. Hiervan wordt in de zuivelindustrie gebruik gemaakt o.a. bij de bereiding van yoghurt, kaas, karnemelk en boter.

1.2.4 Melkzouten

In melk komen anorganische en organische zouten voor. De organische zouten zijn voornamelijk afgeleid van citroenzuur. Daarnaast komen in zeer geringe hoeveelheden zouten

Figuur 1.2 Model van een vetmolecuul



voor van andere organische zuurresten, zoals azijnzuur, melkzuur en diverse vetzuren.
De anorganische zouten komen globaal overeen met de minerale bestanddelen. Ze zijn van groot belang voor de voeding van mens en dier. Voor de opbouw van het beendergestel zijn vooral de kalkzouten van betekenis.
De zouten komen voor als citraten, carbonaten, fosfaten en chloriden. Als kationen in de verbindingen zijn de metalen natrium, kalium, calcium en magnesium de belangrijkste. In kleinere hoeveelheden komen de metaalionen zink, ijzer, koper, mangaan en vele andere voor. Van deze elementen komen slechts sporen voor in melk, vaak noemt men ze sporenelementen.
De zouten dragen bij tot de smaak en de stabiliteit van melk. Een deel van de zouten is in de ware oplossing aanwezig; een ander deel komt gebonden aan caseïne kolloïdaal voor.

Zouten en de mineralenbalans

Vrijwel alle melkbestanddelen bevatten mineralen. Een uitzondering vormt het vet. Alleen aan het oppervlaktelaagje kan via het eiwit een geringe hoeveelheid mineralen gebonden zijn. De caseïne bevat relatief veel calcium en fosfaat. Met het eiwitgehalte variëren daarom ook de gehalten hiervan in de melk. De gehalten aan mineralen in het serum zijn betrekkelijk constant.
In tabel 1.3 staan de (voor de mineralenbalans) voornaamste in melk voorkomende mineralen.

Bij de omrekening voor de mineralenbalans wordt een stikstofgehalte (N) berekend uit het eiwitgehalte van de melk:

$$N = \text{eiwitgehalte}_{(\%)} \times \frac{10}{6{,}38} \text{ kg per 1.000 kg melk.}$$

Voor fosfor en kali gelden berekende (forfaitaire) normen, die in tabel 1.4 staan.

Tabel 1.3 Voornaamste mineralen in melk en hun verdeling over serum en caseïnemicellen

Bestanddeel	Concentratie g/1.000 kg melk	% in serum
Na	450	95
K	1.500	94
Ca	1.240	32
Mg	70	66
Cl	1.100	100
SO_4	100	100
Fosfaat (als PO_4)	2.200	
PO_4 (anorganisch)		36
Fosfaatesters		9

1.2.5 Overige bestanddelen van melk

Melk bevat nog een zeer groot aantal andere bestanddelen. Zij kunnen belangrijk zijn in verband met bepaalde biologische processen. Deze bestanddelen kunnen rechtstreeks uit het bloed of als nevenproduct bij de melkvorming in de melk komen.
Behalve natuurlijke bestanddelen kunnen het ook melkvreemde stoffen zijn die via de koe dan wel rechtstreeks de melk besmetten.

Vitamines
Vitamines zijn werkzame organische stoffen, waaraan het lichaam behoefte heeft.
De vitamines worden gewoonlijk ingedeeld in twee groepen: de in vet oplosbare vitamines en de in water oplosbare vitamines.
In het melkvet komen de vitamines A, D en E voor. Deze vitamines komen uit het voer via het bloed in de melk. Ook het pro-vitamine A (caroteen) is opgelost in het melkvet. Het gehalte aan caroteen in de melk is sterk variabel onder invloed van diverse factoren. Dit komt ook tot uiting in de gele kleur van het melkvet.
In het melkplasma zitten de vitamines van het B-complex en vitamine C. De B-vitamines zijn grotendeels gemaakt door de pensbacteriën. Vooral het hoge gehalte aan vitamine B2 in de melk is voor de menselijke voeding belangrijk. Dit vitamine, ook riboflavine of lactoflavine genoemd, geeft melkserum en wei de groene kleur.
Het gehalte aan vitamine C is laag en daarom is melk als vitamine-C-bron voor de mens van minder belang.

Enzymen
Enzymen zijn organische stoffen die voor het grootste deel uit eiwitten bestaan. Ze spelen een belangrijke rol bij biologische processen. Deze processen worden er aanzienlijk door versneld. Het zijn dus biologische katalysatoren.
Enkele bekende melkenzymen zijn: fosfatase, peroxydase, lipase en katalase.
Enzymen worden onder meer gekenmerkt door een bepaalde temperatuurgevoeligheid. Boven een voor elk enzym specifieke temperatuur worden ze onwerkzaam. Hiervan wordt gebruik gemaakt om vast te stellen of de melk bij pasteurisatie voldoende is verhit (fosfataseproef en peroxydaseproef). Lipase kan het melkvet splitsen, waardoor er vrije vetzuren ontstaan die aan melk een afwijkende geur en smaak geven. Er kunnen ook enzymen geproduceerd worden door in melk terecht gekomen bacteriën.

Tabel 1.4 Forfaitaire normen voor P en K in melk in kg per 1.000 kg melk

Melksoort	Forfaitaire norm	
	P	K
Koemelk	0,9	1,5
Schapenmelk	1,3	1,4
Geitenmelk	0,9	2,0

1.3 Variatie in samenstelling

De samenstelling van melk kan aanzienlijk variëren. Niet alleen de gehalten aan melkbestanddelen kunnen sterk uiteenlopen, maar ook de samenstelling ervan kan verschillen.
Als de samenstelling verandert, veranderen er tevens eigenschappen van de melk, zoals bijv. kleur of opromend vermogen.
De oorzaken van de variaties zijn velerlei. Vaak zijn het factoren als diersoort, ras en individuele aanleg. Daarnaast zijn leeftijd, lactatiestadium en gezondheidstoestand van het dier alsmede diverse omgevingsfactoren van belang. Ook de melkgift wordt veelal door deze factoren beïnvloed.

Tabel 1.5 Globale samenstelling (%) van melk van enkele zoogdieren

	Mens	Paard	Koe (Ned.)	Melk-geit	Melk-schaap	Texels schaap	Varken	Rendier	Walvis
Droge stof	12,7	10,8	13,4	12,9	16,0	18,0	20	33	57
Vet	4,5	1,7	4,4	4,0	5,1	6,8	8	17	43
Eiwit	1,2	2,5	3,4	3,3	5,3	5,6	6	11	11
Lactose	6,8	6,0	4,6	4,6	4,6	4,6	5	3	1,5
Zouten + div.	0,2	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1	2	1,5

1.3.1 Variaties tussen diersoorten

De grootste schommelingen in melksamenstelling worden gevonden tussen melk van verschillende diersoorten. Van ca. 150 diersoorten is de melksamenstelling onderzocht. Daarbij heeft men zeer uiteenlopende gehalten gevonden, bijv. droge-stofgehalten van 8 tot 65%, vetgehalten tot 53% en eiwitgehalten tot 19%. Tabel 1.5 geeft een indruk van de verschillen tussen enkele zoogdieren.

Men heeft wel getracht verband te leggen tussen de samenstelling van de melk van de verschillende diersoorten en de groei van de jongen. Bij sommige diersoorten, bijvoorbeeld konijn en muis, lijkt er verband te zijn tussen het eiwit- en asgehalte van de melk en de tijdsduur die nodig is om het geboortegewicht te verdubbelen. Voor andere diersoorten blijkt deze relatie er niet te zijn en heeft men andere verklaringen voor een bepaalde samenstelling. Zo wordt verondersteld dat zoogdieren die in koude streken leven of die de meeste tijd in het water doorbrengen, zeer energierijke melk nodig hebben om het grote warmteverlies aan de omgeving te compenseren.

Eiwit- en vetsamenstelling zijn vaak karakteristiek voor een diersoort. Weliswaar bestaat het eiwit van alle diersoorten zowel uit caseïne als uit serumeiwit, maar de verhouding waarin deze componenten kunnen voorkomen kan weer sterk uiteenlopen.

Aan het melkvet zou men de diersoort kunnen herkennen. Geiten- en schapenmelkvet bevatten weinig zuurresten van boterzuur, maar daarentegen veel verbindingen met de andere korte vetzuurketens capron-, capryl- en caprinezuur (capra = geit). Voorts heeft geitenmelk, vergeleken met koemelk, kleinere vetbolletjes en heeft buffelmelk juist heel veel grote vetbolletjes.

Ook de kleur van het melkvet kan variëren. Melkvet van geiten, schapen en buffels is wit van kleur doordat er in plaats van het geel gekleurde caroteen, het kleurloze vitamine A in opgelost is. Melkvet van Jersey-koeien echter bevat relatief meer caroteen en is dan ook duidelijk geel gekleurd.

Met de verandering van samenstelling verandert tevens de smaak van de melk. Vet, eiwit, melksuiker en zouten leveren elk hun bijdrage aan een bepaalde smaakgewaarwording.

1.3.2 Rasinvloed en individuele aanleg

De melksamenstelling van verschillende runderrassen kan aanzienlijk uiteen lopen. De meeste rassen van huisdieren zijn het resultaat van meer of minder doelbewust fokken. Het gevolg daarvan is dat de situatie in diverse landen vaak nogal aan verandering onderhevig is. Daardoor is het moeilijk om vergelijkbare cijfers te geven. Tabel 1.6 geeft een aantal gemiddelde gegevens van de in Nederland voorkomende stamboekrunderrassen die worden gecontroleerd op melkproductie. De gemiddelde productie van 1.174.486 gecontroleerde Nederlandse melkgevende koeien was in 1994 circa 7.350 kg per koe.Tussen individuele koeien binnen één ras zijn de verschillen vaak groter dan de gemiddelde verschillen tussen rassen. Iedereen die wel eens gegevens van de productiecontrole onder ogen krijgt weet dit. Vooral de vetgehalten en in wat mindere mate de eiwitgehalten kunnen uiteenlopen. Leeftijdsverschillen blijken ook van invloed. Het vetgehalte van melk van oudere koeien ligt veelal wat hoger dan dat van jongere koeien.

Tussen het eiwit- en vetgehalte van de melk van één koe bestaat verband, deze gehalten zijn zwak positief gecorreleerd. Dat wil zeggen dat ze bij verandering van de gehalten beide meestal in dezelfde richting veranderen. Hoe groot de veranderingen zijn is niet te voorspellen.

Het gemiddeld celgetal (uitgedrukt in cellen per

Tabel 1.6 Gemiddelde productie van de gecontroleerde Nederlandse melkkoeien per ras

Ras	Aantal koeien	Leef-tijd	Melk (kg)	Vet (%)	Eiwit (%)	Vet (kg)	Eiwit (kg)
Zwartbont (HF en FH)	693.154	4,01	7.511	4,47	3,47	336	261
FH (rood)	9.496	3,02	7.134	4,43	3,48	316	248
MRY	252.172	4,00	6.575	4,42	3,54	291	233
Blaarkop	4.572	5,04	6.639	4,35	3,51	289	233
Totaal Nederland	994.100	4,01	7.236	4,47	3,49	323	252

Bron: NRS, Jaarstatistieken 1994
305-dagen productie

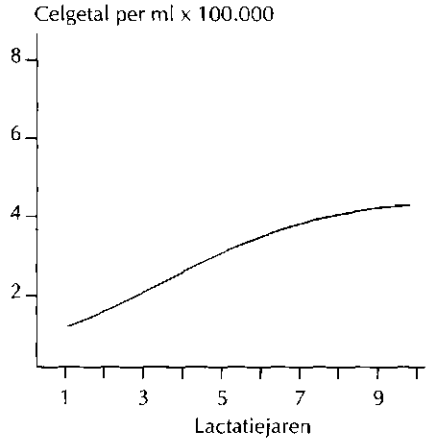
ml melk) tussen rassen blijkt verwaarloosbaar klein, tussen individuele koeien kan het aanzienlijk uiteenlopen. Naarmate de dieren ouder worden neemt het totaal aantal uitgescheiden cellen toe. Dit is met name het geval bij dieren die eerder infecties hebben gehad. Ook de gemiddelde melkproductie van de dieren stijgt, maar iets minder sterk. Het gevolg is dan ook een toeneming van het aantal cellen per ml melk (figuur 1.3).
De totale celproductie van gezond uierweefsel is gemiddeld vrijwel constant.
Dit verklaart voor een groot deel de hogere celgetallen (dus de aantallen cellen per ml melk) voor dieren met een lagere melkgift in vergelijking met de hoogproductieve dieren.

1.3.3 Productie tijdens lactatieperiode

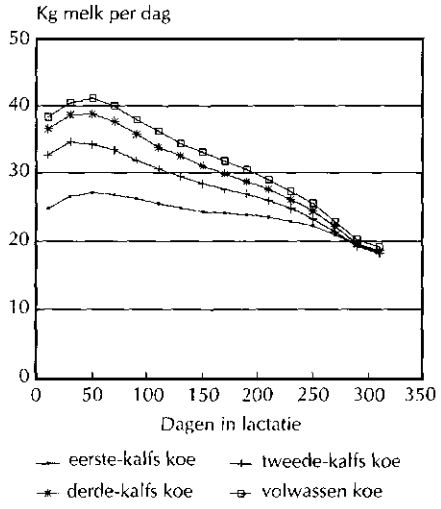
Tijdens de lactatieperiode is de productie niet constant. Vooral tussen het eerste en tweede deel van de lactatieperiode is veel verschil. In het eerste deel van de lactatieperiode neemt de productie toe, dit vooral vanwege de toenemende behoefte van de kalveren wanneer die onder natuurlijke omstandigheden zogen. In het tweede deel neemt het nieuwe in de koe groeiende kalf een aanzienlijk deel van de energie uit het voer voor zijn rekening. Tenzij de koe optimaal wordt gevoed is dit duidelijk merkbaar in de melkproductie.

In figuur 1.4 is het gemiddelde verloop van de lactatie weergegeven.

Figuur 1.3 Globaal verloop van het celgetal in relatie tot het aantal lactatiejaren



Figuur 1.4 Voorbeeld van een lactatiecurve

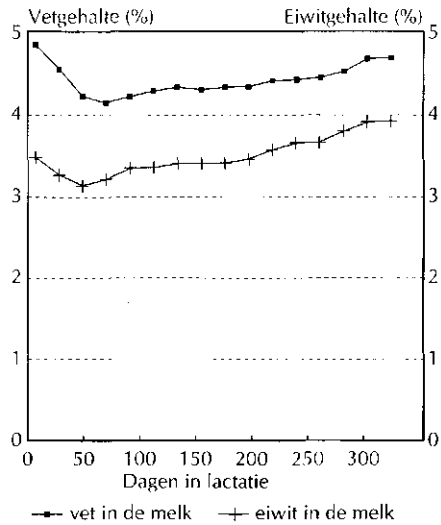


1.3.4 Samenstelling van melk gedurende lactatieperiode

De samenstelling van de melk van een koe is niet dezelfde gedurende de hele lactatieperiode. De veranderingen zijn vooral een gevolg van de veranderende serumsecretie in de uier. De vorming van vet en eiwit daalt minder snel dan de melkproductie gedurende de lactatie. Dit verklaart grotendeels de toenemende gehalten tijdens de lactatieperiode.
De allereerste melk, direct na de geboorte van het kalf, heeft een geheel andere samenstelling dan de melk in de volgende stadia. Deze eerste melk wordt biest genoemd. Het eiwitgehalte ervan is zeer hoog, soms wel 20%. Dit komt door de grote hoeveelheid serumeiwitten. In biest is het vetgehalte vaak ook wat hoger dan in normale melk, evenals het gehalte aan melkzouten, terwijl het melksuikergehalte meestal lager is dan van normale melk. De serumeiwitten in biest bestaan voor het overgrote deel uit immuuneiwitten, de zogenaamde immuunglobulinen. Zij beschermen het kalf de eerste dagen tegen infecties.
Na vier tot vijf dagen is de samenstelling van de melk ongeveer weer normaal. De melk kan dan een verhitting tot bijv. het kookpunt verdragen en is geschikt voor aflevering aan de fabriek. Toch verschilt deze melk nog gedurende een aantal weken van 'normale' melk. Men spreekt daarom wel van nieuwe melk.
Gedurende de hele lactatieperiode blijft de melk van samenstelling veranderen. Het vetgehalte daalt in de eerste weken na het afkalven en neemt vervolgens geleidelijk weer toe gedurende het verdere verloop van de lactatieperiode (figuur 1.5).

Bij alle rassen worden de vetbolletjes gemiddeld kleiner tegen het einde van de lactatieperiode. Ook het eiwitgehalte van de melk is afhankelijk van het lactatiestadium. De variatie is echter kleiner dan die van het vetgehalte (figuur 1.5). Als de koeien bijna droog staan of erg lang worden doorgemolken stijgt het droge-stofgehalte aanzienlijk. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een hoger vetgehalte, een hoger eiwitgehalte en een hoger zoutgehalte. Deze melk, oudmelkse melk genoemd, heeft tevens een hoog celgetal en een sterke neiging tot vetsplitsing. De veranderende samenstelling tijdens de lactatieperiode heeft gevolgen voor de eigenschappen van de melk. De opbrengst aan producten varieert met de gehalten, maar ook de strembaarheid en de stabiliteit van de melk bij verhitting worden er door beïnvloed.

Figuur 1.5 Globaal verloop van het gemiddelde vet- en eiwitgehalte van koemelk tijdens de lactatieperiode



1.3.5 Invloed van andere factoren op samenstelling

Van dag tot dag en van melkmaal tot melkmaal kan de melkgift van eenzelfde koe nogal verschillen. Dit heeft vooral gevolgen voor het vetgehalte. De variaties kunnen wel 1 à 2% zijn. Bij het melken bevatten de eerste stralen soms niet meer dan 1,5% vet, terwijl tegen het einde van het melken het gehalte kan oplopen tot 15% en hoger. Bij niet volledig uitmelken van een koe vindt men niet alleen een kleinere melkgift, maar ook een lager vetgehalte. Na een korte tussenmelktijd (melkinterval) is het vetgehalte meestal hoger dan na een langere. Avondmelk heeft daarom veelal een hoger vetgehalte dan morgenmelk. Het gehalte aan vetvrije droge stof varieert vrijwel niet.
Als de omgevingstemperatuur van het melkvee (bijv. in een warme zomerperiode) gedurende langere tijd hoog is gaat het vet- en eiwitgehalte van de melk dalen.

Veranderingen in de voerrantsoenen kunnen invloed hebben op de samenstelling van de melk. Het vetgehalte kan het gemakkelijkst worden beïnvloed.

Bij wijzigingen in het voer werken de voormagen sterk neutraliserend. De koe is in staat de samenstelling van de melk zeer lang constant te houden, desnoods door stoffen uit lichaamsweefsels te mobiliseren, zoals calcium en fosfor uit het beenderstelsel en lichaamsvet.

Enkele voorbeelden van gevolgen door een verandering in het voederrantsoen zijn:

Zeer slechte voeding: (weinig "structuur")	Lager vet- en eiwitgehalte, het lactosegehalte blijft gelijk of daalt iets.
Extra mineralen	: Vrijwel geen verandering in het gehalte aan mineralen.
Extra eiwit	: Eiwitgehalte verandert niet, wel neemt het gehalte aan niet-eiwit-stikstof toe.
Extra zetmeel	: Daling van het vetgehalte.
Extra krachtvoer	: Een geringe verhoging van de droge stof. Als echter de pensgisting verandert, doordat te weinig ruwvoer wordt opgenomen in verhouding tot de hoeveelheid krachtvoer, kan het vetgehalte aanzienlijk dalen.

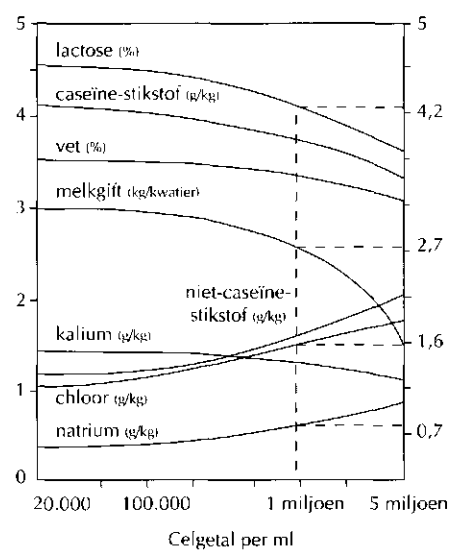
Het voer heeft wel grote invloed op de samenstelling van de melkbestanddelen, vooral op de samenstelling van het melkvet.
Sommige voedermiddelen, zoals bieten, stoppelknollen, hooi en aardappelen, geven melkvet met relatief meer langere vetzuurketens, bijvoorbeeld van palmitinezuur. Als gevolg daarvan smelt dit melkvet pas bij hogere temperatuur en geeft het stevigere boter. Met andere voedermiddelen, bijv. gras, verkrijgt men melkvet met meer onverzadigde vetzuren, vooral oliezuur. Dit geeft vet met een lager smeltpunt, dus zachtere boter.
Ook de kleur van het melkvet wordt beïnvloed door de voeding. Een caroteenrijke voeding geeft melkvet dat sterker geel gekleurd is.
De smaak van de melk kan aanzienlijk worden beïnvloed doordat geur- of smaakstoffen uit het voer via de koe in de melk komen. Berucht zijn kuilvoer met boterzuur, bietenkoppen, look- en koolsmaak. Overigens kan de lucht van sterk ruikende voeders ook rechtstreeks in de melk komen als deze te lang in de buurt van deze voedermiddelen blijft staan.

Via de koe kunnen ook melkvreemde stoffen in de melk geraken zoals antibiotica, bestrijdingsmiddelen, mycotoxinen (giftige stoffen afkomstig van schimmels) bijvoorbeeld aflatoxine, enz. Deze stoffen worden wel met de term contaminanten aangeduid. Vele van deze stoffen zijn zelfs in zeer lage concentratie al erg schadelijk voor de gezondheid van de mens.

1.3.6 Invloed van mastitis

Tengevolge van mastitis kan de samenstelling van de melk aanzienlijk veranderen. Vooral de samenstelling van het melkserum verandert in de richting van bloedserum. De gehalten aan stoffen die in de uier gevormd worden dalen. Ook het aantal cellen stijgt in sterke mate. In figuur 1.6 worden deze veranderingen globaal weergegeven. Bijvoorbeeld bij een celgetal van één miljoen per ml melk kan het lactosegehalte van de melk zijn gedaald tot 4,2% en de melkgift van 3 tot ca. 2,7 kg per kwartier; de gehalten aan natrium en chloor daarentegen lopen op tot respectievelijk 0,7 g en 1,6 g per kg melk.

Figuur 1.6 Verloop van de gehalten aan enkele melkbestanddelen als functie van het celgetal van kwartiermonsters



(Walstra en Jenness)

1.4 Fysische eigenschappen van melk

Melk is een verdunde waterige oplossing met zeer veel kleine deeltjes. Dit heeft gevolgen voor de eigenschappen van de melk, zoals kleur, zuurtegraad en vriespunt, maar ook oplosbaarheid en geleidbaarheid. Van de belangrijkste natuurkundige eigenschappen volgt hierna een korte beschrijving.

1.4.1 Kleur, geur en smaak

Melk is geelachtig wit. De geelachtige kleur wordt veroorzaakt door caroteen dat in het melkvet is opgelost. Melk waaruit het melkvet voor het grootste deel is verwijderd (ondermelk) heeft een wat blauwachtige witte kleur. De witte kleur van de melk wordt veroorzaakt doordat het invallende licht verstrooid wordt door de vetbolletjes en de grote caseïnedeeltjes. Biest heeft een gelere kleur dan normale melk. Soms is ze roodachtig van kleur door de aanwezigheid van bloed.

Normale melk is vrijwel reukloos. De geur van warme verse melk doet denken aan de lichaamsgeur van de koe. Bij afkoeling en bewaring verdwijnt deze.

De smaak van melk is wat zoet door de aanwezigheid van melksuiker. De zoete smaak wordt echter afgevlakt door het vet, het eiwit en de melkzouten. Vooral als de melk veel melkzouten bevat, kan de smaak minder zoet worden. Bij oudmelkse koeien kan dit het geval zijn, en ook bij mastitismelk. Zeer oudmelkse melk kan zelfs wat bitter smaken.

1.4.2 Opromen

Vetbolletjes zijn in soortelijk gewicht lichter dan melkplasma; ze romen dus op en wel des te sneller naarmate ze groter zijn. Rauwe koemelk kan zeer snel opromen doordat de vetbolletjes daarin gemakkelijk verkleven en grote trossen vormen.

Deze trossen stijgen veel sneller naar de oppervlakte dan de afzonderlijke vetbolletjes. Het verkleven van de vetbolletjes tot trossen gebeurt alleen maar als de melk in een koude omgeving is geplaatst. Het vormen van de trossen wordt veroorzaakt door bepaalde immuunglobulinen, de zogenaamde agglutininen.

Bij afkoeling hechten de agglutininen de vetbolletjes aaneen tot trossen. Door roeren worden de trossen weer uiteen geslagen. Als de melk dan is afgekoeld tot beneden 10 °C herstellen de trossen zich niet meer.

1.4.3 Dichtheid of densiteit

De dichtheid of densiteit is de massa per volume-eenheid. Officieel moet de densiteit worden uitgedrukt in kg per m^3, in de praktijk gebruikt men gewoonlijk grammen per ml.

De densiteit wordt meestal bepaald bij 20 °C. Met de temperatuur verandert ook de dichtheid doordat bij afkoelen of verwarmen het volume van de betreffende stof verandert.

De dichtheid hangt behalve van de temperatuur ook af van de samenstelling. Vet heeft een lagere dichtheid dan water, een hoog vetgehalte in de melk verlaagt dan ook de densiteit. Omgekeerd verhoogt een hoog vetvrij drogestofgehalte de densiteit.

De densiteit van melk bij 20 °C (= d^{20}) is gemiddeld ongeveer 1,029 g/ml. Zij varieert bij de melk van individuele koeien van 1,025-1,033 g/ml.

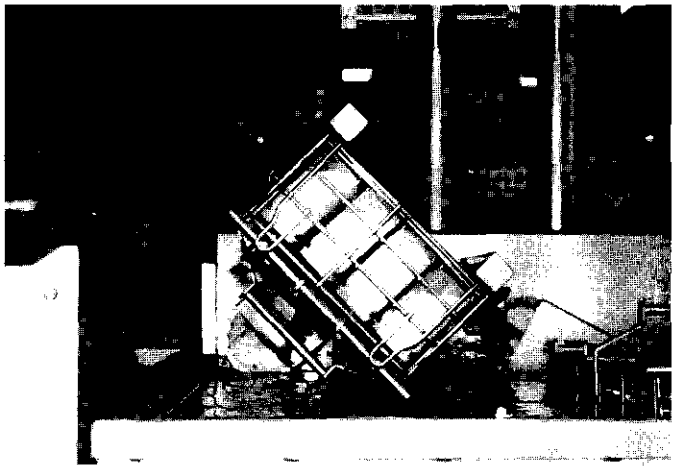
1.4.4 Vriespuntverandering

Zuiver water heeft een vriespunt van 0 °C. Wanneer daarin opgeloste stoffen voorkomen daalt het vriespunt beneden 0 °C. De in melkserum opgeloste stoffen, voornamelijk lactose en zouten, veroorzaken een vriespuntverlaging van de melk.

Het vriespunt van melk varieert slechts binnen betrekkelijk nauwe grenzen. Het vriespunt van melk is evenredig met de osmotische druk van de melk. De melk in de uier is in osmotisch evenwicht met het bloed, waaruit de melkvormende stoffen afkomstig zijn. De osmotische waarde van bloed wordt nagenoeg constant gehouden door het lichaam. Dankzij deze fysiologische regulering varieert het vriespunt van melk slechts in geringe mate.

Wanneer door bepaalde omstandigheden, bijv. mastitis, de concentratie van lactose lager wordt, neemt het gehalte aan chloride toe zodat

Omdat melk gemakkelijk oproomt worden de monsters voor onderzoek goed gemengd.



het osmotisch evenwicht blijft bestaan.
Het vriespunt van melk van individuele koeien kan variëren van -0,51 °C tot -0,55 °C. Het vriespunt van gemengde melk van een aantal koeien is gemiddeld ongeveer -0,520 °C. Bij bewaring van melk komt het vriespunt dichter bij 0 °C te liggen. Het vriespunt stijgt dan in geringe mate (ongeveer 0,0013 °C) doordat er koolzuur verloren gaat.
Komt er water in de melk, dan wordt de concentratie van lactose en zouten lager en stijgt het vriespunt tot een niveau dichter bij 0 °C. Door het vriespunt van melk te bepalen kan men een inzicht krijgen in de hoeveelheid water, die op de één of andere wijze in melk is gekomen. Toevoeging van 1% water aan melk geeft een verhoging van het vriespunt van ongeveer 0,005 °C. Om verdunning met water tegen te gaan is in de Warenwetregeling Zuivelbereiding bepaald, dat consumptiemelk geen hoger vriespunt mag hebben dan -0,520 °C.

1.4.5 Zuurtegraad en pH

De zuurtegraad van een vloeistof is te meten. Scheikundigen hebben een manier bedacht om de zuurtegraad in een getal te kunnen weergeven. Dit getal noemt men de pH. Een neutrale vloeistof (zuiver water) heeft een pH van 7. Is de pH lager dan 7 dan is de vloeistof zuur. Hoe lager het pH-getal hoe zuurder de vloeistof.
De pH is een logaritmische waarde: als de hoeveelheid zuur 10 x zo groot wordt, wordt het pH-getal één lager. Is een stof 100 x zo zuur dan daalt de pH met twee eenheden.

Tabel 1.7 Zuurtegraden van enkele producten

Producten	pH
Alkalisch reinigingsmiddel	11-12
Zuiver water	7
Melk	6,7
Kaas	5,2
Karnemelk, zure melk	4,6
Yoghurt	4,4
Sterk zure regen, tomatensap	4
Azijn	3
Zuur reinigingsmiddel	2-3
Citroensap	2
Accuzuur	1

Melk is een vrij neutrale stof. De waterstofionenactiviteit, uitgedrukt als pH is gemiddeld ongeveer 6,7. Als de melk gaat bederven wordt er heel vaak zuur gevormd. Hierdoor daalt de pH van de melk. Toch verloopt de daling van de pH niet evenredig met de hoeveelheid gevormd zuur. De melk kan een gedeelte van het gevormde zuur binden zonder dat de pH lager wordt. Men noemt dit de buffercapaciteit. Vooral het melkeiwit en de melkzouten dragen bij aan het bufferend vermogen.
De hoeveelheid gevormd zuur en het vermogen van de melk om dit te binden (bufferen) zijn van groot belang voor de kwaliteit van de melk. De zuurtegraad van melk geeft een indruk hiervan.
Voor de zuurtegraad zijn twee maatstaven:

- De reële zuurtegraad, ofwel de waterstofionenactiviteit $[H^+]$. Hiervan wordt de negatieve logaritme berekend = pH. Een hoge waterstofionenactiviteit geeft een lage pH. In zure melk met een pH van 4,6 vlokt de caseïne volledig uit.
- De titerzuurtegraad, gewoonlijk normzuurtegraad genoemd. De titerzuurtegraad is een maat voor de hoeveelheid base (= loog) die nodig is om melk te titreren tot het kleuromslagpunt van fenolftaleïne (= pH 8,3). Niet alleen de hoeveelheid gevormd zuur wordt hierbij geneutraliseerd, ook bepaalde zuurgroepen van het melkeiwit en de zouten binden een hoeveelheid loog.

Voor het neutraliseren van verse melk tot pH 8,3 is ca. 16,5 mmol loog per liter nodig; men noemt dit de normzuurtegraad uitgedrukt in °N. Afhankelijk van de melksamenstelling, dus het gehalte aan eiwit en zouten kan de normzuurtegraad sterk uiteenlopen, nl. van 14-21°N. Als melk zuur wordt stijgt de normzuurtegraad.

1.5 Geiten- en schapenmelk

Op een aantal bedrijven in Nederland melkt men geiten en schapen. Vooral de hoeveelheid verwerkte geitenmelk neemt de laatste jaren aanzienlijk toe. De productie van geitenmelk ligt momenteel op meer dan 18 miljoen kg. De gemiddelde gecontroleerde geit produceert per jaar meer dan 900 kg melk, waarbij het vet- en eiwitgehalte in 1994 respectievelijk 4,14 en 3,32% hebben bedragen. Geiten- en schapenmelk onderscheiden zich in een aantal opzichten van koemelk.

1.5.1 Samenstelling

In tabel 1.5 is een overzicht gegeven van de globale samenstelling van geiten- en schapenmelk. Vooral schapenmelk kenmerkt zich door de hoge eiwit- en vetgehalten. De wijze waarop de bestanddelen in de melk aanwezig zijn komt overeen met die in koemelk. Het vet is aanwezig in vetbolletjes, de kaasstof in de vorm van micellen.
Gemiddeld zijn de vetbolletjes van geitenmelk iets kleiner dan die van koemelk. Voor de verwerking van de melk heeft dit geen consequenties.
De verhouding caseïne : serumeiwitten in beide melksoorten verschilt vrijwel niet van die van koemelk.

Melkvet

Het melkvet van geiten- en schapenmelk bevat relatief veel korte vetzuurketens. In vrije, afgesplitste vorm van de triglyceriden hebben deze korte vetzuren een doordringende sterke, wat ranzige geur en smaak. Deze smaak is kenmerkend voor geiten- en schapenkaas.
Ook in de melk van individuele dieren is deze smaak soms duidelijk te herkennen. Door selectie van dieren bij het fokken is een al te sterke smaak weg te fokken.
De andere vetzuursamenstelling heeft ook tot gevolg dat de stevigheid van geiten- en schapenmelkvet hoger is dan die van het vet van koemelk. Boter bereid uit deze vetsoorten is een zeer stevig en brokkelig product. De hogere stevigheid van het vet kan ook in de kaas merkbaar zijn. Een stugger en meer kruimelig zuivel is in een droge kaas vaak waarneembaar.

Enzymen

Van nature bevatten geiten- en schapenmelk minder enzymen dan koemelk. Het gehalte aan het vetsplitsende enzym lipase is lager. Ook xanthine-oxydase, het enzym dat de conserverende werking van nitraat tegen boterzuurbacteriën ondersteunt, is slechts in zeer lage concentratie aanwezig in geitenmelk.

1.5.2 Eigenschappen

Kleur, geur en smaak

Geiten- en schapenmelk zijn vrijwel wit van kleur. Geiten en schapen zetten namelijk het gele caroteen in het spijsverteringskanaal om in vitamine A. Dit vitamine A wordt in de melk uitgescheiden. Vitamine A is echter kleurloos. Daardoor is ook het melkvet van deze dieren ongekleurd. Ook de producten uit geiten- en schapenmelk bereid zijn blankwit van kleur.
Geitenmelk heeft soms een karakteristieke geitensmaak. Individuele aanleg en voeding hebben hierop veel invloed. Door gericht fokken kan een vrij neutrale melksmaak worden verkregen.

Oproming

Geiten- en schapenmelk bevatten de voor die diersoorten specifieke immuunglobulinen. In de biest zijn ze drager van de afweerstoffen voor het jong. In tegenstelling tot koemelk komen er in geiten- en schapenmelk vrijwel geen agglutininen voor. Daardoor romen deze melksoorten uiterst langzaam en slechts in geringe mate op.
Van oudsher zijn geiten- en schapenboter en magere kaassoorten van deze dieren betrekkelijk onbekend.

Densiteit

Schapenmelk heeft zowel een hoger vetgehalte als een hoger eiwitgehalte dan koemelk. Een hoger vetgehalte verlaagt de densiteit, een hoger eiwitgehalte verhoogt de densiteit. De resulterende densiteit van deze twee invloeden ligt in de regel wat hoger dan die van koemelk. Afhankelijk van de samenstelling van de melk liggen de waarden gewoonlijk rond 1,035.
De dichtheid van geitenmelk ligt in de buurt van die van koemelk, meestal iets boven 1,030. Dit als gevolg van het iets lagere vetgehalte van geitenmelk. Uiteraard is ook hier de samenstelling van de melk bepalend.

Vriespunt

Het ligt voor de hand dat geiten- en schapenmelk, vanwege een andere melkserumsamenstelling een vriespuntsverlaging geven die afwijkt van die van koemelk. Geitenmelk heeft gewoonlijk een lager vriespunt dan koemelk (tussen -0,55 en -0,58 °C).

Zuurtegraad en pH

Schapenmelk heeft vanwege het hoge eiwitgehalte een hogere normzuurtegraad dan koemelk, ca. 22-30 °N, de zuurtegraad van geitenmelk is iets lager dan die van koemelk (12-15 °N).
De pH van geitenmelk is duidelijk lager dan die van koemelk en ligt in de regel tussen 6,3 en 6,7.

1.6 Melk als voedingsmiddel

Melk bevat vrijwel alle noodzakelijke voedingsstoffen die het lichaam nodig heeft voor bescherming, opbouw, vervanging en energieproductie. Vooral de bijdragen van eiwit, calcium, fosfor, vitamine B2 en vermoedelijk ook jodium uit de melk aan het voedselpakket zijn groot. Bovendien is de aminozuur-samenstelling van melkeiwit zodanig dat deze vrijwel aansluit bij de samenstelling die de mens nodig heeft.
Melkvet bevat veel vetzuren van verschillende ketenlengte. Het gehalte aan essentiële aminozuren is ruim voldoende om tekorten te voorkomen.
In melk van de meeste diersoorten en ook van moedermelk zijn de gehalten aan ijzer en vitamine C vrij laag. Het gebruik van melk kan echter ook tot problemen leiden. Een aanzienlijk deel van de wereldbevolking mist namelijk in het spijsverteringskanaal het enzym lactase. Daardoor hebben veel bevolkingsgroepen niet het vermogen om melksuiker af te breken en verteert de melk niet volledig. Lactose blijft in de darm aanwezig en heeft in veel gevallen diarree en buikklachten tot gevolg.
Dit verschijnsel, ook wel lactose-malabsobtie genoemd, komt weinig voor bij de oorspronkelijke bevolkingsgroepen van West Europa, Noord Afrika, delen van India en het Midden-Oosten. Mensen met een verlaagde of ontbrekende lactase-activiteit kunnen nog wel melk gebruiken. Ze moeten echter geen porties melk drinken groter dan 250 ml. Verspreid over de dag en in kleinere hoeveelheden kunnen ze in de regel wel melk verdragen. In verzuurde producten, zoals yoghurt, karnemelk, kaas en kwark is de lactose al gesplitst. Deze producten worden in de regel goed verdragen.
Circa 2% van de zuigelingen kan last hebben van melkallergie. Bij oudere kinderen en volwassenen is dit percentage lager. Deze allergie kan zich uiten in spijsverteringsklachten (braken, diarree, buikkrampen), in huidklachten (eczeem) en soms in de luchtwegen (astma). De oorzaak ligt vooral bij de serumeiwitten.
Wanneer deze voor een deel worden gedenatureerd of worden verwijderd vermindert de allergene werking. Vervanging van koemelk door geitenmelk wordt vaak aanbevolen en lijkt ook effect te hebben. Toch kan dit niet verklaard worden op grond van de eiwitsamenstelling, de serumeiwitten van beide melksoorten geven namelijk dezelfde reacties.
Melkallergieën zijn meestal erfelijk bepaald.

2 Bouw en functie uier

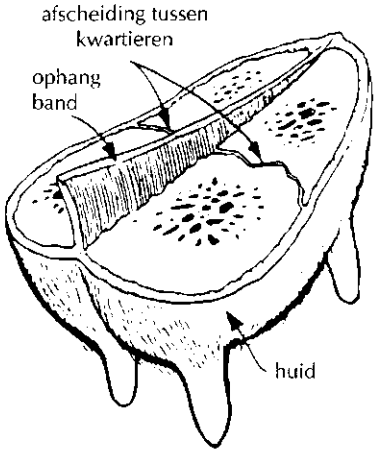
2.1 Uierbouw 29
2.1.1 Uier en spenen 29
2.1.2 Uierweefsel 30
2.1.3 Zenuwen en bloedvaten 31
2.1.4 Uierbouw en melken 31
2.2 Melkvorming 32
2.2.1 Stimulering melkproductie 33
2.2.2 Voorraadvorming in uier 33
2.2.3 Melkintervallen 34
2.3 Melkafgifte 36
2.3.1 Neuro-hormonale reflex 36
2.3.2 Sterkte prikkels en melkafgifte 36
2.3.3 Latente periode 36
2.3.4 Adrenaline 37
2.3.5 Voorwaardelijke reflexen 37
2.3.6 Tijd tussen laten schieten en melken 37
2.3.7 Oxytocinegehalte in het bloed 38
2.4 Restmelk 39
2.4.1 Restmelk en melkvorming 39
2.4.2 Invloed van factoren op restmelk 39
2.4.3 Restmelk en vetgehalte in melk 42
2.5 Melkbaarheid 43
2.5.1 Melksnelheid 43
2.5.2 Verdeling melk voor- en achterkwartieren 43
2.5.3 Bepaling melkbaarheid 43

Bouw en functie uier

2

Na de geboorte heeft het jonge dier voedsel nodig. Dit voedsel, de melk, wordt gevormd uit bouwstoffen in het bloed. De opbouw van de melk vindt plaats in het klierweefsel van de uier. Via een stelsel van afvoergangen kan de melk naar de tepels of spenen vloeien en door zogen of melken kan de melk de uier verlaten.
Door selectie en fokkerij is de melkproductie per dier aanzienlijk toegenomen. De huidige productie ligt ver boven de behoeften van het kalf. De hogere productiviteit heeft gevolgen voor het dier. Zowel tijdens de melkvorming als tijdens het melken treden er krachten op in het uierweefsel en in de speen, die er van nature niet zijn. Aan dit soort onnatuurlijke drukverschijnselen dient bij de melkwinning zoveel mogelijk tegemoet te worden gekomen.
Het melken kan met de hand of met de melkmachine worden uitgevoerd. Voor het gemakkelijk aanbrengen van de melkapparatuur en het juist functioneren van de melkmachine is de bouw van uier en spenen van betekenis.
De hoeveelheid klierweefsel - en daarmee samenhangend de melkproductie - hangt in hoge mate samen met de uierbouw. Ook het meer of minder volledig en snel kunnen verwijderen van de melk is afhankelijk van de bouw. Het verwijderen van de melk is vooral van belang voor het op peil blijven van de productie. Een voldoende melksnelheid is van betekenis uit het oogpunt van arbeid en arbeidsorganisatie.

Figuur 2.1 Horizontale doorsnede van een uier



(naar Turner)

De gevormde melk die tijdelijk wordt opgeslagen in het daartoe bestemde melkgangen en -boezemsysteem van het klierweefsel kan niet door het kalf of de melker uit de uier worden verwijderd. De koe moet eerst de melk 'laten schieten'. Dit is een proces dat via het zenuwstelsel wordt aangestuurd. Een juiste aansturing is van belang voor melkproductie en de snelheid van melken en uiteindelijk ook voor de conditie waarin de uier zich bevindt.

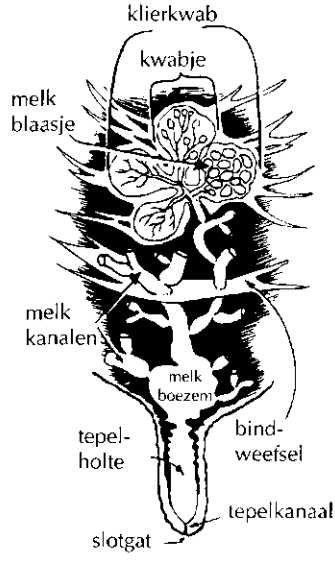
2.1 Uierbouw

De uier van een koe bestaat uit vier afzonderlijke melkklieren. In deze klieren wordt de melk gevormd. Voor de hoeveelheid te produceren melk, het gemak waarmee een koe zich laat melken en de conditie waarin de uier verkeert, zijn inzicht in de bouw van de uier, in het weefsel waaruit het is opgebouwd en in de bloeddoorstroming en zenuwprikkeling heel belangrijk. Ook voor toepassing van een juiste melktechniek is dit inzicht noodzakelijk.

2.1.1 Uier en spenen

Een stevige peesplaat, die aan de onderkant van de buik van de koe is bevestigd, verdeelt de uier in een linker en een rechter helft. De plaat heeft zijdelingse vertakkingen, die zijn verbon-

Figuur 2.2 Schematische verticale doorsnede van een kwartier van een uier



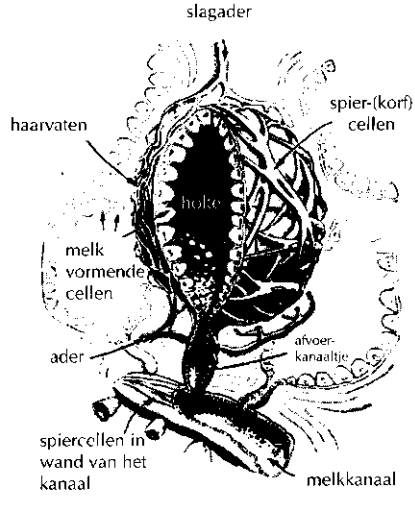
(naar Turner)

den met het bindweefsel in het uierweefsel. Samen met bindweefselbanden, die aan weerszijden van de centrale peesplaat aan de buik zijn bevestigd, wordt de uier gedragen. Aan het draagvermogen worden hoge eisen gesteld. Bij koeien met een melkproductie van 40 kg per dag, zal de gevulde uier tegen melkerstijd zeker 50 kg wegen.
De huid van de uier en de daaronder liggende laag hebben meer tot taak het klierweefsel bijeen te houden dan dat ze een rol spelen bij het dragen ervan. Iedere uierhelft bestaat uit een voor- en een achterkwartier. Hoewel er geen duidelijke scheiding tussen de kwartieren is waar te nemen functioneren ze alle vier gescheiden van elkaar. Zo kan uit één kwartier afwijkende melk komen, terwijl de melk uit de andere kwartieren volkomen normaal is.
Elk kwartier heeft een speen, waardoor de melk wordt afgevoerd. Soms zitten er bij de achterspenen extra spenen, bijspenen genoemd. Deze bijspenen kunnen hinderlijk zijn bij het melken en worden vaak verwijderd.
Onderin de tepel bevindt zich het tepelkanaal. Dit kanaaltje van ongeveer 1 cm lang is omgeven door een kringspier, die het onder normale omstandigheden afgesloten houdt. De binnenzijde ervan is bekleed met cellen, die een wasachtige stof afscheiden. Deze stof heeft een bacterieremmende werking. Het uitwendig zichtbare deel van het tepelkanaal wordt slotgat genoemd.
Het tepelkanaal staat in verbinding met de er boven liggende tepelholte. De tepelholte gaat bovenaan met een vernauwing over in een grotere holte, de melkboezem. De vernauwing wordt Ring van Fürstenberg genoemd.

2.1.2 Uierweefsel

Belangrijke elementen van het klierweefsel zijn het kanalensysteem voor de opslag van de melk en de melkblaasjes of alveoli waarin de melk wordt afgescheiden. In de melkboezem monden enkele tientallen kanalen uit, melkgangen genoemd. Deze kanalen vertakken zich herhaaldelijk en eindigen in nauwe kanaaltjes, die leiden naar de melkblaasjes. De grootte van deze melkblaasjes of alveoli varieert, afhankelijk van de vulling, van 0,1 tot 0,5 mm. Ze zijn bekleed met een laag cellen waarin de melk wordt gevormd. De melkblaasjes met hun afvoerkanaaltjes hebben ongeveer de vorm van een druiventros. Een aantal trossen bij elkaar vormt een klierkwabje. In een hoogproductief uier bevindt zich veel van dit klierweefsel.
De melkblaasjes zijn omgeven met een netwerk van spiervezels (korfcellen). Op de nauwe melkkanaaltjes bevinden zich eveneens spiervezels, maar deze zijn echter in de lengterichting gerangschikt, waardoor bij samentrekking de kanaaltjes korter en wijder worden. Dit vergemakkelijkt de melkafvoer.
In de wat wijdere melkkanalen, waarin de melk niet meer door capillaire krachten wordt vastgehouden, bevinden zich voorzieningen die het vrij afvloeien van de melk naar boezem en tepelholtes verhinderen. Op de plaats waar een kanaal uitmondt in een wat wijder kanaal bevindt zich een vernauwing die zich pas opent en melk doorlaat wanneer de druk van de melk een zekere waarde heeft bereikt. Verwijdingen in de kanalen en de grote elasticiteit ervan geven het kanalensysteem een grote opslagcapaciteit.
Naast elementen die dienen voor de vorming en de opslag van de melk, bevat de uier spier-, bind- en vetweefsel, waarvan vooral het bindweefsel vorm en stevigheid geeft aan het geheel. Een uier met in verhouding veel klierweefsel voelt zacht en korrelig aan en laat zich goed 'wegmelken'. Bij aanwezigheid van veel bind- en vetweefsel voelt de uier vast aan, ook

Figuur 2.3 Melkblaasje met melkcellen en afvoergangetje. Rondom het blaasje korfcellen



(naar Turner)

na het melken. Men spreekt dan van een vleesuier.

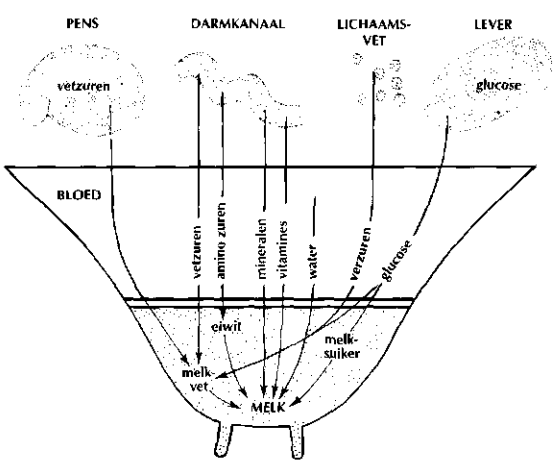
2.1.3 Zenuwen en bloedvaten

Het zenuwstelsel van de uier heeft een belangrijke functie bij het afgeven van de melk. De fijnste vertakkingen van de zenuwen die van belang zijn voor de melkafgifte, bevinden zich in de wand van de spenen en ook van de uier. Deze zenuwuiteinden zijn zeer gevoelig voor mechanische prikkels zoals zuigen van het kalf of de beweging van de tepelvoering. Hierdoor komt de melkafgifte op gang.
Het bloed wordt in de uier aangevoerd via slagaderen, die zich als een zeer fijn vertakt bloedvatenstelsel door de gehele uier verdelen. De allerfijnste bloedvaatjes liggen rondom de melkblaasjes en voorzien de melkcellen van de bouwstoffen die voor de vorming van melk nodig zijn. Tegenover dit aanvoerstelsel staat een even omvangrijk afvoersysteem van aderen. Door de 'melkader', die onder langs de buik van de koe ligt en duidelijk te voelen is, wordt een gedeelte van het bloed uit de uier naar het hart teruggevoerd. De op de uierwand zichtbare aderen zijn grotendeels geen grote aderen met bloed, maar vaten met lymfe. Deze vloeistof speelt een belangrijke rol bij de vernietiging van binnengedrongen bacteriën. Dikke en gekronkelde melkaderen worden als een kenmerk van melkrijkheid gezien, omdat deze wijzen op een grote bloedstroom door de uier. Voor de vorming van 1 liter melk moet namelijk 300-400 liter bloed de uier passeren.

2.1.4 Uierbouw en melken

De bouw van de uier en de plaatsing van de spenen zijn sterk bepalend voor het melken. Daarbij gaat het er om dat de koe vlot, volledig en rustig kan worden gemolken.
Verschillen in uierbouw en speenvorm worden in sterke mate erfelijk bepaald. Aangezien niet elke uier zich even goed leent voor het melken met de machine ligt het voor de hand door selectie niet alleen te streven naar goede ontwikkeling in verband met de productiecapaciteit, maar ook naar de geschiktheid voor het melken met de machine (melkmachine-uier).
Het fokdoel kan als volgt worden omschreven: een voldoende ruim ontwikkelde, goed aangesloten en regelmatig gevormde uier, die soepel aanvoelt en zich goed laat uitmelken; de spenen moeten niet te groot en goed geplaatst zijn. Een goede ontwikkeling van de uier is met het oog op de productiecapaciteit noodzakelijk. Voor het melken maakt het echter een groot verschil of deze ontwikkeling in de lengte en breedte of in de diepte plaats vindt. Het aanhechtingsvlak aan de buik dient zo groot mogelijk te zijn met van achteren gezien een brede hoog oplopende uierboord, van opzij gezien een lange uier en goed ontwikkelde voorkwartieren. Bij een dergelijk gevormde uier kan de diepte beperkt blijven zonder dat dit afbreuk

Figuur 2.4 Schematische voorstelling melkvorming uit de met bloed aangevoerde bestanddelen



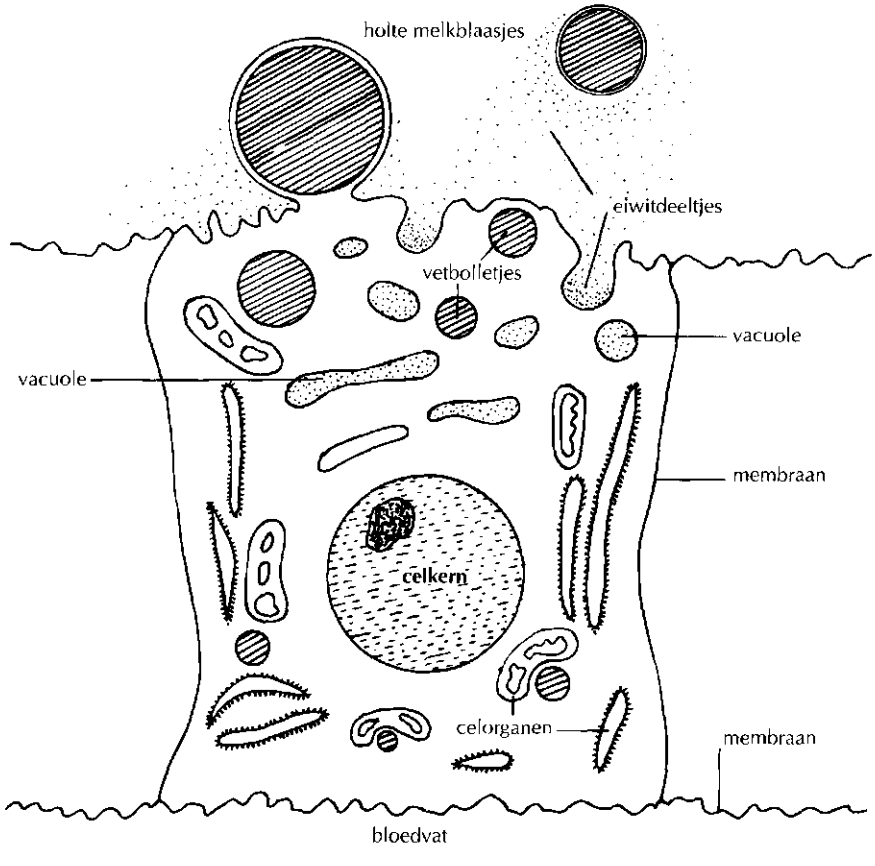
doet aan een goede ontwikkeling.
Bij het melken met de machine zijn de speenvorm en -plaatsing van belang. Lange spenen kunnen problemen geven. De speenpunt kan dan namelijk zo diep in de tepelvoering zitten dat de voering zich niet goed kan sluiten. De speen blijft dan continu onder vacuüm staan. Hierdoor kunnen weefselbeschadigingen ontstaan. De kans op uierontsteking neemt daarbij toe.
Ook de plaatsing van de spenen aan de uier is belangrijk bij het machinaal melken. Wijd of "stekend" staande voorspenen kunnen lastig zijn en vaak ook luchtzuigen veroorzaken. Ook twee zeer dicht bij elkaar geplaatste spenen kunnen tot luchtzuigen leiden. Dit luchtzuigen kan een ongunstige invloed hebben op de uiergezondheid.
De uierbouw kan tussen koeien onderling sterk variëren. Maar ook bij dezelfde koe verandert de uierbouw met de leeftijd.

2.2 Melkvorming

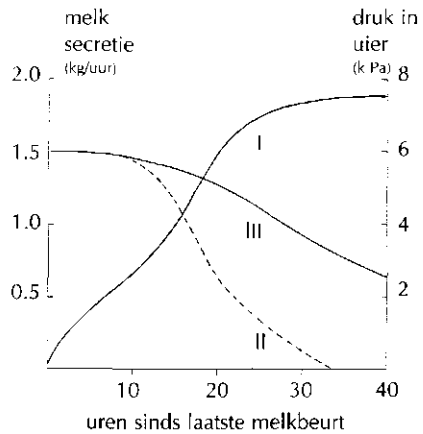
De eigenlijke vorming van de melk vindt plaats in de cellen die de melkblaasjes aan de binnenkant bekleden. Dit proces verloopt continu en vrij regelmatig. De bestanddelen die voor vorming van melk nodig zijn, worden door osmotische processen onttrokken aan het bloed. Dit vindt plaats waar de fijne bloedvaatjes in nauw contact komen met de melkcellen. Sommige bestanddelen van de melk worden zonder enige verandering uit het bloed opgenomen.

De belangrijkste bestanddelen moeten echter in de melkcellen worden opgebouwd uit met het bloed aangevoerde stoffen. Hiervoor is energie nodig.

Figuur 2.5 Schematische tekening van een melkvormende cel



Figuur 2.6 Verloop van druk in uier (I), actuele melksecretie (II) en de gemiddelde melksecretie per uur sinds de laatste melkbeurt (III)



Figuur 2.4 geeft een globaal overzicht van de belangrijkste stoffen, die via het bloed worden aangevoerd uit pens, darmkanaal, lever en vetdepots en waaruit de melkbestanddelen in de melkcellen worden opgebouwd.
De vetbolletjes worden opgebouwd in de melkcellen, waarbij bepaalde celorganen een belangrijke rol spelen. De vetbolletjes bewegen zich naar de celwand die grenst aan de holte van het melkblaasje. Ze maken zich door uitstulping en afsnoering van deze celwand los en worden op deze wijze omgeven door een oppervlaktelaagje dat in feite dus een gedeelte van de celwand is. In figuur 2.5 wordt dit geïllustreerd.
De eiwitdeeltjes en de melksuiker worden opgebouwd in de vacuoles van de cel. Ook hierbij hebben celorganen een taak. Deze vacuoles bewegen zich in dezelfde richting als de vetbolletjes. Als de wanden van de vacuoles met de celwand in contact komen ontstaat een open verbinding van de vacuole met de holte van het melkblaasje. De eiwitdeeltjes, de melksuiker en ook de waterige fase van de melk komen op deze wijze, zonder dat ze de celwand behoeven te passeren, in het melkblaasje terecht. Men neemt aan dat de overige gemakkelijk oplosbare bestanddelen door de wand van de cellen gaan.

2.2.1 Stimulering melkproductie

Een veel besproken hormoon dat een rol speelt bij de melkproductie is BST. BST is de afkorting van Bovine Somatotropine. BST is een normaal in het lichaam voorkomend eiwit dat gemaakt wordt in de hypofyse (hersenaanhangsel) van runderen.
Het is al meer dan 50 jaar bekend dat BST een stimulerend effect heeft op de productie bij melkgevende dieren. In het verleden was BST alleen beschikbaar voor experimentele doeleinden, omdat men het slechts in kleine hoeveelheden kon isoleren uit de hypofyse van koeien. Echter door de ontwikkeling van de biotechnologie is men er in geslaagd om BST op grotere schaal buiten de koe te produceren. Hierdoor is het beschikbaar gekomen voor bredere en grootschalige toepassingen.
BST moet via injecties toegediend worden. Toevoegingen aan het voer hebben geen zin omdat de stof net als andere eiwitten wordt afgebroken in het maagdarmkanaal. Extra BST leidt tot een hogere melkproductie per koe doordat er een betere verdeling van de voedingsstoffen in de richting van de melkproductie plaats vindt. Een hogere melkproductie als gevolg van BST maakt extra voeropname noodzakelijk. De winst aan efficiëntie zit dus vooral in de kleinere hoeveelheid benodigd onderhoudsvoer per kg melk, wanneer de melkproductie per koe stijgt door BST. Bij jonge dieren heeft toediening van BST een groeibevorderend effect.

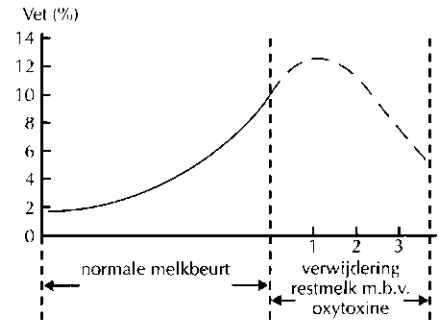
In de Verenigde Staten is BST toegelaten voor gebruik in de praktijk. Dit is ook het geval in een aantal landen in Oost-Europa, Zuid Amerika en Azië. In de Europese Unie, en dus ook in Nederland, is BST niet toegelaten. Dit verbod zal nog tot het jaar 2000 blijven bestaan. Één van de redenen voor dit verbod is dat BST maatschappelijk niet aanvaard wordt. Bij toelating verwacht men een ernstige beschadiging van het zuivelimago. Daarnaast lopen de meningen over de effecten op de gezondheid van de koe uiteen.

2.2.2 Voorraadvorming in uier

Tussen de melktijden hoopt de melk zich geleidelijk in de melkklier op. Dit is duidelijk waar te nemen aan het zwellen van de uier. De afgescheiden melk verzamelt zich aanvankelijk in de melkblaasjes. De druk van de melk in de gemakkelijk zwellende blaasjes neemt slechts langzaam toe. Bereikt de druk een bepaalde waarde dan wordt de melk eerst in de kleine

melkkanaaltjes en later ook in de wat wijdere afvoergangen gestuwd. De capillaire krachten en de vernauwingen in het kanalensysteem verhinderen dat de melk door de zwaartekracht naar de melkboezem en de tepelholte vloeit. Tegen de volgende melktijd is dan ook slechts een klein deel van de melk aanwezig in deze ruimten.
In figuur 2.6 wordt het verloop van de secretiesnelheid op elk moment en de gemiddelde melksecretie per uur sinds de laatste melkbeurt weergegeven. Na ongeveer 30 uur komt de melkvorming geheel tot staan. Dit moment wordt ook aan het eind van de lactatieperiode, wanneer de dagproductie van een koe in vergelijking met die in de tweede maand van de lactatie met minstens 50% is gedaald, echter nauwelijks later bereikt, doordat de opslagcapaciteit van de uier sterk afhankelijk is van het lactatiestadium.

Figuur 2.7 Verloop van het vetgehalte in de melk tijdens het melken, en in de restmelk verwijderd na inspuiting van oxytocine



(Uit: Machine milking and lactation, A.J. Bramley e.a.).

Verdeling melkvet
Tijdens de langzame voortstuwing van de melk vanuit de melkblaasjes blijven de vetbolletjes achter. Ze hechten zich enigszins aan elkaar en blijven daardoor in het kanalensysteem steken. Hoe langer de periode tussen twee melkmalen duurt, hoe meer het vetgehalte daalt in de melk die het verst van de bron (het melkblaasje) is verwijderd. In het melkblaasje daarentegen blijft het vetgehalte tussen de melktijden steeds stijgen. Bij het 'laten schieten' van de melk en het melken laten de vetbolletjes weer gemakkelijk los van elkaar. De melkstroom voert ze mee naar de melkboezem en de tepelholte.
Als de melk de uier verlaat is het melkvet nog zeer ongelijk over de melk verdeeld. Na een lang interval bevat de eerst verwijderde melk soms niet meer dan 1,5% vet. In elke volgende fractie van bijvoorbeeld 0,5 kg stijgt het vetgehalte vrij regelmatig. Het vetgehalte in de laatste melk bedraagt soms wel 15% of nog meer.

2.2.3 Melkintervallen

Uit figuur 2.7 blijkt dat de melkvorming terug gaat lopen, wanneer de periode tussen twee melkbeurten (melkinterval, tussenmelktijd) langer is dan ongeveer acht uur. Wanneer melken met intervallen van steeds acht uur wordt onderbroken door één veel langer interval van bijvoorbeeld 16 uur, dan is niet alleen de gemiddelde melkvorming per uur in het bewuste lange interval kleiner. Ook in het daarna volgende interval van acht uur is de productie nog niet op peil. De melkcellen ondergaan door de oplopende druk in de uier een min of meer blijvende verandering. Wel treedt er aanvankelijk een snel herstel in van de melkvorming, maar het oorspronkelijke productieniveau wordt pas na enkele dagen bereikt. Meer lange intervallen achtereen versterken de effecten, zowel wat betreft de daling van de dagproductie als ook de duur van de herstelperiode. Uiteraard zijn de productiedalingen na één of meer intervallen van 24 uur ook groter dan na intervallen van 16 uur. Bij één maal per dag melken over een wat langere periode is volledig herstel van de productie niet meer mogelijk.
Zoals nog ter sprake zal komen, beïnvloedt ook de melk die na het melken in de melkblaasjes van de uier achterblijft de melkvorming. De hoeveelheid achterblijvende melk neemt toe bij langere melkintervallen en is dus afhankelijk van het aantal malen melken per dag. Lange melkintervallen remmen ook op deze wijze de melkvorming.

Driemaal daags melken
Driemaal daags melken doet de melkproductie gemiddeld 10 tot 15% stijgen, tenminste wanneer het de gehele lactatieperiode wordt toegepast en de voeding wordt afgestemd op de hogere productie. In procenten is het effect op de productie bij vaarzen wat groter dan bij oudere koeien. Het verschil in productie tussen

tweemaal en driemaal daags melken is (uitgedrukt in kg melk per dag) in de tweede helft van de lactatieperiode zeker zo groot als in de eerste helft. Uit een oogpunt van productieverhoging verdient toepassing van driemaal daags melken gedurende de gehele lactatieperiode dan ook de voorkeur boven alleen tijdens de eerste lactatiemaanden. Het vetgehalte heeft bij driemaal daags melken de neiging wat te dalen. De productieverhoging bij driemaal daags melken kan niet worden verklaard uit het minder hoog oplopen van de druk in de uier tijdens de kortere intervallen. In figuur 2.6 is te zien dat de melksecretie pas na ruim 10 uur duidelijk afneemt. Er moet dus een ander mechanisme een rol spelen. De verklaring moet gezocht worden in de remmende invloed van een chemische terugkoppeling die ontstaat als de melkblaasjes zich met melk vullen. Door het frequenter melken van de koeien wordt de remmende invloed van deze terugkoppeling verminderd. Hierbij speelt ook de hoeveelheid restmelk een rol. Bij driemaal daags melken blijft er na elke melkbeurt een geringere hoeveelheid melk in de melkblaasjes achter. Dit vermindert de invloed van de chemische terugkoppeling. Voor het bereiken van productie-effecten van 10 tot 15% is het niet noodzakelijk met steeds gelijke intervallen van acht uur te melken. Om sociale redenen zijn intervallen van bijvoorbeeld 7-7-10 uur aantrekkelijker, terwijl de invloed op de productie niet veel kleiner zal zijn dan bij drie gelijke melkintervallen.
Het overschakelen naar driemaal daags melken heeft op korte termijn een hogere melksecretie van de aanwezige melkcellen tot gevolg. Op langere termijn neemt echter ook het aantal melkcellen toe. Hierdoor wordt het maximale productie-effect pas bereikt na een aantal weken.

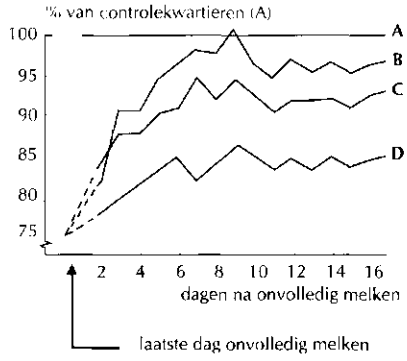
Ongelijke melkintervallen
's Morgens laat en 's avonds vroeg melken - dus met ongelijke melkintervallen - heeft een betrekkelijk geringe invloed op de melkproductie, en zeker op de vetproductie. Zelfs bij melkintervallen van 9 en 15 uur of van 8 en 16 uur blijven de verliezen beperkt tot minder dan 4%.

Eénmaal daags en onvolledig melken
Soms wordt er slechts éénmaal per dag gemolken. Hier kan uit sociale overwegingen voor gekozen zijn of dit kan door overmacht veroorzaakt zijn. Eénmaal daags melken - gewoonlijk twee lange melkintervallen van 16 tot 18 uur achter elkaar - heeft een duidelijk productieverlagend effect. Het verlies aan melk is ongeveer 5 - 10%. Het duurt ongeveer twee weken voor de productie zich weer geheel herstelt. Ook in de laatste maanden van de lactatieperiode heeft de overgang van tweemaal naar éénmaal melken per dag een opbrengstdaling van 30 tot 40% tot gevolg. De hoeveelheid melk, die in de uier moet worden opgeslagen, is vaak geringer dan in de eerste lactatiemaanden bij twee melkbeurten per dag. De melkvorming ondervindt nu echter een grotere remming van de in de uier aanwezige melk.

Ook onvolledig melken vermindert evenals verlenging van de melkintervallen het vermogen van de melkcellen om melk te vormen. De achterblijvende melk gaat niet verloren, maar ze doet wel de druk van de melk in de uier stijgen boven het normale niveau.

Ook de grote hoeveelheid melk, die na het melken in de melkblaasjes achterblijft remt de melkvorming. De mate van herstel van de melkproductie na beëindiging van onvolledig melken hangt af van de hoeveelheid achtergebleven melk, de duur van het onvolledig melken, het lactatiestadium en ook de productieaanleg van de koe. In het begin van de lactatieperiode en bij hoog-productieve dieren is het herstellend vermogen groter dan aan het eind van de lactatieperiode of bij koeien met een minder goede productieaanleg.
In figuur 2.8 wordt de invloed van de duur van onvolledig melken op het herstel van de productie geïllustreerd. Bij elk van de 6 koeien is doorlopend één kwartier (A) volledig gemolken, terwijl uit de andere 3 (B, C en D) respectievelijk gedurende 4 (B), 8 (C) en 20 (D) dagen slechts 75% van de bij volledig melken te verwachten hoeveelheid melk is verwijderd. Gedurende 17 dagen is de gemiddelde dagproductie van de kwartieren B, C en D uitgedrukt in percentages van die van A weergegeven. De productie van de eerste dag na het onvolledig melken is niet weergegeven vanwege de sterke afwijking.
De nadelige invloed van niet uit de uier verwijderde melk op de melkvorming hangt ook af van de plaats in de uier, waar deze melk achter blijft. Zoals nog ter sprake zal komen, heeft een

Figuur 2.8 Verloop van melkproductie na onvolledig melken

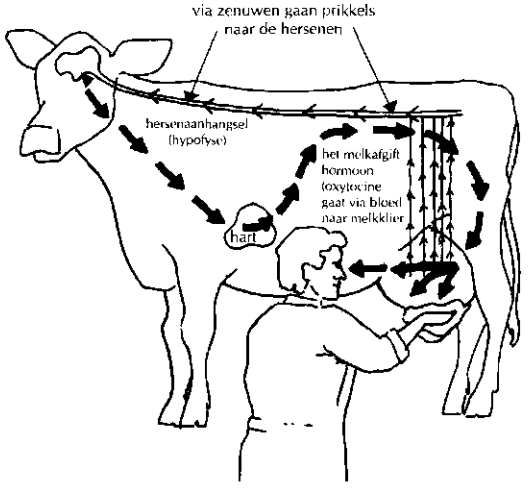


geringe hoeveelheid van maximaal ongeveer 0,5 kg, die in de tepelholtes en de melkboezems van de uier achterblijft geen merkbare invloed op de melkvorming. Blijft deze zelfde melk echter achter in de melkblaasjes, dan zal dit de vorming van nieuwe melk afremmen en de productie verlagen.

2.3 Melkafgifte

Onder de melkafgifte verstaan we het proces, waarbij vooral onder invloed van de reiniging of de massage van de spenen de melk vrijkomt uit het opslagsysteem van de uier. Bij het op gang komen van dit proces neemt de druk van de melk in de tepelholte in enkele seconden sterk toe. Pas na dit 'laten schieten' van de melk kan het overgrote deel van de in de uier aanwezige melk - bij onze melkveerassen globaal zo'n 90% - met de melkmachine worden verwijderd.

Figuur 2.9 Schema van zenuwprikkeling en van bloedstroom naar de uier



2.3.1 Neuro-hormonale reflex

Het prikkelen van bepaalde gevoelszenuwen in de spenen en de uier, bijvoorbeeld door massage met de hand, leidt gewoonlijk binnen 1,5 minuut tot het laten schieten van de melk. Aangezien de koe dit proces niet bewust kan beïnvloeden en er naast zenuwen ook hormonen bij betrokken zijn, spreken we van een neuro-hormonale reflex.
De zenuwprikkels bereiken via het centrale zenuwstelsel de hypofyse, een orgaantje onder aan de hersenen. De hypofyse loost daarop het hormoon oxytocine in de bloedbaan. Via de bloedsomloop bereikt dit hormoon ook de uier en de korfcellen rond de melkblaasjes (zie figuur 2.9). Wanneer de concentratie van het hormoon voldoende hoog is, beginnen de korfcellen zich samen te trekken. De melk in het opslagsysteem komt onder druk en de koe laat de melk schieten.
Waarschijnlijk verslapt ook massage van de spenen rechtstreeks - dus zonder tussenkomst van oxytocine - de wanden van de melkkanalen. Dit bevordert de afvoer van de melk naar de melkboezem en de tepelholte.

2.3.2 Sterkte prikkels en melkafgifte

De mate, waarin tijdens het melken de uier wordt geledigd hangt af van de sterkte en de duur van de prikkeling waaraan de spenen bloot staan. Het met de hand melken van de eerste stralen en het reinigen van uier en spenen, gewoonlijk voorbehandeling genoemd, is alleen toereikend voor het op gang brengen van de melkafgifte.

Voor een zo volledig mogelijke verwijdering van de melk uit de melkklier zijn krachtiger en gedurende langere tijd aangewende prikkels noodzakelijk. Bij het machinaal melken voorziet de massagewerking van de machine hierin grotendeels. Bij onze melkveerassen komt bij het melken met de gangbare melkmachine gemiddeld zo'n 90% van de melk uit het klierweefsel vrij.

2.3.3 Latente periode

De tijd, die er verloopt tussen het begin van de prikkeling van de spenen en het laten schieten van de melk wordt wel de latente periode (van de reflex) genoemd. Deze periode varieert afhankelijk van duur en sterkte van de prikkeling, de vulling van de uier met melk en de

omstandigheden voor of tijdens het melken globaal van 0,5 tot soms wel 2 minuten.
Gewoonlijk is de latente periode lang bij een zwakke prikkel, een geringe melkgift (na kort melkinterval; aan einde lactatieperiode) en minder gunstige weersomstandigheden (koude nachten). Ook verstoring van de normale routine, zoals het melken op een vroeger tijdstip of op een andere plaats kan aanvankelijk een langere latente periode tot gevolg hebben. Over het algemeen is bij koeien met een gespannen uier de latente periode kort en nauwelijks afhankelijk van de genoemde ongunstige omstandigheden.

2.3.4 Adrenaline

Incidenteel speelt naast oxytocine het hormoon adrenaline een rol bij de melkafgifte en wel in ongunstige zin. Als gevolg van schrik, angst of pijn scheiden de bijnieren dit hormoon uit in de bloedsomloop. Wanneer dit vóór of tijdens het melken gebeurt blokkeert de adrenaline de melkafgifte. Dit hormoon heeft onder meer vernauwing van de bloedvaten tot gevolg.
Hierdoor kan de oxytocine de korfcellen niet of slechts onvoldoende bereiken.
Een koe, die aanvankelijk de melk goed heeft laten schieten, kan als gevolg van onaangename of pijnlijke ervaringen de melk ook 'optrekken'. De druk van de melk in de tepelholte en de melkboezem valt weg, waardoor er vrijwel geen melk meer uit de uier kan worden verwijderd.
In de praktijk is een minder volledige melkafgifte meestal het gevolg van een gestoorde oxytocineafgifte of een te lange periode tussen het laten schieten van de melk en het begin van het melken. Alleen in extreme situaties speelt adrenaline een rol bij het melken.

2.3.5 Voorwaardelijke reflexen

Bij het melken kennen we ook zintuigprikkels die de melkafgifte meestal alleen maar voorbereiden en de periode tussen het begin van de voorbehandeling en het laten schieten van de melk soms wat verkorten. Geluiden of beelden die voor de koe het signaal zijn dat het melken niet lang meer op zich laat wachten veroorzaken onbewust een uitscheiding van oxytocine in de bloedbaan. Dergelijke reacties ontstaan bij het dier door ervaring. Men spreekt gewoonlijk van voorwaardelijke reflexen. Als zodanig kunnen worden genoemd het geluid van de melkmachine, het verstrekken van krachtvoer en ook het melken van de buurkoe.
Voorwaardelijke reflexen zijn meestal te zwak om de melkafgifte duidelijk waarneembaar op gang te brengen. De uitstoot van oxytocine is daartoe te gering. Alleen de verstrekking van krachtvoer vlak vóór het melken blijkt een vrij sterke prikkel. Ze kan zonder voorbehandeling van de uier de melkafgifte op gang brengen en kan ook de krachtige aanvullende massage van de spenen die noodzakelijk is voor een maximale melkafgifte, vervangen.
Soms reageert een enkele koe in een veestapel op het geluid van de melkmachine met het (meestal) voortijdig laten schieten van de melk.

2.3.6 Tijd tussen laten schieten en melken

Voor een zo volledig mogelijke melkafgifte is het van belang, dat het melken meteen na het laten schieten van de melk begint. In proeven is aangetoond dat een wachttijd tussen het laten schieten van de melk en het melken een negatief effect heeft op de melkafgifte. Zowel de melksnelheid als de opbrengst nemen af. Uit proeven is gebleken dat bij een wachttijd van 5 minuten tussen het laten schieten van de melk en het aansluiten van de melkmachine maar liefst 25% van de melk in het uierweefsel achterblijft. De productieverliezen bedroegen gemiddeld ruim 2 kg per koe per dag. Dit negatieve effect is geringer naarmate deze tijd korter wordt. Het aansluiten van de melkmachine

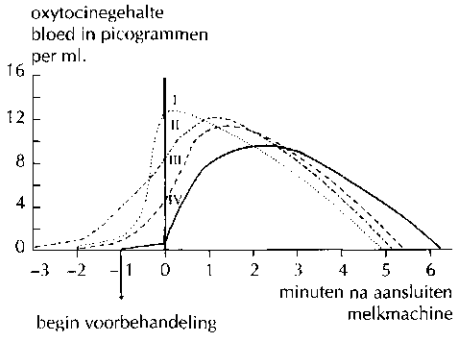
Voorbehandeling bevordert de melkafgifte.

direct na, of eventueel vóór het laten schieten van de melk verdient echter de voorkeur.
Een te lange periode tussen het laten schieten van de melk en het begin van het melken kan het gevolg zijn van een onjuiste organisatie van de werkzaamheden of ook van een sterke voorwaardelijke reflex. Een koe, die de melk laat schieten als gevolg van het geluid van de melkmachine geeft later bij het melken de melk onvolledig af. Soortgelijke problemen kunnen zich voordoen bij vrijwel alle koeien op bedrijven, waar tijdens de weideperiode de krachtvoerverstrekking samenvalt met het melken (doorloopsystemen) en waar tijdens de stalperiode het krachtvoer vóór de aanvang van het melken wordt gegeven. De koeien laten dan op stal voortijdig de melk schieten.

2.3.7 *Oxytocinegehalte in het bloed*

Gewoonlijk bereikt het oxytocinegehalte in het bloed bij onze melkveerassen en bij de gebruikelijke wijze van voorbehandelen 0,5 a 1,5 minuut na het aansluiten van de melkmachine de hoogste waarden. Na de voorbehandeling bedraagt het gehalte nog geen 50% van de maximale waarde tijdens het melken. Alleen bij een intensieve massage van de spenen vóór het aansluiten van de machine bereikt het gehalte vóór het melken het maximum.
Zonder enige voorbehandeling van de uier wordt het maximale oxytocinegehalte in het bloed 2 à 3 minuten na het aansluiten van de melkmachine bereikt. Bovendien ligt de top wat lager dan bij toepassing van de gebruikelijke voorbehandeling.
Naast de voorbehandeling heeft ook het regelmatig verstrekken van krachtvoer vlak vóór het melken een positief effect op de afgifte van oxytocine. Het kan het effect van een beperkte voorbehandeling aanvullen. Ontkoppeling van de krachtvoerverstrekking en het melken heeft nog maandenlang een voortijdige uitstoot van oxytocine tot gevolg. Ook wanneer de periode tussen het voeren van krachtvoer en het melken een uur of zelfs nog langer is.
Na het bereiken van het maximum daalt het oxytocinegehalte in het bloed tijdens het melken weer vrij snel. De halfwaardetijd van het hormoon in het bloed bedraagt 1 à 2 minuten. Dit betekent dat in deze tijd, zonder nieuwe toevoer vanuit de hypofyse, het gehalte met 50% daalt. Bij sommige koeien en ook bij bepaalde melkveerassen is de daling echter geringer of blijft het gehalte gedurende langere tijd zelfs constant.
Regelmatig namelken met de hand verhoogt het oxytocinegehalte in het bloed weer in geringe mate. Alleen na een onvolledige melkafgifte kan deze stijging aanzienlijk zijn en aanleiding geven tot het opnieuw laten schieten van de melk. Vooral na gewenning aan het namelken treedt dit verschijnsel regelmatig op.
In figuur 2.10 wordt het verloop van het oxytocinegehalte in het bloed globaal weergegeven voor verschillende werkwijzen bij het melken. Hoewel oxytocine een belangrijke rol speelt bij de melkafgifte, is het verband tussen niveau en verloop van het gehalte in het bloed en de samentrekking of ontspanning van de korfcellen niet altijd even duidelijk. Zeker is wel, dat een te vroege uitstoot van oxytocine de melkafgifte bemoeilijkt. Hoge waarden in het bloed, bereikt vlak voor het aansluiten van de melkmachine, doen niet alleen de melkafgifte zo volledig mogelijk verlopen, ook bereikt de melkstroom via het tepelkanaal eerder zijn maximum. De melktijden zijn daardoor wat korter dan bij de gangbare methode van melken, waarbij de oxy-

Figuur 2.10 Verloop oxytocinegehalte in het bloed tijdens het melken van een koe met een machinemelktijd van ongeveer 5 minuten bij verschillende methoden van voorbehandeling



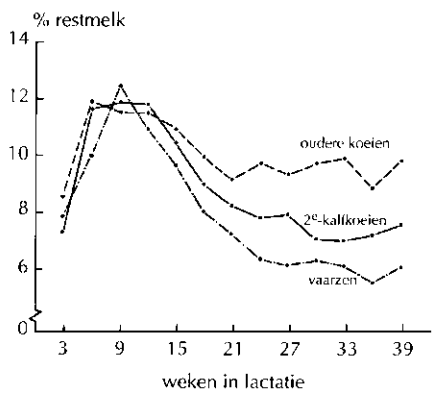
I Krachtige voorbehandeling gedurende 1 minuut
II Verstrekking krachtvoer + korte voorbehandeling (reiniging uier + uitmelken eerste stralen)
III Korte voorbehandeling (reiniging uier + uitmelken eerste stralen)
IV Geen voorbehandeling

tocinetop in het bloed pas 1 à 2 minuten na het aansluiten van de machine wordt bereikt.

2.4 Restmelk

Ook bij een correct uitgevoerde melktechniek en een sterke aanvullende massage van de spenen is de koe niet in staat alle melk af te geven. De melk die in de melkblaasjes in de nauwe melkkanaaltjes achterblijft noemen we restmelk. Na inspuiting in de melkader van een grote overmaat aan oxytocine laat deze restmelk zich voor een groot deel verwijderen. De korfcellen trekken zich verder samen dan onder natuurlijke omstandigheden mogelijk is en persen de resterende melk voor het overgrote deel uit de melkblaasjes. Voor het vaststellen van de juiste hoeveelheid restmelk is het noodzakelijk voor de injectie van oxytocine de 'losse' melk onder uit de uier te verwijderen.
Bij onze melkveerassen is de hoeveelheid restmelk gemiddeld ongeveer 10% van de melk die vóór het melken in de uier aanwezig was. We spreken van een restmelkpercentage van 10%. Dit betekent dus dat bij een koe die 9 kg melk per keer geeft 1 kg als restmelk in het klierweefsel achterblijft.
Restmelk heeft een hoog vetgehalte. Gemiddeld bedraagt dit ongeveer 10% met als uitersten ongeveer 5% en ruim 20%. Opvallend is het verschijnsel dat een grote hoeveelheid restmelk meestal samengaat met een hoog vetgehalte in die restmelk. Bij koeien met van nature veel restmelk blijkt daardoor na het melken soms al 80% van het melkvet voor het volgende melkmaal in de uier aanwezig. Kleine hoeveelheden restmelk hebben een betrekkelijk laag vetgehalte.

Figuur 2.11 Gemiddeld verloop percentage restmelk tijdens lactatieperiode voor vaarzen, 2e-kalfskoeien en oudere koeien



De ruim 3.000 restmelkbepalingen waaruit het verloop is berekend werden uitgevoerd door het voormalig IVO te Zeist bij FH- en MRY-koeien.

2.4.1 Restmelk en melkvorming

De melk die na het melken in de uier achterblijft gaat niet verloren. Ze wordt verkregen bij de volgende melkbeurt. Dit geldt zowel voor de restmelk als ook voor de afgegeven, maar niet uit de uier verwijderde melk. Achterblijvende melk remt wel de vorming van nieuwe melk en verlaagt daardoor de productie. 'Losse' melk onder in de uier doet dit echter in veel mindere mate dan de eigenlijke restmelk. Proeven hebben aangetoond dat een hoeveelheid van 0,5 kg of soms nog meer 'losse' melk de melkvorming niet of nauwelijks remt.
Vermindering van de hoeveelheid restmelk stimuleert over het algemeen de melk- en de melkvetsecretie. In het begin van de lactatieperiode wordt vooral de uitscheiding van melkvet bevorderd. Hierdoor stijgt het vetgehalte in de gewonnen melk iets. In de tweede helft van de lactatieperiode, wanneer de hoeveelheid restmelk gewoonlijk op een vrij laag niveau ligt, stimuleert een vermindering ervan de secretie van alle melkbestanddelen. De melkproductie stijgt terwijl het vetgehalte vrijwel gelijk blijft.
Een toename van de restmelk resulteert veelal ook in een minder goed volhouden van de productie. De daling van de productie tijdens de lactatieperiode versnelt zich. We spreken dan van een slechte persistentie. Dieren met veel restmelk zetten zich zelfs droog.

2.4.2 Invloed van factoren op restmelk

Diverse factoren hebben invloed op de hoeveelheid restmelk. De koe, de handelingen voor en bij het melken en de melktechniek zijn vooral van belang.

De koe

De hoeveelheid restmelk loopt tussen koeien onderling sterk uiteen. In de laatste lactatiemaanden bedraagt ze bij vaarzen soms niet meer dan 50 g, terwijl in het begin van de lactatieperiode bij koeien met een hoge productie hoeveelheden van 2 kg of meer geen uitzondering zijn. Het percentage restmelk blijft echter

Links: Vol uier.
Rechts: Uier leeggemolken.

bij eenzelfde koe langere tijd vrij constant.
De verschillen in percentage restmelk tussen koeien worden vooral bepaald door lactatiestadium en leeftijd. Na het kalven stijgt aanvankelijk het percentage, maar na ruim twee maanden gaat het weer dalen. Deze daling zet zich bij de vaarzen verder door dan bij de oudere koeien. Figuur 2.11 demonstreert het verloop van het percentage restmelk tijdens de lactatieperiode voor drie leeftijdsklassen.
De toename van het percentage restmelk met de leeftijd hangt samen met de veranderingen in uierbouw. Zo hebben koeien met diepe of vooral ook 'doorgezakte' uiers meer restmelk dan dieren met een goede uierbouw. Bij diepe uiers stagneert ook de afvoer van de 'losse' melk uit het klierweefsel naar de melkboezem en tepelholte. Het volledig uitmelken duurt daardoor vrij lang. Soms ook wordt na het afnemen van de melkmachine te veel 'losse' melk in de uier aangetroffen.
Bij vaarzen met meestal nog een goede uierbouw kan de laatste 'losse' melk snel en vrij volledig met de machine worden verwijderd. Bij een enkele koe is een minder goede reactie op de melkmachine de oorzaak van een hoog percentage restmelk. De oxytocineafgifte uit de hypofyse laat dan te wensen over. Koeien, die zich in het geheel niet met de machine laten melken komen bij onze melkveerassen vrijwel niet meer voor. Wel kennen we zenuwachtige dieren, die van melkbeurt tot melkbeurt sterk wisselende percentages restmelk hebben. Bij dergelijke koeien schommelt ook het vetgehalte aanzienlijk.
De duur van het machinaal melken is maar van beperkte betekenis voor het percentage restmelk. Naast de hoeveelheid in de uier aanwezige melk, wordt de duur van het melken vooral bepaald door de weerstand, die de melkstroom in het tepelkanaal ondervindt. Deze weerstand blijkt van veel minder betekenis voor het percentage restmelk dan de afvoercondities van de melk in het klierweefsel. Alleen bij vaarzen is vastgesteld dat korte machinetijden het percentage restmelk wat verlagen.

De voorbehandeling
De in de praktijk toegepaste voorbehandeling van de uier brengt de melkafgifte gewoonlijk alleen op gang. De invloed ervan op het percentage restmelk is maar gering. Ook zonder enige voorbehandeling verkrijgt men met de machine globaal zo'n 90% van de in de uier aanwezige melk. Wel duurt het melken dan langer, doordat de melkstroom langzaam op gang komt en de laatste melk traag wordt afgegeven. Na het afnemen van de melkmachine vloeit er meestal nog wat melk na uit het klierweefsel, waardoor de koeien minder goed 'uit' zijn. Voor de productie hoeft een geringe toename van de hoeveelheid achterblijvende 'losse' melk echter geen gevolgen te hebben.
De hiervoor genoemde nadelen bij het melken zonder enige voorbehandeling treden in mindere mate ook op wanneer de melkmachine meteen na een korte voorbehandeling en vóór het laten schieten van de melk wordt aangesloten. Uit oogpunt van arbeidsorganisatie verdient deze werkwijze veelal de voorkeur boven het inlassen van een wachttijd. Het risico van te lange wachttijden wordt er eveneens door vermeden. Door het gebruik van warm water bij de reiniging van de uier kan de koe onder ongunstige omstandigheden de melk soms wat sneller laten schieten, maar van verlaging van de hoeveelheid restmelk zal meestal geen sprake zijn. Alleen een krachtige massage van de spenen in de vorm van voormelken gedurende 0,5 a 1,0 minuut reduceert het percentage restmelk van gemiddeld ongeveer 10% tot gemiddeld zo'n 6 à 7%. Het effect van deze massage op de productie is echter maar beperkt. In de tweede helft van de lactatieperiode zal de productie gemiddeld ruim 0,5 kg per koe per dag stijgen. In de

Tabel 2.1 Voorbeeld van een berekening van de melkafgiften met bijbehorende vetgehaltes voor een koe, die per dag 24 kg melk met 4% vet produceert en gemolken wordt met melkintervallen van 8 en 16 uur. Het percentage restmelk bedraagt ongeveer 10%, terwijl voor de vetgehaltes in de restmelk 10% (na het korte interval) en 11% (na het lange interval) zijn aangehouden

	Vet (g)		Melk (kg)		Vetgehalte (%)
Restvet en restmelk in uier na kort interval	100		1,0		10,00
Gevormd tijdens lang interval (16 uur)	640		16,0		4,00
In uier na lang interval (voor melken)	740		17,0		
Restvet en restmelk in uier na lang interval	187		1,7		11,00
Gewonnen na lang interval (16 uur)	553	:	15,3	=	3,61
Restvet en restmelk na lang interval	187		1,7		11,00
Gevormd tijdens kort interval (8 uur)	320		8,0		4,00
In uier na kort interval (voor melken)	507		9,7		
Restvet en restmelk na kort interval	100		1,0		10,00
Gewonnen na kort interval (8 uur)	407	:	8,7	=	4,68
Dagproductie	960		24,0		4,00

praktijk wordt het voormelken of worpelen vrijwel niet (meer) toegepast.

Namelken

Namelken met de hand vond aanvankelijk in Nederland bij het machinaal melken algemeen toepassing. Niet alleen wordt hiermee de laatste 'losse' melk uit de uier verwijderd, ook leidt prikkeling van de spenen tot een hernieuwde uitstoot van wat oxytocine. De korfcellen trekken zich nog wat verder samen en de hoeveelheid restmelk daalt tot een niveau, dat ook wordt bereikt met extra handmassage van de spenen voor het melken. Ook nu stijgt de productie met ruim 0,5 kg melk per koe per dag. Namelken met de hand kan ook leiden tot een tweede keer laten schieten van de melk. Dit is vooral het geval wanneer tijdens het machinaal melken de melkafgifte onvolledig is. Hoeveelheden namelk van 2 of 3 kg zijn dan geen uitzondering.

Namelken met de hand vindt nog maar sporadisch plaats. Het vraagt vrij veel tijd en past minder goed in de melksystemen waarbij de melk rechtstreeks van de uier naar de melkkoeltank wordt getransporteerd. Ook de hygiënische kwaliteit van de met de hand gewonnen melk laat veelal te wensen over.

Machinaal namelken is als prikkel voor de melkafgifte niet voldoende om de restmelk te reduceren. Gewoonlijk neemt alleen de hoeveelheid 'losse' melk die onder in de uier achterblijft erdoor af. Ook wanneer bij het machinaal namelken naast het uitoefenen van druk op de melkklauw massage van de uier plaatsvindt blijkt de hoeveelheid restmelk niet te dalen. Deze handelwijze is verder niet aan te raden gezien de grote kans op het aanzuigen van valse lucht ("linerslip") bij de tepelhouder met alle nadelige gevolgen vandien.

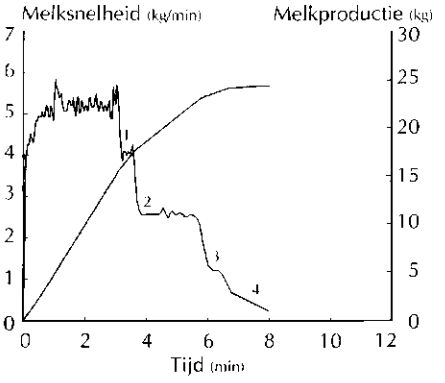
Krachtvoereffect

Verstrekking van krachtvoer vlak vóór het melken van elke koe vermindert gewoonlijk de hoeveelheid restmelk. Ook blijft bij een korte voorbehandeling meteen gevolgd door het aansluiten van de melkmachine de hoeveelheid in de uier achter blijvende 'losse' melk beperkt. In de zestiger jaren vond het IVO (nu ID-DLO) in vergelijkende proeven met eeneiige tweelin-

gen in de tweede helft van de lactatieperiode een productieverhoging van gemiddeld 0,7 kg melk per koe per dag, wanneer de proefdieren hun krachtvoer tegelijk met het melken kregen in plaats van na afloop ervan. Het percentage restmelk daalde gemiddeld van 10 naar 6%. Bij herhaling van de proef in 1982 bleek het percentage restmelk af te nemen van 10 naar 7%, terwijl de productie met gemiddeld 0,5 kg per koe per dag steeg. Ook in Zweeds onderzoek uit 1993 komt naar voren dat voeren tijdens het melken een positief effect heeft op de melkafgifte en melkproductie. Wel kwam naar voren (evenals in het Nederlandse onderzoek) dat het effect alleen optrad bij de morgenmelking en niet bij de avondmelking als de koeien uit de weide kwamen.
Een geringe hoeveelheid krachtvoer doet het verschijnsel al optreden. Wel moeten de koeien het krachtvoer graag opnemen. Bij een overvloedige grasvoorziening of ook bij grote krachtvoerrantsoenen laat dit soms te wensen over. Andere smakelijke en graag gegeten voedermiddelen hebben een soortgelijke werking.
Er ontstaan problemen met de melkafgifte wanneer koeien, gewend aan de krachtvoerverstrekking tijdens het melken, enige tijd vóór het melken hun krachtvoer krijgen. Ze laten dan voortijdig de melk schieten met als gevolg aanzienlijke productiedalingen. Het IVO vond in een vergelijkende proef een productiedaling van maar liefst 2 kg per koe per dag, wanneer de koeien in plaats van vlak voor het melken hun krachtvoer een half uur eerder kregen.
Het is raadzaam op grupstalbedrijven waar tijdens de weideperiode in een doorloopmelkstal wordt gemolken en gevoerd, het krachtvoer tijdens de stalperiode na het melken te verstrekken of liever nog aan iedere koe afzonderlijk vlak voor het melken.

De melkmachine
Ook de werking van melkmachine beïnvloedt de melkafgifte. Zo verlaagt een melkmachine met een hoog vacuüm de hoeveelheid restmelk. Een hoog vacuüm levert echter risico's op voor de uiergezondheid. Wanneer een melkkoe een melkmachine als onaangenaam ervaart kan dit de melkafgifte ongunstig beïnvloeden en de restmelk doen toenemen.
Over het algemeen zijn de verschillen in melkafgifte en productie tussen de meest gangbare machines vrij gering. Ze komen vooral aan het licht

Figuur 2.12 Verloop melksnelheid gedurende het melken



wanneer geen krachtige aanvullende massage van de spenen plaatsvindt of wanneer de koeien tijdens het melken geen krachtvoer krijgen.
Sommige fabrikanten leggen zich de laatste jaren meer toe op het ontwikkelen van machines met een ingebouwde voorbehandelingsfase. Deze fase van het melken, die gewoonlijk 0,5-1,0 minuut duurt, is niet alleen bedoeld om de melkafgifte op gang te brengen maar ook om de melkafgifte te verbeteren. Men probeert dit te bereiken door tijdens deze periode de spenen krachtiger te masseren dan tijdens het eigenlijke melken. Soms maakt men daartoe gebruik van overdruk in de pulsatieruimte van de tepelhouder. In andere gevallen probeert men de melkafgifte te verbeteren door wijziging van het pulsatiepatroon.

2.4.3 Restmelk en vetgehalte in melk

Het verschil in vetgehalte tussen de avond- en morgenmelk op bedrijven waar met ongelijke melkintervallen wordt gemolken, hangt samen met de restmelk. De melkvorming verloopt vrij constant zodat de hoeveelheid tijdens een melkinterval gevormde melk evenredig is met de lengte van dat interval.
Ook de hoeveelheid restmelk, die na het melken in de uier achterblijft is afhankelijk van de lengte van het interval. Het percentage van de melk, dat als restmelk in de uier achterblijft blijkt bij een zelfde koe vrij constant. De hoge vetgehaltes in de restmelk zijn er de oorzaak van dat de gehaltes in de gewonnen melk na een lang melkinterval aanmerkelijk lager zijn dan na een kort interval.
De berekeningen in tabel 2.1 maken dit duidelijk.

Bij intervallen van 10 en 14 uur zijn de verschillen in vetgehalte tussen morgen- en avondmelk vanzelfsprekend geringer dan bij intervallen van 8 en 16 uur, maar ook dan komen in het begin van de lactatieperiode gehaltes van respectievelijk 3,50 en 4,50% regelmatig voor. De grote schommelingen in vetgehalte, die soms afgezien van de invloed van de melkintervallen bij bepaalde dieren optreden, zijn vooral het gevolg van een onregelmatige melkafgifte. Bij deze koeien varieert niet alleen de absolute hoeveelheid restmelk van keer op keer, maar ook het percentage.

2.5 Melkbaarheid

De ene koe laat zich veel sneller en gemakkelijker melken dan de andere. Dit geldt zowel voor het melken met de hand als met de machine. Men spreekt in dit verband over de melkbaarheid van een koe. Bij de melkbaarheid spelen erfelijke en door de leeftijd bepaalde eigenschappen een rol. Een belangrijk onderdeel van de melkbaarheid, namelijk het meer of minder volledig kunnen verwijderen van de melk uit de uier, kwam reeds in voorgaande paragrafen ter sprake. Andere aspecten ervan zijn de melksnelheid, gewoonlijk uitgedrukt in kg per minuut en de verdeling van de melk over voor- en achterkwartieren. Beide grootheden kunnen in de praktijk worden gemeten. Ze hangen nauw samen met de bouw van uier en spenen. Uierbouw, speengrootte en speenplaatsing zijn bovendien van betekenis voor het gemakkelijk aansluiten en goed functioneren van de melkmachine. Ook het gedrag van de koeien tijdens het melken is van belang.

2.5.1 Melksnelheid

De melksnelheid uitgedrukt in kg per minuut is wel het belangrijkste aspect van de melkbaarheid. Bij het machinaal melken is de melksnelheid echter niet constant (zie figuur 2.12.) Na het aansluiten van de melkmachine neemt de melkstroom snel toe en bereikt spoedig een maximum. Na korte of langere tijd neemt de melkstroom weer af. De totale hoeveelheid gewonnen melk gedeeld door de machinemelktijd geeft de gemiddelde melksnelheid.
De gemiddelde melksnelheid wordt sterk beïnvloed door het moment van aansluiten en afhalen van de melkmachine. Om deze reden hecht men in Nederland meer waarde aan de maximale melksnelheid. Dit is de hoeveelheid melk die in de minuut met de grootste melkstroom uit de uier wordt verwijderd. De maximale melksnelheid hangt vooral af van de mate waarin slotgat en tepelkanaal zich tijdens het melken op laten rekken. Ook is bij een hoge melkproductie de maximale melksnelheid hoger dan bij een lage.
Taaimelkse koeien hebben vooral bij een hoge productie lange machinemelktijden. Dit geeft veelal aanleiding tot lage arbeidsprestaties, terwijl in doorloopsystemen de organisatie van het werk kan worden bemoeilijkt. Ook dieren met zeer korte machinemelktijden kunnen problemen geven. Koeien met zeer hoge melksnelheden laten soms - vooral na een lang interval - voor het melken de melk lopen ('uitliggen' van de melk). Deze koeien zouden over het algemeen ook eerder een uierinfectie kunnen oplopen.
De maximale melksnelheid van een koe is vrij sterk erfelijk bepaald, zodat op deze eigenschap kan worden geselecteerd.

2.5.2 Verdeling melk voor- en achterkwartieren

De melkhoeveelheid is in alle vier kwartieren van een koe niet gelijk. Bij vaarzen produceren de voorkwartieren, afhankelijk van het ras, gemiddeld 40 tot 45% van de totale melkgift. Bij FH- of HF-koeien is dit percentage hoger dan bij MRY-dieren. Het verschil in productie tussen voor- en achterkwartieren neemt meestal op oudere leeftijd toe. Bij gezonde uiers is er vrijwel geen verschil in melkgift tussen de linker en rechter kwartieren.
Is de verdeling van de melk over voor- en achterkwartieren ongunstig dan zullen over het algemeen de voorkwartieren veel eerder uit zijn dan de achterkwartieren. Van een slechte verdeling is zeker sprake wanneer 30% van de melk of nog minder in de voorkwartieren wordt gevormd. Koeien met een dergelijke verdeling veroorzaken relatief lange machinemelktijden, terwijl de voorkwartieren vrij lang 'blind' worden gemolken. Hierbij kan vrij veel 'valse' lucht worden aangezogen. De verdeling van de melk over de kwartieren blijkt erfelijk bepaald te zijn, zodat door selectie verbeteringen zijn te bereiken.

2.5.3 Bepaling melkbaarheid

In 1960 is in Nederland met het melkbaarheidsonderzoek begonnen. De bepaling van de melkbaarheid wordt thans uitgevoerd door het Nederlands Rundvee Syndicaat (NRS) bij groe-

pen nakomelingen van stieren of bij individuele dieren. In het verleden werden de koeien daartoe gemolken met een speciale melkmachine, waarbij de melk van voor- en achterkwartieren apart wordt opgevangen in twee cilinders met schaalverdeling. Via registratie en verwerking van de gegevens bepaalde men van de stieren de erfelijke aanleg voor dit aspect.

Tegenwoordig voert het NRS geen feitelijk melkbaarheidsonderzoek meer uit. Men verzamelt nu via een enquête tijdens de bedrijfsinspectie de gegevens van de stieren. Op basis van deze gegevens wordt voor de stier een fokwaarde Melkbaarheidsonderzoek (MBO) berekend. Hierbij wordt een verhouding ten opzichte van het gemiddelde (=100) aangegeven.
Bijvoorbeeld een stier die een hoge melksnelheid vererft heeft dan een index van 105, een stier die een lage melkbaarheid vererft heeft 94.

3 Kwaliteit van melk

3.1 Melkkwaliteit en micro-organismen 47
3.1.1 Eigenschappen van micro-organismen 47
3.1.2 Belangrijke micro-organismen 50
3.1.3 Ziekten, zoönosen en melk 53
3.1.4 Overzicht van micro-organismen in melk 55
3.1.5 Besmetting van melk 62
3.2 Melkkwaliteit en melkvreemde stoffen 64
3.3 Veranderingen in melk tijdens het winnen en bewaren 68
3.3.1 Vetsplitsing 68
3.3.2 Oxydatiereacties 69

Kwaliteit van melk

3

Melk wordt gebruikt als voedingsmiddel voor mens en dier en als grondstof voor verwerking tot melk- en zuivelproducten. Melk moet daarom van een goede kwaliteit zijn. Gewoonlijk spreekt men van de 'kwaliteit' van melk en men bedoelt daarmee vooral de hoedanigheid van melk met betrekking tot het gebruik. Samenstellingsaspecten spelen bij het begrip 'melkkwaliteit' doorgaans geen rol.
Kwaliteit is echter een begrip dat aan verandering onderhevig is. Naast de fysieke producteigenschappen, ook wel intrinsieke eigenschappen genoemd, zijn er ook extrinsieke factoren. Hiermee bedoelt men bijvoorbeeld de wijze waarop de melkveehouder zijn vee houdt en producten voortbrengt, de wijze van bedrijfsvoering, toepassing van bestrijdings- en behandelingsmiddelen.
In dit hoofdstuk komen de fysieke producteigenschappen aan de orde die betrekking hebben op de veiligheid van de producten voor de volksgezondheid en voor de bruikbaarheid van melk als grondstof voor verwerking.

Onder normale omstandigheden is de melk in de uier van uitstekende kwaliteit. Deze melk bevat vrijwel geen bacteriën, en de kans op aanwezigheid van melkvreemde stoffen is gering. Voor verreweg de meeste stoffen fungeert de koe als een filter waardoor wordt voorkomen dat deze stoffen in de melk geraken. Voorwaarden voor het kunnen produceren van goede melk zijn dus dat de dieren gezond zijn en zindelijk gehuisvest en dat ze gevoerd worden met verantwoorde, goede voedermiddelen. Tijdens en na het melken treedt vrijwel onvermijdelijk enige kwaliteitsachteruitgang op. De oorzaak daarvan is vooral het besmet raken van de melk met micro-organismen, chemische bestanddelen, vuil etc. Daarnaast kunnen onjuiste mechanische of fysische behandelingen van de melk tijdens het melken, transporteren of bewaren op de boerderij afbreuk doen aan de melkkwaliteit.

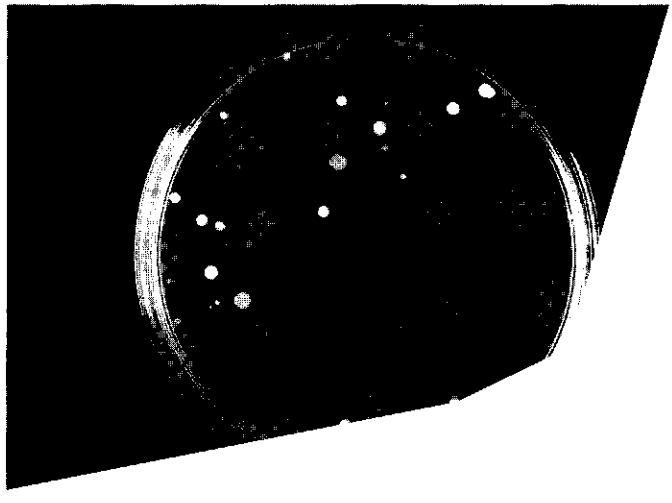
3.1 Melkkwaliteit en micro-organismen

Micro-organismen, vooral bacteriën, kunnen een schadelijke invloed op de melkkwaliteit uitoefenen. Bacteriën zijn kleine, éencellige organismen variërend in grootte van 3 tot 10 μm. Bacteriën komen overal voor. Om te kunnen groeien hebben ze vocht nodig. In een droge omgeving kunnen ze echter nog wel enige tijd in leven blijven.
Wanneer bacteriën ongewild in de melk terecht komen spreekt men van besmetting. Worden ze opzettelijk toegevoegd, zoals bij de bereiding van diverse levensmiddelen, dan heet dat enten. Een belangrijk begrip in de bacteriologie is het 'kiemgetal', ofwel het totale aantal micro-organismen per ml melk, bepaald volgens een nauwkeurig omschreven normvoorschrift. De proefomstandigheden waaronder het kiemgetal wordt bepaald, zijn zodanig gekozen dat de meeste in een monster normale melk voorkomende bacterie-kiemen kunnen worden geteld.

3.1.1 Eigenschappen van micro-organismen

Micro-organismen zijn op vele manieren in te delen. Volgens de huidige systematiek kent men een indeling naar families, geslachten en soorten. Bekende families zijn bijvoorbeeld de melkzuurbacteriën en de sporevormende bacteriën. Binnen families zijn er geslachten. Zo zijn er binnen de familie van de sporevormers twee geslachten, namelijk een geslacht dat mét zuurstof groeit (de aërobe bacteriën) en een geslacht dat alleen in afwezigheid van zuurstof kan groeien (de anaërobe bacteriën). Een onderscheidend kenmerk van geslachten is ook de wijze waarop ze reageren op een bepaalde kleuring, de zogeheten 'gram'kleuring. Er zijn gram-positieve bacteriën (bijvoorbeeld de melkzuurbacteriën) en gram-negatieve (bijvoorbeeld de colibacteriën).
Binnen geslachten zijn er soorten bacteriën, die verschillen in vorm, beweeglijkheid, stofwisseling, groeivoorwaarden etc.. Gewoonlijk bestaat de naam van een micro-organisme uit twee Latijnse woorden: de geslachtsnaam en de soortnaam.

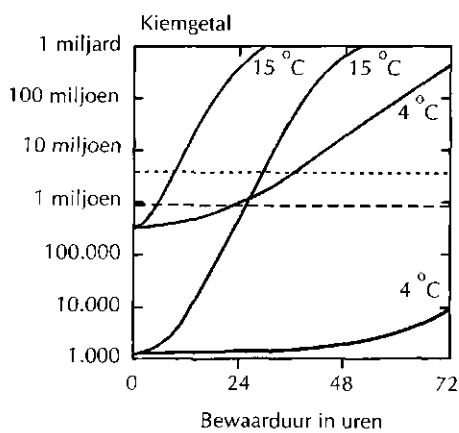
Iedere kiem groeit uit tot een kolonie.



Binnen een soort blijken er nog weer vele varianten te zijn, deze varianten noemen we stammen. Stammen verschillen veelal maar in één enkele eigenschap, bijv. behoefte aan een bepaalde voedingsstof.
Enkele eigenschappen van bacteriën zijn heel belangrijk voor een beter begrip van de hygiënische maatregelen bij de melkwinning.

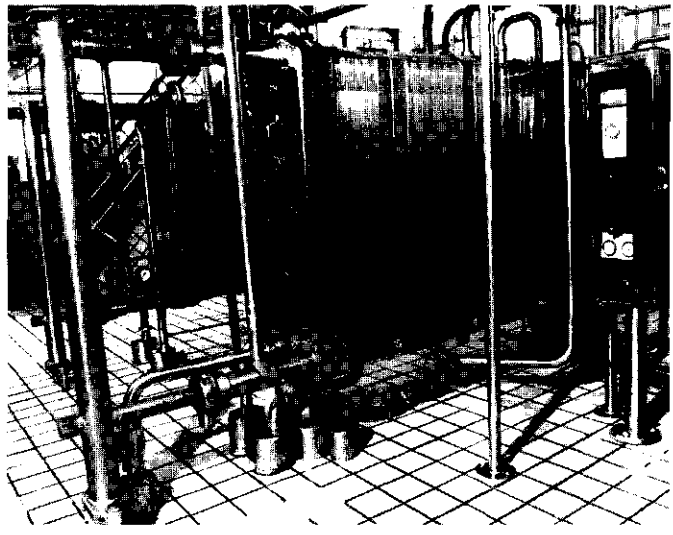
Bacteriegroei
Met 'bacteriegroei' wordt bedoeld vermeerdering van bacteriën. Vermeerdering vindt plaats door deling van de bacteriecel in twee nieuwe cellen. Beide cellen groeien uit tot volwaardige nieuwe bacteriën van dezelfde grootte en met dezelfde eigenschappen.
Onder gunstige omstandigheden kunnen bacteriën zich zeer snel vermeerderen. De vermeerderingstijd hangt sterk af van de omstandigheden waarin de bacterie verkeert. Onder gunstige omstandigheden kan de kringloop van deling en uitgroei in 15 à 20 minuten gebeuren.
Een zeer belangrijke factor is de temperatuur. Voor de meeste soorten ligt de temperatuur waarbij een snelle vermeerdering optreedt tussen 15 en 45 °C. Bacteriën die zich vrijwel alleen bij matige temperaturen (15-35 °C) ontwikkelen worden mesofiele bacteriën genoemd. Andere soorten die ook nog goed kunnen groeien bij lagere temperaturen worden psychrotrofe bacteriën genoemd. Weer andere bacteriën kunnen slechts bij hogere temperaturen (30-75 °C) groeien. Deze worden thermofiele bacteriën genoemd.
Wordt de temperatuur verlaagd dan neemt de bacteriegroei steeds meer af totdat een punt bereikt wordt waarop hij vrijwel stilstaat. Die temperatuur wordt de minimumtemperatuur genoemd. Bij nog verdere verlaging van de temperatuur treedt geen groei meer op, maar de bacteriën blijven wel leven. Wordt de temperatuur daarna weer verhoogd dan komt de ontwikkeling, zij het na een aanpassingsperiode, weer op gang.
Er zijn bepaalde bacteriën die betrekkelijk hoge temperaturen gedurende een zekere tijd kunnen verdragen. De bacteriën die gedurende 30 minuten een temperatuur van 63 °C kunnen overleven heten thermoresistente bacteriën. Deze bacteriën overleven ook de pasteurisatie van de melk. Sommige daarvan kunnen zelfs temperaturen boven 80 °C verdragen.
Aanwezigheid of afwezigheid van zuurstof is voor sommige soorten bacteriën een noodzaak. Daarnaast zijn er facultatief anaërobe bacteriën. Deze kunnen zich met of zonder aanwezigheid van zuurstof ontwikkelen.
Wanneer bacteriën uit een andere omgeving in de melk komen, bijv. vanuit mest, huidoppervlak e.d., hebben ze een zekere aanpassingstijd nodig voordat ze weer gaan groeien. Onder ongunstige omstandigheden, bijv. lage temperatuur, duurt de aanpassingsperiode langer dan onder gunstige omstandigheden.
De groeisnelheid verschilt per bacteriesoort, maar zelfs tussen stammen binnen één soort kunnen de verdubbelingstijden (ook wel generatietijden genoemd) aanzienlijk uiteenlopen.
Om melk van een goede hoedanigheid te kunnen afleveren is het van het grootste belang dat zo weinig mogelijk bacteriën de melk besmetten én dat de groeimogelijkheden van deze bacteriën zo veel mogelijk worden beperkt. Een zindelijke melkwinning, een snelle koeling en een lage bewaartemperatuur zijn hiervoor van het grootste belang.
In figuur 3.1 wordt het belang van een laag kiemgetal en een lage bewaartemperatuur weergegeven.

Figuur 3.1 Ontwikkeling kiemgetal (aantal bacteriën per ml) bij het bewaren van melk met verschillend beginkiemgetal bij twee verschillende temperaturen



Tussen de onderbroken lijnen is het gebied waarin bederf van de melk in het algemeen waarneembaar wordt (naar Jellema).

Bacteriedoding
In een groeiende bacteriecultuur worden er bacteriën gevormd en sterven er tevens bacteriën. Onder normale omstandigheden en bij aanwezigheid van voldoende voedingsstoffen heeft vermeerdering van het aantal bacteriën de overhand, onder ongunstige omstandigheden neemt het aantal af.
Er zijn slechts enkele methoden om bacteriën snel te doden. Bekend zijn vooral hitte en bestraling. Andere methoden, bijv. met behulp van chemische middelen (desinfectiemiddelen), zijn minder afdoende. Deze middelen vragen vaak een lange inwerkduur en goed omschreven gebruiksvoorschriften.
Bacteriedoding is een manier om voedingsmiddelen te verduurzamen, oiwel te conserveren. Uitdroging en zeer lage temperaturen zijn als conserveringsmethoden geschikt doordat ze de bacteriegroei stopzetten; het afsterven van de bacteriën gaat echter zeer langzaam.
Wanneer alle bacteriën incl. de bacteriesporen worden vernietigd spreekt men van steriliseren. Sterilisatie met behulp van warmte is de belangrijkste methode. De effectiviteit van het sterilisatieproces hangt af van de temperatuur en de duur van de verhitting. Voorts zijn de aard van de bacteriën van belang en de toestand waarin ze verkeren. Doorgaans vindt sterilisatie plaats door gedurende een bepaalde tijd op temperaturen boven 100 °C te verhitten (bijv. 10 min. bij 120 °C of 3-4 sec. bij 135 °C).
Bij pasteurisatie worden niet alle bacteriën gedood. Voor melk heeft men zodanige pasteurisatie-omstandigheden gekozen dat wèl de ziekteverwekkende en de meeste bederfveroorzakende bacteriën worden gedood, doch dat niet de melk waarneembaar in eigenschappen verandert. Het meest toegepast is een verhitting van 15 sec. bij 72 °C, soms past men een langere verhittingsduur bij een lagere temperatuur toe (30 min. bij 63 °C). Een dergelijke verhitting, standpasteurisatie geheten, heeft ongeveer een gelijk effect.
Een nog 'mildere' verhitting is thermisatie. Bij deze methode wordt de melk gedurende 15 sec. op 65 °C verhit. Daardoor wordt toch reeds een groot aantal bacteriën gedood, vooral de psychrotrofe. Na thermisatie kan de melk nog weer enige tijd worden opgeslagen alvorens ze wordt verwerkt. Slechte melk met een hoog kiemgetal kan door deze behandeling mogelijk worden behouden voor bepaalde doeleinden. Ze kan echter in geen geval meer de oorspronkelijke, goede kwaliteit terug krijgen.


Platenpasteur.

Bacterieremming
In een groeiende bacteriecultuur vindt op den duur groeiremming plaats. Meestal is deze vertraagde groei het gevolg van niet meer beschikbaar zijn van voedingsstoffen of treedt dit verschijnsel op doordat er te veel stofwisselingsproducten zijn gevormd. Bijvoorbeeld door de vorming van melkzuur in verzurende melk wordt de groei van vele bacteriën, en zelfs die van de melkzuurbacteriën, geremd.
In melk kunnen allerlei stoffen voorkomen die de bacteriegroei sterk belemmeren. Deze zogeheten bacteriostatische stoffen zijn uitgescheiden met de melk. Belangrijk zijn in dit verband de agglutininen. Dit zijn anti-lichamen, behorend tot de immuunglobulinen, die bepaalde deeltjes in de melk doen samenkleven, bijv. vetbolletjes en bacteriën.
In opromende melk worden de bacteriën met de vetbolletjes meegevoerd in de roomlaag. Het kiemgetal van de ondermelk wordt daardoor lager, dat van de room hoger. Door de samenklontering en door de hoge zuurstofspanning in de room wordt de bacteriegroei geremd.
De natuurlijke hoeveelheid remstoffen in de melk is niet constant tijdens de lactatieperiode. Bovendien is er een seizoensinvloed. De natuurlijke remstoffen worden vernietigd als de melk op 80 °C of hoger wordt verhit.
Antibiotica en chemotherapeutica, die aan

zieke dieren worden toegediend met de bedoeling infecterende bacteriën te bestrijden hebben een bacterie-remmende of -dodende werking. Melk van dieren die met deze medicijnen worden behandeld bevatten deze stoffen. Zelfs bij lage concentraties is groeiremming van bacteriën reeds waarneembaar.
Ook ontsmettingsmiddelen, bijvoorbeeld achtergebleven bij de reiniging van het melkgerei, kunnen een remmende werking uitoefenen. In tegenstelling tot de natuurlijke remstoffen in de melk worden de bovengenoemde melkvreemde remstoffen niet vernietigd door verhitting van de melk.

Sporen en sporevorming
Bepaalde soorten staafvormige bacteriën vormen in de bacteriecel een microscopisch zichtbaar klein rond deeltje, een spore genoemd. Onder minder gunstige levensomstandigheden gaan deze bacteriën over tot sporevorming. Sporen zijn heel goed bestand tegen slechte omstandigheden als hitte, kou, uitdroging of voedselgebrek. Ze verkeren in een sluimerende toestand die jaren kan duren. Wanneer de omstandigheden weer gunstig worden gaan de sporen ontkiemen. In de sporen zijn de eigenschappen van de bacteriën bewaard gebleven. De sporen kunnen hoge temperaturen doorstaan. Door pasteurisatie van de melk worden ze niet gedood. Om ze te vernietigen is een intensieve verhitting met temperaturen boven 100 °C nodig. De sporevormende bacteriën zelf worden bij veel lagere temperaturen gedood. Zij zijn vaak niet thermoresistent.

Het veroorzaken van ziekten
Diverse micro-organismen zijn pathogeen, dat wil zeggen, ze kunnen mens of dier ziek maken. Sommige micro-organismen zijn alleen pathogeen voor een bepaalde diersoort of voor de mens, sommige zijn voor meer soorten bedreigend. In het geval dat een ziekte van een dier ook de mens ziek maakt spreekt men van een zoönose.
Naast pathogene bacteriën zijn er ook pathogene schimmels, gisten en protozoën. Voorts zijn er de niet-microbiële ziekteverwekkers, de virussen. Bepaalde tussenvormen van micro-organismen, veel kleiner dan bacteriën doch groter dan virussen kunnen eveneens een pathogene werking hebben.
Kenmerkend voor pathogeniteit is dat voor het verwekken van een ziekte betrekkelijk weinig micro-organismen nodig zijn. Van belang voor de pathogeniteit is de virulentie van de micro-organismen. Hiermee wordt bedoeld 'het vermogen om ziek te maken'. De virulentie van bacteriesoorten en -stammen kan aanmerkelijk verschillen. Binnen een zelfde stam kan men 'sterk' en 'zwak' virulente bacteriën aantreffen. Door overenting of door 'passage' van dier op dier kan het ziekmakend vermogen worden vergroot.

Micro-organismen kunnen op twee manieren ziekten teweegbrengen. Ze kunnen óf zelf direct in het spijsverteringskanaal uitgroeien óf ze kunnen giftige stoffen vormen die met het voedsel meekomen en dan de mens ziek maken. In beide gevallen zijn de symptomen vooral buikkrampen en diarree.
In het eerste geval spreken we van een voedselinfectie, in het tweede van een voedselvergiftiging. De giftige stoffen noemt men vaak toxinen. Toxinen, door schimmels geproduceerd, noemt men 'mycotoxinen'.

Pathogene micro-organismen in melk kunnen afkomstig zijn van de koe, de melker of de omgeving. Ze kunnen ofwel direct vanuit de uier met de melk worden uitgescheiden of ze kunnen afkomstig zijn van huid en slijmvliezen van dier of melker en zo de melk en de melkapparatuur besmetten.
De meeste pathogene micro-organismen in melk zijn afkomstig van een uierontsteking, vaak mastitis genoemd.

3.1.2 Belangrijke micro-organismen
Voor melk is een aantal groepen micro-organismen van belang. In tabel 3.1 is hiervan een overzicht gegeven. Deze groepen zijn samengesteld op grond van een aantal gemeenschappelijke eigenschappen, zoals het verwekken van ziekten en het resistent zijn tegen verhitting. Andere gemeenschappelijke kenmerken zijn bijv. een herkomst van dezelfde bronnen of groei onder dezelfde omstandigheden.
In tabel 3.1 zijn in groep 1 alle pathogene organismen opgenomen die verband met melk kunnen hebben. De micro-organismen uit de groepen 2, 3 en 4 zijn afkomstig van de koe of van de directe omgeving waarin ze leeft. Sommige soorten behoren tot de eigen flora van de dieren. Hun aanwezigheid in melk is onvermijde-

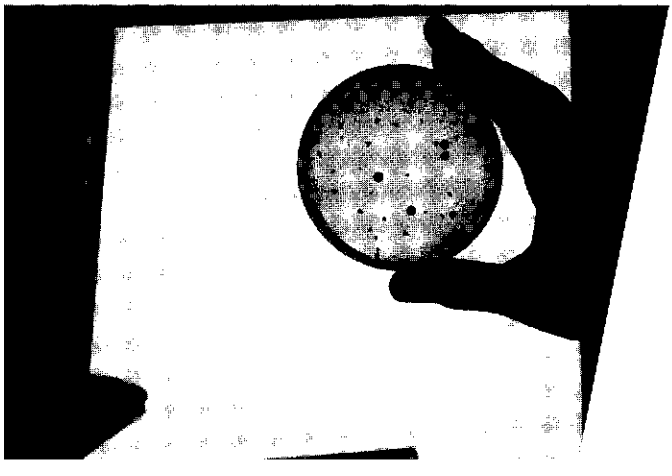
lijk, op de melkkwaliteit hebben ze geen of nauwelijks invloed.
De bacteriën van de groepen 5, 6 en 7 komen vooral van de omgeving van de dieren, het melkgereedschap en de transport- en opslagtanks. Vaak groeien ze heel goed in melk en vermeerderen ze zich in resten die achterblijven na een onvoldoende reiniging en desinfectie. Doordat ze in melkresten groeien zijn ze aangepast aan melk en kunnen ze na besmetting van de melk snel doorgroeien en de melk tot bederf brengen.
Door koeling van de melk bij 4-5 °C blijven er vrijwel alleen groeimogelijkheden over voor bacteriën uit groep 5.

Mastitisbacteriën
Er zijn diverse bacteriesoorten die de uier kunnen infecteren en tot een ontsteking aanleiding geven.
Vaak wordt mastitis veroorzaakt door streptococcen. Deze mastitisstreptococcen zijn doorgaans uitsluitend pathogeen voor het dier. In de uier veroorzaken ze ontstekingen. Ze kunnen meestal alleen maar in de uier groeien. Melk van dieren met streptococcenmastitis bevat doorgaans veel cellen en is dan vaak herkenbaar aan vlokjes in de melk.
Naast streptococcenmastitis komt staphylococcenmastitis vrij algemeen voor. Pathogene staphylococcen, namelijk Staphylococcus aureus, zijn beruchte veroorzakers van ontstekingen, ook bij de mens. Ze komen zeer algemeen verspreid voor. Staphylococcus aureus vormt niet een direct gevaar voor de gezondheid van de melkgebruiker. In pas bereide kaas kan de bacterie zich korte tijd vermeerderen en een toxine vormen; dit veroorzaakt voedselvergiftiging. Lang niet alle staphylococcen zijn pathogeen. Veel andere veroorzakers van mastitis zijn voor de kwaliteit van melk als voedingsmiddel eigenlijk niet van belang omdat de melk dan doorgaans zodanig afwijkend van uiterlijk en samenstelling is, dat het product nauwelijks nog als melk is te herkennen. Soms valt de melkproductie geheel weg.

Melkzuurbacteriën
Melkzuurbacteriën komen zeer algemeen verspreid in de natuur voor in de grond, op plantaardig materiaal, in het spijsverteringskanaal en ook in verzuurde melk- en zuivelproducten. Onder de melkzuurbacteriën vindt men zowel coccen als staafvormige bacteriën, resp. lacto- en streptococcen en lactobacillen.
Melkzuurbacteriën zetten koolhydraten (suikers) om in melkzuur. In melk is het de melksuiker die wordt omgezet. Daardoor verzuurt de melk. Melkzuurbacteriën groeien zeer goed in melk. Ze komen daarom vrijwel overal voor waar melk is. Besmetting van melk met melkzuurbacteriën is heel moeilijk te vermijden. In nietgekoelde boerderijmelk zien we daardoor vrijwel altijd melkzuurbacteriën tot ontwikkeling komen. Gewoonlijk zijn dit mesofiele melkzuurbacteriën (met name Lactococcus lactis). Naast de mesofiele soorten zijn er ook thermofiele melkzuurbacteriën. Afhankelijk van de omstandigheden hangt het er van af welke soort in melk de overhand krijgt. Het overgrote deel van de melkzuurbacteriën is niet thermoresistent. Het deel dat zo'n hittebehandeling wel kan doorstaan, omvat enkele thermofiele stammen. Overigens zijn er daarnaast ook thermofiele melkzuurbacteriën die bij pasteurisatie gedood worden.
Thermoresistente melkzuurbacteriën kunnen in melk veel hinder veroorzaken wanneer ze zich in pasteurisatie-apparatuur ontwikkelen. Op de boerderij kunnen ze wel gevonden worden in de melkleidingen wanneer deze ineffectief en onvoldoende heet worden gereinigd.
Tot de familie der melkzuurbacteriën behoren ook bepaalde ziekteverwekkende bacteriën, de mastitisstreptococcen zijn de meest bekende vertegenwoordigers hiervan.

Coli-achtigen
De familie, waartoe de coli-achtigen behoren, is een zeer uitgebreide familie, enterobacteriën genaamd. De familie kent vele geslachten. Een deel daarvan komt voor in het darmkanaal van

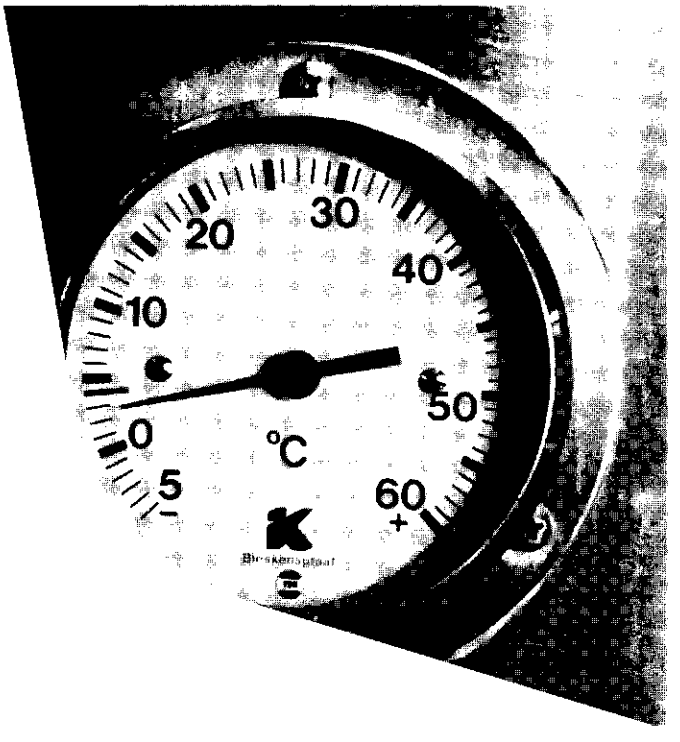
Op een zogeheten selectieve voedingsbodem worden bepaalde bacteriesoorten, zoals de coli-achtigen, afzonderlijk gekweekt.



mens en dier, vandaar wellicht de naam enterobacteriën = ingewandsbacteriën. Een ander deel leeft op suikerhoudend plantenmateriaal.
Voor het bederf van melk zijn twee geslachten belangrijk. Het ene geslacht omvat vooral darmbewoners (Escherichia coli), die in de dikke darm en dus ook in mest te vinden zijn. Deze bacteriën ontwikkelen zich het liefst onder omstandigheden die in het lichaam heersen, bijv. dus bij 37 °C. Een aantal E. coli-soorten is pathogeen.
Het andere geslacht Aerobacter aerogenes komt meer voor op plantaardig materiaal. Deze soort heeft een wat lagere optimumtemperatuur. Voor melk is het onderscheid tussen de twee geslachten minder belangrijk, men spreekt gewoonlijk van de coli-aerogenesbacteriën of de coli-achtigen.
Diverse coli-achtigen of verwante enterobacteriën kunnen darmstoornissen veroorzaken. Nauw verwant aan de coli-achtigen zijn o.a. Klebsiella en Salmonella.

Coli-achtigen groeien goed in melk; boven 12 °C kunnen ze zich reeds ontwikkelen. Ze tasten daarbij melksuiker en eiwit aan, waarbij gas gevormd wordt, alsmede melkzuur, azijnzuur en alcohol. Ze maken de melk 'goor'.
Wanneer in melk veel coli-achtige bacteriën voorkomen wijst dit op besmet gereedschap of op besmetting met mest. Ze overleven een pasteurisatie niet. Aanwezigheid in gepasteuriseerde producten duidt op een onzindelijke werkwijze, waarbij de melk is herbesmet.
Besmetting van boerderijmelk met coli-achtigen kan worden beperkt door een zorgvuldige werkwijze en een goede reiniging en desinfectie van de apparatuur. Een zindelijke huisvesting en schone, verzorgde dieren zijn hierbij van groot belang.

Voor psychrotrofen is het niet gauw te koud.



Pseudomonas-achtigen
Met de verzamelnaam pseudomonas-achtigen worden enkele geslachten met een groot aantal gemeenschappelijke eigenschappen aangeduid. Eén van de belangrijkste eigenschappen met betrekking tot de melkkwaliteit is het vermogen om bij betrekkelijk lage temperaturen, bijv. 5 °C, nog goed te groeien. Vandaar dat ze meestal psychrotrofen worden genoemd.
Pseudomonas-achtigen stellen geen hoge eisen aan hun omgeving. Ze kunnen reeds groeien met een betrekkelijk arme voeding. Men vindt ze vooral in oppervlaktewater, verontreinigd water en grond. Het ligt voor de hand dat ze ook in niet goed gereinigd melkgerei aanwezig zijn.
Daar ze bij lage temperatuur kunnen groeien, is koeling van de melk geen afdoende methode om ze te remmen. Weliswaar is hun groeisnelheid bij lage temperatuur lager. Men rekent dat ze bij een temperatuur van 5 °C vijf tot zes uur nodig hebben om zich te verdubbelen. Een bewaring gedurende enkele dagen kan dan echter toch tot aanzienlijke aantallen leiden die naderhand bij de verwerking hinder veroorzaken. Meestal zijn deze aantallen niet hoog genoeg om de melk direct tot bederf te brengen. Bovendien worden deze bacteriën door pasteurisatie gedood. Echter, hun enzymen kunnen deze hittebehandeling goed doorstaan. En het zijn juist deze enzymen die later in de producten toch nog bederf kunnen geven. Hoe meer psychrotrofen zich ontwikkelen in de rauwe melk, des te hoger is de enzymconcentratie in de producten en des te sneller vindt er 'enzymatisch' bederf plaats. Zelfs gesteriliseerde producten kunnen als gevolg van deze enzymwerking tijdens bewaring bederf gaan vertonen. Vooral producten die korte tijd bij zeer hoge temperatuur zijn verhit, Ultra Hoge Temperatuur-producten (ook wel UHT-producten of lang houdbare melkproducten genoemd),

zijn er gevoelig voor. De enzymen tasten zowel vet als eiwit aan. Het bederf is waarneembaar aan een afwijkende smaak en een 'opheldering van de melk' als gevolg van de eiwitafbraak.

Met de ontwikkeling van het koud bewaren van rauwe melk op de boerderij, zijn ook de problemen met de groei van psychrotrofen in melk aanzienlijk toegenomen. Vooral in tankmelk die te lang bij een wat hoge temperatuur (boven 4 °C) wordt bewaard kunnen ze het grootste deel van de flora gaan vormen.
Een doeltreffende reiniging van het gereedschap en een voldoende lage bewaartemperatuur van de melk zijn goede middelen om de ontwikkeling van psychrotrofen te beperken.

Microbacteriën
Microbacteriën zijn bacteriën in microformaat, die wel gevonden worden in mest en grond, en daardoor ook in melkgereedschap en melk. In melk groeien ze niet snel. Ze vormen slechts weinig zuur. Ze zijn echter goed bestand tegen verhitting. Daardoor komen ze vooral naar voren op melkgereedschap dat met hete vloeistoffen net niet voldoende wordt gereinigd en ontsmet.
Microbacteriën zijn wat aantallen betreft wel te beschouwen als de voornaamste vertegenwoordigers van de groep van de thermoresistente bacteriën.

Sporevormers
De twee geslachten binnen de familie van sporevormende bacteriën hebben beide het vermogen om sporen te vormen. Voor het overige verschillen ze in veel eigenschappen.
Bij het ene geslacht 'Bacillus' treft men meest aërobe bacteriën aan, het andere 'Clostridium' daarentegen is overwegend anaëroob.
De Bacillus-soorten kunnen moeilijkheden veroorzaken bij gepasteuriseerde en gesteriliseerde melk. De sporen, die de pasteurisatie of de sterilisatie hebben overleefd, komen bij een geschikte temperatuur tot ontwikkeling en brengen dan het zogenoemde zoetstremmen van de melk teweeg. Daarbij wordt de melk dik zonder dat zij zuur wordt. De melk krijgt een onaangename smaak en geur door afbraakproducten van het aangetaste eiwit.
De meest beruchte anaërobe sporevormer in melk, met name voor de kaaskwaliteit, is de boterzuurbacterie Clostridium tyrobutyricum. Boterzuurbacteriën komen voor in grond en op plantaardig materiaal. Zij kunnen zich bijzonder goed ontwikkelen onder omstandigheden zoals die zich voordoen in een slecht geconserveerde graskuil. In zo'n kuil is enerzijds vaak onvoldoende zuur gevormd. Anderzijds kunnen door bepaalde invloeden, bijv. beschadiging van de beschermende deklaag, rottingsbacteriën tot ontwikkeling komen die eveneens de zuurtegraad in ongunstige zin beïnvloeden, dus de pH verhogen. Dergelijke omstandigheden zijn bevorderlijk voor de groei van boterzuurbacteriën en de vorming van boterzuursporen.
Wanneer kuilvoer met een hoog aantal bacteriën en bacteriesporen aan het vee wordt gevoerd, passeren de sporen onaangetast het darmkanaal. Ze worden ongeschonden uitgescheiden met de mest. Via de mest of direct met voerresten kunnen ze de koe bevuilen en vandaar weer in de melk terecht komen.
Boterzuursporen komen altijd door besmettting in de melk. De buitenkant van de speen of vuil uit de omgeving van de koe zijn de besmettingshaarden. Het is een misvatting te denken dat ze via de melk in de uier kunnen komen.
In de Nederlandse kaassoorten zijn de omstandigheden eveneens gunstig voor de ontwikkeling van boterzuurbacteriën. Zelfs bij een betrekkelijk lage besmetting van de melk van 1 spore per ml kan de kaaskwaliteit al worden geschaad.
Om de besmetting van melk met boterzuursporen terug te dringen zijn diverse maatregelen noodzakelijk. Verlaging van de 'infectiedruk' (de concentratie van boterzuursporen in de omgeving) is heel belangrijk. Daartoe zijn een goede kuilvoerwinning en -bewaring onder gunstige omstandigheden, of toepassing van aangepaste conserveringsmethoden (hakselen van het gras en/of toevoeging van bepaalde conserveermiddelen) en een goede stal- en dierhygiëne heel belangrijk.
Van doorslaggevende betekenis is het zorgvuldig schoonmaken van uier en spenen en de hygiëne bij het melken.

3.1.3 Ziekten, zoönosen en melk

Bij melkgevend vee kunnen enkele ziekten voorkomen. In Nederland komen geen ernstige, voor de mens bedreigende ziekten voor omdat deze wettelijk verplicht bestreden zijn. Mond- en

klauwzeer komt niet meer voor. Brucellose, tuberculose en leucose zijn zo goed als verdwenen. De ziekte die zich het meest voordoet bij melkgevende dieren is mastitis of uierontsteking. Mastitis is geen zoönose, dat wil dus zeggen dat de melk van dieren die uierontsteking hebben niet overgebracht wordt op de mens.
In Nederland zijn er enkele zoönosen die bedreigend kunnen zijn voor de melkkwaliteit.

Voedselinfectie
Voedselinfectie kan door diverse soorten microorganismen worden veroorzaakt.
Het meest berucht in veel levensmiddelen zijn de Salmonella-bacteriën. In melk zijn de groeiomstandigheden voor Salmonella's minder gunstig. Ze spelen daarom in rauwe melk vrijwel geen rol.
Salmonella's hebben zich de laatste jaren vrij sterk uitgebreid op rundveebedrijven (paratyphus). Aankoop van besmet vee, uitrijden van besmette mest en ongedierte zijn belangrijke bronnen. Zieke dieren kunnen salmonella's met de melk uitscheiden. Dit is echter zelden geconstateerd. Contact met mest en dergelijke is vermoedelijk de belangrijkste oorzaak van besmetting van melk.
Sommige stammen van E. coli kunnen veel last veroorzaken, vooral bij kinderen. Bij zomerse temperaturen groeien deze bacteriën gemakkelijk uit tot hoge aantallen en veroorzaken dan de zogenaamde 'zomer-diarree'. Ze komen in melk voor en kunnen problemen geven. Deze coli-soort kan overigens ook mastitis bij het vee geven.
Naast de genoemde bacteriën zijn er nog andere veroorzakers van voedselinfectie.
Campylobacter jejuni, verre familie van de pseudonomas-achtigen, is zeer gevreesd. Deze bacterie veroorzaakt ernstiger ziekteverschijnselen dan de Salmonella's, bijvoorbeeld buikkrampen en bloedige diarree. Dieren die Campylobacters dragen behoeven echter niet ziek te zijn. De besmetting vindt plaats door besmet voer of besmet water.

Voedselvergiftiging
In melk kunnen diverse toxinevormers aanwezig zijn. Het meest voorkomend is Staph. aureus. In producten bereid uit rauwe melk kan deze ernstige problemen geven wanneer er hoge aantallen bacteriën zijn gevormd. In dat geval vormen ze namelijk een te grote dosis toxine. Het toxine wordt - in tegenstelling tot de bacteriën - niet vernietigd door pasteurisatie of koken. Pas door een zeer intensief sterilisatieproces kan het onwerkzaam worden gemaakt.

Sommige sporevormers vormen ook toxinen. Deze bacteriën zijn in de praktijk voor rauwe melk vrijwel niet van belang. Tegen de tijd namelijk dat de gevaarlijke concentratie aan toxinen is overschreden is de melk veelal al lang bedorven en ongeschikt voor consumptie of gebruik.
In producten die onvoldoende intensief zijn verhit tijdens het sterilisatieproces kunnen de sporen van deze bacteriën overleven en naderhand tot ontwikkeling komen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn met Clostridium perfringens die in babyvoeding gevaar kan opleveren.
Een zeer gevreesde anaërobe sporevormer is Clostridium botulinum. Het door deze bacterie gevormde botuline is levensgevaarlijk.
Voorzover bekend zijn vergiftigingsgevallen door botuline (botulisme) veroorzaakt door het gebruik van melk en zuivelproducten nog nooit voorgekomen. Melk is namelijk zó aëroob dat deze bacteriën er niet in kunnen uitgroeien. Melk kan er echter wel mee besmet zijn.

Van vuile koeien kan men geen schone melk winnen.

Melkerskoorts
De zoönose leptospirose of melkerskoorts geeft bij de mens griepverschijnselen. Veroorzakers van deze ziekte zijn de Leptospira-bacteriën, een groep van bacteriën die tot de spirocheten (spiraalvormig-gewonden bacteriën) behoort. Ze zijn nauw verwant aan de bacteriën die de ziekte van Weil veroorzaken. Via slijmvliezen en wondjes kan de melker worden geïnfecteerd vooral door urinerende dieren. Meestal zijn de besmette dieren alleen drager en scheiden zij de bacteriën niet uit. Ook via de uier is uitscheiding mogelijk.
In melk blijft deze bacterie, Leptospira hardjo, slechts zeer korte tijd in leven (ca. 15 minuten). Bij koeien die aan de ziekte lijden valt de melkproductie vrijwel weg. Na enkele dagen komt de melkgift weer op gang. Bij het vee kunnen Leptospira's ook tot abortus aanleiding geven. Besmette dieren kunnen worden genezen met behulp van antibiotica.
Melkerskoorts komt op circa 8% van de bedrijven in Nederland voor. Voor het opsporen van besmette bedrijven zijn er goede onderzoekmethoden ontwikkeld. Deze kunnen op tankmelk worden toegepast.

Tuberculose (tbc)
Tuberculosebacteriën kunnen van de koe of van de melker komen. Ook het bacterietype dat bij de koe voorkomt is pathogeen voor de mens. Tbc-bacteriën zijn van de niet-sporevormende bacteriën het minst hittegevoelig. Door het pasteurisatieproces zoals dat bij melk wordt toegepast worden ze echter gedood. In Nederland spelen ze bij de besmetting van melk geen rol meer.

Brucellose
Brucellose of Malta-koorts, is een ziekte die bij de mens gepaard gaat met golvende koorts. Brucella bacteriën, ook wel abortus-Bang-bacteriën genoemd, veroorzaken deze ziekte. Bij de dieren (koeien, geiten, varkens en ook wel schapen) veroorzaken ze besmettelijke verwerping van het jong. In Nederland is deze ziekte niet meer van belang. De ziekte noemt men Malta-koorts omdat deze oorspronkelijk voorkwam bij geiten in het Middellandse zeegebied. De bij geiten voorkomende Brucella-soort is virulenter dan de organismen die van runderen afkomstig zijn.

Q-koorts
Q-koorts wordt vaak niet onderkend als een zoönose. Vandaar de naam Q-koorts (Q = Queer = vreemd). De verschijnselen van Q-koorts zijn hoge koorts en longontsteking. Deze micro-organismen, Coxiella's geheten, behoren tot de Rickettsiae. Dit is een groep van micro-organismen die in eigenschappen tussen de bacteriën en virussen in staan.
De besmetting vindt plaats via de melk van besmette dieren of via de luchtwegen. Ook in de nageboorte en in de mest kunnen deze micro-organismen zitten. Ze kunnen bij de dieren onder meer abortus veroorzaken.
Coxiella's zijn bijzonder in hun weerstand tegen verhitting. Pasteurisatie gedurende 15 sec. bij 72 °C doodt hen wel, standpasteurisatie gedurende 30 min. bij 63 °C echter niet.

Virusziekten
Virussen kunnen in de melk komen via de koe, de mens en de omgeving. In hoeverre ze van belang zijn voor het verspreiden van ziekten is moeilijk aan te geven. De meeste virussen worden vernietigd bij de omstandigheden die heersen bij het pasteurisatieproces, sommige iets boven deze temperatuur.

Legionairsziekte of veteranenziekte
Deze ziekte is geen zoönose en houdt slechts indirect verband met de melkwinning. De bacterie die de ziekte veroorzaakt, Legionella, groeit namelijk niet in melk. Hij kan zich ontwikkelen in heetwaterreservoirs die onvoldoende (beneden 60 °C) verwarmd worden. Wanneer dit water verneveld wordt (douches) kan het aanleiding geven tot verspreiding van het micro-organisme. Verwarmen van het water tot temperaturen boven 60 °C doodt de bacteriën. Legionella's zijn gevoelig voor desinfectiemiddelen.
Het ziektebeeld komt ongeveer overeen met longontsteking, met daarbij ook buikpijn en maag-darmverschijnselen, vaak met dodelijke afloop.

3.1.4 Overzicht van micro-organismen in melk
In het voorgaande is ingegaan op eigenschappen en herkomst van de belangrijkste micro-organismen in melk. Soms is meer informatie over de achtergronden van deze organismen of over de minder belangrijke organismen gewenst. In tabel 3.1 zijn deze gegeven.

Tabel 3.1 Globaal overzicht van micro-organismen, gegroepeerd naar herkomst en enkele eigenschappen die van belang zijn voor melk- en zuivelproducten

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
1. *Pathogene organismen*							
Staphylococcus aureus	tepelkanaal, inwendige uier, huid, melker	++	-	-	ontstekingen, zweren, voedselvergiftiging door toxine	van gering belang van belang voor rauwmelkse kaas	fac. anaër.
Streptococcus agalactiae, disgalactiae en uberis	inwendige uier	++	- (?)	-	uierontsteking	verzuren melk	fac. anaër.
Actinomyces pyogenes	inwendige uier	+	- (?)	-	uierontsteking (wrang)	van gering belang	aëroob of fac. anaër.
Mycobacterium tuberculosis	zieke koe, zieke melker	-	-	+	uierontsteking tuberculose	van geen belang	aëroob
Mycobacterium paratuberculosis	mest, zieke koe, zieke geit	-	±	-(?)	dunne mest dieren "slijten"	van geen belang	aëroob
Brucella abortus	zieke koe	-	-	-	besmettelijk verwerpen, (koe/geit); ziekte gelijkend op koorts	van geen belang	fac. anaër.
Brucella melitensis	zieke geit	-	-	+			

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
Escherichia coli	mest, verontreinigd water melkgereedschap	++	-	-	uierontsteking, darmstoornissen	bederf van melk en gebreken in kaas	fac. anaër.
Klebsiella	zaagsel, strooisel mest	++	-	-	uierontsteking, darmstoornissen	van geen belang	fac. anaër.
Salmonella en Shigella	mest, verontreinigd water	+	-	+	darmstoornissen, (uierontsteking)	van geen belang	fac. anaër.
Campylobacter jejuni	mest, water	-	-	(+)	darmstoornissen (mens)	van geen belang	micro-aërofiel
Leptospira hardjo	besmet vee, urine verontreinigd water	-	-	+	melkerskoorts (mens) melkproductiestoornissen	van geen belang	aëroob
Legionella pneumophilia	warmwaterreservoirs	-	-	-	longaandoeningen en maag en darm stoornissen (mens)	van geen belang	aëroob
Listeria monocytogenes	plantaardig materiaal, omgeving	+	-	(+)	koorts, dood	van geen belang	aëroob ??
Bacillus anthracis	zieke koe, grond	-	+	+	miltvuur	van geen belang	aëroob

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
Clostridium botulinum	grond, onzuiver water, oppervlaktewater	-	+	-	botulisme (toxine)	van geen belang	anaëroob
Clostridium perfringens	grond, mest, onzuiver water	(+)	+	-	darmstoornissen	van groot belang voor babyvoeding	anaëroob
Mycoplasma	mens, melkapparatuur			-	zeer ernstige uierontsteking	sterk afwijkende melk	fac. anaër.
Coxiella burnettii	besmet vee, mest, nageboorte	-	±	+	Q-koorts (mens) abortus (vee) uierontsteking	van geen belang	-
Virussen	koe, mens	-	±	+	o.a. mond- en klauwzeer	van geen belang	-
2. *Niet thermoresistente micrococcen, e.d.*							
Micrococcus-soorten	tepelkanaal, huid omgeving lucht	+	-	-	waarschijnlijk niet pathogeen	van gering belang	aëroob
Staphylococcus epidermis	tepelkanaal, huid omgeving	++	-	-	waarschijnlijk niet pathogeen	van gering belang	aëroob

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
3. *Niet thermoresistente coryne-achtigen*							
Corynebacterium bovis	tepelkanaal	+	-	-	niet pathogeen	van geen belang	aëroob of fac. anaër.
4. *Gisten*	stof, melkgerei	+/-	-	-	niet pathogeen	gebreken in kaas, en boter, bederf van gesuikerde condens	fac. anaër.
Schimmels	stof, vervuilde oppervlakken, veevoer	+/-	-	-	sommige produceren een toxine (mycotoxine)	gebreken in kaas en boter, bederf van gesuikerde condens	aëroob
5. *Gramnegatieve staven*							
Pseudomonas-soorten	melkgereedschap,	++	-	-		groeien in	
Achromobacter-soorten	onzuiver water,	++	-/+	-	sommige mogelijk	langdurig koud	aëroob
Alcaligenes-soorten	omgeving,	++	-/+	-	pathogeen	bewaarde melk; eiwit-	
Flavobacterium	grond	++	-	-		splitsing in melk en vet en zuivelproducten	

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
Escherichia coli	fecaliën, mest onzuiver water, melkgereedschap	++	-	-	uierontsteking, darmstoornissen	bederf van melk en gebreken in kaas	fac. anaër.
Aërobacter aerogenes	plantaardig materiaal, onzuiver water, melkgereedschap	++	-	-	niet pathogeen	bederf van melk en gebreken in kaas	fac. anaër.
6. *Niet-thermoresistente melkzuurbacteriën*							
Lactococcus lactis Lactococcus cremoris	melkgereedschap, omgeving	++	-	-	niet pathogeen	verzuren melk en zuivelproducten	fac. anaër.
Lactobacillus-soorten	melkgereedschap plantaardig materiaal, omgeving	++	-	-	niet pathogeen	verzuren melk en zuivelproducten gasvorming in kaas	fac. anaër.
7. *Thermoresistente bacteriën*							
Microbacterium lacticum	melkgereedschap	+	+	-	niet pathogeen	groei in gepasteuriseerde producten	fac. anaër.
Micrococcus-soorten	melkgereedschap	+	+	-	niet pathogeen	groei in gepasteuriseerde producten	aëroob

Groep en/of geslachtsnaam	Herkomst	Groeimogelijkheid in rauwe melk*)	Overleeft pasteurisatie **)	Zoönose ***)	Ziekteverschijnselen	Bederf van melk en zuivelproducten	Zuurstofbehoefte
Streptococcus thermophilus	melkgereedschap, omgeving	++	+	-	niet pathogeen	verzuren melk en zuivelproducten	fac. anaër.
Bacillus cereus	voer, mest, grond, stof	++	+	-	kan toxine vormen	zoetstremming en bederf van gepasteuriseerde producten	aëroob
Bacillus subtilus Bacillus stearothermophilus	voer, mest, grond, stof	++	++	-	waarschijnlijk niet pathogeen	bederf van gesteriliseerde producten	aëroob
Clostridium tyrobutyricum	grond, kuilvoer, mest	-	+	-	niet pathogeen	gebreken in kaas ('laat los')	anaëroob

*) ++ groeit goed in melk
+ groeit langzaam in melk
- groeit niet in melk

**) ++ overleeft een niet te intensieve sterilisatie
+ overleeft een verhitting van 30 minuten 63 °C
- wordt gedood door een verhitting van 30 minuten 63 °C

***) + infectieziekte van dier kan op de mens worden overgebracht
- infectieziekte van dier is geen bedreiging voor de mens

3.1.5 Besmetting van melk

In vers gewonnen melk kan het aantal bacteriën sterk variëren. Per milliliter kunnen enkele honderden, maar ook enkele miljoenen bacteriën aanwezig zijn. Het aantal en ook de soort van de bacteriën is afhankelijk van de omstandigheden waaronder de melk wordt gewonnen. Er zijn verschillende bronnen van waaruit de besmetting van de melk kan plaatsvinden.

Koe, omgeving en voer

Melk, zoals die in de alveoli van gezonde koeien wordt gevormd, bevat geen bacteriën. De eerste besmetting vindt plaats in het tepelkanaal en het slotgat van de tepel. Van buitenaf dringen ook bij een gezonde koe bacteriën via het slotgat de uier binnen en deze besmetten vooral het tepelkanaal. Dit is gebleken bij proefnemingen, waarbij met behulp van zeer speciale hygiënische maatregelen melk zogenaamd aseptisch werd gewonnen uit de uier van gezonde koeien. Zulke melk bevat dan enkele tientallen tot enkele honderden bacteriën per milliliter. Het is gebleken, dat lang niet alle bacteriesoorten, die toevallig via het slotgat binnendringen zich in het tepelkanaal kunnen handhaven. Vooral micrococcen en staphylococcen en soms ook corynebacteriën kunnen dat wel. Meestal zijn deze niet kwaadaardig en vermeerderen zij zich ook maar weinig. Kennelijk krijgen zij daar weinig kans toe. Men schrijft dit toe aan een combinatie van mechanische effecten, veroorzaakt door de bijzondere wijze waarop de epitheellagen geplooid zijn in het tepelkanaal en door de aanwezigheid van een in de speenpunt gevormd bacteriegroeiremmend laagje (keratine). Als deze barrière door mastitisbacteriën gepasseerd wordt kan er een ontstekingsproces ontstaan. Er kunnen dan hoge aantallen bacteriën in de melk worden uitgescheiden.

Vuile koeien kunnen de melk zeer hinderlijk besmetten met bepaalde groepen van bacteriën. Op de huid en aan de haren van de koe zijn bij niet goed schoonhouden van de koeien veel bacteriën in het vuil aanwezig. Vaak zijn dit darmbacteriën, zoals coli-achtigen. Veelal zijn er tevens bacteriën aanwezig die in voer en grond voorkomen zoals boterzuurbacteriën en aërobe of facultatief anaërobe sporevormers. Van de aërobe sporevormers komen Bacillus cereus, Bacillus subtilus en Bacillus stearothermophilus het meest voor.

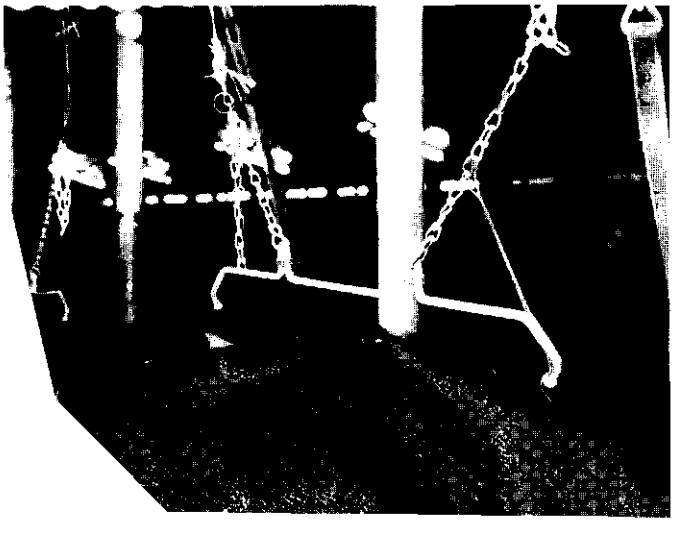
De huisvesting van het vee is in hoge mate bepalend voor de vervuiling van de koeien en de besmettingsdruk op de melk. Een ligplaats waarin bacteriegroei zoveel mogelijk wordt beperkt door het strooisel schoon en droog te houden bevordert het schoon blijven van de dieren. Een droge, goed geventileerde stal, een ligplaats die is aangepast aan de afmetingen van de dieren en het regelmatig verwijderen van mest en vervangen van het strooisel zijn van wezenlijke betekenis voor het handhaven van een goede hygiëne.

Vanuit een niet zindelijke omgeving kan de melk op diverse wijzen worden besmet. Daarbij maakt het veel uit of er werkelijk contact is tussen melk en de omgeving of dat er via de omgevingslucht wordt besmet. In het eerste geval kan de besmetting heel hoog zijn, in het laatste geval zijn het alleen de in de lucht zwevende schimmelsporen en bacteriën in dampdruppeltjes. Luchtbesmetting is wat aantallen bacteriën betreft van ondergeschikt belang.

De wijze van voeren en het ventileren van de stal hebben invloed op de mate van verontreiniging van de lucht. Het voeren van stuivend en stoffig voer vlak voor het melken is minder gewenst omdat de lucht dan tijdens het melken meer stof, schimmelsporen en eventueel bacteriën bevat.

Ook vliegen vormen een besmettingsbron doordat zij vaak zeer veel bacteriën bij zich dragen, wel tot enkele miljoenen toe. Zij moeten dus zoveel mogelijk uit de stal geweerd worden. Een elektrische vliegendoder in de stal en in de melkstal kan hierbij van nut zijn, een goede hygiëne is echter de belangrijkste factor. Er kunnen ook vliegenbestrijdingsmiddelen gebruikt worden. Daarvoor is een beperkt aantal bestrij-

'Koetrainers' kunnen nuttig zijn om de ligbedden in de grupstal schoon te houden.



Tabel 3.2 Invloed van enkele besmettingsbronnen op de verhoging van het kiemgetal van melk

Besmettingsbron	Schatting mogelijke verhoging kiemgetal/ml melk	Belangrijke soorten	Eventuele bijzonderheden
Uier (gezond)	tot enkele honderden	micrococcen, Staph. epidermis	
Uier (mastitis)	tot miljoenen	mastitisstreptococcen Staph. aureus	zeer kleine kolonies (pinpoints")
Huid van de koe	honderd tot enkele duizenden	coli-achtigen, darmbacteriën, sporevormers, gisten en schimmels	
Melkplaats (grond, mest, stof,lucht)	tot duizend	gramnegatieve staven Bacillussoorten	
Voer (droog)	enkele tientallen	sporevormers	
Vers gras	enkele honderden	lactobacillen, sporevormers	pathogenen kunnen met uitgereden mest meegevoerd worden
Kuilvoer	tot tienduizend	lactobacillen, sporevormers	pathogenen kunnen aanwezig zijn
Mest	tot duizend	coliachtigen, sporevormers	
Melkapparatuur	duizend tot miljoenen	melkzuurbacteriën, coli-achtigen gramnegatieve staven	
Spoelwater	enkele tientallen	coli-achtigen, gramnegatieve staven sporevormers	
Onzuiver water	tot duizenden	gramnegatieve staven, coli-achtigen, sporevormers, pathogenen	
Schone melker	weinig	coli-achtigen, alle mogelijke omgevingsbacteriën	

(zeer globale schatting, de werkelijke graad van besmetting is sterk afhankelijk van de omstandigheden)

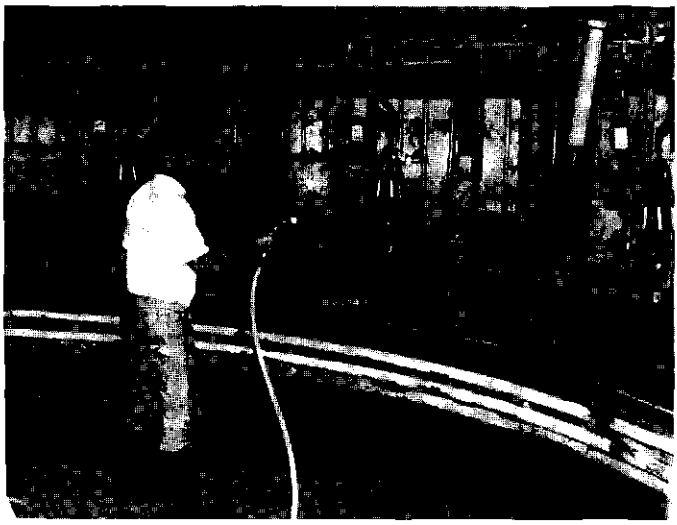
dingsmiddelen toegelaten die, mits op de juiste wijze toegepast, geen besmetting van de melk met het middel tot gevolg hebben.

Melkwinningsapparatuur en melktank
Verreweg de grootste besmettingsbron van melk zijn slecht gereinigde en niet goed ontsmette oppervlakken van melkwinningsapparatuur en melktank. Blijven er op het melkgerei melkresten achter dan zullen zich daarin geweldige aantallen bacteriën kunnen ontwikkelen. In 1 ml bedorven melkresten kunnen zich wel een

miljard bacteriën bevinden. Iedere ml die hiervan in de melk terecht komt geeft per 100 l melk een verhoging van het kiemgetal van 10.000 per ml. Daar komt nog bij dat het vaak bacteriën zijn, die in de melkresten al goed groeien en in de melk zo door kunnen groeien. Veel voorkomende besmettingsbacteriën in de apparatuur zijn melkzuurbacteriën, gramnegatieve staven en coli-achtigen. Bij onvoldoende hete reiniging kunnen bacteriën die de reinigingstemperatuur kunnen verdragen, zoals sporevormers, micrococcen en microbacterium gaan groeien in de apparatuur.

Onzuiver water, dat bij de reiniging en ontsmetting wordt gebruikt, kan de melk besmetten. Oppervlaktewater, dus water afkomstig uit sloten, kanalen en dergelijke, mag voor het reinigen van de apparatuur niet worden gebruikt. Dit water is bacteriologisch onbetrouwbaar en kan veel gramnegatieve staven bevatten maar ook coli-achtigen en pathogenen. Voor de reiniging en ontsmetting moet altijd leidingwater of water uit eigen bron van drinkwaterkwaliteit worden gebruikt.
Van belang is ook, dat eenvoudige apparatuur die met de hand wordt gereinigd na het reinigen en ontsmetten op de juiste wijze wordt bewaard tot de volgende melktijd. Het bewaren van deze apparatuur kan het best gebeuren in een goed ingericht melklokaal. Het materiaal moet tijdens het bewaren kunnen uitlekken en kunnen opdrogen en er mag geen vuil of stof in komen. Wanneer het materiaal niet voldoende snel opdroogt, zullen zich gemakkelijker - vooral bij minder goede reiniging - bacteriën op het materiaaloppervlak ontwikkelen.

Een goede hygiene begint met een schone melkstal.



Melker
De melker is van groot belang voor de microbiële hoedanigheid van de melk. Hij is verantwoordelijk voor het onderkennen van zieke koeien, voor het reinigen van de melkplaats en de stal, voor de voorbehandeling van de dieren en voor de bediening en reiniging van de melkapparatuur. Ook controle en toezicht op het onderhoud vallen mede onder zijn verantwoordelijkheid.
De melker kan de melk tevens rechtstreeks besmetten. Handen en kleding dienen schoon te zijn. Een goed begrip van algemene hygiëne is gewenst omdat het vooral de melker is, die besmetting van de melk kan voorkomen.
De melker moet gezond zijn. Wanneer hij ziek is tengevolge van een microbiële infectie kan hij de melk rechtstreeks met pathogene microorganismen besmetten.

Een globaal overzicht van de bijdrage van enkele besmettingsbronnen aan de besmetting van melk wordt in tabel 3.2 gegeven.

3.2 Melkkwaliteit en melkvreemde stoffen

In melk kunnen allerlei melkvreemde stoffen voorkomen. Om welke stoffen het gaat hangt af van vele omstandigheden. In tabel 3.3 worden voorbeelden gegeven die voor melk en zuivelproducten van belang kunnen zijn.

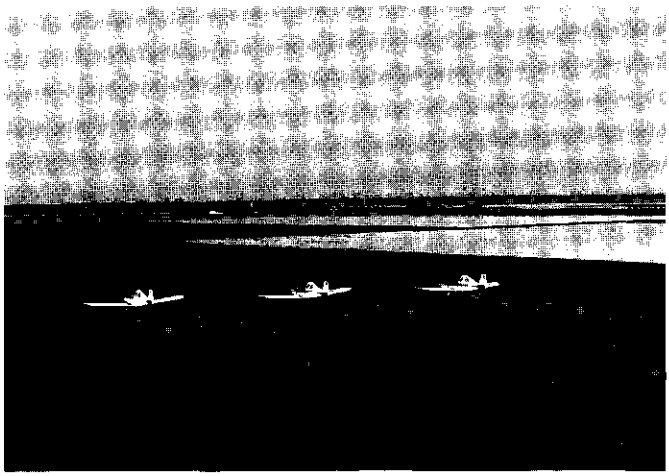
Vuil
Tijdens en na het melken kunnen allerlei vuildeeltjes in de melk komen zoals zand, stro, hooi en mest. Met deze verontreiniging kunnen micro-organismen, reuk- en smaakstoffen en toxische stoffen in de melk geraken.

Geur- en smaakstoffen
Melk neemt gemakkelijk stoffen op, die een afwijkende geur of smaak aan de melk geven. Vaak zijn deze stoffen afkomstig van voedermiddelen zoals: kuilvoer, bietenblad, knollen en aardappelen. Na opname van dit voeder en bij inademing komen de geurstoffen in de bloedbaan van de koe. Via de melkvormende cellen komen zij in de melk terecht. Ongeveer zes uur na het voeren van deze voedermiddelen komen deze geur- en smaakafwijkingen niet meer in de melk voor. Daarom is het beter dergelijke voedermiddelen steeds na het melken te verstrekken.
Melk kan tevens gemakkelijk geurstoffen uit de

lucht opnemen. Wanneer melk in een omgeving wordt geplaatst met sterk riekende stoffen zoals kuilvoer, teer, benzine of verf zullen afwijkingen in geur en smaak ontstaan. Daarom ook moeten voederresten met een doordringende geur uit voergoot en stal verwijderd worden en moeten de stallen goed kunnen worden geventileerd. Bacteriële stofwisselingsproducten kunnen een slechte geur en smaak veroorzaken. Ze kunnen zowel vóór het melken in de uier (uierontsteking) worden gevormd als na het melken tijdens het bewaren.
Een speciale afwijking is het optreden van een ranse smaak aan melk. Deze smaak treedt op als een verhoogd gehalte aan vrije verzuren in de melk aanwezig is.
Soms wordt een afwijkende geur en smaak veroorzaakt door stofwisselingsziekten of door bepaalde toegediende medicijnen.

Tabel 3.3 Voorbeelden van melkvreemde stoffen in melk

	Verontreiniging	Mogelijk al aanwezig in de melk in de uier	Kan in de melk geraken tijdens en na het melken
a	vuil	-	+
b	geur- en smaakstoffen	+	+
c	pesticiden, herbiciden	+	+
d	weekmakers en andere hulpstoffen	-	+
e	zware metalen	-	+
f	radioactieve stoffen	+	(+)
g	microbiële toxinen	+	+
h	antibiotica en chemotherapeutica	+	+
i	reinigings- en ontsmettingsmiddelen	-	+
j	toegevoegd water	-	+
k	bloed (-bestanddelen)	+	(+)



Residuen in melk kunnen velerlei herkomst hebben.

Pesticiden, herbiciden
Pesticiden zijn middelen die worden gebruikt ter bestrijding van ziekten en plagen. Vooral bij de teelt van gewassen wordt er veel gebruik van gemaakt. Het is een groep stoffen van uiteenlopende samenstelling. Er zijn er die gericht zijn op de verdelging van insecten (insecticiden), maar er behoren ook stoffen toe die bepaalde ongewenste gewassen verhinderen te groeien (herbiciden). Daarnaast zijn er verbindingen zoals dioxines die gevormd worden, bijv. verbranding van afvalstoffen, die via de omgevingslucht weidegrond, gras en veevoer kunnen besmetten.
Veel van deze stoffen zijn zeer gevaarlijk voor de consument. Er komt slechts een deel, vaak een heel klein deel van deze stoffen, die door de koe met het voer zijn opgenomen, in de melk terecht en dan ook nog vaak in een andere vorm. Ook deze zogeheten metabolieten kunnen gevaarlijk zijn.
Men onderscheidt een aantal groepen pesticiden waarvan in verband met de melkkwaliteit de organochloorverbindingen of ook wel de gechloreerde koolwaterstoffen genoemd, de belangrijkste zijn. Deze verbindingen worden namelijk niet in de pens afgebroken.
Voorbeelden van gechloreerde koolwaterstoffen zijn hexachloorbenzeen (HCB), een ontsmettingsmiddel bij zaden en bij de teelt van kool en bloembollen en hexachloorcyclohexeen-verbindingen (HCH), waartoe ook lindaan behoort dat als schurftbestrijdingsmiddel wordt toegepast (bij melkvee verboden).
Vanwege het vermogen goed in vet op te lossen

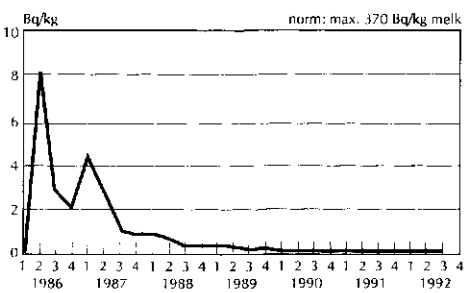
worden de gechloreerde koolwaterstoffen niet alleen met de melk in het melkvet uitgescheiden, doch ook opgeslagen in het lichaamsvet van de koe. De uitscheiding in de melk kan daardoor over lange periode blijven plaats vinden na de opname van besmet voeder.
In melk kunnen pesticiden op verschillende wijze terechtkomen en wel via vliegenbestrijding in de stal en het daardoor besmetten van melkgerei en stallucht, door directe bestrijding van parasieten op de huid van de koe en door het eten van besmet voeder.
Besmetting via het voeder kan vooral ook optreden bij aangekocht ruwvoer en krachtvoer.

Weekmakers en andere hulpstoffen
Bij de bereiding van rubbersoorten en andere kunststoffen worden aan de basisstof allerlei stoffen toegevoegd, zoals de zogenoemde weekmakers en de anti-oxidanten, die het uiteindelijke materiaal een betere geschiktheid voor verwerking moeten geven en tevens een betere stabiliteit, betere fysische eigenschappen en een glad oppervlak. Het zijn vooral deze bijmengsels die aan de melk een bepaalde geur kunnen geven, of die bij slijtage of corrosie van het materiaal aan de melk worden afgegeven omdat zij kunnen oplossen in het water of in het vet van de melk.
Bij sommige melkers blijkt zich op plaatsen van de huid die geregeld met rubberonderdelen in contact komen een allergisch eczeem te ontwikkelen. De oorzaak is veelal een in het rubber verwerkte anti-oxidant. Gebruik van speciale rubberonderdelen die deze stof niet bevatten brengt dan de oplossing.

Zware metalen
Melk bevat van nature veel elementen, waaronder metalen. De concentraties in melk zijn opmerkelijk constant. Voor de meeste metalen geldt dat zelfs bij toediening van grote hoeveelheden via het voer, het gehalte in de melk nauwelijks wordt verhoogd, mits iedere besmetting buiten de koe om wordt voorkomen (wat overigens erg moeilijk kan zijn). De koe fungeert hier dus als een goed biologisch 'filter'. Besmetting van melk met metalen geschiedt meestal buiten de koe om. Een besmettingsbron voor zware metalen is onder andere rioolslib.
Sommige zware metalen zijn in zeer kleine concentraties al toxisch voor de mens, bijvoorbeeld lood, cadmium, kwik en arsenicum.
Naast deze toxische metalen kan melk met vele andere metalen zijn besmet, die minder giftig zijn voor de mens, maar die toch ongewenst zijn in melk.
De grootste moeilijkheden worden veroorzaakt door koper. Toegevoegd koper in melk geeft een grote kans op oxydatiegebreken in vetrijke producten zoals boter. De aanwezigheid van koper in het materiaal waar de melk en de reinigingsvloeistoffen mee in aanraking komen, kan een besmetting van de melk met koper tot gevolg hebben. Vooral de warmwaterapparatuur geeft wel aanleiding tot koperbesmetting van de melk.
Koper in leidingwater, afkomstig uit de leidingen, is eveneens een bron van moeilijkheden bij de bereiding van zuivelproducten. Bij de reiniging van tanks, melkleidingen en andere melkwinningsapparatuur wordt ook dit koper aan het materiaal geadsorbeerd en als er daarna melk in de tank komt of door de leiding stroomt, afgegeven aan de melk.

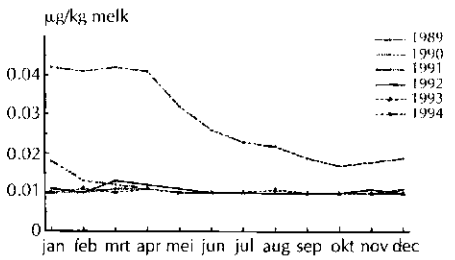
Radioactieve stoffen
Radioactieve besmetting van melk kan afkomstig zijn uit verschillende bronnen. Radioactief materiaal kan vrijkomen bijv. bij explosies van een kernwapen of bij een ongeval met een kernreactor. Via de lucht kan het op het veevoer en de koeien zelf terecht komen. Door meermalen te eten van met kleine hoeveelheden radioactief besmet materiaal kunnen levende organismen een te grote dosis aan radioactieve bestanddelen opnemen en dit kan ernstige consequenties met zich mee brengen.

Figuur 3.2 Cesium -134 + Cesium-137 (Bq/kg) in melk per kwartaal in de periode



bron: KAP-verslag, COZK

Figuur 3.3 Gemiddeld aflatoxine M1-gehalte van mengmelk en melkpoeder, uitgedrukt in µg/kg melk, als functie van de productiemaand



Gemiddelde aflatoxine M1-gehalte ≤ 0,01 µg/kg melk staan in de grafiek als 0,01 µg/kg melk uitgezet.
bron: COKZ

Vooral radioactief strontium, jodium en caesium zijn gevaarlijk voor mens en dier. Strontium is daarbij het gevaarlijkst omdat het via de grond, de plant en de koe in de melk terecht kan komen zonder al te veel van zijn radioactiviteit te hebben verloren. Jodium is veel minder gevaarlijk omdat dit vrij snel zijn radioactiviteit verliest. De halveringstijd is slechts acht dagen (dat wil zeggen dat de radioactiviteit elke acht dagen met 50% vermindert). In kuilvoer, hooi en dergelijke zal dan ook maar weinig radioactief jodium aanwezig zijn.
Caesium wordt zeer sterk vastgehouden door de grond. Het kan dan niet meer door planten opgenomen worden.
Onderzoekingen hebben aangetoond dat na atoombomexplosies zich in melk sterke verhogingen van het normale gehalte aan deze stoffen voordoen. De hoeveelheden die normaal aanwezig zijn blijken hoger te zijn in de weideperiode en geringer in de winterperiode wanneer geconserveerd voeder wordt verstrekt.

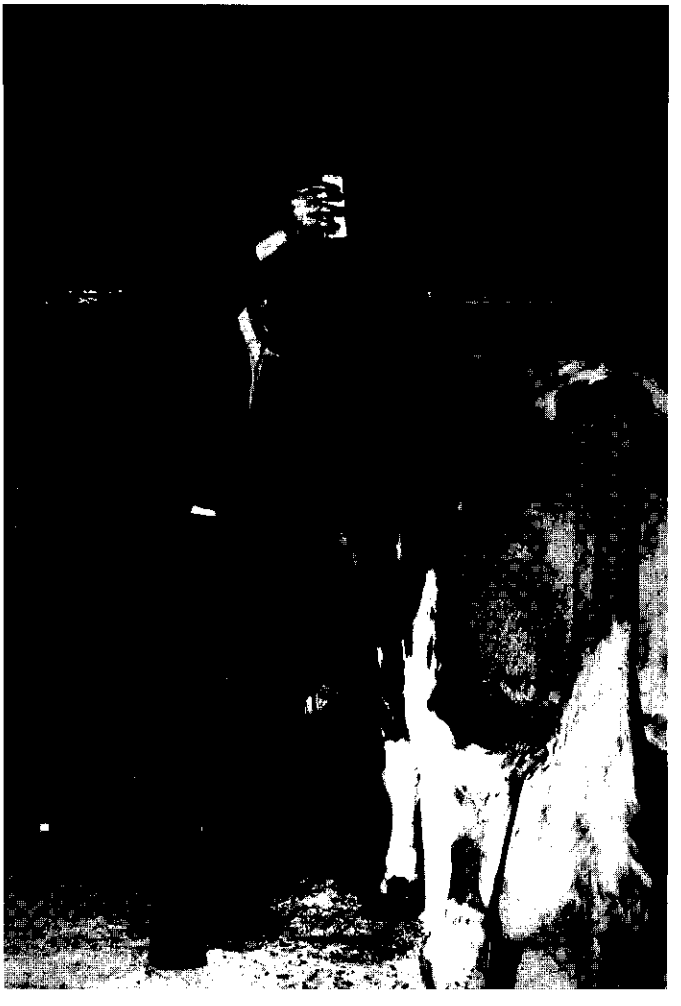
In april 1986 vond in de Russische kerncentrale te Tsjernobyl een ernstig ongeluk plaats. De gevolgen daarvan waren meetbaar in geheel Europa (figuur 3.2). Als gevolg van dit ongeluk waren de Nederlandse veehouders gedwongen hun melkvee verscheidene dagen binnen te houden.

Microbiële toxinen
Een besmetting, die de laatste jaren in de aandacht is gekomen, is de verontreiniging van de melk met giftige stoffen welke geproduceerd worden door schimmels (mycotoxinen). Deze schimmels groeien op plantenmateriaal, zoals bijv. pinda's, ook wel aardnoten of grondnoten genoemd. De meest bekende toxinen zijn de aflatoxinen geproduceerd door stammen van de schimmel Aspergillus flavus. Door het gebruik van het plantaardig materiaal voor veevoederdoeleinden (krachtvoer) komen deze aflatoxinen in het lichaam van de koe terecht en vervolgens in de melk. De toxinen zijn kankerverwekkend. Er wordt grote aandacht aan dit probleem geschonken. In verband hiermee worden strenge eisen aan het veevoeder gesteld. Tussen de zuivel en de veevoerindustrie zijn goede afspraken (aflatoxine-convenant) gemaakt over het gebruik van grondstoffen en de bereiding van de voedermiddelen. Daardoor treft men in Nederland geen aflatoxine meer aan in de melk (figuur 3.3).
In andere voeders zoals maisgluten, cocos en soja komen ook wel mycotoxinen voor.

Antibiotica en chemotherapeutica
Van nature komen in melk bacteriegroeiremmende stoffen of bacteriedodende stoffen voor. De hoeveelheden ervan zijn echter gering. Grotere hoeveelheden bacteriegroeiremmende stoffen zijn altijd afkomstig van geneesmiddelen. Dat zijn veelal antibiotica, maar ook wel chemotherapeutica (sulfapreparaten).
Hun toepassing bij de bestrijding van dierziekten is algemeen geworden. Vooral door het gebruik van deze middelen bij de bestrijding van mastitis kan melk met deze stoffen worden verontreinigd. Daarnaast gebruikt de dierenarts ze bijv. bij baarmoederspoelingen, bestrijding van klauwgebreken, melkerskoorts en dergelijke. Melk die antibiotica bevat wordt minder geschikt geacht voor consumptie uit oogpunt van volksgezondheid, omdat alle invloeden die de weerstand van de darmflora zouden kunnen verminderen moeten worden vermeden. Sommige mensen zijn overgevoelig (allergisch) voor penicilline.
Dergelijke melk is evenmin geschikt voor de zuivelindustrie omdat er moeilijkheden kunnen ontstaan bij de bereiding van gezuurde producten. De melkzuurbacteriën van de zuursels zijn erg gevoelig voor penicilline. Bij aanwezigheid van zeer kleine hoeveelheden penicilline wordt de verzuring reeds verstoord. Antibiotica en chemotherapeutica zijn bestand tegen verhitting.

Reinigings- en ontsmettingsmiddelen
Wanneer na elke reinigings- en ontsmettingsbeurt de melkwinningsapparatuur met een voldoende hoeveelheid schoon water wordt nagespoeld behoeft men niet bang te zijn voor verontreiniging van melk met reinigings- en desinfectiemiddelen.
In de praktijk gebeurt dit niet altijd. Dan kunnen er residuen van reinigings- en desinfectiemiddelen in melk achterblijven. De concentratie van de residuen in de melk hangt onder meer af van de hoeveelheid melk, van de hoeveelheid vloeistof die kan achterblijven in de apparatuur en van de concentratie van het middel in de vloeistof. Na een desinfectie met chloor moet altijd worden nagespoeld met schoon water, ook wanneer voor het melken de installatie wordt gespoeld met een chlooroplossing. (Overigens hoort een desinfectie vooraf niet nodig te zijn). Residuen van reinigings- en ontsmettingsmiddelen kunnen van invloed zijn op de geschiktheid van de melk voor verwerking. Er is geconstateerd dat residuen van bepaalde middelen een nadelige invloed hebben op de geur en smaak, zelfs indien slechts zeer geringe hoeveelheden in de melk aanwezig zijn.
Uit residuen van chloor kunnen organochloorverbindingen worden gevormd. Deze lossen op in het melkvet. Vooral in boter kan de concentratie aan deze verbindingen oplopen en de toegestane grenzen naderen.
Het is mogelijk dat residuen van bepaalde componenten van de reinigingsmiddelen de melk minder geschikt maken voor de groei van bacteriën zodat moeilijkheden bij verzuringsprocessen kunnen optreden. Dit zal echter vaker worden veroorzaakt door residuen van de ontsmettingsmiddelen.

Ook geneesmiddelen die via de bek of in de bloedbaan worden toegediend kunnen in de melk terechtkomen.



Toegevoegd water
Melk mag niet met water worden 'verontreinigd'. Ontoelaatbare hoeveelheden water kunnen in de melk komen door te lang naspoelen om de laatste melk te verwijderen uit de leidingen, maar ook door het achterblijven van spoelwater in onvoldoende gedraineerde melkwinningsapparatuur.
Watertoevoeging heeft een verhoging van het vriespunt van de melk tot gevolg.

Bloed (-bestanddelen)
Door verwonding van bijvoorbeeld een speen kunnen bloedbestanddelen in de melk geraken. Ook door bijmenging van biest wordt de melk verontreinigd met bloedbestanddelen. Dit kan problemen in de producten geven.

3.3 Veranderingen in melk tijdens het winnen en bewaren

Wanneer de melk de uier heeft verlaten kunnen er allerlei veranderingen in optreden. Sommige veranderingen zijn betrekkelijk onschuldig en van weinig belang voor de kwaliteit, bijv. opromen; andere evenwel kunnen een aanzienlijke kwaliteitsvermindering tot gevolg hebben.

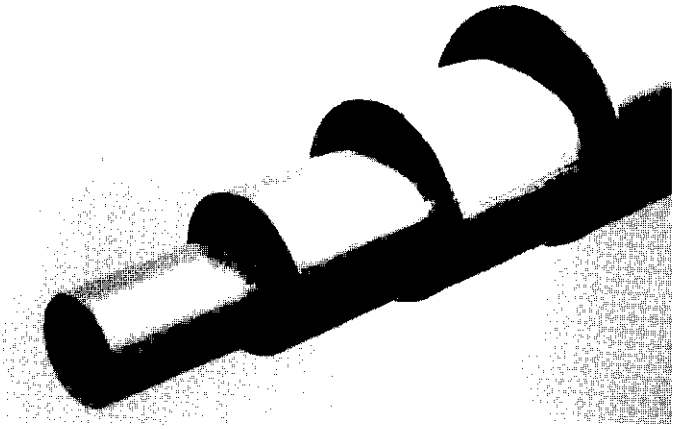
3.3.1 Vetsplitsing

In melk treedt normaal geen vetsplitsing op. Onder invloed van bepaalde omstandigheden kan dit echter wel zo zijn. De oorzaak van vetsplitsing is steeds enzymwerking. Het oppervlaktelaagje van de vetbolletjes beschermt de inhoud echter goed tegen vetsplitsing. Soms is deze bescherming onvoldoende en blijkt de melk toch gevoelig voor vetsplitsing. Dit komt

vooral voor in melk van oudmelkse koeien, dus aan het einde van de lactatieperiode. De voeding en de wijze van winnen en bewaren van de melk zijn daarbij van invloed en naar alle waarschijnlijkheid ook in zekere mate de erfelijke aanleg van de koeien.
Sterke vetsplitsing treedt op als de vetbolletjes worden beschadigd zodat ze niet meer geheel beschermd worden door het oorspronkelijke oppervlaktelaagje. De vetbolletjes kunnen mechanisch worden beschadigd dat wil zeggen door erg hard roeren, maar vooral als ze in aanraking komen met luchtbellen (schuimvorming). Het inslaan van lucht is daarom zeer nadelig. Daarnaast kunnen sterke temperatuurschommelingen de vetsplitsing bevorderen.
Op bedrijven waar de aanleg en de constructie van de melkleidingen niet in overeenstemming zijn met de daarvoor opgestelde aanbevelingen treedt het gebrek eerder aan de dag.
Als gevolg van vetsplitsing neemt het gehalte aan vrije vetzuren in de melk toe. Dit gehalte wordt vaak de 'zuurtegraad van het melkvet' genoemd. Een verhoogde zuurtegraad van het melkvet duidt op vetsplitsing.

3.3.2 Oxydatiereacties

Melk neemt tijdens en na het melken lucht en dus ook zuurstof op. Als gevolg van bestraling met licht en besmetting met koper kunnen er oxydatiereacties optreden, waarbij vooral het vet wordt geoxydeerd.
Vetoxydatie leidt tot smaakafwijkingen in melk als talkig en kartonachtig, in karnemelk als waterig, metalig en sterk en in boter als vettig, spekkig en tranig. Koper en licht katalyseren de oxydatiereacties. Daarom is het van groot belang dat koperbesmetting wordt vermeden en melk zoveel mogelijk in het donker wordt bewaard. Ten gevolge van oxydatie gaat ook vitamine C verloren.
Besmetting van melk met desinfectiemiddelen kan eveneens aanleiding zijn tot sterke oxydatiereacties en daardoor tot smaakbederf en verlies van vitamines.



De plaatsing, lengte, diameter en constructie van de melkleiding kunnen de vetsplitsing sterk beïnvloeden.

• • • • • • • • •

4 De melkinstallatie

4.1 Ontwikkeling van het machinaal melken ... 73
4.2 Constructie van de melkmachine (typen melkinstallaties) ... 73
4.2.1 Melkleidingtype ... 73
4.2.2 Emmertype ... 75
4.3 Vacuümpomp ... 75
4.3.1 Aandrijving van de vacuümpomp ... 77
4.3.2 Pompcapaciteit ... 77
4.3.3 Vacuümpompen en geluidsoverlast ... 78
4.4 Vacuümleiding ... 79
4.4.1 Diameter van de vacuümleiding ... 79
4.4.2 Rubberverbindingen in de vacuümleiding ... 79
4.4.3 Aanleg van de vacuümleiding ... 80
4.5 Onderdelen van de vacuümleiding ... 80
4.5.1 Vochtvanger ... 80
4.5.2 Meet-T-stuk ... 81
4.5.3 Regulateur ... 81
4.5.4 Vacuümmeter ... 84
4.5.5 Vacuümkranen ... 84
4.6 Opwekken van drukwisselingen ... 85
4.6.1 Drukwisselaar ... 86
4.6.2 Drukwisselingssystemen per melkstel ... 86
4.6.3 Centrale drukwisselingssysteem ... 88
4.6.4 Pulsatiecurve ... 91
4.7 Melkvoerend gedeelte van de installatie ... 92
4.7.1 Materiaal ... 92
4.7.2 Diameter van de melkleiding ... 93
4.7.3 Luchtafscheider ... 94
4.7.4 Melkpomp ... 94
4.7.5 Plaats en aanleg van de melkleiding ... 96
4.7.6 Melkkranen in de leiding ... 97
4.7.7 Plaats en aanleg van de melktransportleiding ... 97
4.7.8 Transportabele melkleidinginstallaties ... 99
4.8 Melkklauw ... 99
4.8.1 Melkverzamelstuk ... 99
4.8.2 Andere melkklauwconstructies ... 100
4.9 Tepelhouder ... 102
4.9.1 Tepelvoering ... 102
4.9.2 Vorm van de tepelvoering ... 102
4.9.3 Levensduur van tepelvoeringen ... 103
4.10 Werking van de tepelvoering ... 103
4.10.1 Openen en sluiten van de tepelvoering ... 104
4.10.2 Drukverloop in de speenruimte van de tepelhouder ... 105
4.10.3 Melkstroomtijd ... 109
4.11 Effecten van melkmachine-instellingen op het melken ... 110
4.11.1 Bedrijfsvacuüm ... 111
4.11.2 Pulsatie-instellingen ... 111
4.12 Technische hulpmiddelen bij het melken ... 112
4.12.1 Melkstroomindicator ... 112
4.12.2 Stimulatieapparatuur ... 113
4.12.3 Melkstopapparatuur ... 114
4.12.4 Afneemapparatuur ... 114
4.12.5 Andere technische voorzieningen ... 115

4.13 Controle op melkproductie 116
4.13.1 Richtlijnen melkproductiecontrole 116
4.13.2 Melkmeetglazen 117
4.13.3 Milko-Scope 117
4.13.4 Tru-Test meter 117
4.13.5 Elektronische melkmeting 118
4.13.6 Productie- en gezondheidsbewaking 119
4.14 Automatische melksystemen 121
4.14.1 Automatisch aansluiten van het melkstel 121
4.14.2 Werking melkrobot 121
4.14.3 Melkproductie en melkkwaliteit 122
4.14.4 Inpassing automatisch melksysteem 122
4.15 Reinigingsapparatuur 123
4.16 Onderhoud van de melkmachine 124
4.16.1 Onderhoudsabonnement voor melkmachines 124
4.16.2 Doormeten tijdens het melken 125
4.16.3 Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties 125

De melkinstallatie

4

4.1 Ontwikkeling van het machinaal melken

Omstreeks 1850 is er voor het eerst een poging gedaan om het arbeidsintensieve handmelken te vervangen door andere methoden van melkwinning. Men bracht kleine metalen buisjes in de speen om de melk te laten afvloeien. Door kneuzingen en onhygiënisch werken trad veelvuldig uierontsteking op. De volgende stappen waren het gebruik van rubbervoeringen en opwekking van vacuüm met hand-, voet- of stoomkracht. Behalve praktische problemen leverde het constant zuigen nogal wat bezwaren op, zoals bloedstuwing in de spenen en speenbeschadiging. Pogingen om anders dan met zuigkracht te melken leverden geen bruikbare apparatuur op.
Het melken met behulp van vacuüm maakte goede vorderingen door het gaan toepassen van een drukwisselaar, ook wel pulsator genoemd. Rond 1900 werd het principe van drukwisselaar verbonden met de pulsatieruimte van een tepelhouder algemeen toegepast. Daarna is aan de constructie veel verbeterd. Het genoemde principe is, ondanks pogingen daartoe, sindsdien niet meer gewijzigd. Vanaf 1950 heeft het machinaal melken een grote vlucht genomen als gevolg van gebrek aan arbeidskrachten in de veehouderij en het streven naar kostprijsverlaging van de melk. Tabel 4.1 geeft globaal de ontwikkeling weer van het aantal melkmachines in Nederland.

4.2 Constructie van de melkmachine (typen melkinstallaties)

De werking van de melkmachine berust op het toepassen van zuigkracht (vacuüm) die geleverd wordt door de vacuümpomp. Met een op deze pomp aangesloten leiding, de vacuümleiding, kan men op de gewenste plaatsen over vacuüm beschikken. Nagenoeg alle melkmachines werken met een onderdruk van 40 tot 50 kPa (100 kPa = 1 bar = 75 cm Hg). Deze zuigkracht is voldoende om de melk uit de speen te zuigen.
Een melkmachine wordt opgebouwd uit een aantal onderdelen. De basiselementen van een melkmachine zijn de vacuümpomp, de vacuümleidingen en -slangen, de vacuümregulateur en vacuümmeter, de drukwisselaar en de melkklauw met de vier tepelhouders. Voor de afvoer van de melk wordt meestal gebruik gemaakt van melkleidingen met daarin opgenomen de luchtafscheider en de melkpomp. Daarnaast wordt in bepaalde gevallen extra apparatuur zoals afneemapparatuur toegepast.
In het algemeen is roestvaststaal voor die onderdelen van de melkmachine die in aanraking komen met melk, het meest geschikt. Bovendien is het stevig, duurzaam en bestand tegen de meest gebruikelijke reinigings- en ontsmettingsmiddelen. Sommige onderdelen van de melkmachine worden vervaardigd van kunststof. Dit kan al of niet doorzichtig zijn. Kunststof moet uiteraard bestand zijn tegen de gebruikelijke reinigings- en ontsmettingsmiddelen.
Verbindingsslangen zoals melkslangen en vacuümslangen worden doorgaans van synthetisch rubber gemaakt. Omdat deze materialen minder duurzaam zijn dan roestvaststaal moet sneller tot vervanging worden overgegaan.

Melkinstallaties kunnen worden onderverdeeld in een aantal typen. Bij het emmertype wordt de melk verzameld in een emmer of melkvat. Zo nodig kan de melk van elke koe apart worden gehouden. Bij het melkleidingtype wordt gebruik gemaakt van een melkleiding voor het transport van de melk. Melk en lucht worden gescheiden in de luchtafscheider. Bij installaties met een melktransportleiding worden melk en lucht vóór het melkopvanggedeelte reeds van elkaar gescheiden.

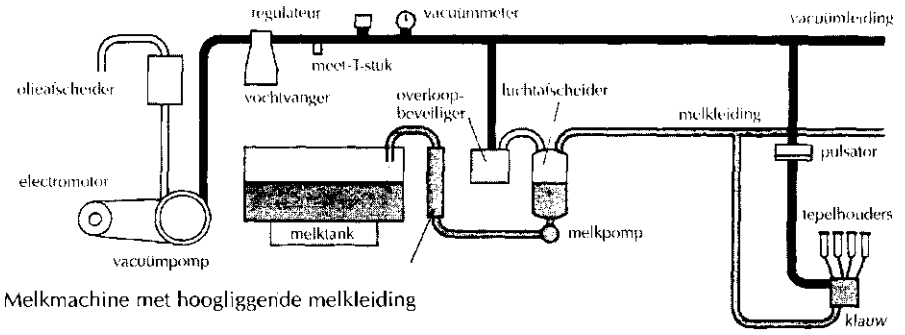
4.2.1 Melkleidingtype

Bij het melkleidingtype wordt gebruik gemaakt van melkstellen. Een melkstel bestaat uit een melkklauw die opgebouwd is uit diverse slangen en een melkverzamelstuk met vier tepelhouders. Elke tepelhouder bestaat uit een tepelbeker met daarin een tepelvoering. Hierdoor

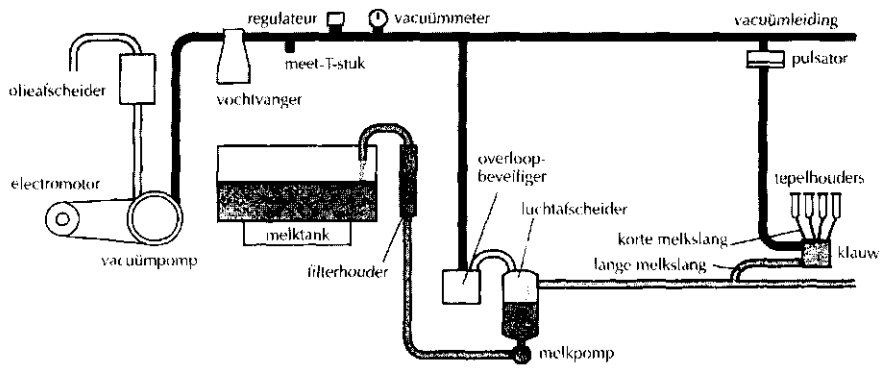
Tabel 4.1 Aantal melkmachines in Nederland

Jaar	Melkmachine	
	Emmertype	Melkleidingtype
1948	800	
1953	6500	
1958	24500	
1963	64000	125
1968	80000	1600
1973	70000	10000
1978	35000	40000
1985	13000	45000
1995	500	38000

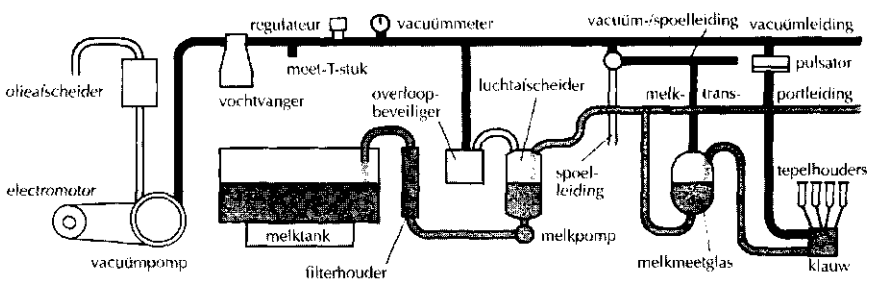
Figuur 4.1 De verschillende typen melkinstallaties



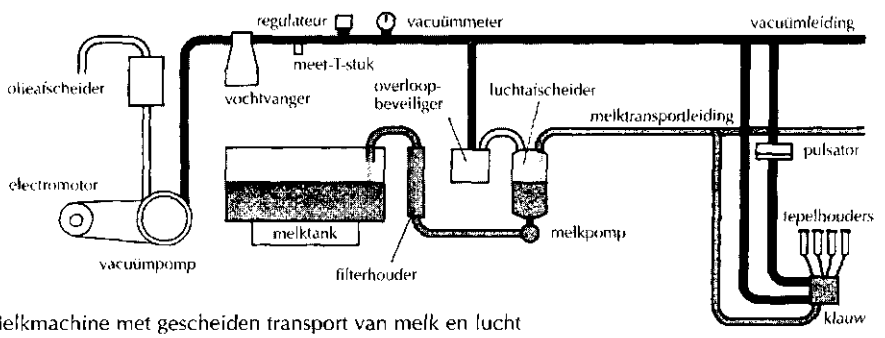
Melkmachine met hoogliggende melkleiding



Melkmachine met laagliggende melkleiding



Melkmachine met melkmeetglazen



Melkmachine met gescheiden transport van melk en lucht

ontstaan in de tepelhouder twee ruimten, namelijk de pulsatieruimte en de speenruimte. De pulsatieruimte staat via de korte pulsatieslang, het luchtverdeelstuk en de lange pulsatieslang in verbinding met de pulsator. De speenruimte is via de korte melkslang, het melkverzamelstuk en de lange melkslang verbonden met de melkleiding. De melk wordt via de melkklauw en de lange melkslang en de melkleiding afgevoerd naar het melkopvanggedeelte. Dit opvanggedeelte bestaat uit een luchtafscheider met overloopbeveiliger en een elektrisch aangedreven melkpomp. De luchtafscheider is via de overloopbeveiliger verbonden met de vacuümleiding zodat de lucht, die via de melkleiding in de luchtafscheider is gekomen, wordt afgezogen. De melkpomp perst de melk via een persleiding naar de koeltank, waarin de melk wordt gekoeld en bewaard. Meestal is in deze persleiding een filter opgenomen. Om de melkleiding te kunnen reinigen is het noodzakelijk dat de reinigingsvloeistof kan circuleren. In doorloopsystemen wordt daarom gebruik gemaakt van een aparte spoelleiding voorzien van zogenaamde spoelstellen. Tijdens de reiniging zijn de melkstellen hierop aangesloten. In grupstallen waar de koeien in de rij staan opgesteld, wordt in de rondgaande melkleiding een driewegkraan opgenomen, waaraan de spoelleiding met aansluitkranen is bevestigd. De melkstellen zijn tijdens de reiniging hierop aangesloten. Een variant op het melkleidingtype is de installatie met melkmeetglazen (zie figuur 4.1). De diverse onderdelen van deze installaties worden verder in dit hoofdstuk besproken.

4.2.2 Emmertype

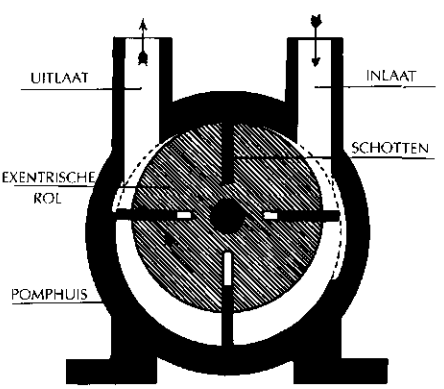
Bij het emmertype bestaat het melkapparaat uit een emmer met een deksel waarop een aantal onderdelen zijn gemonteerd. Een vacuümslang vormt de verbinding tussen de vacuümleiding en het melkapparaat. Op de plaats waar deze slang op de deksel is bevestigd, bevindt zich de terugslagklepkamer. De terugslagklep belemmert het terugstromen van lucht. De pulsator is eveneens op het deksel geplaatst. De melkklauw wordt via de lange melkslang verbonden met het deksel. Ook de pulsator staat met één of twee slangen in verbinding met het op de melkklauw gemonteerde luchtverdeelstuk. Om de verbinding tussen melkklauw en emmer te kunnen afsluiten is meestal een melkkraan op het deksel of een afsluiter in het melkverzamelstuk geplaatst. Een knipsluiting in de melkslang heeft hetzelfde doel.
Als de emmer staat, spreken we van een melkmachine van het 'staande type'. Bij het 'hangende type' heeft de emmer een platte vorm en wordt deze melkvat genoemd. Dit vat hangt aan een singel onder de koe dicht bij de uier, waardoor melkslang, melkklauw en pulsatieslang(en) overbodig zijn. De tepelhouders zijn rechtstreeks aangesloten op de deksel en de pulsator. Tussen het vat en de tepelhouders is geen melkkraan geplaatst. Daarom wordt bij het hangende type voor het afnemen van de tepelhouders eerst de vacuümkraan dichtgedraaid. De installaties van het emmertype worden in Nederland nauwelijks meer toegepast.

4.3 Vacuümpomp

Bij het verplaatsen van lucht met vacuümpompen kunnen we diverse systemen onderscheiden. Dit zijn de schottenvacuümpomp, de zuigervacuümpomp en de verdringervacuümpomp. Tegenwoordig wordt vrijwel uitsluitend de schottenvacuümpomp toegepast. De laatste jaren wordt ook gebruik gemaakt van de waterringvacuümpomp en de impellorvacuümpomp.

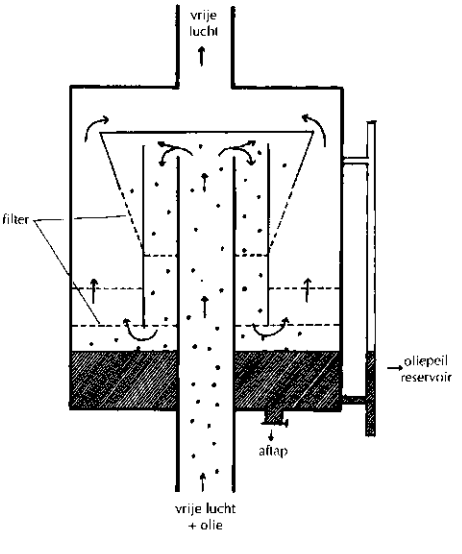
Het pomphuis bij een schottenvacuümpomp bestaat uit een liggende cilinder, waardoor in de lengterichting een massieve as, rotor genaamd, loopt. De rotor ligt iets buiten het midden van de cilinder. De rotor raakt aan de ene kant bijna de cilinderwand en laat aan de tegenovergestelde kant ruimte vrij.

Figuur 4.2 Een doorsnede van de schottenvacuümpomp



In de metalen rotor zijn overlangs sleuven gemaakt. Hierin passen platen, schotten genaamd, die vrij in de sleuven kunnen bewegen. Tijdens het draaien van de rotor zullen de schotten door de middelpuntvliedende kracht tegen de cilinderwand worden gedrukt. Op de plaats waar de rotor de cilinderwand bijna raakt zullen de schotten nauwelijks buiten de sleuven komen, doch naarmate er meer ruimte komt zullen de schotten verder uit de sleuven schuiven. Op de plaats waar de schotten uit de rotor beginnen te komen is de luchtinlaat aangebracht. Hierdoor staat de vacuümleiding in verbinding met de ruimte die door de schotten wordt gevormd. Deze ruimte is klein als een schot de luchtinlaat passeert en wordt groter bij het verder draaien van de rotor. Hierdoor ontstaat onderdruk in deze ruimte waardoor lucht uit de vacuümleiding wordt aangezogen. Het volgende schot dat de luchtinlaat passeert sluit de ruimte af en de lucht hierin wordt meegevoerd naar de andere zijde van het pomphuis, waar deze ruimte kleiner wordt. Hierdoor wordt de lucht samengeperst. Op deze plaats bevindt zich de uitlaatopening. Schotten kunnen gemaakt zijn van grafiet, kunststof of metaal. Grafietschotten zijn zelfsmerend. Vacuümpompen met metalen of kunststof schotten moeten met olie worden gesmeerd. Dit kan op twee manieren, namelijk met verbruiks- of gebruikssmering. Bij de verbruikssmering vindt toevoer van olie plaats door middel van een druppelsysteem. Deze olietoevoer functioneert alleen als de pomp vacuüm opwekt. De olie wordt één keer gebruikt en via de uitlaat afgevoerd.
Bij de gebruikssmering is in de uitlaat een reservoir aangebracht met daarin een hoeveelheid olie. De olie wordt door de vacuümpomp aangezogen. Via de uitlaat komt het olie/luchtmengsel in het reservoir. Hierin is een olieafscheider aanwezig. Vrijwel alle olie wordt hierdoor opgevangen. Op deze manier circuleert de olie een aantal malen. Op bepaalde tijden, bijvoorbeeld na 500 draaiuren, moet men de olie verversen.

Figuur 4.3 Doorsnede van een olie-afscheider (gebruikssmering)



Bij het stilzetten van de vacuümpomp is het gebruikelijk tenminste één vacuümkraan in de vacuümleiding te openen. Hierdoor wordt het terugdraaien van de vacuümpomp tot een minimum beperkt. Veel fabrikanten van vacuümpompen hebben om die reden de uitlaat van de vacuümpomp voorzien van een terugslagklep, waardoor bij het stilzetten het toestromen van buitenlucht via de vacuümpomp wordt vermeden.

Sinds een aantal jaren wordt ook de waterringvacuümpomp in melkinstallaties toegepast. Bij dit type zorgt water voor de smering van de pomp. Op de rotor zijn de schoepen onder een hoek geplaatst. Bij het draaien van rotor zorgen de schoepen voor een centrifugale kracht, waardoor tussen schoepen en de wand van het pomphuis een ring van water wordt gevormd. Deze dunne laag water zorgt voor de juiste afdichting van het schoepenrad en voor de smering en koeling van de vacuümpomp. De voordelen van een waterringvacuümpomp zijn de lagere geluidsproductie in vergelijking met de traditionele schottenvacuümpomp en het smeren en koelen met water in plaats van olie. Wel ligt het energieverbruik een fractie hoger.

De impellorvacuümpomp is relatief nieuw in melkinstallaties. Dergelijke pompen werden oorspronkelijk gebruikt om lucht te leveren. De impellorvacuümpomp is een pomp van het verdringertype. In het pomphuis zijn twee metalen impellors geplaatst. De impellor heeft de vorm van een acht. Via een tandwielconstructie zijn beide impellors verbonden met de aandrijving van de elektromotor. Beide impellors draaien in

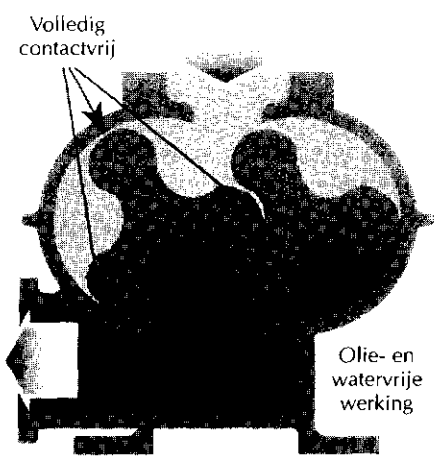
een tegenovergestelde richting. De lucht wordt uit de vacuümleiding gezogen door de beweging van de impellors. De oliegesmeerde tandwielconstructie zorgt ervoor dat beide impellors zodanig aangedreven worden dat ze elkaar net niet raken. Met een oliekeerring wordt voorkomen dat olie uit de tandwielkast in het pomphuis terecht kan komen. De impellors raken de wand van het pomphuis niet, er is dus geen smering nodig.

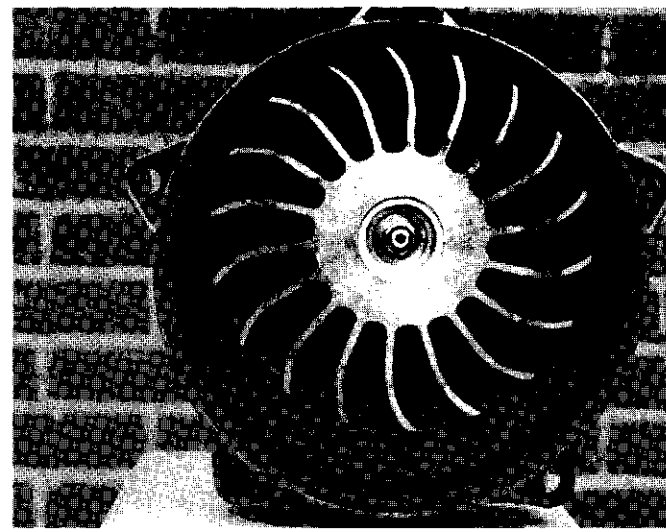
4.3.1 Aandrijving van de vacuümpomp

De vacuümpomp van de melkmachine, die de zuigkracht moet leveren om te kunnen melken, kan worden aangedreven door een elektromotor of een verbrandingsmotor, eventueel de trekker. Meestal worden elektromotoren gebruikt die gebruik maken van het elektriciteitsnet. In de elektriciteitsvoorzieningen kunnen echter ook storingen optreden. Om te voorkomen dat het melken geen doorgang kan vinden bij een elektriciteitsstoring, verdient een noodaggregaat de voorkeur. Eventueel kunnen voorzieningen getroffen worden om de vacuümpomp aan te drijven door de aftakas van de trekker.

Het overbrengen van de kracht van de motor naar de vacuümpomp kan op verschillende manieren geschieden. Het overbrengen van de kracht van de motor naar de vacuümpomp geschiedt meestal met behulp van een V-snaar. Om een snelle slijtage van de V-snaar te voorkomen is een regelmatige controle op de juiste riem- of snaarspanning noodzakelijk.

Figuur 4.4 Doorsnede van de impellorvacuümpomp





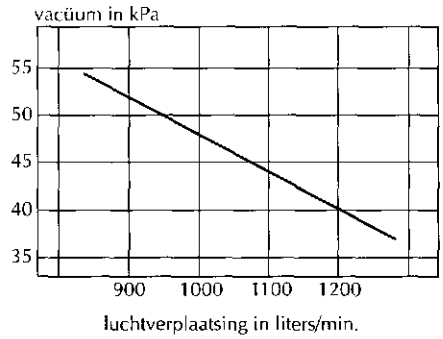
Doorsnede van de waterringvacuümpomp.

Uit veiligheidsoverwegingen moet de V-snaar worden afgeschermd. Op bedrijven waar de vacuümpomp het gehele jaar wordt aangedreven door middel van een elektromotor en de toerentallen van de motor en de vacuümpomp overeenkomen, kan voor de krachtoverbrenging gebruik worden gemaakt van een zogenaamde directe koppeling. De as van de motor en die van de vacuümpomp zijn dan precies in elkaars verlengde opgesteld. Het koppelingsgedeelte is flexibel, bijvoorbeeld door middel van twee flenzen met een rubberschijf. Deze uitvoering vraagt vrijwel geen onderhoud.

4.3.2 Pompcapaciteit

De capaciteit van de vacuümpomp is de hoeveelheid lucht in l/minuut, die verplaatst wordt bij een bepaald vacuüm en bij een bepaald toerental. Bij een constant toerental is de capaciteit van de vacuümpomp omgekeerd evenredig met de vacuümhoogte (zie figuur 4.5). Een verhoging van het toerental vergroot de pompcapaciteit. De capaciteit moet voldoende zijn voor een goede werking van de melkmachine, zowel bij het melken als het reinigen. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met alle andere apparatuur die tijdens het melken lucht verbruikt. Bij een voldoende pompcapaciteit zal ook bij een plotseling grote luchtinlaat, bijvoorbeeld het afvallen van een melkstel, de gewenste vacuümhoogte weer snel bereikt kunnen worden. Vaak wordt gebruik gemaakt van door vacuüm aangedreven hulpapparatuur, zoals

Figuur 4.5 Capaciteit van een vacuümpomp bij verschillende vacuümhoogten



voederdoseerapparatuur, spray-apparatuur en bediening van hekken en deuren door middel van vacuümcilinders. Voor de vacuümvoorziening van deze apparatuur kan het gebruik van een apart vacuümaggregaat worden overwogen. Overigens kan voor de bediening van hekken en deuren ook gebruik gemaakt worden van perslucht, opgewekt door een compressor.

Voor de gewenste capaciteit van een vacuümpomp geldt een norm die gebaseerd is op de reservecapaciteit en het luchtverbruik van de installatie. Onder reservecapaciteit verstaat men de hoeveelheid lucht in liters per minuut, die dicht bij de regulateur kan worden ingelaten, bij een vacuüm dat 2kPa lager is dan het bedrijfsvacuüm (zie figuur 4.11). Hierbij zijn alle tepelhouders afgedicht met een tepelvoeringstop. De overige onderdelen die lucht verbruiken zijn in werking.
Tabel 4.2 geeft de gewenste vacuümpompcapaciteit bij verschillende situaties. Opvallend is de invloed van de diameter van de melkleiding. Dit wordt veroorzaakt door de benodigde vacuümpompcapaciteit voor de reiniging van de melkinstallatie. Deze ligt bij melkleidingdiameters boven 50 mm 50 tot 100% hoger dan de benodigde capaciteit voor het melken.

Voor een meer gedetailleerde berekening van de vacuümpompcapaciteit wordt verwezen naar de Technische Normen en Aanbevelingen voor Melkinstallaties 1996.

4.3.3 Vacuümpompen en geluidsoverlast

Een hoog geluidsniveau tijdens het melken kan leiden tot gehoorbeschadiging (85 dB(A) en meer), terwijl lagere niveaus zowel door de melker als door de omgeving als hinderlijk kunnen worden ervaren. Voor bedrijven in woongebieden is het belangrijk het omgevingsgeluid zoveel mogelijk in te perken. Voor de melker is inperking van geluidsoverlast belangrijk om gehoorbeschadiging te voorkomen. Eén van de belangrijkste geluidsbronnen bij het melken is de vacuümpomp. De schotten worden al draaiende tegen de wand gedrukt. Hierdoor ontstaan wrijving, warmteontwikkeling en geluid. De geluidsproductie wordt bepaald door het materiaal van de schotten, het toerental van de pomp en de mate van smering. Door het treffen van enkele voorzieningen is een geluidsniveau van 65-70 dB(A) haalbaar. Voor een werkplaats geldt maximaal 75 dB(A).
Met name door verlaging van het toerental van de vacuümpomp en toepassing van een ruimere oliesmering kan de geluidsproductie van de vacuümpomp aanzienlijk verminderd worden. Bij een verlaging van het toerental neemt echter de pompcapaciteit af; bij een ruimere oliesme-

Tabel 4.2 Gewenste pompcapaciteiten bij verschillende situaties (gebaseerd op Technische Normen en Aanbevelingen '96)

		Diameter van de melkleiding (mm)			
		38	50	62	76
Aantal melkstellen	3	560	810		
	6	840	980	1340	1770
	8		1100	1450	1890
	12		1360	1680	2110
	16		1640	1900	2340
	20			2130	2570

ring neemt het olieverbruik evenredig toe. Vaak kan men deze oplossingen dan ook maar beperkt gebruiken. Een mogelijke oplossing is de olie-afscheider met gebruikssmering (figuur 4.3). In de uitlaat van de vacuümpomp kan een olie-afscheider gemonteerd worden. Deze vangt de smeerolie, die in de vorm van een olie/luchtmengsel de vacuümpomp verlaat, op. Door toepassing van een ruimere smering en de demperwerking van de olie-afscheider, wordt de geluidsproductie aanzienlijk ingeperkt. Tevens wordt voorkomen dat olie in de buitenlucht of in de grond terecht komt. Als deze oplossingen ontoereikend zijn, kunnen de wanden van de ruimte waarin de vacuümpomp is opgesteld, bekleed worden met een geluidsabsorberend materiaal. Tevens kan, mits er ruimte beschikbaar is, de vacuümpomp in een aparte ruimte (machinekamer) worden geïnstalleerd. Waterringvacuümpompen hebben doorgaans een lagere geluidsproductie.

4.4 Vacuümleiding

Een vacuümleiding is een buis die een vast deel vormt van de installatie en waardoor tijdens het melken alleen lucht wordt getransporteerd, zodat op de gewenste plaatsen vacuüm ontstaat. De vacuümleiding is een vormvaste en corrosievrije buis, vaak van gegalvaniseerd ijzer. Ook de binnenkant moet gegalvaniseerd zijn, omdat anders roestvorming kan optreden.
Tegenwoordig wordt vooral slagvast kunststof gebruikt. De binnenkant van de vacuümleiding moet goed glad zijn, omdat een snelle luchtverplaatsing nodig is. De leiding moet goed reinigbaar zijn en mag niet aangetast worden door reinigingsmiddelen. De uiteinden van de vacuümleidingen moeten zijn voorzien van kranen, demontabele pluggen of doppen om de reiniging te vereenvoudigen. Bij de aanleg van de vacuümleiding worden de volgende hulpstukken gebruikt. Met een sok worden twee buizen met elkaar verbonden. Moet de vacuümleiding van richting veranderen (bijvoorbeeld van horizontaal naar verticaal), dan moeten de bochten een minimum hartradius hebben overeenkomstig de ISO/R49 norm. Kniestukken mogen niet worden gebruikt. Deze hebben namelijk een scherpe hoek, waardoor vuil en stof zich gemakkelijk kunnen ophopen wat verstopping tot gevolg kan hebben. Ook T-stukken moeten zoveel mogelijk vermeden worden; een alternatief zijn de Y-stukken.

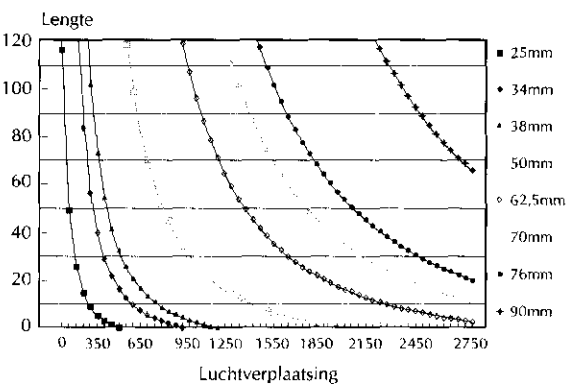
4.4.1 Diameter van de vacuümleiding

In de leiding onder vacuüm ontstaan drukverliezen, die afhankelijk zijn van de luchtsnelheid, de leidinglengte, aantal bochten en de diameter. Het maximale drukverlies tussen regulateur en elk ander punt van de vacuümleiding mag onder normale omstandigheden niet meer bedragen dan 2 kPa. Om de drukverliezen te beperken moet de binnendiameter zijn aangepast aan de hoeveelheid lucht die er per tijdseenheid door moet stromen. Op sommige plaatsen in de installatie kunnen niet constante luchtstromen optreden, zoals in de vacuümleiding naar een centraal opgestelde pulsator. De luchtverplaatsing van het pulsatiesysteem vindt namelijk plaats in de a-fase van de pulsatiecurve. De diameter van de vacuümleiding moet dan aangepast zijn aan deze niet constante luchtstromen. In figuur 4.6 is af te lezen welke diameter aanbevolen wordt bij verschillende bedrijfsomstandigheden.

4.4.2 Rubberverbindingen in de vacuümleiding

Het is van belang te weten dat bij gebruik van elektromotoren de melkmachines goed geaard zijn. De kans dat de vacuümleiding onder spanning komt, is dan uitgesloten. Uit het oogpunt van extra beveiliging kan het echter nuttig zijn voor de verbinding van vacuümaggregaat en vacuümleiding een rubbermanchet te gebruiken. Deze verbinding moet verticaal worden aangebracht en mag geen bocht maken, moet kort zijn en mag tijdens het melken niet vervormen. Een hogedrukslang is voor deze verbin-

Figuur 4.6 Diameter vacuümleiding bij verschillende bedrijfsomstandigheden



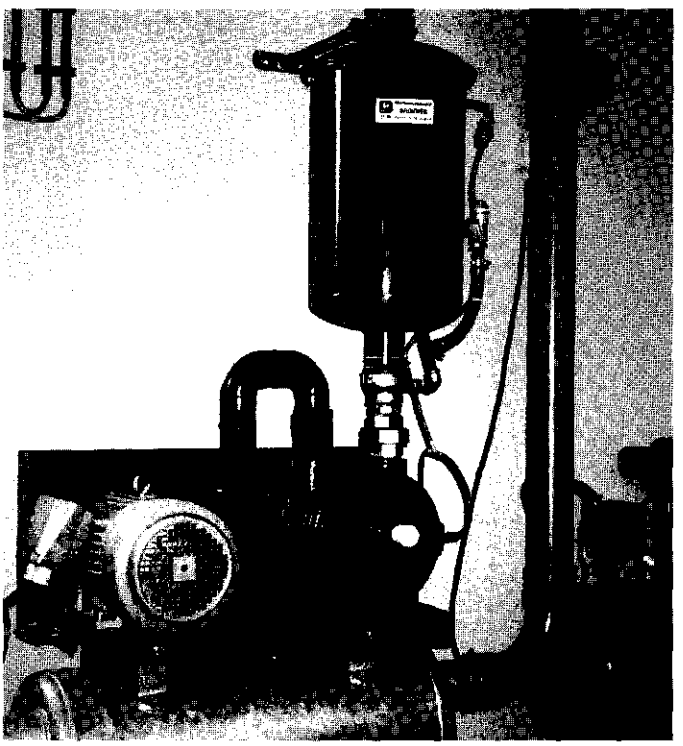
Dimensie vacuümleidingen bij max. vacuümdaling van 2kPa
Bedrijfsvacuüm 50 kPa

ding geschikt. Ook in gevallen waarbij het vacuümaggregaat moet worden verplaatst, bijvoorbeeld van winterstal naar weidemelkwagen en omgekeerd, is een rubbermanchet met koppeling gemakkelijk. Een rubbermanchet voorkomt ook dat trillingen worden overgebracht van de pomp naar de vacuümleiding waardoor minder lawaai ontstaat.

4.4.3 Aanleg van de vacuümleiding

De vacuümleiding moet stevig worden bevestigd. In de grupstal wordt de leiding vaak met V-vormige beugels aan de zolder gemonteerd op een hoogte van 180 à 190 cm. Een voldoende aantal bevestigingspunten is noodzakelijk om de vacuümleiding in een strakke lijn te kunnen leggen. Indien de zolder boven de vacuümleiding benut wordt als opslagplaats voor hooi of stro, treden vaak verzakkingen op in de leiding door ongelijkmatige belasting. In de doorloopmelkstal kan de vacuümleiding vaak voldoende stevig aan het ijzerwerk van de melkstal bevestigd worden. Soms vormt de vacuümleiding zelfs een onderdeel hiervan.
In de vacuümleiding mogen geen vochtresten achterblijven. De leiding kan vochtig worden doordat waterdamp in de warme lucht, afkomstig uit de melkstal of melkapparatuur, condenseert. Bij emmerinstallaties komt het voor dat de emmer te vol wordt gemolken of omvalt, waardoor melk in de vacuümleiding terecht komt.

Vacuümpomp met toebehoren.



Tijdens het reinigen van de vacuümleiding kunnen vochtresten achterblijven. Om deze redenen is het noodzakelijk de vacuümleiding bij montage een afloop te geven van één cm per strekkende meter. Op de hierdoor ontstane lage plaatsen in de vacuümleiding moet aan de onderzijde van de leiding een aftapkraan of automatisch vochtventiel (zie figuur 4.14) geplaatst worden.

Bij installaties van het emmertype kan de lucht, die een melkapparaat verbruikt, vocht, melkdruppeltjes en stof bevatten. Vooral op plaatsen waar de luchtstroom van richting verandert, kan een ophoping plaatsvinden van stof, vocht en melkresten. Regelmatig reinigen van de vacuümleiding is daarom noodzakelijk. Dit is goed en snel uit te voeren als de vacuümleiding één einde heeft voorzien van een spoelkraan. Via deze kraan wordt het spoelwater in de vacuümleiding gezogen. Heeft de leiding meer einden dan moet bij elk eind een spoelkraan of aftapkraan geplaatst zijn. In rondgaande leidingen dient in verband met de reiniging een afsluiter geplaatst te worden.
Bij melkmachines met melkmeetglazen wordt een vacuümleiding toegepast, die tevens dient als spoelleiding bij de reiniging van de installatie. Men spreekt dan van een vacuümspoelleiding. Tijdens het melken wordt via deze leiding de verbruikte lucht van de melkstellen afgevoerd en bij het reinigen vindt via deze leiding aanvoer van water plaats.

4.5 Onderdelen van de vacuümleiding

Voor het goed functioneren van de melkmachine zijn in de vacuümleiding, behalve de vacuümpomp, de volgende onderdelen noodzakelijk: vochtvanger, regulateur, vacuümmeter, vacuümkraan en aftapkraan. Om de installatie te kunnen doormeten, wordt een meet-T-stuk geplaatst.

4.5.1 Vochtvanger

De vochtvanger dient om vocht, vuil enzovoorts op te vangen, zodat dit niet in de vacuümpomp terecht kan komen. De vochtvanger wordt dicht bij de vacuümpomp geplaatst, moet vorm- en vacuümvast zijn en bestendig tegen roestvorming. Na het opheffen van het vacuüm moet de vochtvanger leeg kunnen lopen via een klep of automatisch vochtventiel. Het is van belang dat de vochtvanger een voldoende grote opening

heeft, zodat de binnenkant met een stevige borstel kan worden schoongemaakt. De vochtvanger moet minimaal 15 liter vocht kunnen bevatten zonder dat dit in de vacuümpomp terecht komt. De aansluiting naar de vacuümpomp moet zijn voorzien van een automatische vacuümafsluiter, die in werking komt als de vochtvanger te vol raakt. De binnendiameters van de in- en uitlaat van de vochtvanger dienen gelijk te zijn aan die van de vacuümleiding. Als de vochtvanger tevens een grote vacuüm-bufferende werking moet hebben, dient de inhoud aanzienlijk groter te zijn. Soms plaatst men hiervoor een speciale vacuümbalanstank. Deze balanstank wordt dan ook gebruikt om de diverse vacuümleidingen en het melkvoerende gedeelte te verbinden met de vacuümleiding naar de vacuümpomp.

4.5.2 Meet-T-stuk

Voor het doormeten van de installatie is een aansluitpunt nodig op de vacuümleiding tussen vochtvanger en regulateur. Hiervoor wordt in de regel een T-stuk gemonteerd, voorzien van een stop. Dit zogenaamde meet-T-stuk moet dezelfde diameter hebben als de vacuümleiding. In verband met het doormeten is het gewenst na dit T-stuk een afsluitkraan te plaatsen, uiteraard met dezelfde diameter als de vacuümleiding. Tevens wordt hier een vacuümkraan geplaatst om de controlevacuümmeter bij het doormeten van de installatie te kunnen aansluiten.

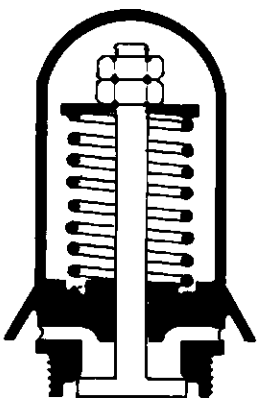
4.5.3 Regulateur

Een regulateur dient tijdens het melken het ingestelde vacuüm vrijwel constant te houden. Het principe van de werking van een regulateur is als volgt. Een opening in de vacuümleiding wordt afgesloten door een klep die op een zitting rust. Door middel van een veer of een gewicht wordt deze klep op de zitting gehouden. Bij een bepaalde onderdruk zal de door veer of gewicht uitgeoefende kracht op de klep onvoldoende zijn om deze op de zitting gedrukt te houden. De klep zal dan gelicht worden, waardoor buitenlucht toe kan stromen. De onderdruk daalt en met behulp van veer of gewicht zal de klep weer op de zitting worden gedrukt.

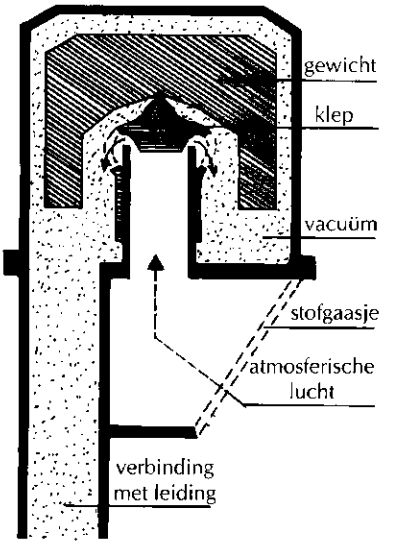
Bij de gewichtsregulateur wordt de hoogte van het vacuüm bepaald door enerzijds de zwaarte van klep en gewicht en anderzijds de oppervlakte van de door deze klep af te sluiten opening. Door verzwaring van het gewicht wordt de regulateur op een hoger vacuüm ingesteld. Voor de goede werking van de gewichtsregulateur is het belangrijk dat deze verticaal en trillingsvrij is gemonteerd.

Bij de veerregulateur wordt de hoogte van het vacuüm bepaald door de verhouding tussen de oppervlakte van de door de klep af te sluiten opening en de belasting van de klep. In dit geval wordt de klep op de zitting gedrukt met behulp van een gespannen veer. Door verho-

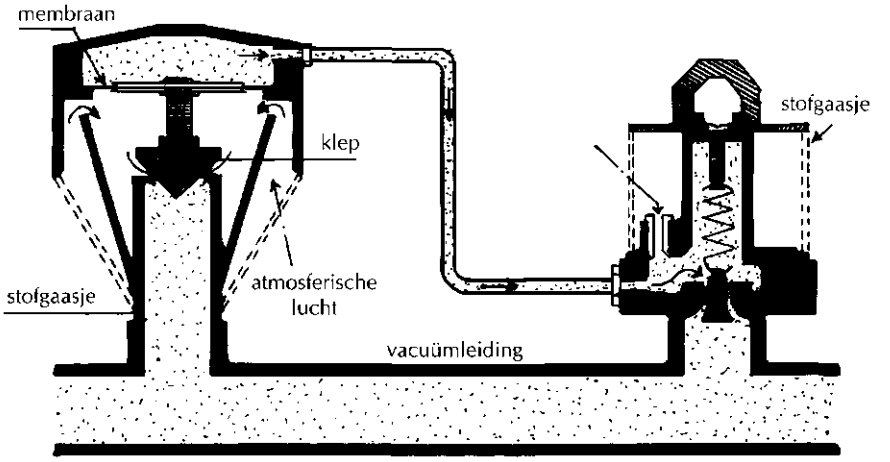
Figuur 4.7 Doorsnede veerregulateur



Figuur 4.8 Doorsnede gewichtsregulateur



Figuur 4.9 Doorsnede regulateur met drukaftaster (sensor)

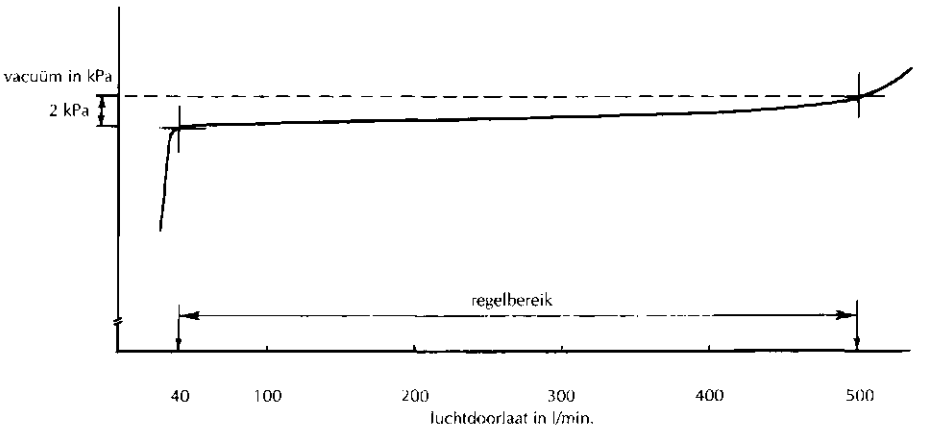


ging van de veerspanning wordt de regulateur op een hoger vacuüm ingesteld. Tijdens de werking ontstaan, vooral bij grote installaties vaak aanzienlijke variaties in de hoeveelheid lucht, die door de regulateur stroomt. Daardoor wordt de werking van het regelgedeelte, vooral bij een veerregulateur, ongunstig beïnvloed. Het vacuüm is dan minder stabiel. Dit verschijnsel heeft geleid tot andere constructies. Deze constructies bestaan uit een aparte klep, die wordt bestuurd door een drukaftaster of sensor. De klep is voorzien van een membraan. Hierboven bevindt zich een luchtkamer. Het afvoeren van meer of minder lucht wordt geregeld door de drukaftaster. Deze heeft de werking van een kleine veerregulateur. Indien het vacuüm boven de ingestelde waarde komt, zuigt deze drukaftaster lucht uit de luchtkamer. Hierdoor wordt de klep gelicht en kan lucht toestromen in de vacuümleiding. Deze instromende lucht beïnvloedt de werking van de drukaftaster niet. Daarom werkt dit principe nauwkeuriger dan de eerder beschreven constructies en heeft dit type een groter regelbereik.

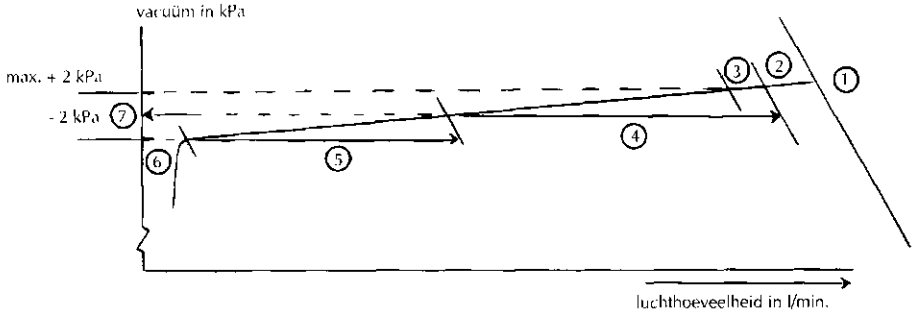
Regelbereik

Het regelbereik van de regulateur is de hoeveelheid lucht die de regulateur kan inlaten binnen

Figuur 4.10 Regelbereik van de regulateur



Figuur 4.11 De capaciteit van de vacuümpomp, het luchtverbruik van de installatie en de karakteristiek van de vacuümregulateur



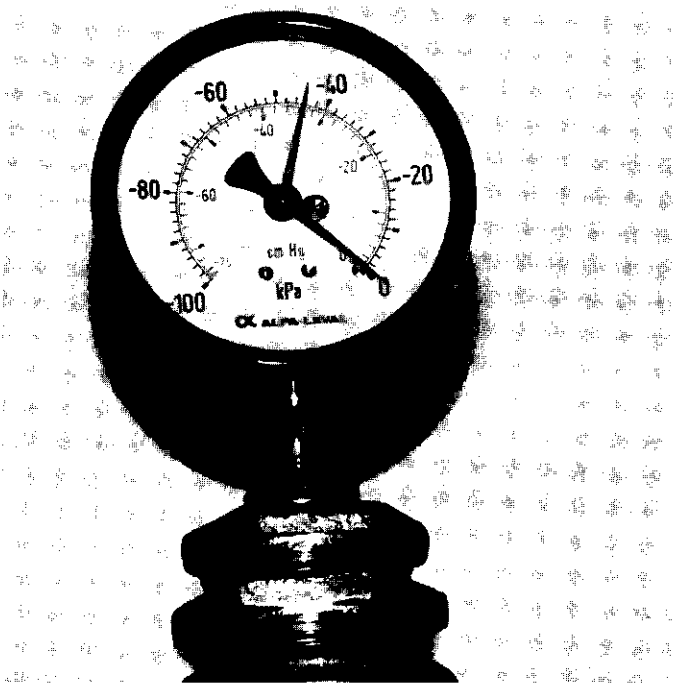
1 = vacuümpompkarakteristiek
2 = luchtverbruik van de installatie, incl. leklucht van het systeem
3 = luchtverbruik van alle melkstellen
4-3 = minimale regelbereik van de vacuümregulateur
5 = reservecapaciteit van de installatie
6 = leklucht van de vacuümregulateur
5-6 = totale reserve van de installatie
7 = bedrijfsvacuüm

een vacuümvariatie van 2 kPa (zie figuur 4.10). Vacuümvariaties kunnen optreden door verschillen in luchtverbruik van de melkstellen, pulsatiesystemen, hulpapparatuur enz. (zie figuur 4.11). Indien de melkstellen niet in werking zijn, is er sprake van een minimaal luchtverbruik en bij alle melkstellen in werking van een maximaal luchtverbruik. Het regelbereik van de regulateur moet groter zijn dan de variatie in dit luchtverbruik. Als dat het geval is, zal bij normaal gebruik van de installatie de vacuümvariatie binnen 2 kPa blijven.
Het regelbereik is afhankelijk van de gevoeligheid van de regulateur voor drukverschillen en de inwendige weerstand van het regelmechanisme. Als de geleiding van de klep in de regulateur of de sensor weinig weerstand ondervindt, zal bij kleine drukverschillen de klep reeds van stand veranderen.

Door slijtage, vervuiling enz. kan de weerstand sterk toenemen, waardoor het oorspronkelijke regelbereik afneemt en de hoeveelheid leklucht toeneemt. Voor het handhaven van de gewenste vacuümhoogte verdient één regulateur met een voldoende regelbereik de voorkeur boven plaatsing van twee of meer kleine regulateurs.

Leklucht van de regulateur
De leklucht van de regulateur is die hoeveelheid lucht die nog door de regulateur gaat, wanneer het vacuüm 2 kPa beneden het bedrijfsvacuüm is gedaald. Het bedrijfsvacuüm is die onderdruk in de installatie waarbij alle luchtverbruikende apparatuur in werking is. Aan de hoeveelheid leklucht bij regulateurs is een maximum gesteld. De norm bedraagt 35 l/min of indien groter 10% van de manuele reservecapaciteit. De moderne vacuümregulateurs met sensor blijven ver binnen deze norm. De hoeveelheid leklucht is behalve van de constructie ook afhankelijk van vervuiling en slijtage. Vervuiling ontstaat door de grote hoeveelheden doorstromende lucht. Met name op de randen, waar klep en zitting elkaar bijna raken, zal vuilafzetting optreden. Het is daarom van belang de vacuümregulateur op een stofvrije plaats te monteren. Slijtage is vaak een gevolg van een trillende klep tegen de zitting en een verkeerde stand van de regulateur. Bij vacuümregulateurs met sensor kan een lekkage in de membranen de hoeveelheid leklucht doen toenemen.
Een toename van de hoeveelheid leklucht van de regulateur zal altijd gepaard gaan met een kleiner wordend regelbereik.

Plaats van de regulateur
De regulateur moet vast en trillingsvrij op de vacuümleiding gemonteerd worden. Tevens mag geen vocht uit de vacuümleiding in de regulateur kunnen komen. Voor een goede werking van de regulateur mag de regulateur niet binnen



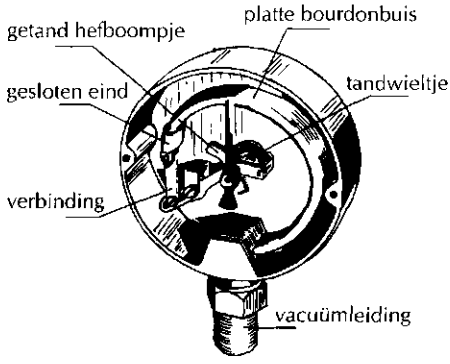
Wijzervacuümmeter met schaalverdeling in kPa.

0,5 m van een bocht of T-stuk worden geplaatst. De regulateur wordt in de regel tussen het meet-T-stuk en de luchtafscheider van het melkopvanggedeelte geplaatst, bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het melkvoerende gedeelte van de melkinstallatie. De regulateur mag ook op een vacuümbalanstank of op de vochtvanger worden geplaatst.

4.5.4 Vacuümmeter

Met een vacuümmeter wordt het drukverschil binnen en buiten de leiding gemeten.

Figuur 4.12 Schematische doorsnede wijzervacuümmeter



Veranderingen in drukverschil, zoals bij het afstellen van de vacuümhoogte en bij het gebruik van de melkmachine kunnen hiermee worden aangegeven.

De kwikvacuümmeter

De kwikvacuümmeter bestaat uit een glazen buis die aan de bovenzijde verbonden is met de vacuümleiding en aan de onderzijde met een kwikbakje. Door het drukverschil in de vacuümleiding en buitenlucht zal het kwik in de glazen buis stijgen en kan de vacuümhoogte afgelezen worden. Door het eenvoudige meetprincipe is deze meter zeer betrouwbaar. Vanwege de kwetsbaarheid echter wordt deze meter alleen gebruikt voor het controleren van vacuümmeters die gebruikt worden bij het doormeten van installaties.

De wijzervacuümmeter

Een wijzervacuümmeter werkt met behulp van een sikkelvormig plat buisje, een zogenaamde Bourdonbuis. Afhankelijk van de hoogte van het vacuüm wordt dit buisje meer of minder gebogen. Deze beweging wordt overgebracht op een wijzer. Een schaalverdeling op de wijzerplaat maakt het mogelijk de onderdruk af te lezen. Om ook op enige afstand de vacuümhoogte af te kunnen lezen moet de wijzervacuümmeter een diameter hebben van tenminste 75 mm en een schaal onderverdeeld per 2 kPa. Door hun constructie zijn de wijzervacuümmeters minder kwetsbaar dan de kwikvacuümmeters. Toch kunnen ze door schokken en andere oorzaken een foutieve aanwijzing geven. Daarom is het raadzaam deze meters één keer per jaar te laten controleren op een juiste aanwijzing.

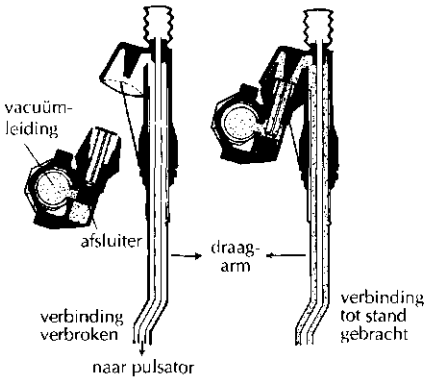
Plaats van de vacuümmeter

De vacuümmeter wordt gezien vanaf de vacuümpomp achter de regulateur geplaatst. Het verdient aanbeveling om in de melkstal op een in het oog springende plaats een tweede vacuümmeter te monteren. Op deze manier kan men tijdens het melken direct de vacuümhoogte aflezen. Vacuümmeters, die op een niet-trillingsvrije plaats gemonteerd worden dienen schokbestendig te zijn. Dit wordt bereikt door de meters met een glycerine-achtige vloeistof te vullen.

4.5.5 Vacuümkranen

Vacuümkranen worden gebruikt om de

Figuur 4.13 Constructie waardoor bij het aanbrengen en verwijderen van de draagarm van het melkstel de vacuümkraan automatisch wordt geopend en gesloten



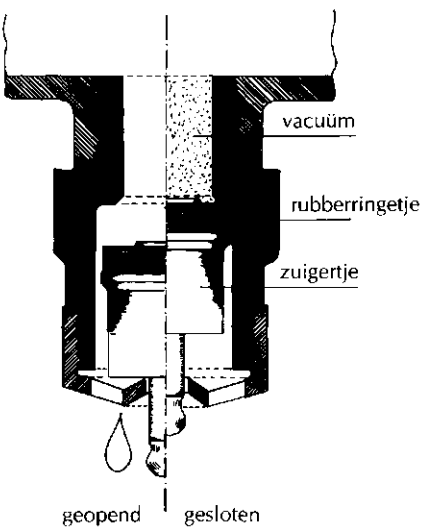
vacuümslang van het melkapparaat of de pulsator op de vacuümleiding aan te sluiten. De kraan is voorzien van stootnokjes, waardoor de plug bij openen en sluiten gemakkelijk de juiste stand krijgt. De vacuümkraan wordt aan de bovenzijde van de vacuümleiding gemonteerd om te voorkomen dat vuil en vocht uit de leiding in de kraan terecht komen. Het monteren van een vacuümkraan gebeurt in de regel door middel van een beugel, waardoor de kraan op de vacuümleiding vastgeklemd wordt. Voor een luchtdichte afsluiting is een afdichtingsringetje tussen kraan en buis nodig.
Naast deze vacuümkranen worden ook constructies toegepast waarbij door het aanbrengen en losmaken van de vacuümslang de vacuümkraan automatisch wordt geopend en gesloten. Bij enkele constructies is het mogelijk om met behulp van een handgreep zowel de lange melkslang als de lange pulsatieslang gelijktijdig aan de melkleiding respectievelijk vacuümleiding te koppelen.

Aftapkranen
Om vocht uit de vacuümleiding te kunnen verwijderen dienen op de laagste plaatsen aftapkranen aan de onderzijde van de vacuümleiding te worden gemonteerd. Dit zijn rechte kranen die met een plug kunnen worden geopend en gesloten. In plaats van aftapkranen kan ook gebruik worden gemaakt van automatische vochtventielen. Dit zijn aftapkranen bestaande uit een buisje met in de bovenste helft een nauwe opening en in de onderste helft een ruime opening. In de ruime opening is een klepje gemonteerd. De onderzijde van de ruime opening wordt afgesloten door een schroefdop met gaatjes. Bij een in werking zijnde melkmachine wordt het klepje door het drukverschil tussen buitenlucht en vacuüm tegen de nauwe opening gedrukt. Na uitschakeling van het vacuüm zal het klepje op de schroefdop vallen. Het in de leiding aanwezige vocht kan dan via de gaatjes in de schroefdop de vacuümleiding verlaten. Automatische vochtventielen vereisen regelmatig onderhoud. Door vuilafzetting kan het openen en afsluiten van de vacuümleiding te wensen overlaten. Daardoor kunnen lekkages optreden. Om deze reden heeft bij een vacuümleiding in de grond een aftapkraan de voorkeur.

4.6 Opwekken van drukwisselingen

Bij machinaal melken wordt gebruik gemaakt van een elastische tepelvoering die in een tepelbeker wordt gemonteerd. Tussen tepelvoering en beker ontstaat daarbij een ruimte, pulsatieruimte genaamd. Door deze pulsatieruimte afwisselend in verbinding te brengen met het vacuüm en met de buitenlucht zal de tepelvoering openen en sluiten. Dit proces wordt in stand gehouden door de drukwisselaar.

Figuur 4.14 Automatisch vochtventiel



4.6.1 Drukwisselaar

Een drukwisselaar staat in verbinding met de buitenlucht, het vacuüm en de pulsatieruimten. Een klep - in de vorm van een schijf, schuif, of zuiger - in de drukwisselaar kan ten opzichte van de drie verbindingen twee standen innemen en hierdoor de verbinding buitenlucht-pulsatieruimte of de verbinding vacuüm-pulsatieruimte tot stand brengen. In de ene stand kan de buitenlucht vrij toestromen in de pulsatieruimte (rustslag), in de andere stand ontstaat een vacuüm in deze ruimte (zuigslag). De klep kan op verschillende manieren worden aangedreven, nl. door middel van één of meer zuigers of membranen aangedreven door het vacuüm, door middel van een elektromagneet met een stroomonderbreker of door middel van een mechanische aandrijving. Een drukwisselaar kan bij alle tepelhouders van hetzelfde melkstel gelijktijdig zuig- of rustslag tot stand brengen (simultaan werkend), maar het is ook mogelijk dat in twee tepelhouders rustslag en gelijktijdig in de twee andere tepelhouders zuigslag tot stand gebracht wordt (alternatief werkend).

Drukwisselaars zijn al naar gelang hun wijze van functioneren in de melkinstallatie in te delen in twee groepen, te weten;

1. Individueel pulsatorsysteem
   Elk melkstel heeft een eigen zelfstandig werkende drukwisselaar. Dit kan een pneumatische pulsator of een elektromagnetische pulsator zijn.
2. Centraal drukwisselingssysteem
   Groepen melkstellen worden bediend door een centrale drukwisselaar. Hierbij kan een centrale klep mechanisch worden aangedreven of meerdere kleppen worden gelijktijdig aangedreven door een pulsator of een elektromagnetisch systeem.

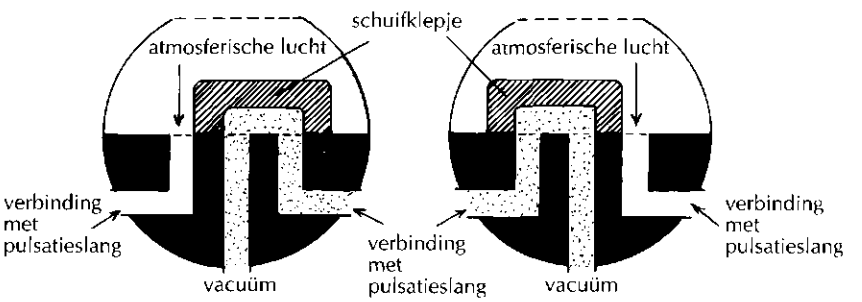
In de jaren '70 en '80 is door de opkomst van de doorloopmelkstallen het centraal drukwisselingssysteem meer in zwang geraakt. De laatste jaren is er weer meer sprake van elektronische drukwisselingssystemen met een drukwisselaar voor elk melkstel.

4.6.2 Drukwisselingssystemen per melkstel

De pneumatische pulsator

Bij machines die volgens het pulsatorsysteem werken, is de pulsator aangesloten op de vacuümleiding. Al naar gelang de pulsator simultaan of alternatief werkt, zijn één of twee aansluitnippels voor de pulsatieslangen aanwezig. Deze pulsatieslangen vormen de verbinding tussen de pulsator en de vier tepelhouders. Ook kan buitenlucht in de pulsator toestromen.
De pulsator heeft tot taak afwisselend buitenlucht en vacuüm in de pulsatieruimten van de tepelhouders toe te laten. De klep in de pulsator moet dus steeds van stand veranderen, waarvoor een aandrijving nodig is. De constructie van het aandrijvend deel van de pulsator bestaat uit één of meer zuigers of één of meer membranen. Een membraan is een stukje canvasrubber dat met de buitenrand tussen twee pulsatordelen wordt geklemd. Hierdoor worden, evenals met een zuiger in een cilinder, luchtkamers gevormd.
Het aandrijvend deel van de pulsator wordt in beweging gebracht door gebruik te maken van het vacuüm. Bij ontstaan van vacuüm boven de

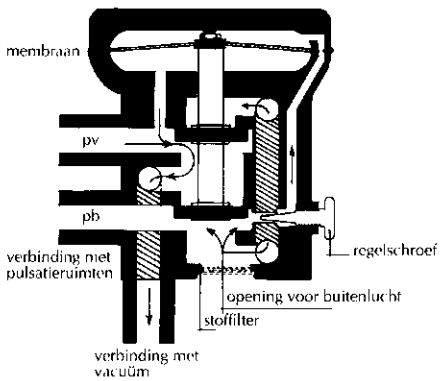
Figuur 4.15 Principe van de werking van de drukwisselaar (alternatief systeem)



zuiger of de membraan zal deze zich in opwaartse richting bewegen. Deze beweging wordt gebruikt om de klep die voor de drukwisselingen zorgt van stand te doen veranderen, waardoor ook de druk in de pulsatieruimte van de tepelhouders verandert. De gewijzigde klepstand heeft tevens tot gevolg dat de druk boven de zuiger of membraan ook verandert, zodat deze in tegengestelde richting gaat. Deze beweging brengt de klep in zijn beginstand terug, waarna het bovenstaande zich herhaalt. De pulsator 'loopt'.
Bij sommige pulsators is voor de omkeerbeweging van zuiger of membraan een aparte klep gemonteerd. Een pulsator met zuigers wordt zuigerpulsator genoemd; met membraan membraanpulsator (zie figuur 4.16).

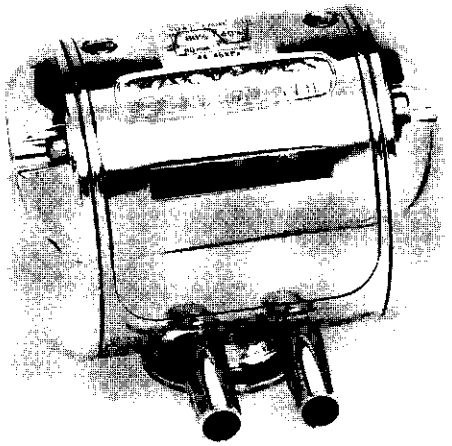
Bij een zuigerpulsator zijn de zuigers voorzien van een manchet van leer of kunststof. Ze dienen voor een luchtdichte afsluiting tussen zuiger en cilinderwand. Voor het verminderen van de wrijvingsweerstand moeten de zuigers worden gesmeerd met speciale pulsatorolie. Deze is namelijk minder onderhevig aan viscositeitsverschillen bij temperatuurwisseling. Desondanks zal een zuigerpulsator bij wisselende temperaturen toch een verschillend aantal pulsaties geven.
Bij een membraanpulsator zal tijdens het werken de membraan in het midden naar beide zijden ongeveer 0,5 cm bol gaan staan. Hier treedt geen wrijvingsweerstand op, zodat de membranen niet gesmeerd behoeven te worden. Bij

Figuur 4.16 Schema van een membraanpulsator



sommige membraanpulsators glijdt de klep over een metalen blok met luchtkanalen. Door de korte slag van de klep en het kleine raakvlak met het metalen blok is smering hiervan in de regel overbodig. Om deze redenen wordt wel de voorkeur gegeven aan membraanpulsators.
Om de pulsator op het juiste aantal pulsaties te kunnen instellen is soms een regelschroef gemonteerd. Hiermee kan de snelheid van het toestromen en wegzuigen van de lucht boven de zuiger of membraan worden geregeld. Een regelschroef met een fijne schroefdraad en voorzien van een lange conische naald maakt het mogelijk het aantal pulsaties per minuut nauwkeurig te regelen. Bij andere pulsators is het aantal pulsaties per minuut bij de vervaardiging vastgelegd en gekoppeld aan een bepaald vacuüm. Wijzigingen in het aantal pulsaties kunnen dan alleen nog ontstaan door een verandering van het vacuüm, door slijtage en door vervuiling.

Onderhoud van de pulsators
Voor alle pulsators geldt dat zij inwendig schoon moeten zijn. Pulsators kunnen vervuilen door stoffige lucht. Daarom zijn ze vrijwel alle voorzien van een stoffilter. Een stoffilter kan bestaan uit een fijnmazig gaas, een stukje vilt of schuimplastic. Op den duur kan het filter verstopt raken. Dit heeft tot gevolg dat de buitenlucht niet meer vrij kan toestromen, waardoor een goede werking van de pulsator wordt verstoord. Het stoffilter moet daarom op tijd worden gereinigd of vernieuwd. Ook moeten beschadigde filters door nieuwe worden vervangen. Op den duur zullen de manchetten en membranen van de pulsator slijtage vertonen waardoor de regelmaat van de pulsaties kan stagneren. Versleten of lekkende manchetten en membranen moeten dan door nieuwe worden vervangen. Ook is het soms nodig kleppen en metalen blok te laten slijpen (vlakken) of door nieuwe te vervangen.
Een andere oorzaak van vervuilen kan zijn dat melk in de pulsator is gekomen door het omvallen of 'overvol' melken van het melkapparaat. In dat geval dient de pulsator na het melken te worden gedemonteerd en gereinigd. Om het indringen van water tijdens het melken te voorkomen moet de pulsator spatwaterdicht zijn afgesloten door bijvoorbeeld een kap over de luchttoevoeropening. Soms is de opening aan de onderzijde van de pulsator aangebracht.



Pneumatische pulsator.

De elektromagnetische pulsator
Bij de elektromagnetische pulsator wordt de klep aangedreven door middel van een elektromagneet. In de drukwisselaar bevindt zich een elektromagneet met een elektronische stuureenheid. De benodigde gelijkstroom van 12 of 24 Volt kan worden verkregen door:

- Gebruik te maken van stroom van het elektrische net; hierbij is een transformator nodig om de spanning van 220 Volt te brengen op 12 of 24 Volt en tevens een gelijkrichter om wisselstroom om te vormen tot gelijkstroom.
- Gebruik te maken van een accu.

Elektromagnetische drukwisselaar met stimulatie.

De gelijkstroom wordt door een geïsoleerde draad geleid naar de diverse vacuümkranen. Bij

het aansluiten van de drukwisselaar op de vacuümleiding wordt gelijktijdig een verbinding gemaakt met een elektrisch contact. De terugvoer van de stroom kan plaatsvinden via een geïsoleerde draad of via de vacuümleiding. In dat laatste geval moet de elektromagneet contact maken met de vacuümkraan. Accu's worden vooral toegepast bij elektromagnetische pulsators in grupstallen. Bij toepassing van een accu vindt het opladen van de accu plaats tussen de melktijden.

De elektromagnetische pulsator werkt als volgt. Bij een gesloten stroomkring wordt de kern in de elektromagneet magnetisch, waardoor de klep wordt aangetrokken. Bij het onderbreken van de stroomkring valt deze klep weer terug. Door dus afwisselend de spoelen van de elektromagneet te bekrachtigen, wordt eveneens afwisselend buitenlucht of vacuüm toegelaten tot de pulsatieruimte van de tepelhouders. Voor het onderbreken van de stroomkring wordt gebruik gemaakt van een elektronische stuureenheid. Het aantal pulsaties en de opbouw van de pulsatiecurve blijven dan ook steeds gelijk, ongeacht vacuümhoogte en temperatuur.

De laatste jaren worden vaak microprocessors toegepast als stuureenheid voor de elektromagneet. Door de microprocessor te voorzien van speciale programma's, is het mogelijk de processor ook als stuureenheid te laten fungeren voor hulpapparatuur, zoals stimulatieapparatuur, elektronische melkmeters, lichtsignalering, melkstopapparatuur of afneemapparatuur. Elektromagnetische pulsators kunnen gevoelig zijn voor vocht en vuil. Veelal wordt het elektronische gedeelte beschermd door een laagje kunststof, waardoor problemen worden vermeden en het systeem betrouwbaar kan functioneren.

4.6.3 Centrale drukwisselingssysteem

Zowel bij het pneumatische als het elektronische pulsatorsysteem wordt één drukwisselaar per één of twee melkstellen toegepast. Het is ook mogelijk om meer melkstellen gelijktijdig te laten functioneren. We spreken dan van een centraal drukwisselingssysteem. Kenmerkend voor een centraal drukwisselingssysteem is dat één stuureenheid meerdere kleppen bestuurt. Het voordeel van een centraal drukwisselingssysteem is, dat het aantal pulsaties bij alle op de

installatie aangesloten melkapparaten steeds gelijk is.
Bij de centrale drukwisselingssystemen kunnen we drie verschillende uitvoeringen onderscheiden:

- Centraal drukwisselingssysteem, waarbij twee of meer kleppen gelijktijdig worden aangedreven door een elektromagnetisch systeem.
- Centraal drukwisselingssysteem, waarbij twee of meer kleppen gelijktijdig worden aangedreven door een pulsator.
- Centraal drukwisselingssysteem, waarbij één centrale klep mechanisch wordt aangedreven.

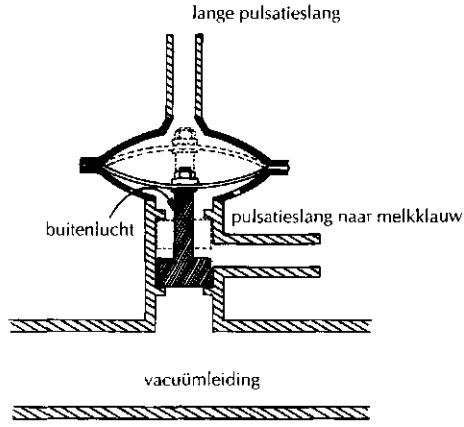
Het elektromagnetische centrale drukwisselingssysteem

Het centrale drukwisselingssysteem, waarbij meerdere kleppen gelijktijdig worden aangedreven door een elektromagnetisch systeem wordt vooral toegepast in doorloopmelkstallen. De kleppen worden evenals bij het elektronische pulsatorsysteem aangedreven door middel van een elektromagneet. Bij dit centrale systeem wordt de stuureenheid op een centrale plaats, doorgaans het melklokaal, geplaatst. De stuureenheid bedient nu meerdere elektromagneten tegelijkertijd. De benodigde gelijkstroom kan op dezelfde wijze worden verkregen als bij de elektronische pulsator. Vanaf de centrale stuureenheid wordt de gelijkstroom door een geïsoleerde draad naar de diverse aansluitingen geleid, waar contact gemaakt wordt met de elektromagneet. De terugvoer van de stroom kan plaats vinden via de vacuümleiding of een geïsoleerde draad. Bij een gesloten stroomkring wordt de kern in de magneetkop magnetisch en wordt de klep aangetrokken. Bij het onderbreken van de stroomkring valt de klep weer terug. De op deze wijze in de magneetknop ontstane drukwisselingen worden door de lange pulsatieslang naar de tepelhouders gevoerd. Het onderbreken van de stroom vindt plaats in de centrale stuureenheid. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van een mechanische of een elektronische onderbreker. Zo'n mechanische onderbreker bestaat bijvoorbeeld uit twee contactpunten, waarvan er één bevestigd is op een hefboompje. Onder dit hefboompje bevindt zich een asje, voorzien van onderbrekernok. Dit asje wordt aangedreven door een kleine elektromotor. Tijdens elke omwenteling van het asje licht de onderbrekernok het hefboompje met contactpunt op, waardoor de stroomkring wordt verbroken. Als de nok onder het hefboompje is doorgedraaid, valt de beweegbare contactpunt weer terug en wordt de stroomkring gesloten. De elektronische onderbreker werkt op een wijze zoals beschreven bij de elektromagnetische pulsator. Ook bij dit drukwisselingssysteem vinden de drukwisselingen gelijktijdig plaats in alle aangesloten melkstellen.
De laatste jaren is er een tendens naar het gebruik van een centrale elektronische stuureenheid die de diverse elektromagneten in groepen bestuurt. Het aantal pulsaties en de zuig/rustslagverhouding blijft in alle melkstellen gelijk. De drukwisselingen van de elektromagneten vinden echter niet allemaal gelijktijdig plaats, maar groepsgewijs achter elkaar. Er ontstaat een spreiding in het luchtverbruik. Dit bevordert de vacuümstabiliteit in de melkinstallatie en stelt minder hoge eisen aan de diameter van de leidingen en de vacuümpompcapaciteit.

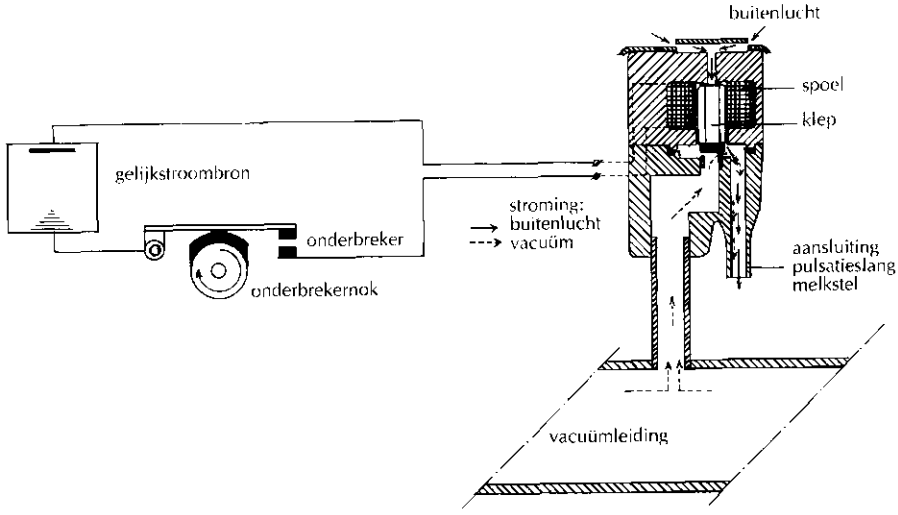
Het pneumatische centrale drukwisselingssysteem

Het centrale drukwisselingssysteem, waarbij meerdere kleppen worden aangedreven door een pulsator, heeft uitsluitend toepassing gevonden in doorloopmelkstallen. In de melkstal is een vacuümleiding gemonteerd. De pulsator wordt op een centrale plaats op de vacuümleiding aangebracht. Via de lange pulsatieleidingen worden de drukwisselingen overgebracht naar de melkstellen. In een lange pulsatieleiding ondervindt de lucht echter veel weerstand. Dit

Figuur 4.17 Doorsnede drukwisselingsversneller

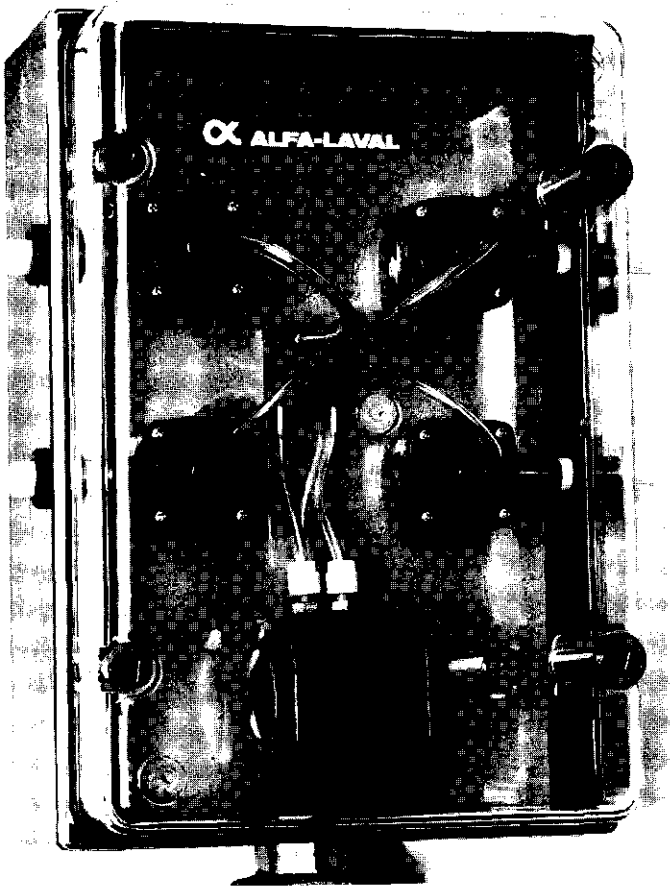


Figuur 4.18 Schema van het elektromagnetische centrale drukwisselingssysteem



geldt zowel voor het aanvoeren van de buitenlucht (rustslag) als het afvoeren van de lucht (zuigslag). Hierdoor kunnen de drukwisselingen sterk afvlakken, waardoor de overgang van zuigslag naar rustslag en omgekeerd te langzaam tot stand komt. Om dit tegen te gaan worden drukwisselingsversnellers gemonteerd. Reeds bij een gering vacuüm in de pulsatieleiding wordt in deze drukwisselingsversneller een klepje gelicht, waarna de lucht uit de pulsatieruimte wordt afgevoerd via de veel ruimere vacuümleiding. De toevoer van lucht naar de pulsatieruimte vindt plaats via openingen in de drukwisselingsversneller. Door toepassing van een drukwisselingsversneller wordt dus bereikt, dat de drukwisselingen in de tepelhouder voldoende snel plaats vinden.

Centrale pulsator met drukwisselingsversnellers.



Er is ook een constructie, waarbij de drukwisselingsversnellers vlak bij de centrale pulsator worden geplaatst. Deze constructie wordt in zijn geheel gemonteerd in een behuizing van kunststof. De drukwisselingsversnellers worden verbonden met een lange pulsatieleiding. Op deze leiding wordt de lange pulsatieslang van elk melkstel aangesloten. Via de lange pulsatieleiding en pulsatieslang worden de drukwisselingen doorgegeven naar de pulsatieruimten van de tepelhouders. Naarmate het melkstel verder verwijderd is van de drukwisselingsversnellers, treedt enige afvlakking van de drukwisselingen op. Doorgaans worden daarom tot maximaal zes melkstellen aangesloten op een dergelijk centraal drukwisselingssysteem. In grotere melkstallen worden dan ook twee of meer centrale pulsators met drukwisselingsversnellers geplaatst. Elke centrale drukwisselaar met de bijbehorende drukwisselingsversnellers bedient dan een groep melkstellen. Door indeling van

de melkstellen in groepen, wordt bereikt dat de vacuümvariaties beperkt blijven. Dit systeem wordt echter niet veel meer toegepast.

Het mechanische centrale drukwisselingssysteem
Bij het centrale drukwisselingssysteem, waarbij een centrale klep mechanisch wordt aangedreven, bevindt zich bij de vacuümpomp een drukwisselaar, die alle aangesloten melkapparaten van drukwisselingen voorziet. De klep wordt mechanisch aangedreven door een verlengde as van de vacuümpomp. Dit systeem wordt echter niet veel meer toegepast.

Luchtaanvoerleidingen
Voor een goede werking van pulsators is het belangrijk dat de drukwisselaars schoon blijven. In doorloopmelkstallen kan door vervuiling met stof en vocht het aanwezige filter van de drukwisselaar vrij snel vervuild en verstopt raken. Hierdoor kan geen lucht meer toestromen. Hierdoor is het mogelijk dat de tepelvoering onvoldoende sluit. Om het aanzuigen van vervuilde lucht tegen te gaan, kan een luchtaanvoerleiding worden gemonteerd. Iedere drukwisselaar wordt hierop aangesloten. Aan het eind van de luchtaanvoerleiding wordt een filter aangebracht, zodat altijd schone lucht wordt aangezogen.

4.6.4 Pulsatiecurve
In de pulsatieruimte van de tepelhouders heerst beurtelings vacuüm en atmosferische druk. Het wegzuigen van lucht en het weer toestromen ervan neemt enige tijd in beslag. Deze perioden vormen de overgangsfasen.

De fasen
Een pulsatiecyclus bestaat uit de volgende vier onderdelen:

a-fase = de overgangsfase van atmosferische druk naar vacuüm
b-fase = de stationaire vacuümfase
c-fase = de overgangsfase van vacuüm naar atmosferische druk
d-fase = de stationaire atmosferische fase

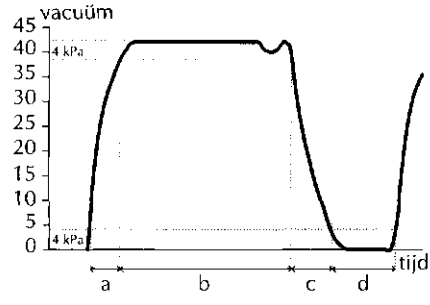
Het drukverloop tijdens de pulsatiecyclus kan in een curve worden vastgelegd, de zogenaamde pulsatiecurve. Om het analyseren van de pulsatiecurve te vergemakkelijken wordt deze van meetlijnen voorzien. De onderste meetlijn wordt 4 kPa boven de basislijn geplaatst; de bovenste meetlijn wordt 4 kPa beneden de top van de curve getrokken. Op de snijpunten met de pulsatiecurve eindigt een fase. Dit snijpunt is ook het begin van de volgende fase.
De duur van elke fase wordt weergegeven in % van de totale cyclustijd, bijvoorbeeld:
De berekening van de zuig/rustslagverhouding (Z:R) gebeurt op dezelfde wijze. De weergave is

$$\frac{a}{a+b+c+d} = \ldots\ldots\ldots \%$$

(a+b):(c+d). Omdat de onderdelen van de pulsatiecurve in procenten van de cyclustijd worden berekend is vergelijking ervan met andere uitkomsten van metingen alleen mogelijk bij eenzelfde cyclustijd (gelijk aantal pulsaties). Zijn de aantallen pulsaties verschillend, dan is vergelijking alleen mogelijk wanneer de onderdelen van de curve niet in procenten van de cyclustijd, maar in tijdsduur worden weergegeven (zie tabel 4.3). Een weergave van de fasen in milliseconden (ms) heeft dan ook de voorkeur.

De zuig/rustslagverhouding
Het streven om koeien in kortere tijd te kunnen melken heeft ertoe geleid dat algemeen een ruimere zuig/rustslagverhouding dan 50:50 wordt toegepast. Bij een gelijkblijvend aantal pulsaties wordt daardoor de b-fase langer ten koste van de d-fase (zie tabel 4.4).
Verhoging van het aantal pulsaties per minuut verkort de b-fase niet alleen per pulsatie, maar ook per minuut (tabel 4.5). Dit hangt wel van het soort drukwisselingssysteem af. Bij elektromagnetische systemen blijven bij verandering van het aantal pulsaties de a- en de c-fase in tijdsduur gelijk. Bij pulsatorsystemen kunnen

Figuur 4.19 De pulsatiecurve



Tijdens de periodieke controle wordt de pulsatiecurve vastgelegd.

door het sneller heen en weer bewegen van bijv. het schuifje bij een hoger aantal pulsaties de a- en c-fase in tijd wel korter worden en omgekeerd.
De optimale verdeling van de pulsatiecurve is moeilijk aan te geven. Internationaal zijn er een aantal minimumeisen gesteld. De b-fase moet minimaal 30% van de cyclustijd bedragen (300 ms), terwijl de d-fase minimaal 15% van de cyclustijd (150 ms) moet bedragen. Bij alternatief werkende drukwisselingssystemen mag de onkantheid, dat wil zeggen het verschil tussen de zuig/rustslagverhoudingen van de twee alternatieve kanten niet meer bedragen dan 5%.

4.7 Melkvoerend gedeelte van de installatie

Het melkvoerend gedeelte van de melkinstallatie bestaat uit een stelsel van melkleidingen waarop de melkstellen worden aangesloten. Aan het eind van de melkleiding bevindt zich het melkopvanggedeelte. Het melkopvanggedeelte bestaat uit de luchtafscheider en de melkpomp.

4.7.1 Materiaal

De materialen van de melkmachine die met de melk in aanraking komen, dienen aan de daarvoor in de levensmiddelensector geldende wet-

Tabel 4.3 Invloed van het aantal pulsaties per minuut op de componenten van de pulsatiecurve (bij in tijd gelijkblijvende a- en c-fase)

Aantal puls. per minuut	Cyclustijd (ms)	in %				in ms			
		a	b	c	d	a	b	c	d
45	1333	11	49	9	31	150	650	120	410
50	1200	12	48	10	30	150	570	120	360
55	1091	14	46	11	29	150	500	120	320
60	1000	15	45	12	28	150	450	120	280
65	923	16	44	13	27	150	400	120	250

Tabel 4.4 Invloed van de zuig/rustslagverhouding (Z:R) op componenten van de pulsatiecurve bij een pulsatiesnelheid van 50 per minuut

Zuig/rustslagverhouding	in %				in ms			
	a	b	c	d	a	b	c	d
50:50	12	38	10	40	150	450	120	480
55:45	12	43	10	35	150	510	120	420
60:40	12	48	10	30	150	570	120	360
65:35	12	53	10	25	150	630	120	300
70:30	12	58	10	20	150	690	120	240

Tabel 4.5 Invloed aantal pulsaties op de tijdsduur van de b-fase bij Z:R=60:40

Aantal pulsaties	b-tijd per cyclus (ms)	b-tijd per minuut (s)
45	650	29.5
50	570	28.5
55	505	27.8
60	450	27.0
65	404	26.3
70	364	25.5

telijke bepalingen en besluiten te voldoen. Alle toegepaste materialen die in contact komen met reinigings- en desinfectiemiddelen in de gebruikelijke concentraties en daarbij behorende temperaturen dienen tegen deze middelen bestand te zijn en gemakkelijk te kunnen worden gereinigd. Koper of koperlegeringen mogen niet worden gebruikt in delen van de installatie die in contact komen met melk of reinigings- en desinfectiemiddelen. Bij toepassing van lijmverbindingen dienen deze ook bestand te zijn tegen temperatuurvariaties.
Voor de niet vervormbare onderdelen van het melkvoerend gedeelte (bijv. machine-emmers, melkleidingen en melkmeetglazen) dient roestvast staal, hittebestendig glas of ander geschikt vetresistent materiaal te worden gebruikt. De flexibele onderdelen (bijv. afdichtingsringen, tepelvoeringen) dienen te zijn vervaardigd van synthetisch rubber of ander vetresistent flexibel materiaal, overeenkomstig de aanbevelingen.
De toegepaste materialen mogen geen stoffen aan de melk afgeven. Alle oppervlakken, die met melk in aanraking komen, moeten glad afgewerkt zijn. Indien hittereiniging wordt gebruikt, moeten de toegepaste materialen een temperatuur van 100 °C kunnen verdragen.
Roestvast staal heeft de eigenschap zeer solide te zijn. Het bevat o.a. een hoeveelheid chroom en nikkel, waardoor het oppervlak hard en duurzaam is, d.w.z. een oppervlaktelaagje beschermt het materiaal tegen roesten.
Beschadiging van het laagje kan roestvorming tot gevolg hebben, vooral wanneer dit samengaat met elektrochemische reacties onder afsluiting van lucht, bijv. door vervuiling. Als nadeel moet worden genoemd dat roestvast staal niet doorzichtig is.
Glas, dat ook voor melkleidingen wordt gebruikt, moet bestand zijn tegen plotselinge temperatuurwisselingen. Het zogenoemde hardglas heeft door zijn samenstelling deze eigenschap; de uitzettingscoëfficiënt is klein.
Daarnaast heeft glas een dicht en glad oppervlak, is het doorzichtig en corrosiebestendig. Maar het is ook breekbaar en ter plaatse minder gemakkelijk te verwerken.
Voor de aanleg van vacuümspoelleidingen wordt meestal gebruik gemaakt van roestvast staal.

4.7.2 Diameter van de melkleiding

De diameter van de melkleiding heeft, afhankelijk van de lengte en de hoeveelheid melk en lucht die er per minuut doorstroomt, grote

Tabel 4.6 Maximaal aantal melkstellen op leiding bij een maximale melksnelheid van 4 kg/min en een maximale vacuümdaling van 2 kPa

Melkleiding	Inwendige diameter (mm)	Lengte melkleiding (m)			
		10	20	30	50
Enkelzijdig	38	3	2	-	-
	51	6	4	3	2
	63	>6*	6	5	4
	76	>10*	10	8	6
Rondgaand (tweezijdig aangesloten)	38	>7*	7	5	4
	51	>12*	12	10	7
	63	>14*	>14*	14	12

* Het maximum wordt bepaald door het aantal melkstellen dat aangesloten kan worden op dit stuk leiding. Bijvoorbeeld in een twintigstands zij-aan-zijstal met een rondgaande melkleiding van 20 m en een diameter van 63 mm kunnen 20 melkstellen worden aangesloten.

invloed op het drukverschil dat in de leiding kan optreden. Daarnaast beïnvloedt de ligging van de leiding de stabiliteit van het vacuüm. Een afschot van 1 tot 2% blijkt noodzakelijk om de melk vlot af te kunnen voeren. Om de afstand waarover de melk moet worden getransporteerd te beperken, wordt algemeen een tweezijdige aansluiting van de leiding op de luchtafscheider toegepast. Dit wil zeggen dat beide einden van de melkleiding verbonden zijn met de luchtafscheider.
Op grote grupstalbedrijven waar de koeien in verschillende rijen staan opgesteld wordt de melkleiding wel in twee circuits aangelegd om de vacuümdalingen door kolomvorming zoveel mogelijk te beperken.
Internationaal zijn er afspraken gemaakt omtrent de berekening van de gewenste diameter, waarbij vooral rekening wordt gehouden met de af te voeren hoeveelheid melk en lucht. De hoeveelheid melk wordt vooral bepaald door de maximale melksnelheid van de koeien. Uit onderzoek blijkt dat 95% van de koeien een maximale melksnelheid heeft die beneden 5 kg/min ligt. Voor de berekening van de diameter van melkleidingen wordt meestal uitgegaan van een maximale melksnelheid van 4 tot 5 kg/min. Bij de hoeveelheid lucht gaat het niet alleen om de luchtinlaat van melkstellen en melkmeters, maar ook om de luchtinlaat bij het aansluiten van het melkstel. Veelvuldig luchtzuigen tijdens het aansluiten of afnemen van het melkstel vergroot de luchtstroom door de melkleiding. Deze plotselinge luchtinlaten veroorzaken kolomvorming van melk in de leiding. Hierdoor ontstaan vacuümdalingen. Een juiste melktechniek bij aansluiten en afnemen van het melkstel is dus van belang. Tabel 4.6 is gebaseerd op de ISO-normen voor melkinstallaties en geeft het maximale aantal melkstellen bij diverse leidingdiameters.

4.7.3 Luchtafscheider

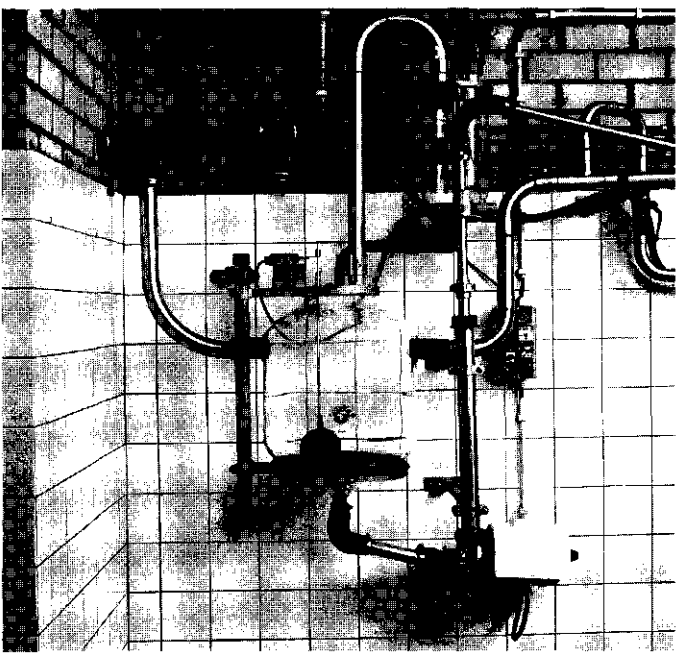
De luchtafscheider zorgt ervoor dat de lucht die bij het melken via het melkstel in de melkleiding terecht komt, gescheiden wordt van de melk. De luchtafscheider heeft in de regel vier aansluitingen. Twee ervan - meestal boven in de zijwand opgenomen - vormen de verbinding met de melkleiding. Bij sommige constructies zijn ze zo geplaatst, dat de melk langs de wand naar beneden vloeit. De lucht die met de melk in de luchtafscheider stroomt, wordt via een verbinding met de vacuümleiding afgevoerd. Deze verbinding bevindt zich aan de bovenkant van de luchtafscheider. Hierin is een overloopbeveiliger opgenomen. Deze beveiliger bestaat uit een kleine vochtvanger met een inhoud van enkele liters. In deze beveiliger bevindt zich een drijver die de verbinding naar de vacuümleiding afsluit als om een of andere reden het vloeistofniveau te hoog wordt. Zo wordt voorkomen dat melk of reinigingsvloeistof in de vacuümleiding terecht komt. De inhoud van de luchtafscheider moet afgestemd zijn op de aanvoer van melk en lucht. Doorgaans worden luchtafscheiders geplaatst met een inhoud van 30 tot 50 liter. In grote doorloopmelkstallen worden ook wel luchtafscheiders van 100 l inhoud geplaatst.

4.7.4 Melkpomp

De onderzijde van de luchtafscheider is verbonden met een elektrisch aangedreven melkpomp. Meestal is dit een centrifugaalpomp. Deze pomp zuigt de melk uit de luchtafscheider en perst ze door de persleiding naar de tank. Pomp en elektromotor vormen een geheel. De as van de elektromotor komt in het pomphuis uit. Op deze as is een rotor aangebracht. De rotor brengt de melk in een sneldraaiende beweging en deze wordt door de werking van de middelpuntvliedende kracht uit het pomphuis in de persleiding geperst. In het centrum van het pomphuis ontstaat daardoor een onderdruk, groter dan die welke in de luchtafscheider heerst. Daardoor stroomt via de centraal geplaatste aanvoerleiding weer melk in het pomphuis. Achter de melkpomp is een terugslagklep geplaatst. Ook wordt wel gebruik gemaakt van een melkpomp van het verdringertype. Hierbij is de rotor meestal van rubber en heeft de vorm van een tandwiel. Deze rotor is excentrisch in het pomphuis geplaatst. Bij gebruik van dit type melkpomp is een terugslagklep in de persleiding niet nodig. De pompcapaciteit is doorgaans wat lager dan die van centrifugaalpompen.

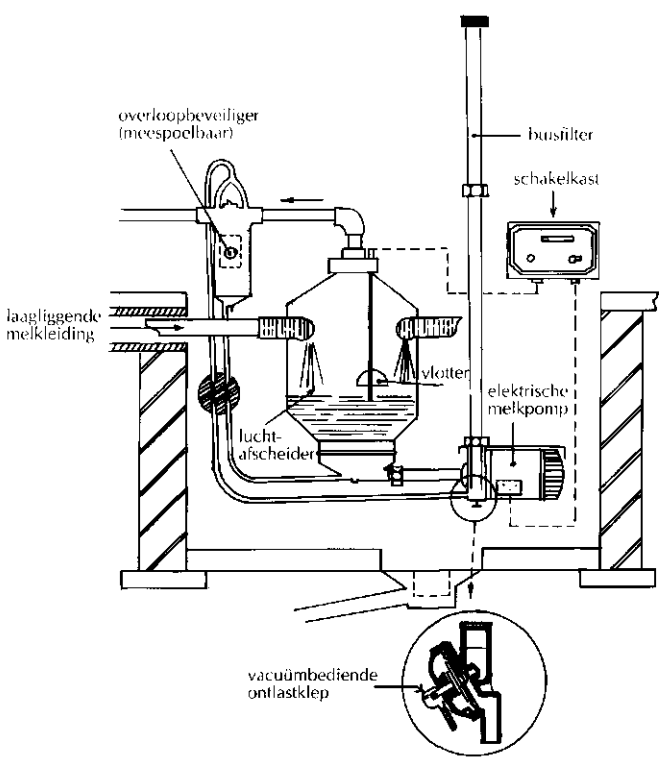
Omdat de aanvoer van melk uit de melkleiding onregelmatig is en de toevoer naar de pomp constant moet zijn, fungeert de luchtafscheider hierbij als buffer. De inhoud die de luchtafscheider moet hebben is afhankelijk van het aanvoerpatroon van melk. Wanneer de aanvoer van melk kleiner is dan de capaciteit van de

melkpomp kan deze gaan 'blinddraaien'. De melk blijft dan te lang in het pomphuis waardoor de vetbolletjes kunnen worden beschadigd, met de kans op vetsplitsing. Om dit bezwaar te ondervangen is de melkpomp voorzien van een start-stop-systeem dat geschakeld wordt, afhankelijk van de hoeveelheid melk in de luchtafscheider. Bij de gewichtgeschakelde systemen hangt de luchtafscheider aan een spiraalveer. Wanneer de luchtafscheider met melk wordt gevuld rekt de veer uit, waardoor de luchtafscheider iets naar beneden zakt. Deze beweging is voldoende om een kwikschakelaar van stand te doen veranderen, waardoor de melkpomp wordt gestart. Door het lichter worden van de luchtafscheider gaat de kwikschakelaar weer omhoog. De schakelaar verbreekt op een gegeven moment de stroomkring en de melkpomp stopt. De terugslagklep in de persleiding voorkomt het terugstromen van melk naar de luchtaf-



Het melkopvanggedeelte

Figuur 4.20 Schematische weergave van het melkopvanggedeelte



scheider. De momenten waarop de melkpomp start en stopt zijn instelbaar.
Een ander systeem is de niveauschakeling. Hier wordt het start-stop-systeem geschakeld door middel van elektroden of een vlotter die in de luchtafscheider zijn aangebracht. Bij de elektrodenschakeling worden drie elektroden gebruikt. Twee ervan steken tot bijna onder in de luchtafscheider. De derde elektrode is korter en komt niet verder dan tot 15 à 20 cm boven de bodem. Door het stijgen en dalen van het niveau van de melk in de luchtafscheider worden zwakstroomcircuits gesloten en verbroken. In deze circuits is een elektromagneet opgenomen die als schakelaar voor de melkpomp fungeert. Bij de vlotterschakeling is in de luchtafscheider bijv. een buis gemonteerd, waarin een onderbreker is aangebracht. Deze onderbreker kan met behulp van een magneetje worden gesloten. Dit magneetje is in een vlotter gemonteerd, die met het niveau van de melk langs de buis omhoog en omlaag kan schuiven, waardoor - eveneens met behulp van een elektromagnetische schakelaar - de melkpomp start en stopt.

Op de melk in de luchtafscheider kan een schuimlaag ontstaan. Dit schuim is tijdens het melken en het melktransport door luchtinslag gevormd. In de regel is de schuimlaag maar enkele centimeters hoog. Bij veel luchtinslag en bij vlot melkende koeien kan meer schuim ontstaan. Het instromen van fijn verdeelde lucht door de luchtinlaat onder in de melkklauw, een lekkende koppeling in de leiding, een lek melkslangetje enzovoorts kan de schuimvorming eveneens sterk bevorderen. Als daarbij het gevormde schuim stabiel van aard is kan in de luchtafscheider een dikke laag schuim ontstaan. De melkpomp kan schuim slecht verwerken. Het blijft in de luchtafscheider achter. Doordat schuim, evenals melk, stroom geleidt wordt het contact tussen de beide langste elektroden niet verbroken. De melkpomp draait daardoor blind. Het monteren van een zogenaamd schuimpijpje, waardoor het schuim van de elektrodes wordt weggeblazen kan een oplossing bieden. In het voorjaar tijdens de eerste weken weidegang van de koeien kan de schuimlaag in de luchtafscheider plotseling beduidend dikker en stabieler zijn. Na verloop van enkele weken is dit verschijnsel meestal weer verdwenen, althans het veroorzaakt geen blinddraaien meer. Bij de vlotterschakeling kan blinddraaien eveneens optreden. Dit is bijvoorbeeld het geval als de vlotter op de schuimlaag drijft en de pomp niet uitschakelt.

Filtreren van de melk
Ook bij gebruik van een melkleiding is het gewenst de melk te filtreren. Dit filtreren moet plaatsvinden waar melk en lucht reeds van elkaar gescheiden zijn. De mogelijkheid tot het plaatsen van een filter wordt hierdoor beperkt tot dat gedeelte van de installatie dat zich onderin of achter de luchtafscheider bevindt. Filters op andere plaatsen aangebracht geven ongewenste drukverschillen.
Afhankelijk van de plaats waar het filter is aangebracht kan de melk door haar eigen gewicht door het filter stromen, er door worden gezogen of er door worden geperst.
Voor het handhaven van een voldoende capaciteit van de melkpomp is het van belang dat het filtrerend oppervlak groot genoeg is. Hiermee wordt tevens verhinderd dat het filterelement door een te groot drukverschil stuk gaat.

Melkpomp en reiniging
Naast het verwijderen van de melk uit de luchtafscheider tijdens het melken, heeft de melkpomp ook een belangrijke taak bij de reiniging van de melkinstallatie. Voor een goede effectieve reiniging moet de reinigingsvloeistof met een snelheid tot 8 m/s door de installatie worden verplaatst. Dit betekent dat ook de luchtafscheider en de melkpomp afgestemd moeten zijn op de reiniging. Met name bij de ruim gedimensioneerde melkleidinginstallaties (melkleidingdiameter groter dan 50 mm) verdient dit de aandacht. De pompcapaciteit van de melkpomp zal dan afgestemd moeten zijn op de reiniging. Filters worden tijdens de reiniging verwijderd. De weerstand van het filter verkleint de pompcapaciteit aanzienlijk.

4.7.5 Plaats en aanleg van de melkleiding
Uit praktische overwegingen zal de opbouw van de installatie in het algemeen op de boerderij plaats vinden. Bepaalde onderdelen zoals het melkopvanggedeelte lenen zich voor samenbouw vooraf op een paneel. De melkleiding wordt samengesteld uit een serie buizen, die met elkaar verbonden worden door bijvoorbeeld wartelkoppelingen, klemkoppelingen of rubbermanchetten. Daarnaast kunnen verbindingen worden gelast of gelijmd. Bij gebruik

van rubbermanchetten moeten de leidingeinden tenminste twee cm van elkaar blijven. De reiniging van deze naden wordt daardoor bevorderd. Op deze plaatsen blijft echter wel vloeistof achter, al zijn het maar kleine hoeveelheden. Om het afvloeien van melk te bevorderen is het gewenst de leiding op afloop naar de luchtafscheider te leggen (1 tot 2,5%). Dit beperkt dan tevens het achterblijven van restanten.
Het rustig afvloeien van melk kan teniet worden gedaan door korte bochten, vernauwingen of verwijdingen. Deze dienen zo mogelijk te worden vermeden. Wanneer driewegkranen noodzakelijk zijn, bijv. in verband met de reiniging, dan is het gewenst dat zowel de diameter als de vorm van de doorlaat gelijk zijn aan die van de leiding waarin de kraan is gemonteerd.
Bij verhogingen in de melkleiding ontstaat in het omhooggaande gedeelte tijdens het melken steeds kolomvorming. Op deze plaats wordt de melk intensief met lucht vermengd waardoor vetsplitsing kan optreden. Tevens heeft kolomvorming vacuümvariaties tot gevolg.
Voor de overbrugging van bijvoorbeeld een rijpad in de stal kan een gedeelte van de leiding opklapbaar, draaibaar of uitneembaar worden gemaakt. Bij een uitneembaar deel zijn ophangbeugels zeer gewenst. Een opklapbare leiding is het eenvoudigst, maar er zijn wel vier extra bochten voor nodig die op de vloeistofstroom remmend werken.

Uit het voorgaande volgt dat een laagliggende melkleiding laag moet blijven tot in de luchtafscheider. Achter de melkpomp hoeft dit niet meer het geval te zijn omdat daar alleen melk wordt verplaatst. Het niveau van de melkleiding is bepalend voor de plaatshoogte van het melkopvanggedeelte. Bij een lage opstelling is er meer kans op binnendringen van water in het elektrisch gedeelte van de installatie. Het is raadzaam bij de aanleg hieraan de nodige zorg te besteden.

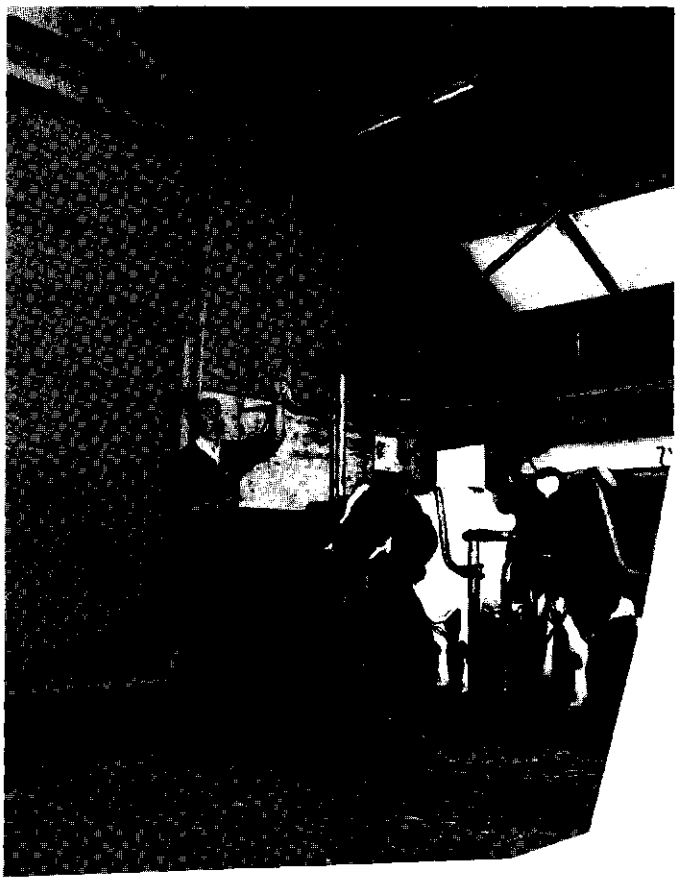
4.7.6 Melkkranen in de leiding

Bij het melken van koeien in de rij zijn kranen in de melkleiding noodzakelijk om het melkstel aan te sluiten. Bij de meeste uitvoeringen wordt de afsluiting verkregen door middel van een schuifje. Soms wordt in plaats van een schuifje een klepje als afsluitnippel toegepast. In beide gevallen is een snelle handbeweging gewenst om de hoeveelheid lucht zoveel mogelijk te beperken. Indien het niet nodig is de melkstellen te verplaatsen, zoals in doorloopmelkstallen het geval is, kan worden volstaan met het maken van vaste aansluitpunten op de leiding. Dit zijn in de regel op de leiding bevestigde nippels. Ondanks het feit dat de huidige in gebruik zijnde melkkranen met de algemeen toegepaste methode van reinigen goed kunnen worden gereinigd, is het toch van belang de kranen regelmatig te controleren. Daarbij kan tevens worden nagegaan of de rubberring onder het schuifje nog in goede conditie is, op de juiste plaats zit en of de kraan in gesloten stand ook luchtdicht afsluit. Melkkranen mogen geen extra vacuümverlies opleveren en moeten geplaatst worden in de bovenste helft van de melkleiding.

4.7.7 Plaats en aanleg van de melktransportleiding

Ter onderscheiding van een melkleiding, waarin zowel melk als lucht worden getransporteerd spreekt men van een melktransportleiding wanneer daar alleen melk in wordt afgevoerd. Daarom behoeft de aanleg ervan niet te voldoen aan de voorwaarden die worden gesteld aan de aanleg van een melkleiding. Melk en

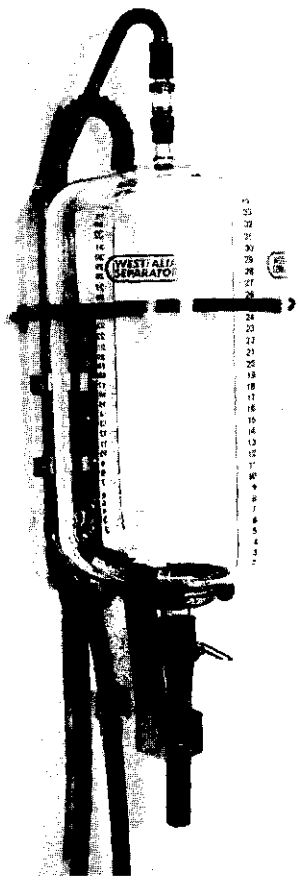
Opklapbaar gedeelte in de melkleiding.



lucht worden dan eerder van elkaar gescheiden. Dit kan in een doorloopmelkstal gemakkelijk met behulp van melkmeetglazen of door middel van scheiding van melk en lucht in de klauw.

Melkmeetglazen
Een meetglas is een van hardglas vervaardigd cilindrisch vat, voorzien van aansluitnippels. Aan de bovenzijde zijn twee nippels aangebracht. De centraal geplaatste nippel is bestemd voor de aansluiting op de vacuümleiding, welke tijdens het reinigen ook dienst doet als spoelleiding. De tweede aansluiting, wat meer aan de zijkant geplaatst, is bestemd voor de lange melkslang. Het melkmeetglas heeft aan de onderzijde een centraal geplaatste afvoeropening met een ruimere diameter dan de beide aansluitnippels aan de bovenzijde. In de afvoerverbinding is bedieningsapparatuur opgenomen die meestal uitgevoerd is als slangenklemblok voorzien van een bedieningshendel. Hiermee kan de afvoeropening worden geblokkeerd en geopend.
Afhankelijk van de situatie kan gelijktijdig de vacuümverbinding tussen het meetglas en de vacuümleiding worden geopend en gesloten. Bij sommige constructies is ook nog een voorziening aangebracht waarbij gelijktijdig met het openen van de melkafvoer buitenlucht in het melkmeetglas wordt toegelaten. Bij een hoogliggende transportleiding is dit noodzakelijk voor het kunnen opvoeren van de melk. Wanneer het meetglas is leeggezogen moet de melker de afvoer direct sluiten. Gebeurt dit niet, dan wordt lucht aangezogen waardoor de laatste melk met kracht in de luchtafscheider terecht komt. Tevens vindt luchtinslag plaats, waardoor beschadiging van vetbolletjes kan optreden. Het blokkeren van de afvoer direct nadat het glas is leeggezogen kan bijv. plaatsvinden door een drijvertje in de vorm van een balletje. De melker hoeft dan de bedieningshendel pas in de gesloten stand te zetten als hij het melkstel weer gaat aansluiten. Zolang hij de hendel niet heeft omgezet is het meetglas afgesloten van de installatie. In deze stand wordt geen gebruik gemaakt van het vacuümbufferend effect van het meetglas. Het openen en sluiten kan zelfs geheel worden geautomatiseerd, bijv. gekoppeld aan de melkstroomindicator. De verbindingen zijn dan voorzien van pneumatische afsluiters. Tussen handbediening en volledig automatiseren van de afvoer zijn nog diverse constructies in gebruik.
De meeste van deze voorzieningen aan melkmeetglazen zijn niet nodig wanneer een laagliggende melktransportleiding - dus met een laag geplaatst melkopvanggedeelte - voor de afvoer van de melk wordt gebruikt. In deze situatie kan strikt genomen worden volstaan met een afsluiter tussen de melkmeetglazen en de laagliggende melktransportleiding. Tijdens het melken kunnen deze afsluiters geopend of gesloten zijn. De melkmeetglazen blijven tijdens de afvoer van de melk onder vacuüm. Het bufferend effect wordt maximaal benut. Ze behoeven ook niet, zoals bij een hoogliggende transportleiding, nadat buitenlucht is toegelaten weer opnieuw onder vacuüm te worden gebracht, met het risico van onregelmatige vacuümvariaties.
Op bedrijven met schuimproblemen hebben melkmeetglazen een schuimbeperkende invloed. Doordat de melk namelijk eerst in de meetglazen wordt opgevangen alvorens te worden getransporteerd, is er meer tijd beschikbaar om ingesloten luchtbelletjes weer kwijt te raken. Luchtinslag tijdens de afvoer moet op deze bedrijven zeker worden vermeden.

Melkmeetglas.



Gescheiden transport van melk en lucht
Een andere mogelijkheid tot gescheiden transport van melk en lucht is die waarbij gebruik wordt gemaakt van een melkstel met een vlottersysteem. Deze vlotter, aangebracht in de melkklauw vormt de scheiding tussen het melkvacuüm en het hogere melktransportvacuüm. De melkklauw, die nu als vlotterkamer fungeert (figuur 4.22), is via een aparte aansluiting verbonden met de vacuümleiding. De melk wordt aangevoerd vanuit de tepelhouders. Een stijging van het niveau van de melk heeft tot gevolg dat de vlotter op een gegeven moment de afvoeropening naar de melktransportleiding vrijmaakt. Het hogere vacuüm dat daarin heerst zuigt dan melk uit de vlotterkamer. Wanneer het niveau van de melk in de vlotterkamer weer is gezakt, sluit de vlotter de afvoeropening en het proces herhaalt zich weer. De installatie beschikt dus over twee vacuümhoogten, namelijk circa 45 kPa voor het melken en 65 kPa voor de afvoer van melk. Het verschil in vacuüm wordt verkregen door in de vacuümleiding een reduceerventiel in te bouwen. Bij grotere installaties wordt gebruik gemaakt van twee vacuümaggregaten, waarvan de één het vereiste melkvacuüm en de ander het melktransportvacuüm levert.

4.7.8 Transportabele melkleidinginstallaties

Het ligt voor de hand dat bedrijven die in de stalperiode een melkleidinginstallatie gebruiken en in de weideperiode bijvoorbeeld in een doorloopmelkwagen melken daarin ook graag van een melkleiding gebruik maken. Hiertoe wordt in de wagen een kort stukje melkleiding gemonteerd. Deze bevestiging is zodanig uitgevoerd dat de melkleiding gemakkelijk kan worden gedemonteerd en meegenomen. De melkleiding wordt verbonden met een weidetankje dat tevens als luchtafscheider dienst doet. De inhoud ervan is zo groot dat het gehele melkmaal er in kan. Het weidetankje is op een transportwagentje geplaatst, waarop ook het vacuümaggregaat staat. Na het melken worden de melkstellen en het stukje melkleiding meegenomen naar het melklokaal, waar de melk in de boerderijtank wordt overgepompt en de reiniging plaatsvindt.
Op sommige bedrijven wordt ook 's winters het weidetankje voor intern melktransport gebruikt, terwijl het ook tijdens het melken tijdelijk als melkopslag dienst doet om na het melken te worden leeggezogen. Bij een voor een melkleiding onoverbrugbaar hoogteverschil is dit een goed alternatief.

Doorloopmelkwagen met weidetank.

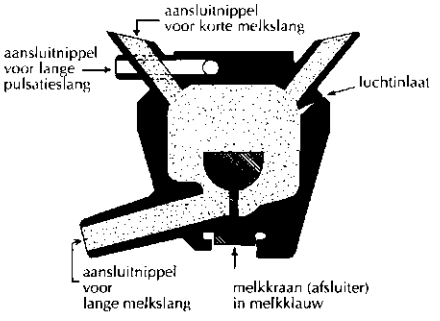
4.8 Melkklauw

Een melkklauw bestaat uit een luchtverdeelstuk en een melkverzamelstuk. Op het luchtverdeelstuk zijn de lange pulsatieslang en de vier korte pulsatieslangen van de tepelhouders aangesloten.

4.8.1 Melkverzamelstuk

Door middel van het melkverzamelstuk zijn de melkslang en de vier korte melkslangen met elkaar verbonden, zodat de melk uit de vier tepelhouders via één slang naar het melkapparaat of de melkleiding wordt afgevoerd. De einden van de aansluitnippels van de korte melkslangen zijn schuin afgewerkt. Hierdoor sluit het melkslangetje de opening af, wanneer de tepelhouder vrij naar beneden hangt. Door deze constructie wordt vooral bij het aansluiten van het melkstel het aanzuigen van lucht voorkomen. Er zijn ook constructies waarbij de tepelvoering niet op de nippel wordt bevestigd, maar in de bovenzijde van het melkverzamelstuk wordt bevestigd. De aansluitnippel voor de melkslang moet schuin naar beneden zijn gericht. Door de melkslang een meer of minder gestrekte stand te geven is het mogelijk het gewicht van de klauw gelijkmatig over de vier tepelhouders te verdelen.

Figuur 4.21 Doorsnede van een melkklauw



In de melkklauw (figuur 4.21) is veelal een afsluiter opgenomen, om de verbinding met het melkapparaat of de melkleiding te kunnen afsluiten. Een knipsluiting op de lange melkslang kan voor dit doel eveneens worden gebruikt. In de regel is boven in de achterzijde van de klauwwand een kleine opening gemaakt, zodat tijdens het melken constant lucht wordt ingelaten. Dit is nodig om de melk vanuit het melkverzamelstuk te kunnen afvoeren naar het melkapparaat of naar de melkleiding. Deze luchtinlaat moet meer dan 4 l/min bedragen, maar mag niet groter zijn dan 12 l/min.

Melkstel met tangentiale inlaten.

Afmetingen
Er zijn geen normen voor de inhoud van de melkklauw. Het is belangrijk dat de melkklauw zodanig ontworpen is dat de melk vlot en ongestoord kan worden afgevoerd naar de lange melkslang. De melkklauw mag geen opstoppingen veroorzaken. Hierbij speelt de inwendige stroomlijning van de melkklauw een belangrijke rol. De inhoud van de klauw bedraagt doorgaans 150 tot 200 ml. Een grotere inhoud blijkt nauwelijks invloed te hebben op het melken. Voor het gewicht van de melkklauw zijn geen normen. Bekend is dat zwaardere melkstellen wat beter uitmelken, maar ook meer luchtzuigen van tepelvoeringen kunnen veroorzaken. De laatste jaren is er een tendens naar lichtere melkstellen. In combinatie met een lager melkvacuüm en aangepaste tepelvoeringen blijkt het mogelijk om tegemoet te komen aan de bezwaren van luchtzuigen en matig uitmelken. De aanbevolen diameter van de uitlaatnippel naar de lange melkslang bedraagt minimaal 14 mm. Voor zeer snel melkende veestapels kan een melkklauw met een uitlaatnippel van 16 mm en een melkslang van 16 mm worden toegepast.

4.8.2 Andere melkklauwconstructies

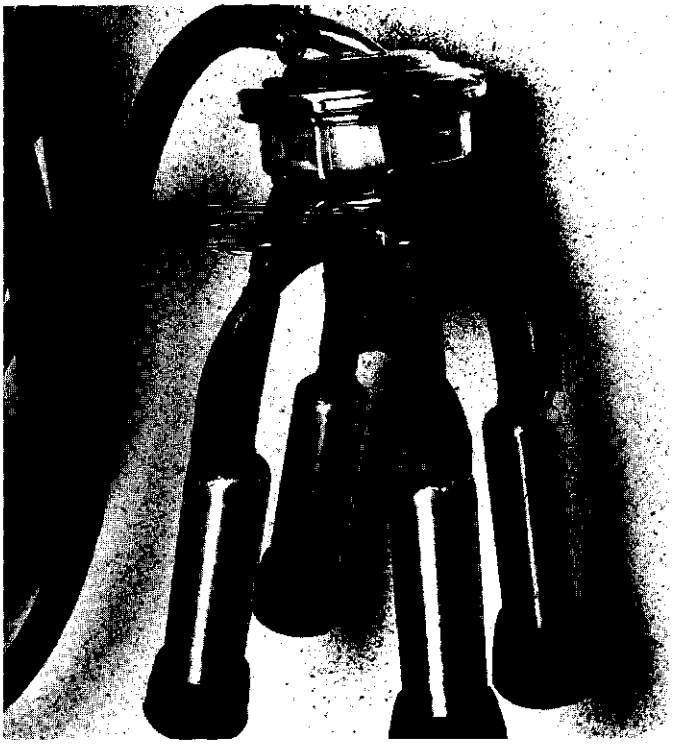
Als gevolg van het melktransport, vooral naar hoogliggende melkleidingen, is het vacuüm in de melkklauw en de korte melkslangetjes niet gelijkmatig. Deze zogeheten vacuümvariaties zijn minder gewenst. Om dit te ondervangen passen sommige fabrikanten van melkmachines constructies toe, waarbij het melkverzamelstuk van de melkklauw ook als luchtafscheider fungeert. Er zijn diverse constructies mogelijk.

In het melkverzamelstuk is een vlotter aangebracht, die de afvoer voor de melk afsluit (figuur 4.22). In de op deze nippel aangesloten lange melktransportslang heerst een hoger vacuüm (70 kPa) dan in de melkklauw (42 kPa). De toevoer van het melkvacuüm naar de melkklauw vindt plaats via een extra verbinding. De melk, die uit de tepelhouders in de klauw stroomt, drukt de vlotter omhoog, waardoor de afvoer naar de lange melktransportslang wordt geopend. Door het daarin hogere vacuüm, wordt de melk weggezogen. De vlotter zakt met het niveau van de melk en sluit de afvoeropening weer meer of minder af. Zo worden melk en lucht gescheiden vanuit de melkklauw naar de leidingen getransporteerd. Met deze constructie

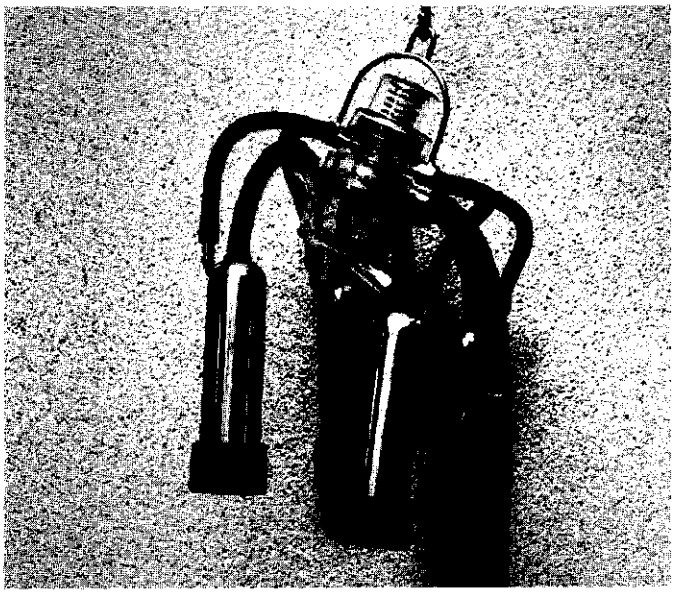
kan ook bij hoogliggende melkleidingen met een vrij constant vacuüm worden gemolken. Ook is de zuurtegraad van het melkvet bij deze constructie in het algemeen wat lager in vergelijking met een afvoer van een melk-luchtmengsel, zoals dit bij de gebruikelijke constructies plaatsvindt.

Bij weer andere constructies wordt tijdens de rustslag in de tepelhouder lucht in de klauw of in de korte melkslangetjes toegelaten, waardoor de melk wordt afgevoerd. De melkklauw wordt als het ware leeg geblazen, voordat de volgende zuigslag begint. Een constante luchtinlaat via een gaatje in de klauw is hier dus niet nodig. Doordat de periodieke luchtinlaat alleen in de rustfase plaats dient te vinden, ligt het voor de hand dat de vier tepelvoeringen van het melkstel gelijktijdig moeten openen en sluiten (simultaan pulsatiesysteem). In dit geval is een terugslagklep in de lange melkslang gemonteerd, waardoor het terugstromen van melk in de klauw wordt voorkomen. Indien een alternatief werkend pulsatiesysteem wordt toegepast, moet het melkverzamelstuk uit twee van elkaar gescheiden helften bestaan. Opvallend is dat door de luchtinlaat tijdens de rustslag het vacuüm in de speenruimte wel tot 20 kPa daalt. Dit blijkt een gunstig aspect te zijn voor de conditie van de speenpunten. Bij de constructies met gescheiden transport van melk en lucht en de constructies met een periodieke luchtinlaat treden de zogenaamde langzame vacuümvariaties als gevolg van het transport van de melk niet op. Er kan bij hoogliggende melkleidingen met een lager bedrijfsvacuüm worden gemolken. Dit is een gunstig aspect ten aanzien van het uitmelken en de uiergezondheid.

Nog weer een andere constructie is een klauw, die met de drukwisselaar één geheel vormt. Het drukwisselingssysteem is van het melkverzamelstuk gescheiden door middel van een rubber membraan. Dit membraan zorgt er voor dat tijdens de zuigslag geen hoger vacuüm ontstaat in

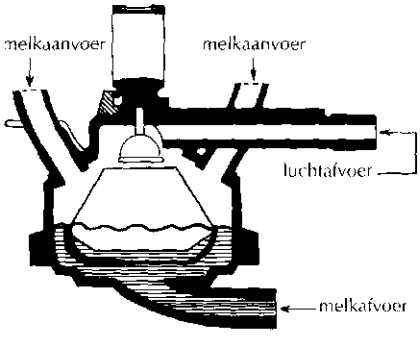


Melkklauwconstructie met gescheiden afvoer van melk en lucht (Triovac).



Constructie waarbij klauw en drukwisselaar één geheel vormen (Nu-Pulse).

Figuur 4.22 Doorsnede van een melkklauwconstructie waarbij melk en lucht in het melkverzamelstuk worden gescheiden



de pulsatieruimte van de tepelhouder dan op dat moment in de speenruimte heerst. Melk en lucht worden niet gescheiden afgevoerd. Het drukwisselingssysteem is met een aparte vacuümslang op de vacuümleiding aangesloten. De pulsatiesnelheid en de zuig/rustslagverhouding worden beïnvloed door de melksnelheid en het melkvacuüm.

4.9 Tepelhouder

De tepelhouder bestaat uit een metalen beker met een rubber binnenstuk, de tepelvoering. De vorm van de beker is bij de verschillende merken vrijwel gelijk; lengte en diameter kunnen echter verschillen. Aan de beker bevindt zich een aansluiting voor de korte pulsatieslang.
De tepelvoering bestaat uit enkele onderdelen, namelijk het cilindrische deel (schacht) met aan de bovenzijde de stootrand en aan de onderzijde de korte melkslang. In de regel vormen deze onderdelen één geheel. Bij sommige constructies zijn de schacht van de tepelvoering en de korte melkslang losse onderdelen, die door middel van bijv. een trechtertje van doorzichtig kunststof als één geheel in de beker worden gemonteerd. Bij het monteren van de voering in de beker sluit het korte melkslangetje de opening onder in de beker luchtdicht af. Dat doet de stootrandkraag aan de bovenzijde. Zo ontstaat tussen de voering en de bekerwand een holte, die pulsatieruimte wordt genoemd. Deze ruimte staat via de korte pulsatieslang in verbinding met het drukwisselingssysteem. De ruimte in de schacht van de tepelvoering wordt met de naam speenruimte aangeduid, die onder de stootrand met stootrandruimte. Gewoonlijk krijgt de tepelvoering bij het monteren in de beker een bepaalde spanning.

4.9.1 Tepelvoering

Tepelvoeringen zijn het enige directe contact tussen machine en koe. De belangrijkste eisen die aan tepelvoeringen worden gesteld hebben te maken met de melkende eigenschappen. Verreweg de meeste melkers vinden zaken als voldoende snel melken, goed uitmelken en weinig of geen lucht zuigen belangrijk. Het melken moet immers vlot en ongestoord kunnen verlopen. Er is een grote verscheidenheid aan tepelvoeringen op de markt. Een kleine kop of een grote kop, een cilindrische of een conische schacht, een ronde voering of een meerkantige tepelvoering, kortom volop keuze.
Het goed of slecht uitmelken wordt vooral bepaald door de wanddikte, de elasticiteit en de vorm en afmetingen van tepelvoeringkop en schacht. Een grote kop levert vaak het beste resultaat voor wat uitmelken betreft. Een nadeel is echter het sneller luchtzuigen, waardoor het melkstel kan afvallen. Om deze reden waardeert de melkmachinegebruiker goed uitmelkende tepelvoeringen maar matig. Een voering met een kleine kop heeft veel minder last van luchtzuigen, maar kruipt daarentegen gemakkelijker op. Bij het verschijnsel luchtzuigen speelt overigens ook de stand van het melkstel een belangrijke rol. Een tepelvoering mag geen speenbeschadigingen veroorzaken, de voering moet goed kunnen sluiten onder de speen en de voering moet de speen voldoende masseren voor een optimale melkafgifte.
Een standaardadvies voor tepelvoeringen is niet te geven. Een tepelvoering moet passen bij de melkinstallatie en de afstelling zoals vacuümhoogte. Tevens moet de tepelvoering geschikt zijn voor het overgrote deel van de koeien op een bedrijf. Op veel bedrijven is een grote variatie in spenen en speenafmetingen te zien, waardoor de keuze van een type tepelvoering zeker wordt bemoeilijkt.
De tepelvoering wordt met de korte melkslang verbonden met de melkklauw. Vaak is sprake van ééndelige tepelvoeringen, voering en korte melkslang vormen één geheel. Soms worden de korte melkslangetjes los geleverd en via een klemconstructie, soms met kijkglaasje, bevestigd aan de tepelhouder. Bij beschadiging van het korte melkslangetje hoeft niet de gehele tepelvoering vervangen te worden. Om een vlotte en ongestoorde afvoer van de melk vanuit de tepelhouder te bevorderen, verdienen korte melkslangetjes met een inwendige diameter van 10 mm de voorkeur.

4.9.2 Vorm van de tepelvoering

Uit diverse onderzoekingen blijkt dat er een duidelijk verband bestaat tussen de vorm van de tepelvoering en het melken. Hierbij kan gedacht worden aan de mate van luchtzuigen van tepelvoeringen, de melksnelheid en de hoeveelheid namelk. De invloed van het type tepelvoering op met name luchtzuigen van een tepelhouder en het afvallen van melkstellen is vele malen groter dan de instelling van de melkmachine. Zo is bekend dat bij het optreden van luchtzuigen de verschillen tussen tepelvoeringen op

Tabel 4.7 Hoeveelheid namelk en melksnelheid bij diverse combinaties van tepelvoeringen, vacuüm en zuig/rustslagverhoudingen

Vacuüm in kPa	Z/R verhouding	Tepelvoering A		Tepelvoering B	
		Namelk	Melksnelheid	Namelk	Melksnelheid
50	50: 50	330	1,57	570	1,61
50	75: 25	410	1,76	780	1,83
44	50: 50	300	1,46	400	1,55
44	75: 25	370	1,62	580	1,77

kunnen lopen tot 800%. Ook de hoeveelheid namelk kan bij slecht langzaam melkende voeringen oplopen met ruim 35% in vergelijking met vlotmelkende voeringen. De invloed van vacuümhoogte of pulsatieinstelling is veel kleiner. Niettemin heeft de afstelling van de melkinstallatie wel degelijk invloed op de resultaten. In tabel 4.7 staan enkele resultaten van twee onderzochte tepelvoeringen. Tepelvoering A is voorzien van een bolle kop, terwijl tepelvoering B een kleine kop heeft.

Uit de tabel kunnen enkele conclusies worden getrokken. Het verruimen van de zuig/rustslagverhouding gaat gepaard met een 10 à 15% hogere melksnelheid, maar tegelijkertijd ook met een toename van de hoeveelheid namelk. Toepassing van een lager vacuüm verlaagt de melksnelheid en gaat gepaard met minder namelk. Verder geeft de tabel aan dat snel melkende machines (75:25-verhouding) met minder goed uitmelkende tepelvoeringen (tepelvoering B), nogal wat melk in de uier achterlaten. Wanneer met een ruime zuig/rustslagverhouding wordt gemolken, moeten goed uitmelkende tepelvoeringen (A) worden gebruikt om goede resultaten te bereiken.

4.9.3 Levensduur van tepelvoeringen

De tepelvoering wordt vrijwel altijd onder spanning gemonteerd in de tepelhouder. Deze spanning zorgt ervoor dat de tepelvoering op een juiste wijze opent en sluit. Na verloop van tijd treedt elasticiteitsverlies op in de voering. Hierdoor zal het openen en sluiten van de tepelvoering minder goed verlopen. De tepelvoering opent wat later, opent soms onvolledig en zal vaak ook iets eerder in de pulsatiecyclus sluiten. Bij het vervangen van tepelvoeringen is te zien dat de oude voering soms wel een centimeter langer is geworden. In de praktijk worden tepelvoeringen in het algemeen tussen de 8 en 12 maanden vervangen. Het is echter niet de leeftijd, maar het aantal melkingen dat de levensduur van een tepelvoering bepaalt. Bij de meeste typen tepelvoeringen is sprake van een gemiddelde levensduur van circa 2.500 melkingen (inclusief reinigen). De levensduur van een tepelvoering wordt dus in feite bepaald door het aantal koeien dat dagelijks met het melkstel wordt gemolken. Met name in open melkstallen, maar ook in grupstallen worden relatief veel koeien per melkstel gemolken. De vervangingstermijn van tepelvoeringen moet dan ook afgestemd zijn op de gebruiksintensiteit van de tepelvoering.

4.10 Werking van de tepelvoering

Het regelmatig openen en sluiten van de tepelvoering is om meerdere redenen noodzakelijk. Het langdurig blootstellen aan vacuüm of onafgebroken zuigen zal de bloedcirculatie in het speenweefsel ernstig belemmeren. De bloedstuwing die daardoor ontstaat is bijzonder pijnlijk

Een versleten tepelvoering vertoont slijtagestrepen.

Tabel 4.8 Maximale gebruiksduur tepelvoering in dagen bij verschillende melksystemen bij tepelvoeringen met een levensduur van 2500 melkingen

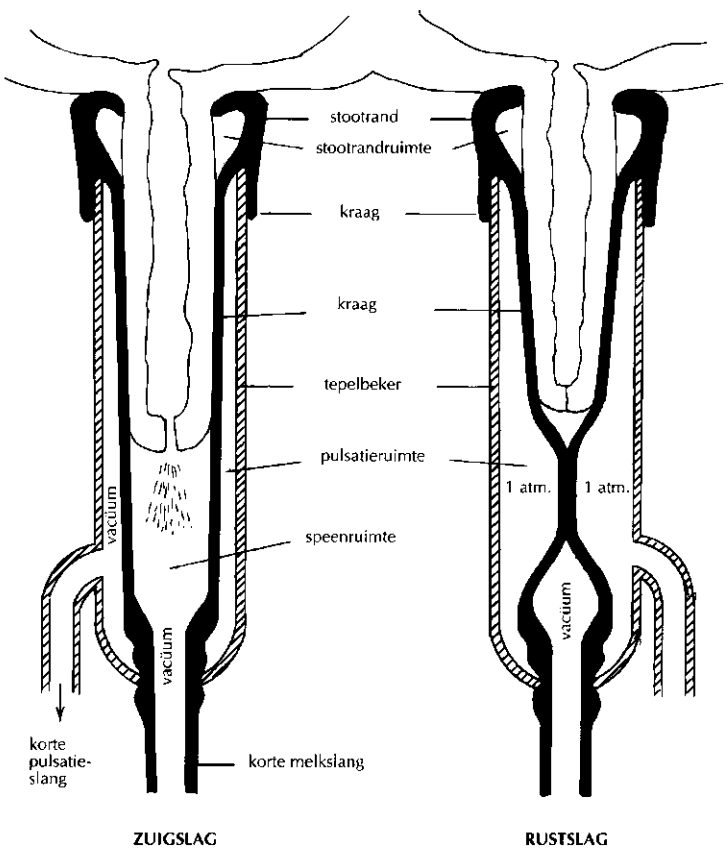
Type stal	Grupstal	Visgraat	Open	Visgraat	Visgraat
Aantal melkstellen	3	8	6	12	16
Aantal koeien					
30	125	333	250	-	-
50	75	200	150	300	-
80	-	125	94	187	250
120	-	-	-	125	167

voor de koe. Een gesloten tepelvoering oefent een (klem)druk uit op de speenpunt, welke de gevolgen van het zuigen tijdens de geopende stand min of meer opheft. Daarnaast vormt de beweging van de tepelvoering een prikkel voor de oxytocineproductie en het op gang houden van de melkafgifte.

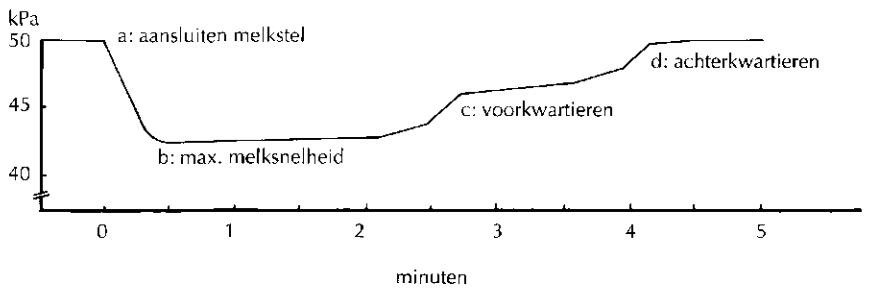
4.10.1 Openen en sluiten van de tepelvoering

Bij een in werking zijnde tepelhouder heerst in de pulsatieruimte beurtelings vacuüm en de druk van de buitenlucht. In de speenruimte heerst tijdens het melken vacuüm. Wanneer de druk aan beide zijden van de tepelvoeringwand gelijk is heeft de voering een geopende - nor-

Figuur 4.23 De werking van de tepelvoering



Figuur 4.24 De langzame vacuümvariatie tijdens het melken gemeten in de melkklauw



male - stand. Omdat bij deze situatie melk uit de speen stroomt wordt deze periode zuigslag genoemd. Na enige tijd verbreekt de drukwisselaar de verbinding van de pulsatieruimte met de vacuümleiding en laat dan buitenlucht in de pulsatieruimte toestromen. Nu ontstaat tussen de binnen- en buitenzijde van de tepelvoeringwand een drukverschil, dat tot gevolg heeft dat de wand van de tepelvoering onder de speen tegen elkaar komt en de voering gaat dicht. De zojuist beschreven situatie wordt rustslag genoemd; er stroomt dan geen melk uit de speen. Daarna wordt door de drukwisselaar weer vacuüm in de pulsatieruimte toegelaten, waarmee de bewegingscyclus van de tepelvoering zich herhaalt.

4.10.2 Drukverloop in de speenruimte van de tepelhouder

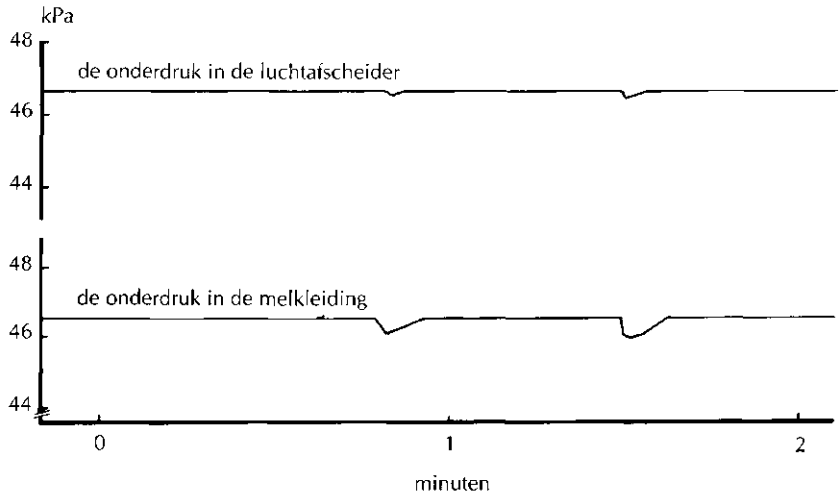
Tijdens het melken is het vacuüm in de speenruimte van de tepelhouder niet constant. Door allerlei omstandigheden treden drukveranderingen op.
De belangrijkste zijn:
- De langzame vacuümvariatie.
- De cyclische vacuümvariaties.
- De onregelmatige vacuümvariaties.

Welke invloed deze vacuümvariaties hebben op het melken en de uiergezondheid is niet altijd even duidelijk.

De langzame vacuümvariatie
De hoeveelheid melk die bij het melken van een koe per minuut wordt verkregen is niet gelijk. Na het aansluiten van de tepelhouders neemt de melksnelheid snel toe. Na circa 0,5 tot 1 minuut is de melksnelheid gedurende enige tijd maximaal en neemt daarna in de regel vrij snel af. Deze melk wordt afgevoerd door verschil in druk voor en achter de melkkolom dat door toetreden van lucht, o.a. via de luchtinlaat van de melkklauw, ontstaat.
Naarmate meer melk in dezelfde tijd moet worden afgevoerd wordt het drukverschil groter (figuur 4.24). Het vacuüm in de speenruimte wordt daardoor lager. Wanneer de melkstroom afneemt stijgt het vacuüm weer. Aan het einde van het melken is het weer terug op het oorspronkelijke peil. Deze vacuümdaling omvat vrijwel de gehele melktijd van de koe.
De diepte van de daling is behalve van de hoeveelheid melk per minuut ook afhankelijk van lengte en diameter van de melkslang en het hoogteverschil dat moet worden overwonnen. Zo ontstaat bij een melkstroom van 4 kg/min een drukverschil van 2,5 kPa per strekkende meter. Bij opvoer van deze hoeveelheid melk ontstaat nogmaals een drukverschil van 2,5 kPa per meter hoogteverschil. Hieruit volgt dat bij een opvoerhoogte van 180 cm, een slanglengte van 220 cm en een melkstroom van 4 kg/min, een gemiddelde vacuümdaling in de speenruimte ontstaat van circa 10 kPa. Bij een laagliggende melkleiding en een slanglengte van 160 cm ontstaat dus een gemiddelde vacuümdaling van circa 4 kPa. Deze langzame vacuümvariatie heeft geen nadelig effect op de uiergezondheid. Een lager vacuüm in de speenruimte t.o.v. het vacuüm in de pulsatieruimte doet de tepelvoering sneller en beter openen, zodat het uitstromen van melk uit de speen eerder op gang komt.

De cyclische vacuümvariaties
Met het openen en sluiten van de tepelvoering verandert telkens de inhoud van de speenruim-

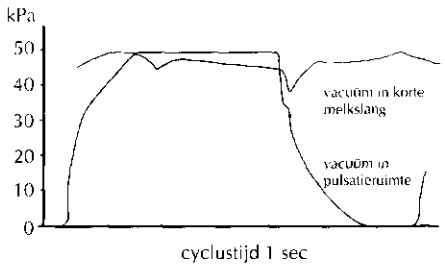
Figuur 4.25 Onregelmatige vacuümvaraties in de installatie



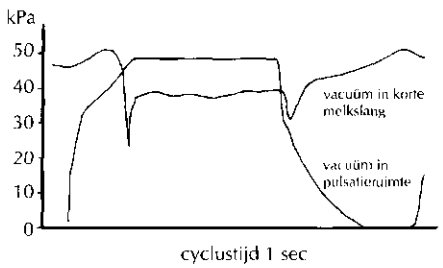
te. Daardoor ontstaan drukveranderingen gelijktijdig met de drukwisselingen; vandaar ook de naam cyclische vacuümvariaties (figuur 4.26). Bij het sluiten van de tepelvoering ontstaat een daling van het vacuüm door het kleiner worden van de inhoud. De diepte van deze vacuümdaling is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste zijn de melksnelheid, de diameter van de korte melkslang en de werking van het drukwisselingssysteem.
Voor wat betreft de melksnelheid ligt het voor de hand dat naarmate meer melk per tijdseenheid moet worden afgevoerd, de daling van het vacuüm groter is. De cyclische vacuümvariaties zijn dan ook het grootst wanneer de melksnelheid het hoogst is. De diameter van de korte melkslang is een belangrijke factor voor de grootte van de cyclische vacuümschommelingen. Hierbij speelt de vullingsgraad van de speenruimte met melk aan het einde van de zuigslag een rol. Hoe meer melk tijdens het dichtgaan van de tepelvoering moet worden afgevoerd, hoe groter het drukverschil dat optreedt tussen speenruimte en melkklauw. Het is zelfs mogelijk dat het verschijnsel 'speenwassen' optreedt, doordat de melk onvoldoende snel kan worden afgevoerd. Het zal duidelijk zijn dat naarmate de uitstromende melk sneller kan worden afgevoerd en de speenruimte bij de overgang van zuigslag naar rustslag dus vrijwel geen melk bevat, de cyclische vacuümvariaties kleiner zijn.
Wat tot nu toe is opgemerkt over het ontstaan van de cyclische vacuümvariaties, is ook van toepassing op het transport van melk vanuit de melkklauw. Hoe regelmatiger dit verloopt, hoe kleiner de cyclische vacuümvariaties die daarbij optreden. De ligging en de diameter van de lange melkslang spelen een rol, evenals de lengte ervan. De meest gewenste diameter ligt tussen 14 en 16 mm doorsnede. Bij een hoogliggende melkleiding nemen bij een nog ruimere diameter de vacuümvariaties weer toe, omdat de melk dan een te lage afvoersnelheid heeft. Er valt te veel melk terug, wat weer extra weerstand en vacuümdalingen oplevert. Een klauw met een grotere inhoud buffert dan wel wat meer, egaliseert min of meer het vacuüm, maar kan de afvoer van melk nauwelijks verbeteren.
Het is duidelijk dat de afvoer van de melk een samenspel is van factoren. De diepte van de cyclische vacuümvariaties wordt ook bepaald door de gelijktijdigheid. Wanneer de vier tepelhouders gelijktijdig openen en sluiten (simultaan werkend drukwisselingssysteem) zijn de cyclische vacuümvariaties het grootst. Werken ze twee aan twee (alternatief werkend drukwisselingssysteem) dan wordt de diepte van de cyclische vacuümvariatie gehalveerd, maar het aantal per minuut wordt verdubbeld. Werken de tepelhouders na elkaar (consecutief werkend drukwisselingssysteem) dan zijn de cyclische vacuümvariaties nog kleiner, maar het aantal is verviervoudigd ten opzichte van een simultaan werkend systeem.
Grote cyclische vacuümvariaties kunnen onder

Figuur 4.26 Vacuümvariatie binnen het melkstel

Cyclische vacuümvariatie



Onregelmatige vacuümvariatie



bepaalde omstandigheden de kans op overbrenging van bacteriën van het ene kwartier naar het andere via het melkstel bevorderen. Bij de huidige melkinstallaties zijn de cyclische vacuümvariaties echter zodanig gereduceerd, dat ze in dit opzicht geen bezwaren meer hoeven op te leveren.

De onregelmatige vacuümvariaties
Onregelmatige vacuümvariaties worden altijd veroorzaakt door factoren van buitenaf. Dit zijn onder andere luchtzuigen bij aansluiten en afnemen van het melkstel, het afvallen of aftrappen ervan, het losraken van een vacuümslang enz. De onregelmatige vacuümvariaties kunnen zowel in de gehele installatie optreden als in het melkstel (figuur 4.25).

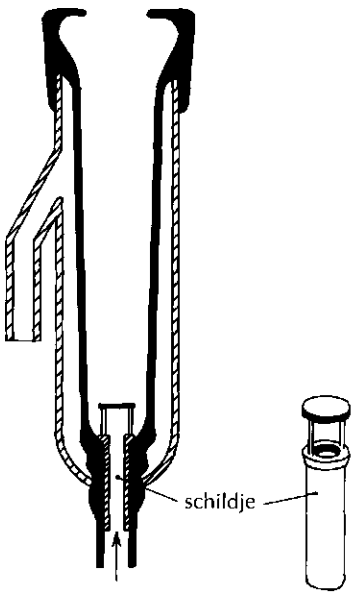
Soms ontstaan binnen het melkstel plotselinge en diepe vacuümdalingen, die in de regel worden veroorzaakt door zgn. 'linerslip' (figuur 4.26). Hieronder verstaat men het plotseling valse lucht aanzuigen bij één tepelhouder, die loslaat van de speen. Dit kan ook optreden bij machinaal namelken. Er stroomt dan plotseling via één tepelhouder lucht in het melkstel. Wanneer op dat moment in andere tepelhouders zuigslag heerst, wordt deze lucht met grote snelheid aangezogen. Experimenteel zijn in de korte melkslang wel luchtsnelheden gemeten van 20 m/s (ca. 70 km/uur). Met deze luchtstoot kunnen gemakkelijk melkdruppeltjes worden meegenomen, die met kracht tegen de speenpunt slaan of zelfs tot in het tepelkanaal doordringen. De inslag van deze druppeltjes wordt ook wel aangeduid met het Engelse woord 'impact'. Het zal duidelijk zijn dat, indien de melkdruppeltjes besmet zijn met ziekteverwekkende bacteriën afkomstig uit één kwartier, ook de andere kwartieren besmet kunnen worden.

Naast het impactmechanisme treedt nog een ander mechanisme op. Uit onderzoek blijkt dat aan het eind van het melken zogenaamde RPG's (Reverse Pressure Gradients) kunnen ontstaan. Bij het optreden van een plotselinge luchtinlaat ontstaat onder de betreffende speen op hetzelfde moment een lager vacuüm. Het is mogelijk dat hierdoor gedurende korte tijd in het tepelkanaal een hoger vacuüm heerst dan in de speenruimte van de tepelhouder. Er zijn drukverschillen tot 7 kPa gemeten. In deze situatie is het mogelijk dat melk met eventueel ziekteverwekkende bacteriën aangezogen wordt vanuit de omgeving van de speenpunt tot in het tepelkanaal.

Vooral bij installaties met een onvoldoende reservecapaciteit of te nauwe melkleidingen doen zich vaak problemen voor. Deze 'impacts' en RPG's kunnen echter ook optreden in installaties, die in dit opzicht wel aan de normen voldoen. Ter beperking van 'impacts' zijn de volgende zaken van belang:

- Een goede vacuümvoorziening van de installatie (voldoende reservecapaciteit, goed functionerende regulateur).
- Melk- en vacuümleidingen met een voldoende ruime diameter. Meetglazen hebben ook in dit opzicht een gunstige invloed. Verhogingen in een melkleiding moeten worden vermeden.
- Het gebruik van tepelvoeringen, die weinig 'valse' lucht zuigen.
- Een juiste gewichtsverdeling van de klauw over de vier tepelhouders. In veel gevallen is met eenvoudige hulpmiddelen een goede

Figuur 4.27 Schildje aangebracht in de tepelbeker om te verhinderen dat de melkdruppeltjes tegen de speenpunt slaan of in het tepelkanaal doordringen



stand van het melkstel te bereiken (bijv. melkslanggeleiding).

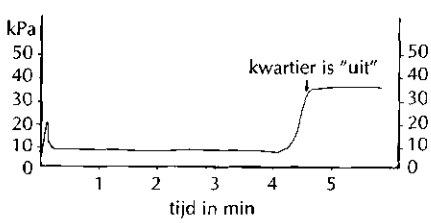
- Beperking van het aanzuigen van lucht bij het aansluiten van de tepelhouders.
- Beperking van het machinaal namelken.
- Niet te abrupt afnemen van het melkstel.

In de tachtiger jaren zijn voorzieningen ontwikkeld, die de spenen tegen 'impacts' beschermen. Eenvoudig en goedkoop is een schildje van metaal of kunststof, dat in de tepelbeker vlak voor het slotgat wordt geplaatst en verhindert dat de druppeltjes tegen de speenpunt slaan. Vooral bij melkmachines, die wat betreft de bouw niet geheel aan de normen voldoen, kan het aantal nieuwe infecties hiermee belangrijk worden teruggebracht. Op bedrijven met een goed aangelegde en functionerende melkmachine gaf toepassing van de schildjes een reductie van 15% van het aantal nieuwe infecties te zien (figuur 4.27). Vervanging van de schildjes door een kleppensysteem in de melkklauw dat de terugslag van melk en lucht in de korte melkslangetjes geheel verhindert, gaf geen betere resultaten wat betreft de mastitispreventie. Infecties door 'impacts' kunnen ook worden voorkomen door de melk van elk kwartier afzonderlijk af te voeren naar de melkleiding of het melkmeetglas.

Het vacuüm in de stootrand

Als de diameter van de speen vrijwel overeenkomt met die van de speenruimte, dan ligt tijdens het melken de speen tegen de tepelvoeringwand aan. In de ruimte onder de stootrand heerst in deze situatie maar weinig vacuüm. De invloed van het vacuüm in de speenruimte blijft dan beperkt tot de punt van de speen. Tijdens het melken neemt de melkdruk in de speen af. Op het moment dat een kwartier leeg is worden de afmetingen van de speen kleiner. De speen vult de ruimte niet meer op en het vacuüm in de stootrandruimte wordt in enkele seconden beduidend hoger (figuur 4.28).

Figuur 4.28 Vacuümverloop in de stootrandruimte tijdens het melken



Bij het melken van een koe met dunne spenen of bij gebruik van verhoudingsgewijs te ruime tepelvoeringen bestaat de kans dat de speen de tepelvoeringwand niet raakt. Er heerst dan van meet af aan een hoog vacuüm in de stootrandruimte dat, afhankelijk van de hoeveelheid leklucht tussen speen en stootrand, meer of minder varieert. Bekijkt men de spenen direct na het afnemen van het melkstel dan blijkt dat, als gevolg van genoemde omstandigheden, een zwelling boven rond de speen is ontstaan die meestal erg pijnlijk is. Soms gaat dit verschijnsel samen met gezwollen rode speenpunten. Deze koeien vertonen vaak afwerend gedrag bij het vastpakken van de spenen. Vooral het moeten spannen duidt in de regel op pijnlijk melken. Oplossingen kunnen zijn: het toepassen van een droge voorbehandeling (meer leklucht tussen speen en stootrand) en het monteren van wat nauwere tepelvoeringen.

4.10.3 Melkstroomtijd

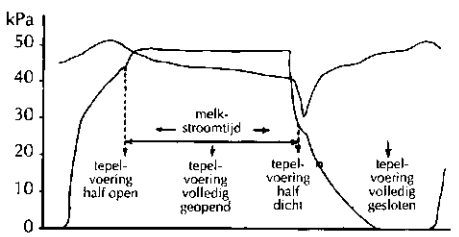
De tijd dat er melk uit de speen stroomt is niet zonder meer uit de pulsatiecurve af te leiden. Uit röntgenwaarnemingen is gebleken dat de melk uit de speen begint te stromen even voordat de tepelvoering ongeveer half geopend is. Het stromen van melk houdt op als de tepelvoering even voorbij de half gesloten stand is gekomen.

De melkstroom is niet gelijkmatig. De stroomsnelheid neemt bij het opengaan snel toe om weer af te nemen als de tepelvoering gaat sluiten.
De beweging van de tepelvoering is een gevolg van:

- Het drukverschil tussen speen- en pulsatieruimte.
- De soepelheid van de voeringwand.
- De spanning van de voering in de beker.

Het openen en sluiten van de tepelvoering vindt afhankelijk van de eigenschappen van de voering, zoals elasticiteit en spanning van de voering in de beker, plaats bij vaste drukverschillen. Zo kan bij een bepaalde tepelvoering het openen van de voering in de curve worden weergegeven, bijv. 8 kPa beneden het op dat moment heersende vacuüm in de speenruimte (figuur 4.29). Daalt het vacuüm in de speenruimte door welke oorzaak dan ook, dan zal de tepelvoering ook eerder in de a-fase van de pulsatiecurve opengaan.
Bij het dichtgaan van de voering gebeurt hetzelfde, alleen met dit verschil dat de voering later in de c-fase sluit. Hieruit mag worden afgeleid dat bij zeer grote cyclische vacuümvariaties de voering pas zeer laat in de c-fase of zelfs pas in de d-fase sluit. De tijd dat de voering gesloten is kan dan zelfs korter worden dan de uit de curve berekende d-fase. Onder deze omstandigheden is van het sluiten van de tepelvoering onder de speen vrijwel geen sprake. Het vacuüm is dan echter laag, soms wel lager dan 20 kPa, hetgeen voldoende blijkt te zijn voor het doen functioneren van de bloedsomloop.

Figuur 4.29 Melkstroomtijd in de bewegingscyclus van de tepelvoering



Uit het voorgaande mag worden afgeleid, dat naarmate het vacuüm in het afvoergedeelte voor de melk in het melkstel beter wordt beheerst, d.w.z. wanneer het vacuüm in de speenruimte dichter bij het bedrijfsvacuüm komt, de melkstroomtijd later in de a-fase begint en eerder in de c-fase eindigt. Het is duidelijk dat dan aan de werking van het drukwisselingssysteem hogere eisen moeten worden gesteld. De top van de curve moet vrijwel gelijk zijn aan het bedrijfsvacuüm en dit liefst over de gehele b-fase.
Sommige typen melkmachines passen voor het drukwisselingsgedeelte een vacuüm toe dat hoger is ingesteld dan het bedrijfsvacuüm. Een dergelijk dubbelvacuümsysteem kan tot stand worden gebracht door een reduceerventiel of door een in de leiding ingebouwde regulateur te gebruiken. Hiermee wordt bereikt dat de tepelvoering niet alleen eerder, maar ook sneller open gaat. Daarmee wordt de melkstroomtijd enigermate verlengd.

Voor de melkstroomtijd is geen norm gesteld, noch per pulsatiecyclus, noch per minuut. Op basis van waarnemingen mag worden gesteld dat de melkstroomtijd tussen 50% en 65% van de cyclustijd moet bedragen. Bij 60 pulsaties per minuut bedraagt de melkstroomtijd dan 300 tot 390 ms. Bij een laag afgesteld bedrijfsvacuüm lijkt dit nog niet te lang. Bij een juiste afstelling van de a- en c-fase haalt de d-fase bovendien nog wel de norm van 150 ms.

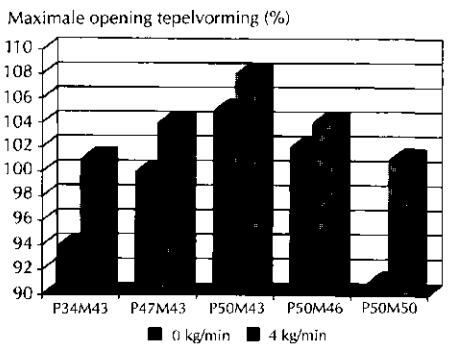
Melkstroomtijd en elasticiteit tepelvoering
Naast de optredende vacuümvariaties zijn ook de elasticiteit en de spankracht van de tepelvoering verantwoordelijk voor het openen en sluiten van de tepelvoering. Tijdens een normale gebruiksperiode zal een tepelvoering circa 2,5 miljoen maal openen en sluiten. Na verloop van tijd neemt de spankracht af en ontstaat slijtage. Bij langdurig gebruik is een elasticiteitsverlies van 50% geen uitzondering. Het drukverschil dat dan nodig is om de tepelvoering te

laten bewegen wordt aanzienlijk kleiner, waardoor de melkstroomtijd afneemt. Het is zelfs mogelijk dat de voering minder snel of zelfs niet volledig opent.

Melkstroomtijd en diverse vacuümvariaties
De in de speenruimte optredende vacuümvariaties beïnvloeden de melkstroomtijd behoorlijk. Zo neemt tijdens de maximale melksnelheid de melkstroomtijd toe door het optreden van de langzame vacuümvariatie. Het vacuümniveau in de speenruimte daalt, het benodigde drukverschil wordt eerder in de a-fase en later in de c-fase bereikt, waardoor de melkstroomtijd toeneemt. Ook bij de cyclische vacuümvariaties zien we iets dergelijks. Bij grote vacuümschommelingen zal het benodigde drukverschil voor het sluiten van de tepelvoering pas aan het einde van de c-fase of in het begin van de d-fase bereikt worden. Het is dan mogelijk dat de tepelvoering onvoldoende of gedurende een te korte tijd sluit. Deze situatie kan zich voordoen bij simultaan werkende pulsatiesystemen en een hoge melksnelheid.

Dat de vacuümvariaties een grote invloed hebben op de melkstroomtijd blijkt ook uit diverse ervaringen bij de renovatie van melkstallen. Als gevolg van de renovatie van de melkinstallatie zijn de vacuümvariaties vaak sterk gereduceerd. Bij een gelijkblijvende instelling van het pulsatiesysteem betekent dit dat de melkstroomtijd aanzienlijk afneemt tot vaak beneden 50%. Dit verschijnsel doet zich voor bij de overgang van een hoogliggende melkleiding naar een laaglig-

Figuur 4.30 Maximale opening tepelvoering bij verschillende vacuüminstellingen



gende melkleiding. Mogelijke oplossingen zijn het toepassen van een ruimere zuig/rustslagverhouding of een verhoogd pulsatievacuüm.
De invloed van de onregelmatige vacuümvariaties op de melkstroomtijd en de beweging van de tepelvoering is moeilijk aan te geven. Wel is duidelijk dat deze onregelmatige vacuümvariaties het normale bewegingspatroon verstoren, wat ongewenst is.

Melkstroomtijd en pulsatiesysteem
De melkstroomtijd wordt eveneens beïnvloed door de werking van het pulsatiesysteem. Belangrijke elementen hierbij zijn de hoogte van het vacuüm en opbouw van de pulsatiecurve. De maximale vacuümhoogte in de pulsatiecurve bepaalt in belangrijke mate in hoeverre de tepelvoering volledig opent. Op de meeste bedrijven is sprake van een gelijke afstelling van melk- en pulsatievacuüm. In een aantal gevallen wordt een verhoogd pulsatievacuüm toegepast, wat resulteert in een meer volledig openen van de tepelvoering en een kleine toename van de melkstroomtijd. Figuur 4.30 geeft het effect van verschillende instellingen op de maximale opening van de tepelvoering te zien. Figuur 4.29 geeft het effect op de melkstroomtijd aan. Duidelijk is dat de tepelvoering verder opent en dat de melkstroomtijd toeneemt bij toepassing van een verhoogd pulsatievacuüm. Hoewel de resultaten in de praktijk zeker niet negatief zijn, vallen de resultaten soms tegen. In een aantal gevallen worden verbeteringen in het melken gerapporteerd, in andere situaties worden geen verschillen geconstateerd.

4.11 Effecten van melkmachine-instellingen op het melken

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de resultaten van melkmachine-instellingen op het melken. Het zal duidelijk zijn dat aspecten als vacuümhoogte, de pulsatie-instelling en het type tepelvoering bepalen op welke wijze er gemolken wordt.

Tot nu toe is er niets verteld over de vacuümhoogte die toegepast moet worden. Op basis van onderzoek en praktijkervaringen lijkt een vacuümhoogte in de melkklauw tijdens de maximale melksnelheid van 36 tot 40 kPa voldoende. Deze vacuümhoogte wordt gezien als een goed compromis tussen enerzijds efficiënt en vlot melken en anderzijds de uiergezondheid.

4.11.1 Bedrijfsvacuüm

Zoals in paragraaf 4.10.2 over het drukverloop is weergegeven, ontstaat tijdens het melken de langzame vacuümvariatie. Bij een gemiddeld melkvacuüm van 36 tot 40 kPa in de melkklauw en de gebruikelijke langzame vacuümvariatie, kunnen advieswaarden voor de bedrijfsvacuümhoogte (tabel 4.9) worden opgesteld. Het zal duidelijk zijn dat naarmate de melk hoger opgevoerd moet worden ook het bedrijfsvacuüm hoger afgesteld moet worden. Toepassing van hogere waarden geeft vaak opkruipen van tepelvoeringen en slecht uitmelken te zien. De tabel geldt uiteraard niet voor de bijzondere melkklauwconstructies, waar de langzame vacuümvariatie vrijwel niet optreedt.

4.11.2 Pulsatie-instellingen

Zoals reeds eerder gezegd is de optimale verdeling van de pulsatiecurve moeilijk aan te geven. Internationaal is een aantal minimumeisen gesteld. De b-fase moet minimaal 30% van de cyclustijd bedragen (300 ms), terwijl de d-fase minimaal 15% van de cyclustijd (150 ms) moet bedragen. Bij alternatief werkende drukwisselingssystemen mag de onkantheid, dat wil zeggen het verschil tussen de zuig/rustslagverhoudingen van de twee alternatieve kanten, niet meer bedragen dan 5%. Korte b-fases gaan in de regel gepaard met langzaam melken. Te korte d-fases geven vaak problemen met het herstellen van de bloedsomloop in de spenen. Rode of blauwe spenen en lastige koeien zijn dan het gevolg. Lange d-fases geven vaak platte spenen en een overmatige vereelting te zien.

Ruimere zuig/rustslagverhouding

De laatste jaren is er een streven om koeien met een lager vacuüm te melken. Bij renovaties wordt vaak gekozen voor een installatie met een laagliggende melkleiding. De langzame vacuümvariatie die hierbij ontstaat is doorgaans vrij klein. Bij een gelijkblijvende zuig/rustslagverhouding betekent dit een kortere melkstroomtijd en dus ook langzamer melken. Om aan dit bezwaar tegemoet te komen, wordt bij laagliggende melkleidingen een ruimere zuig/rustslagverhouding toegepast zoals 65:35 of 70:30. Hierbij ligt het aantal pulsaties doorgaans rond 60 per minuut.

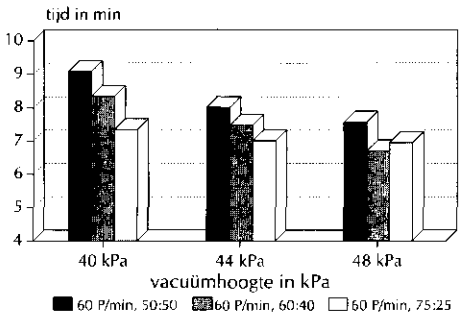
Lengte van de a- en c-fasen

De lengte van de a-fasen bedraagt doorgaans 120 tot 220 ms. De c-fase is wat korter en ligt vaak tussen de 100 en 180 ms. Uit onderzoek is bekend dat lange overgangsfasen (groter dan 25%) gepaard gaan met diverse problemen zoals het luchtzuigen van tepelvoeringen, afvallen van melkstellen, langzaam melken enzovoorts. Uit recent onderzoek blijkt dat bij zeer korte overgangsfasen (a=8%, c=6%) de tepelvoering sneller opent en sluit. Dit blijkt uit figuur 4.32. Tevens bleek in dit onderzoek dat de melkstroomtijd bij korte overgangstijden toenam. Ook de vacuümschommelingen en de klemdruk op de (kunst)speen waren groter bij de korte overgangsfasen. In de praktijk komen korte overgangsfasen zoals een a-fase van 8% en een c-fase van 6% niet of nauwelijks voor, maar overgangsfasen van 9 tot 10 % zijn geen uitzondering. In hoeverre het sneller openen en sluiten van de tepelvoering effect heeft op de koe, is echter niet duidelijk. Nader onderzoek moet dit aangeven. Bij korte c-fasen, dus snel sluiten van de tepelvoering, kan het voorkomen dat koeien lastig zijn tijdens het melken.

Tabel 4.9 Bedrijfsvacuümhoogte bij verschillende installaties

Type	Hoogte bedrijfsvacuüm in kPa
Hoogliggende melkleiding	48-50
Installatie met melkmeetglazen	45-47
Laagliggende melkleiding	40-44
Emmerinstallatie	40-44

Figuur 4.31 Effect van vacuümhoogte en zuig/rustslagverhouding op de melksnelheid



4.12 Technische hulpmiddelen bij het melken

In de moderne melkwinning wordt meer en meer hulpapparatuur gebruikt. Het gaat hierbij zowel om hulpapparatuur die werk van de melker overneemt (afneemapparatuur, stimulatieapparatuur) als om apparatuur die op elektronische wijze allerlei gegevens van de koe vast kan leggen tijdens het melken. Hierbij kunnen elektronische melkmeters, geleidbaarheids-, temperatuur- en activiteitssensoren worden genoemd. Om de werking van de melkinstallatie of de reiniging ervan te kunnen controleren, wordt ook bewakingsapparatuur toegepast. In deze paragraaf worden de diverse hulpmiddelen en onderdelen ervan behandeld.

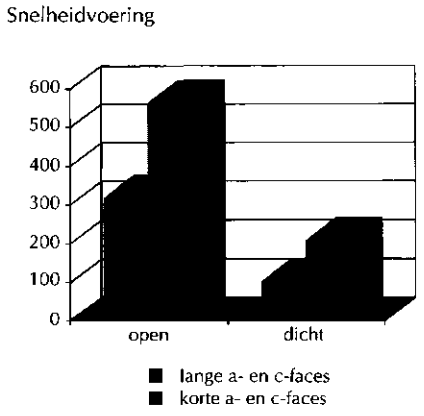
4.12.1 Melkstroomindicator

Bij gebruik van goed uitmelkende tepelvoeringen kan de koe als uit worden beschouwd, zodra de regelmatige melkstroomsnelheid kleiner is dan 0,2 kg/min. De laatste jaren wordt deze drempelwaarde verlegd naar 0,3 of zelfs 0,4 kg/min. Een dergelijke melkstroomsnelheid is op het oog niet gemakkelijk te bepalen. Een melkstroomindicator dient ervoor om deze stroomsnelheid te bepalen en geeft dus het moment aan om het melkstel af te nemen. In bouw en uitvoering zijn er tussen de indicatoren verschillen.

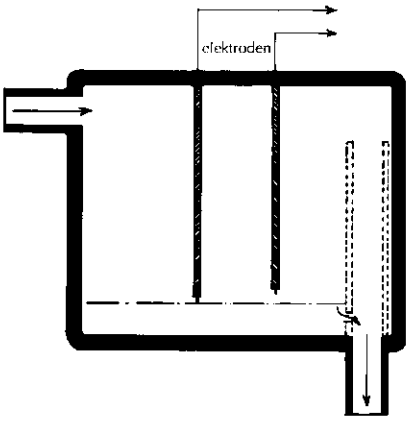
Melkstroomindicator met vlotter

De indicator bestaat uit een gesloten cilindertje met een aan- en afvoeropening (figuur 4.34).

Figuur 4.32 Effect van a- en c-fasen op snelheid openen en sluiten van de tepelvoering



Figuur 4.33 Melkstroomindicator met elektroden

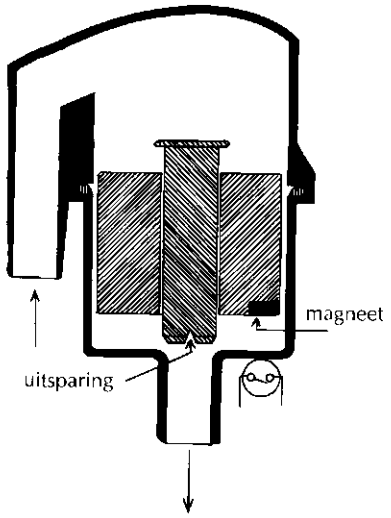


Op de aanvoeropening wordt de lange melkslang aangesloten en de afvoeropening aan de onderzijde wordt verbonden met de melkleiding. De afvoeropening steekt met een los pijpje bovenin het cilindertje. In het cilindertje bevindt zich eveneens een vlotter. Indien volop melk wordt aangevoerd is het cilindertje geheel gevuld en drijft de vlotter die het pijpje meeneemt in de bovenste stand. De melk stroomt dan via het pijpje en de wanden van de vlotter rechtstreeks door de grote afvoeropening. Wanneer de vlotter in het cilindertje gaat dalen, doordat de uitstromende hoeveelheid melk groter is dan de aanvoer, wordt het pijpje weer op de zitting van de grote afvoeropening geplaatst. Doordat aan de onderzijde van het pijpje een uitsparing is gemaakt, ontstaat nu een kleine opening. De opening komt overeen met een melkstroomsnelheid van 0,2 kg/min. Er zijn ook pijpjes met een opening van 0,3 en 0,4 kg/min. De vlotter zakt verder naar de bodem van het cilindertje en trekt door middel van het aan de vlotter bevestigde magneetje, aan de buitenzijde een contact aan. Hierdoor wordt een signaal gegeven aan de hulpapparatuur.

Melkstroomindicator met elektroden

Bij dit type indicator wordt gebruik gemaakt van de elektrische geleidbaarheid van melk. In het cilindertje zijn nu op de bodem of in de wand twee elektroden geplaatst (figuur 4.33). Indien volop melk wordt aangevoerd, wordt via de melk de zwakstroomkring gesloten. Als de melksnelheid gedaald is tot 0,2 of 0,3 kg/min

Figuur 4.34 Melkstroomindicator met vlotter



wordt de stroomkring verbroken. Deze drempelwaarde is doorgaans instelbaar. Bij sommige versies is het mogelijk om door een druk op de knop de drempelwaarde te kiezen bij het aansluiten van het melkstel. Op het moment dat de stroomkring wordt verbroken, geeft de indicator het signaal dat de koe 'uit' is. Indien de melkstroom erg abrupt wordt afgebroken, kan dit gesignaleerd worden. De melker wordt dan gewaarschuwd door een knipperend lampje.

Overbruggingstijd en vertragingstijd
Bij het aansluiten van een melkstel is de melkstroomindicator nog leeg en deze zou dan ook direct het signaal 'uit' geven. Het signaal moet daarom buiten functie worden gesteld tijdens het aansluiten en het op gang komen van de melkstroom tot het moment waarop de geregelde melkstroomsnelheid hoger is dan de drempelwaarde (van 0,2 op 0,3 kg/min). Deze fase wordt de overbruggingstijd genoemd. De overbruggingstijd dient zo lang te zijn dat bij alle koeien de drempelwaarde is bereikt, maar moet korter zijn dan de tijd die nodig is voor het melken van de kortst melkende koe (figuur 4.35). De gewenste overbruggingstijd bedraagt 90-120 s en wordt meestal automatisch beëindigd. Bij enkele systemen moet de overbruggingstijd beëindigd worden door het omzetten van een schakelaar (half automatisch systeem).

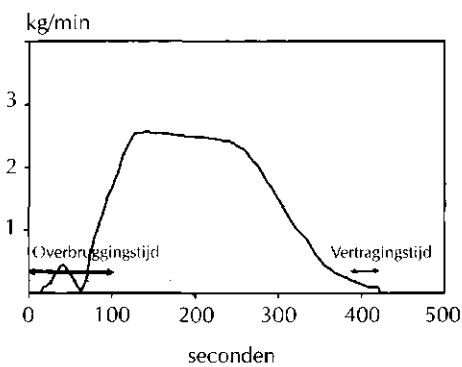
Tussen het bereiken van de drempelwaarde en het signaal 'uit' wordt meestal ook een wachttijd toegepast, de zgn. vertragingstijd. De vertragingstijd wordt ingebouwd om te voorkomen dat het signaal 'uit' wordt gegeven als gedurende slechts enkele seconden de melkstroom afneemt door bijv. iets luchtzuigen. De vertragingstijd bedraagt doorgaans 10-15 s. Het kan gebeuren dat de melkstroom in de vertragingstijd weer boven de drempelwaarde komt. Wordt daarna de drempelwaarde opnieuw bereikt, dan gaat de vertragingstijd opnieuw in. Om te voorkomen dat op deze wijze het proces onnodig veel tijd vergt, wordt bij sommige systemen de vertragingstijd automatisch verkort. Bij vrijwel alle typen indicatoren kunnen zowel de overbruggingstijd als de vertragingstijd aangepast worden aan de bedrijfsomstandigheden.

Bij het bereiken van de drempelwaarde geeft de melkstroomindicator na de vertragingstijd een signaal dat de betreffende koe 'uit' is. Dit signaal kan gebruikt worden voor het geven van licht- of geluidssignalen en het in werking stellen van melkapparatuur of afneemapparatuur.

4.12.2 Stimulatieapparatuur

De voorbehandeling van een koe vergt de nodige tijd. Naast het reinigen van de spenen, speelt het voormelken een belangrijke rol bij de melkafgifte. Intensief voorbehandelen verkort de machinemelktijd (hoofdstuk 2). Deze wijze van voorbehandelen is echter arbeidsintensief. Door de opkomst van de elektronica en de microprocessor is het mogelijk geworden om ook processen zoals de stimulatie van de melkafgifte over

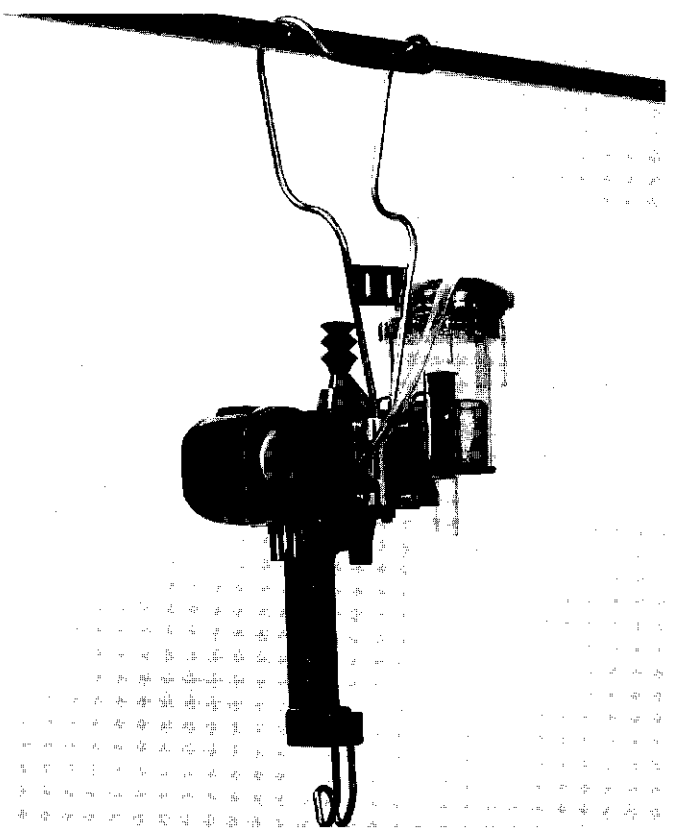
Figuur 4.35 *Overbruggingstijd en vertragingstijd bij het melkproces*



te laten nemen door hulpapparatuur. De microprocessor die ook de aansturing van de elektronische pulsator verzorgt, heeft daartoe de beschikking over een speciaal programma. Na het aansluiten van het melkstel schakelt de microprocessor over op de stimulatiefase. De microprocessor zorgt ervoor dat de pulsator op 200 tot 300 pulsaties per minuut wordt ingesteld. Hierbij raakt de tepelvoering in een sterk vibrerende beweging, waardoor de spenen gemasseerd worden en de melkafgifte gestimuleerd wordt. Bij een andere uitvoering wordt het aantal pulsaties niet verhoogd, maar zelfs iets verlaagd naar ongeveer 50 pulsaties per minuut met toepassing van een zuig/rustslagverhouding van 30:70 of 35:65. Nadat de melkstroom de drempelwaarde heeft bereikt of nadat een vaste tijd is verstreken, schakelt de apparatuur automatisch over naar de gewenste pulsatie-instelling voor het melken. Uit onderzoek blijkt dat de stimulatieapparatuur een positief resultaat heeft op de melkafgifte en de machinemelktijd verkort. De voorbehandelingsfase kost echter ook tijd, zodat er per saldo geen sprake is van een hogere capaciteit.

Indien gebruik wordt gemaakt van een elektronische melkmeter als indicator voor de stimulatieapparatuur, kan de microprocessor de pulsatie-instelling tijdens het melken instellen afhankelijk van de melksnelheid. Zo wordt bijvoorbeeld bij een melksnelheid boven 3 kg/min de zuig/rustslagverhouding verruimd en het aantal pulsaties verminderd. Hierdoor wordt het mogelijk om met snel melkende instellingen te melken tijdens de volle melkstroom. Aan het eind van het melken zal de melksnelheid weer dalen en schakelt de pulsator over naar de standaard instelling. Aan het begin en het eind van het melken geldt dus de standaard instelling van de pulsator. Uit onderzoek blijkt dat het melkproces iets wordt verkort.

Melkstopapparatuur.



4.12.3 Melkstopapparatuur

Een verdergaande toepassing van hulpapparatuur is het beëindigen van het feitelijke melken zonder tussenkomst van de melker. Het melkstel hoeft dan niet direct te worden afgenomen bij het 'uit' zijn van de koe. Bij sommige uitvoeringen wordt door het signaal van de indicator de pulsator stopgezet, waarbij de tepelvoeringen in de rustslagstand worden gehouden. Een andere mogelijkheid is een uitvoering waarbij het melken begint met een verlaagd vacuüm. Zodra de melkstroomsnelheid groter wordt dan de drempelwaarde van 0,2 of 0,3 kg/min, schakelt het signaal van de indicator de apparatuur over op het normale bedrijfsvacuüm. Aan het eind van het melken, als de indicator het signaal 'uit' geeft, wordt weer overgeschakeld op het verlaagde vacuüm. Het melken wordt min of meer gestopt bij dit lage vacuüm. Het tijdstip van afnemen kan bij beide uitvoeringen later plaatsvinden. Het melken kan ook worden beëindigd bij singel- en ophefapparaten door op het signaal van de indicator het vacuüm af te sluiten. De tepelhouders vallen af, het melkstel wordt dan opgevangen door de draagarm.

4.12.4 Afneemapparatuur

Bij automatisch afnemen wordt het melkstel gelijktijdig met het afsluiten van het melkvacuüm en het toelaten van buitenlucht in de melkklauw afgenomen en buiten de melkstand getrokken. In grote lijnen is het principe bij de meeste merken gelijk (figuur 4.36). De afneemapparatuur bestaat uit een cilinder met zuiger. Aan de zuiger is een nylonkoord bevestigd. Het andere eind van het koord is verbonden met de melkklauw. De cilinder is bevestigd aan de constructie van de melkstal of wordt opgehangen

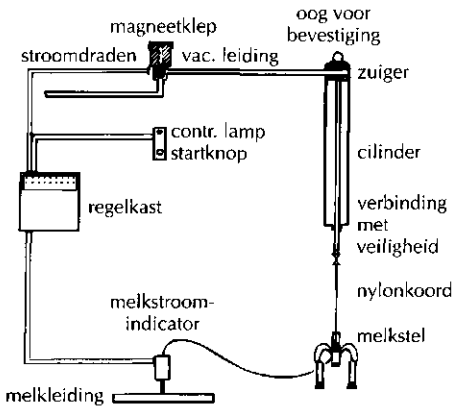
aan de vacuümleiding. De cilinder is met een vacuümslang verbonden met een magneetklep, die op de vacuümleiding is gemonteerd. Tijdens het melken bevindt de zuiger zich onderin de cilinder. De elektromagneet in de klep wordt bestuurd door het signaal van de melkstroomindicator. Bij het openen van de magneetklep wordt de cilinder onder vacuüm gebracht. De zuiger gaat omhoog en met het nylonkoord wordt het melkstel afgenomen. Gelijktijdig met het afnemen wordt het vacuüm in de melkklauw afgesloten, waardoor de tepelhouders loslaten. Bij diverse uitvoeringen gebeurt dit door lucht toe te laten in de melkklauw, waardoor de afsluiter op de zitting valt en de vacuümtoevoer blokkeert. Indien geen afsluiter in de klauw aanwezig is, wordt bijv. gebruik gemaakt van een slangklem die door een membraan wordt gestuurd. Deze slangklem wordt op de lange melkslang geplaatst.

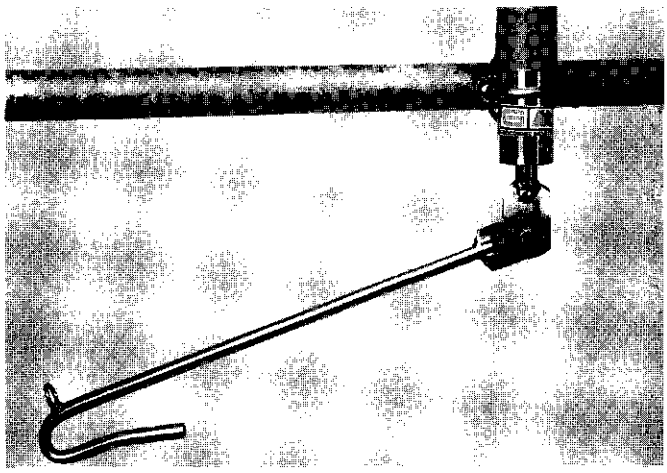
4.12.5 Andere technische voorzieningen

Melkslanggeleiding

Goed melken is ook zorg dragen voor een goede gewichtsverdeling van het melkstel. Dit hangt samen met een goede stand van het melkstel in verband met het vlot, gelijkmatig en volledig uitmelken van alle kwartieren. In principe moet het gewicht van het melkstel en de lange melkslang gelijk over de vier kwartieren verdeeld zijn. De bouw van de uier speelt hierbij een belangrijke rol. Een goede gewichtsverdeling beperkt het luchtzuigen en afvallen van melkstellen.

Figuur 4.36 Schema automatische afneemapparatuur





Melkslanggeleiding.

Bij het melken van koeien in een grupstal zijn verschillende mogelijkheden aanwezig om de stand van het melkstel te verbeteren. Door de lange melkslang in een schoftbeugel te haken kan het melkstel zo recht mogelijk gehangen worden. Een andere goedkope oplossing is het knopen van een touwtje om de borst van de koe. Hieraan kan tijdens het melken een haakje bevestigd worden, dat via een elastiek verbonden wordt met de lange melkslang.
Voor doorloopsystemen zijn allerlei melkslanggeleiders te koop. Deze worden doorgaans aan de onderste keerbuis bevestigd. Een goede melkslanggeleider zal de melkslang niet alleen optillen, maar deze ook enigszins op 'trek' hangen, zodat de gewichtsverdeling van het melkstel optimaal wordt. Vooral op bedrijven waar gemolken wordt met een laag vacuüm is een goede gewichtsverdeling van het melkstel belangrijk. In visgraatmelkstallen komt een melkslanggeleider het best tot zijn recht bij de stallen met een standlengte van minimaal 115 cm.

Speendesinfectieapparatuur

Op veel bedrijven worden de spenen direct na het melken gedompeld in een desinfecterende vloeistof (dippen) of ermee besproeid (sprayen). Uit onderzoek blijkt dat het dippen of sprayen direct na het melken een celgetalverlagend effect heeft. In veel doorloopmelkstallen heeft men de beschikking over spray-apparatuur. Een pompje dat op vacuüm werkt, pompt de desinfectievloeistof in een centrale leiding. Hieraan zijn op enkele centrale plaatsen in de melkstal flexibele slangen met handsproeiers bevestigd. Direct na het melken kan de melker de spenen

besproeien. De handsproeiers worden zodanig geplaatst dat deze gemakkelijk bereikbaar zijn.

Openen en sluiten van hekken
Het openen en sluiten van hekken en deuren, het krachtvoer verstrekken en het ledigen van melkmeetglazen zijn werkzaamheden die een zekere plaatsgebondenheid met zich meebrengen. Vooral in grote doorloopmelkstallen moet de melker daardoor extra lopen. Hij kan op looptijd besparen door het op afstand bedienen van hekken en deuren. Het openen en sluiten van bijv. een toegangshek is eenvoudig te realiseren met een cilinder met dubbelwerkende zuiger. Met een driewegkraan, bedienbaar door middel van een stang welke door de gehele melkstal loopt, wordt (pers)lucht aan de ene of de andere kant van de zuiger in de cilinder gelaten. De beweging van de zuiger opent en sluit het hek, waarbij na sluiting tevens vergrendeling plaatsvindt. De bediening van krachtvoerapparatuur kan eveneens op deze wijze gerealiseerd worden.

Automatisch ledigen van melkmeetglazen
Het ledigen van meetglazen kan per meetglas geautomatiseerd worden of kan centraal worden uitgevoerd. Meestal wordt hierbij gebruik gemaakt van een membraanafsluiter in de melkafvoerslang van het meetglas naar de melktransportleiding. De besturing van de membraanafsluiters vindt plaats door middel van een driewegkraan die centraal of bij elk melkmeetglas opgesteld wordt. Bij diverse uitvoeringen is het ledigen van de melkmeetglazen gekoppeld aan de afneemapparatuur. Ten behoeve van de melkproductiecontrole moet deze koppeling buiten werking kunnen worden gesteld.

Automatisering open melkstallen
Open melkstallen kunnen met een PLC-besturing (Programmable Logic Controller) vrijwel volledig geautomatiseerd worden. Na het afnemen van het melkstel zorgt de PLC-besturing voor het openen van het uitgangshek. Nadat de koe de box heeft verlaten wordt het uitgangshek gesloten en het ingangshek geopend, zodat de volgende koe in de box kan. Het koeverkeer in de open melkstal wordt op deze wijze volledig geautomatiseerd. De melker kan zich beperken tot de voorbehandeling van de koeien en het aansluiten van het melkstel.

Hulpapparatuur kan met name de loopafstanden voor de melker bekorten en dus een lichamelijke arbeidsverlichting voor hem betekenen. Soms kan hulpapparatuur werkzaamheden van de melker overnemen. Evenzeer kan hulpapparatuur een geestelijke arbeidsverlichting betekenen. Hulpapparatuur vereist echter ook aandacht en daarom zal elke melker zich vooraf moeten beraden over de vraag of de betreffende hulpapparatuur in zijn situatie inderdaad hulp biedt.

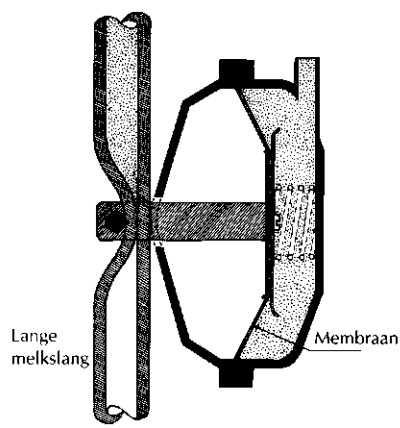
4.13 Controle op melkproductie

Bij melkleidinginstallaties wordt het vaak als een gemis ervaren, dat de productie van de koeien en het verloop ervan zonder hulpmiddelen vrijwel niet is waar te nemen. Ook wanneer op het bedrijf één keer per drie of vier weken de officiële productiecontrole plaatsvindt, is tussentijdse informatie in verband met bedrijfsvoering en krachtvoerdosering soms erg belangrijk. Voor dit doel komen de melkmeetglazen en zogenaamde doorstroommelkmeters in aanmerking.

4.13.1 Richtlijnen melkproductiecontrole

De richtlijnen voor de officiële melkproductiecontrole zijn opgesteld door ICAR (International Committee for Animal Recording). Hierin worden eisen gesteld aan de meetapparatuur. Deze eisen houden o.a. in dat de afgezonderde hoe-

Figuur 4.37 Slangklem die door een membraan wordt gestuurd



veelheid melk representatief is voor de totale hoeveelheid en de samenstelling. Daarnaast is het gewenst dat deze apparatuur de melkroutine zo min mogelijk beïnvloedt. Zo zijn bijvoorbeeld grenzen gesteld aan de eventuele weerstand die de melkstroom kan ondervinden. Dit is in het bijzonder van belang wanneer dergelijke apparatuur dagelijks wordt gebruikt. In dat geval moet de apparatuur door middel van circulatiereiniging goed kunnen worden gereinigd. Meetapparatuur bestemd voor de productiecontrole moet over een internationale goedkeuring van ICAR beschikken. Een groot aantal melkproductiemeters beschikt over een dergelijke goedkeuring. De officiële melkproductiecontrole wordt uitgevoerd door de Provinciale Bonden of Stichtingen voor de Rundveeverbetering. Deze voeren ook regelmatig controles uit op de nauwkeurige werking van de apparatuur in de praktijk.

4.13.2 Melkmeetglazen

In veel doorloopmelkstallen zijn melkmeetglazen gemonteerd. Melkmeetglazen vormen een onderdeel van het melkvoerende gedeelte van de installatie. Voor de officiële melkproductiecontrole gelden enkele voorwaarden voor de plaatsing van melkmeetglazen in verband met het goed kunnen aflezen van de melkhoeveelheid en het nemen van een monster melk. Om de hoeveelheid melk te kunnen aflezen is op de zijkant van de melkmeetglazen een schaalverdeling aangebracht, onderverdeeld in 0,2 kg. Het aflezen van een hoeveelheid melk met een dikke laag fijn schuim, hetgeen overigens niet veel gebeurt, hoeft niet veel problemen op te leveren. Een eenvoudige vuistregel is dat voor elke kg schuim 0,1 kg melk bijgeteld moet worden. De nauwkeurigheid van melkmeetglazen is niet alleen afhankelijk van de zorgvuldigheid bij het fabricageproces, maar ook van de bevestiging in de doorloopmelkstal. De Provinciale Bonden of Stichtingen voor de Rundveeverbetering controleren de melkmeetglazen op nauwkeurigheid en juiste bevestiging en beoordelen de getroffen voorzieningen voor de monstername. De juiste hoeveelheidsaanduiding wordt gecontroleerd met een hoekmeter. Er wordt toestemming gegeven om de meetglazen voor de officiële productiecontrole te gebruiken als de afgelezen waarden juist blijken te zijn, dan wel dat de afwijking binnen 2% ligt. Bij de officiële productiecontrole dient de melk in het meetglas eerst gedurende 10 sec te worden gemengd met lucht alvorens het monster mag worden genomen.

Melkmeetglazen moeten voorzien zijn van een goede aftapmogelijkheid. Biestmelk en afwijkende melk, kortom melk die niet mag worden afgeleverd, kan dan worden afgetapt. Wanneer een koe die behandeld is met antibiotica, is gemolken, is het raadzaam het glas na het aftappen met water na te spoelen. Ook het achtergebleven schuim moet worden verwijderd.

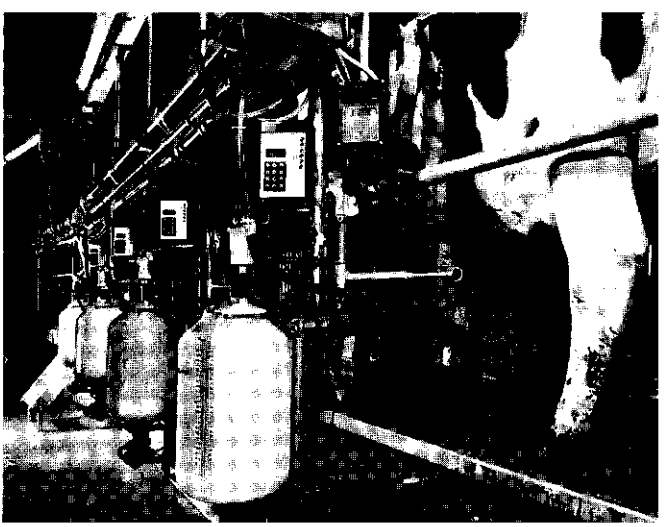
4.13.3 Milko-Scope

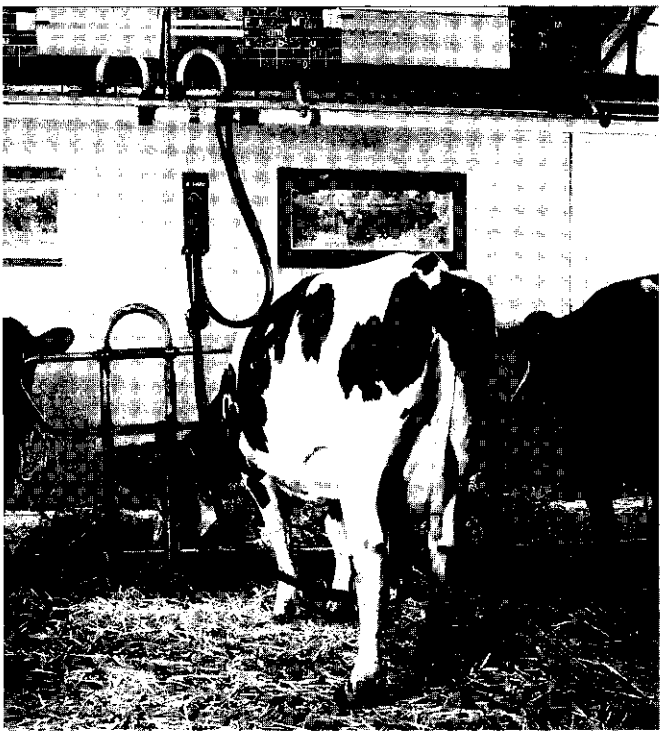
Dit meet- en monstername-apparaat is een instrument dat een klein deel van de melk die door het apparaat stroomt (1,68%) in een maatcilinder opvangt. De samenstelling van de melk die op deze wijze in de maatcilinder is verzameld, is ook representatief voor de samenstelling van het gehele melkmaal. Practische bezwaren zijn de luchtinslag en de vacuümdalingen die optreden, de betrouwbaarheid van het monster en het tijdrovende reinigen met de hand. Dit apparaat wordt dan ook vrijwel niet meer gebruikt.

4.13.4 Tru-Test melkmeter

De Tru-Test melkmeter veroorzaakt geen periodieke vacuümdalingen. Het drukverloop is gelijkmatiger, waardoor dit apparaat zich beter leent voor vaste opstelling in een doorloopmelkstal. In die situatie kan deze meter als een onderdeel van de installatie worden beschouwd. Er zijn twee uitvoeringen. Bij de één is een vaste meetbuis aanwezig, voorzien van een kraan; bij de andere uitvoering is de meetbuis verwisselbaar. De uitvoering met ver-

Veelal worden melkmeetglazen op putrandhoogte geplaatst.





Ook op de grupstal kan de melkgift elektronisch worden gemeten.

wisselbare buis is vrijwel uitsluitend in gebruik bij Fok- en Controleverenigingen. De afgezonderde hoeveelheid bedraagt ongeveer 2 % van de totale melkgift. De melk in de meetbuis is niet alleen representatief voor de hoeveelheid, maar ook voor de samenstelling. De inhoud van de meetbuis moet echter eveneens goed worden gemengd om een representatief monster van het melkmaal te verkrijgen.

4.13.5 Elektronische melkmeting

In het begin van de tachtiger jaren kwamen de eerste elektronische melkmeters op de markt. Men kan in feite twee systemen onderscheiden, waarmee de productiegegevens elektronisch vastgelegd en doorgegeven kunnen worden naar een computersysteem. Het ene systeem maakt gebruik van speciaal toegeruste melkmeetglazen, terwijl het andere systeem bestaat uit doorstroommelkmeters.

Melkmeetglazen

Voor de elektronische melkgiftmeting bij melkmeetglazen zijn er drie methoden. De eerste gaat door middel van wegen van het meetglas met inhoud m.b.v. weegarmen, waaraan het meetglas is bevestigd. In de weegarm zijn rekstrookjes aangebracht. Dit systeem wordt echter nauwelijks toegepast.

Een tweede methode berust op meting van het niveau van de melk in het meetglas. Dit gebeurt met speciaal hiervoor ontwikkelde apparatuur. Deze bestaat uit een vlotter die langs een centraal geplaatste buis in het melkmeetglas op en neer beweegt met het niveau van de melk. In de holle buis bevindt zich een kogeltje dat door de vlotter magnetisch wordt meegetrokken en zich dus op dezelfde hoogte bevindt als het melkniveau. Aan de bovenzijde van de buis bevindt zich een sensor die signalen uitzendt naar het kogeltje. Deze signalen worden weer teruggekaatst. De tijdsduur benodigd voor dit heen en weer zenden, is een maat voor het niveau, dus ook voor de hoeveelheid melk in het melkmeetglas.

Een derde methode is het meten van de melkhoeveelheid tijdens de afvoer uit het melkmeetglas. Dit meten gebeurt in een meetkamer, waarin porties van 100 g via volumemeting worden geteld.

Doorstroommelkmeters

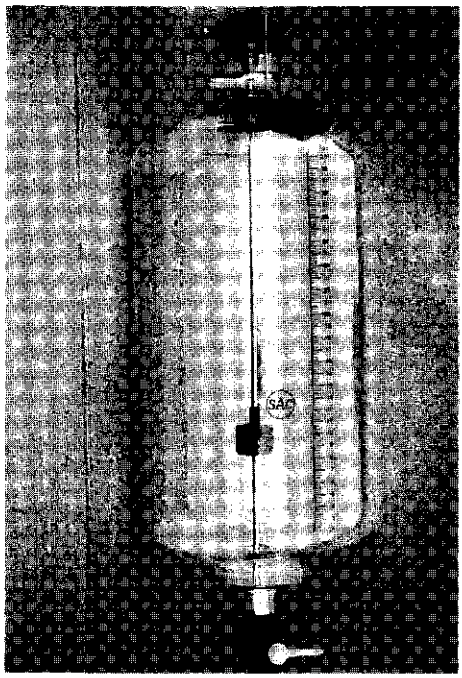
In de afgelopen jaren zijn allerlei typen doorstroommelkmeters ontwikkeld en op de markt gebracht. De hierbij gehanteerde meetprincipes kunnen globaal worden onderscheiden in wegen van de melk en meten van de massa of het volume van de melk. Door de meeste meters stroomt de totale melkstroom. Soms wordt alle melk gemeten; bij de meer recente versies wordt slechts een gedeelte van de melkstroom nauwkeurig gemeten. De totale melkgift wordt dan berekend op basis van de gemeten hoeveelheden.

Het principe is als volgt: De melk stroomt vanaf het melkstel via de lange melkslang naar de melkmeter. Via een aansluiting aan de bovenzijde van de melkmeter stroomt de melk in de meter. Soms wordt de melkstroom in een eerste kamer opgevangen, waarna de melk naar de meetkamer stroomt. In de meetkamer bevinden zich een tweetal elektrodes. De melk stroomt via een membraanklep in de meetkamer en de meetkamer wordt gevuld. Op het moment dat het melkniveau de bovenste elektrode heeft bereikt, wordt een stroomkring gesloten. De meetkamer is dan gevuld met 0,2 kg melk. De membraanklep boven de meetkamer wordt gesloten, terwijl gelijktijdig de afvoerklep naar de melkleiding wordt geopend.

De meetkamer wordt geleegd. Zodra de meetkamer is geleegd, wordt de afvoerklep gesloten en de toevoerklep weer geopend. Op het bijbehorende display wordt de toename van de melkgift weergegeven in stapjes van 0,2 kg.

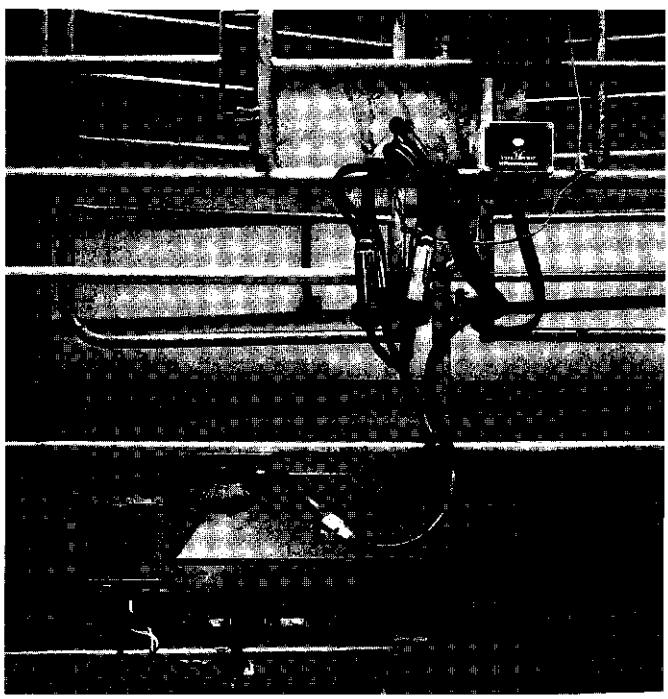
Bij andere systemen wordt de melksnelheid tijdens het vullen van de meetkamer gemeten. Zodra de meetkamer vol is, wordt een afvoerklep geopend en kan de melk afgevoerd worden naar de melkleiding. De tijd nodig voor het ledigen van de meetkamer wordt ook gemeten en vastgelegd. Daarna wordt de meetkamer weer gevuld. Op basis van de vulsnelheid tijdens het opeenvolgende vullen wordt de melkhoeveelheid tijdens het ledigen van de meetkamer berekend. Op deze wijze wordt een deel van de melkstroom gemeten, terwijl de totale melkgift nauwkeurig kan worden vastgesteld. Bij al deze systemen kunnen de verkregen gegevens zichtbaar gemaakt worden op een afleesvenster en doorgegeven worden naar een computersysteem. Elektronische melkmeters zijn ook te gebruiken als melkstroomindicator voor het automatisch afnemen van melkstellen. Een punt van aandacht is het luchtverbruik en de extra benodigde hoeveelheid reinigingsvloeistof. Deze aspecten kunnen gevolgen hebben voor de capaciteit van de vacuümpomp en het reinigingsproces.
Diverse melkmeters zijn ook geschikt voor toepassing in de grupstal. Vrijwel alle elektronische doorstroommelkmeters kunnen ook gebruikt worden als melkstroomindicator voor hulpapparatuur zoals afneemapparatuur, stimulatieapparatuur enzovoorts.

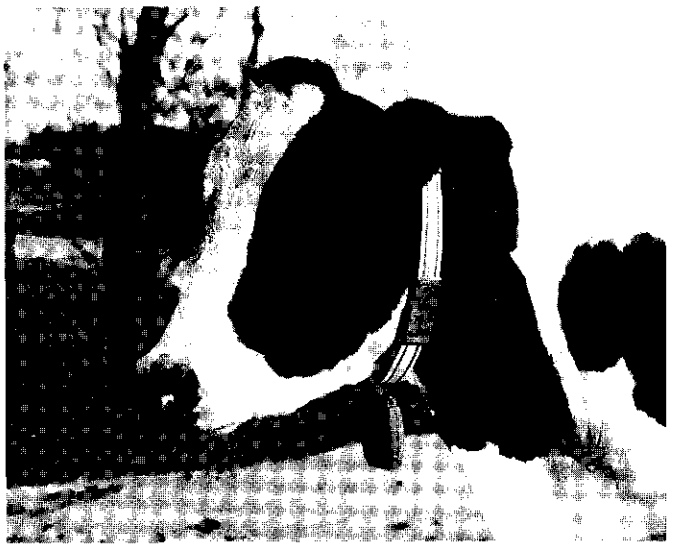
4.13.6 Productie- en gezondheidsbewaking
Elektronische melkmeters bieden de melkveehouder mogelijkheden om de melkgiften elk melkmaal te registreren en te verwerken. Na het verwerken van deze gegevens kunnen productieoverzichten, attentielijsten en andere overzichten per groep of per dier worden uitgedraaid. Het dagelijks vastleggen van melkgiften geeft extra informatie over de prestaties van de individuele koe. Aan de hand van de productiegegevens kunnen krachtvoerrantsoenen per groep of per dier worden berekend. De melker kan geattendeerd worden op sterk afwijkende melkgiften en andere belangrijke aspecten. Voor de vaste melker vormen deze meldingen een goede ondersteuning, bij een 'vreemde' melker kunnen fouten worden voorkomen.



Elektronische melkgiftregistratie met melkmeetglazen (niveaumeter).

Koeherkenning
Bij een melkgift hoort uiteraard een koenummer. Het vastleggen van de koenummers kan op meerdere wijzen worden gerealiseerd. Door de koeien zelf te herkennen en het koenummer in te toetsen, kan op een goedkope wijze de melk-


Doorstroommelkmeter.



Iedere koe wordt met een zender herkend.

gift en het koenummer worden gekoppeld. Een voorwaarde is echter dat de melker de koeien goed moet kennen. Dit kan bijvoorbeeld bij vreemde melkers problemen opleveren. Een andere mogelijkheid is de elektronische koeherkenning in de melkstal. Hierbij dragen de koeien een zender en worden automatisch herkend bij het binnenkomen in de stal.

Melkgiftregistratiecomputer
Om de elektronisch geregistreerde melkgiften te kunnen verwerken, is een computer noodzakelijk. De melkmeters worden via een communicatiekabel verbonden met de melkgiftregistratiecomputer. Via het bij de melkmeter behorende display met toetsenbord kan gecommuniceerd worden met de melkgiftregistratiecomputer. Op dit display kunnen tijdens het melken attentiemeldingen zichtbaar worden gemaakt. Ook is het vaak mogelijk diverse gegevens van de betreffende koe op te vragen.

Geleidbaarheidsmeting per kwartier.

Gezondheids- en tochtigheidsbewaking
Voor een goede bedrijfsvoering is het verkrijgen van betrouwbare gegevens over de gezondheidstoestand van de koe en het optreden van tochtigheid van groot belang. Bij de gezondheidsproblemen speelt met name mastitis een belangrijke rol. Een tochtigheid die niet gezien wordt, betekent een ongewenste verlenging van de tussenkalftijd. Het zal duidelijk zijn dat vroegtijdig signaleren van zieke en tochtige dieren geld op kan leveren. In de afgelopen jaren is gewerkt aan de ontwikkeling van sensoren, zoals geleidbaarheids-, temperatuur- en activiteitenmeting. Deze hulpmiddelen kunnen de veehouder behulpzaam zijn bij het vroegtijdig signaleren van zieke en tochtige koeien.

Melk van een koe met mastitis heeft een wat andere samenstelling dan melk van een gezonde koe. Hierbij neemt de elektrische geleidbaarheid toe. Door tijdens het melken de geleidbaarheid van de melk te meten, kan in een vroeg stadium een verhoging van de geleidbaarheid worden gesignaleerd. Om de geleidbaarheid te kunnen meten, wordt gebruik gemaakt van een sensor die ingebouwd wordt in de melkklauw. Van elk kwartier wordt de elektrische geleidbaarheid afzonderlijk gemeten. De computer berekent het verschil tussen het kwartier met de hoogste geleidbaarheid en de drie andere kwartieren. Hierbij worden de gemeten waarden gecorrigeerd voor o.a. lactatiestadium, lactatie, melkinterval enzovoorts. Als het verschil groter is dan een bepaald percentage (bijvoorbeeld 15%) krijgt de melker een attentiemelding.

De elektrische geleidbaarheid van melk kan ook met een elektronische melkmeter worden gemeten. Hierbij wordt de geleidbaarheid van de mengmelk van alle vier kwartieren samen bepaald. Een nadeel is dat een kleine verhoging van de geleidbaarheid van één kwartier niet of nauwelijks tot uiting komt in een verhoging van de geleidbaarheid van de mengmelk.
Bij tochtigheid vertonen de dieren extra activiteit. Tevens treedt een temperatuurverhoging op. Tochtige dieren kunnen naast het visueel beoordelen ook worden gesignaleerd door het bepalen van de activiteit van het dier en via de

melktemperatuur. Met behulp van een dergelijke activiteitenmeter, ook wel stappenteller genoemd, kan de activiteit van een koe worden bepaald. Een hoge activiteit wijst op een mogelijke tochtigheid. Bij een tochtigheid is eveneens de lichaamstemperatuur van de koe verhoogd (circa 0,5 °C). Ook de melktemperatuur zal eenzelfde verhoging te zien geven. Door de melktemperatuur te bepalen tijdens het melken, kunnen tochtige dieren en/of zieke dieren gesignaleerd worden. Onderzoekresultaten geven aan dat bij een combinatie van activiteitenmeting, temperatuurmeting en een visuele beoordeling vrijwel alle tochtige dieren kunnen worden gesignaleerd.

4.14 Automatische melksystemen

De tijd dat de melker met de bussen naar de wei ging, ligt inmiddels achter ons. Het machinaal melken heeft in de afgelopen decennia een snelle ontwikkeling gekend. Veel handelingen rondom het melken zijn inmiddels geautomatiseerd. De melker moet echter nog steeds minimaal twee maal per dag, 365 dagen per jaar, aanwezig zijn bij het melken. Met de introductie van de automatische melksystemen, ook wel melkrobot genoemd, lijkt hieraan een einde te komen.

4.14.1 Automatisch aansluiten van het melkstel

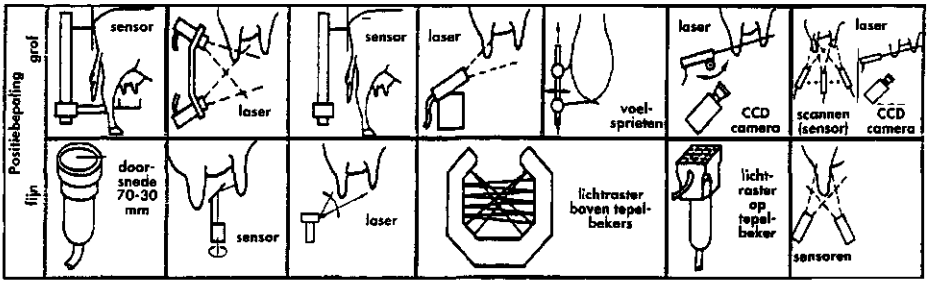
Het aansluiten van een melkstel lijkt vrij eenvoudig. De melker reinigt de uier en de spenen, straalt voor en stimuleert hierdoor de melkafgifte. Wat voor de melker vrij eenvoudig lijkt, is voor een melkrobot een uiterst gecompliceerd proces. De melkrobot moet de spenen localiseren voordat de tepelhouders aangesloten kunnen worden. Er zijn grote verschillen mogelijk tussen de uiers van individuele dieren wat betreft speenplaatsing, speendiameter en uierhoogte. De koe zal zich bewegen tijdens het aansluiten en het melken. Onderzoek heeft aangetoond dat de stand van de spenen gedurende de lactatie wijzigt. Ook van melkmaal tot melkmaal kunnen de speencoördinaten zich behoorlijk wijzigen, bijvoorbeeld door liggen van de koe en/of de lengte van het melkinterval. De melkautomaat moet met deze situaties rekening houden. Het volledig automatisch aansluiten van melkstellen is technisch dan ook een uiterst complexe ontwikkeling.

4.14.2 Werking melkrobot

Kenmerkend voor alle systemen die tot nu toe zijn ontwikkeld, is het melken op een plaats waar ook krachtvoer wordt verstrekt. Koeien komen meerdere malen per dag vrijwillig naar de krachtvoerbox. In feite wordt bij een automatisch melksysteem de krachtvoerbox uitgerust met melkapparatuur met bijbehorende sensoren. De inrichting van de melkplaats is bij de verschillende systemen niet gelijk. Bij enkele ontwerpen wordt uitgegaan van een open-tandembox met individuele wisseling. Indien de tepelhouders vanaf de zijkant van de box worden aangesloten, ontstaat de mogelijkheid meerdere boxen achter elkaar te plaatsen. In een ander ontwerp wordt uitgegaan van een doorloopbox, waarbij het systeem de voorste tepelhouders vanaf de linker-, respectievelijk rechterkant van de box aansluit, terwijl de achterste tepelhouders vanuit een ruimte in de vloer worden aangesloten. In figuur 4.38 is aangegeven op welke wijze de verschillende systemen de positie van uier en spenen bepalen en de tepelhouders aansluiten.

Het proces van binnenkomst koe tot en met het aansluiten van het melkstel verloopt als volgt. De koe wordt bij een selectiepoort automatisch herkend. De computer gaat na of de koe wel of

Figuur 4.38 Aansluitprincipes automatische melksystemen



niet gemolken en gevoerd moet worden. Als dit het geval is, wordt de koe toegelaten tot de melkautomaat. De koe wordt min of meer opgesloten in de box door de voor- of achterkant van de box enigszins te verplaatsen. De achterpoten worden iets gespreid om het aansluiten te vergemakkelijken. De voerautomaat verstrekt het krachtvoer en de computer start het programma om de koe te melken. Het systeem brengt de robotarm met de melkmodule onder de koe. Vrijwel alle systemen werken met een fasering in de positiebepaling. In eerste instantie wordt de globale positie van uier en spenen bepaald. Dit gebeurt met ultrasone technieken, beeldverwerking of lasers. Soms gebeurt dit op basis van de vooraf ingebrachte speencoördinaten.
De melkautomaat brengt de tepelhouders onder de uier. Daarna wordt getracht de exacte positie van de spenen te bepalen. Zodra de posities van de spenen vastgelegd zijn, worden de tepelhouders aangesloten. Meestal worden de tepelhouders één voor één aangesloten, bij enkele melkautomaten gebeurt dit gelijktijdig. Bij abrupte bewegingen of storingen stopt het systeem en het aansluiten wordt opnieuw uitgevoerd.
De reiniging van de uier en de spenen wordt meestal voor het aansluiten van het melkstel uitgevoerd. Met behulp van draaiende borstels en water worden de spenen gereinigd. Na de voorbehandeling van elke koe worden de borstels gereinigd en gedesinfecteerd om het risico van overdracht van bacteriën van koe naar koe te verminderen. Bij weer andere automaten vindt de reiniging van de spenen plaats na het aansluiten van het melkstel. Een straaltje water wordt gedurende 10 seconden in de tepelvoering gespoten. Door het water en de beweging van de tepelvoering worden de spenen gereinigd. Er zijn voorzieningen getroffen om het voorbehandelwater en de eerste melkstralen apart af te voeren.

4.14.3 Melkproductie en melkkwaliteit

Een kenmerk van een automatisch melksysteem is dat de koeien zich meerdere malen per dag vrijwillig melden om te kunnen worden gemolken. Door het meermalen daags melken mag een productiestijging verwacht worden van 10-15%. De vet- en eiwitgehalten vertoonden in een IMAG-onderzoek (Insitutuut voor Milieu en Agritechniek) een daling van 0,15% resp. 0,05%. De kwaliteit van de melk, de uiergezondheid en het dierlijk welzijn lijken bij het viermaal daags melken niet nadelig beïnvloed te worden.
Wel lijkt de zuurtegraad van het melkvet bij het meermalen daags melken enigszins te worden verhoogd. De geconstateerde verhogingen liggen binnen de bij de kwaliteitsuitbetaling gehanteerde grenzen. De oorzaak van een verhoogde gevoeligheid voor vetsplitsing is vooral gelegen in te korte melkintervallen. Koeien die weinig produceren, zullen minder vaak per dag gemolken moeten worden.

4.14.4 Inpassing automatisch melksysteem

Het automatisch melksysteem zal zonder tussenkomst van de melker moeten kunnen functioneren. Een automatisch melksysteem houdt dan ook meer in dan alleen het automatisch voorbehandelen en het aansluiten respectievelijk afnemen van het melkstel. Het systeem zal de beschikking moeten hebben over sensoren voor het opsporen van zieke en tochtige koeien. Zieke en tochtige koeien moeten afgezonderd kunnen worden en afwijkende melk moet apart worden gehouden. Het automatisch melksysteem zal op basis van de gegevens van de diverse sensoren bepaalde handelingen, zoals wel of niet melken, melk wel of niet afzonderen, automatisch moeten uitvoeren. Op gezette tijden zal de melkinstallatie gereinigd moeten worden. Momenteel wordt onderzoek verricht

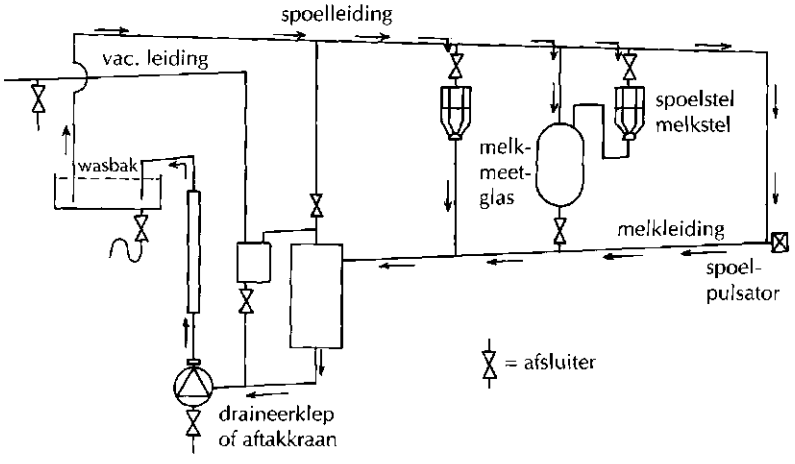
Verschillende automatische melksystemen in Nederland.

naar de gevolgen van een automatisch melksysteem voor de bedrijfsvoering. Ten aanzien van de ligboxenstal zal waarschijnlijk niet zoveel veranderen. Aandachtspunten in het huidige onderzoek zijn o.a. de situering van het automatisch melksysteem en de plaatsing van selectieruimten en afzonderingsruimten.
Voorlopig wordt er van uitgegaan dat bij een automatisch melksysteem de koeien het gehele jaar binnen blijven. Dit betekent dat extra aandacht geschonken moet worden aan het stalklimaat. Een optimale ventilatie is dan een vereiste. Dakisolatie lijkt eveneens noodzakelijk. Ook de hygiëne in de stal is erg belangrijk.
Vervuiling van de uiers moet zoveel mogelijk worden voorkomen, zodat met een droge voorbehandeling kan worden volstaan. Bij een automatisch melksysteem zal de arbeid nodig voor het melken wegvallen. Het werken met een automatisch melksysteem zal echter ook tijd van de veehouder vragen. Voorlopige berekeningen geven aan dat op een melkveebedrijf van 80 koeien een arbeidsbesparing van circa 20% haalbaar lijkt.

4.15 Reinigingsapparatuur

Bij melkleidinginstallaties kan alleen goed worden gereinigd met circulatie van reinigingsvloeistoffen. De aanleg van de diverse leidingen moet dit mogelijk maken.
Bij het melken in de rij worden de melkstellen in het melklokaal in de wasbak geplaatst en op de spoelleiding aangesloten. De spoelleiding wordt met behulp van een driewegkraan verbonden met de melkleiding. De persleiding wordt in de wasbak geplaatst. Door het op deze wijze ontstane circuit wordt de reinigingsvloeistof een aantal malen gecirculeerd.
In doorloopsystemen zijn spoelleidingen gemonteerd met spoelstellen. Alvorens de reiniging uit te voeren, worden de melkstellen aangesloten op de spoelstellen. Alle onderdelen die met melk in aanraking komen, dienen in het reinigingscircuit opgenomen te zijn.
Het is van belang dat er door de melkstellen en de melkstroomindicatoren voldoende reinigingsvloeistof circuleert. Hiertoe worden vaak vernauwingen aangebracht in de aanvoerslangen van de meetglazen. Bij grote doorloopsystemen kan de verdeling van de reinigingsvloeistof over de linker- en rechterzijde van de melkstal te wensen overlaten. Het verdient dan aanbeveling om zowel voor de linker- als de rechterzijde een aparte spoelleiding vanuit de wasbak te monteren.
Om de turbulentie van de vloeistof te versterken wordt vooral bij lange en/of ruime leidingen gebruik gemaakt van een zogenaamde spoelpulsator. Dit is een apparaat dat met regelmatige tussenpozen stootsgewijs lucht in de leidingen

Figuur 4.39 Schema reiniging melkinstallatie



laat. Hierdoor ontstaat kolomvorming van de reinigingsvloeistof, die met kracht door de leiding wordt gestuurd. Vooral bij ruime leidingen moet kolomvorming tot stand komen, zodat ook de bovenzijde van de leiding voldoende wordt gereinigd. De leidingen moeten zo zijn aangelegd dat bij drainage vrijwel alle vloeistof afvloeit uit alle onderdelen die in het reinigingscircuit zijn opgenomen. Om dit te bereiken worden op lage plaatsen ook wel vacuümgestuurde drainagekleppen gemonteerd.

Bij kleine installaties is de reiniging vaak niet geautomatiseerd. Grotere installaties worden meestal voorzien van een reinigingsautomaat. Deze automaat voert een programma uit, waarin het gehele reinigingsschema is vastgelegd. Het programma kan bijvoorbeeld met een schakelklok of elektronisch gestuurd worden. De programma's van de verschillende automaten zijn niet gelijk, evenals de mogelijkheden. Het

Goed onderhoud betaalt zichzelf.

MEET- EN ADVIESRAPPORT VOOR MELKINSTALLATIES

~~[illegible]~~/melkleidinginstallatie	aantal melkkoeien: 60	UBN: 172639
melkl. ~~éénzijdig/rondgaand~~ aangesloten	methode van melken P.L.A.Ø	veehouder: J. Melkman
max. melkopvoerhoogte: 50 cm	~~grupstal/weidemelkwagen~~	adres: Koedijk 10
inwendige melkleidingdiam.: — mm	doorloopmelkstal, type: 4 V4	postcode: 4321 AA plaats: De Weide
~~melkmeters~~/melkmeetglazen		telefoonnummer: 0213 - 424163
zelfsluitende/~~niet-zelfsluitende~~ klauw		zuivelfabr.: Lacto lev.nr.: 1124
~~stimulatie-~~/afneem-/~~melkstop~~apparatuur	tankmelkcelgetal: 225	merk melkmachine: Pulsoc
aantal melkkranen (grupstal): N.V.T	kiemgetal: 12	dealer: P Jansen te Zwolle

betr: ~~oplevering/renovatie~~/periodiek onderhoud	ISO tepelvoeringstoppen		ja / ~~nee~~		norm 2.0 verhoogd met ...60... l/min
onderhoudsabonnement 1x per ...12... maanden	controle vacuümmeter		bedrijfs-vac.meter	normen	ivm: afname / ~~hakcylinders~~/...
bijz. meting ivm.: —	1e meting	2e meting		TNA-'96	beoordeling en advies
1.0 geen melkstellen in werking	45	45		vac. in kPa	vac. hoogte goed
1.1 alle melkstellen in werking	44⁵	44⁵	44	max. 1 kPa	meter binnen de norm
1.2 regelbereik van de regulateur	0⁵	0⁵		max. 1 kPa	regelbereik goed
meetvacuüm	42⁵ kPa	42⁵ kPa	Meetpunt A1	in l/min	
2.0 reservecapaciteit	690	730	710	min. 500	Ruim voldoende
2.1 lekllucht van de vacuümregulateur(s)	15	10		max. 74	Schoongemaakt
2.2 manuele reservecapaciteit	705	740			
2.3 luchtverbruik drukwisselingssysteem	180	180			normaal
2.4 capaciteit uitgeschakeld drukwisselingssyst.	885	920			
2.5 luchtinlaat klauwen	80	80		max. 96	gaatjes open houden
2.6 overig luchtverbruik (melkmeters/glazen(.........))	—	—			
2.7 capaciteit van de installatie	965	1000			
2.8 lekllucht van ...15... m melkleiding	10	—		max. 26	Koppeling aangedraaid
2.9 = 2.7 met afgesloten melkleiding	975	1000			
2.10 lekllucht van ...20... m vacuümleiding	25			max. 50	Luchtventiel lekte
2.11 luchtverplaatsing vacuümpomp	1000	1000	bij 50 kPa: 900		
2.12 type vacuümpomp: P.1000	omw/min:		min. cap.: 800		
3.0 drukverlies in ....../...10... m. vac.l.	kPa	Ø 70 mm	kPa	Ø mm	nr. volgorde melkstellen
3.1 vacuümleiding tussen pomp en regulateur	3 m	Ø 70 mm	aanbev. Ø 70 mm		1 2 3 4 / 8 7 6 5
4.0 soort drukwisselingssysteem	~~PS~~	~~EPS~~	~~CDS~~	ECDS	

nr.	LDM	p/m	onk.	a+b	c+d	vac.	a	b	c	d	a'	b'	c'	d'	
1	85	60	0¹	65	35	44	192	458	134	216	190	460	134	216	
2	85	60	0³	65	35	44	189	461	135	215	189	462	135	215	Opbouw curve
3	80	60	0¹	65	35	44	190	460	134	216	190	461	133	217	goed
4	62	60	0	65	35	44	185	465	135	215	187	465	135	215	spoelwater afvangen
5	80	60	0¹	65	35	44	191	459	135	215	191	463	135	215	
6	90	60	0²	65	35	44	187	463	135	216	187	465	135	215	goede gelijkheid.
7	85	60	0²	65	35	44	193	457	134	216	192	458	134	216	
8	85	60	0³	65	35	44	190	460	135	215	190	460	135	216	
9															
10															
11															
12															

		G	H	D				
5.0 reinigingsapp. G/H	staat van onderhoud	G	H	D	melkstroomindicator/sensor	V		
watertemperatuur begin: 75 eind: 42 (°C)	rubberonderdelen	V			afneemapparatuur	V		
waterhoeveelheid: 50 ... 50 ... 50 liters	afloop melkleiding		V		melkstop-/stimulatieapparatuur	–	–	–
dosering reinigingsmiddel ...250... ml G/H	melkopvanggedeelte	V			bediening melkmeetglas		V	
werking hergebruik spoelwater G/H	melkmeter	–	–	–	bediening hekwerk	V		

bijzondere opmerkingen: Reiniging goed.

verricht namens: P. Jansen door: H. Werker datum: 9 - 8 - '96

KOM Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties Juni '96

starten en stilzetten van de vacuümpomp is geautomatiseerd. Het terugdraaien van de vacuümpomp kan worden tegengegaan door het monteren van een terugslagklep in de uitlaat.

4.16 Onderhoud van de melkmachine

De melkmachine is de meest gebruikte machine op een melkveebedrijf. De technische toestand van de melkmachine is van invloed op de melkproductie, de uiergezondheid en de kwaliteit van de melk. Dit betekent dat hoge eisen moeten worden gesteld aan de technische uitvoering van de installatie en de aanleg ervan, maar ook zeker aan het onderhoud. Het is daarom voor elke melkveehouder van belang dat de melkmachine is aangelegd volgens de geldende technische normen en aanbevelingen voor melkmachines. Hierin zijn tevens normen gesteld ten aanzien van de werking van de verschillende onderdelen van de melkmachine tijdens de gebruiksperiode.
Om de goede werking van de melkmachine te behouden, zal de veehouder regelmatig zelf enig onderhoud moeten uitvoeren. Hieronder valt het tijdig vervangen van tepelvoeringen, het vervangen van kapotte slangetjes, het controleren van het oliepeil en eventueel bijvullen, het schoonhouden van stofgaasjes van pulsators en regulateur enz. Ook de beste melkmachine kan mankementen gaan vertonen. Vooral door slijtage en vervuiling kunnen gemakkelijk afwijkingen ontstaan die de melkveehouder ontgaan omdat hij dagelijks met de apparatuur werkt. Het is daarom raadzaam de melkmachine ten minste één maal per jaar geheel te laten controleren door de leverancier van de melkmachine. Hiervoor kan men een onderhoudsabonnement afsluiten.

De technische werking van de melkmachine bepaalt voor een belangrijk deel de resultaten, die bij de melkwinning worden verkregen. Veel onderzoek is verricht naar de juiste aanleg en de constructie van melkinstallaties. De hiervoor geldende normen en aanbevelingen zijn verwoord in de Technische Normen en Aanbevelingen voor melkinstallaties 1996. Naast de juiste constructie en aanleg van melkinstallaties is goed onderhoud vanzelfsprekend een eerste vereiste.

4.16.1 Onderhoudsabonnement voor melkmachines

In Nederland is in de jaren zeventig het onder-

houdsabonnement voor melkmachines geïntroduceerd. Dit was een resultaat van een nauwe samenwerking tussen onderzoek, voorlichting en bedrijfsleven. Er werden methoden ontwikkeld om de werking van melkinstallaties te kunnen vaststellen. De Nederlandse aanbevelingen voor het doormeten van melkinstallaties hebben model gestaan voor de internationale normen en aanbevelingen op dit terrein. Uitgangspunt bij het reguliere doormeten van melkinstallaties is het testen van de 'droge' installatie tussen de melktijden. De bevindingen van de onderhoudsmonteur worden vastgelegd op het meet- en adviesrapport voor melkinstallaties.

In grote lijnen ziet de inhoud van het onderhoudsabonnement er als volgt uit:

- Het uitvoeren van een eerste meting om de technische werking van de installatie, zoals die op het bedrijf wordt aangetroffen, te kunnen beoordelen.
- Het opsporen en aangeven van tekortkomingen in de technische werking.
- Het schoonmaken, bijstellen, repareren en indien nodig vervangen van onderdelen.
- Het uitvoeren van een tweede meting om het effect van de verrichte werkzaamheden vast te leggen.

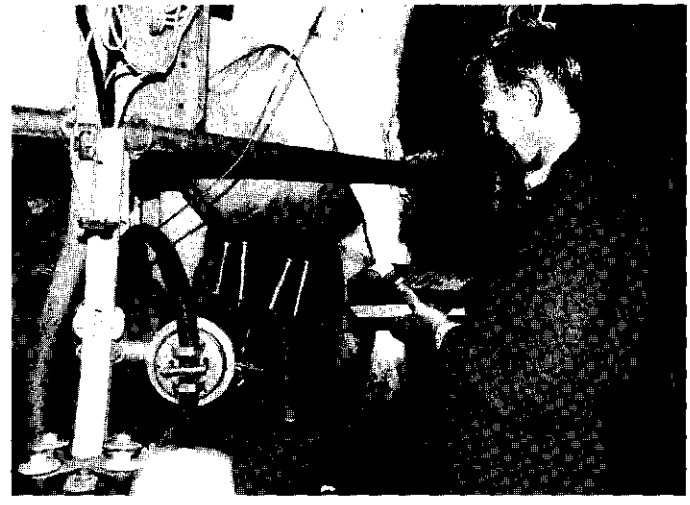
De controle- en onderhoudswerkzaamheden hebben betrekking op de volgende onderdelen:

- De vacuümpomp.
- De vacuümleiding met regulateur en vacuümmeter.
- Het pulsatiesysteem.
- De melkleiding met koppelingen en kranen.
- Het melkopvanggedeelte inclusief de melkpomp.
- De rubber onderdelen.
- De bij de melkleiding behorende reinigingsapparatuur.
- Hulpapparatuur zoals afneemapparatuur enzovoorts.

Elektronische melkmeters moeten jaarlijks geijkt worden. Dit werd in het verleden doorgaans uitgevoerd door de leden van het NRS. Dealers die beschikken over een erkenning van NRS/RVN kunnen de periodieke ijking eveneens uitvoeren. Dit gebeurt gelijktijdig met het onderhoudsabonnement voor de melkinstallatie.

4.16.2 Doormeten tijdens het melken

In een aantal gevallen bleek het meet- en adviesrapport onvoldoende inzicht te geven in de oorzaken van uiergezondheidsproblemen of het afwijkende gedrag van koeien tijdens het melken. Bij uiergezondheidsproblemen spelen aspecten als huisvesting, hygiëne, ventilatie en melktechniek een belangrijke rol. Nader onderzoek gaf aan dat in bepaalde omstandigheden de problemen ook veroorzaakt werden door de vacuümvariaties die ontstaan in de melkinstallatie tijdens het melken. De laatste jaren zijn meetmethoden ontwikkeld en is apparatuur ter beschikking gekomen, waardoor het nu mogelijk is om installaties tijdens het melken te testen. De metingen komen niet in de plaats van het onderhoudsabonnement, maar vormen een aanvulling hierop. Om een goed inzicht te krijgen is het van belang dat de metingen bij meerdere koeien worden uitgevoerd. De verkregen resultaten kunnen vergeleken worden met de normwaarden die van toepassing zijn voor de betreffende situatie. Hierdoor krijgt de gebruiker inzicht in de werking van de melkinstallatie tijdens het melken. Vernauwingen, weerstanden en lekkages kunnen opgespoord worden. Op basis van deze informatie kan de gebruiker beoordelen of de afvoercapaciteit van de melkinstallatie voldoet aan de eisen die hieraan gesteld worden.



Uitvoeren van een natte meting tijdens het melken.

4.16.3 Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties

In het streven naar een verdere verbetering van de melkkwaliteit is medio jaren '90 in de melkveehouderij een discussie opgestart om te komen tot de opzet van kwaliteitssystemen.

Voor het onderhoud van melkinstallaties is tevens een Kwaliteitszorgsysteem Onderhoud Melkinstallaties opgesteld. Dit systeem beoogt een structurele aanzet te geven voor een verdere kwaliteitsverbetering van het onderhoud van melkinstallaties in Nederland. De voordelen liggen vooral in een betere bewaking van de kwaliteit van het door de dealer uitgevoerde onderhoud. Tevens wordt de veehouder extra zekerheid geboden voor wat betreft de kwaliteit van het onderhoud van zijn melkinstallatie.
De inhoud van het kwaliteitssysteem bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Opleidingsstructuur voor onderhoudsmonteurs opzetten.
2. Eisen voor de meetapparatuur vastleggen.
3. Periodiek testen van de meetapparatuur.
4. Werkwijze bij het doormeten vastleggen.
5. Werkwijze vastleggen bij geconstateerde afwijkingen.
6. Steekproefcontrole werkwijze doormeten door onafhankelijke beoordeling van meetrapporten.
7. Streven naar kennisvermeerdering door gebruiken van gegevens.

5 De melkstal

5.1 Ergonomische aspecten van het melken ... 129
5.1.1 Veiligheid ... 129
5.1.2 Werkruimte voor de melker ... 129
5.1.3 Klimaat ... 130
5.1.4 Verlichting ... 131
5.1.5 Geluidsniveau ... 131
5.1.6 Apparatuur ... 132
5.1.7 Melktijden ... 132
5.1.8 Zwerfstromen ... 132
5.2 Plaats waar gemolken wordt ... 132
5.2.1 Melken op de grupstal ... 132
5.2.2 Doorloopmelkwagen ... 133
5.2.3 Doorloopsystemen ... 133
5.2.4 Benaming van de doorloopmelkstal ... 134
5.2.5 Beschrijving verschillende melkstallen ... 134
5.2.6 Voorzieningen bij doorloopsystemen ... 141
5.3 Het melklokaal ... 142
5.3.1 Ligging ... 142
5.3.2 Grootte ... 143
5.3.3 Uitvoering ... 143
5.3.4 Inrichting ... 143

De melkstal

5

De meeste veehouders brengen meer dan duizend uur per jaar door in de melkstal.
De melkstal moet dan ook een veilige en plezierige plaats zijn om te werken.
Het is daarom belangrijk dat er voldoende aandacht wordt besteed aan de werkomstandigheden in de melkstal. Een veilige werkomgeving, een juiste werkhouding, een goed klimaat en een perfecte verlichting zijn van groot belang.

5.1 Ergonomische aspecten van het melken

Hoewel het begrip 'werkomstandigheden' veel mensen vertrouwd in de oren klinkt, wordt vaak het begrip 'ergonomie' gebruikt. Ergonomie is de wetenschap die zich bezig houdt met het aanpassen van de werkomstandigheden aan de aard en de begrenzingen van de mens.
Als gevolg van slechte werkomstandigheden kan sprake zijn van overbelasting of van ongunstige belasting van het lichaam. Ook de psychische druk moet binnen aanvaardbare grenzen blijven.
Factoren die de werkomstandigheden beïnvloeden zijn:

- Veiligheid.
- Afmetingen en inrichting van bedrijfsruimten.
- Klimaat.
- Verlichting.
- Geluidsniveau.
- Aanwezige apparatuur.
- Melktijden.

5.1.1 Veiligheid

De melkstal behoort een veilige plaats te zijn voor zowel de veehouder als voor de koeien. Onveilige situaties zijn vaak het gevolg van een onjuiste inrichting, slijtage of van slordigheden. Onderwerpen die in dit verband extra aandacht verdienen zijn o.a.:

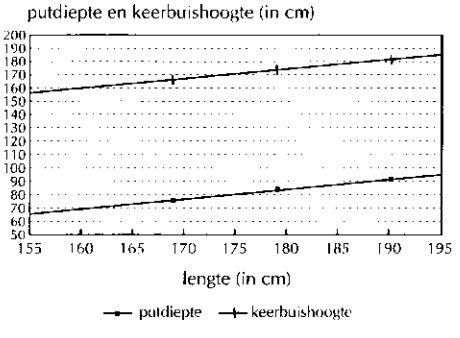
- Antislip-profiel op trapjes en vloeren in melkput en melklokaal.
- Gruproosters bij melken op grupstal.
- Hekwerk rond melkontvangstput.
- Schoeisel met een warme voering, stalen neuzen en anti-slipzolen.
- Een deugdelijke en spuitwaterdichte aanleg van de elektrische installatie en van de verlichtingsarmaturen.
- Afscherming van bewegende delen zoals V-snaar en aftakas.
- Afsluitbare opbergmogelijkheid voor materialen en reinigings- en ontsmettingsmiddelen.
- Het vrijhouden van looplijnen, geen rondslingerend materiaal.
- Het op de juiste wijze gebruiken van de hogedrukspuit.

In het Landbouwveiligheidsbesluit en in het Elektrotechnisch Veiligheidsbesluit komt een aantal bepalingen voor die ook op veiligheid bij het gebruik van de melkmachine slaan.

5.1.2 Werkruimte voor de melker

De veehouder/melker brengt heel wat uren door in de melkstal. Om de werkomstandigheden voor de melker optimaal te maken is een goede opzet en afwerking van de melkstal noodzakelijk. Een doelmatige melkstal, die gemakkelijk kan worden schoongehouden, is een goed uitgangspunt om prettig en efficiënt te kunnen werken.
Om de diepte van de werkput te bepalen kan als vuistregel dienen, de ellebooghoogte van de melker minus 15 cm. In de praktijk komt dit ongeveer op een diepte van 95 à 100 cm.
Wanneer er meerdere melkers zijn op een bedrijf, die in lengte verschillen, kan een beweegbare putvloer zorgen voor een correcte diepte van de melkersput.
De breedte van de melkput is zowel afhankelijk van de lengte van de melkstal als van de inrichting en bedraagt 2,00-2,50 meter. Bij langere stallen wordt nogal eens gekozen voor een ruitopstelling. Hiermee wordt een goed overzicht op de koeien behouden. De onderste keerbuis

Figuur 5.1 Schematische weergave van ideale putdiepte



moet op een hoogte worden geplaatst die ligt tussen schouder en kin van de melker. Het overstek van de koestand over de rand van de werkruimte moet tenminste 20 - 30 cm zijn. Zo'n overstek geeft ruimte voor de voeten van de melker en voor leidingen en eventuele andere apparatuur. De melkersput moet voorzien zijn van één of twee stevige trappen. De treden mogen niet glad zijn.
Wanneer het afvalwater vanuit de melkersput niet kan worden afgevoerd dient in een hoek een pompputje te worden aangebracht. Uit veiligheidsoverwegingen moet dit putje voorzien zijn van een rooster.

Vloer- en wandafwerking
De vloer van de melkstal moet stroef zijn om het uitglijden van de koeien te voorkomen. In veel stallen wordt een kunstharslaag (epoxymortel) of antisliptegels aangebracht. De koestanden dienen afschot te hebben in de richting van de zijwand en de wachtruimte. Gebruik lichte kleuren om een zo hoog mogelijke lichtopbrengst te krijgen. Om het schoonmaken te vergemakkelijken is het gewenst de wanden af te glitten en te voorzien van een wandcoating. De wanden kunnen ook betegeld worden. Variatie in kleur van wanden, koestanden en melkersput kan het geheel een aangenaam beeld geven.

5.1.3 Klimaat
Koeien geven veel warmte en waterdamp af. Voor een droog en fris klimaat is het nodig dat de melkstal een ruime inhoud heeft en goed kan worden geventileerd.
Het klimaat in een ruimte wordt bepaald door de temperatuur, de luchtvochtigheid en de luchtsnelheid.
Te hoge temperaturen zijn erg hinderlijk. Belangrijk is daarom dat de ruimte waar gewerkt wordt, voldoende inhoud heeft en goed geventileerd kan worden.
De situering bij een zijgevel verdient de voorkeur. De aanvoer van verse lucht kan plaatsvinden door afsluitbare openingen of klepramen in de wanden. De afvoer van lucht verloopt via *luiken in plafond of wand, uitzetramen, een* afsluitbare open nok, of via een ventilator. Een melkstal die niet aan een buitenmuur grenst, zal mechanisch geventileerd moeten worden. Goed ventileren is ook van belang om de melkstal tussen de melktijden te laten drogen. Dit komt de levensduur van de melkstal ten goede en tevens voorkomt het een overlast van vliegen. De ventilatiemogelijkheden dienen zodanig te zijn geconstrueerd en aangebracht dat het optreden van tocht wordt voorkomen.
Voor het vorstvrij houden van de melkinstallatie in melkstal en melkkamer moeten deze ruimten worden geïsoleerd. Voor een goed werkklimaat in de winter is verwarming in de melkstal wenselijk. Om condensvorming tegen te gaan dient het plafond van de melkstal geïsoleerd te zijn.

Richtlijnen klimaatbeheersing
Grupstal
- Isolatie van het plafond.
- Ventilatie:

Natuurlijk :
Inlaatopeningen minimaal 1600 cm^2/melkkoe, voorzien van kleppen. Dit komt overeen met een inlaatopening van 15-20 cm over de gehele lengte van de stal.
Afvoer door een open nok van minstens 1100 cm^2/melkkoe.
Dit komt overeen met een nokopening van 20 cm.
Mechanisch :
Inlaatopeningen minimaal 500 cm^2 per stand, voorzien van kleppen.
Afvoercapaciteit van de ventilator moet minstens 500 m^3/melkkoe zijn.

Ventilatie ligboxenstal
De luchtinlaat in de ligboxenstal gaat via een opening in beide zijmuren over de gehele lengte van de stal. De grootte van de inlaatopening hangt af van het aantal rijen ligboxen in de stal. Als vuistregel worden de volgende openingen geadviseerd.

een twee-rijige stal	: 20 cm opening
een drie-rijige stal	: 30 cm opening
een vier-rijige stal	: 35 cm opening

Het is belangrijk dat de koude lucht niet rechtstreeks op de koeien valt. Om de luchtval tegen te gaan kunnen luchtgeleidingsplaten, windbreekgaas of spaceboarding worden geplaatst.

Ventilatie melkstal
- *Bij voorkeur geen plafond boven de melkstal,* wel isolatiemateriaal aanbrengen onder golfplaten.
- Ventilatie van melkstal aan buitenmuur: Aanvoer door klepramen of opening van 20-30 cm over gehele lengte van de stal (met kleppen). Afvoer door afsluitbare opening van

30 cm breedte over gehele lengte van de stal, door luiken in het plafond of door een ventilator.
- Ventilatie van volledig ingebouwde melkstal: Ventilator met een capaciteit van 500 m^3 per koe per uur.
- Voor verwarming kan gebruik worden gemaakt van gaskappen, vloerverwarming of verwarmingsbuizen, die onder de putrand worden bevestigd.

5.1.4 Verlichting

Om goed te kunnen werken moet de verlichting bij de arbeidssituatie passen. Voor het melken geldt als norm een verlichtingssterkte van 250 tot 500 Lux op de koestand.
Voor de verlichting van de werkruimte kan men gebruik maken van daglicht, van kunstlicht of een combinatie van beide. Te weinig licht bemoeilijkt de waarneming en is daarom vermoeiend. Dit gaat ten koste van de kwaliteit van het werk en kan zelfs leiden tot ongevallen. Het verlichtingseffect wordt vergroot door lichtgekleurde plafonds, wanden en vloeren. Sterke lichtreflectie door glanzende oppervlakken is hinderlijk. Hetzelfde geldt voor lichtbronnen met directe straling in het gezichtsveld.
Bij een goede verlichting, waar mogelijk met daglicht, is het prettig en veilig werken.
De beste verlichting en lichtspreiding bij kunstlicht geven TL-buizen. Deze worden in waterdichte armaturen aangebracht midden boven de melkersput. Om een voldoende licht op de koestand te krijgen worden de TL-armaturen op een hoogte van 2,25 meter uit de putvloer gehangen.

5.1.5 Geluidsniveau

Geluidsdruk zoals die door het menselijk oor wordt waargenomen, wordt uitgedrukt in decibel, dB(A). Wanneer men regelmatig wordt blootgesteld aan geluidsniveaus boven 80 dB(A) kan dit onherstelbare gehoorbeschadiging geven.
Het geluid in de melkstal wordt voornamelijk geproduceerd door de vacuümpomp, de vacuümregulateur en door de pulsators.
Om het geluidsniveau te beperken kan het volgende worden gedaan:
Het plaatsen van de vacuümpomp in een aparte ruimte of het installeren van een geluidsarme vacuümpomp (waterringpomp). Het geluid wordt beperkt door het plaatsen van de vacuümpomp op een betonnen voet met trillingsdempers en door het aanbrengen van extra geluiddempers en een extra olietoevoer. Het aanbrengen van een rubber of kunststof manchet tussen de vacuümpomp en de vacuümleiding en het afdichten met geluiddempende materialen van de doorvoer van leidingen door muren kan het geluidsniveau verlagen. Om het geluid van een regulateur te beperken kunnen er aparte geluidsdempers worden geplaatst.
Het geluid van de pulsators wordt teruggebracht door ze aan te sluiten op een PVC-buis van 50 à 75 mm die als centrale luchtaanvoer fungeert en in de melkkamer uitkomt. Om vervuiling van de pulsators tegen te gaan dient op het uiteinde van de buis een filter te worden geplaatst. Door pulsatorstops te plaatsen, stoppen de pulsatoren wanneer het melkstel wordt afgenomen.

Richtlijnen verlichting:

	Daglicht	Kunstlicht
Grupstal	Lichtdoorlatende platen en ramen: oppervlak hiervan 1/15 deel van vloeroppervlak	1 TLD-lamp van circa 58 Watt of 1 gloeilamp van circa 100 Watt per 5 standplaatsen
Doorloopmelkstal	Lichtdoorlatende dubbelwandige platen en ramen	1 doorgaande lijn TLD-lampen van circa 58 Watt
Melkkamer	Raamoppervlak 1/10 deel van vloeroppervlak (afhankelijk van grootte melkkamer)	2 of 3 TLD-lampen van circa 58 Watt

De "lichtkleur" van de lampen moet die van daglicht benaderen (kleurcode 84).

5.1.6 Apparatuur

Volgens ergonomische principes dient apparatuur zodanig geconstrueerd en aangebracht te zijn dat ze veilig is, en geen schadelijke invloed heeft op gezondheid en milieu. De apparatuur moet bijdragen aan een vergroting of verbetering van de menselijke mogelijkheden, en gemakkelijk te bedienen zijn. Voor de melkwinning is een reeks van hulpapparatuur beschikbaar, waarmee behalve de lichamelijke ook de psychische belasting kan worden verminderd. Melkstroomindicatoren en afneemapparatuur verruimen de mogelijkheden nog verder en kunnen ook tot een psychische verlichting leiden. Enkele andere mogelijkheden zijn: het automatisch ledigen van melkmeetglazen, het automatisch openen en sluiten van hekwerk en het bevorderen van het vlot binnenkomen van koeien door middel van een opdrijfhek.

5.1.7 Melktijden

Melken wordt beschouwd als licht tot matig zware arbeid. Hoewel het een vrij routinematige bezigheid is vraagt het van de melker voortdurend aandacht. De handelingen geven toch een psychische druk. In Nederland worden melktijden van 1 à 2 uur als aanvaardbaar beschouwd. Dit bepaalt dan mede de keuze van grootte en van type melkstal.
Op de meeste bedrijven wordt tweemaal per dag gemolken. Zonder noemenswaardig productieverlies kan een daginterval van 14 uur worden aangehouden. Dit geeft vaak een betere werkdagindeling.
Het driemaal per dag melken leidt tot ongunstige arbeidstijden.

5.1.8 Zwerfstromen

Koeien blijken zeer gevoelig te zijn voor elektrische stromen en spanningen. Ze zijn ongeveer 10 keer zo gevoelig als de mens. In de Verenigde Staten is aangetoond dat koeien bij (wissel)spanningen van een half volt al reageren. Met de komst van elektronica in de melkstal wordt de kans op zogenaamde zwerfstromen groter.
Wanneer er zwerfstromen in de melkstal voorkomen zijn de koeien lastig tijdens het melken. Een goede aarding van de melkstal (door een erkend installateur) is noodzakelijk. Ook de vloer waarop de koeien staan moet goed geaard worden.
Bij de bouw en inrichting van de melkstal moet hier rekening mee worden gehouden.
Er kunnen diverse oorzaken van zwerfstromen zijn. Een weideafrasteringsapparaat dat bevestigd is aan de melkstal kan al problemen geven. Soms kan de oorzaak buiten de melkstal liggen. Hierbij kan worden gedacht aan zwerfstromen die veroorzaakt worden door een naburige spoorlijn of bijvoorbeeld een transformatorstation van de elektriciteitsmaatschappij.

5.2 Plaats waar gemolken wordt

Gedurende de stalperiode vindt het melken binnen de bedrijfsgebouwen plaats. In de weideperiode moet echter op een aantal bedrijven in de weide worden gemolken vanwege een verspreide ligging van de percelen, grote afstand tot de bedrijfsgebouwen of slechte kavelwegen. De meeste melkveehouders hebben de mogelijkheid om thuis te melken.
Dit heeft voordelen:

- Melker en koeien zijn beschut tegen slecht weer.
- De melkplaats is verhard en kan goed verlicht worden.
- Het vacuümaggregaat blijft meestal op dezelfde plaats.
- Het melkgereedschap behoeft niet vervoerd te worden.
- Er is voldoende en goed water voor de reiniging.
- De investering in melkapparatuur is geringer.

Bij de voorzieningen voor het machinaal melken zijn twee systemen te onderscheiden, namelijk melken in de rij (grupstal) en het doorloopsysteem. Bij het eerste systeem staan de koeien naast elkaar opgesteld in een rij. De melker en de koeien staan gewoonlijk op gelijke hoogte.
Bij het andere systeem worden de koeien samengedreven in een wachtruimte en passeren individueel of in groepen de doorloopmelkstal. In deze gevallen staat de melker vaak in een put.
Uit ergonomisch oogpunt is dit een betere situatie dan bij de grupstallen.

5.2.1 Melken op de grupstal

Op een grupstal staan de koeien in de rij. De koeien staan vast aan een paal of hangketting. De melkapparatuur wordt naar de stal toegebracht. De grupstal is voorzien van een vacuümleiding en van een melkleiding. Bij het melken op de grupstal verplaatst de melker de

melkapparatuur van koe naar koe. Per twee koeien is er een aansluitpunt op de melk- en op de vacuümleiding. Moderne grupstallen zijn uitgerust met een railsysteem waarlangs de apparatuur wordt verplaatst. Hierdoor hoeft de melker de apparatuur niet meer te tillen, hetgeen een arbeidsverlichting betekent. Grupstallen waar gemolken wordt met meer dan vijf apparaten zijn vaak voorzien van afneemapparatuur. Sommige veehouders melken nog met emmerapparaten. Bij grupstallen met een melkleiding wordt voor het afzonderen van afwijkende melk vaak gebruik gemaakt van een emmerapparaat. De methode van vastzetten van de koeien zoals die in de winter wordt toegepast, is voor de zomer doorgaans te omslachtig. In de zomer worden de koeien voorzien van een halsband met daaraan een knip of een ring. Door middel van vastzetpennen aan een draaibare buis kunnen de koeien collectief worden losgelaten.
Het melken op de grupstal geeft enkele voordelen ten opzichte van het melken in een doorloopmelkstal. Zo is de investering veelal lager dan bij een doorloopsysteem. Zieke dieren kunnen gemakkelijk als laatste worden gemolken. De besmetting met ziektekiemen is in grupstallen veelal lager. Het stalklimaat vraagt op veel grupstallen echter de nodige aandacht.

5.2.2 Doorloopmelkwagen

Als 's zomers niet op stal kan worden gemolken, moet men een verplaatsbare installatie gebruiken. Hiervoor wordt meestal een doorloopmelkwagen gebruikt.
Voor een veestapel van meer dan 25 koeien wordt de vier- of zesstandsmelkwagen gebruikt. Bij deze melkwagens treft men twee uitvoeringen aan. Bij de eerste staan tijdens het melken de koeien en melker gelijkvloers, bijv. op de grasmat of op een vloer. Bij de tweede uitvoering staan de koeien ca. 80 cm boven de begane grond. De melker kan hierdoor zijn werk staande verrichten. Het grotere aantal koeien dat moet worden gemolken, doet de behoefte aan een goede werkhouding toenemen.
De constructie van de wagen moet bij deze verhoogde stand zodanig zijn, dat ze het gewicht van vier of zes koeien kan dragen. Tocht kan worden tegengegaan door de vrije opening tussen wagen en grond af te sluiten met bijvoorbeeld rubberstroken of opklapbare windluiken. Soms wordt de doorloopmelkwagen uitgevoerd als visgraatmelkwagen.
De wagen wordt door de visgraatopstelling erg breed, zodat dampalen en hekken de doortocht van de ene plaats naar de andere zouden verhinderen. Ook vervoer over de weg zou bezwaarlijk worden. Daarom wordt zo'n wagen deels inklapbaar gemaakt. Ook wordt soms de voerbak voor de koeien min of meer buiten tegen de zijkant van de wagen aangebouwd. Voor het vervoer wordt deze er dan afgenomen of naar binnen geklapt.
De wagens worden uitgevoerd in de gelijkvloerse of in de verhoogde stand. De visgraatmelkwagen is in vergelijking tot de zesstandswagen duurder, doch vanwege de kortere looplijnen is een éénmans melkmethode beter uit te voeren.
De vacuümpomp wordt meestal aangedreven door de aftakas van de trekker. In sommige gevallen beschikt de veehouder over een aparte stroomaansluiting voor de vacuümpomp.
De melk wordt via een kort stuk melkleiding opgevangen in een weidetank. Bij huis wordt de melk overgepompt in de melkkoeltank. De melkstellen worden na het melken eveneens mee naar huis genomen voor de reiniging.
Op een aantal kleine bedrijven komen we nog een weidewagen tegen. Hierbij worden de koeien vastgezet aan het frame van de wagen. Het frame bestaat uit een buisconstructie. Er zijn twee vormen weidewagens, namelijk een rechthoekige en een ronde vorm.

5.2.3 Doorloopsystemen

Ten opzichte van het melken in de rij biedt het melken in doorloopsystemen een aantal voordelen. Doordat de melker lager staat dan de koeien is de werkhouding gunstiger en het zicht op de uiers beter. Het vastzetten van de koeien vervalt meestal en de loopafstanden voor de melker zijn veel korter. In doorloopsystemen komen de koeien naar de melker. De apparatuur is hier bij de koestand opgesteld. De vaste opstelling van het melkgereedschap in een doorloopmelkstal leent zich beter voor het toepassen van hulpmiddelen en automatisering. Bovendien verloopt de melkafgifte meestal beter. Deze voordelen hebben geleid tot het ontstaan van een aantal doorloopsystemen. De belangrijkste verschillen tussen deze systemen hebben vooral betrekking op:

- De opstelling van de koeien ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de melker.
- Het vast of beweegbaar opstellen van de koestanden ten opzichte van de melker.

- Het individueel of groepsgewijs in- en uitlaten van de koeien.

Het aantal koestanden in de verschillende typen doorloopmelkstallen kan variëren. Het gewenste doorloopsysteem en de inrichting ervan hangen onder meer af van:
- De grootte van de veestapel.
- De keuze van een één- of tweepersoons melksysteem.
- De gewenste capaciteit (melktijd) en melkmethode.
- De hoeveelheid op te nemen krachtvoer tijdens het melken.
- De investeringen.
- Persoonlijke voorkeur van de melker.

Bij de keuze van een nieuwe melkstal komen de eigenschappen van de diverse melkstallen het beste naar voren door er een keer in te gaan melken.

5.2.4 Benaming van de doorloopmelkstal

In de naamgeving van de doorloopmelkstal is getracht de eigenschappen van de betreffende stal zo goed mogelijk te karakteriseren. Bij elk type wordt het totaal aantal koestanden genoemd. Regel is, dat er aan beide zijden van de werkruimte koestanden zijn. Er wordt uitgegaan van groepswisseling. Is dit niet het geval, maar vindt het in- en uitlaten individueel plaats dan wordt de term 'open' toegevoegd, behalve bij de draaimelkstallen waar altijd individuele wisseling plaatsvindt. Tenslotte wordt bij draaimelkstallen verondersteld dat de koeien achter elkaar staan. Staan de koeien echter onder een bepaalde hoek ten opzichte van de werkruimte, dan wordt gesproken van een draaimelkstal 'met schuine standen' of 'straalgewijs (radiaal) opgestelde standen'.
Een overzicht van de doorloopsystemen met de bijbehorende namen en eventueel te gebruiken symbolen wordt aangegeven in figuur 5.2.

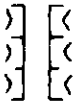
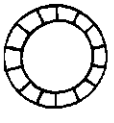
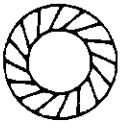
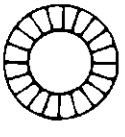
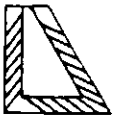
5.2.5 Beschrijving verschillende melkstallen

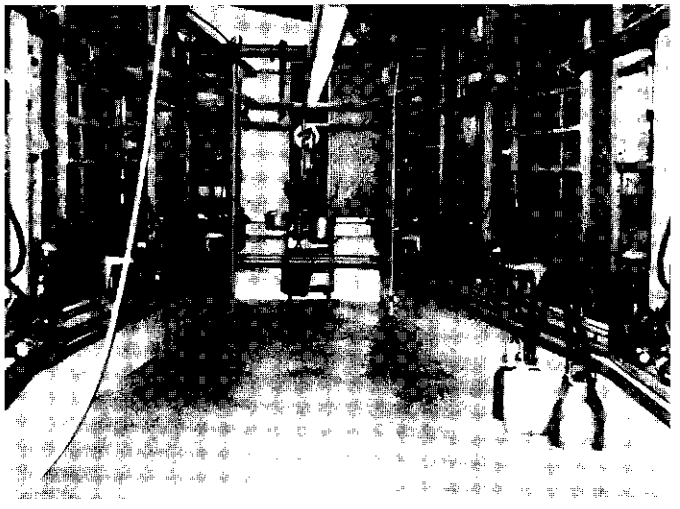
In Nederland komen veel verschillende soorten melkstallen voor, ieder met hun eigen voordelen.
In deze paragraaf wordt ingegaan op de kenmerken van de diverse melkstallen.

De gesloten melkstal
In de gesloten melkstal staan aan weerszijden van de werkruimte koeien achter elkaar in aparte boxen opgesteld. Meestal bestaat een gesloten melkstal uit vier standen. De ene lengtezijde van de box wordt gevormd door de wand van de melkstal, de andere door een eenvoudige buisconstructie. Om de uier goed te kunnen bereiken is het nodig de buisconstructie op de rand van de koestand te bevestigen. De in- en uitgang van de vierstandsmelkstal worden veelal afgesloten door deuren. De afscheiding tussen de beide koeien bestaat uit een valhekje of een slagboom. Alle afsluitingen zijn door de melker vanuit de werkruimte te bedienen.
Voederdoseerapparaten zijn niet beslist nodig. Het krachtvoer kan door de melker in de voerbak worden geschept. Deze stal heeft een betrekkelijk klein vloeroppervlak; de bouwkosten zijn laag en de uitvoering is eenvoudig. Deze melkstal is geschikt voor bedrijven met 20 tot 50 melkkoeien. Met deze melkstal kunnen 30-33 koeien per manuur worden gemolken.

De open melkstal
Bij de open melkstal zijn de boxen aan weerszijden van de melker opgesteld. Elke box heeft een in- en uitlaathek. Met deze constructie worden de dieren individueel in- en uitgelaten. Dit heeft het voordeel dat het wisselen van een koe onafhankelijk is van de melktijd van de overige koeien. Hierdoor kan met dit type melkstal een hogere arbeidsprestatie per stand worden bereikt, doordat traag melkende koeien minder invloed hebben op de arbeidsprestatie.
Tegenover dit voordeel staat het nadeel van meer handelingen per koe vergeleken met groepswisseling. Het openen en sluiten van hekken wordt echter steeds meer geautomatiseerd. Hierbij wordt meestal gebruik gemaakt van perslucht. De bereikbaarheid van de uiers en het overzicht over de koeien zijn uitstekend.
Het aantal standen van een open melkstal kan variëren van zes tot tien standen. De acht- en tienstands open melkstallen worden vaak in ruitvorm gebouwd om een goed overzicht te behouden. Wel zijn de looplijnen van de melker langer dan in een visgraatmelkstal. Deze stal is in vergaande mate te automatiseren, zo kan bijvoorbeeld het wisselen van de koeien volledig geautomatiseerd verlopen.
Een variant op de open melkstal is de "rotopol". Dit is een ronde opstelling met een extra "wachtgang" naast de terugloopgang. Hierdoor worden de wisseltijden nog iets korter.

Figuur 5.2 Benaming melkstallen

Plattegrond melkstal	Symbool	Benaming
	22	vierstandsmelkstal
	>33<	open zesstandsmelkstal
	4V4	achtstands-visgraatmelkstal
	6Z6	twaalfstands zij-aan-zij melkstal
	12V12	vierentwintigstands-visgraatmelkstal (ruitmelkstal)
	14D	veertienstands-draaimelkstal
	16Ds	zestienstands-draaimelkstal met schuine standen
	20Dr	twintigstands zij-aan-zij draaimelkstal met straalgewijs opgestelde standen (radiaalmelkstal)
	6-4-6Δ	zestienstands-driehoekmelkstal



Open melkstal.

De visgraatmelkstal

In een visgraatmelkstal komen de koeien groepsgewijs binnen en staan hierin onder een bepaalde hoek (bijv. 25°) ten opzichte van de werkruimte opgesteld. Bij deze opstelling neemt elke koe ruim een meter van de werkruimte in beslag. Dit maakt de looplijnen voor de melker belangrijk korter dan bij de gesloten/open melkstal met hetzelfde aantal standen.

Krachtvoerdoseerapparaten zijn bij deze melkstal meestal aanwezig. De afscheiding aan de melkerszijde wordt gevormd door twee keerbuizen. Deze kunnen recht of gekarteld zijn. De gekartelde buis heeft als voordeel dat kleine koeien die wat naar voren lopen nog enigszins worden gedwongen onder de gekozen hoek te blijven staan. Indien ook de putrand is gekarteld, kan de melker de koe beter bereiken dan bij de rechte buis en rand. Bij de rechte keerbuis worden maatverschillen tussen de koeien gemakkelijker opgevangen, doch de hoek waaronder met name de kleine koeien komen te staan is voor de melker ongunstiger. Wat constructie betreft zijn de rechte keerbuizen zeer eenvoudig. Bij de plaatsing van de keerbuizen moet er goed op worden gelet dat deze tot de rand van de koestand worden geplaatst (zie figuur 5.4).

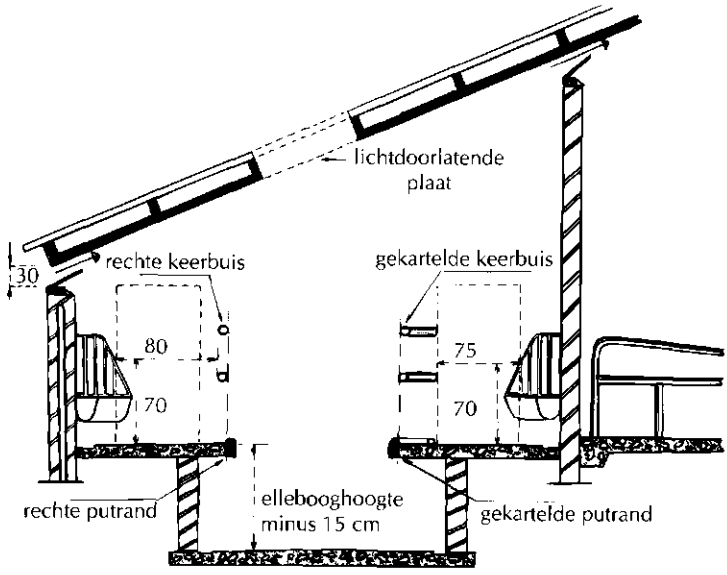
Visgraatmelkstal.

Een opstelling van de koeien onder een hoek van 25°, een standbreedte van tenminste 130 cm en een standlengte van 120 cm zorgen ervoor dat de koeien meer "langs" de melkput komen te staan. Deze opstelling geeft een optimale bereikbaarheid van de uier, waardoor de noodzaak voor een gekartelde putrand steeds kleiner wordt. De maatvoeringen kunnen per merk iets verschillen. Bij de bouw moet daarom uitgegaan worden van de tekening van de fabrikant.

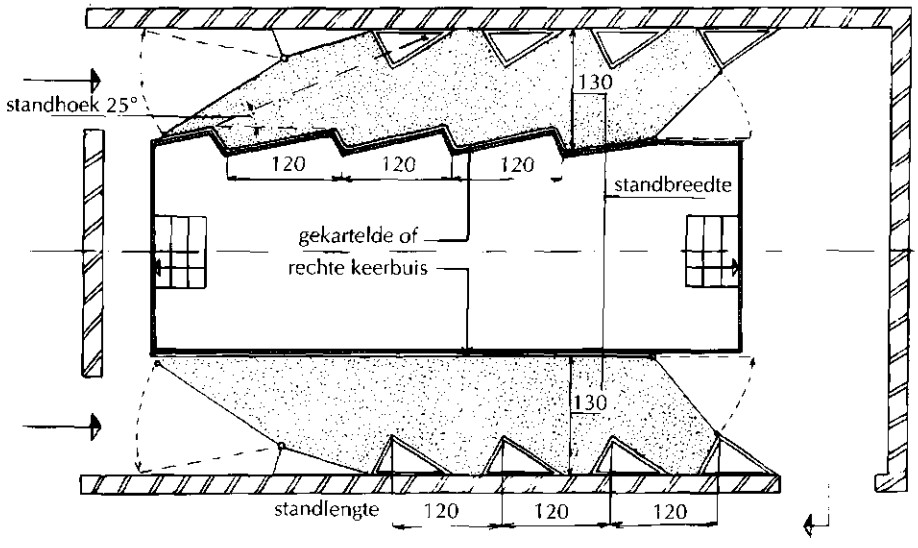
De onderste keerbuis wordt op schouderhoogte van de melker aangebracht en de bovenste ca. 40 cm hoger. De melker is dan redelijk goed beschermd en heeft toch goed zicht op uier en spenen. De stijlen waaraan de keerbuizen zijn bevestigd, mogen de melker niet in de weg staan bij de uitvoering van zijn werk. De laatste jaren worden er veel vrijdragende constructies geïnstalleerd.

De ingangszijde van de visgraatmelkstal wordt gevormd door een draaibaar hek of een draaibare buis en kan vrij eenvoudig van constructie zijn. Deze wordt alleen gebruikt om ook de achterste koe in de schuine stand op te sluiten. De uitgangszijde wordt afgesloten door een hek dat draait aan de voorste stijl van de keerbuis, met een sluiting aan de voorste voerbak. In grotere melkstallen wordt vaak een op afstand bedienbaar hek gebruikt om de loopafstanden voor de melker te beperken. Voor het openen en sluiten kan gebruik gemaakt worden van perslucht of vacuüm. Als het openen en sluiten van hekken, het toedienen van krachtvoer en het automatisch afnemen van melkstellen met behulp van vacuüm plaatsvindt, verdient een aparte vacuümgroep hiervoor de voorkeur. In de praktijk wordt meestal één melkstel per stand gebruikt. Bij meer dan acht standen wordt bij voorkeur afneemapparatuur toegepast. Aan de muurzijde kan het krachtvoer worden verstrekt. Dit gebeurt door doseerapparaten met daaronder voerbakken. Deze voerbakken moeten een zodanige vorm hebben dat de koeien gemakkelijk het voer kunnen opnemen. Aan de voerbak zit meestal een afscheidingshek of -wand.

Figuur 5.3 Doorsnede visgraatmelkstal



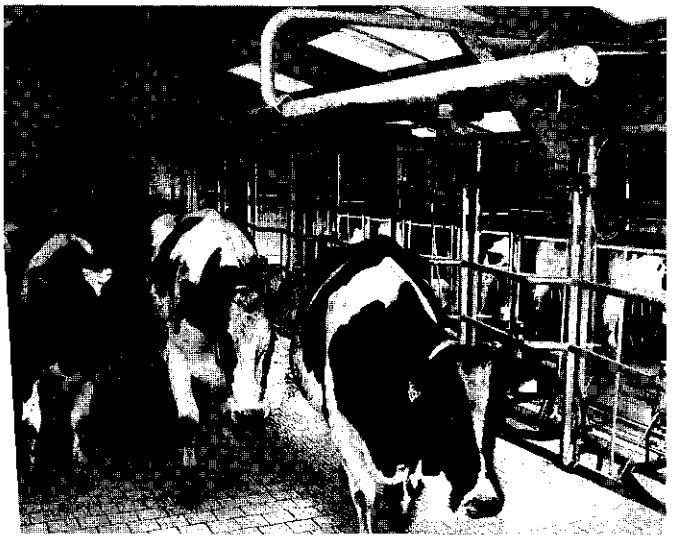
Figuur 5.4 Schema van gekartelde en rechte putrand in visgraatmelkstal



Het doseerapparaat bevat een mechanisme, dat de hoeveelheid voer doseert. De afstelling hiervan moet regelmatig worden gecontroleerd. De aandrijving kan plaats vinden met de hand of mechanisch waarbij in het laatste geval een elektromotor, een elektromagneet of het vacuüm van de melkmachine kan worden gebruikt.

Andere vormen van visgraatmelkstallen
Bij de grotere visgraatmelkstallen wordt nogal eens gekozen voor plaatsing van standen in een andere vorm. Zo kennen we de uitvoering in driehoek- en ruitvorm. De driehoek-melkstal (15-18 standen) komt voor op grote bedrijven waar gemolken wordt volgens een éénmansmelkmethode. De ruitmelkstal (24-28 standen) is bedoeld voor een tweemansmelkmethode. Door het afsluiten van één of meer zijden kan ook met één persoon gemolken worden. Het voordeel van deze grote melkstallen is, dat de wisselgroep kleiner is dan van een tweezijdige visgraatmelkstal met eenzelfde aantal standen. Hierdoor geeft het melken van koeien met een lange melktijd in verhouding minder oponthoud. Ook het wisselen van de groepen gaat iets sneller dan bij een gewone visgraat met hetzelfde aantal standen.
De werkruimte van de melkers is ruim en overzichtelijk. Met aan- en afvoergangen is er voor deze melkstallen relatief een groter grondoppervlak nodig dan bij een evenwijdige opstelling van de koestanden.
Een nieuwe ontwikkeling bij de grote visgraatmelkstallen (meer dan 16 standen) is het snelwisselsysteem. Bij deze stal is naast de stand van de koeien een terugloopgang van ca. 2,5 meter. De scheiding van de koestand en de terugloopgang wordt gevormd door een buisconstructie al dan niet uitgerust met voerbakken. Wanneer de koeien uit zijn, wordt de afscheiding hydraulisch of met perslucht omhoog gebracht. De koeien kunnen de melkstal gelijktijdig aan de zijkant verlaten. De wisseltijden zijn korter, waardoor een capaciteitsverhoging van 10 tot 15 procent mogelijk is. Dit type melkstal vraagt veel ruimte.

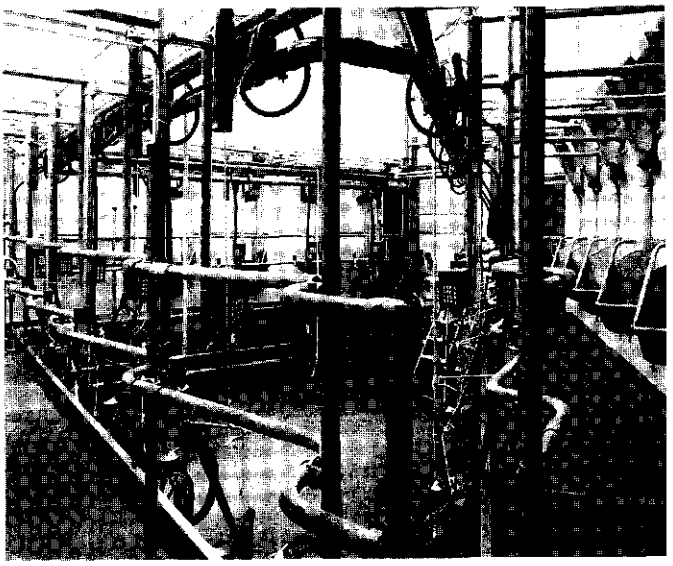
Visgraatmelkstal met snelwisselsysteem.



De zij-aan-zij melkstal
In een zij-aan-zij melkstal staan de koeien naast elkaar onder een hoek van 90° ten opzichte van de werkruimte en wordt het melkstel tussen de achterpoten van de koe door aangesloten. Door deze opstelling neemt elke koe maar 70 cm van de putrand in beslag. Hierdoor is er onvoldoende ruimte voor het plaatsen van melkmeetglazen bij de koestand. Al naar gelang de ruimte in de gebouwen kunnen de zij-aan-zij melkstallen zowel in enkele als in dubbele uitvoeringen worden toegepast. Bij een enkele uitvoering kunnen de melkmeetglazen worden bevestigd aan de tegenover gelegen wand van de werkruimte. Melktechnisch is dit geen ideale situatie. De melkslangen moeten erg lang zijn, wat leidt tot grote vacuümvariaties.
Bij een dubbele melkstal is voor de melkmeetglazen op de gebruikelijke plaats en hoogte onvoldoende ruimte. Melkmeetglazen moeten in een zij-aan-zij dan ook worden afgeraden. De oppervlakte die de zij-aan-zij melkstal in beslag neemt is in het algemeen kleiner dan van een visgraatmelkstal met eenzelfde aantal standen. De inrichting vergt echter een hogere investering. De loopafstand per koe is kleiner dan in een visgraatmelkstal.
De mogelijke prestatie en de verblijfsduur zijn nagenoeg gelijk aan die van een visgraatmelkstal met eenzelfde aantal standen. Al naar gelang de opsluiting en het vastzetten van de koeien in deze melkstal, kunnen we de zij-aan-zij melkstallen indelen in twee typen. Bij het ene type worden de afscheidingshekjes tussen de koeien mechanisch naar boven getrokken, waarna de koeien de melkstal kunnen verlaten. Na het uitlaten wordt deze afscheiding weer in de beginstand geplaatst, zodat de volgende groep koeien zichzelf weer opsluit. Dit is het zogenoemde hudonksysteem. Bij het andere type zetten de koeien zichzelf vast met een zelfsluitend voerhek. Hierbij worden geen afscheidingshekjes tussen de koeien toegepast. Bij

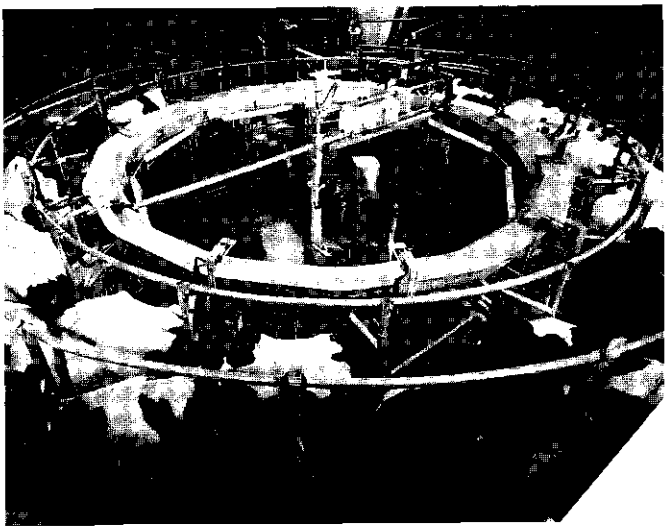
beide typen is alleen de eerste stand of krachtvoerbak voor in de stal open voor de eerste koe. Als deze koe zich heeft opgesloten of vastgezet wordt de toegang tot de volgende stand geopend enz. De bereikbaarheid van de uier is in het algemeen goed. Bij koeien met diepe uiers en bij kleine koeien is de bereikbaarheid minder. Ook de stand van het melkstel laat soms te wensen over. In een zij-aan-zij melkstal wordt een juiste stand van het melkstel gerealiseerd, door een flexibele bevestigingsmogelijkheid voor de melkslang op de putrandafscheiding. De onderste keerbuis bevindt zich juist boven de hak van de koe, waardoor ze niet achteruit kan trappen, en er in deze melkstal veilig kan worden gemolken.
Door de opstelling van de koeien is de kans aanwezig dat er mest of urine in de werkruimte komt. Op sommige bedrijven is dit ondervangen door spatplaten van metaal of plexiglas aan te brengen tussen de keerbuizen. Nadeel is dat brandnummers, welke zijn aangebracht op het achterwerk van de koe, dan niet leesbaar zijn vanuit de melkput.

De draaimelkstal
Een draaimelkstal heeft een ronddraaiende ring als platform verdeeld in boxen. Dit platform rust op of hangt aan wielen die over een rail lopen. De oppervlakte hangt af van het aantal en van de opstelling van de boxen ten opzichte van elkaar. Deze kunnen achter elkaar in schuine opstelling of naast elkaar worden geplaatst. Een draaimelkstal waarin de koeien achter elkaar staan, beslaat een grotere oppervlakte dan een draaimelkstal met een gelijk aantal schuine standen. Bij de laatste is de oppervlakte ongeveer gelijk aan de visgraatmelkstal met een gelijk aantal standen. Ook bij de zij-aan-zij draaimelkstallen is het oppervlak relatief klein. De draaiende beweging van de stal kan continu zijn of volgens het stop-start systeem. Het stoppen gebeurt automatisch. Tijdens de stop wordt in het algemeen de ene koe uit- en de volgende ingelaten. Tevens wordt dan het krachtvoer in de voerbak voor de binnengekomen koe gedoseerd. Er is dus slechts één krachtvoerdoseerapparaat nodig. De schakelaar voor het starten bevindt zich in de werkruimte bij de ingang waar de koeien de melkstal binnenkomen. Bij grotere draaimelkstallen zijn op meerdere plaatsen schakelaars voor eventueel stoppen en starten aangebracht.

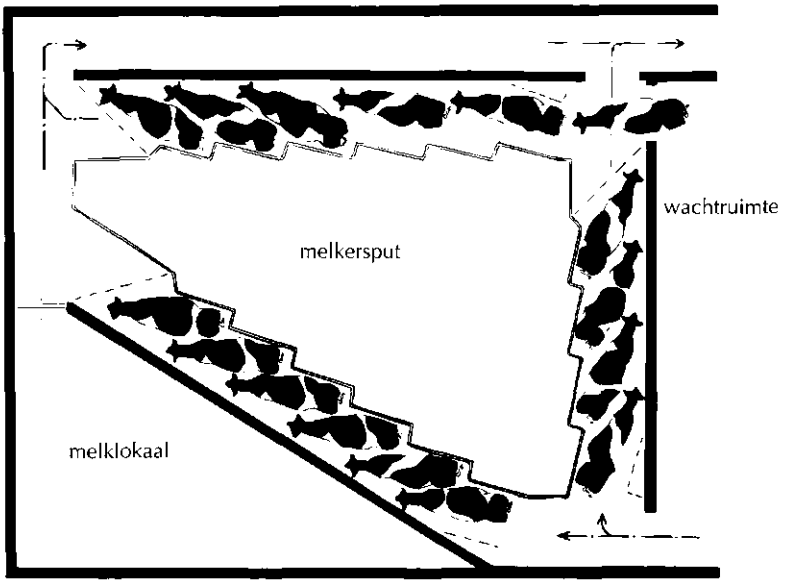

Driehoekmelkstal.

Voor het wisselen van de koeien worden, afhankelijk van de wijze waarop dit gebeurt, één, twee of drie standen gebruikt. Deze zijn dan niet beschikbaar voor het melken.
Aan de zijde van de werkruimte is de boxafscheiding ongeveer gelijk aan die van de visgraatmelkstal. De buitenzijde kan bestaan uit de wand van de melkstal waarbinnen het platform draait. In deze wand zijn uitsparingen aangebracht voor het wisselen van de koeien en voor de melker om in en uit de melkput te komen. Daarvoor is ook de cirkel van boxen op één of meer plaatsen onderbroken. In sommige gevallen is de toegang tot de melkput zo gesitueerd dat de melker onder de koestand doorgaat. Aan het draaiende platform kan een soort treeplank worden verbonden, waarop de melker tijdens het behandelen van een koe staat. Een draai-

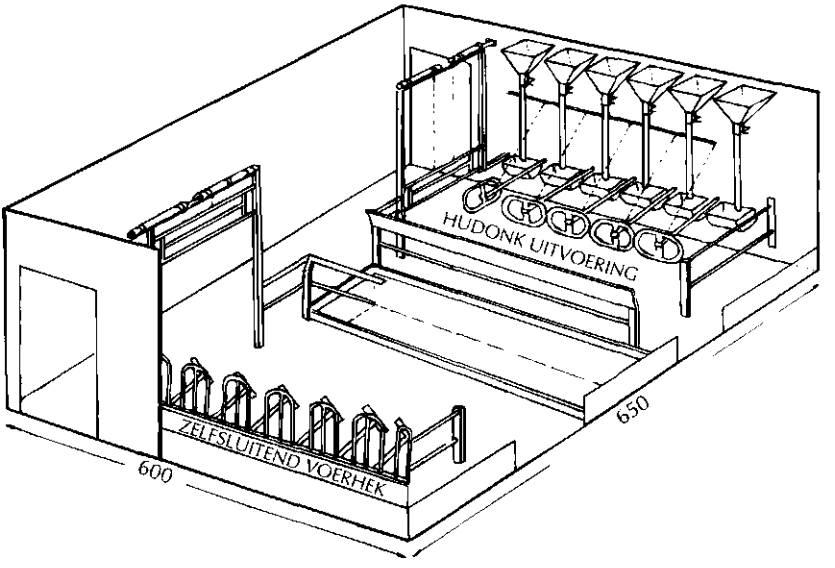
Draaimelkstal.



Figuur 5.5 Afbeelding driehoekmelkstal



Figuur 5.6 Zij-aan-zij melkstal in twee uitvoeringen



melkstal is in vergelijking met een overeenkomstige visgraatmelkstal nogal duur.
Voordelen zijn een beter zicht op de koeien, de mogelijkheid van automatisch wisselen en de goedkopere mechanisatie van de krachtvoertoediening. Een gunstig aspect van deze stallen is tevens dat het verstrekken van krachtvoer, de voorbehandeling en het aansluiten van het melkstel elkaar onmiddellijk opvolgen.
Voor wat betreft de capaciteit is de draaimelkstal bij een éénmansmethode niet te evenaren, mits er voldoende standen aanwezig zijn. Het optimum ligt, afhankelijk van de routine van de melker en de melkgift van de koeien bij 18 tot 20 standen. Het gaat te ver om het aantal standen zo ver op te voeren dat geen wachttijden voor langmelkende koeien ontstaan. Aangezien er weinig dieren zijn die een langere machinemelktijd hebben dan het gemiddelde is het beter deze dieren een tweede ronde te laten maken. Hierop moet de melkstal met automatisch wisselen zijn ingesteld. Voor zeer grote bedrijven is een tweemanssysteem aan te bevelen waarbij het optimum ligt op 30-35 standen. Voor de éénmansmethode wordt meestal een tandemopstelling of een opstelling met schuine standen (rotovisgraat) gekozen. Voor de tweemansmethode wordt de melkstal met schuine standen of de zij aan zij opstelling toegepast (type Harkema).

5.2.6 Voorzieningen bij doorloopsystemen

De wachtruimte

Om het melken vlot te doen verlopen is het belangrijk dat het in- en uitlaten van de koeien weinig tijd vergt. Daarom worden de koeien bij de melkstal opgesloten in een wachtruimte. Deze heeft een verharde vloer die gemakkelijk schoon te maken is. De oppervlakte per koe dient ca. 1,25 m² te zijn. Een niet te smalle wachtruimte, bijv. vier m breed, heeft het voordeel dat een dwarsstaande koe de toeloop niet belemmert. Situering recht voor de melkstal verdient daarom de voorkeur. Meestal wordt in ligboxenstallen een deel van de mestgang als wachtruimte gebruikt, om zodoende op bouwkosten te besparen. In het algemeen komen de koeien vlot binnen. Wanneer echter vlak voor het melken veel voer is opgenomen, laat het binnenkomen soms te wensen over. Ook wanneer er geen krachtvoer in de melkstal wordt verstrekt, geeft het binnen komen van de koeien weleens problemen. In dergelijke gevallen verdient een opdrijfhek aanbeveling. Opdrijfsystemen zijn in twee groepen te verdelen:

1. de 'elektrische hond'
2. via een elektromotor aangedreven star hekwerk

De 'elektrische hond'

De zgn. 'elektrische hond' is een systeem dat meestal gebruikt wordt in de situatie dat het looppad tussen de ligboxen tevens dienst doet als wachtruimte voor de melkstal. Een aangedreven hekwerk is in deze situatie niet toepasbaar, en daarom is een flexibel opdrijfhek ontwikkeld.
Heeft een melkstal een aparte wachtruimte dan kan ook gebruik gemaakt worden van deze constructie.
Dit opdrijfhek loopt via gelagerde looprollen door een monorail, welke aan de spanten gemonteerd is. Het totale opdrijfhek is drie meter lang. Tussen de boxafscheiding, dus over het looppad, hangen kettingen. Problemen ontstaan als er koeien in de boxen liggen. Daarom is deze constructie voorzien van een tweetal sleepkettingen die in de boxen hangen en de koeien hieruit verdrijven. Verder is het opdrijfhek voorzien van een schrikdraadapparaat, dat op een batterij werkt.
Alvorens het opdrijfhek beweegt, klinkt eerst een belsignaal.
In de praktijk blijkt dat de koeien zeer snel aan de bel gewend zijn waardoor het schrikdraadapparaat al snel niet meer nodig is. Een belletje is dan al voldoende om de koeien in beweging te krijgen. Het opdrijfhek wordt aangedreven door een elektromotor en is via een drukknop in de melkstal te bedienen.
Ligboxenstallen met bijv. spantondersteuning in de ligboxen behoeven voor dit opdrijfhek geen

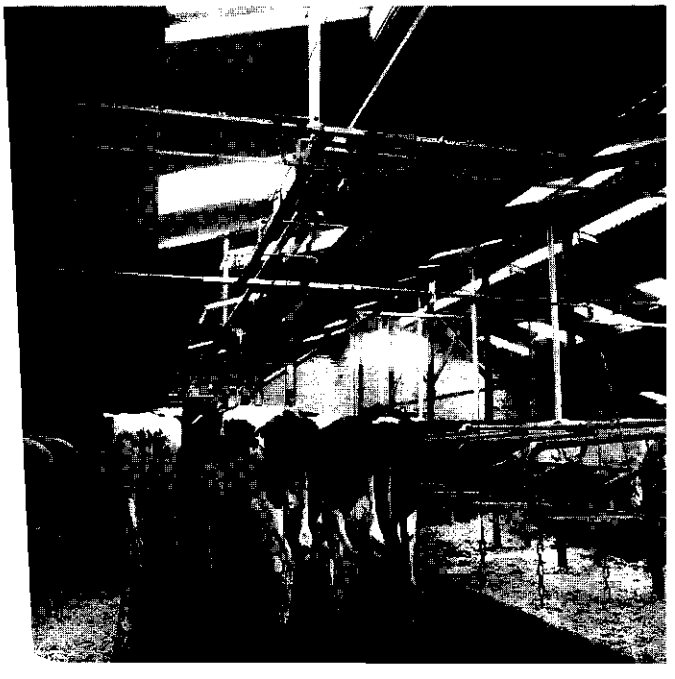
Ook de zij-aan-zij melkstal wordt als snelwisselsysteem uitgevoerd.

probleem te zijn omdat de armen die over de boxen lopen scharnierend zijn opgehangen en bij aanraking van een standpaal weggeklapt worden.
Met kleine aanpassingen behoeven krachtvoerboxen ook geen probleem te zijn.

Ook zijn er opdrijfhekken die bestaan uit zogenoemd gordijn van aluminium pijpjes aan een geleiderail. De pijpjes worden boven de boxen en het looppad opgehangen en kunnen als het opdrijfhek niet gebruikt wordt naar één kant worden geschoven. De geleiderail hangt aan een staalkabel. Via een elektromotor wordt het 'gordijn' bewogen. De bediening gebeurt vanuit de melkput met een tijdschakelaar.
Bij de grotere melkstallen en bedrijven waar met groepsvorming wordt gewerkt is een ronde wachtruimte te overwegen. Hierbij kan de wachtruimte maximaal worden benut en treedt geen stagnatie op tijdens het wisselen van de groepen.

Het voetbad
Om bepaalde klauwontstekingen te voorkomen of te bestrijden verdient het aanbeveling een voetbad te gebruiken. Het voetbad wordt zodanig geplaatst dat de koeien bij het verlaten van de melkstal door het bad moeten lopen. Het voetbad moet regelmatig worden ververst en schoongemaakt. Het is beter het voetbad niet in de vloer in te bouwen maar een kunststofbak op de vloer te zetten buiten de melkstal.

Het opdrijfhek geleidt de koeien naar de wachtruimte.



Krachtvoerverstrekking in de doorloopmelkstal
Over het nut van het verstrekken van krachtvoer in de doorloopmelkstal zijn de meningen verdeeld. De ervaring in de praktijk heeft geleerd dat uit het oogpunt van een vlotte toeloop van de koeien en het beter laten schieten van de melk het verstrekken van krachtvoer in de melkstal gewenst is. Uit onderzoek is gebleken dat het 'krachtvoereffect' vooral in de tweede helft van de lactatieperiode van belang is. De koeien blijven wat beter op productie. Deze effecten worden al bereikt door het verstrekken van een kleine hoeveelheid smakelijk krachtvoer.
Vanwege de arbeid wil men soms alle krachtvoer in de melkstal geven. Vooral bij hoogproductieve dieren is de verblijfduur in de melkstal te kort om zo'n hoeveelheid op te nemen. Tevens is de controle op de opname moeilijk en doseren de doseerapparaten nogal eens afwijkende hoeveelheden. Op bedrijven waar de koeien zijn ingedeeld in productiegroepen kan een basisrantsoen aan het voerhek worden gegeven. Aanvulling van krachtvoer vindt dan plaats in de melkstal.
Wanneer het krachtvoer via krachtvoerautomaten wordt verstrekt, wordt het voeren in de melkstal minder noodzakelijk. De voertrein in de melkstal kan uit kostenoverweging achterwege blijven. Echter voor een vlotte toeloop en het laten schieten van de melk (krachtvoereffect) lijkt het verstrekken van een kleine hoeveelheid krachtvoer in de melkstal gewenst. Hiervoor zijn eenvoudig uitgevoerde doseerapparaten toereikend. Het laten schieten van de melk kan ook worden bevorderd door een goede en krachtige voorbehandeling. Een intensieve voorbehandeling blijft echter in de praktijk vaak achterwege, omdat deze meer tijd vraagt.

5.3 Het melklokaal
Voor de reiniging van het melkgereedschap en het bewaren van de melk is een melklokaal of melkkamer noodzakelijk. Zo'n melklokaal moet voldoen aan een aantal eisen wat betreft de ligging, de grootte, de uitvoering en de inrichting.

5.3.1 Ligging
In verband met het vervoer van de melk vanaf de boerderij zal het melklokaal gemakkelijk bereikbaar moeten zijn voor de rijdende melkontvangst. Bovendien is een goede buitenverlichting nodig, want niet alle melk wordt overdag opgehaald. Met het oog op ventilatiemoge-

lijkheden en het plaatsen van een koelmachine zal het melklokaal bij voorkeur twee buitenmuren moeten hebben. Het is verder van belang, dat het een gunstige ligging heeft ten opzichte van de grupstal of de doorloopmelkstal. Ook mag er geen doorloopruimte naar andere vertrekken dan de melkstal zijn, noch naar een bergruimte.

5.3.2 Grootte

De gewenste grootte van een melklokaal is mede afhankelijk van het aantal koeien, dat op het bedrijf aanwezig is. Als richtlijn kan worden genomen een basisoppervlakte van 15 à 20 m^2 plus 1 m^2 per 10 melkkoeien. Als minimale breedte van een melklokaal wordt ca. 3,8 meter aangehouden. Men kan dan nog vlot langs de tank en de eventuele spoelbak lopen. De grootte is verder afhankelijk van de inrichting en de afmetingen van de te plaatsen melktank en andere apparatuur. Hierbij spelen ook het aantal deuren, de looplijnen en de vorm van het melklokaal een rol.

5.3.3 Uitvoering

De wanden, het plafond en de vloer moeten gemakkelijk schoon te maken zijn. Voor de wanden valt de keuze in de eerste plaats op steen of steenachtig materiaal. De buitenmuur is uitgevoerd als spouwmuur en de binnenmuur als halfsteensmuur, of andere constructies met gelijk isolerend vermogen. In verband met een goede reiniging worden de wanden glad afgepleisterd, en behandeld met epoxyverf of betegeld. Bij voorkeur in een lichte kleur. Het is, eveneens met het oog op gemakkelijk schoonmaken, van belang om de hoeken tussen wanden en vloer af te ronden.
Het plafond moet stofdicht en vochtbestendig zijn. Vaak wordt gebruik gemaakt van isolerende platen. Als plafondhoogte moet minimaal 2,40 m worden aangehouden.
De vloer wordt meestal gemaakt van epoxymortel, coating of dubbel hard gebakken tegels met een helling van 2 cm per m naar de aanwezige afvoerput(ten). Plaats de schrobputjes zodanig dat de afvoer van het spoelwater rechtstreeks in het putje wordt geloosd. De schrobputjes moeten voorzien zijn van een stankafsluiter.
In een melklokaal zijn doorgaans twee deuren aanwezig, één brede deur van 2 à 2,50 m, bijvoorbeeld uitgevoerd als dubbele deur en een smallere deur als verbinding met de stal. Deze deur naar de melkstal kan een breedte hebben van 1 m en moet zodanig draaien dat de koeien vanuit de melkstal niet in het tanklokaal kunnen komen.
Het is van belang dat het melklokaal een lichte, frisse ruimte is met een groot raamoppervlak, zo mogelijk ter grootte van 1/10 van het vloeroppervlak. Alle ramen dienen uitgevoerd te worden als klepramen. Voor een optimale ventilatie wordt aanbevolen om in het hoogste deel van het plafond kleppen aan te brengen of een afsluitbare ventilatiekoker. Als kunstlicht kunnen twee lichtpunten in vochtdichte armaturen worden aangebracht. Plaats deze niet boven het mangat van de tank, de kans op breuk neemt toe. Bij binnenkomst van het tanklokaal moet de lichtschakelaar bediend kunnen worden. Hierbij dienen tevens enkele stopcontacten aanwezig de zijn. Verder moet een aansluiting op krachtstroom aanwezig zijn.

5.3.4 Inrichting

Een melklokaal waarin met melkbussen wordt gewerkt zal in opzet niet anders moeten zijn dan bij het gebruik van een melkkoeltank en een melkleiding. Het dient een schone plaats te zijn waar de melk op een hygiënische manier kan worden bewaard. Het melklokaal moet voldoende plaats bieden aan de melkkoeltank en aan apparatuur die voor het melken en voor de reiniging van de melkinstallatie nodig is.
De plaatsing van de melktank moet bij voorkeur zodanig zijn dat er omheen voldoende ruimte is voor het schoonmaken. De uitloopkraan van de tank mag zich niet te ver van de buitendeur bevinden om aansluiting van de verbindingsslang met de tankauto mogelijk te maken.
De koelmachine moet aan de buitenwand, liefst op het noorden of het oosten worden geplaatst. Voor het aansluiten of het bijvullen van freon

Het melklokaal moet aan een aantal eisen voldoen.

moet de koelmachine goed te bereiken zijn. Meestal staat de koelmachine op een betonnen verhoging van 20-25 cm. Om voldoende frisse lucht te kunnen aanzuigen wordt de koelmachine voor een luchtrooster geplaatst. Het luchtrooster heeft minimaal dezelfde afmetingen als de koelmachine. In de winter kan dit rooster met een schuif zonodig worden dichtgemaakt. De aangezogen lucht van buiten zal door voldoende ventilatie-openingen weer weg moeten kunnen.
Het vacuümaggregaat van de melkmachine wordt bij voorkeur ook op een verhoging van circa 20 cm (beton) veelal tegen een buitenmuur geplaatst met de uitlaat naar buiten. Zorg er voor dat de uitlaat van de vacuümpomp niet uitkomt vlak bij het rooster van de koelmachine. De vacuümpomp wordt op rubbers geplaatst om eventuele trillingen tegen te gaan.
Soms wordt het vacuümaggregaat in een aparte ruimte geplaatst, dit om de geluidsproductie zoveel mogelijk te beperken.

Voor het reinigen en ontsmetten van het melkgereedschap is een goede wasbak onmisbaar. Bij grupstallen is een dubbele wasbak nodig. De ene wasbak wordt gebruikt voor de (inwendige) reiniging van de melkinstallatie, de andere voor het uitwendig reinigen van de melkstellen. Indien er geen dubbele spoelbak wordt geplaatst, is het aan te raden toch een voorziening te maken waar men de handen kan wassen, een emmer water kan tappen of de laarzen kan afspoelen.
Boilers zorgen voor de warmwatervoorziening. Elektrische boilers worden meestal hoog tegen het plafond geplaatst. Een gasboiler staat op een verhoging van circa 20 cm.
De eventuele warmteterugwinninginstallatie hoort dicht bij de koelmachine. Dit om de energieverliezen zo gering mogelijk te houden.
De reinigingsautomaat wordt bevestigd aan een binnenwand om bevriezing te voorkomen. Uit veiligheidsoverwegingen worden de reinigingsautomaat en de groepenkast niet boven de wasbak geplaatst. Condensvorming en zwerfspanningen worden op deze manier vermeden.
Verder behoort er een afsluitbare kast aanwezig te zijn voor reinigings- en ontsmettingsmiddelen, dierbehandelingsmiddelen en reserveonderdelen.
Het is aan te bevelen om voor de apparatuur een aparte machinekamer te bouwen. Een schoon melklokaal is het visitekaartje voor het bedrijf.

6 Het melken

6.1 Melker en koe ... 147
6.1.1 Melken met de hand ... 147
6.1.2 Voorbehandeling ... 147
6.1.3 Aansluiten ... 148
6.1.4 Stand melkstel ... 149
6.1.5 Afnemen ... 149
6.1.6 Nabehandeling ... 150
6.2 Melker en machine ... 150
6.2.1 Gebruik installatie ... 150
6.2.2 Arbeidsorganisatie ... 151
6.3 Melkmachine en koe ... 153
6.3.1 Afstelling installatie ... 153
6.3.2 Optimalisatie melkproces ... 155
6.3.3 Diergericht melken ... 155
6.3.4 Melken van vaarzen en nieuwmelkte koeien ... 155
6.3.5 Speenconditie ... 156

• • • • • • • • •

Het melken

6

In Nederland worden vrijwel alle koeien met de machine gemolken. Alleen in bijzondere gevallen komt het wel voor dat een koe tijdelijk met de hand wordt gemolken. We denken dan aan zieke of pas gekalfde dieren. Verder speelt het handmelken een rol bij het voorstralen. Nog slechts een enkele melkveehouder melkt zijn koeien altijd met de hand.
Gedurende vele eeuwen was het handmelken de enig bruikbare methode van melken. Het heeft tot ongeveer het jaar 1900 geduurd voordat er een machine was ontwikkeld die op een redelijke wijze het handmelken kon vervangen. Vanaf de jaren vijftig heeft het machinaal melken het handmelken in een hoog tempo vervangen.
Dit hoofdstuk gaat over de relatie koe, melker en melkmachine. Het samenspel tussen deze drie factoren is belangrijk voor het op peil houden van de productie, voor het behoud van gezonde uiers en voor een goede kwaliteit van de melk.

6.1 Melker en koe

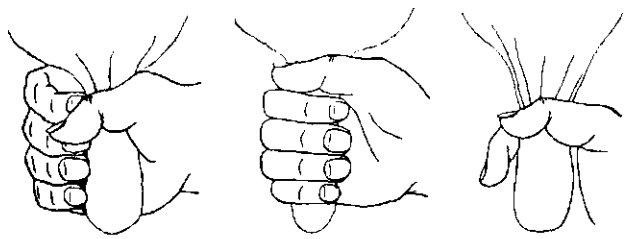
Tijdens het melken is er een sterke interactie tussen de melker en de koe. Dit begint bij de voorbehandeling en loopt door tot de nabehandeling.

6.1.1 Het melken met de hand

Het handmelken gebeurt met de volle hand (zie figuur 6.1). De melker omvat met iedere hand een speen, waarbij de toppen van de vingers in een rechte lijn op de spenen worden geplaatst. Daarbij moet de wijsvinger de tepelholte afsluiten, waarna achtereenvolgens met de andere vingers de melk naar beneden wordt gedrukt. De kracht van de vingers wordt versterkt door de duim te gebruiken zoals dat bij het maken van een vuist het geval is, dus door de duim op de wijs- en middelvinger te plaatsen.
De druk die daardoor op de aanwezige melk in de tepelholte wordt uitgeoefend, opent de kringspier van het slotgat zodat de melk met een krachtige straal in de emmer stroomt.
Het melken moet langzaam beginnen. Laat de koe de melk goed schieten, dan is het nodig regelmatig en krachtig te melken.

Eerst worden de beide voorkwartieren uitgemolken. Als er geen volle stralen meer komen, begint de melker de achterkwartieren krachtig te melken tot ze zo goed als uit zijn. Het melken voor en achter wordt nog een keer herhaald, totdat geen flinke stralen meer worden verkregen. Het verwijderen van de laatste melk onder uit de uier, is niet zo belangrijk als men vroeger wel heeft gemeend.

Figuur 6.1 *Hoe wél en niet met de hand gemolken moet worden*



Dit hoofdstuk gaat alleen nog over machinaal melken. Wanneer er dus geschreven wordt over melken dan wordt machinaal melken bedoeld.

6.1.2 Voorbehandeling

De voorbehandeling is nodig voor het reinigen van uier en spenen, voor het stimuleren van de melkafgifte en voor controle op de uier en de hoedanigheid van de melk. De controle van de uier en de melk heeft een goede uiergezondheid tot doel. Verstrekking van krachtvoer gelijktijdig met de voorbehandeling bevordert in sterke mate de melkafgifte.
Om hygiënische en melktechnische redenen verdient een droge voorbehandeling de voorkeur. Droog voorbehandelen kan echter alleen *indien de uiers redelijk schoon zijn. Daarvoor is*

Een droge voorbehandeling.

het noodzakelijk dat de ligplaatsen schoon en droog worden gehouden. Het scheren van de uiers kan hierbij niet gemist worden. Deze maatregelen bevorderen een zindelijke melkwinning en voorkomen extra werk tijdens het melken.
Een droge voorbehandeling kan uitgevoerd worden met papieren wegwerpdoeken of met goede (katoenen) uierdoeken. In het laatste geval dient het aantal koeien dat met een doek behandeld wordt beperkt te blijven. Deze doeken dienen na elke melkbeurt goed te worden gewassen.

Bij de voorbehandeling moet uit elk kwartier enkele stralen worden gemolken, dit noemt men wel het voorstralen. Uit het oogpunt van mastitispreventie heeft het voordelen de eerste stralen weg te melken aan het begin van de voorbehandeling. Vermoedelijk worden bacteriën die na de vorige melkbeurt zijn binnengedrongen in het tepelkanaal daardoor het beste uitgespoeld. Bij het voorstralen mogen de spenen en de handen niet nat worden. Dit om besmetting via de handen te voorkomen.
Door het voorstralen wordt bereikt dat de slotgaten van alle spenen goed open zijn. Tevens stimuleert het de melkafgifte en kan controle uitgeoefend worden op de hoedanigheid van de melk.

Bepaalde omstandigheden, bijv. in een natte periode, kunnen wassen met water bij de voorbehandeling noodzakelijk maken. Ook zijn er altijd wel enkele koeien in de koppel met een vuil uier. Bij een natte voorbehandeling dienen de uiers grondig te worden gereinigd. Dit is essentieel, omdat anders grote kans bestaat dat versmeerd en/of losgeweekt vuil in de melk kan komen. Daarna dienen uier en spenen goed te worden afgedroogd met een droge doek. Bij gebruik van een emmertje met water moet het water regelmatig ververst worden. Een goed uitgevoerde natte voorbehandeling vraagt veel meer tijd dan een droge voorbehandeling.
Bij het aansluiten van de melkmachine is het belangrijk dat de spenen en de uier schoon en droog zijn. Na het aanbrengen van de tepelhouders zal een meer of minder hoog vacuüm optreden in de stootrand van de tepelvoeringen. Wordt aangesloten aan droge spenen dan zal door aanvoer van een kleine hoeveelheid lucht tussen stootrand en speen dit vacuüm grotendeels opgeheven worden.

Wordt echter aangesloten op natte spenen (de onderkant van de uier is dan meestal ook nat) dan voorkomt een laagje vocht dat er buitenlucht kan binnenkomen. De kans is groot dat dan een te hoog vacuüm gedurende langere tijd kan inwerken op de speen. Het gevolg is dat bij meerdere koeien op den duur een zwelling gaat optreden aan de basis van de spenen. Dit kan pijnlijk worden wanneer tegen het eind van het melken de tepelvoeringen iets gaan opkruipen. Deze zwelling kan zich bovendien naar het inwendige van de spenen voortzetten waardoor de melkafvoergang tussen boezem en tepelholte nog meer wordt vernauwd. Vooral tegen het eind van het melken kan hierdoor de afvoer van de laatste melk uit de melkboezem belemmerd worden.
Het opkruipen van de tepelhouders wordt door aansluiten aan vochtige spenen bevorderd.

In Nederland worden speendesinfectiemiddelen vrijwel uitsluitend toegepast na het melken. Slechts in incidentele gevallen wordt er ook voor het melken een speendesinfectie toegepast. Dit noemen we "pre-dippen". Dit gebeurt soms op bedrijven die chronische problemen met de uiergezondheid hebben. In de Verenigde Staten wordt deze methode veelvuldig toegepast. (zie ook hoofdstuk 7, paragraaf 7.4.5 Speendesinfectie)

6.1.3 Aansluiten

Ongeacht het type melkmachine is het principe van aansluiten van de tepelhouders steeds gelijk. Dat gebeurt met de hand die zich het dichtst bij de achterpoten van de koe bevindt. Daarmee kan dan tevens bij een wat lastige koe

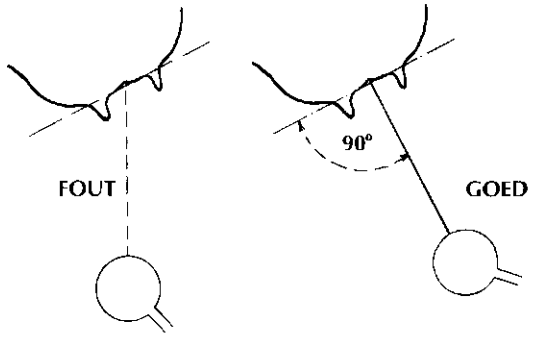
Het wegmelken van de eerste stralen.

eventueel trappen worden afgeweerd.
Bovendien hoeft bij deze manier van aansluiten niet van hand verwisseld te worden. De melker begint met de verst verwijderde voorspeen en sluit vervolgens via de achterspenen rondom aan. Hij neemt daarbij de tepelhouder zodanig in de hand, dat duim en wijsvinger vrij blijven voor het zoeken naar de speen en voor het geleiden van de speen tot in de tepelhouder. Luchtzuigen is hierbij ongewenst en wordt voorkomen door een knik in de korte melkslang te maken. Met de andere hand wordt de melkklauw tegelijkertijd in de gewenste richting gestuurd. Hierdoor wordt voorkomen dat er lucht wordt aangezogen bij het aansluiten. Vervolgens wordt met een vloeiende beweging de tepelhouder omhoog gebracht en aangesloten aan de speen. Bij het omhoog brengen moet voorkomen worden dat de tepelhouder wordt gedraaid. De tepelhouder zou dan immers na het aanbrengen weer terugdraaien, waardoor er een slag in de speen zou komen. Dit zou de melkafvoer uit dit kwartier kunnen belemmeren. Het vermijden van luchtzuigen bij het aansluiten heeft tot doel dat onregelmatige vacuümvariaties worden tegengegaan.
Bij koeien met lage uiers steunen de tepelhouders wel eens op de grond als de klauw in de hand wordt gehouden. Hierbij is de kans groot dat er vuil van de bodem wordt opgezogen. In dit geval dienen de tepelhouders zo te worden vastgehouden, dat de korte melkslangen met de hand worden geknikt. Dit maakt het mogelijk de tepelhouders vrij van de bodem te houden, waardoor opzuigen van vuil wordt voorkomen. Bij grotere melkklauwen is deze handeling moeilijker toepasbaar.

6.1.4 Stand melkstel

Goed melken houdt meer in dan enkel het aansluiten van de tepelhouders. Een goede gewichtsverdeling van het melkstel is belangrijk. Dit hangt samen met een goede stand en is van belang in verband met het vlot, gelijkmatig en volledig uitmelken van alle kwartieren.
In principe moet het gewicht van het melkstel (tepelhouders, melkklauw en het eerste gedeelte van de melkslang) gelijk over de vier kwartieren verdeeld zijn. De bouw van de uier speelt hierbij een belangrijke rol.
Soms kan door het inkorten van de achterste korte melkslangetjes al bereikt worden dat de gewichtsverdeling beter is. Ook melkslanggeleiding levert een positieve bijdrage.

Figuur 6.2 De stand van het melkstel



Een goede gewichtsverdeling beperkt het afvallen van tepelhouders. Vooral op bedrijven waar met een laag vacuüm wordt gemolken is vanwege het laatstgenoemde aspect de gewichtsverdeling belangrijk. Het bevordert daarnaast het volledig uitmelken bij koeien met zwaardere achterkwartieren. Figuur 6.2 laat zien hoe de ophanging van het melkstel wel en hoe die niet moet zijn.

Vooral in visgraatmelkstallen is de stand van het melkstel vaak niet ideaal. Een juiste lengte van de melkslang en goede geleiding ervan na aansluiten van het melkstel kan dit reeds verbeteren. De huidige melkslanggeleiders zijn hiervoor goed bruikbaar. Door de melkslang hieraan te bevestigen wordt bereikt dat het melkstel recht onder de koe hangt, terwijl het zonodig enigszins 'op trek' kan worden gehangen. De melkslang is dan tevens vrij van de vloer.
Tijdens het wisselen van de koeien dient de arm van de melkslanggeleider in de uitgangspositie te staan. Bij afneemapparatuur is het daarom belangrijk dat de arm gelijk met het afnemen van het melkstel weer in de goede beginstand terugkomt.
Voor melkslanggeleiding op de grupstal zijn enkele eenvoudige voorzieningen beschikbaar. Een voorziening over de schoft van de koe of aan de leiding boven de koe kan goede diensten bewijzen. Een goede lengte van de melkslang is hierbij belangrijk. Het verloop van de melkslang dient vloeiend te zijn vanaf het melkstel via de geleider naar de melkleiding.

6.1.5 Afnemen

Nadat de regelmatige melkstroom is opgehouden dient de melker te controleren of de koe

voldoende is uitgemolken. Zo ja, dan kan het melkstel worden afgenomen. Het afnemen van het melkstel, hoe eenvoudig dit ook lijkt, moet met zorg gebeuren. Voorkomen moet worden dat het melkstel onder vacuüm wordt afgenomen waarbij dan op het moment dat de tepelhouders loslaten, meer of minder lucht naar binnen schiet. Door plotselinge vacuümverschillen tussen tepelhouders kunnen sterke luchtstoten in de richting van de spenen ontstaan. Wanneer nog melk aanwezig is kunnen met deze luchtstoten melkdruppeltjes tegen de speenpunten worden geslagen (impacts).

Het afnemen van het melkstel gaat als volgt. De melker sluit het vacuüm af en pakt de melkklauw vast. De arm die zich het dichtst bij de achterpoten van de koe bevindt wordt om de vier tepelhouders gelegd. Bij de verst verwijderde voorste tepelhouder wordt lucht toegelaten. De tepelhouders laten los en worden in de arm opgevangen in samenspel met de andere hand die de klauw vasthoudt.
Het toelaten van lucht om de nog aanwezige melk in de melkklauw af te voeren is bij lange of hoog liggende melkleidingen minder gewenst. Deze extra lucht verstoort de rustige afvloeiing van de melk in de leiding en kan luchtinslag veroorzaken. Deze luchtinslag is een factor die aanleiding kan geven tot verhoging van de zuurtegraad van het melkvet. Bij korte, ruime leidingen in de doorloopsystemen is dit gevaar minder groot. Bij melkmeetglazen mag de laatste melk uit het melkstel wel met iets lucht worden afgevoerd.

Bij een groot aantal melkstellen per melker wordt het afnemen vaak geautomatiseerd. In de regel is automatisch afnemen nodig bij acht of meer melkstellen in de visgraatmelkstal of bij meer dan vier tot vijf in de grupstal. De melker dient er steeds op te letten dat de afneemapparatuur goed functioneert.
Hij kan een indicatie krijgen ten aanzien van de werking door te letten op de tijd die ligt tussen het op het oog uit zijn van de koe en het moment van afnemen.
Zowel bij handmatig als bij automatisch afnemen van het melkstel dient de melker steeds te controleren of de koe voldoende is uitgemolken.

'Blind melken'
Onder 'blind melken' wordt verstaan, het aan de uier blijven van het in werking zijnde melkstel, terwijl er nauwelijks melk komt. Een blindmelktijd langer dan circa één minuut kan nadelig zijn. Onder bepaalde omstandigheden kan te lang blindmelken meer kans geven op slotgatbeschadiging.

6.1.6 Nabehandeling
Vroeger molk men na het afnemen van het melkstel vaak na. Bij een goede werking van de melkapparatuur is dit niet nodig. Niet namelken geeft bovendien een aanmerkelijke tijdbesparing. De nabehandeling bestaat nu nog slechts uit een controle op het 'uit' zijn en eventueel speendesinfectie.

Speendesinfectie
Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de kans op het optreden van uierontstekingen aanmerkelijk kan worden verkleind als direct na het afnemen van de tepelhouders de spenen worden ontsmet. In de desinfectiemiddelen is vaak een huidverzorgingsmiddel opgenomen.
Hiermee wordt bereikt dat de huid van de spenen soepel blijft, waardoor de weerstand tegen infectie wordt vergroot (zie ook paragraaf 7.4.5).

6.2 Melker en machine
De melkmachine is het verlengstuk van de melker. Melker en machine moeten dan ook goed op elkaar afgestemd zijn. Dit geldt zowel voor de werkmethode als voor de arbeidsorganisatie.

6.2.1 Gebruik installatie
Alvorens men begint met melken moet de installatie voorbereid worden voor het melken. In de meeste gevallen behoeven bij melkmachines van het melkleidingtype weinig onderdelen te worden gemonteerd.
Bij de grupstallen worden de melkstellen opgehangen aan de melkleiding. In de doorloopsystemen worden de melkstellen losgemaakt van de spoelstellen en gereed gehangen. Ook de installatie wordt gebruiksklaar gemaakt door de kleppen en kranen vanuit de spoelstand in de melkstand te brengen. Het filter moet met zorg worden aangebracht in de persleiding. Nog aanwezig restwater in de installatie moet worden afgetapt.
Bij een goede reiniging is ontsmetting vóór het melken overbodig. In uitzonderingsgevallen en met name in warme perioden kan ontsmetten een extra veiligheid betekenen. Bij chloorge-

bruik is het noodzakelijk om vervolgens grondig na te spoelen met 'schoon' water. Ook dient men bedacht te zijn op restwater.
Als laatste handeling wordt de persleiding of -slang op de tank geplaatst of in de tank gehangen. Op veel bedrijven is een beveiliging aangebracht, die er voor zorgt dat de vacuümpomp niet in werking kan worden gezet zolang de persleiding nog op de wasbak is geplaatst. Deze beveiliging kan er tevens voor zorgen dat na het melken de reiniging niet start zolang de persleiding nog in de tank zit.
Ten behoeve van het voorbehandelen worden voldoende schone droge doeken, bijv. één doek per 4-8 koeien, klaargelegd. Op de grupstal moet voor koeien met vuile uiers een emmertje met bij voorkeur warm water worden klaargezet. In doorloopmelkstallen verdient reiniging van de uiers met handdouches de voorkeur. Bij gebruik van douches wordt de mengkraan zodanig ingesteld, dat het water een aangename temperatuur heeft.
Op bedrijven waar de spenen direct na het afnemen van het melkstel worden ontsmet, dient voldoende dip- of sprayvloeistof aanwezig te zijn.
Soms is het nodig het krachtvoer in de bulk (bijv. bij platbodemsilo's) her te verdelen. Op grupstalbedrijven waar krachtvoer gelijk met de voorbehandeling wordt verstrekt dient dit (eventueel in de vorm van koek) te worden klaargezet. Dit geldt ook voor het melken in de doorloopwagen in de zomer.
Nadat de vacuümpomp in werking is gezet dient de melker er zich van te overtuigen dat de hoogte van het vacuüm en het aantal pulsaties overeenkomt met de gewenste waarden. Als het melken op gang is gekomen is een controle in het melklokaal om te zien of alles goed functioneert noodzakelijk.
Tenslotte verdient ook de persoonlijke verzorging van de melker aandacht. Schone kleding en handen zijn een vereiste. Bij het melken in de rij zijn klompen of schoeisel met stalen neuzen aan te bevelen.

6.2.2 Arbeidsorganisatie

"Hoeveel koeien kan ik per uur melken?" is een vraag die menige veehouder zich bij de keuze van een melkstal stelt. Het antwoord op deze vraag is afhankelijk van een groot aantal factoren, bijvoorbeeld de werkmethode. In de doorloopmelksystemen is de mechanisatiegraad één van de belangrijkste factoren.

Werkmethode
In de praktijk worden bij het melken een aantal werkmethoden toegepast die met de P voor persoon en A voor apparaat of melkstel worden aangegegeven.
P1A3 een persoon werkt met drie melkstellen (dit is een veel toegepaste methode voor de grupstal).

Capaciteitsberekening
De berekening van de capaciteit van de melkstal kan men van twee kanten benaderen, namelijk van de kant van de melker en vanuit de installatie. Overigens is het de combinatie van beide benaderingswijzen die de uiteindelijke capaciteit bepaalt.
Capaciteitsvergelijking van melkstallen is afhankelijk van het aantal melkstellen. Een 6V6 heeft doorgaans een grotere capaciteit dan een 4V4. Daarnaast hebben de koeien invloed op de capaciteit. Snel melkende koeien hebben een kortere machinemelktijd en vergroten de capaciteit. Ook het wisselen van de koeien heeft invloed op de prestatie van de melkstal. Als laatste is de tijd die de veehouder nodig heeft voor het voorbehandelen, aansluiten en afnemen van het melkstel van belang voor de haalbare capaciteit.

Voor de capaciteitsbepaling hebben we te maken met een aantal begrippen:

- De toegerekende mantijd:

Alle handelingen die de melker per koe moet uitvoeren.

- Machinemelktijd:

De tijd (in minuten) waarin de melkmachine de koe melkt.
Bij groepswisseling, zoals die o.a. plaatsvindt bij visgraat en zij-aan-zij melkstallen, wordt uitgegaan van de langst melkende koe.
Bij individuele wisseling, bijvoorbeeld open melkstallen, wordt uitgegaan van de gemiddelde machinemelktijd.

- De beschikbare mantijd:

De toegerekende mantijd (in minuten) vermeerderd met de machinemelktijd per koe.
Deze wordt berekend door de tijd die de melker nodig heeft om een 'ronde' koeien af te werken te delen door het aantal melkstellen. Op deze wijze kan een vergelijking gemaakt wor-

den met de toegerekende mantijd.

- Manwachttijd:

De melker heeft tijdens het melken tijd over. De beschikbare mantijd is groter dan de toegerekende mantijd.

- Machinewachttijd:

De melker heeft tijdens het melken tijd tekort, er hangen melkstellen stil. De beschikbare mantijd is kleiner dan de toegerekende mantijd.

De capaciteit in koeien per uur is :

$$\frac{60}{\text{(toegerekende of beschikbare) mantijd}}$$

Of men moet rekenen met de beschikbare of met de toegerekende mantijd hangt af van de *hoogste waarde van beide. Immers* als de toegerekende mantijd hoger is dan de beschikbare mantijd heeft de melker niet voldoende tijd om alle melkstellen aan het draaien te houden. Als de beschikbare mantijd hoger is dan de toegerekende mantijd is er sprake van manwachttijd. De melker heeft dan tijdens het melken tijd over.

De mogelijkheden om de capaciteit van de melkstal te vergroten zijn afhankelijk van de vraag of er sprake is van manwachttijd of machinewachttijd. Zolang er sprake is van manwachttijd kan de melker met een groter aantal melkstellen werken. Bij een machinewachttijd *heeft alleen terugdringing van de toegerekende* mantijd effect. Het verkorten van de toegerekende mantijd kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van automatische afneemapparatuur. Ook het terugdringen van de wisseltijd heeft een capaciteitsverhoging tot gevolg. De hoogste capaciteit bereikt men door de toegerekende mantijd zover mogelijk terug te brengen en daar het aantal melkstellen op af te stemmen.

Met een tijdstudie kan een capaciteitsberekening worden gemaakt. Door de vele handelingen die de melker uitvoert tijdens het melken is dit echter niet eenvoudig. Dit geldt vooral voor de grote melkstallen. In het verleden zijn veel tijdstudies uitgevoerd. Op basis van deze tijdstudies zijn normtijden tot stand gekomen die *de basis zijn voor een theoretische berekening* van capaciteiten van melkstallen.

In tabel 6.1 en tabel 6.2 zijn deze (berekende) capaciteiten van diverse melkstallen op een rij gezet.

Systemen met twee melkers

Op grote melkveebedrijven wordt vaak een melkstal gebruikt waarin door twee melkers wordt gemolken. In Nederland is weinig aandacht besteed aan deze melkstallen. Daarom zijn er maar weinig recente gegevens bekend. In voormalig Oost-Duitsland zijn de laatste jaren veel grote melkstallen gebouwd. Van een

Tabel 6.1 Normtijden en toegerekende mantijd (in minuten per koe) bij het melken in doorloopmelkstallen met groepswisseling (exclusief storingen)

Handelingen	4V4	6V6	6V6a*	8V8a*	8V8**	10V10**
Voorbehandelen	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Aansluiten	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Controle	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10
Afnemen en controle	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Dippen/sprayen	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Wisselen	0,25	0,25	0,25	0,20	0,10	0,10
Toegerekende mantijd	1,25	1,25	1,05	1,00	0,85	0,85
Beschikbare mantijd (langst melkende koe 9 min)	1,28	0,86	0,84	0,63	0,61	0,49
Manwachttijd	0,03	-	-	-	-	-
Machinewachttijd	-	0,35	0,21	0,37	0,24	0,31
Capaciteit (koeien per uur)	47	48	57	60	71	71

* afneemapparatuur

** snelwisselsysteem

Tabel 6.2 Normtijden en toegerekende mantijd (in minuten per koe) bij het melken in doorloopmelkstallen met individuele wisseling (exclusief storingen)

Handelingen	>3 3<	>4 4<a	>5 5<a*	20Ds
Voorbehandelen	0,30	0,30	0,30	0,25
Aansluiten	0,25	0,25	0,25	0,25
Controle	0,15	0,15	0,15	0,10
Afnemen en controle	0,20	0,00	0,00	0,00
Dippen/sprayen	0,10	0,10	0,10	0,00
Wisselen	0,15	0,15	0,05	0,00
Toegerekende mantijd	1,15	0,95	0,85	0,60
Beschikbare mantijd (gem. melkende koe 6,5 min)	1,28	0,93	0,75	0,36
Manwachttijd	0,07	-	-	-
Machinewachttijd	-	0,02	0,10	0,34
Capaciteit (koeien per uur)	47	63	71	86

* hierbij worden de koeien volledig geautomatiseerd gewisseld

beperkt aantal stallen zijn tijdstudies gemaakt. De capaciteiten van de diverse systemen staan in tabel 6.3.

Variaties in de praktijk

In de praktijk blijken de capaciteiten van melkstallen sterk te variëren. Vaak zal de capaciteit lager zijn dan in de berekeningen is aangegeven. De werkmethode van de veehouder verloopt niet altijd volgens het boekje, waardoor er soms langere looplijnen ontstaan. Dit gaat vaak ten koste van de capaciteit.

Ook de melksnelheid van de koeien heeft invloed op de capaciteit van de melkstal. Bij snelmelkende koeien kan men, indien er sprake is van manwachttijd, een hogere capaciteit halen.

Verder zullen er altijd enige storingen optreden, zoals het aftrappen van een melkstel, of het behandelen van een mastitiskoe etc. Het binnenkomen van koeien in de melkstal gaat de ene keer vlotter dan de andere keer. In de praktijk blijkt dat de capaciteit al snel 10% lager ligt dan de berekeningen aangeven.

Bij de keuze van de doorloopmelkstal zal in de regel de tijd die voor het melken beschikbaar is, of die men hieraan wenst te besteden, doorslaggevend zijn. Vooral op de één- en tweemansbedrijven zullen er tussen de melktijden veel andere werkzaamheden moeten worden verricht. Afhankelijk van de omstandigheden zal de melktijd (inclusief voor- en nawerk) per keer hier tussen de 1,5 en 2,5 uur liggen. In tabel 6.4 zijn de mogelijke prestaties en de bedrijfsgrootte waarvoor de stal geschikt is weergegeven.

Tabel 6.3 Capaciteiten melkstallen met tweemansmethoden

Type melkstal	Aantal koeien per uur
12V12	80
10V10 (snelwisselsysteem)	89
12V12 (snelwisselsysteem)	116
16Z16 (snelwisselsysteem)	122
32 Ds	150

bron: Landtechnik 4/94

6.3 Melkmachine en koe

Tijdens het melken met de melkmachine kunnen zich verschillende problemen voordoen, zoals het niet goed uitmelken, mastitis of het lastig zijn van de koeien. Voor een goede melkproductie en gezonde dieren is een optimaal werkende melkmachine van groot belang. De installatie moet goed onderhouden worden. Een onderhoudsabonnement, waarbij de melkinstallatie minstens één keer per jaar wordt doorgemeten is onmisbaar.

6.3.1 Afstelling installatie

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de

Tabel 6.4 Mogelijke prestatie in een aantal typen doorloopmelkstallen

Type melkstal	Werk-methode	Beschikbare mantijd/koe (minuten)	Berekende prestatie (aantal koeien per uur)
2 2	P1A4	1,80	33
> 2 2 <	P1A4	1,55	38
4V4	P1A8	1,25	47
6V6a	P1A12	0,63	57
6Z6	P1A12	0,63	57
8V8a	P1A16	0,61	60
8Z8	P1A16	0,61	60
6-4-6 △	P1A16	0,80	75
12V12a	P2A24	1,10	80
20 Ds	P1A20	0,36	86
32 Ds	P1A32	0,50	150

gevolgen van melkmachine-instellingen voor het melken. Het zal duidelijk zijn dat aspecten als vacuümdruk, de pulsatie-instelling en het type tepelvoering bepalen hoe het melken verloopt.

Vacuümniveau
Tot nu toe is er nog geen aandacht geschonken aan het wenselijke vacuümniveau in de installatie. Op basis van onderzoek en praktijkervaringen lijkt een vacuüm in de melkklauw tijdens de maximale melksnelheid 36 tot 40 kPa voldoende. In de praktijk blijken evenwel hogere melksnelheden voor te komen waardoor de vacuüm in de melkklauw tijdelijk verder kan dalen dan 36 kPa.
Een vacuüm van 36 tot 40 kPa wordt gezien als een goed compromis tussen enerzijds efficiënt en vlot melken en anderzijds het behoud van een goede uiergezondheid.

Bedrijfsvacuüm
Zoals in paragraaf 4.10.2 is weergegeven, ontstaat tijdens het melken de langzame vacuümvariatie. Bij een gemiddeld melkvacuüm van 36 tot 40 kPa in de melkklauw en met de gebruikelijke langzame vacuümvariatie kunnen advieswaarden voor het bedrijfsvacuüm (tabel 6.5) worden opgesteld. Het zal duidelijk zijn dat naarmate de melk hoger opgevoerd moet worden ook het bedrijfsvacuüm hoger afgesteld moet worden. Toepassing van een hoger vacuüm geeft vaak opkruipen van tepelvoeringen en slecht uitmelken te zien. De tabel geldt uiteraard niet voor de bijzondere melkklauwconstructies, waarmee de langzame vacuümvariatie vrijwel niet optreedt.

Pulsatie-instellingen
Zoals reeds eerder is genoemd is de optimale verdeling van de pulsatiecurve moeilijk aan te geven. Internationaal zijn er enkele minimumeisen gesteld (ISO-normen). De b-fase moet minimaal 30% van de cyclustijd bedragen (300 ms), terwijl de d-fase minimaal 15% van de cyclustijd (150 ms) moet zijn. Bij alternatief werkende drukwisselingsystemen mag de onkantheid, dat wil zeggen het verschil tussen de zuig/rustslagverhoudingen van de twee alternatieve kanten, niet meer bedragen dan 5%. Korte b-fases gaan in de regel gepaard met langzaam melken. Te korte d-fases geven vaak onvoldoende herstel tijdens het melken van de bloedsomloop in de spenen. Rode of blauwe spenen en lastige koeien zijn dan het gevolg. Lange d-fases geven vaak platte spenen en een overmatige vereelting te zien.

• Ruimere zuig/rustslagverhouding
De laatste jaren is er een streven om koeien bij een minder diep vacuüm te melken. Bij renovaties wordt vaak gekozen voor een installatie met een laag liggende melkleiding. De langzame vacuümvariatie die hierbij ontstaat, is doorgaans

Tabel 6.5 Bedrijfsvacuüm bij verschillende melkinstallaties

Type	Hoogte bedrijfsvacuüm (kPa)
Hoog liggende melkleiding	48-50
Installatie met melkmeetglazen	45-47
Laag liggende melkleiding	40-44
Emmerinstallatie	40-44

vrij klein. Bij een gelijkblijvende zuig/rustslagverhouding betekent dit een kortere melkstroomtijd en dus ook langzamer melken. Om aan dit bezwaar tegemoet te komen, wordt bij laag liggende melkleidingen een ruimere zuig/rustslagverhouding toegepast zoals 65:35 of 70:30. Bij deze verhouding ligt de b-fase doorgaans tussen de 400 en 500 ms. Het aantal pulsaties ligt dan doorgaans rond 60 per minuut.

• Lengte van de a- en c-fasen
Uit onderzoek van het Praktijkonderzoek Rundvee blijkt dat bij zeer korte overgangsfasen (a=8%, c=6%) de tepelvoering sneller opent en sluit. Dit blijkt uit figuur 4.31. Tevens bleek in dit onderzoek dat de melkstroomtijd bij korte overgangstijden toenam. Ook de vacuümschommelingen en de klemdruk op de (kunst)speen waren groter bij de korte overgangsfasen. In de praktijk komen korte overgangsfasen zoals een a-fase van 8% en een c-fase van 6% niet of nauwelijks voor, maar overgangsfasen van 9 tot 10% zijn geen uitzondering. In hoeverre het sneller openen en sluiten van de tepelvoering effect heeft op de koe, is echter niet duidelijk. Nader onderzoek moet dit aangeven. Aan de andere kant is bekend dat lange overgangstijden van 25% en meer gepaard gaan met diverse problemen, zoals afvallen van melkstellen en langzaam melken.

6.3.2 Optimalisatie melkproces

De laatste jaren wordt om de kosten te beperken het krachtvoer in de melkstal nogal eens achterwege gelaten. Voorts worden de melkstallen steeds groter, waardoor er voor de melker minder tijd overblijft voor een goede, krachtige voorbehandeling. Dit komt de melkafgifte en het uitmelken van de koeien niet ten goede.

Om een consequente en constante voorbehandeling te krijgen worden er pulsatoren met stimulatie-apparatuur geleverd. Direct na het aansluiten van het melkstel begint de pulsator met een hoog aantal pulsaties per minuut (100 tot 300 pulsaties/min). Hierbij treedt er een vibrerende werking van de tepelvoering op. De koe wordt door deze vibratie van de tepelvoering extra geprikkeld om de melk af te geven. Een andere vorm van stimulatie is het toepassen van een omgekeerde zuig/rustslagverhouding.
Een vlot melkende koe heeft echter weinig "stimulatie" nodig. Het meeste effect van deze apparatuur mag worden verwacht bij dieren in de tweede helft van de lactatie.
Bij voorkeur is de stimulatie-apparatuur gekoppeld aan de melkstroom. Wanneer de melkstroom op gang is gekomen, moet de stimulatie worden beëindigd. Bij melkstroom-gestuurde stimulatie worden taai melkende koeien langer gestimuleerd dan vlot melkende koeien. In grote melkstallen met de mantijd als beperkende factor kan stimulatie-apparatuur leiden tot een kwalitatief beter melken. Stimulatie-apparatuur geeft geen capaciteitsverhoging van de melkstal.

6.3.3 Diergericht melken

De ontwikkelingen van pulsatiesystemen richten zich steeds meer op een individuele benadering van elke koe. De instelling van de melkmachine is afhankelijk van de melksnelheid van de koe. Tijdens het melken wordt de zuig/rustslagverhouding aangepast aan de melksnelheid. Door dit soort apparatuur wordt de machinemelktijd enigszins verkort waardoor ook de belasting van uier en spenen enigszins wordt verminderd. Uit onderzoek blijkt dat met aanpassing van de zuig/rustslagverhouding circa 10% sneller wordt gemolken. Wellicht komt het in de toekomst zover dat naast de zuig/rustslag ook de vacuümhoogte en het aantal pulsaties per minuut per koe kunnen worden ingesteld. Dit om de koe op een wijze te melken die zo veel mogelijk op het individuele dier gericht is.

6.3.4 Melken van vaarzen en nieuwmelkte koeien

Als vaarzen voor het eerst machinaal worden gemolken dient dit met de nodige voorzichtigheid te gebeuren. Aanleiding tot onrust is veelal niet het melken zelf maar het luchtzuigen tijdens het aansluiten en het afvallen en afschoppen van de tepelhouders.

Is de vaars eenmaal vertrouwd geraakt met de melkmachine dan gaat het melken in de regel vlot. Door de vaars voor het afkalven enkele keren met de melkkoeien door de melkstal te leiden verloopt de gewenning gemakkelijker.

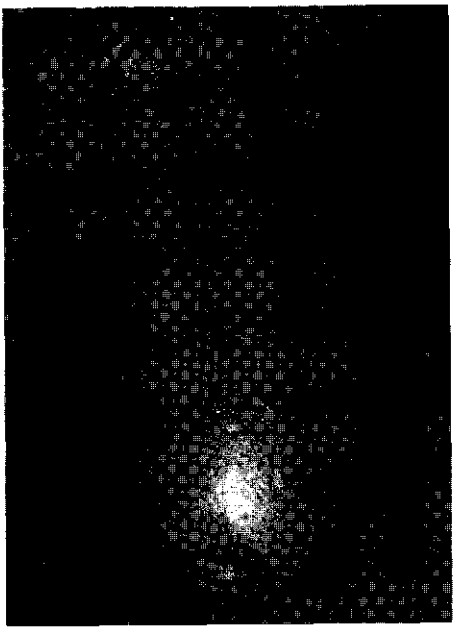
Zucht
Onder zucht of uieroedeem verstaat men de hard aanvoelende vochtophoping in de uier die ontstaat voor het kalven. In het bijzonder tussen de huid van de uier en het klierweefsel komt dit weefselvocht of lymfe voor. Soms strekt de vochtophoping zich uit tot aan de schede en tot ver onder de buik.
De ophoping van weefselvocht in de uier ontstaat door een verstoring in het evenwicht tussen de vorming van lymfe en de afvoer ervan via bloed en lymfevaten. Gewoonlijk neemt de zucht twee tot vier dagen na het kalven al sterk af en is twee tot drie weken na het kalven geheel verdwenen.
Zucht komt het meest voor bij vaarzen. De uier en spenen zijn sterk gespannen. De koe ervaart dit als onaangenaam, terwijl het aansluiten van de melkmachine wordt bemoeilijkt. Ook de kans op afvallen van de tepelhouders is groter. Goed uitmelken is veelal niet mogelijk. Overmatig voeren tijdens de droogstand doet de kans op zucht toenemen.

6.3.5 Speenconditie
De speen staat in direct contact met de melkinstallatie. De conditie van de speen is daarom mede afhankelijk van de werking van de melkinstallatie. Een onjuiste afstelling van de melkinstallatie kan beschadiging van met name de speenpunt en het tepelkanaal tot gevolg hebben. Dit kan zich o.a. uiten in vereelting en uitstulping van het slotgat.

Weefselbeschadiging van speen en uier
Tijdens het melken wordt de speen door inwerking van het vacuüm en de beweging van de tepelvoering behoorlijk belast. Doorgaans zal dit speenweefsel binnen enkele uren na het melken weer hersteld zijn.
Het melken met een melkmachine beïnvloedt het speenweefsel op verschillende manieren:
De speenlengte neemt gedurende het melken met 33 tot 50% toe;
Tijdens de zuigfase van de pulsatiecurve wordt de diameter van de speen circa 35% groter;
De tepelvoeringkop veroorzaakt vaak een insnoering aan de basis van de speen;
Er treedt vaak slotgatvereelting op.

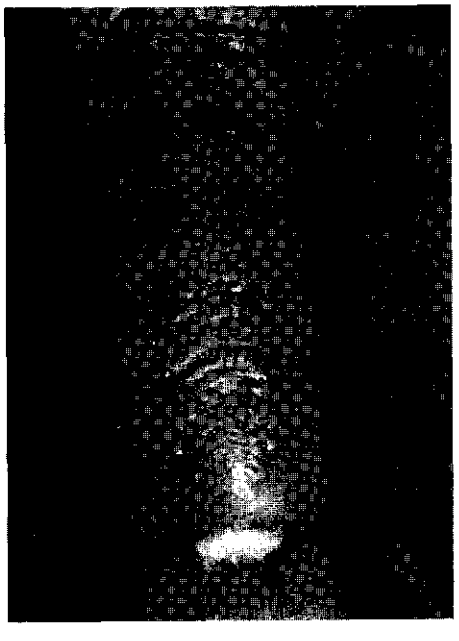
• Erosie tepelkanaal
De beweging van de tepelvoering heeft niet alleen een stimulerend effect op de melkafgifte, maar zorgt tevens voor het in stand houden van de bloedcirculatie in de speen. Dit voorkomt bloedstuwing en vochtophoping in de speen. Bovendien houdt deze masserende beweging de keratinelaag van het tepelkanaal intact. Deze keratinelaag heeft een bacteriegroeiremmende werking. Bij de gangbare melkmachines wordt de tepelvoering 50 à 60 maal per minuut geopend en gesloten. Indien de tepelvoering niet of onvolledig sluit, kan erosie van het tepelkanaal optreden. Hierdoor wordt de kans op het binnendringen van bacteriën, met name direct na het melken, aanmerkelijk vergroot. Dit verschijnsel treedt vooral op bij een slecht functionerend pulsatiesysteem.
Om het bovenstaande te voorkomen wordt het aantal pulsaties ingesteld op 50 à 60 per minuut. De zuig/rustslagverhouding bedraagt hierbij 60:40 tot 70:30. Een gesloten tepelvoering zal een druk uitoefenen op de speen. Algemeen wordt aangenomen dat een klemdruk van ca. 10 kPa op de speen en een rustfase (d-fase) van minimaal 150 msec voldoende is. Een te grote klemdruk van de tepelvoeringwanden op de speenpunt is ongewenst. Dit kan aanleiding geven tot platte spenen en overmatige eeltvorming rond het slotgat. Dit verschijnsel treedt vooral op bij stugge en/of korte tepelvoeringen, lange d-tijden (meer dan 25-30%) en koeien met een lage melksnelheid en lange spenen. De dieren zijn dan vaak lastig tijdens het melken.

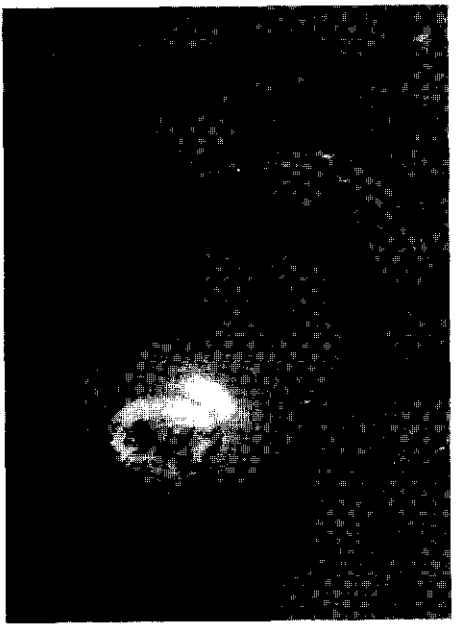
• Vereelting speenpunt
In het algemeen vormt zich bij machinaal melken bij de meeste spenen een witte eeltring. Soms is er sprake van een rafelige vereelting, ook wel uitstulping genoemd. De vereelting is in feite een afweermechanisme van het dier op de mechanische belasting van de spenen. In de praktijk leeft de gedachte dat vereelting van slotgaten vergezeld gaat van een hoger aantal nieuwe infecties. Dit blijkt echter niet zo te zijn, dieren zonder eeltvorming blijken zelfs wat vatbaarder voor nieuwe infecties te zijn dan dieren met enige eeltvorming op de speenpunt. Een overmatige eeltvorming, waarbij het slotgat is beschadigd, is echter ongewenst.



score 0 = geen vereelting.

score 3 = grof ruitvormige dikke vereelting.





• Overige weefselbeschadigingen
Slecht functionerende pulsators, wijde stugge tepelvoeringen, te korte tepelvoeringen, lange machinemelktijden, overmatige blindmelktijden en een te hoog vacuüm kunnen speenkneuzingen veroorzaken. Vaak zal dit resulteren in vochtophoping in de spenen, blauwe spenen en zwellingen aan de speenbasis. Uit Duits onderzoek blijkt dat een sterke toename van de speendiameter gedurende het melken gepaard gaat met een toename van het aantal nieuwe infecties. Weefselbeschadigingen aan de buitenkant van de spenen, bijvoorbeeld veroorzaakt door speenbetrappen, vormen eveneens al gauw infectiehaarden.
Om speen- en weefselbeschadiging zoveel mogelijk te vermijden wordt geadviseerd om gebruik te maken van soepele tepelvoeringen in combinatie met een laag melkvacuüm van 38 tot 42 kPa, gemeten onder de speenpunt. De diameter van de tepelvoering moet overeenkomen met de gemiddelde diameter van de spenen. Te nauwe tepelvoeringen melken doorgaans langzamer en minder goed uit.

7 Melken en mastitis

7.1 Ontstaan van mastitis ... 161
7.2 Ziekteverschijnselen ... 162
7.2.1 Ziekteverschijnselen van de koe ... 162
7.2.2 Afwijkingen van de melk ... 163
7.2.3 Indeling mastitis na melkonderzoek ... 163
7.3 Mastitisverwekkers ... 163
7.3.1 Uier- en koegebonden mastitisverwekkers ... 164
7.3.2 Omgevingsgebonden mastitisverwekkers ... 164
7.3.3 Mastitisverwekkers die soms wel en soms niet pathogeen zijn ... 165
7.3.4 Overige mastitisverwekkers ... 165
7.4 Mastitispreventie ... 166
7.4.1 De koe ... 166
7.4.2 Huisvesting ... 167
7.4.3 Hygiëne bij het melken ... 168
7.4.4 Melkmachine en mastitis ... 169
7.4.5 Speendesinfectie ... 171
7.4.6 Effect van maatregelen op het ontstaan van nieuwe infecties ... 173
7.5 Opsporen van mastitis ... 173
7.5.1 Californische Mastitis Toets ... 173
7.5.2 Celgetalbepaling ... 174
7.5.3 Bacteriologisch onderzoek ... 175
7.5.4 Geleidbaarheidsmeting ... 175
7.6 Behandeling van mastitis ... 175
7.6.1 Gebruik van antibiotica en chemotherapeutica ... 176
7.6.2 Behandeling tijdens de lactatie ... 176
7.6.3 Behandeling bij het droogzetten ... 177

Melken en mastitis

7

Mastitis is een ontsteking van de uier. Overal waar melkgevende dieren zijn kan uierontsteking voorkomen. Bij droogstaande koeien, pinken en vetweiders kan daarnaast nog de zogeheten zomermastitis of wrang optreden. Tussen de bedrijven zijn er duidelijke verschillen wat betreft het aantal ziektegevallen en de aard en de hevigheid van de ontsteking.

Mastitis ontstaat meestal door het binnendringen van bacteriën in de speen via het tepelkanaal. De hygiëne op het bedrijf en de wijze van melken spelen een zeer grote rol bij het ontstaan en het bestrijden van mastitis.

De problemen waar melkveehouders vanwege mastitis mee te maken hebben zijn een verstoorde melkroutine en extra aandacht voor de behandeling van de dieren, een te hoog tankmelkcelgetal en een verminderde melkproductie, te veel ernstige ontstekingsgevallen of te veel uierontsteking rondom het afkalven.
Mastitis kost de veehouder veel tijd en geld. Het melken en de behandeling van de zieke dieren vraagt extra arbeid. De gederfde melkproductie, de slechtere melkkwaliteit door een te sterk verhoogd celgetal, de behandeling van de dieren en - in een aantal gevallen - een vroegtijdige afvoer van de dieren zijn aanzienlijke kostenposten. Daarnaast zijn een goede uiergezondheid en een laag medicijngebruik factoren die van belang kunnen zijn voor het behoud van het goede imago van 'zuivel'.

7.1 Ontstaan van mastitis

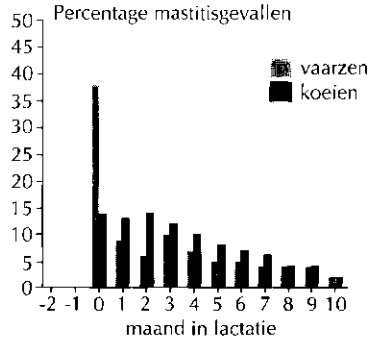
Uierontsteking is meestal het gevolg van een infectie. Diverse (ziekteverwekkende) bacteriën kunnen de oorzaak zijn (zie paragraaf 7.3). Zij dringen via het tepelkanaal een kwartier binnen en nestelen zich in het kanalensysteem of het klierweefsel. De koe reageert op de ziekteverwekkers en hun stofwisselingsproducten met de aanvoer van leucocyten (witte bloedlichaampjes) naar de bedreigde plaats. Deze lichaamscellen proberen de bacteriën op te ruimen door ze bij wijze van spreken op te eten (fagocytose). De strijd tussen de leucocyten en de bacteriën vormt de eigenlijke ontsteking. Gewoonlijk tasten de bacteriën bij hun groei het weefsel aan en gaat een meer of minder groot deel van het melkvormend vermogen van het kwartier verloren.

De ontsteking kan zich in verschillende vormen voordoen. In grote lijnen maken we onderscheid tussen mastitis met plotseling optredende en op het oog goed waarneembare afwijkingen van uier en melk (acute klinische mastitis) en de mildere vormen die veelal niet of moeilijk visueel zijn waar te nemen (subklinische mastitis). Afhankelijk van de ernst en de verbreiding van de ontsteking stijgt het aantal lichaamscellen in de melk tot aantallen ver boven een miljoen. Bij hoge celgetalwaarden is de melk op het oog afwijkend.
Bij een subklinische uierontsteking is er sprake van een sluimerend ontstekingsproces, waarbij een evenwicht ontstaat tussen de ziekteverwekker en de afweercellen. Allerlei omstandigheden zoals tocht, verminderde weerstand van de koe door ziekte of stress, niet volledig uitmelken, verandering van melker of machine kunnen het sluimerende ontstekingsproces (weer) verergeren.
In de melk van kwartieren die ontstoken zijn geweest blijft het aantal cellen in de melk vaak verhoogd. Bij herhaald onderzoek van de melk blijken dan soms nog pathogenen aanwezig te zijn.

Een verhoogd aantal cellen in de melk kan ook

Beschadigde spenen kunnen leiden tot uierontsteking.

Figuur 7.1 Het percentage mastitisgevallen bij koeien en vaarzen verdeeld over de lactatieperiode



(uit M. de Jong en L. Sennema, Mastitis bij vaarzen rond afkalven, Gezondheidsdienst voor Dieren te Drachten)

het gevolg zijn van een infectie met vrij onschuldige bacteriën die vrij algemeen op de huid van de koe of in haar omgeving voorkomen. Toch kunnen deze meestal ongevaarlijke bacteriën soms aanleiding zijn voor ontstekingen. Vandaar dat men ze ook wel aanduidt als *'voorwaardelijk' pathogene bacteriën (in het* Engels 'minor pathogens'). Infecties met voorwaardelijk pathogenen komen vrij veel voor en leiden maar zelden tot duidelijk waarneembare afwijkingen van uier of melk. Ze bieden enige bescherming tegen meer kwaadaardige mastitisverwekkers doordat ze het afweersysteem actief houden. Onder bepaalde omstandigheden kunnen ze overgaan in een klinische mastitis. Incidenteel is een uierontsteking het gevolg van *mechanische invloeden (trappen en stoten) op* het uierweefsel. De leucocyten worden gemobiliseerd om beschadigde cellen op te ruimen.

In Nederland komen per jaar per 100 koeien ongeveer 20 zichtbare (klinische) mastitisgevallen voor. De verschillen tussen bedrijven zijn aanzienlijk. Ook binnen een bedrijf zijn er grote verschillen. Bij vaarzen treedt klinische mastitis voornamelijk op in de periode rond het kalven. *Bij koeien is er niet zo'n duidelijke piek (figuur* 7.1). Over de gehele lactatieperiode bezien is het aantal gevallen van klinische mastitis bij koeien hoger dan bij vaarzen. Tijdens de lactatie neemt in de regel het aantal klinische mastitisgevallen af.
Het aantal subklinische mastitisgevallen is moeilijk te schatten, onder meer omdat ze lang niet altijd opgemerkt worden.

7.2 Ziekteverschijnselen

Afhankelijk van de eigenschappen van de micro-organismen en de weerstand van de koe *kunnen de ziekteverschijnselen sterk variëren.* Dit geldt zowel voor de veranderingen van de melk als ook voor die van het betreffende kwartier. Bij een klinische uierontsteking doen zich andere verschijnselen voor dan bij een subklinische. Vooral klinische mastitis heeft soms ernstige ziekteverschijnselen. De gevallen zonder duidelijke afwijkingen van uier of melk ontgaan de veehouder vaak tijdens het melken. Deze subklinische gevallen kan men alleen opsporen door aanvullend onderzoek.
Acute klinische mastitis geneest soms niet volledig. De uierontsteking handhaaft zich dan in de subklinische vorm.

7.2.1 Ziekteverschijnselen van de koe

Koeien die lijden aan een acute klinische mastitis vertonen soms naast de afwijkingen van uier en melk algemene ziekteverschijnselen. Dit is afhankelijk van de betreffende ziekteverwekker. *Het ziek zijn kan zich beperken tot lichte zie*kteverschijnselen als temperatuurverhoging en een verminderde voeropname, maar in ernstiger gevallen kunnen de koeien ernstig ziek worden en zelfs dood gaan.
Het zieke kwartier kan tijdelijk gezwollen zijn ('bol' kwartier) en is zo nu en dan ook duidelijk verhard. De uier voelt weleens warm aan, maar kan ook fel rood en pijnlijk zijn. Na een acute klinische ontsteking kan het kwartier weer vrij*wel normaal worden. Soms blijft het echter wat* vergroot en hard. Meestal is de melkproductie na een uierontsteking lager dan ervoor. Bij ernstige mastitisgevallen gaat het vermogen tot melkvorming van het aangetaste kwartier geheel verloren en wordt de koe 'driespeen'.
Bij chronisch verlopende mastitisgevallen kunnen verdikkingen optreden in het weefsel rond de melkgangen, de boezem en de tepelholte. De melkafgifte kan daardoor worden bemoeilijkt. Ook bij deze, veelal niet duidelijk als zodanig herkenbare, mastitisgevallen wordt het uierweefsel aangetast, waardoor het kwartier een groot deel van zijn vermogen om melk te vormen kan verliezen. Gemiddeld geven kwartieren met een subklinische mastitis een productiederving van 20%.

Tabel 7.1 Indeling kwartieren van op het laboratorium onderzochte monsters melk

Celgetal (aantal cellen per ml melk)	Aanwezigheid mastitisverwekkers	
	negatief	positief
< 500.000	normaal	latente mastitis
> 500.000	secretiestoornis	(sub)klinische mastitis

(IDF)

7.2.2 Afwijkingen van de melk

Gewoonlijk is bij een klinische mastitis niet alleen de uier duidelijk afwijkend, maar ook de melk. Zo kan de melk uit ernstig aangetaste kwartieren een afwijkende geur hebben of bloederig, etterig of klonterig zijn. Bij milde gevallen zijn enkel in de eerste stralen vlokjes waar te nemen. Deze vlokjes treden vooral op bij kwartieren met een sluimerende ontsteking, waarin door één of andere oorzaak (verandering van melker of machine, niet goed uitmelken) het ontstekingsproces (tijdelijk) weer verergert.
Melk afkomstig van kwartieren met een subklinische mastitis is gewoonlijk op het oog normaal. De chemische samenstelling wijkt echter af van normale melk. Het gehalte aan natriumchloride is verhoogd, terwijl veelal een daling van het gehalte aan vetvrije droge stof optreedt, vooral van het gehalte aan lactose, calcium en fosfor. De pH van de melk kan iets verhoogd zijn. Bovendien vindt er een verschuiving plaats in de verhouding van de melkeiwitten. Het caseïnegehalte neemt wat af, terwijl het gehalte aan serumeiwitten wat toeneemt (zie ook figuur 1.6).

7.2.3 Indeling mastitis na melkonderzoek

Aan de hand van het onderzoek van kwartiermelkmonsters op de aanwezigheid van pathogene bacteriën en het aantal lichaamscellen per ml melk (celgetal) is er door de Internationale Zuivelbond (IDF) een indeling in vier categorieën opgesteld (tabel 7.1). Wanneer het celgetal lager is dan 500.000 en het monster bacteriologisch negatief, wordt een kwartier als normaal beschouwd. Is de melk bacteriologisch negatief en ligt het celgetal boven 500.000 dan spreekt men van een secretiestoornis of een nietspecifieke of aseptische mastitis. Worden naast een celgetal hoger dan 500.000 ook pathogene bacteriën aangetroffen dan hebben we te maken met klinische of subklinische mastitis. Men spreekt van een latente uierontsteking wanneer een monster bacteriologisch positief is en het celgetal beneden 500.000 blijft. In dit laatste geval heeft men nog al eens te maken met zogenaamde tepelkanaalinfecties. De mastitisverwekkers hebben zich in de vorm van kolonies genesteld in het tepelkanaal, maar zijn nog niet doorgedrongen in de uier.
Bij de indeling van de kwartieren is de grens van 500.000 cellen per ml melk arbitrair. Reeds in het traject van 200.000 - 500.000 treden er in de chemische samenstelling van de melk veranderingen op en neemt de melksecretie van het betreffende kwartier af.
Het celgetal in de kwartiermelkmonsters wordt bovendien beïnvloed door factoren als lactatiestadium en leeftijd, melkinterval (na een lang interval is de melkhoeveelheid groter en daardoor het celgetal lager), de hoogte van het melkvacuüm en de wijze van monster nemen. Soms worden in monsters melk van licht geïnfecteerde kwartieren niet na elke melkbeurt pathogene bacteriën aangetroffen. Dergelijke kwartieren kunnen ten onrechte als bacteriologisch negatief worden aangemerkt. Ook bij klinische mastitis komt het regelmatig voor dat er bij bacteriologisch onderzoek geen ziekteverwekker wordt aangetroffen. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn een onjuiste monstername, een wisselende uitscheiding van bacteriën als gevolg van tijdelijke inkapseling van de bacteriekolonies of zelfs een totaal verdwijnen van de pathogenen.

7.3 Mastitisverwekkers

Mastitis bij melkkoeien kan worden veroorzaakt door wel 15 verschillende soorten bacteriën of andere micro-organismen. Ruim 95% van alle subklinische gevallen van mastitis wordt veroorzaakt door streptococcen en staphylococcen. Dit zijn de soorten Streptococcus agalactiae (Str. agal. of AGA), Streptococcus dysgalactiae (Str. dysgal. of DYS), Streptococcus uberis (Str. uberis of UBE) en Staphylococcus aureus (Staph. aureus of SAU).
Deze vier uierpathogenen zijn ook de oorzaak van een groot deel van de acute klinische uierontstekingen. Steeds meer ernstige acute gevallen moeten echter worden toegeschreven aan Escherichia coli (E. coli of ECO), een bacterie die sterk verbreid en soms in zeer hoge concen-

tratie in de omgeving van de koe voorkomt. Naast Staph. aureus kunnen ook andere staphylococcen, de zogeheten coagulase negatieve staphylococcen (CNS), uierontstekingen veroorzaken. Deze groep van staphylococcen verschilt van Staph. aureus doordat ze vaak niet pathogeen zijn en bij het laboratoriumonderzoek een andere reactie vertonen.
De mastitisverwekkers zijn naar herkomst in te delen in uier- en koegebonden mastitisverwekkers, omgevingsgebonden mastitisverwekkers en overige mastitisverwekkers. Daarnaast kan er een indeling gemaakt worden tussen bacteriën die altijd pathogeen zijn en bacteriën die onder bepaalde omstandigheden aanleiding geven tot een ontsteking, de 'voorwaardelijk' pathogene mastitisverwekkers. In tabel 7.2 is hiervan een overzicht gegeven.

7.3.1 *Uier- en koegebonden mastitisverwekkers*

Uier- en koegebonden mastitisverwekkers kunnen vrijwel alleen in de uier en op of in het lichaam van de koe overleven.
Streptococcus agalactiae is een zeer besmettelijke bacterie die zich hecht aan de wanden van tepelkanaal en tepelholte. Hij komt echter niet voor in het klierweefsel. Alleen binnen de uier kan hij overleven.
Str. dysgalactiae is wat minder besmettelijk dan Str. agalactiae. Deze bacterie handhaaft zich zowel in de uier als op de huid van de koe en zelfs buiten de koe kan hij gedurende langere tijd overleven. Deze bacterie veroorzaakt vaak uierontsteking kort na een speenverwonding.
Staph. aureus is een koegebonden bacteriesoort waarvan meerdere stammen bekend zijn. De bacterie komt voor in en op de uier, op de huid en op de slijmvliezen van de bek en het geslachtsapparaat. Staph. aureus kan zeer diep in de uier, in het uierweefsel, doordringen waardoor behandeling niet altijd succes heeft. Langdurige chronische infecties met Staph. aureus komen daardoor vaak voor. Bovendien is deze bacterie niet gevoelig voor sommige antibiotica.
Het uitscheidingsbeeld van Staph. aureus is wisselend. Bij bacteriologisch onderzoek zal daarom de bacterie niet altijd in de melk aangetroffen worden terwijl de bacterie nog wel in de uier aanwezig is.
Staph. aureus kan giftige stoffen (toxinen) vormen. Deze toxinen kunnen een heftige ontstekingsreactie opwekken.
De besmetting met uier- en koegebonden verwekkers vindt vooral plaats tijdens het melken. *Via de handen van de melker, de uierdoek en* de melkmachine kan de besmetting gemakkelijk van de ene op de andere koe overgaan. Maar ook bij één koe kan de ene speen de andere besmetten. Door een goede bestrijding is Str. agalactiae in de loop der jaren teruggedrongen. Daarentegen nemen uierfecties met Staph. aureus steeds verder toe.

Tabel 7.2 Indeling mastitisverwekkers

Uier- en koegebonden mastitisverwekkers:
Streptococcus agalactiae
Streptococcus dysgalactiae
Staphylococcus aureus
Omgevingsgebonden mastitisverwekkers:
Streptococcus uberis
Escherichia coli
Klebsiella pneumoniae
Pseudomonas aeruginosa
Voorwaardelijk pathogene mastitisverwekkers:
Coagulase Negatieve Staphylococcen
Corynebacterium bovis
Micrococcen
Overige mastitisverwekkers:
Leptospira hardjo
Actinomyces pyogenes
Mycoplasma's

7.3.2 Omgevingsgebonden mastitisverwekkers

Omgevingsgebonden mastitisverwekkers kunnen goed overleven in de omgeving van de koe, zoals in mest, op de uier en in de ligplaatsen. Str. uberis is zo'n omgevingsbacterie die in veel gevallen alleen een subklinische uieronsteking veroorzaakt.
Escherichia coli (E. coli) is een darmbacterie en komt dus voor in mest. E. coli veroorzaakt een heftige en acute vorm van mastitis. Coli-mastitis moet snel behandeld worden voor een goed resultaat. Evenals Staph. aureus vormt E. coli giftige stoffen waarvan het dier behoorlijk ziek wordt.
Coli-mastitis komt relatief vaak voor op bedrij-

ven met een laag tankmelkcelgetal. Het is echter niet duidelijk of er een oorzakelijk verband is met een laag celgetal want ook op bedrijven met een hoger celgetal komt coli-mastitis voor. Klebsiella soorten komen voor in de grond. Ze zijn te vinden in het ligbed van de koe, vooral in zaagselstrooisels van tropisch hout. Pseudomonassoorten groeien gewoonlijk in waterreservoirs en drinkbakken.
Voor een goede preventie zijn huisvesting en stalhygiëne heel belangrijk. Daarnaast moet ook bij de omgevingsgebonden bacteriesoorten besmetting van de spenen door handen, doek en melkmachine tijdens en na het melken voorkomen worden. De omgevingsgebonden mastitisverwekkers zijn vaak de oorzaak van klinische mastitis.

7.3.3 Mastitisverwekkers die soms wel en soms niet pathogeen zijn

Tussen de pathogene en de niet-pathogene bacteriën is soms moeilijk een grens te trekken. Er zijn bacteriën die we rekenen tot de niet-pathogene, maar die onder bepaalde omstandigheden pathogeen kunnen worden. Tot deze groep van 'voorwaardelijk' pathogene bacteriën rekenen we ook de overige staphylococcen, de coagulase negatieve staphylococcen. Hun aandeel in het veroorzaken van de klinische (coli)mastitis neemt toe.

7.3.4 Overige mastitisverwekkers

Overige mastitisverwekkers zijn onder andere Leptospira hardjo, de verwekker van leptospirose of melkerskoorts, en Actinomyces pyogenes, de verwekker van zomerwrang.
De bacterie Leptospira hardjo kan via het zieke dier op andere koeien en de mens overgaan. In besmette rauwe melk gaat deze bacterie heel snel (binnen 15 minuten) dood doordat het de zuurstof in de lucht heel slecht kan verdragen. Mensen kunnen besmet raken door urinespet-

Tabel 7.3 Overzicht en kenmerken van de belangrijkste mastitisverwekkers

Naam	Herkomst	Verschijnselen	Effect celgetal *)	Gevoeligheid behandeling **)
Streptococcus agalactiae	uier	afwijkende (inwendig) melk, vaak subklinische mastitis	+++	+++
Streptococcus dysgalactiae	uier en huid koe	mastitis bij speenverwondingen en bij vaarzen	++	+
Streptococcus uberis	uier, huid, mest, ligplaats	met name subklinische mastitis	+-	+
Staphylococcus aureus	uier, huid, slijmvliezen	afwijkende melk 'flikkerend' infectiebeeld	++	-
Escherichia coli	mest, vuile ligplaats	acuut, ernstig zieke koe, hoge koorts, bacterie kort aanwezig,	+-	+
Coagulase negatieve staphylococcen	uier, huid, slijmvliezen	(indirect, zie colimastitis)	+-	

*) +++ groot effect
++ matig effect
+- vrijwel geen effect

**) +++ gevoelig voor antibiotica
+ weinig gevoelig voor antibiotica
- een antibioticumbehandeling heeft veelal geen succes

ters van besmette runderen die in de ogen, mond of wondjes terecht komen. Door omvangrijke bestrijdingsprogramma's komt Leptospira hardjo minder vaak voor.
Zomerwrang komt vrijwel alleen voor bij droogstaande dieren en jongvee. Actinomyces pyogenes wordt overgebracht door de zomerwrangvlieg. De aangetaste dieren zijn suf en verzwakt en hebben koorts. Het geïnfecteerde kwartier is hard en gezwollen en meestal blijvend ongeschikt voor de melkproductie. Het komt voor dat de veehouder pas bij afkalven het aangetaste kwartier ontdekt omdat de koe niet of nauwelijks ziek is geweest. Zomerwrang kan worden voorkomen door het wrangvliegje bij de runderen te weren door de dieren op te stallen of door ze te voorzien van geprepareerde vliegenwerende oorflappen.

In tabel 7.3 is een overzicht gegeven van de belangrijkste mastitisverwekkers en enkele kenmerken ervan. Het is echter niet mogelijk om aan de hand van de verschijnselen bij de koe de verwekker te bepalen. Alleen bacteriologisch onderzoek kan uitsluitsel geven.

7.4 Mastitispreventie

Het voorkómen van mastitis is vooral een kwestie van het nemen van maatregelen die het ontstaan van nieuwe infecties beperken. Van belang voor het ontstaan van een nieuwe infectie zijn enerzijds de besmettingsdruk uit de omgeving en anderzijds de conditie van de speen en de weerstand van de koe.
Onder praktische omstandigheden kan besmetting van de spenen met veel voorkomende uierpathogenen zoals Staph. aureus en E.coli nooit geheel worden voorkomen. Ook vormt het tepelkanaal geen volkomen barrière tegen indringers. Daarom betekent mastitispreventie toepassing van een complex van maatregelen en voorzorgen. Belangrijke elementen daarin zijn:

- Het zo goed mogelijk intact houden van de barrièrefunctie van het tepelkanaal. Een onjuist werkende melkmachine, maar vooral ook speenbetrappingen, kunnen het tepelkanaal beschadigen, waardoor mastitiskiemen gemakkelijker de uier kunnen binnendringen.
- De conditie van de koe. In de regel heeft een dier dat in een goede conditie is een goede weerstand en zal dit dier beter in staat zijn om leucocyten ter afwering van de infectie aan te maken.
- Beperking van de besmettingsbronnen in aantal en in besmettingsintensiteit. Belangrijke haarden zijn geïnfecteerde kwartieren, 'zere' spenen en vuile ligplaatsen.
- Beperking van besmetting, tegengaan van de overdracht van mastitiskiemen van de besmettingshaarden naar gezonde spenen. Hierbij speelt de hygiëne rond het melken een belangrijke rol, met name ten aanzien van de mastitisstreptococcen en Staph. aureus. Ook de melktechniek is hierbij heel belangrijk. Daarbij gaat het vooral om het zoveel mogelijk vermijden van sterke en plotseling optredende luchtbewegingen in het melkmachinesysteem. Deze kunnen het binnendringen van kiemen in het tepelkanaal bevorderen. Een foute melkmethode waarbij veel lucht in de melkmachine wordt aangezogen is een belangrijke oorzaak van de onregelmatige luchtbewegingen. Daarnaast hebben bouw en werking van de melkmachine invloed op de luchtbewegingen in de machine.

Bovengenoemde elementen hangen in hoge mate samen met de algehele bedrijfsvoering. Een goed management vormt het uitgangspunt voor de bedrijfshygiëne, de juiste toepassing van de melktechniek, correct werkende apparatuur en een gezonde veestapel met gave spenen en met voldoende weerstand.

7.4.1 De koe

Bij de weerstand van de koe tegen mastitis speelt het tepelkanaal een belangrijke rol. Het onbeschadigde tepelkanaal vormt niet alleen een mechanische maar ook een chemische barrière tegen bacteriën. De door de wand van het tepelkanaal afgescheiden wasachtige stof (keratine) heeft een remmende werking op bacteriegroei. Niet onder alle omstandigheden blijkt het tepelkanaal echter mastitisverwekkers te kunnen tegenhouden. Tijdens het melken, maar vooral ook de eerste uren erna, wanneer het slotgat zich nog niet volledig heeft gesloten, kunnen bacteriën het tepelkanaal binnendringen en eventueel passeren. Bij sommige bacteriën zoals Str. agalactiae en Staph. aureus blijkt kolonievorming in het tepelkanaal veelal een voorstadium voor een uierinfectie te zijn.
Wanneer pathogene bacteriën het tepelkanaal eenmaal zijn gepasseerd is de kans op een ontsteking vrij groot. Experimenteel is aangetoond dat een klein aantal kiemen al kan leiden tot een

ontsteking. Wel komen in de melk stoffen voor (immuunglobulinen), die de groei van de bacteriën kunnen remmen. Dit groeiremmend vermogen hangt weer af van factoren als erfelijke aanleg en weerstand van de koe. Ook een verhoogd celgetal in de melk zou de groei van binnengedrongen pathogene bacteriën minder explosief doen verlopen of zelfs in de kiem kunnen smoren. Het feit, dat infecties met vrij onschuldige bacteriën een zekere bescherming bieden tegen meer kwaadaardige mastitisverwekkers moet mogelijk ook worden toegeschreven aan een verhoogd aantal leucocyten in de melk.
Niet bij alle koeien is de kans op het ontstaan van uierontsteking even groot. Voor een deel zijn deze verschillen genetisch bepaald, waarbij vooral moet worden gedacht aan de bacteriewerende eigenschappen van het tepelkanaal. Mogelijk biedt de selectie op weerstand tegen mastitis in de toekomst mogelijkheden de ziekte terug te dringen. De kwetsbaarheid voor mastitis hangt ook samen met leeftijd en lactatiestadium. Vooral oudere koeien in de eerste maanden van de lactatieperiode blijken gevoelig te zijn. De pogingen om met entingen de weerstand tegen mastitis te vergroten hebben tot nu toe weinig succes gehad.
Al enkele jaren lopen er discussies over de invloed van voeding op de weerstand van de koe tegen o.a. mastitis. Vooral de mineralen selenium en zink zijn wel in relatie gebracht met de uiergezondheid. Een duidelijk verband is echter in Nederland niet vastgesteld. Dit heeft zeker ook te maken met het feit dat onder Nederlandse omstandigheden mineralentekorten zelden voorkomen.

7.4.2 Huisvesting

De huisvesting van melkkoeien speelt vooral een rol bij het ontstaan van mastitis veroorzaakt door omgevingsbacteriën zoals E.coli. Schone koeien en droge ligplaatsen zijn van groot belang om coli-mastitis te voorkómen. Vooral wanneer koeien de melk 'uitliggen' kunnen zich in een zaagselbed - ook als dit op het oog schoon en droog is - zeer hoge concentraties coli-bacteriën ontwikkelen. De kans op colimastitis kan hierdoor belangrijk worden vergroot. Rood zaagsel is in dit verband extra verdacht. Het strooiselmateriaal in de boxen mag niet leiden tot (kleine) speenbeschadigingen. Ook om deze reden is zaagsel van hardhout af te raden.

Het stalklimaat (goede ventilatie, lage relatieve vochtigheid en een niet te hoge temperatuur) is ook van betekenis voor de preventie van colimastitis. Voor een goede ventilatie zijn juiste afmetingen van luchtinlaat en -uitlaat doorslaggevend. Een rookproef in de stal kan hier uitsluitsel over geven. Let voorts ook op vochtplekken op plafonds en muren.

Tocht wordt algemeen beschouwd als ongunstig voor de uiergezondheid. Het is echter niet volkomen duidelijk hoe tocht inwerkt op mastitis. Het lijkt wel aannemelijk, dat nieuwe infecties zich vaker uiten in de vorm van acute klinische ontstekingen. Bestaande subklinische mastitisgevallen verergeren mogelijk als gevolg van tocht of sterke temperatuurwisselingen. Dit kan leiden tot zichtbare afwijkingen van melk en uier.
De huisvesting is ook indirect van betekenis voor het optreden van uierontsteking. De kans op speenbetrappingen hangt namelijk nauw samen met de wijze van opstallen.
Speenbetrappingen geven veelal aanleiding tot ernstige uierontsteking, althans wanneer het slotgat of het tepelkanaal is beschadigd. Ook verloopt het melken voor de koe vaak moeilijk en pijnlijk. Na genezing van de wond blijven speenbetrappers vaak lijden aan subklinische of latente mastitis.
Koeien met diepe of doorgezakte uiers en lange spenen zijn het meest kwetsbaar. Meestal betrapt een koe zichzelf. Hier dient bij de fokkerij voldoende aandacht aan geschonken te worden.
Speenbetrapping treedt vrijwel uitsluitend op tijdens de stalperiode. Tussen de diverse staltypen en stalinrichtingen komen, wat betreft de kans op speenbetrappingen, grote verschillen voor. Ligboxenstallen met een zacht ligbed (stro, zaagsel) geven nauwelijks méér betrappingen te zien dan weidegang. In grupstallen kan het percentage koeien, dat zich tijdens een stalperiode betrapt wel oplopen tot 20% en hoger. Bij een optimale stalinrichting beperkt het zich gewoonlijk tot hoogstens 5%.
Essentieel voor de beperking van speen betrappen is dat de dieren gemakkelijk en rustig kunnen opstaan. De onderstaande factoren zijn hierbij van belang:

- Een juiste standlengte en standbreedte.
- Een bevestiging (in grupstallen), die bij het opstaan een voldoende voorwaartse beweging toelaat.

- Een goede afscheiding per koe, zodat de dieren elkaar niet hinderen.
- Een niet te hoge knieboom.
- Een stand die niet glad is.

Onbeheerst opstaan zal over het algemeen de kans op speenbetrappingen ook doen toenemen. Klauwmoeilijkheden, stijfheid, jeuk, een ruwe behandeling of schrik kunnen hiertoe de aanleiding zijn.

7.4.3 Hygiëne bij het melken

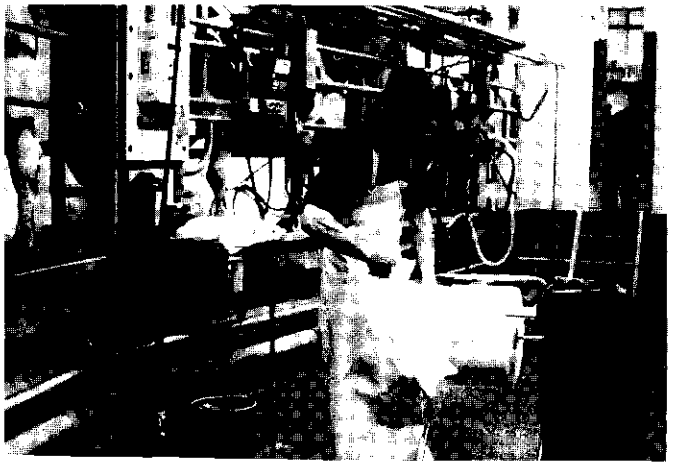
Vaak wordt een hogere besmettingsdruk op de speen gevolgd door een toename van het aantal nieuwe infecties. Daarom is een goede hygiëne bij het melken een essentieel onderdeel van de mastitispreventie. De melker moet zoveel mogelijk voorkomen dat gezonde spenen en slotgaten worden besmet met mastitisverwekkers. Infectiehaarden zijn vooral geïnfecteerde kwartieren en minder gave spenen. Uiteraard moeten dergelijke infectiebronnen zoveel mogelijk worden uitgeschakeld. Een goede verzorging van de spenen na het melken en een antibioticumbehandeling van koeien met subklinische mastitis aan het eind van de lactatieperiode zijn hierbij doeltreffende middelen.
Daarbij zijn de onderstaande maatregelen van belang. Zij beperken tijdens het melken de overdracht van mastitisverwekkers van koe naar koe.

- Melk koeien die lijden aan een duidelijk waarneembare mastitis het laatst.
- Controleer de eerste stralen melk op afwijkingen; hierdoor kan klinische mastitis in een vroeg stadium worden vastgesteld. Het melken van deze eerste stralen in de hand of op het ligbed in de grupstal waarop de dieren moeten liggen, levert extra risico's op voor besmetting.
- Desinfecteer de tepelvoeringen tussen de melkmalen en vernieuw ze tijdig. Haarscheurtjes zijn een broeinest voor bacteriën.
- Reinig en desinfecteer de uierdoeken grondig. Gebruik afhankelijk van de vervuiling van de spenen en uier maximaal één doek voor 4 - 8 koeien. Na gebruik dient een grondige reiniging van deze doeken plaats te vinden. Dit kan door ze in de kookwas te wassen. Bedrijven met mastitisproblemen dienen bij voorkeur papieren wegwerpmateriaal te gebruiken (per koe één "doek").
- Reinig de uier - indien mogelijk - droog. Voor de reiniging van vuile uiers dient men in de doorloopmelkstal gebruik te maken van uierdouches, waarna de uiers grondig worden afgedroogd. In de grupstal kan men een emmertje met water gebruiken mits men het (vuil wordende) water tijdig ververst. Eventueel kan een desinfectiemiddel aan het water worden toegevoegd.

De genoemde maatregelen zijn niet afdoende om tijdens het melken elke besmetting van koe naar koe te voorkomen. Alleen desinfectie van de tepelbekers na het melken van elke koe, het per koe gebruiken van een wegwerpdoek en het voortdurend desinfecteren van de gehandschoende handen zal vrijwel elke overdracht kunnen verhinderen.

Het regelmatig goed desinfecteren van het melkstel direct na het melken van elke koe is praktisch niet gemakkelijk uitvoerbaar, althans niet in handkracht. Wel zijn er in Californië voor doorloopmelkstallen systemen ontwikkeld, waarbij de desinfectie automatisch plaatsvindt. Na het automatisch afnemen van het melkstel en het wegspoelen met water van de melkresten staat gedurende enige tijd een desinfecterende vloeistof in de met de koppen omhoog gerichte bekers. Nadat deze vloeistof is weggestroomd worden de bekers nagespoeld met water. De waterresten worden verwijderd met behulp van een luchtstroom. Het gehele proces duurt ongeveer twee minuten. Mastitis veroorzaakt door mycoplasma's kan er goed door worden voorkómen. De preventie van mastitis veroorzaakt door S. aureus blijkt tegen te vallen, waarschijnlijk doordat deze kiemen voor het aansluiten van de melkmachine nogal eens op de spenen aanwezig zijn ('ruwe spenen'). Het moet wor-

Papieren wegwerpdoeken voorkomen besmetting van koe naar koe.



den betwijfeld of in Nederland, waar mastitis veroorzaakt door mycoplasma's (nog) maar zelden voorkomt, de voordelen van de zogenaamde 'back-flush' systemen opwegen tegen de nadelen. Toepassing ervan vraagt extra investeringen, terwijl het grotere waterverbruik en de benodigde ontsmettingsmiddelen de exploitatiekosten van de melkmachine verhogen.
In Nederland is een eenvoudige vorm van backflush op de markt. Hierbij worden de tepelbekers na het afnemen gespoeld met een kleine hoeveelheid water. Aan het water kan men eventueel een desinfectiemiddel toevoegen. Er is geen duidelijk wetenschappelijk bewijs voor het terugdringen van het aantal nieuwe infecties door dit systeem. In de praktijk lopen de ervaringen uiteen. In de literatuur komt naar voren dat er weinig effect van tussentijdse desinfectie van melkstellen uitgaat.
Het spreekt vanzelf dat ophopingen van besmettingsbacteriën in de melkinstallatie en vooral in de melkklauw moeten worden voorkomen. Daarom moet de melkinstallatie goed worden gereinigd en gedesinfecteerd. Verder moeten tepelvoeringen en slangen tijdig worden vervangen. Versleten rubber onderdelen kunnen namelijk een broeinest vormen voor bacteriën. Besmetting van de spenen met pathogenen als E.coli en Str. uberis kan door bovenstaande maatregelen tijdens en na het melken echter niet worden tegengegaan, doordat deze mastitisverwekkers meestal door direct contact met de ligplaats op de spenen terecht komen.

7.4.4 Melkmachine en mastitis

Naast hygiëne- en huisvestingsaspecten kan ook de melkmachine een bijdrage leveren aan een verhoging van het aantal nieuwe uierinfecties. Op veel bedrijven met mastitisproblemen worden afwijkingen in de werking van de melkmachine en de melktechniek als belangrijke oorzaken aangewezen.
Hieronder wordt nader ingegaan op de rol van de melkmachine bij het optreden van mastitis. Een verhoging van het aantal nieuwe infecties kan op verschillende manieren plaatsvinden. De belangrijkste factoren zijn:

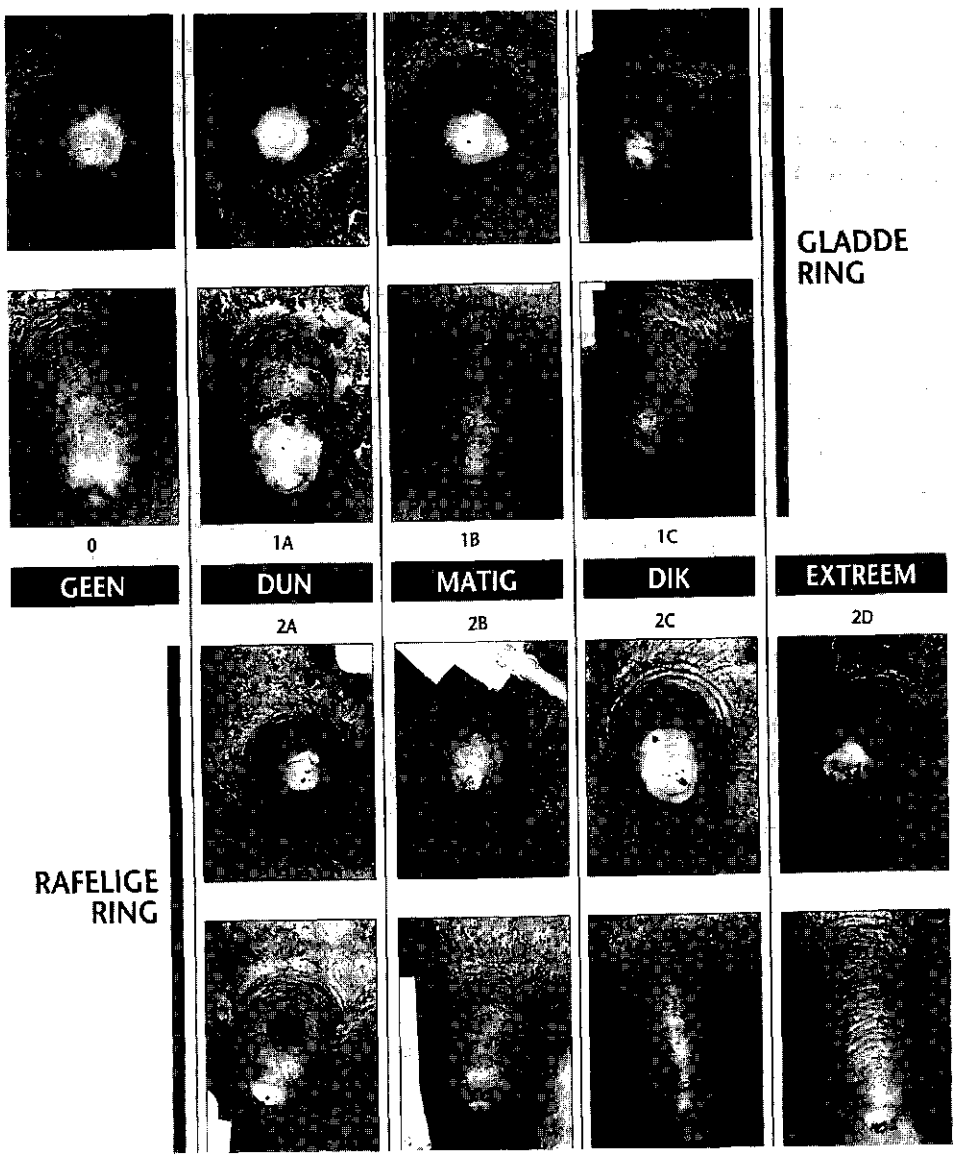
- Herhaaldelijk onvolledig uitmelken.
- Weefselbeschadiging van speen en uier.
- Transport van bacteriën tijdens melken.

Onvolledig uitmelken
De relatie tussen onvolledig (uit)melken en het optreden van mastitis is door meerdere onderzoekers onderzocht. De conclusies zijn niet eenduidig. De resultaten tenderen naar een verhoging van het aantal nieuwe infecties bij onvolledig uitmelken. Wanneer een koe echter reeds na één keer niet goed uitmelken een ontstoken kwartier heeft moet men rekening houden met een sluimerende infectie.
In het algemeen zullen er bij een hoeveelheid namelk kleiner dan 0,5 kg geen problemen zijn. Goed uitmelken is afhankelijk van de toegepaste vacuümhoogte, de gebruikte typen tepelvoeringen (uitmelkend vermogen) en de melkbaarheid van de koe. Met name een hoog vacuüm in combinatie met tepelvoeringen met een grote schachtdiameter kan het goed uitmelken belemmeren.
Onvolledig uitmelken hoeft, zeker als dat incidenteel gebeurt, op de huidige melkveebedrijven geen belangrijke factor te zijn voor het ontstaan van mastitis.

Weefselbeschadiging van speen en uier
De speen, met name het slotgat, is van nature een goed functionerende barrière tegen het binnendringen van bacteriën. Tijdens het melken wordt de speen door inwerking van het vacuüm en de beweging van de tepelvoering behoorlijk belast. Hierdoor ontstaat zwelling van de speen en eeltvorming op de speenpunt rond het slotgat.
Een sterke eeltvorming geeft een verhoogde kans op mastitis. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het sluiten van het slotgat na het melken wordt belemmmerd en doordat bacteriën zich in de eeltlaag kunnen nestelen. Ook overmatige zwelling van de speenpunt geeft een verhoogde kans op het binnendringen van bacteriën in het tepelkanaal doordat het herstel van de speen na het melken wordt vertraagd.

Uit onderzoek is bekend dat de speenlengte en -diameter tijdens het melken aanzienlijk toenemen. Daarnaast heeft het melken invloed op de speenpunt en het tepelkanaal. Het tepelkanaal vervult een belangrijke rol bij de afweer tegen het binnendringen van bacteriën. Door een onjuiste afstelling van de melkinstallatie kan erosie van het tepelkanaal optreden. Hierdoor neemt de beschermende werking af.
Een foutief werkende installatie kan voorts leiden tot weefselbeschadiging zoals blauwe spenen, vochtophopingen of zwellingen aan de

Het PR heeft een classificatiesysteem ontworpen om de vereelting van speenpunten in te kunnen delen.



speenbasis.
De invloed van de melkinstallatie op de spenen is uitvoeriger beschreven in hoofdstuk 6 "Het melken".

Transport van bacteriën tijdens het melken
Tijdens het melken kunnen bacteriën via het slotgat de speen binnendringen. Hierbij spelen sterke cyclische vacuümvariaties en de onregelmatige vacuümvariaties een belangrijke rol. Zij veroorzaken een geforceerd transport van met bacteriën besmette melk tijdens het melken dat kan leiden tot het binnendringen in tepelkanaal en zelfs in tepelholte. Aan het eind van het melken zijn de risico's het grootst, de bacteriën worden dan immers niet meer weggespoeld door melk.

Door plotseling zuigen van lucht door een tepelhouder ontstaat in het melkstel een grote en snelle vacuümdaling. Als nu gelijktijdig in een tegenovergelegen tepelhouder de tepelvoeringen zich openen (zuigslag) zal de ingelaten lucht met grote snelheid daar heen gezogen worden (crossflow). Tijdens experimenten zijn hierbij zeer hoge luchtsnelheden aangetoond van 20 m/s (70 km/h). Met deze snelle luchtstoten kunnen gemakkelijk melkdruppeltjes meegenomen worden, die met kracht tegen de speenpunt slaan of zelfs binnen kunnen dringen in het tepelkanaal. Dit verschijnsel wordt ook wel aangeduid met de Engelse term 'impacts'. Het zal duidelijk zijn dat gezonde kwartieren worden besmet wanneer deze melkdruppeltjes pathogene bacteriën bevatten.
Naast dit impactmechanisme treedt nog een ander mechanisme op. Bij een plotselinge luchtinlaat ontstaat onder de betreffende speen op dat moment een lager vacuüm. Onderzoek geeft aan dat aan het eind van het melken 'omgekeerde drukverschillen' (Reversed Pressure Gradients of RPG's) kunnen ontstaan, waarbij gedurende korte tijd in het tepelkanaal het vacuüm hoger is dan in de speenruimte van de tepelhouder. Er zijn drukverschillen tot 7 kPa gemeten. Hierbij is het mogelijk dat melk met eventueel pathogene bacteriën aangezogen wordt in het tepelkanaal vanuit de omgeving van de speenpunt.

Om vacuümschommelingen, impacts en RPG's te beperken moet de melkmachine aan de volgende eisen voldoen:
- Voldoende reservecapaciteit en een goed werkende regulateur.
- Voldoende afvoercapaciteit van de installatie; dit geldt zowel voor het melkstel met aan- en afvoerslangen als voor de melk- en vacuümleidingen.
- Geen verhogingen in de melkleiding.
- Toepassing van tepelvoeringen die weinig of geen 'valse' lucht zuigen.
- Een juiste gewichtsverdeling van het melkstel over de vier spenen; melkslanggeleiding is hierbij een goed hulpmiddel.

Daarnaast geldt voor het melken dat:
- Het luchtzuigen bij het aansluiten en afnemen van het melkstel moet worden beperkt.
- Het machinaal namelken zoveel mogelijk achterwege moet worden gelaten.
- *Het melkstel niet onder vacuüm moet worden* afgenomen.

Een relatief eenvoudige en goedkope oplossing om de spenen tegen impacts te beschermen, is het plaatsen van een schildje in de tepelbeker vlak voor het slotgat. Dit schildje verhindert dat de melkdruppeltjes tegen de speenpunt slaan. Op bedrijven met een goed functionerende melkinstallatie gaf toepassing van schildjes een reductie van het aantal nieuwe infecties met 15% te zien. Dergelijke schildjes hebben als nadeel dat ze de beweging van de tepelvoering kunnen verstoren, met name bij dieren met lange spenen. Een reductie van de infecties met 15% werd ook bereikt bij de toepassing van een kleppensysteem in de melkklauw. Momenteel worden diverse aangepaste melkklauwen op de markt gebracht voorzien van kamerconstructies, kleppenconstructies, en of tangentiaal geplaatste aansluitpijpjes. Omtrent het effect van al deze oplossingen onder praktijkomstandigheden is nog vrij weinig bekend.

7.4.5 Speendesinfectie
Op steeds meer bedrijven worden na het melken de spenen gedompeld in een desinfecterende vloeistof ('dippen') of met deze oplossing besproeid ('sprayen'). Het besproeien kan gebeuren met een nevelspuitje, bijv. een eenvoudige bloemenspuit. Bij dompelen wordt gebruik gemaakt van een dipbekertje. In grotere melkstallen zien we een toenemend gebruik van spray-installaties.
De actieve stof in deze middelen is meestal jodium of chloorhexidine. De kiemen die na het melken nog op de spenen aanwezig zijn wor-

den in meerderheid gedood en krijgen geen kans het slotgat of het tepelkanaal te infecteren. Het aantal nieuwe uierinfecties wordt door 'dippen' of 'sprayen' belangrijk teruggedrongen. In sommige proeven bleek de reductie meer dan 50%. Wanneer aan de desinfectievloeistof lanoline of glycerine wordt toegevoegd heeft het middel ook een gunstige invloed op de conditie van de spenen. Het voorkomt ruwe spenen, terwijl bestaande wondjes of kloven vlot genezen. Er zijn ook dipmiddelen op de markt die na het aanbrengen een dunne film vormen rond de speenpunt. Op deze wijze wordt het slotgat dicht "gesealed".
Bij een goede werkwijze is er geen verschil in effectiviteit van dippen of sprayen. Voorwaarde is dat de speenpunt rondom geheel wordt bevochtigd bij het sprayen. Bij dippen dient de dipbeker goed schoon gehouden te worden.

Speendesinfectie na het melken biedt vooral bescherming tegen de koegebonden bacteriën. Besmetting door bacteriën uit mest of strooisel met bijvoorbeeld E.coli of Str. uberis wordt er niet mee vermeden. Om besmetting van de slotgaten door omgevingsbacteriën tegen te gaan is het van belang de koeien de eerste tijd na het melken "in de benen te houden" , bijvoorbeeld door ze vast te zetten aan het voerhek, zodat uier en spenen niet in aanraking komen met besmet materiaal. Pas als de slotgaten zich weer gesloten hebben (ongeveer een uur na het melken) kan het geen kwaad meer dat de koe gaat liggen; de kans op binnendringen van bacteriën is dan aanmerkelijk verkleind.
Er zijn aanwijzingen dat door dippen of sprayen de kans op uierontstekingen veroorzaakt door E.coli toeneemt. Een dergelijke speendesinfectie gaat namelijk ook de aanwezigheid van de overige bacteriën (= coagulase negatieve staphylococcen) tegen. Aan deze bacteriën wordt een 'beschermend' effect toegedacht. Hieruit is de veronderstelling ontstaan dat speendesinfectie een negatief effect kan hebben op infecties met E. coli.
Deze hypothese heeft ook geleid tot een discussie over de wenselijkheid van toepassing van speendesinfectie op laag-celgetalbedrijven met een tankcelgetal van de melk lager dan 150.000. Op deze bedrijven speelt mastitis veroorzaakt door E. coli namelijk vaak een belangrijke rol. Op dit soort bedrijven komen echter ook infecties met andere bacteriën voor, waardoor de bovengenoemde veronderstelling toch weer niet altijd opgaat. Op grond van deze constatering, maar ook vanwege de huidverzachtende werking van veel dipmiddelen, is consequent toepassen van speendesinfectie op alle bedrijven goed verdedigbaar.

Speendesinfectie na het melken beschermt tegen koegebonden bacteriën.

Om nieuwe infecties door omgevingsbacteriën tegen te gaan wordt in de Verenigde Staten vaak pre-dippen toegepast. Pre-dippen heeft vooral tot doel om besmetting voor het melken door omgevingsbacteriën, zoals coliformen, te voorkomen. Bij een werkwijze met pre-dippen moet de arbeidsorganisatie tijdens het melken ingrijpend worden gewijzigd. Wil het pre-dippen namelijk effect hebben, dan moet het desinfectiemiddel voldoende tijd krijgen om "in te werken". In de literatuur komt een contacttijd van 15-30 seconden naar voren. De werkwijze bij pre-dippen is als volgt:

- Spenen schoon maken.
- Voorstralen.
- Pre-dippen en vervolgens dipmiddel in laten werken.
- Spenen afdrogen met schone doek.
- Melkstel aansluiten.

Door het extra werk en de inwerktijd kan de duur van de voorbehandeling met 30-60 seconden toenemen. Hierdoor is het pre-dippen geen algemeen toegepaste methode.
Ook over de effectiviteit van pre-dippen lopen de onderzoekresultaten uiteen evenals over de risico's van residuen in de melk. Er zal dus nog meer onderzoek moeten plaats vinden alvorens een definitief oordeel gegeven kan worden over pre-dippen.

Tabel 7.4 Invloed van diverse factoren op het aantal nieuwe infecties

Factor	Effect op het aantal nieuwe infecties
Geïnfecteerde dieren afscheiden	afname
Spenen dippen voor het melken	geen effect
Voorstralen	geen effect
Hogere besmettingsdruk	toename
Back-flushing	wisselende resultaten
Onregelmatige vacuümvariaties	toename, afhankelijk van werking voering
Onregelmatige + sterke cyclische vacuümvariaties	toename, afhankelijk van werking voering
Schildjes/terugslagklepjes	afname, reductie van 10 à 15%
Gescheiden afvoer per kwartier	afname
Lucht zuigen in de tepelvoering tijdens het melken (liner slips)	sterke toename
Hoog vacuüm (> 50 kPa)	toename
Afwijkende pulsatiecurve	toename
Onvolledig melken	toename
Lucht zuigen (melktechniek)	toename
Blind melken	weinig effect
Speendesinfectie	afname, reductie van 50-70% (afh. van verwekker)

7.4.6 Effect van maatregelen op het ontstaan van nieuwe infecties

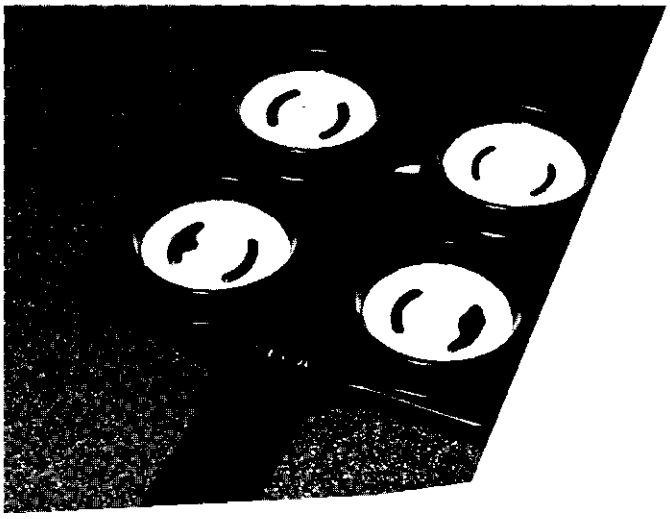
Veel factoren hebben invloed op het ontstaan van nieuwe infecties. Vaak is het een samenspel van elkaar beïnvloedende factoren. In tabel 7.4 is een globaal overzicht gegeven van de effecten van de belangrijkste factoren.

7.5 Opsporen van mastitis

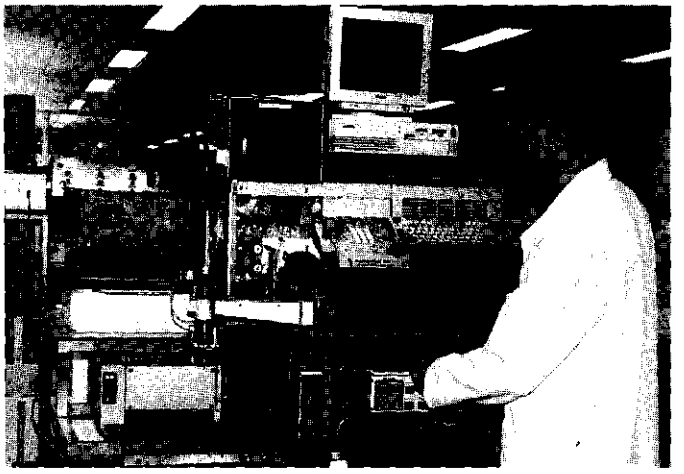
Acute klinische mastitis openbaart zich door uiterlijke verschijnselen, waarneembaar aan koe, uier en melk. In de dagelijkse praktijk zal de oplettende veehouder al spoedig merken dat er bij één of meer koeien iets niet in orde is. Zo kan het gebeuren dat hij bij het wegmelken van de eerste stralen vlokjes in de melk vindt. Ook kan hij afwijkingen of verhardingen constateren door na het melken de uier te betasten. Vooral de klinische mastitis zal de veehouder vanwege de vaak duidelijke uitwendige verschijnselen, niet mogen ontgaan.
Om een betere indruk te krijgen van de uiergezondheid op het bedrijf moet de melkveehouder aanvullend onderzoek uit (laten) voeren. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden, zoals Californische Mastitis Toets (CMT), celgetalbepaling, bacteriologisch onderzoek en geleidsbaarheidsmeting.

7.5.1 Californische Mastitis Toets

De Californische Mastitis Toets is een eenvoudige toets om mastitismelk te onderkennen en zodoende in de veestapel koeien op te sporen met verdachte kwartieren. Daartoe wordt een hoeveelheid melk afkomstig uit de vier kwartieren in een vierkwartierenschaaltje gemengd met een oppervlakte-actieve stof bijv. natriumlaurylsulfaat of Tee-pol. Melk met een verhoogd celgetal vertoont na menging een duidelijke slijmvorming. Bij dit onderzoek kan men alleen een indruk krijgen van een eventueel teveel aan cellen.



Het vierkwartierenschaaltje, een eenvoudige en goedkope methode om mastitis te onderkennen.



Celtelling bij het melkcontrolestation.

7.5.2 Celgetalbepaling

In reactie op een infectie van de uier gaat het dier doorgaans witte bloedlichaampjes (leucocyten of cellen) vormen. Het aantal cellen per milliliter melk neemt dan toe. Indicaties voor de uiergezondheid op het bedrijf zijn het aantal cellen in de melk van de gehele veestapel (tankcelgetal) en de celgetallen van de melk van de individuele koeien (koecelgetal of individueel celgetal).

Tankcelgetal

Het tankcelgetal wordt iedere vier weken bepaald in de aan de fabriek afgeleverde melk. Het verloop van het tankcelgetal geeft een globale indicatie van de uiergezondheid op het bedrijf. Uit onderzoek is gebleken dat het tankcelgetal zeer sterk kan variëren.

De oorzaak van deze fluctuatie moet gezocht worden in de natuurlijke fluctuaties van het celgetal van een individuele koe. Krijgt een koe namelijk te maken met een binnendringende bacterie, dan kan het celgetal zeer snel stijgen. Overwint de koe de infectie, dan zal het celgetal ook weer snel teruggaan naar een normaal niveau.

Daarnaast is het effect van de verschillende mastitisverwekkers op het celgetal niet gelijk. Sommige bacteriën kunnen zich inkapselen in het uier, waardoor de infectie soms weg lijkt te zijn en soms weer opflikkert. Dit heeft ook effect op het celgetal in de melk. Daarnaast geeft de ene bacterie een sterkere celgetalverhoging dan de andere.

Deze effecten bij individuele koeien spelen uiteraard door in de tankmelk. Het zal duidelijk zijn dat daarbij de bedrijfsgrootte een rol speelt. Binnen een veestapel van 30 tot 40 melkkoeien met een gemiddelde productie van zo'n 7.500 liter/koe en een gemiddeld celgetal van 200.000 kan één koe met een forse mastitis (celgetal 7 miljoen) het tankcelgetal doen verdubbelen. In een veestapel van 100 koeien is slechts sprake van een stijging van zo'n 50.000 cellen per ml.

De mate waarin verschijnselen zich tegelijk bij meer koeien voordoen speelt eveneens een rol. Hieruit kunnen we de conclusie trekken dat de zeggingskracht van één uitslag van het tankcelgetal betrekkelijk gering is.

Het tankcelgetal is van belang in verband met de uitbetaling van de melk. Wil een melkveehouder buiten de korting blijven (dus een celgetal lager dan 400.000) dan zal hij zich moeten richten op een gemiddeld celgetalniveau dat lager is dan 200.000. Als hij hierin slaagt wil dit echter niet zeggen dat er geen mastitisgevallen op het bedrijf voorkomen.

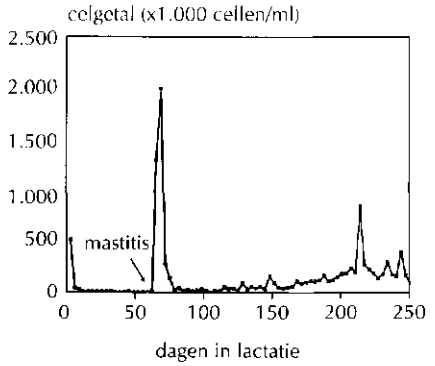
Koecelgetal

Om een indruk te krijgen van de uiergezondheid en het celgetal van de individuele koeien is in de jaren tachtig de koecelgetalbepaling ontwikkeld.

De bepaling van het koecelgetal is gekoppeld aan de melkproductiecontrole. Tijdens de productiecontrole worden monsters van de melk van individuele koeien genomen. Van deze melk kan ook het celgetal worden bepaald. Een hoog celgetal hoeft geen verband te houden met mastitis. Het celgetal van een koe hangt af van een aantal factoren. Zo speelt de melkgift een rol en ook het aantal keren dat een koe gekalfd heeft. Het is bekend dat oudere koeien een hoger celgetal hebben dan jongere koeien zonder dat er sprake is van mastitis.

Omdat het celgetal van een koe van dag tot dag kan variëren, heeft een enkele uitslag van de koecelgetalbepaling betrekkelijke waarde. De waarde van de koecelgetalbepaling neemt echter toe als men de uitkomsten van meer bepalingen beschouwt. Daarom is het aan te bevelen om bij elke productiecontrole het individueel celgetal te bepalen. Koeien die meer keren achtereen een te hoge uitslag hebben komen in aanmerking voor bacteriologisch onderzoek van de melk. Bij deze koeien is er dan namelijk reële kans op subklinische mastitis.

Figuur 7.2 Verloop van het koecelgetal



7.5.3 Bacteriologisch onderzoek

Bacteriologisch onderzoek is van belang om na te gaan of bacteriën een rol spelen bij de uierontsteking, en zo ja, welke ziekteverwekkende bacteriën dit zijn. Meestal wordt van bacteriologisch onderzoek gebruik gemaakt als gebleken is dat in de melk van bepaalde koeien het aantal cellen te hoog is. De melk moet voor dit onderzoek zo schoon mogelijk worden opgevangen. De te onderzoeken monsters melk worden in het laboratorium geënt op selectieve voedingsbodems die vervolgens een bepaalde tijd bij 37 °C worden bebroed.

Al naar gelang de bacteriesoort vindt sterke of minder sterke groei op de verschillende voedingsbodems plaats en daardoor kan de bacterie die de ontsteking teweegbrengt worden vastgesteld en tevens het te gebruiken geneesmiddel, meestal een antibioticum.
Veehouders kunnen bij de Gezondheidsdienst voor Dieren een abonnement afsluiten voor het bacteriologisch onderzoek. Van de koeien die men op grond van de koecelgetalbepaling verdenkt van (subklinische) mastitis, wordt dan de melk op mastitisbacteriën onderzocht.

7.5.4 Geleidbaarheidsmeting

Uierontsteking veroorzaakt, naast een toeneming van het aantal witte bloedlichaampjes op de ontstoken plaats, ook wijzigingen in de melk waardoor de elektrische geleidbaarheid van de melk verandert. Vooral de concentratie aan natrium- en chloorionen neemt toe en daarmee ook de geleidbaarheid. Er zijn twee systemen om de geleidbaarheidsmeting in de praktijk uit te voeren. Een systeem gaat uit van een onderlinge vergelijking van het geleidend vermogen van melk van de vier kwartieren van één koe. Hierdoor is het in principe mogelijk één of meer afwijkende kwartieren direct op te merken. Een andere mogelijkheid is het meten van de geleidbaarheid in de mengmelk. Deze laatste meting wordt uitgevoerd met apparatuur voor elektronische melkgiftregistratie. Essentieel bij deze benadering is dat er een vergelijking wordt gemaakt met de voorgaande dagen. De geleidbaarheid van de melk is namelijk per koe verschillend. Het is dus niet mogelijk om een algemene grenswaarde in te stellen voor alle koeien. Voor beide systemen zijn automatiseringsapparatuur en software nodig. Gezien de kosten hiervan is de toepassing van geleidbaarheidsmeting in de praktijk nog beperkt. Bij toepassing van managementsystemen in de melkstal kan de geleidbaarheidsmeting een middel worden om de uiergezondheid te bewaken.

Tegelijk met een stijging van de concentratie van bepaalde ionen daalt het lactosegehalte van de melk. In principe zou de bepaling van het lactosegehalte van de melk ook een mogelijkheid kunnen zijn voor het aantonen van mastitis in kwartiermelkmonsters. Voor monsters koemelk lijkt deze methode niet erg bruikbaar, doordat de melk van het zieke kwartier is gemengd met die van de gezonde kwartieren.

7.6 Behandeling van mastitis

Uierontsteking dient zo snel mogelijk te worden bestreden. Verschillende keren per dag met de hand leeg melken van de ontstoken kwartieren kan goede resultaten hebben bij lichte infecties van met name Str. agalactiae (deze nestelt zich immers vooral in tepelkanaal en tepelholte). Daarbij moet de melk volledig worden opge-

Identificatie van staphylococcen.

vangen en na afloop van het melken worden vernietigd bijvoorbeeld door storten in de gier- of mestkelder.
Deze handelwijze past echter maar matig in de dagelijkse praktijk van de moderne melkveehouder. Daarom wordt bij het optreden van mastitis vrijwel altijd de hulp ingeroepen van diergeneesmiddelen. Meestal zijn dit antibiotica en ook wel chemotherapeutica.
Bij de productie van melk (en ook vlees) speelt ook de mening van de eindgebruiker, de consument, een rol. Deze verlangt een schoon en zuiver product dat vrij is van residuen, onder meer van diergeneesmiddelen. Terughoudendheid in het gebruik van deze middelen is daarom geboden.
Toepassing van antibiotica mag geen automatisme zijn, maar mag alleen volgen op een duidelijke diagnose van het probleem. Dit bevordert tevens de effectieve werking van de diergeneesmiddelen. Daarnaast kunnen de kosten met een voorzichtig en verantwoord gebruik van diergeneesmiddelen zoveel mogelijk beperkt worden.
Een duidelijke registratie geeft goede aangrijpingspunten voor een verantwoorde omgang met diergeneesmiddelen. Met behulp van de geregistreerde gegevens kan een melkveehouder beoordelen of het gebruik van de middelen op een "normaal" niveau ligt.
Bij telkens terugkerende aandoeningen moet men zich afvragen of de juiste maatregelen genomen zijn en of ze voldoende preventief zijn. Ook hier geldt dat voorkomen beter is dan genezen!

7.6.1 Gebruik van antibiotica en chemotherapeutica

Als andere maatregelen falen . . .

Antibiotica zijn stoffen die in lage concentraties in staat zijn de activiteit van micro-organismen te remmen of die micro-organismen het leven onmogelijk te maken. Antibiotica worden in de natuur gevormd door sommige bacteriën en schimmels. Ook de farmaceutische industrie gebruikt deze micro-organismen voor de productie van antibiotica.
Antibiotica zijn specifiek in hun werking. Zij verhinderen de opbouw van bepaalde eiwitten in de bacterie. Streptococcen zijn tamelijk gevoelig voor penicilline. Staphylococcen zijn minder gevoelig, soms zelfs ongevoelig voor penicilline. Deze bacteriën kunnen beter worden bestreden met streptomycine of een ander antibioticum. Vaak wordt een mengsel van enkele antibiotica toegediend, een zogenaamd preparaat met een breed spectrum.
Chemotherapeutica (bijv. sulfa-preparaten) hebben een zelfde bacterieremmende werking als antibiotica. Zij zijn synthetisch bereid.
Bij gebruik van antibiotica en chemotherapeutica bestaat het gevaar dat de bacteriën ongevoelig worden voor de geneesmiddelen. Ook dit is een reden om het gebruik zoveel mogelijk te beperken.
De diergeneesmiddelenwet staat alleen toepassing van geregistreerde diergeneesmiddelen toe. Bij de toelating voor registratie worden diverse aspecten van het middel onder de loep genomen, zoals effectiviteit en veiligheid. Tevens wordt er een wachttermijn voor het afleveren van melk en vlees vastgesteld. Gebruikers die zich aan de voorschriften voor de middelen houden lopen onder normale omstandigheden weinig risico dat de melk na de wachttermijn nog antibiotica bevat.

7.6.2 Behandeling tijdens de lactatie

Dieren die lijden aan mastitis worden gewoonlijk behandeld door de veehouder in overleg met de dierenarts. De verstrekking van de geneesmiddelen is geregeld in de Diergeneesmiddelenwet.

In principe moet het gebruik van antibiotica tijdens de lactatie zoveel mogelijk worden beperkt, namelijk tot die gevallen waarin de melk afwijkingen vertoont en het aangetaste kwartier na gedurende 12 uur herhaaldelijk te zijn uitgemolken, zijn normale soepelheid nog niet heeft terug gekregen. Het is het beste daarvoor een kort werkend preparaat te gebruiken.
Bij de behandeling van uierontsteking wordt het antibioticum doorgaans ingespoten via het

tepelkanaal. Het verspreidt zich dan meer of minder volledig in het behandelde kwartier. Soms wordt het ook onder de huid ingespoten. In beide gevallen komt een deel van het antibioticum in de bloedbaan terecht en via het bloed ook in de melkcellen van de niet behandelde kwartieren. Daar wordt het in geringe hoeveelheden in de melk uitgescheiden.
Een ingespoten kwartier produceert gedurende enige tijd melk met antibioticum. Hoe lang de antibioticum-uitscheiding duurt hangt mede af van het preparaat dat is gebruikt. De snelheid waarmee het antibioticum uit de uier verdwijnt is mede afhankelijk van de grootte van de melkgift van het zieke kwartier. Als meer melk wordt geproduceerd is het antibioticum sneller verdwenen. De melk van een behandelde koe mag niet worden afgeleverd zolang er nog antibiotica worden uitgescheiden. Ook melk van koeien die met droogzetpreparaten zijn behandeld en te vroeg hebben gekalfd kan antibiotica bevatten. Dergelijke verdachte melk mag daarom niet worden afgeleverd. Pas als het zeker is dat de antibiotica niet meer aanwezig zijn mag de melk weer worden geleverd aan de fabriek.
Op de verpakking van de preparaten staat de uitscheidingsduur van het antibioticum vermeld. In geval van twijfel kan het advies van de dierenarts of zuivelfabriek worden gevraagd. Ook zijn er hulpmiddelen verkrijgbaar waarmee men kan beoordelen of de melk geschikt is voor aflevering aan de fabriek.
De niet afgeleverde melk is bij voorkeur niet geschikt voor verstrekking aan kalveren. Indien deze melk toch voor vervoedering wordt bestemd dan moet dit beperkt blijven tot de kalveren op een leeftijd van drie en vier weken. Bij kalveren die gedurende langere tijd en later in de opfokperiode melk met antibiotica krijgen kan de penswerking verstoord raken.
Door gebruik te maken van bacteriologisch onderzoek kan men een goed beeld krijgen van de bacteriën die op het bedrijf voorkomen. Hierdoor is een gerichte toepassing van antibiotica mogelijk en uiteraard ook een betere preventie tegen nieuwe infecties.
Overigens wordt vaak alleen bij klinische mastitis overgegaan tot behandeling in de lactatieperiode. Behandeling van subklinische mastitis tijdens de lactatie is dikwijls niet zinvol en niet succesvol. Op bedrijven met een te hoog celgetal veroorzaakt door Str. agalactiae kan behandeling zin hebben.

7.6.3 Behandeling bij het droogzetten

Bij het droogzetten worden vaak de vier kwartieren direct na de laatste melkbeurt behandeld met een antibioticum-preparaat met langdurige werking (ook wel droogzetpreparaat of droogzetter genoemd).
Dit is gewenst voor alle koeien die tijdens de lactatie uierontsteking hebben gehad of werden verdacht van uierontsteking of die moeilijk zijn droog te zetten.
Op probleembedrijven kan het aanbeveling verdienen om ook de overige koeien op het tijdstip van droogzetten aan zo'n behandeling te onderwerpen. Dit vindt normaal ongeveer acht weken voor het afkalven plaats. Behandelde koeien moeten niet meer worden gemolken, maar wel geregeld worden gecontroleerd. Om vergissingen te voorkomen dienen de behandelde koeien te worden gemerkt dan wel uit de koppel te worden verwijderd.
De behandeling van koeien bij het droogzetten kan als voordelen hebben:

- De gebruikte antibiotica blijven geruime tijd in de uier. De uier kan zich daardoor tijdens de droogstand beter herstellen, terwijl de zuivelindustrie van een dergelijke behandeling geen nadelen ondervindt.
- Een behandeling tijdens de droogstand helpt mede om te voorkomen dat de koeien in die periode uierontsteking krijgen.

Deze droogzettherapie heeft ook nadelen:

- Bij een korte droogstand, of droogstand van koeien die te vroeg kalven kunnen er antibiotica in de melk gevonden worden.
- Door het gebruik van antibiotica wordt de 'normale' bacterieflora verstoord. Dit kan gevolgen hebben voor de weerstand van de uier tegen mastitisverwekkers.

Uit onderzoek zijn er aanwijzingen dat het consequent toepassen van droogzetpreparaten leidt tot een lager aantal mastitisgevallen. Daarom wordt vaak het advies gegeven om droogzetpreparaten niet selectief maar voor alle dieren te gebruiken.
Vaak maakt de droogzettherapie deel uit van een groter pakket van maatregelen dat op (probleem)bedrijven wordt toegepast, zoals gebruik van papieren 'doeken' bij de voorbehandeling, consequent dippen of sprayen, vastzetten na het melken en bacteriologisch onderzoek.

• • • • • • • • •

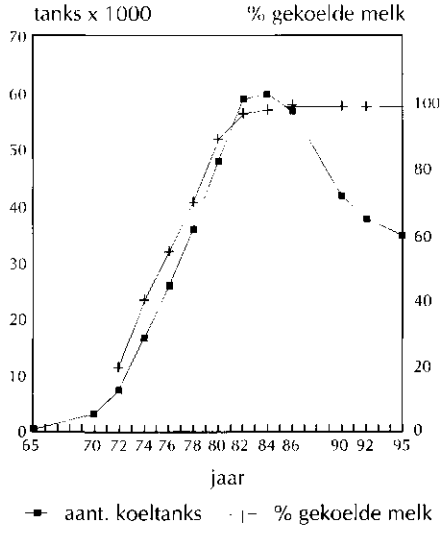
8 Melkbewaring en melktransport

8.1 Melkbewaring op de boerderij ... 181
8.1.1 Temperatuur en bewaring ... 181
8.2 Koelapparatuur ... 182
8.2.1 Koelen van melk in bussen ... 182
8.2.2 Koelen van melk in melkkoeltanks ... 182
8.3 Melkkoeltank ... 182
8.3.1 Reiniging tank ... 182
8.3.2 Inhoud melkkoeltank ... 183
8.4 Werking koelaggregaat ... 184
8.4.1 Koelsystemen ... 184
8.5 Koelvloeistoffen ... 185
8.5.1 Stichting Erkenningsregeling voor de Uitvoering van het Koeltechnisch Installatiebedrijf (STEK) ... 186
8.6 Energiebesparing bij de melkkoeling ... 187
8.6.1 Voorkoeling ... 187
8.6.2 Warmteterugwinning ... 188
8.6.3 Combinatie van warmteterugwinning en voorkoeling ... 191
8.7 Melktransport ... 191
8.7.1 Rijdende melkontvangst ... 191

Melkbewaring en melktransport 8

Na het melken moet de melk enige tijd worden opgeslagen, waarbij de kwaliteit zo goed mogelijk gehandhaafd moet blijven. Bij de invoering van de fabriekmatige verwerking van de melk aan het einde van de vorige eeuw heeft men voor de opslag van de melk op de boerderij en voor het vervoer naar de fabriek transportkannen of bussen in gebruik genomen.
In het begin van de zestiger jaren ontstond er belangstelling voor de opslag van melk gekoeld in boerderijtanks.
Na een wat aarzelend begin heeft deze vorm van melkopslag een snelle ontwikkeling doorgemaakt. De melkkoeltank heeft in ons land de traditionele melkbus vrijwel verdrongen. De manier waarop de melk op de boerderij wordt opgeslagen, bepaalt ook de wijze van transport van de melk naar de fabriek. Bij de opslag in een koeltank wordt de melk opgehaald met een zogenaamde rijdende melkontvangst (RMO). In figuur 8.1 wordt een overzicht gegeven van het aantal melkkoeltanks in Nederland.

Figuur 8.1 Aantal melkkoeltanken in Nederland



Bron: CBS

8.1 Melkbewaring op de boerderij

In ons land was het jarenlang de gewoonte om de melk vanaf de boerderij 's zomers tweemaal en 's winters éénmaal per dag op te laten halen. De melk werd in melkbussen vervoerd. Op grond van onderzoek en uitgebreide praktijkwaarnemingen is aangetoond dat een langere opslag van melk in boerderijtanks met koelaggregaat mogelijk is. Bij voldoende koeling behoeft een bewaarduur van twee à drie etmalen geen achteruitgang in kwaliteit te betekenen.
In Nederland wordt de melk doorgaans vijf maal in de 14 dagen opgehaald. Echter steeds meer zuivelindustrieën gaan er toe over om de melk om de zes melkmalen (drie dagen) op te halen.

8.1.1 Temperatuur en bewaring

Bij het bewaren van melk op de boerderij spelen vooral de temperatuur en de bewaarduur een belangrijke rol.

Temperatuur en bacteriën

Melk mag gedurende de bewaring zo weinig mogelijk in kwaliteit achteruitgaan, noch in bacteriologisch noch in chemisch opzicht. Om de ontwikkeling van bacteriën tegen te gaan is het noodzakelijk melk op de boerderij te koelen. Tot welke temperatuur gekoeld moet worden is afhankelijk van de bewaarduur op de boerderij. Deze tijd moet zo mogelijk korter zijn dan de aanpassingsperiode van de bacteriën. In deze fase neemt namelijk het aantal bacteriën nauwelijks toe. De soort bacterie kan hierbij echter wel van belang zijn in verband met de minimum groeitemperatuur. In het algemeen duurt de aanpassingsperiode langer bij lagere temperaturen. Daarom neemt men bij een lange bewaarduur een lagere koeltemperatuur dan bij een kortere bewaarduur.

Koeltemperatuur

Bij het bewaren van meerdere melkmalen zoals dat gebeurt bij het gebruik van melkkoeltanks is koeling vereist tot beneden 4 °C. Een kwart van

Melkbussen, zo kom je ze nog maar zelden tegen.

de inhoud van de melkkoeltank moet binnen drie uur gekoeld zijn tot minimaal 4 °C. In de praktijk blijkt dat op de meeste bedrijven de melk binnen een half uur na het melken al is gekoeld tot 4 °C.

Temperatuur en chemische omzettingen
Het is mogelijk de ontwikkeling van bacteriën door verlaging van de temperatuur grotendeels te onderdrukken. Voor chemische en enzymatische omzettingen geldt dit in veel mindere mate. Het optreden van oxydatiegebreken als gevolg van een besmetting van de melk met koper komt ook bij lagere temperaturen voor. Vetsplitsing (rans) kan eveneens bij lage temperaturen doorgaan. De eiwitten van de melk ondergaan tijdens de bewaring bij lage temperaturen enige veranderingen, waardoor de bereidingswijze van kaas uit rauwe melk iets moet worden aangepast.

8.2 Koelapparatuur
Voor het koelen van melk wordt gebruik gemaakt van water of van freongas, voor het laatste is een aparte koelmachine nodig.

8.2.1 Koelen van melk in bussen
Voor het koelen van melk in bussen zijn er verschillende mogelijkheden gebaseerd op het gebruik van water.
Een veel gebruikte methode is het koelen in de zogenaamde koelbak. Dit is een waterbak met overloop, waarin de bussen met melk worden geplaatst. Het koude water vloeit via de overloop, boven in de bak, af.
Een andere methode is het gebruik van koelringen. Dit zijn geperforeerde ringvormige buizen van metaal of kunststof, die om de hals van de bussen passen. Het water stroomt door deze buizen via de kleine openingen langs de buitenkant van de bussen.

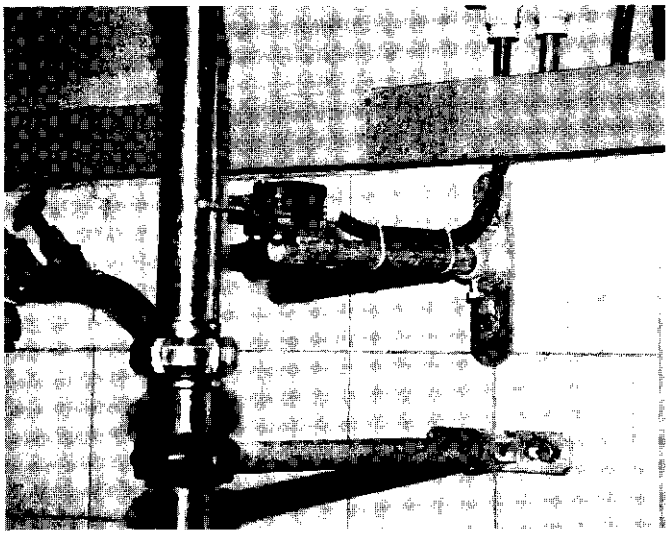
8.2.2 Koelen van melk in melkkoeltanks
Onder een melkkoeltank wordt verstaan een vast opgestelde geïsoleerde tank met aangebouwd of losstaand koelaggregaat waarin de melk van meerdere melkmalen kan worden gekoeld en bewaard.

8.3 Melkkoeltank
Melkkoeltanks komen voor in staand en liggend model. Ook is er onderscheid tussen open en gesloten modellen. Meestal zijn de kleinere tanks tot circa 1.200 liter inhoud van het staande, open model en de grotere tanks van het liggende, gesloten model. Dit onderscheid is voornamelijk terug te voeren naar de reinigingsmogelijkheden van de tanks en veel minder naar de koeltechnische verschillen.
Een 'open' tank duidt op grote losse deksels. Een 'gesloten' tank wijst op een klein deksel, het zogenaamde mangat.
De roerder in een melkkoeltank is een belangrijk onderdeel. Bij het roeren moet de melk zodanig in beweging worden gebracht dat de warmteoverdracht voldoende groot is en het aanvriezen van de melk wordt voorkomen. Bovendien moet een eventuele roomlaag binnen twee minuten volledig door de melk worden gemengd.
Tijdens het roeren mag er geen schuimvorming in de tank ontstaan doordat er lucht in de melk wordt geslagen en mag er geen uitboteren van het vet plaats vinden.
Deze eisen gelden niet alleen voor een volle tank maar ook als er slechts weinig melk in de tank aanwezig is (10% van de tankinhoud). Er worden aan het roeren dus strenge eisen gesteld.

8.3.1 Reiniging tank
De open tanks zijn, vanwege de grote deksels, gemakkelijk bereikbaar aan de binnenkant en daarom geschikt om met de hand te worden gereinigd. Gesloten tanks laten zich vanwege hun model zeer goed mechanisch reinigen. Met mechanisch reinigen wordt bedoeld het onder druk versproeien en circuleren van reinigingsoplossing in de tank waarbij er niet meer wordt geborsteld.

De reiniging kan dus op twee manieren plaats vinden, namelijk:
- Handreiniging, waarbij spoelen en borstelen in handwerk gebeurt. Deze werkwijze komt niet veel meer voor. Op een aantal kleine bedrijven wordt de tank nog met de hand gereinigd. Hierbij wordt doorgaans minder water gebruikt dan bij de automatische reiniging.
- Automatische of halfautomatische reiniging, waarbij de mechanische reiniging met een 'druk op de knop' volgens een vast programma verloopt. Reinigings- en desinfectiemiddelen worden vooraf met de hand of automatisch vanuit voorraadcontainers gedoseerd in

een houder die aan een programmakast is bevestigd. Er komen twee typen van automatische tankreiniging voor, reinigen via een sproeibol of reinigen volgens het spatter-spraysysteem.
Bij het sproeibolsysteem wordt het water, afhankelijk van het type melkkoeltank, via een sproeibol, sproeikop of holle roeras in de tank gepompt waarna het via de uitlaat terugstroomt naar de pomp. De reinigingsvloeistof circuleert. Bij het spray-spattersysteem wordt de melkkoeltank eerst gevuld met een hoeveelheid water, dit is ongeveer twee procent van de inhoud van de tank. Het water circuleert niet, maar de roerder draait met hoge snelheid door het water. Reinigingsschoepjes onder de roerderbladen verspreid het water door de tank.



Een spoelwaterbeveiliging voorkomt toevoeging van spoelwater aan melk.

De uitlaatkraan, de randen van de deksels en eventueel ook andere delen moeten nog met de hand worden gereinigd.
Mede door de hoeveelheid afvalwater en de ontwikkeling van een automatisch melksysteem wordt er door onderzoekers gewerkt aan een optimalisatie van de tankreiniging. Hierbij wordt vooral gekeken naar de hoeveelheid water en de duur van de reiniging. Een nieuwe ontwikkeling is een aparte spoelbak naast de melkkoeltank te plaatsen. Deze spoelbak kan tijdens het circuleren worden gevuld voor de volgende spoeling. Hierdoor ontstaat een aanzienlijke tijdwinst. Bovendien wordt de voor - en naspoeling niet meer gecirculeerd. Dit geeft een betere reiniging omdat er geen vermenging meer optreedt van de verschillende spoelingen.

8.3.2 Inhoud melkkoeltank

Voor het bepalen van de inhoud van de melkkoeltank, gaat men er van uit dat er minimaal zes melkmalen in worden opgeslagen.
De grootte wordt bepaald door het productieniveau van de veestapel en het afkalfpatroon. Wanneer er veel koeien in een periode afkalven, ontstaat er een piek in de melkproductie. Ook in een dergelijke periode moet de tank voldoende inhoud hebben.
De inhoud van de melkkoeltank kan als volgt worden weergegeven:

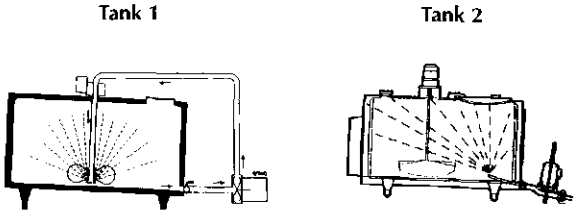
inhoud melkkoeltank = maximale gemiddelde productie x aantal melkmalen x aantal koeien (zie tabel 8.1)

Voorbeeld: Een bedrijf met 60 melkkoeien met een productie van 8.000 kg, waarbij de koeien gespreid afkalven heeft een melkkoeltank nodig met een minimale inhoud van (14,7x60x6)= 5.292 liter.
Het is niet aan te raden een te grote tank aan te schaffen. Deze is niet alleen duurder maar men ondervindt dan ook moeilijkheden in de tijd van de laagste productie. Bij zeer kleine hoe-

Tabel 8.1 Maximale gemiddelde productie per melkmaal bij diverse afkalfpatronen

Jaarproductie (kg)	6.000	7.000	8.000	9.000
Afkalfpatroon:				
Voorjaarsafkalvend	12,6	14,8	16,9	19,0
Najaarsafkalvend	11,8	13,8	15,7	17,7
Gespreid afkalvend	11,0	12,8	14,7	16,5

Figuur 8.2 Schema van reinigingsmogelijkheden met een sproeikop



veelheden melk kan het namelijk voorkomen dat de roerder en/of de regel- en schakelapparatuur niet goed kunnen werken, zodat de melk of niet wordt gekoeld of aanvriest aan de wand. Bij te kleine hoeveelheden melk in de melkkoeltank treedt vaak veel luchtinslag op, doordat de roerder slechts gedeeltelijk in de melk draait.

Aanbevelingen voor melkkoeltanks
In 1966 zijn voor Nederland 'Aanbevelingen ten aanzien van de constructie en prestatie van boerderijtanks' uitgegeven. Boerderijtanks kunnen op het al of niet voldoen aan deze aanbevelingen worden getoetst. In Nederland worden vrijwel alleen tanks aangeschaft die aan deze aanbevelingen voldoen.
In 1984 zijn internationale aanbevelingen voor melkkoeltanks vastgesteld: NEN/ISO 5708.
In 1996 zijn deze ISO-normen herzien.

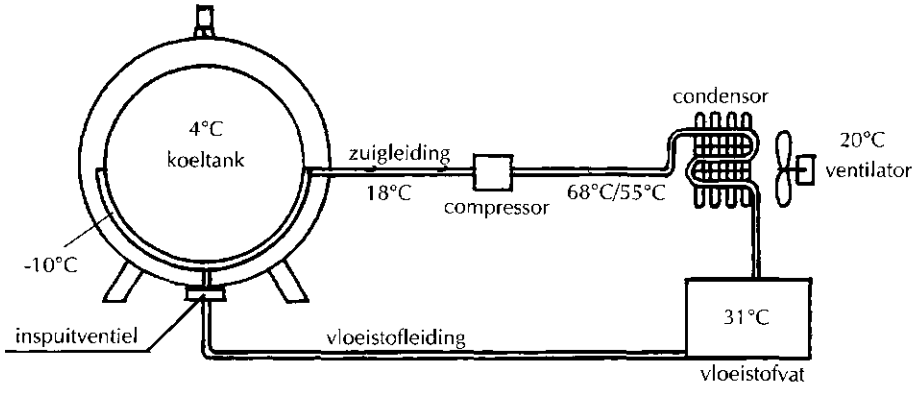
8.4 Werking koelaggregaat

De conventionele koelaggregaten bevatten het koelmiddel freon dat zeer gemakkelijk verdampt. Dat gebeurt in de verdamperspiraal. Voor verdamping is warmte nodig. Deze warmte wordt geleverd door de omgeving van de verdamperspiraal, die daardoor zelf kouder wordt. De verdamping wordt bevorderd doordat de gevormde damp telkens wordt weggezogen door de compressor, die de damp samenperst (comprimeert) en naar de condensor pompt. Door het samenpersen wordt het gas warm. In de condensor geeft het gecomprimeerde gas de warmte af, daardoor condenseert het gas tot vloeistof. De vrijkomende warmte wordt afgegeven aan de lucht die door een waaier langs de condensor wordt aangezogen of aan koelwater dat langs de condensor stroomt. De koelvloeistof stroomt nu weer vanuit het koelvloeistofvat via het inspuitventiel naar de verdamperspiraal, waar de vloeistof verdampt en dus de spiraal afkoelt. Door het verdampen en het condenseren van het koelmiddel wordt in feite warmte van de ene plaats naar de andere gebracht.

8.4.1 Koelsystemen

Het koelen van melk in een tank kan op verschillende manieren gebeuren:
- Directe koeling, waarbij de verdamperspiraal

Figuur 8.3 Schema werking koelaggregaat



van het koelaggregaat tegen de wand van de binnentank ligt en de warmte direct aan de melk wordt onttrokken.

- Indirecte koeling, waarbij de verdampingspiraal de warmte onttrekt aan een vloeistof, die weer wordt gebruikt om de melk af te koelen. Wanneer deze vloeistof water is spreekt men van een ijsbanktank. De binnentank is meestal gemonteerd boven het zich in een 'bak' bevindende ijswater, waarin ook de verdamperspiralen zijn gemonteerd.

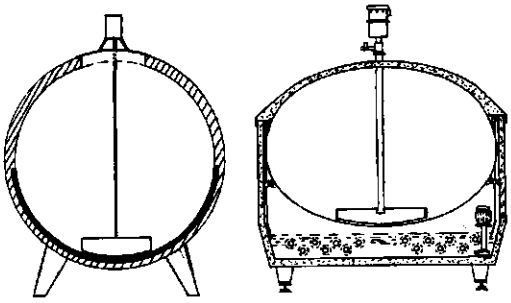
Beide koelsystemen komen in de praktijk voor. Bij directe koeling moet het koelaggregaat de warmte van de melk binnen drie uur afvoeren; bij een ijsbanktank wordt de warmte van de melk in het water opgeslagen waardoor het ijs smelt. Het koelaggregaat heeft de gehele dag de tijd om de voorraad ijs weer aan te vullen. Bij directe koeling is daarom een zwaardere compressor, dus een hogere elektrische aansluitwaarde (kW) nodig dan bij ijsbanktanks (verhouding circa 3:2). Door een hoger rendement is echter het stroomverbruik bij directe koeling (kWh) lager (verhouding circa 2:3). Voor het koelen van 1.000 liter melk is bij directe koeling circa 15 kWh nodig, terwijl een ijsbanktank voor dezelfde hoeveelheid melk 22 tot 25 kWh nodig heeft. In gebieden met een lage capaciteit van het elektriciteitsnet kan het verschil in aansluitwaarde van betekenis zijn.

- Een nieuwe ontwikkeling bij het koelen van melk is stromend koelen, ook wel "in-line-koeling" genoemd. Het principe van stromend koelen is dat de melk gekoeld wordt naar 4 °C voordat de melk in de tank komt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het indirecte koelprincipe. Bij stromend koelen past men dit proces toe in een platenwisselaar. Deze platenwisselaar heeft doorgaans twee secties; in de eerste sectie wordt de melk met behulp van water gekoeld tot circa 20 °C en in de tweede sectie van de platenwisselaar wordt de melk met ijswater verder gekoeld tot circa 4 °C. Daarna wordt de melk opgeslagen in de opslagtank. Deze opslagtank is niet voorzien van koeling. In plaats van koelen met ijswater is ook een systeem met directe koeling denkbaar. Hierbij fungeert een speciale platenwisselaar als verdamper. Dit systeem is echter nog niet beschikbaar.
  Het energieverbruik is bij stromend koelen hoger dan bij de gebruikelijke koeling. Uit dit oogpunt verdient stromend koelen geen aanbeveling.
  Stromend koelen geeft de zuivelindustrie meer flexibiliteit in het ophalen van de melk van de boerderij. Dit komt omdat de melk direct na het einde van het melken op 4 °C is. Bij de conventionele koelsystemen van melkbewaring op de boerderij wordt de melk gekoeld in de koelmelktank. Bij de volgende melkmalen wordt warme melk toegevoegd, waarna de totale tankinhoud weer naar 4 °C wordt gebracht. Dit heeft tot gevolg dat de temperatuur van de melk in de tank sterk wisselt (figuur 8.5). De temperatuurwisseling komt vooral voor op bedrijven die 's zomers in de wei melken en waar de melk met een melktransporttank naar huis wordt vervoerd. De warme melk wordt ineens bij de koude melk in de melktank gevoegd. Bij stromend koelen blijft de melk in de melkkoeltank vrijwel continu op 4 °C.
  Stromend koelen gaf geen verbetering van het kiemgetal te zien ten opzichte van conventionele koelsystemen.

8.5 Koelvloeistoffen

De melk in de melkkoeltank wordt gekoeld met behulp van een koelmachine. In deze koelmachine zit een koelvloeistof die verdampt en op deze wijze warmte ontrekt aan de melk. Voor het koelen van melk gebruikt men vrijwel altijd freongas. Veel gebruikte freongassen zijn R11, R12, R22 en R134a .
Freongassen bevatten onder andere chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's). Deze CFK's komen uit-

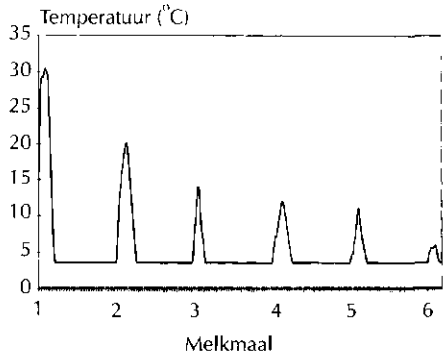
Figuur 8.4 Schema van directe verdamper en ijsbankkoeler



Schema van een directe verdamper

Schema van de ijsbankkoeler

Figuur 8.5 Temperatuurverloop van de melk in de melktank



eindelijk in de atmosfeer terecht, waar ze een rol spelen bij de afbraak van de ozonlaag. Daardoor blijken de CFK-verbindingen belangrijk bij te dragen aan het zogeheten 'broeikaseffect'. Daarom heeft een groot aantal landen een tweetal overeenkomsten gesloten; het verdrag van Wenen en het accoord van Montreal. Beide verdragen zijn er op gericht om het gebruik van CFK's te beperken. Ook Nederland heeft beide overeenkomsten ondertekend.
Bepalend voor de mate van schadelijkheid van CFK's is de zogenoemde Ozon Depletie Factor (ODF). Volledig gehalogeneerde CFK's (harde CFK's) hebben een ODF die varieert van 0,4 tot 1. Gedeeltelijk gehalogeneerde CFK's (zachte CFK's) hebben een ODF die varieert van 0 tot 0,05. Diverse zachte CFK's worden nu ontwikkeld. Voorbeelden van zachte CFK's zijn de typen R22, R123 en R134a. Bij de eerste melkkoeltanks werd veelal gebruik gemaakt van de freon R12, een harde CFK. Met name R22 en R134a worden momenteel veel toegepast in koelmachines die gebruikt worden voor de melkkoeling. De meeste koelmachines zijn echter niet zondermeer geschikt voor toepassing van deze koelvloeistoffen. De druk van deze koelvloeistoffen is hoger. Soms kan volstaan worden met enkele aanpassingen aan de koelmachine. Het kan echter ook gebeuren dat een nieuwe koelmachine moet worden geplaatst. In het ergste geval moet zelfs de melkkoeltank worden vervangen. De meeste melkkoeltanks die gemaakt zijn na 1985 zijn uitgerust met freon R22 of R134a.
Om het gebruik van CFK's te beperken heeft Nederland een aantal maatregelen met betrekking tot koelmiddelen genomen. Nieuw te plaatsen koelmachines mogen vanaf juli 1992 geen harde CFK meer bevatten. Vanaf 1995 mag geen freon R11 en R12 meer worden vervaardigd en ingevoerd. Men mag ook het freongas niet meer in voorraad hebben. Dit betekent dat installaties die lekken niet meer bijgevuld kunnen worden. Het freongas moet dus worden vervangen.
Het plaatsen en het onderhoud van de koelinstallatie moet worden uitgevoerd door een gecertificeerde monteur.

8.5.1 Stichting Erkenningsregeling voor de Uitvoering van het Koeltechnisch Installatiebedrijf (STEK)

Bedrijven die koelmachines plaatsen moeten voldoen aan de erkenningsregeling voor koeltechnische installatiebedrijven.
De uitvoering van de regeling is in handen gegeven van de Stichting Erkenningsregeling voor de Uitoefening van het Koeltechnisch Installatiebedrijf (STEK), die hiervoor speciaal is opgericht.
STEK begeleidt alle werkzaamheden die met de uitvoering van de erkenningsregeling verband houden.

De erkenningsregeling stelt eisen aan de vakbekwaamheid van monteurs en aan de bedrijfsvoering. Zo moet volgens bepaalde technische voorschriften worden gewerkt. Voor wat betreft de bedrijfsvoering worden eisen gesteld aan de benodigde technische hulpmiddelen. Tevens moet van iedere installatie een logboek worden bijgehouden. Aan de ondernemingen die aan de eisen voldoen wordt een erkenning verleend.

Tabel 8.2 Ozon Depletie Factor van verschillende CFK's

Soort	Type	ODF
Volledig gehalogeneerde	R11	1,0
chloorfluorkoolwater-	R12	1,0
stoffen (harde CFK's)	R113	0,8
	R115	0,4
Gedeeltelijk gehalogeneerde	R22	0,05
chloorfluorkoolwaterstoffen	R123	0,02
Koude middelen zonder chloor	R134-a	0

Voor de veehouder /eigenaar van de koelmachine geldt de verplichting dat hij uitsluitend gebruik maakt van CFK-erkende bedrijven. De stichting STEK is opgericht om alle werkzaamheden verband houdende met de CFK-erkenningsregeling te begeleiden en uit te voeren. De stichting stelt de erkenningsregeling, de normen en de behandelingsprocedures vast. Zij verleent de erkenningen, legt sancties op, beheert het erkenningenregister, brengt beleidsadviezen uit, ontwikkelt cursussen en geeft voorlichting.

Controle, verantwoordelijkheden
STEK controleert jaarlijks of de CFK-erkende onderneming nog aan de erkenningseisen voldoet. Als een onderneming zich niet houdt aan de erkenningsregels, kan STEK sancties opleggen, variërende van een berisping tot een geldboete of zelfs intrekking van de CFK-erkenning.

De eigenaar/gebruiker van de koelinstallatie blijft verantwoordelijk en aansprakelijk voor de koelinstallatie. Bovendien is de eigenaar/gebruiker verantwoordelijk voor een installatiegebonden logboek. In voorkomende gevallen, bijvoorbeeld bij lekkage van bestaande installaties, kan de eigenaar gedwongen worden zijn koelinstallatie aan te passen aan de technische eisen (conform de wet algemene bepalingen milieuhygiëne). Deze erkenningsregeling betekent tevens bescherming van de erkende ondernemingen tegen de inschakeling van beunhazen.

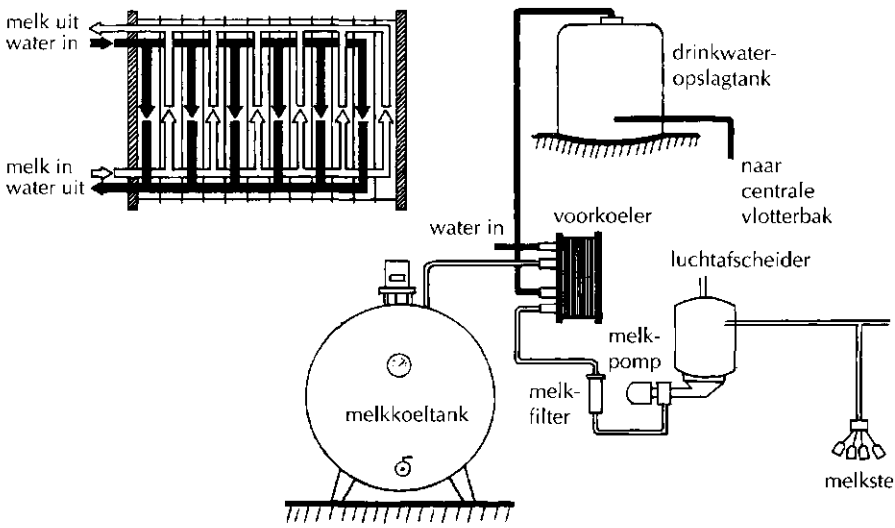
8.6 Energiebesparing bij de melkkoeling
Voor het koelen van melk is energie nodig. Tijdens het koelen wordt de temperatuur van de melk van 35 °C teruggebracht naar 4 °C, hierbij komt energie (warmte) vrij. Deze warmte kan gebruikt worden voor het opwarmen van water. In deze paragraaf worden de mogelijkheden van energiebesparing weergegeven.

Optimale ventilatie
In de melkkoeltank moet de melk binnen drie uur na de melkwinning gekoeld zijn tot 4 °C. De condensor van de, doorgaans in het melklokaal opgestelde, koelmachine wordt meestal met lucht gekoeld. Hoe kouder deze koellucht is, hoe lager het elektriciteitsverbruik zal zijn. Als norm wordt aangehouden een verbruik van 15 kWh per 1.000 liter melk, te koelen van circa 35 °C naar 4 °C en bij een temperatuur van 20 °C van de koellucht van de condensor. Elke 5 °C temperatuurverschil van deze koellucht heeft globaal een verschuiving in het elektriciteitsverbruik van 1 kWh per 1.000 liter te koelen melk.
Bij slechte ventilatie van het melklokaal komen soms zeer hoge temperaturen voor tijdens het koelen. Een optimale ventilatie van de melkkamer is daarom de eerste stap naar energiebesparing.
Bij nieuwbouw worden de vacuümpomp en de koelmachine vaak in een aparte machinekamer geplaatst. Ook deze moet goed geventileerd worden voor een energiezuinige koeling.

Er zijn twee vormen van energiebesparing mogelijk, namelijk voorkoeling en warmte terugwinning.

8.6.1 Voorkoeling
Het voorkoelen van melk wordt op vele bedrijven toegepast. Hierbij wordt, met behulp van water, de melk gekoeld tot circa 20 °C. Deze voorgekoelde melk komt dan in de melkkoeltanks en wordt verder gekoeld tot circa 4 °C. Bij het voorkoelen worden water en melk in tegengestelde richting langs elkaar geleid. De beide vloeistoffen zijn van elkaar gescheiden door een dunne wand van roestvast staal, die tevens een goed warmtegeleidingsvermogen heeft. Het apparaat waarin dit plaatsvindt wordt voorkoeler genoemd. Er zijn platen- en buizenvoorkoelers. In het eerste geval bestaat de koeler of warmtewisselaar uit een aantal roestvaststalen platen met tussenruimte voor melk en voor water, in het tweede geval zijn twee of meer buizen zodanig samengebouwd dat ook tussenruimten ontstaan. Het effect van de voorkoeling wordt vooral beïnvloed door de temperatuur van het koelwater en door de verhouding water/melk. Globaal kan bij een watertemperatuur van circa 11 °C en een verhouding van twee liter water en één liter melk, de melk worden voorgekoeld tot circa 20 °C. In dat geval moet de koelmachine nog koelen tot 4 °C hetgeen aan elektriciteit nog 9 à 10 kWh per 1.000 liter melk vraagt. De besparing op energie is dan ongeveer 40%. In principe kan dan een koelmachine worden gebruikt met een kleinere capaciteit.
Het enigszins opgewarmde water kan worden gebruikt als drinkwater voor het vee.
Het opwarmen van drinkwater voor de koeien lijkt in de winterperiode positief uit te werken

Figuur 8.6 Schematische weergave van het voorkoelen van melk



op de opname. In de zomerperiode geeft dit verwarmde water meer kans op bacteriegroei en laat de opname door smaakafwijkingen soms te wensen over.

Tegenover de besparing op de kosten van energie staan kosten voor aanpassingen, afschrijving, rente en onderhoud. Deze bedragen per jaar circa 20% van het geïnvesteerde bedrag. De waterkosten behoeven niet te worden opgevoerd als het koelwater als drinkwater voor vee wordt hergebruikt. Vaak is dan een extra investering voor een drinkwateropslagtank nodig. Het hergebruikte koelwater moet wel geschikt zijn als drinkwater voor het vee. Water met een zoutgehalte van meer dan 3 gram zout per liter is ongeschikt als drinkwater. Water met een ijzergehalte van meer dan 5 milligram per liter dient eerst ontijzerd te worden. Dit in verband met een kans op verstoppingen van leidingen. Daar het ontijzeren nogal kostbaar is, zal dit alleen bij grote bedrijven worden overwogen. Sommige bedrijven laten dit water wel weglopen. Het betreft hier meestal grondwater waarvan de oppompkosten gering zijn. De aanschaf van een wateropslagtank kan dan ook vervallen. Gezien het streven naar toenemende kwaliteitsborging binnen de zuivelindustrie, kunnen er wel eens eisen aan het te gebruiken koelwater worden gesteld. Het is dan ook aan te bevelen leidingwater of bronwater van dezelfde kwaliteit te gebruiken bij het voorkoelen van melk.

8.6.2 Warmteterugwinning

Bij het koelen van de melk komt veel warmte vrij. Bij de werking van het koelaggregaat is beschreven dat de aan de melk onttrokken warmte via de condensor wordt afgegeven aan lucht of aan water. Door nu de condensor in of vlak voor een vat te plaatsen, kan de vrijgekomen warmte omgezet worden in warm water. Door het opgewarmde water elders te gebruiken spreekt men van warmteterugwinning. De praktijk spreekt ook wel van warmtepompen/warmtewisselaars. De laatste jaren wordt warmteterugwinning steeds meer toegepast. De uitvoeringsvorm van de huidige bij de melkkoeling toegepaste warmteterugwinningsapparaten of warmtepompen kan verschillend zijn. In hoofdzaak kunnen we twee systemen onderscheiden.

Het boilercondensorsysteem

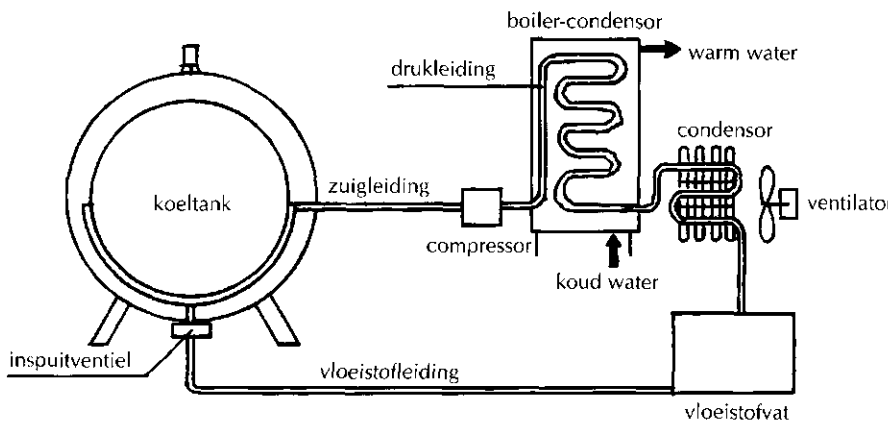
De eerste uitvoering is het zogenaamde boilercondensorsysteem (BC-systeem). Daarbij is een gedeelte van de condensor van de koelmachine ingebouwd in een water- of boilervat. Dit condensorgedeelte doet dienst als warmtewisselaar

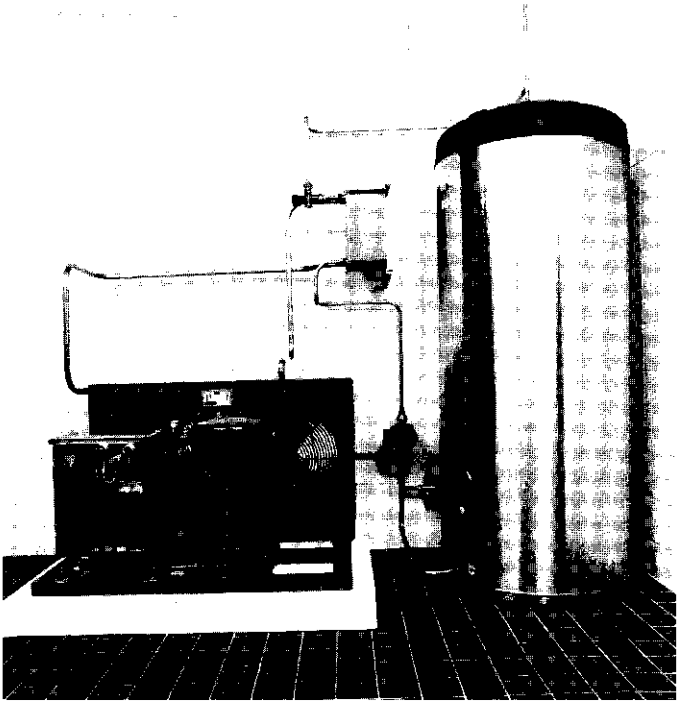
en kan zowel in spiraalvorm in de boiler zijn aangebracht als in dubbele-wandconstructie. Het tweede deel van de condensor is luchtgekoeld en neemt het koelen van het eerste condensordeel over wanneer het water in de boilercondensor een bepaalde temperatuur heeft bereikt. Na het verwarmen van het water wordt de rest van de melkwarmte aan de omgeving afgestaan.
De te bereiken temperatuur van het in de boilercondensor aanwezige water is afhankelijk van de hoeveelheid te koelen melk en van de ingestelde temperatuurhoogte. Dit laatste heeft te maken met de ingestelde druk in de compressor van de koelmachine, die niet te hoog mag oplopen. In de praktijk ligt de temperatuur van het water bij het boilercondensorsysteem meestal tussen de 40 en de 60 °C. Wanneer het voorraadvat niet alle warmte kan opnemen, wordt verder gekoeld met lucht.
Bij de warmtepomp van het boilercondensorsysteem heeft men te maken met een vaste hoeveelheid water (de inhoud van het BC-vat) van een wisselende temperatuur. Deze temperatuur is voornamelijk afhankelijk van de hoeveelheid te koelen melk per melkmaal.

Het water uit de boilercondensor kan desgewenst worden doorverwarmd in een conventionele boiler. Evenals deze laatste staat ook de boilercondensor onder druk van de normale waterleiding. Bij aftappen van water uit de boilercondensor of uit de normale boiler, wordt weer koud water uit de waterleiding toegevoerd naar het boilercondensorvat.
De laatste jaren worden vooral warmteterugwinningssystemen van het watercondensortype geplaatst omdat het rendement van deze systemen hoger ligt dan dat van het boilercondensortype.

Het watercondensorsysteem
De tweede uitvoering is het zogenaamde watercondensorsysteem (WC-systeem). Het systeem is voorzien van een aparte watergekoelde condensor met ernaast een wateropslagvat. Een thermostatisch gestuurde klep zorgt ervoor dat er vanaf de condensor opgewarmd koelwater van een constante temperatuur overloopt in het wateropslagvat. Dit vat staat onder druk van de waterleiding, zodat ook hier bij aftappen boven uit het vat er onder weer koud water instroomt. Bij dit systeem wordt alle warmte uit de melk aan water afgegeven. Bovenin het wateropslagvat stroomt steeds water van een constante temperatuur toe en bouwt daarmee een steeds dikker wordende laag warm water op. Nu hangt het ook hier weer van de hoeveelheid te koelen melk af hoeveel warmte er wordt overgedragen aan water.
Wanneer er meer melk moet worden gekoeld dan er warmte door de in het vat aanwezige hoeveelheid water kan worden opgenomen, wordt bij de oudere systemen warm water gespuid. Bij de moderne watercondersorsystemen wordt er overgeschakeld naar een lucht gekoelde condensor.
De temperatuur van het water bij het WC-sys-

Figuur 8.7 Schema van het boilercondensorsysteem





Watercondensorsysteem.

teem is, zoals reeds genoemd, constant. De meeste WC-warmtepompen leveren warm water af van 55 tot 60 °C. Afhankelijk van de afstelling van de koelmachine kan 0,5 tot 0,8 liter warm water per liter melk worden geproduceerd.

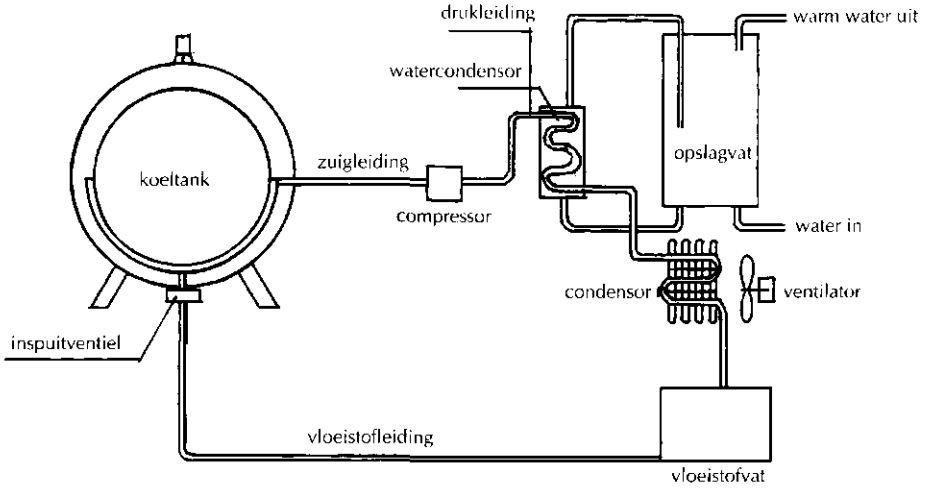
Bij de warmtepomp van het watercondensorsysteem heeft men dus te maken met een wisselende hoeveelheid warm water van een constante temperatuur. Het is hier juist de hoeveelheid water van deze vaste temperatuur die afhankelijk is van de hoeveelheid per melkmaal te koelen melk.

Besparing en benutting

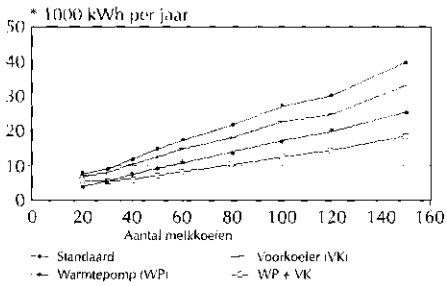
Uit onderzoek is gebleken dat de warmtepomp een aanzienlijke besparing kan geven op de benodigde energie voor het opwarmen van water. Voor het verwarmen van voldoende water voor de reiniging van de melkwinningsapparatuur, de voorbehandeling van de koelen en het aanmaken van kalvermelk is ongeveer 25 kWh aan elektrische energie nodig per 1.000 kg geproduceerde melk. Op deze 25 kWh kan circa 16 kWh worden bespaard. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat een dergelijke besparing alleen kan worden bereikt indien de terug te winnen warmte ook werkelijk wordt gebruikt. In figuur 8.9 is het energie verbruik en de eventuele besparing van voorkoeling en warmteterugwinning weergegeven bij verschillende bedrijfsgrootten.

Bij een grote warmwaterproductie dient te worden overwogen of er voor andere doeleinden bijv. in de huishouding, ook water kan worden benut. In verband met bacteriegroei (Legionella

Figuur 8.8 Schema van het watercondensorsysteem



Figuur 8.9 Energieverbruik voor koeling en warmwatervoorziening bij diverse bedrijfsgrootten en besparingsopties bij een standaard melkinstallatie (kWh/bedrijf)



pneumophilia) kan het nodig zijn dit water door te verwarmen tot boven 60 °C.
Het economisch rendement is afhankelijk van de hoeveelheid melk (geproduceerde warmte), de hoeveelheid energie die weer nuttig kan worden besteed, investeringen in apparatuur en de energieprijzen.
Op enkele bedrijven wordt grondwaterkoeling toegepast, hierbij wordt tussen de melktijden de koelmachine en de warmtepomp gebruikt voor het produceren van warm water. Dit gebeurt door grondwater te gaan koelen.

8.6.3 Combinatie van warmteterugwinning en voorkoeling

Een punt dat voor de praktijk erg belangrijk kan zijn is het gebruik van een voorkoeler gelijktijdig met het toepassen van de warmtepomp. Het zal duidelijk zijn dat, wanneer een voorkoeler reeds de helft van de koeling verzorgt, er voor de warmtepomp slechts de andere helft overblijft om gelijktijdig warm water te produceren. Men dient zich op elk bedrijf af te vragen wat men wil: besparen op koelenergie met voorkoeling, of besparen op de energie voor het verwarmen van water met warmteterugwinning. De combinatie van warmteterugwinning en voorkoeling komt dan vrijwel uitsluitend voor op melkveebedrijven met meer dan 80 koeien. In periodes met een lage melkproductie kan het voorkomen dat door het voorkoelen van de melk onvoldoende warmte beschikbaar is om voldoende warm water op te warmen voor de reiniging.

8.7 Melktransport

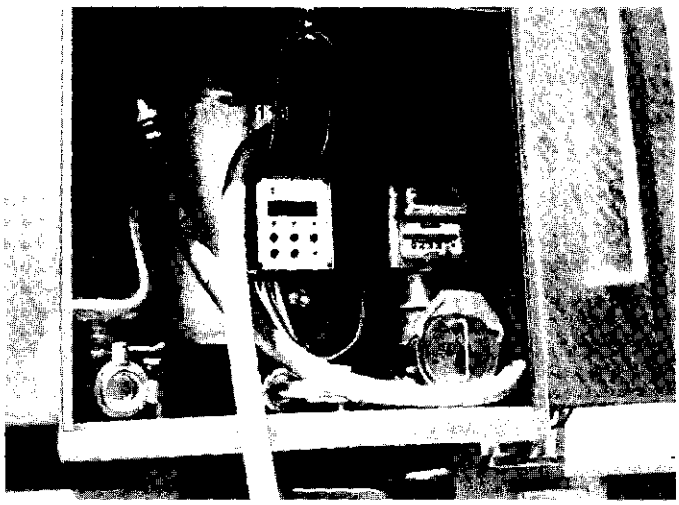
Na de bewaring op de boerderij moet de melk worden getransporteerd naar de zuivelfabriek. Hiervoor wordt met een rijdende melkontvangst de melk opgehaald. Het ophalen gebeurt bij de meeste zuivelfabrieken vijf keer per veertien dagen, volgens het schema 6-6-4-6-6 melkmalen.
Er is echter een tendens om de melk om de zes melkmalen (drie dagen) op te halen.
Bussenmelk wordt in de zomerperiode twee keer per dag opgehaald, terwijl dit in de winterperiode één keer per dag plaatsvindt.

8.7.1 Rijdende melkontvangst

Een rijdende melkontvangst (RMO) is een vrachtauto met een opbouw van één of meer melktanks en een apparatuur voor het leegzuigen en meestal ook het meten van de melk uit koeltanks op boerderijen. De RMO-chauffeur is verantwoordelijk voor de juiste uitvoering van de werkzaamheden. Er bestaat hiervoor een speciale opleiding.
De uitrusting van een RMO kan verschillend zijn, zoals:

- Zonder meet- en monsterapparatuur, maar met alleen een melkpomp voor het leegzuigen van de tank. De melkhoeveelheid wordt dan bepaald met een in de melkkoeltank aanwezige peilstok. Deze methode wordt in ons land niet veel meer toegepast.
- Met een pomp voor het leegzuigen van de melkkoeltank en met apparatuur voor het meten en registreren van de melkhoeveelheid. Een melkmonster moet dan door de RMO-chauffeur worden genomen. Hiervoor bestaan richtlijnen en voorschriften. Momenteel worden er RMO's uitgerust met een weegunit waardoor niet het volume maar direct het aantal kilogrammen melk wordt gemeten. Er hoeft dan later op de zuivelfabriek geen omrekening meer plaats te vinden.
- Met een pomp voor het leegzuigen van de melkkoeltank en apparatuur voor het meten en registreren van de melkhoeveelheid, en bovendien voor het nemen van een melkmonster. Deze methode wordt in ons land nog niet op grote schaal toegepast. Het controleren en reinigen van de apparatuur is niet eenvoudig en vraagt vrij veel tijd.

De apparatuur voor het meten van de melk valt onder de Ijkwet. Zo zal de Dienst van het Ijkwezen er op toezien dat er goedgekeurde



Melkpomp en meet-
apparatuur in RMO.

meetapparatuur wordt gebruikt. Een melkkoeltank met peilstok wordt in z'n geheel beschouwd als meetreservoir en dient daarom te voldoen aan de normen van de IJkwet. De Dienst van het IJkwezen voert in voorkomende gevallen de ijking van deze tanks op de boerderij uit.
Daarnaast werd de Stichting RMO-controle opgericht. Controleurs van deze stichting voeren periodieke controle uit op de ontvangst- en meetapparatuur van alle RMO's voor geheel Nederland.
De stichting staat onder toezicht van het IJkwezen.
Vanzelfsprekend vallen alle controlerende instanties onder het toezicht van de Dienst van het IJkwezen.

9 Reinigen en ontsmetten

9.1 Reinigen en ontsmetten ... 195
9.1.1 De mens ... 195
9.1.2 Reinigingsmiddel ... 195
9.1.3 Mechanische werking ... 196
9.1.4 Temperatuur ... 197
9.1.5 Tijdsduur ... 198
9.2 Reinigings- en ontsmettingsmiddelen ... 198
9.2.1 Reinigingsmiddelen ... 198
9.2.2 Ontsmettingsmiddelen ... 200
9.2.3 Gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen ... 201
9.2.4 Zure middelen ... 202
9.2.5 Wettelijke bepalingen ... 202
9.3 Reinigingssystemen ... 203
9.3.1 Standaardreiniging ... 203
9.3.2 Hittereiniging ... 204
9.3.3 Doorschuifreiniging ... 205
9.3.4 Voorraadreiniging ... 205
9.3.5 Vergelijking van reinigingssystemen ... 206
9.4 Reiniging melkkoeltanks ... 207
9.5 Regelmatige controle op de reiniging ... 208
9.6 Warmwatervoorziening ... 208
9.7 Afvalwater ... 208
9.7.1 Afvalwaterproblematiek ... 209
9.7.2 Hoeveelheid en vervuiling ... 209
9.7.3 Hergebruik van afvalwater ... 209

Reinigen en ontsmetten

Goed gewonnen melk behoeft bij aflevering niet meer dan enkele duizenden kiemen per ml te bevatten. Bij een minder goede winning en bewaring is dit aantal echter vele malen groter. Dit wordt vooral veroorzaakt door een onvoldoende reiniging en ontsmetting van de melkwinningsapparatuur en de melkkoeltank.
Bij de reiniging zijn grote hoeveelheden water nodig die na de reiniging geloosd moeten worden. De laatste jaren is het besef gegroeid dat dit water een belasting is voor het milieu indien dit op het oppervlaktewater geloosd wordt. Het afvalwateraspect krijgt daarom ook aandacht in dit hoofdstuk.

9.1 Reinigen en ontsmetten

Het doel van het reinigen is het volledig verwijderen van de melkresten zodat volkomen schone oppervlakken worden verkregen. Bij het reinigen zijn verschillende factoren van belang, die schematisch in figuur 9.1 zijn weergegeven.

9.1.1 De mens

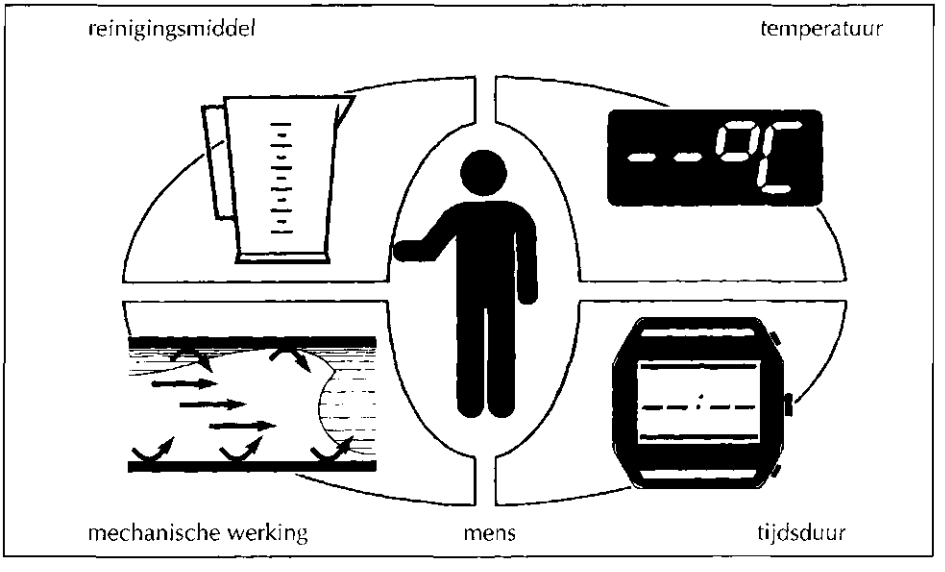
In figuur 9.1 is de mens centraal gesteld, daar deze verantwoordelijk is voor de resultaten die bij de reiniging worden verkregen.
Geen enkel reinigingsvoorschrift, hoe uitgebreid ook, is in dit opzicht toereikend. Zo dient de mens extra aandacht te schenken aan uit hygiënisch oogpunt kwetsbare onderdelen van de apparatuur en aan het tijdig vervangen van aan *slijtage onderhevige delen. Zelfs bij een geautomatiseerde* reiniging is een regelmatige controle van het geheel onmisbaar, terwijl dikwijls een aanvullende reiniging van onder andere kranen en rubberringen noodzakelijk is.
De inrichting van de melkkamer moet zodanig zijn dat de mens de controle- en reinigingsactiviteiten goed kan uitvoeren. Ook aan de verlichting, bij voorkeur TL-buizen, dient de nodige zorg te worden besteed, zodat men vervuiling van onderdelen goed kan waarnemen.

9.1.2 Reinigingsmiddel

Een reinigingsmiddel vergemakkelijkt het verwijderen van vuil aanzienlijk. Zeer belangrijk is dat het middel is afgestemd op het doel waarvoor en de omstandigheden waaronder het wordt gebruikt. De samenstelling ervan moet op moeilijk te verwijderen bestanddelen van de melkresten, vooral op eiwit en vet, zijn afgestemd en niet op slechts één van beide.

Bij de moderne melkinstallaties wordt vaak alleen gesproken over de reiniging. Daarmee wordt echter meestal ook de ontsmetting bedoeld. Vrijwel altijd is er namelijk sprake van een gecombineerde reiniging en desinfectie. Het doel van ontsmetten (desinfecteren) is het doden van kiemen die op de gereinigde oppervlakken zijn overgebleven. Bij een goede reiniging worden niet alleen de melkresten verwij-

Figuur 9.1 Vijf factoren van belang bij de reiniging

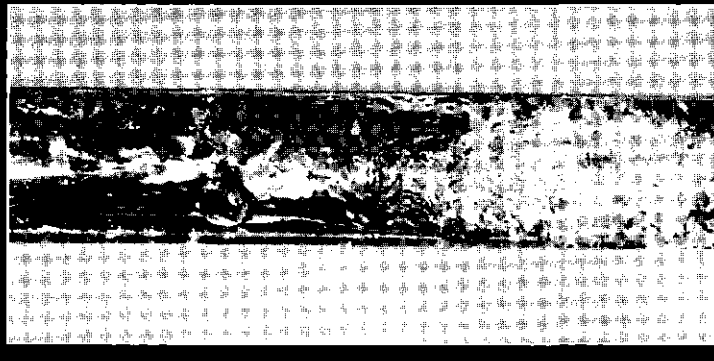


derd, maar er vindt eveneens een aanzienlijke vermindering van het aantal aanwezige kiemen plaats. De reiniging is het belangrijkst, ontsmetten dient als een aanvulling te worden beschouwd. Ontsmetten van melkgerei op de boerderij gebeurt vrijwel uitsluitend met chemische middelen. Ontsmetten met heet water is ook mogelijk, maar dit is in de praktijk nog niet zo gangbaar.
Een aantal van de algemene eisen die aan de reinigingsmiddelen zijn gesteld, zijn ook van toepassing op de ontsmettingsmiddelen zoals het niet aantasten van materialen (vooral rubberonderdelen), het niet schuimen bij circulatiereiniging en het goed oplosbaar zijn in water.

9.1.3 Mechanische werking

Het gebruik van een borstel bevordert het contact tussen reinigingsoplossing en het te reinigen oppervlak waardoor het verwijderen van melkresten wordt versneld. Bij melkleidingen is het gebruik van borstels niet mogelijk. Hier past men een circulatiereiniging toe. De mechanische werking wordt verkregen door de reinigingsvloeistof snelheid te geven en de turbulentie in de vloeistof te bevorderen door middel van het inlaten van lucht, bijv. door een spoelpulsator.

Verder past men bij melkleidinginstallaties soms vacuümverhoging toe. Hierbij is het vacuüm tijdens het reinigen ongeveer 5 - 10 kPa hoger dan tijdens het melken. De verhoging van het vacuüm tijdens de reiniging dient bij voorkeur automatisch te geschieden. Het risico dat men gaat melken met het verhoogde vacuüm is dan kleiner. Toepassing van vacuümverhoging tijdens het reinigen is vooral zinvol bij installaties met ruim gedimensioneerde melkleidinginstallaties die met een laag vacuüm (40 - 44 kPa) melken.
De mechanische werking kan ook worden verkregen door de reinigingsoplossing met kracht tegen de wand te spuiten. Dit gebeurt bij melktanks.
Om de mechanische werking zo effectief mogelijk te doen zijn, is het noodzakelijk dat de constructie van de apparatuur daarop is aangepast. Dode hoeken waarin vloeistof blijft staan, dienen te worden vermeden. In melkkranen, koppelingen, naden en scherpe hoeken hopen zich gemakkelijk melkresten op. Koppelingen dienen van binnen vlak te zijn afgewerkt, tussenruimte mag niet voorkomen of deze moet zo ruim zijn dat de vloeistof erin niet tot stilstand komt.
Ook de hoedanigheid van het oppervlak is van belang. Om aanhechten van de melkresten zo gering mogelijk te doen zijn, zijn gladde oppervlakken een eerste vereiste. Zo dient bij melktanks onder andere de binnentank te bestaan uit goed gepolijst roestvast staal. Het oppervlak moet bij normale behandeling glad blijven. Dit is bij kunststoffen nog wel eens een bezwaar.
De moeilijkst te reinigen oppervlakken zijn die van de rubber onderdelen. Vooral de tepelvoeringen gaan na verloop van tijd slijtage vertonen. De aard van het rubber, de gebruikte reinigings- en ontsmettingsmiddelen en de temperatuur bij de reiniging hebben invloed op de duurzaamheid van de rubbers. Op den duur



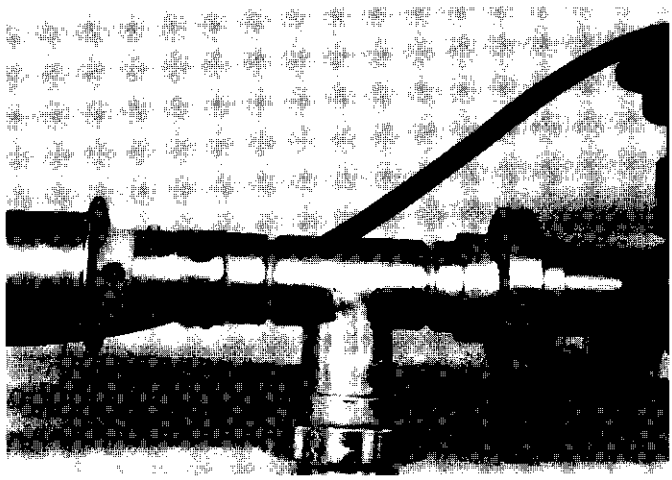
Turbulentie en snelheid van het spoelwater

ontstaan er scheurtjes, barstjes en vervormingen. In gebieden met hard water ontstaat bovendien gemakkelijker aanslag op het oppervlak van het rubber waardoor het materiaal niet glad blijft. Een tijdige vervanging van tepelvoeringen, melkslangen enz. kan veel moeilijkheden voorkomen.

9.1.4 Temperatuur

In het algemeen kan men stellen dat bij een hogere vloeistoftemperatuur de reiniging aanzienlijk efficiënter verloopt. Bij de reiniging is het niet mogelijk de temperatuur naar willekeur te kiezen; men moet onder meer rekening houden met de volgende factoren:

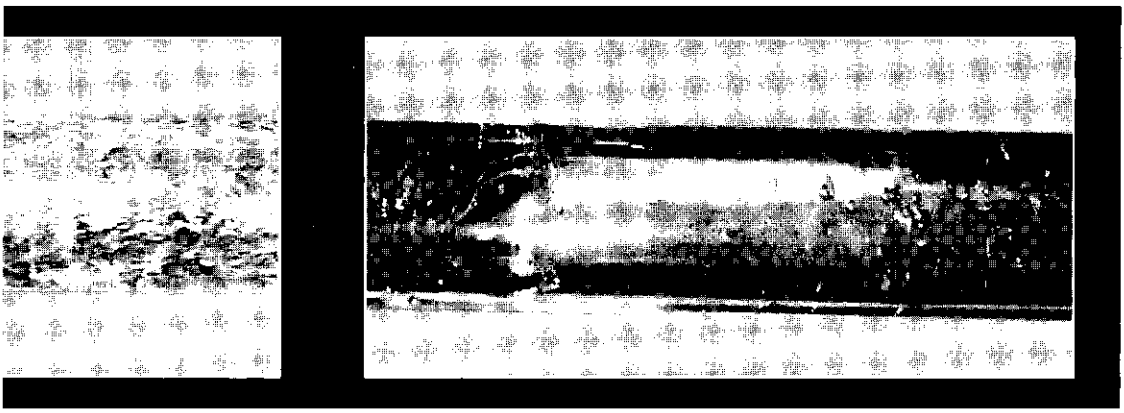
- De huid. Bij handreiniging kan men niet hoger gaan dan 40-50 °C.
- De melkresten. In verband met het vloeibaar zijn van vet zijn temperaturen beneden de 40 °C minder gewenst. Bij temperaturen hoger dan 80 °C slaat het eiwit neer en is het moeilijk te verwijderen. Bij hard water en alkalische middelen bevordert een te hoge temperatuur het ontstaan van aanslag.
- Het materiaal. Kunststoffen en ook rubbers zijn nogal eens temperatuurgevoelig. Bij hoge temperaturen (> 70 °C) kunnen in kunststofleidingen scheurtjes ontstaan.
- Melkkoeltanks. Bij sommige tanks met directe koeling zijn temperaturen boven 70 °C af te raden in verband met het oplopen van de freondruk in de verdamper. Dit geldt vooral bij de kleinere typen waarbij de freon in de verdamper blijft na het stoppen van het koelaggregaat.



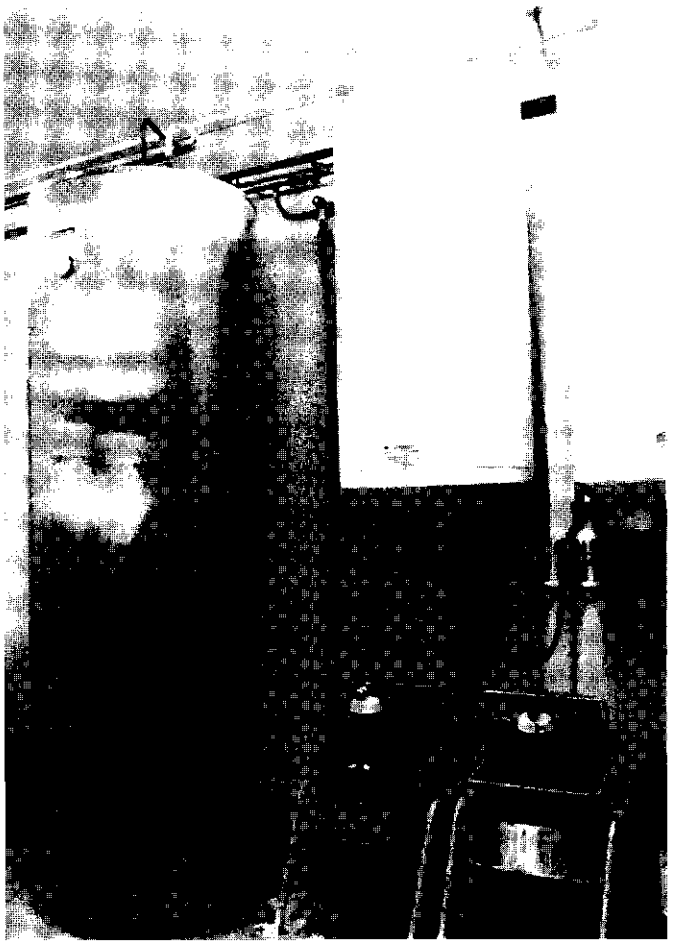
Een spoelpulsator zorgt voor meer turbulentie.

Bij ijsbanktanks, waarvan de binnentank in het ijswater hangt, is het niet mogelijk een verhoogde reinigingstemperatuur toe te passen. De reinigingsvloeistof koelt direct zeer sterk af.

In het algemeen worden voor handreiniging temperaturen van 40-50 °C aanbevolen. Bij circulatiereiniging mag de vloeistoftemperatuur hoger zijn. De eindtemperatuur zal hierbij tenminste 35 à 40 °C moeten zijn. Er is een aantal mogelijkheden om onnodige temperatuurdalingen van het reinigingswater te voorkomen. Water in een wasbak die smal en diep is koelt minder snel af dan in een brede, ondiepe bak. Ook het afdekken van de bak geeft minder afkoeling.
In extreme omstandigheden kan men overwe-



bevorderen de snelheid van uitspoelen.



Apparatuur voor het leveren van warm water op de juiste temperatuur.

gen de leidingen tussen melkkamer en melkstal te isoleren. Dit heeft echter alleen nut als het om grotere afstanden gaat en waarbij de leidingen (voor een deel) door de buitenlucht gaan. Bij isolatie mag het isolatiemateriaal geen water opnemen omdat anders een averechts effect ontstaat door "koude-bruggen".
Ook het verkorten van de tijdsduur tussen de verschillende fasen van de reiniging heeft een positief effect op het verloop van de temperatuur.

9.1.5 Tijdsduur

Behalve het reinigingsmiddel, de temperatuur en de mechanische werking is ook de tijdsduur die aan het reinigen wordt besteed, van invloed op het reinigingseffect. In de praktijk wordt bij de handreiniging geen rekening gehouden met de inwerkingsduur, bij de circulatiereiniging wel. In de regel is 7-10 minuten ruim voldoende. Te lang circuleren kan een negatief effect op de reiniging hebben omdat de temperatuur onder de minimaal vereiste eindtemperatuur zakt.
Afgezien van de mens kunnen de in figuur 9.1 aangehaalde factoren elkaar tot op zekere hoogte vervangen. Het is echter beter zich aan de reinigingsvoorschriften te houden en niet tot experimenteren over te gaan.

9.2 Reinigings- en ontsmettingsmiddelen

De middelen, die veehouders gebruiken voor het reinigen en ontsmetten van melkwinningsapparatuur kunnen worden onderverdeeld in:

- Reinigingsmiddelen, welke specifiek zijn bestemd voor het reinigen.
- Ontsmettingsmiddelen aansluitend op het gebruik van reinigingsmiddelen.
- Gecombineerde middelen, die gelijktijdig zowel een reinigende als een ontsmettende werking hebben.
- Zure middelen, welke voornamelijk zijn bedoeld om eventueel gevormde aanslag te verwijderen.

Door de sterk toegenomen mechanisering is in de loop der jaren een verschuiving opgetreden van de afzonderlijke reinigings- en ontsmettingsmiddelen naar de gecombineerde middelen.

9.2.1 Reinigingsmiddelen

Reinigingsmiddelen bestemd om melkresten te verwijderen moeten afgestemd zijn op de bestanddelen van deze melkresten. Dit zijn vooral eiwit en vet.

Eiwit
Eiwit kan worden verwijderd door alkalische, maar ook door zure stoffen. Het middel zal dus een voldoende hoeveelheid van één van beide stoffen moeten bevatten om al het eiwit op te lossen en in oplossing te houden.

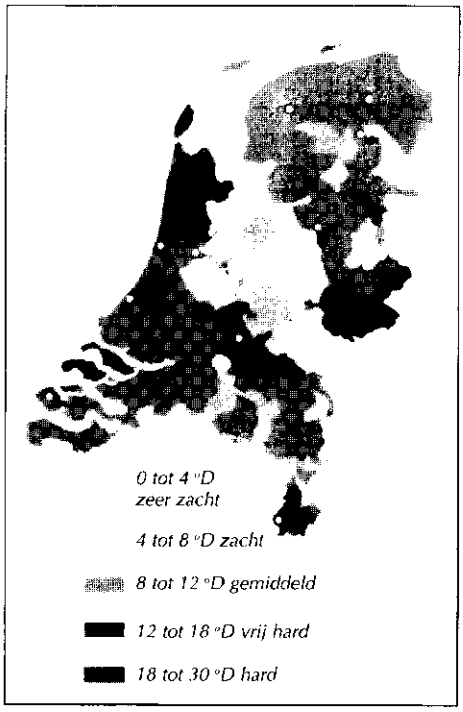
Vet
Vet lost niet op in water, maar kan daarin wel in kleine bolletjes worden verdeeld. Dit gaat gemakkelijker wanneer de oppervlaktespanning tussen vet en water verlaagd wordt. Daartoe kunnen oppervlakte-actieve stoffen of bevochtigers worden toegevoegd. Dergelijke bevochtigers hebben bovendien een gunstige werking bij de verwijdering van eiwit, doordat deze be-

vochtigers een gemakkelijk contact tussen de waterige oplossing en de eiwitdeeltjes mogelijk maken.

Aanslag en hardheid
Bepaalde reinigingsmiddelen kunnen aanleiding geven tot de vorming van aanslag, vooral bij gebruik van alkalische middelen in water met een hoge hardheid. Deze hardheid wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van calcium- en magnesiumzouten.
In ons land wordt de waterhardheid meestal uitgedrukt in graden Duitse hardheid (°D), waarbij 1°D overeenkomt met een oplossing van 10 mg calciumoxyde per liter water. Ook het magnesiumgehalte van het water wordt hierbij in calciumoxyde omgerekend. De hardheid van het leidingwater loopt in verschillende delen van het land sterk uiteen namelijk van circa 1° tot 25 °D. In gebieden met zeer hoge hardheid zijn verschillende waterleidingbedrijven overgegaan op centraal ontharden van het water.
Aanvankelijk bestaat de aanslag vrijwel alleen uit calcium- en magnesiumzouten. Daarop hechten zich melkresten die moeilijk te verwijderen zijn (melksteen).
Bij het samenstellen van reinigingsmiddelen is het mogelijk tot op zekere hoogte met de waterhardheid rekening te houden door calcium- en magnesiumbindende stoffen, zoals polyfosfaten, toe te voegen waardoor minder gemakkelijk aanslag ontstaat. Daarnaast kan bij hogere hardheden een hogere gebruiksconcentratie van het middel verbetering geven. Milieu-overwegingen hebben er toe geleid dat de polyfosfaten vervangen zijn door andere stoffen. Dit zijn de zogenaamde fosfaatvrije reinigingsmiddelen.

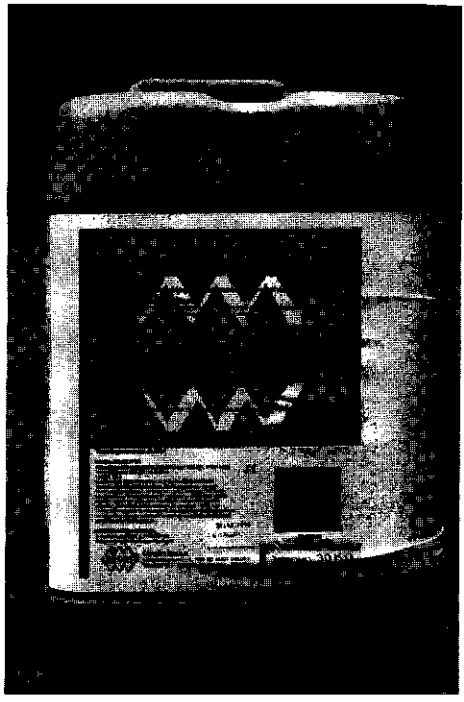
Corrosie
Bij de melkwinning op de boerderij zijn verschillende materialen in gebruik. De meest voorkomende zijn: roestvast staal, kunststof, glas en rubber. Aantasting van deze materialen door reinigingsmiddelen moet tot het uiterste worden beperkt. Dit kan worden bereikt door het gebruik van minder agressieve stoffen of door stoffen die een corrosiewerende werking hebben. Hierbij speelt ook de concentratie van de middelen in de reinigingsvloeistof een rol.

Dosering
De gebruiker kan het effect van een goed reinigingsmiddel verminderen door een onjuiste dosering toe te passen. Het is daarom zaak op de voorgeschreven gebruiksconcentratie te letten.



Actuele gegevens over de hardheid worden verstrekt door de waterleidingbedrijven.

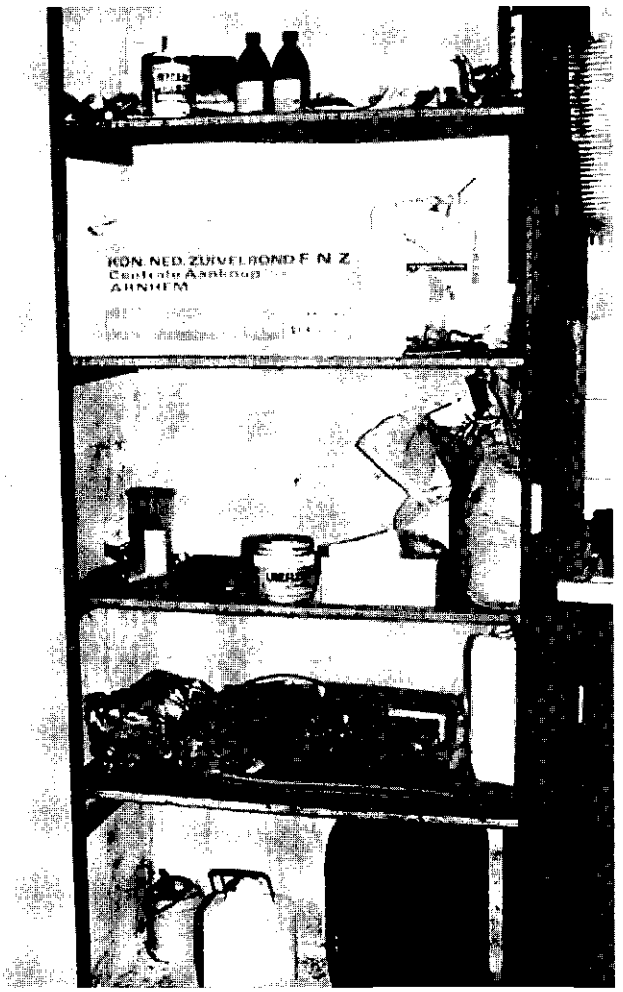
Gebruikseigenschappen
Een reinigingsmiddel moet snel en volledig oplossen in water. Daar de middelen veelal in



Op het etiket of op de verpakking van een toegelaten middel moet een toelatingsnummer staan, het gehalte aan werkzame (=kiemdodende) stof, houdbaarheidsdatum en een gebruiksvoorschrift.

een vochtige ruimte worden bewaard (melkkamer) is het aantrekken van vocht, zoals dit zich bij verschillende poedervormige middelen voordoet, ongewenst. Bij het niet voldoende sluiten van de verpakking vervloeit soms de bovenlaag van het product; ook wordt het wel eens hard of klonterig. Het doseren en oplossen van een dergelijk middel wordt dan bemoeilijkt. Het is in dit verband af te raden te grote voorraden aan te leggen. Ook van vloeibare middelen kunnen beter niet te grote voorraden worden aangelegd i.v.m. de houdbaarheid. Het actief chloorgehalte daalt namelijk in de loop van maanden.
Bij de reiniging van melkleidingen gebruikt men middelen die weinig of niet schuimen. Schuim is hier ongewenst omdat het via de luchtafscheider in de vacuümpomp terecht kan komen waardoor deze sneller slijt. Ook in melktanks is schuim, en vooral stabiel schuim, bij de reiniging ongewenst omdat het zich moeilijk laat wegspoelen. Hierdoor kunnen de in het schuim aanwezige oppervlakte-actieve stoffen in de melk terechtkomen.
De reinigingsmiddelen mogen geen bijzondere gevaren voor de gebruiker met zich meebrengen. Het is van belang dat de in de gebruiksaanwijzing vermelde waarschuwingen en gebruiksvoorschriften goed gelezen en in acht genomen worden.

Reinigings- en ontsmettingsmiddelen behoren in een afsluitbare kast.



Handreiniging
Vooral bij de handreiniging zijn middelen in gebruik waarmee men alleen reinigt en de ontsmetting in een aparte nabehandeling plaatsvindt. Aan de middelen gebruikt bij het reinigen met de hand worden bepaalde eisen gesteld. Zij mogen bijvoorbeeld niet irriterend zijn voor de huid. Omdat bij de handreiniging het effect van de middelen door het borstelen wordt ondersteund, volstaat men vaak met eenvoudiger, minder agressieve, middelen. In de meest eenvoudige vorm is dit soda.

9.2.2 Ontsmettingsmiddelen

Het meest gebruikte ontsmettingsmiddel is ongetwijfeld chloorbleekloog. Meestal is dit een oplossing van natriumhypochloriet. Het product is vrij goedkoop en heeft een snelle kiemdodende werking.
Daarbij zijn vooral de volgende factoren van belang:

- Concentratie.
- Contacttijd.
- Eventuele aanwezigheid van organische stof (melkresten).
- Milieu (zuur, neutraal of alkalisch).
- Temperatuur.

De gebruiksconcentratie is van groot belang voor de snelheid waarmee een gewenste kiemdodende werking wordt bereikt.
Chloorbleekloog wordt voorgeschreven in een hoeveelheid van 15 ml per 10 liter water; de gebruiksoplossing bevat dan circa 200 mg actief chloor per liter. Deze hoeveelheid chloor is beslist aan de ruime kant. Er wordt echter een veiligheidsmarge aangehouden omdat bij bewaring het gehalte aan het werkzame bestanddeel, het hypochloriet, in het middel kan verminderen. Ook kunnen eventueel achtergebleven melkresten het hypochloriet deels onwerkzaam maken.

Chloorbleekloog reageert zoals de naam reeds aanduidt alkalisch. Hierdoor wordt het agressie-

ve karakter van het chloor ten opzichte van het gebruikte materiaal zoals rubber en metalen beperkt, terwijl toch het ontsmetten nog in korte tijd kan plaatsvinden. De snelheid waarmee de kiemen worden gedood neemt toe bij verhoogde temperatuur. Om de aantasting van de materialen te beperken, worden echter koude gebruiksoplossingen voorgeschreven. Onder normale omstandigheden zal een gebruiksoplossing van chloorbleekloog de kiemen binnen twee minuten doden.
Hoewel er bij de bereiding van chloorbleekloog zorg is gedragen dat het product zo weinig mogelijk agressief is, komt aantasting van rubber in de praktijk herhaaldelijk voor. Veelal is dit te wijten aan overdosering.
In plaats van chloorbleekloog worden ook wel organische chloorbevattende producten in poeder- of tabletvorm toegepast. Het voordeel van deze middelen is dat het chloorgehalte tijdens het bewaren in vaste vorm vrijwel niet terugloopt. Van deze middelen worden chlooraminen meestal als minder geschikt beschouwd, omdat de ontsmettende werking te zeer pH-gevoelig is en met name in het alkalisch gebied traag verloopt. De dichloorisocyanuraten daarentegen gedragen zich in de oplossing als chloorbleekloog. In de handel worden deze middelen meestal aangeduid als chloorpoeder of chloortabletten.

Een geheel andere groep van ontsmettingsmiddelen wordt gevormd door de jodoforen. Een jodofoor is een combinatie van jodium met een organische verbinding die als drager fungeert en het jodium, dat zelf niet oplosbaar is, in water in oplossing houdt. Het jodium behoudt onder deze omstandigheden zijn gunstige kiemdodende eigenschappen.
Jodium is evenals chloor een snelwerkend ontsmettingsmiddel. De ontsmettende werking van 25 mg vrij jodium per liter komt ongeveer overeen met die van 200 mg vrij chloor per liter. Jodofoor is in de voorgeschreven gebruiksoplossing lichtbruin van kleur. Als de jodofooroplossing is uitgewerkt verdwijnt deze kleur, zodat de gebruiker kan zien wanneer het middel uitgewerkt is.
Omdat jodoforen het beste werken in zuur milieu is fosforzuur aan het middel toegevoegd. Een voordeel hiervan is, dat melksteenvorming kan worden voorkomen. Er wordt wel eens gesteld dat een jodofoor ook reinigende eigenschappen bezit. Op grond daarvan wordt een jodofoor soms als een gecombineerd middel gepropageerd. In ons land is men algemeen van mening dat deze reinigende eigenschappen onvoldoende zijn. Jodoforen moeten alleen als ontsmettingsmiddel worden beschouwd.
In een zuur milieu zijn ook peroxide en perazijnzuur werkzaam. Deze middelen werken als ontsmettingsmiddel goed. Perazijnzuur heeft een breed werkingsspectrum, het schuimt niet en de werking ervan wordt nauwelijks beïnvloed door restanten organisch vuil. Omdat perazijnzuur bij een lage pH (3-5,5 als optimum) vooral werkzaam is, wordt het met zuren gecombineerd.

9.2.3 Gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen

Gezien de uiteenlopende omstandigheden waaronder het reinigen en ontsmetten plaatsvinden, is het niet eenvoudig om een middel zodanig samen te stellen dat aan alle eisen in het voorgaande gesteld, geheel wordt voldaan. Bij vloeibare middelen is men daarbij gebonden aan oplosbaarheidsgrenzen, welke ook in het geconcentreerde middel niet overschreden mogen worden, omdat anders kristallisatie of uitzakking van bepaalde bestanddelen kan optreden. Bij de poedervormige middelen kan de oplosbaarheid te wensen overlaten, vooral indien het middel vocht heeft aangetrokken. Verder mogen de bestanddelen van een gecombineerd middel elkaar niet nadelig beïnvloeden. In dit opzicht is vooral de keuze van de desinfectiecomponent van belang. In middelen met alkalische reinigingscomponenten wordt meestal hypochloriet toegepast, omdat dit ook in een alkalisch milieu nog een goede werkzaamheid heeft. In een zuur milieu daarentegen is het hypochloriet instabiel, waarbij het zeer agressief kan worden ten opzichte van mens en materialen.
In poedervormige middelen is het hypochloriet meestal aanwezig in de vorm van dichloorisocyanuraat dat als zodanig een goede stabiliteit heeft. Bij het oplossen van het poeder wordt uit het dichloorisocyanuraat direct hypochloriet gevormd. In vloeibare middelen heeft het geen zin om deze duurdere grondstof te gebruiken en wordt het hypochloriet in de vorm van chloorbleekloog toegevoegd. Dit is minder stabiel. Daarom is het van belang, dat men de middelen niet te lang bewaart en de aanwezige voorraad koel en donker houdt.
De reinigende werking van de gecombineerde

wordt aan het water een gecombineerd reinigings- en ontsmettingsmiddel toegevoegd. Bij deze reinigingfase wordt heet water met een temperatuur van 60 - 70 °C gebruikt. Bij de hoofdreiniging circuleert het water gedurende 7 tot 10 minuten. Om een goed reinigingseffect te behalen is het essentieel dat de eindtemperatuur niet lager dan 35 - 40 °C komt.
Op de verpakking van het middel staat de dosering aangegeven. In het algemeen zal deze 0,5% zijn. Ook de temperaturen die voor het middel van toepassing zijn staan op de verpakking vermeld.

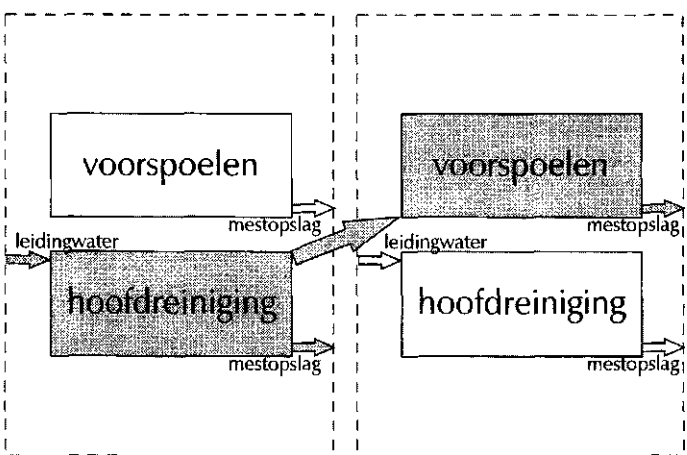
Naspoeling en drainage
De naspoeling dient om de resten van de reinigingsvloeistof van de hoofdreiniging uit de installatie te verwijderen. Hiervoor wordt schoon, koud water gebruikt. Evenals de voorspoeling dient de naspoeling niet te circuleren om een optimaal effect te bereiken.

Om het effect van de verschillende fasen te optimaliseren is het noodzakelijk dat na elke fase zo weinig mogelijk restwater in de installatie achterblijft. Zo kan voorspoelwater met daarin melkresten de hoofdreiniging negatief beïnvloeden.
Om na elke fase het water zo goed mogelijk te verwijderen moet men de installatie draineren. Dit kan door na het wegpompen van het spoelwater de installatie te laten leegzuigen. Daarnaast dient de luchtafscheider na het stoppen van de vacuümpomp leeggepompt te worden. Verder kan men de persleiding legen door een automatische waterontlastklep. Tot slot dient de wasbak tussen elke fase volledig leeg te lopen.

9.3.2 Hittereiniging
Bij hittereiniging wordt de installatie, zoals de naam al zegt, op hoge temperatuur gereinigd en ontsmet. Voor de hittereiniging wordt heet water van 98 °C in de installatie gebracht. Dit moet zolang doorgaan tot de installatie gedurende twee minuten een temperatuur 77 °C heeft bereikt. Door deze temperatuur wordt de installatie als het ware gepasteuriseerd. Bij lagere temperaturen kan gemakkelijk een ophoping van thermoresistente bacteriën optreden.
Bij de hittereiniging vindt geen circulatie van het water plaats, het gebruikte water vloeit weg. Om neerslag van calcium- en magnesiumzouten te voorkomen wordt aan het water zuur toegevoegd. Dit gebeurt middenin het reinigingsprogramma door in de watertoevoer zuur te doseren.

In de praktijk wordt er vaak geen voorspoeling toegepast bij hittereiniging. Zijn echter de energieverliezen in een deel van de installatie geoptimaliseerd door de spoelleiding te verkorten en/of door een deel ervan te isoleren dan zal de temperatuur in de installatie zeer snel stijgen. Hierdoor kunnen problemen met aanslag van melkeiwit ontstaan. Dit kan opgelost worden door eerst een voorspoeling uit te voeren.

Figuur 9.3 Schematische voorstelling van de hittereiniging



De hittereiniging kent geen aparte naspoeling. Aan het laatste deel van de watertoevoer wordt geen zuur meer toegevoegd. Er wordt dan slechts schoon (heet) water in de installatie gebracht. Omdat er geen sprake is van circulatie wordt het water met zuur goed verdrongen uit de installatie.

Door het opwarmen tot hoge temperaturen ontstaat bij hittereiniging in de warmwaterapparatuur kalkaanslag op de verwarmingselementen. Om rendementsverlies te beperken is verwijdering van deze aanslag enkele keren per jaar nodig.

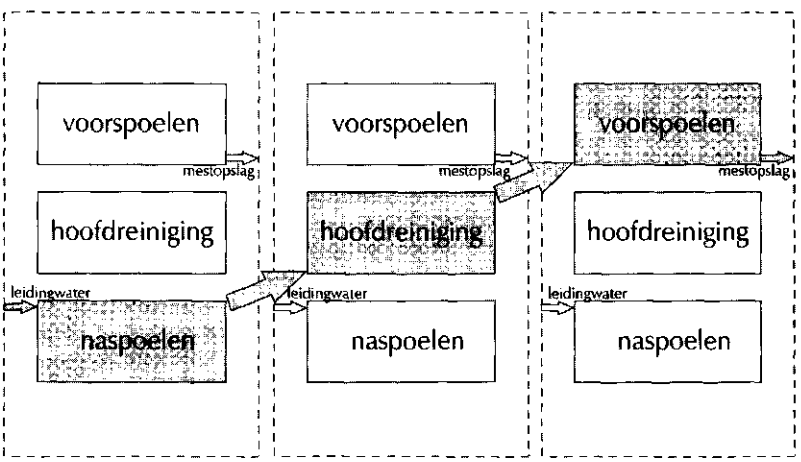
9.3.3 Doorschuifreiniging

De doorschuifreiniging is ontstaan vanuit de gedachte om het water van de reiniging efficiënter te gebruiken. Dit met het doel de afvalwaterproductie van de reiniging te beperken. Reinigingstechnisch verschilt de doorschuifreiniging niet van de standaardreiniging. Ook bij de doorschuifreiniging is er sprake van een voorspoeling, hoofdreiniging en naspoeling. Het verschil met de standaardreiniging is dat hetzelfde water drie keer wordt gebruikt. Dit gaat als volgt in zijn werk.
Het systeem "pakt" voor de naspoeling schoon, koud leidingwater. Na de uitvoering van de naspoeling wordt het water opgevangen in een geïsoleerd vat voorzien van een verwarmingselement. In dit vat wordt het water ten behoeve van de hoofdreiniging van het volgende melkmaal opgewarmd. Na de uitvoering van de hoofdreiniging wordt het water opnieuw opgevangen in een tweede geïsoleerd vat. Dit water blijft hierin staan tot het volgende melkmaal. Het is dan nog warm genoeg om zonder opwarmen te gebruiken voor de voorspoeling. Na de uitvoering van de voorspoeling wordt het water geloosd. Het is dan niet meer geschikt voor hergebruik omdat het melkresten en reinigingsmiddelen bevat. Door deze werkwijze is een besparing op het afvalwater van de melkinstallatie van 66 % te realiseren. Een ander voordeel van dit systeem is de snelheid waarmee de verschillende reinigingsfasen op elkaar kunnen volgen. Dit kan omdat in de beide vaten de vloeistof klaar staat voor gebruik. Dit heeft een positief effect op het temperatuurverloop tijdens het reinigen doordat vaak veel tijd en daardoor warmte verloren gaat bij het vullen van de spoelbak. Nadeel van de doorschuifreiniging is de duidelijk hogere aanschafprijs van de apparatuur ten opzichte van apparatuur voor de standaardreiniging.

9.3.4 Voorraadreiniging

Ook de voorraadreiniging is een variant op de standaardreiniging, waarbij voorspoeling, hoofdreiniging en naspoeling normaal worden uitgevoerd. In dit geval wordt het water van de hoofdreiniging meerdere keren gebruikt, meestal gedurende een week.

Figuur 9.4 Schematische voorstelling van de doorschuifreiniging



Tabel 9.1 Vergelijking van verschillende reinigingssystemen met de standaardreiniging (↑ = toename, ↓ = afname)

	Standaard-reiniging	Hitte-reiniging	Doorschuif-reiniging	Voorraad-reiniging	Standaard hergebruik
Hoeveelheid reinigingsmiddel	0	↑	0	↓	0
Hoeveelheid energie	0	↑↑	↓	0	0
Hoeveelheid afvalwater	0	↓	↓	↓	↓
Jaarkosten	0	↑	↑	↓/0	↓

Het principe van de voorraadreiniging is afkomstig uit de zuivelindustrie. Daar wordt de reinigingsvloeistof (hoofdreiniging) meerdere malen gebruikt. Daarbij worden dagelijks de vervuiling, concentratie reinigingsmiddelen en temperatuur bewaakt. Binnen de melkveehouderij wordt de voorraadreiniging alleen nog maar gebruikt op boederijzuivelbedrijven. Op deze bedrijven wordt een grote hoeveelheid water op hoge temperatuur (85 - 90 °C) gehouden. Dit is nodig om de installatie op hoge temperatuur te kunnen reinigen. Hiermee worden voor de boerenkaasbereiding problematische bacteriën aangepakt. Met dit principe uit de zuivelindustrie is de gedachte ontstaan om bij een normale standaardreiniging het water van de hoofdreiniging steeds opnieuw te gebruiken. In onderzoek is gebleken dat deze reinigingsmethode even effectief is als de standaardreiniging. Wel werd daarbij een hogere concentratie reinigingsmiddel gebruikt. Door de voorraadreiniging kan een aanzienlijke besparing optreden op de hoeveelheid afvalwater die vrijkomt bij de reiniging. Tevens neemt ook het verbruik van het reinigingsmiddel aanzienlijk af. Evenals bij de doorschuifreiniging zijn de hoge kosten van de apparatuur een nadeel.

9.3.5 Vergelijking van reinigingssystemen

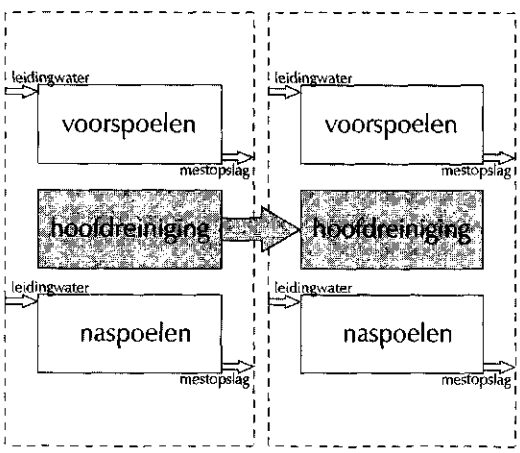
Welk systeem het beste past op het bedrijf is afhankelijk van een aantal factoren, zoals:

- De beschikbaarheid van gas en/of elektriciteit om het water te verwarmen.
- De hoeveelheid water die wordt verbruikt.
- De mogelijkheden van hergebruik van het afvalwater.
- De plaats waar het eventuele afvalwater wordt geloosd.

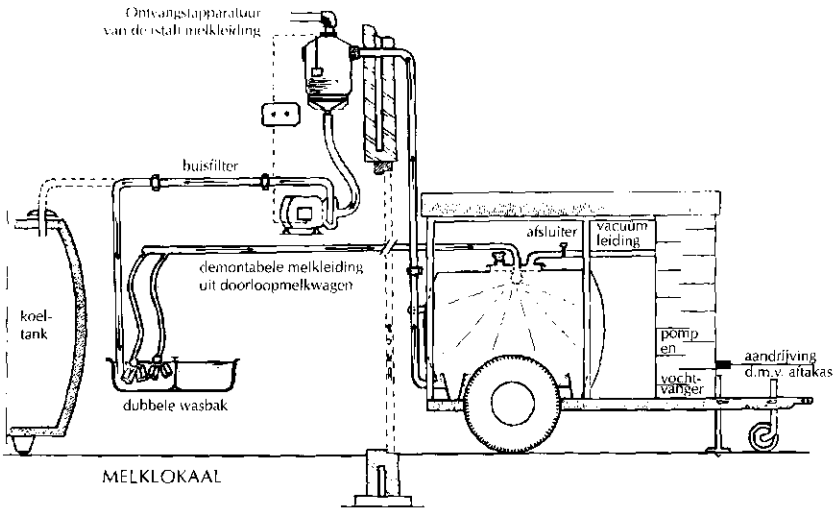
In tabel 9.1 worden verschillende reinigingssystemen vergeleken met de standaardreiniging. Met standaard hergebruik wordt standaardreiniging met hergebruik van het afvalwater bedoeld (zie ook 9.7.3).

De verschillende reinigingssystemen zijn alle-

Figuur 9.5 Schematische voorstelling van de voorraadreiniging



Figuur 9.6 Schematische reiniging melktransporttank aangesloten op het melkopvanggedeelte van de melkleiding



maal besparend in de hoeveelheid geproduceerd afvalwater t.o.v. de standaardreiniging. Bij de hittereiniging is echter meer reinigingsmiddel nodig en wordt er meer energie gebruikt voor het verwarmen van het water dan bij de standaardreiniging. Bij de doorschuifreiniging blijft de hoeveelheid reinigingsmiddel nagenoeg gelijk, maar de hoeveelheid energie die verbruikt wordt is minder dan bij de standaardreiniging. De voorraadreiniging bespaart op de hoeveelheid reinigingsmiddel, maar de hoeveelheid energie die nodig is blijft ongeveer op hetzelfde niveau als bij de standaardreiniging.
Bij standaardreiniging met hergebruik blijven de hoeveelheid reinigingsmiddel en de hoeveelheid energie gelijk, want de reiniging van de melkleiding verandert niet. Het afvalwater wordt gebruikt om de melkstal schoon te spuiten, waardoor er bespaard wordt op de totale hoeveelheid afvalwater. De kosten op jaarbasis zijn voor de hittereiniging en de doorschuifreiniging hoger dan voor de standaardreiniging. Bij de doorschuifreiniging wordt dit vooral veroorzaakt door de hogere aanschafprijs. Bij voorraadreiniging blijven de jaarkosten gelijk of kunnen zelfs afnemen. Hergebruik van het afvalwater bij de standaardreiniging levert een besparing van de jaarkosten op.

9.4 Reiniging melkkoeltanks

In grote lijnen is het reinigingsproces van de melkkoeltank hetzelfde als bij de melkleiding. Ook hier wordt voorgespoeld, gereinigd, ontsmet en nagespoeld. Omdat de meeste melkkoeltanks van het zogenaamde gesloten type zijn, is het reinigen met de hand vrijwel uitgesloten. Het schoonmaken gebeurt in de regel met een aparte reinigingspomp. Deze pomp zorgt ervoor dat de spoelvloeistoffen met kracht door de zogenaamde sproeikoppen of -bollen worden geperst, zodat de tankwand en apparatuur in de tank daarmee krachtig worden afgespoten.
Bij een ander systeem wordt de melktank gevuld met een hoeveelheid water. De roerder gaat vervolgens op een hoog toerental draaien. Onderaan de roerder zitten kleine "lepeltjes", die het water met grote kracht tegen de wand van de tank gooien.

Rubber onderdelen verdienen meer aandacht.

Tabel 9.2 Warmwaterbehoefte (80 °C) bij verschillende bedrijfsgroottes (liter/dag)

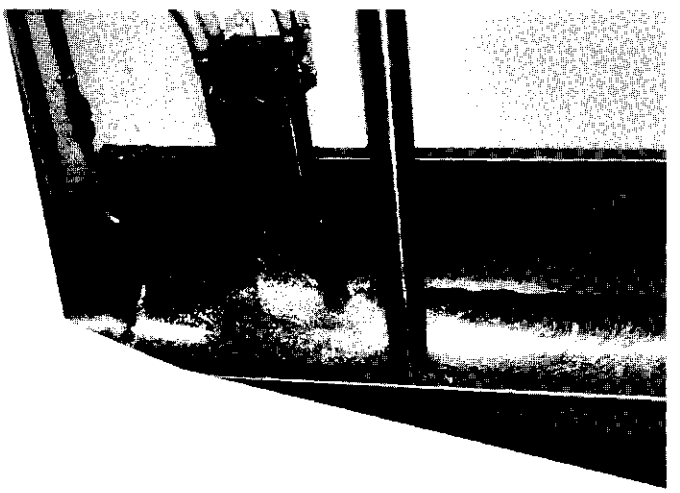
Aantal koeien	30	40	60	80	100	120
Aantal melkstellen	3	8	10	12	16	16
Voorspoeling	15	26	30	34	43	43
Hoofdreiniging	35	60	70	80	100	100
Reiniging melkstellen	5	12	15	18	24	24
Voorbehandelen	8	10	15	20	25	30
Voedering jongvee	11	14	21	28	35	42
Subtotaal	73	122	151	180	227	239
Tankreiniging	48	54	64	75	86	96
Totale warmwaterbehoefte	121	175	215	255	313	335

Bij sommige uitvoeringen van de reinigingsautomaat is het mogelijk deze zowel voor het reinigen van de tanks als voor het reinigen van de melkleiding te benutten. Meestal zijn dan wel enkele aanvullende technische voorzieningen nodig.
Transporttanks kunnen gereinigd worden door ze op de boerderij op te nemen in het reinigingscircuit van de melkleiding.

9.5 Regelmatige controle op de reiniging

Het is mogelijk, dat zich op den duur melkresten op moeilijk bereikbare plaatsen in de apparatuur ophopen. Het is daarom noodzakelijk de apparaten of de melkstellen periodiek uit elkaar te nemen en de onderdelen grondig te reinigen. Tevens kunnen dan de rubber onderdelen worden gecontroleerd op slijtageverschijnselen en indien nodig worden vervangen.
Bij een melkleidinginstallatie dient speciale aandacht aan de melkkranen, de koppelingen en de vacuümaansluiting op de luchtafscheider te worden geschonken. Ook een vacuümleiding dient periodiek te worden gereinigd. Dit kan bijvoorbeeld met een warme soda-oplossing.

Er treedt energieverlies op bij het vullen van de spoelbak.



9.6 Warmwatervoorziening

Voor de reiniging van de melkinstallatie is naast koud water ook warm water nodig. De hoeveelheid warm water hangt sterk af van de bedrijfsgrootte en de grootte en type melkinstallatie.
Er zijn diverse mogelijkheden om het water op te warmen. Over het algemeen is verwarmen met behulp van aardgas het meest aantrekkelijk. Het water wordt dan verwarmd in een gasboiler. Omdat veel bedrijven niet beschikken over aardgas, worden ook veel elektrische boilers gebruikt. Hierbij bestaat de mogelijkheid om het water gedurende de nacht te verwarmen tegen het voordelige nachttarief. Het zal duidelijk zijn dat de opslagcapaciteit van de boilers in dit geval groter moet zijn.

Bij het opwarmen van het water kan ook gebruik worden gemaakt van de warmte van de melk. Dit kan door middel van warmteterugwinning. Hierbij wordt warmte van de melk bij de koeling niet afgegeven aan de lucht maar aan koud water. Het water kan hiermee tot ongeveer 55 °C opgewarmd worden. Voor de reiniging wordt de temperatuur in een boiler verder omhoog gebracht.

9.7 Afvalwater

Bij de reiniging van de melkinstallatie komt veel water vrij dat gedeeltelijk is verontreinigd met

melk of reinigingsmiddelen. In het verleden werd dit water veelal geloosd op sloten of ander oppervlaktewater. Dit wordt echter steeds minder toegelaten. Hierdoor moeten de melkveehouders een andere oplossing voor dit water zoeken.

9.7.1 Afvalwaterproblematiek

Sinds de jaren zeventig is de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO) van kracht. Voor de melkveehouderijbedrijven is hier lange tijd niet op toegezien. De laatste jaren is hier verandering in gekomen. Hierdoor is het lozen van het spoelwater dat vrijkomt uit de melkinstallatie op het oppervlaktewater niet meer zonder vergunning mogelijk.
Naast de WVO hebben de melkveehouders in dit kader ook te maken met het lozingsbesluit Bodembescherming. In dit besluit is o.a. opgenomen dat het verboden is afvalwater te lozen in de bodem. Hieronder valt ook het uitrijden van het afvalwater over het land.
Door de toegenomen regelgeving en het strengere toezicht hierop moet de melkveehouder een andere oplossing zoeken voor de afvoer van het afvalwater. De mogelijkheden die hem hier voor open staan zijn:

- Afvoer naar riolering.
- Afvoer naar de mestopslag en uitrijden met de mest.
- Afvoer per as naar een zuiveringsinstallatie.
- Zuivering op het bedrijf.
- (tijdelijke) Ontheffing voor uitrijden over het land.

Welke van deze oplossingen het meest aantrekkelijk is hangt af van de bedrijfsomstandigheden en de voorwaarden die de lokale overheden stellen.

9.7.2 Hoeveelheid en vervuiling

Bij de reiniging worden op jaarbasis grote hoeveelheden water gebruikt. Afhankelijk van de grootte en het type van de installatie en het reinigingssysteem kan dit variëren van ongeveer 100 m^3 tot ca 500 m^3.

De organische vervuiling van het afvalwater wordt vooral veroorzaakt door de melkresten in het voorspoelwater. Logischerwijs is dit afhankelijk van de hoeveelheid melk die na het melken in de installatie achterblijft.
De chemische vervuiling van het water komt voort uit de resten van het reinigings- en desinfectiemiddel. Dit zijn dan vooral chloorverbindingen, kalium en fosfaat. De hoeveelheid fosfaat die voorkomt in het water is afhankelijk van het gebruik van een fosfaathoudend of fosfaatvrij middel.
Ten opzichte van de totale mineralenstroom op het bedrijf speelt de reiniging overigens een zeer kleine rol.

9.7.3 Hergebruik van afvalwater

Met name wanneer men het afvalwater dat vrij komt bij de reiniging op moet slaan in de mestkelder, is het aantrekkelijk om zoveel mogelijk hergebruik van het reinigingswater toe te passen. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden.

Aangepaste reinigingssystemen
Zowel bij de doorschuifreiniging als bij de voorraadreiniging wordt het water voor de reiniging meerdere malen gebruikt. Hierdoor neemt de hoeveelheid afvalwater uit de melkinstallatie af.

Hergebruik reinigingswater
Het water dat vrijkomt bij de reiniging is voor een aantal toepassingen opnieuw te gebruiken. Zo kan het voorspoelwater met de melkresten in beginsel vervoederd worden. Dit geldt niet voor het voorspoelwater dat vrijkomt bij de doorschuifreiniging omdat dit resten van het reinigingsmiddel bevat.
Het water van de hoofdreiniging en de naspoeling is geschikt voor het schoonspuiten van de

Het schoonspuiten van de melkstal met water van de hoofdreiniging en de naspoeling.

melkstal. Met eenvoudige voorzieningen kan het water van de hoofdreiniging en de naspoeling opgevangen worden in een opslagvat. De aansturing van kleppen kan eventueel via de reinigingsautomaat. Vanuit het opslagvat kan het dan weer worden verspoten. Hierbij is het belangrijk dat het water onder lage druk wordt verspoten. Verspuiten onder hoge druk geeft een sterke verneveling van de vloeistof waarin ook reinigingsmiddel is opgelost. Inademing van de nevel zou nadelige consequenties kunnen hebben voor de gezondheid.

10 Van melk naar melkgeld

10.1 Waardebepaling van afgeleverde melk ... 213
10.1.1 Ophalen en bemonsteren ... 213
10.1.2 Melkonderzoek ... 214
10.1.3 Verwerking van de uitslagen ... 216
10.1.4 Uitbetaling naar samenstelling ... 216
10.1.5 Uitbetaling naar hygiënische kwaliteit ... 218
10.1.6 Melkgeldafrekening ... 220
10.2 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij ... 220
10.2.1 Enkele begrippen ... 220
10.2.2 Systemen van kwaliteitszorg ... 221
10.2.3 Borging en toezicht ... 223
10.2.4 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij ... 223

Van melk naar melkgeld

10

Vrijwel alle melk van melkveebedrijven wordt afgeleverd aan een zuivelonderneming. De zuivelonderneming betaalt de veehouder hiervoor een melkprijs. Deze melkprijs is niet vast, maar varieert bijvoorbeeld als gevolg van marktontwikkelingen. Ook de fysieke producteigenschappen, samenstelling en "hygiënische" kwaliteit van de melk, hebben invloed op de uitbetalingsprijs. Daarnaast heeft de veehouder te maken met diverse heffingen.

Kwaliteitseigenschappen die betrekking hebben op productiewijze op het melkveebedrijf, op dierwelzijn en op eventuele aantasting van het milieu komen niet in de melkprijs tot uiting. Toch zijn ze voor veel afnemers van belang en gaan ze voor het vermarkten en afzetten van de producten meer en meer een rol spelen. Vandaar dat in dit hoofdstuk zowel bevordering van de kwaliteit met behulp van de melkprijs als bevordering door middel van kwaliteitszorg aan de orde komen.

10.1 Waardebepaling van afgeleverde melk

Melk wordt uitbetaald naar samenstelling en naar kwaliteit. Hiertoe worden van de geleverde melk monsters genomen en onderzocht. Het ophalen, onderzoeken, verwerken van de onderzoekresultaten en het uitbetalen zijn activiteiten die achtereenvolgens aandacht krijgen.

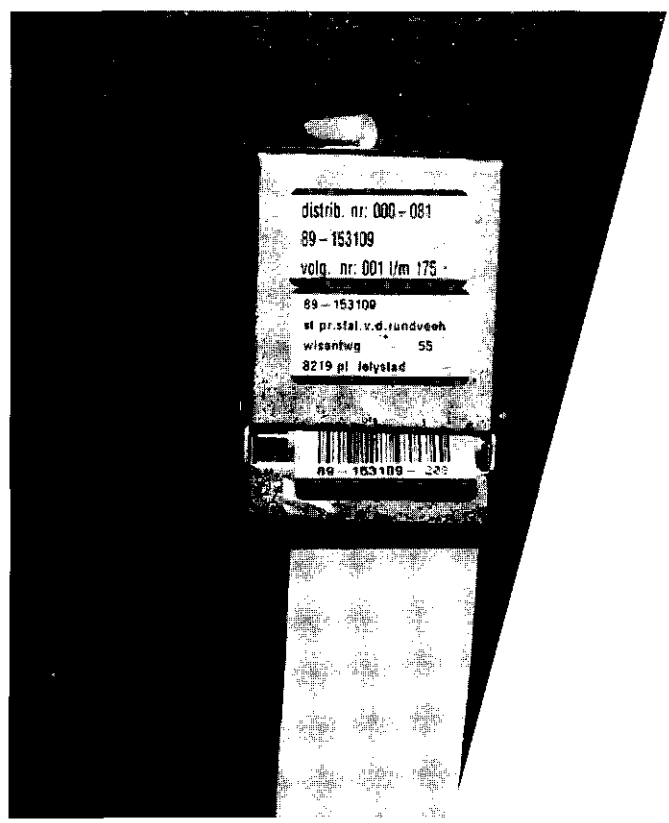
10.1.1 Ophalen en bemonsteren

Eén keer per twee of drie dagen (er is een tendens naar één keer per vijf tot zes melkmalen) wordt de melk opgehaald bij de veehouder. Het ophalen en het nemen van een representatief monster zijn werkzaamheden waarvoor de zuivelonderneming verantwoordelijk is. Vaak is het ophalen uitbesteed aan een gespecialiseerde transportonderneming.

De melk wordt overwegend opgehaald met een daartoe uitgeruste tankauto, een rijdende melkontvangst (RMO). Dit is een vrachtauto met een opbouw van één of meer melktanks en apparatuur voor het leegzuigen en meestal ook het meten van de melk uit melkkoeltanks op boerderijen.
De uitrusting van een RMO kan verschillend zijn, zoals:

- Een pomp voor het leegzuigen van de tank en met apparatuur voor het meten en registreren van de melkhoeveelheid. De RMO-chauffeur neemt zelf een monster van de melk.
- Een pomp voor het leegzuigen van de tank en apparatuur voor het meten en registreren van de melkhoeveelheid, en bovendien voor het nemen van een monster melk. Deze methode is in ons land in onderzoek. Waarschijnlijk zal de automatische monstername meer en meer de plaats innemen van de bemonstering door de RMO-chauffeur.
- Zonder meet- en monsterapparatuur, maar met alleen een melkpomp voor het leegzuigen van de tank. De melkhoeveelheid wordt dan bepaald met een in de melkkoeltank aanwezige peilstok. Deze methode wordt in ons land niet vaak meer toegepast.

De apparatuur voor het meten van de melk valt onder de IJkwet. Zo zal de Dienst van het IJkwezen er op toezien dat er goedgekeurde meetapparatuur wordt gebruikt. Een melkkoeltank met peilstok wordt in z'n geheel beschouwd als meetreservoir en dient daarom te voldoen aan de normen van de IJkwet. De Dienst van het IJkwezen voert in voorkomende gevallen de ijking van deze tanks op de boerderij uit.
De meetapparatuur op de RMO's staat onder



Bij elke veehouder hangen naast de melktank de barcode-stickers met de eigen bedrijfscode voor de RMO-chauffeur.

controle van de Stichting RMO-controle. De medewerkers van deze stichting controleren periodiek de juiste werking van de meetapparatuur.
Daarnaast voert het IJkwezen één keer per twee jaar een controle uit op de meetapparatuur.
De RMO-chauffeur is verantwoordelijk voor de juiste uitvoering van de werkzaamheden bij het ophalen van de melk. Er bestaat hiervoor een speciale opleiding. Om meer zekerheid te hebben dat de RMO-chauffeur zijn werk goed uitvoert, staat hij onder toezicht van het Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel (COKZ). Een COKZ-controleur gaat een aantal keren per jaar met de RMO-chauffeur mee om de werkwijze te beoordelen.

10.1.2 Melkonderzoek

Nadat de RMO-chauffeur een monster van de geleverde melk heeft genomen, voorziet hij het monsterflesje van een unieke barcode (streepjes code). Elke veehouder heeft zo'n code. Het melkcontrolestation gebruikt de code voor de verwerking van de uitslagen.
Tijdens het transport van de melk naar de zuivelonderneming staan de monsterflesjes met melk in koelboxen. Hierdoor blijft de temperatuur van de melkmonsters tussen de 0 en 4 °C. Dit is nodig omdat anders kwaliteitsafwijkingen kunnen ontstaan buiten de schuld van de veehouder. Aangekomen bij de fabriek gaan de monsterflesjes naar een gekoelde opslag. Vervolgens zorgt het melkcontrolestation voor het transport naar het laboratorium. De omstandigheden na de monstername bij het ophalen van de melk tot en met het onderzoek van de monsters zijn zodanig dat de bewaring en transport geen invloed hebben op de analyseresultaten.

Op het melkcontrolestation wordt de streepjescode met een leespen ingelezen.

Per veehouder krijgt het melkcontrolestation elke veertien dagen vijf of zes monsters melk binnen. Van deze monsters bepaalt het melkcontrolestation het vet- en eiwitgehalte behalve wanneer dat monster wordt bestemd voor de vaststelling van de hygiënische kwaliteit van de melk. Dit betekent dat één keer in de twee weken van een monster geen vet- en eiwitgehalte worden gemeten. Omdat men toch een uitslag nodig heeft voor de uitbetaling naar samenstelling berekent men aan de hand van de vet- en eiwituitslagen van de overige monsters in een veertiendaagse periode een vet- en eiwitgehalte.

Onderzoek van vet en eiwit
In het laboratorium van het melkcontrolestation wordt het vet- en eiwitgehalte bepaald met behulp van een zogenoemde infraroodspectrummeter. Bepaalde moleculaire verbindingen in het vet en eiwit absorberen infrarood licht. Door de reflectie van het infrarood licht te meten kan men het vet- en eiwitgehalte bepalen. Deze analysemethode wordt geijkt aan de hand van chemische onderzoekmethoden. Voor vet is dat de methode volgens Gerber of die volgens Röse-Gottlieb. Voor eiwit is de ijking gebaseerd op de stikstofbepaling volgens de Kjeldahlmethode. Door vermenigvuldiging met de factor 6,38 komt men van het N-gehalte tot het eiwitgehalte. Dit is wel het zogenaamde ruw-eiwitgehalte. Niet alle stikstof in melk komt namelijk voor in eiwit. Een klein deel van de N-fractie, ongeveer 5%, komt in andere vorm voor. We noemen dit NPN (non protein nitrogen = niet-eiwitstikstof). Een belangrijk onderdeel van NPN is ureum. Het eiwitgehalte na aftrek van het NPN is het werkelijk eiwitgehalte. Voor de uitbetaling van de melk wordt echter in vrijwel alle landen het ruw-eiwitgehalte gebruikt.

Met de infraroodmethode wordt naast het vet- en eiwitgehalte ook het lactosegehalte gemeten. Het lactosegehalte gebruikt men echter niet voor de uitbetaling.

Kwaliteitsonderzoek
Voor de vaststelling van de hygiënische kwaliteit onderzoekt het melkcontrolestation de melk op een zevental onderdelen.

- Kiemgetal
  Met kiemgetal bedoelt men het aantal bacte-

riën (kiemen) in een milliliter melk. Bij de standaardmethode bepaalt men het kiemgetal door een kleine hoeveelheid melk op een voedingsbodem te brengen en deze vervolgens te bebroeden bij 30 °C. Na twee dagen telt men de voor het oog zichtbare koloniën. Elke kolonie was oorspronkelijk één bacterie of een klontje bacteriën. Deze methode noemt men de plaatmethode.
In het kwaliteitsonderzoek past men tegenwoordig de bactoscan toe voor de kiemtelling. Dit apparaat telt optisch de bacteriekiemen in de melk. Daartoe worden de bacteriën gekleurd en vervolgens volautomatisch geteld. De telling gebeurt elektronisch, dus zeer snel.
De bactoscan wordt geijkt met de plaatmethode.

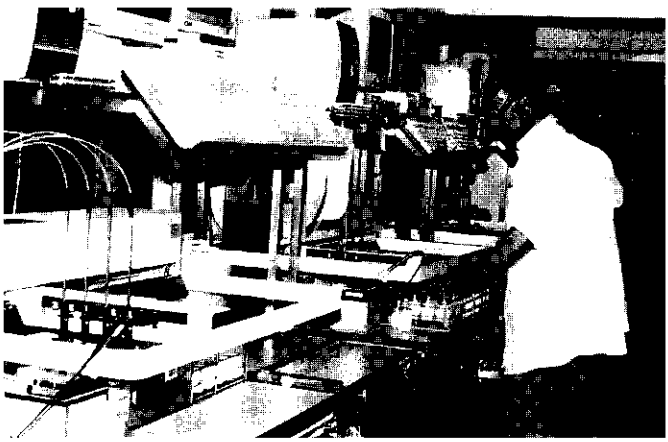
- Celgetal
  De celgetalbepaling gaat met behulp van de Foss-o-matic. Deze bepaling heeft enige overeenkomst met de kiemtelling met de bactoscan. Voor de celgetalbepaling worden echter de kernen van de lichaamscellen gekleurd. Door bestraling met ultra-violet licht gaan dan de cellen oplichten. Ze worden geteld met een automatische in het apparaat ingebouwde microscoop met telmechanisme.
  De ijking van de Foss-o-matic gaat aan de hand van microscopische celtelling.

- Reinheid
  Met de bepaling van de reinheid stelt men vast of de hoeveelheid vuil in de melk een bepaalde grens overschrijdt. Een bepaalde afgemeten hoeveelheid melk wordt door een filterschijfje (wattenschijfje) gezogen of geperst. Na droging vergelijkt men visueel de hoeveelheid vuil op het wattenschijfje met een standaardwatje. Op dit standaardwatje is een hoeveelheid vuil aangebracht die de melk maximaal mag bevatten. Het wattenschijfje wordt onder geconditioneerde lichtomstandigheden met het standaardwatje vergeleken.

- Antibiotica
  Bij het onderzoek naar antibiotica bepaalt men of er resten van deze diergeneesmiddelen aanwezig zijn in de melk. Omdat het hier om enkele miljoenen monsters per jaar gaat past men eerst een voorselectie toe. Met behulp van deze 'screening' selecteert het melkcontrolestation de verdachte monsters. De voorselectie vindt plaats door een kleine hoeveelheid melk toe te voegen aan een voedingsbodem met een bacterie (Bacillus stearothermophilus). De voedingsbodem bevat tevens een kleurindicator die van kleur verandert bij verzuring. Indien er bacteriegroeiremmende stoffen aanwezig zijn in de melk zal de bacterie niet of minder snel groeien bij bebroeding. Hierdoor blijft de verzuring achter en daarmee ook de kleuromslag.
  De verdachte monsters neemt het melkcontrolestation verder in onderzoek. Daarbij zoekt men stapsgewijs naar een bevestiging van de aanwezigheid van sulfa-residuen, (semi-synthetische) penicilline, aminoglycosiden, macroliden en tetracyclinen. Hierbij ondergaat het monster tevens een warmtebehandeling waardoor reacties door natuurlijke groeiremming uitgesloten worden.

- Boterzuursporen
  De test op sporen van boterzuurbacteriën voert men in tweevoud uit. In twee reageerbuizen met een voedingsoplossing brengt men een kleine hoeveelheid melk. Op de voedingsbodem met de melk komt een prop paraffine waardoor zuurstof wordt buitengesloten en de groeiomstandigheden voor boterzuurbacteriën gunstig worden. Het geheel gaat vervolgens in de broedstoof. Hierdoor komen de mogelijk aanwezige sporen van de boterzuurbacteriën tot ontwikkeling. De ontwikkeling van de bacteriën gaat met gasvorming gepaard. Het gevormde gas drukt de paraffineprop in de buis omhoog. Indien gasvorming zichtbaar is, dan is de test op sporen van boterzuurbacteriën positief.

Reinheidsbepaling.



Het onderzoek van melk vindt plaats bij het melkcontrolestation te Zutphen.

- Zuurtegraad melkvet
  Bij deze proef gaat het om de zuurtegraad van het melkvet. Voor de bepaling wordt daarom eerst het melkvet vrijgemaakt van de melk en de room. Vervolgens bepaalt men de hoeveelheid loog die nodig is om de vrije vetzuren in 100 gram melkvet te neutraliseren.

- Vriespunt
  Het vriespunt van de melk ligt, doordat melk opgeloste stoffen bevat, iets beneden het vriespunt van water. Bij de bepaling van het vriespunt laat men een kleine hoeveelheid melk bevriezen. De apparatuur registreert de temperatuur waarop de melk bevriest.

10.1.3 Verwerking van de uitslagen
Nadat het melkcontrolestation de resultaten van het monsteronderzoek heeft vastgesteld, stuurt het deze naar de zuivelonderneming. Bij kwaliteitsafwijkingen krijgt de veehouder vaak de uitslag rechtstreeks van het melkcontrolestation. Dit geeft hem de mogelijkheid om zo snel mogelijk maatregelen te nemen om de oorzaak van de afwijkingen op te sporen en te verhelpen. Zijn er geen afwijkingen geconstateerd dan krijgt de melkveehouder de uitslag bij de melkgeldafrekening.
Aan de hand van de gegevens van het samenstellings- en kwaliteitsonderzoek stelt de zuivelonderneming de melkgeldafrekening samen voor de melkveehouder.

10.1.4 Uitbetaling naar samenstelling
De melk wordt uitbetaald op basis van de samenstelling, te weten vet, eiwit en water.

Vet- en eiwitprijs
De vet- en eiwitprijs bepalen grotendeels de prijs van de melk. Deze prijzen voor een kg vet en een kg eiwit komen tot stand aan de hand van de marktontwikkelingen. Ze kunnen per onderneming verschillen. Als gevolg van de marktwerking is de eiwitprijs duidelijk hoger dan de vetprijs. Dit komt door de lagere waardering door de consument van melkvet in het voedselpakket.

Bij het ophalen van de melk heeft de RMO-chauffeur de hoeveelheid melk vastgesteld. Tot nu toe is dat een volumemeting in liters. Via een omrekeningsfactor (ongeveer 1,030) berekent men de geleverde kilogrammen melk. Naar verwachting zal directe weging van de melk in de toekomst de plaats innemen van volumemeting.
Uit het vet- en eiwitgehalte van de melk en de vet- en eiwitprijs berekent men de uit te betalen prijs voor het vet en het eiwit.

Negatieve grondprijs
De zuivelonderneming heeft bij de verwerking vooral belangstelling voor de droge-stofcomponenten van de melk. Voor het transport en de verwerking van het volume, wat voor het grootste gedeelte water is, brengen de zuivelondernemingen daarom een "negatieve grondprijs" in rekening. De negatieve grondprijs varieert per onderneming. Gemiddeld is dit ongeveer een dubbeltje per geleverde kg melk. Door deze negatieve grondprijs is het bijzonder onaantrekkelijk om een hoeveelheid water met de melk te leveren.

Winter- en zomermelk
Diverse ondernemingen kennen een systeem van winter- en zomermelk. Dit systeem heeft tot doel de melkaanvoer gedurende het jaar gelijkmatiger te laten verlopen. Van oudsher leveren de melkveehouders in de zomer de meeste melk. Dit komt voort uit de traditioneel in het voorjaar kalvende veestapel. Door nu in najaar en winter een toeslag op de melkprijs te geven probeert men de melkaanvoer in de winter te verhogen. In de zomer past men vervolgens een korting toe.

Toeslagen en inhoudingen
Bij de melkgeldafrekening krijgt de melkveehouder te maken met diverse toeslagen en

inhoudingen. Zo kennen sommige ondernemingen tankmelk- en kwantumtoeslagen. De tankmelktoeslagen waren in het verleden bedoeld om de omschakeling van bussenmelk naar tankmelk te bevorderen. Deze omschakeling is echter vrijwel voltooid. Daarom bestaat de tankmelktoeslag niet overal meer. Waar hij nog wel bestaat is hij te beschouwen als een verlaging van de negatieve grondprijs.
Omdat het efficiënter is om melk op te halen bij grote melkveehouders passen een aantal ondernemingen een kwantumtoeslag toe. De efficiëntie komt in dit geval voort uit de lagere aanvoer- en administratiekosten.
Om de onderzoeks- en administratiekosten te dekken brengen de zuivelondernemingen een bepaald (vast) bedrag in rekening aan de melkveehouder.

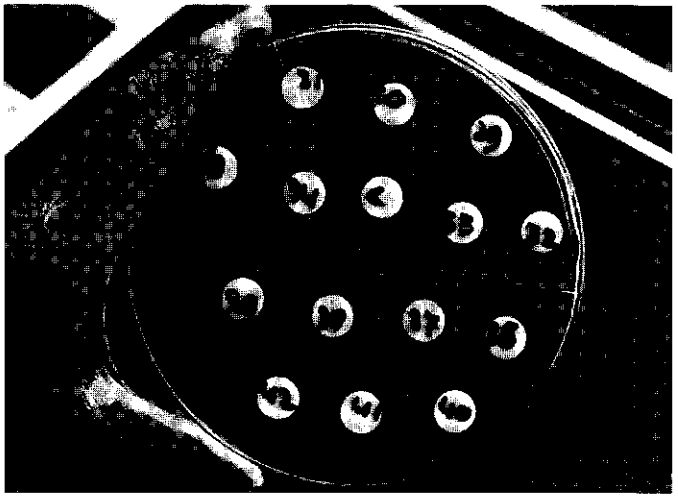
Tot slot treft de melkveehouder op zijn melkgeldafrekening enkele algemene inhoudingen aan die niet ten gunste komen van de zuivelondernemingen. Deze kosten worden via de melkgeldafrekening geïnd bij de melkveehouder.

Tabel 10.1 Stelsel voor uitbetaling naar kwaliteit in 1996

Onderdeel	Frequentie	Gradatie	Normen	Korting* (cent/kg)
Kiemgetal	1x/2 weken	I	≤ 100.000/ml	0
		II	101.000-250.000/ml	2
		III	> 250.000/ml	4
Celgetal	1x/4 weken	I	≤ 400.000/ml	0
		II	> 400.000/ml ≤ 500.000/ml	2
		III	> 500.000/ml	4
Reinheid	1x/4 weken	I	geen of weinig vuil	0
		II	vuil	4
Antibiotica	elke melkleverantie		geen antibiotica	0
			antibiotica	50**
Zuurtegraad melkvet	maart-april 1 keer sept. - okt. 1 keer	I	≤ 1,00 meq/100 gram melkvet	0
		II	> 1,00 meq/100 gram melkvet	4
Sporen boterzuurbacteriën	6 x gedurende winterseizoen		onderzoek in tweevoud	
		I	--	0
		I	-+	0
		II	++ na ++ volgt in de volgende periode heronderzoek	4
Vriespunt	*1x/6 maanden*	I	≤ -0,505 °C	0
		II	> -0,505 °C	2

* Eén kortingspunt leidt tot een korting van 2 cent per kg melk geleverd in een periode van 14 dagen

** Voor elke leverantie waarin antibiotica worden aangetroffen



Schijfjes filtreerpapier doordrenkt met een stof die penicilline afbreekt, worden bij het melkcontrolestation gebruikt om de aanwezigheid van penicilline te bevestigen.

Deze heffingen zijn gelijk voor alle ondernemingen. De onderstaande heffingen komen algemeen voor:

1. Heffing Produktschap voor Zuivel, deze heffing wordt gebruikt om de kosten van het Produktschap voor Zuivel te dekken.
2. Landbouwschapsheffing, deze heffingen die via het Produktschap voor Zuivel worden geïnd, gebruikt het Landbouwschap voor de diergezondheidzorg en activiteiten binnen de melkveehouderij.

Nabetalingen

De melkveehouder krijgt de geleverde melk eens per twee weken uitbetaald. Dit is dan een voorschotprijs. Na afloop van elk melkprijsjaar maken de zuivelondernemingen de definitieve melkprijs bekend. Deze definitieve melkprijs is het uitvloeisel van de resultaten die de zuivelonderneming in het afgelopen jaar heeft behaald. Aan de hand van de definitieve melkprijs krijgt de melkveehouder een nabetaling bovenop de voorschotprijs.
Bij de nabetaling blijft vaak een deel van het behaalde resultaat binnen de onderneming. Dit kan een reservering voor een bepaald doel of een toevoeging aan het eigen vermogen zijn.

10.1.5 Uitbetaling naar hygiënische kwaliteit

Al vanaf de twintiger jaren kennen we een uitbetaling naar kwaliteit. Sinds het eind van de jaren 50 is hiervoor in Nederland een uniform uitbetalingsstelsel. Sindsdien is het vele malen herzien en aangevuld. Alle zuivelondernemingen werken met dit stelsel (zie tabel 10.1).

Achtergronden van de verschillende onderdelen

- Kiemgetal
  Het kiemgetal geeft een indruk van de reiniging van het melkgereedschap en van de bewaring van de melk bij de juiste temperatuur. Het geeft echter ook aanwijzingen omtrent de aanwezigheid van mastitisbacteriën en van thermoresistente en psychrotrofe bacteriën. Het is één van de belangrijkste kwaliteitskenmerken. Het kiemgetalonderzoek wordt daarom elke twee weken uitgevoerd.

- Reinheid
  De reinheidsproef geeft een indruk omtrent de hygiënische omstandigheden voor en tijdens het melken en vooral van de uitvoering van de voorbehandeling bij het melken.
  Indien er teveel vuil (stof, haren, zand, huidschilfers, mest) op het watje achterblijft is de kans groot dat er ook teveel sporevormende bacteriën in de melk terechtgekomen zijn.

- Antibiotica
  In het verleden lag de reden voor de controle op deze residuen vooral bij de verwerking van melk. Resten van deze kiemremmende geneesmiddelen kunnen de verzuring van melk namelijk ernstig verstoren. Bij bereidingsprocessen waarbij men gebruikt maakt van melkzuurbacteriën, zoals voor de gefermenteerde producten en bij de kaasbereiding, kunnen de residuen de werking van deze bacteriën remmen waardoor het bereidingsproces kan mislukken.
  De laatste jaren is het percentage melkleveranties met residuen van antibiotica zo laag dat verstoring van de verzuring nauwelijks nog voorkomt. Toch zijn de antibiotica-residuen belangrijker geworden vanwege het imago van de zuivelproducten. De consument verwacht een schoon en zuiver product dat vrij is van residuen. De zuivelindustrie vindt dit aspect zo belangrijk dat men alle leveranties onderzoekt op residuen van diergeneesmiddelen. Ook de hoge korting onderstreept het belang dat gehecht wordt aan dit kwaliteitsonderdeel.

- Celgetal
  Een te groot aantal cellen in de melk is een aanwijzing dat de gezondheidstoestand van de uiers van de koeien mogelijk niet in orde

is en dat er op het bedrijf mastitis voorkomt. Daarnaast kunnen er andere oorzaken zijn voor een verhoogd celgetal zoals lactatiestadium en leeftijd van de koeien. Toch kan het celgetal in zijn algemeenheid worden beschouwd als een indicatie voor de uiergezondheid van de veestapel.

- Boterzuurbacteriën
  Sporen van boterzuurbacteriën overleven de pasteurisatie. Naderhand kunnen ze in zuivelproducten tot ontwikkeling komen. Dit is met name van belang bij kaas. De ontwikkeling van boterzuurbacteriën heeft gasvorming tot gevolg, waardoor de kaas als het ware wordt "opgeblazen". Ook krijgt de kaas een sterk afwijkende smaak.
  Op de melkveebedrijven in Nederland wordt veel meer dan vroeger kuilvoer gevoerd. Aanvankelijk werd er van uitgegaan dat in kuilvoer bij de moderne wijze van inkuilen (voordroogkuil) vrijwel geen groei van boterzuurbacteriën zou optreden. Dit is helaas niet altijd het geval.
  Gebruik van voer met teveel sporen en onvoldoende hygiëne bij de huisvesting en de melkwinning maakten het noodzakelijk dat het onderzoek naar sporen van boterzuurbacteriën is opgenomen in de kwaliteitsuitbetaling van de melk. Het onderzoek wordt alleen in de winter uitgevoerd, omdat de koeien vooral in die periode kuilvoer krijgen.

- Zuurtegraad melkvet
  De zuurtegraad van het melkvet ofwel het gehalte aan vrije vetzuren wordt uitgedrukt in een getal dat een maat is voor de hoeveelheid benodigde loog (in milli-equivalenten) om de vrije vetzuren in 100 gram vet te neutraliseren.
  De zuurtegraad van het melkvet van normale verse melk ligt tussen 0,4 en 0,6 meq per 100 gram vet. Waarden boven de 1,0 meq beschouwt men als onvoldoende. De achtergrond van deze bepaling ligt in de kwaliteit van vetrijke zuivelproducten. Bij een hoog gehalte aan vrije vetzuren ontstaat een ranzige smaak. Dit speelt bijvoorbeeld een rol bij boter.
  Het onderzoek naar de zuurtegraad van het melkvet wordt 1 x per 6 maanden uitgevoerd en vindt plaats in het voorjaar als de koeien nog op stal staan en in het najaar als zij nog in de weide lopen.

- Vriespunt
  Het vriespunt van de melk geeft aan of er sprake is van watertoevoeging. De achtergrond van dit kwaliteitsonderdeel is eerlijkheid in handel. Naast een mogelijke korting op de melkprijs, straft ook de negatieve grondprijs van melk waterbijmenging af.

- Extra kortingsregeling
  Om de levering van slechte tot zeer slechte melk tot een minimum te beperken wordt een extra kortingsregeling toegepast op de melk waarvan de kwaliteit bij een aantal achtereenvolgende kwaliteitsonderzoekingen onvoldoende is. De kortingsregeling gaat in wanneer binnen een tijdvak van zes uitbetalingsperioden drie perioden melk wordt geleverd waaraan 2 kortingspunten of meer zijn toegekend:
  - bij de derde keer 2 punten of meer wordt 1 punt extra toegekend;
  - bij de vierde keer 2 punten of meer worden 2 punten extra toegekend;
  - bij de vijfde en zesde keer 2 punten of meer worden 4 extra punten toegekend;
  - bij de zevende keer 2 punten of meer worden 8 extra punten toegekend;
  - de kortingsregeling wordt opgeschort bij 1 x minder dan 2 punten;
  - zij vervalt echter pas als 3 x achter elkaar minder dan 2 punten worden toegekend of 2 x achter elkaar 0 punten worden toegekend.

  De korting op de melkprijs wordt berekend over de totale melkleverantie per uitbetalingsperiode van 14 dagen. Per kortingspunt krijgt de melkveehouder een korting van 2 cent per kg melk geleverd in de 14 daagse periode. Hierop is één uitzondering, namelijk antibiotica. De korting voor antibiotica wordt berekend over de kilogrammen melk van de leverantie waarin antibiotica zijn aangetroffen. Hierbij is het ook mogelijk dat een veehouder meerdere keren per 14 dagen een korting voor antibiotica krijgt.
  De ingehouden kortingsgelden worden één keer per kwartaal verdeeld over de leveranciers die bij voortduring melk met 0 punten hebben geproduceerd.

- EG-regelgeving
  Op basis van EG-regelgeving (richtlijn 94/46

EG) worden ook eisen gesteld aan de kwaliteit van de melk. Een groot verschil met het nationale kwaliteitsstelsel is dat het hier gaat om vernietigingsnormen. Dit betekent dat de melk niet meer voor menselijke consumptie mag worden verwerkt als niet aan de eisen wordt voldaan.

De EG-eisen hebben betrekking op kiemgetal en celgetal. Van de uitslagen van het kwaliteitsonderzoek wordt een geometrisch gemiddelde berekend. Voor het kiemgetal mag dit gemiddelde ten hoogste 400.000 zijn en voor het celgetal 500.000. Voor melk die bestemd is voor de bereiding van consumptiemelk gelden respectievelijk eisen van 100.000 en 400.000. Vanaf 1998 zijn deze laatstgenoemde eisen voor alle melk van toepassing.
Als de norm wordt overschreden krijgt de veehouder nog drie maanden om een gemiddelde te bereiken dat weer voldoet aan de norm. Lukt hem dat niet dan mag de zuivelonderneming zijn melk niet weer ontvangen totdat de melk weer aan de geometrische normen voldoet.

- *Residu-controle zuivelproducten*
  Naast het reguliere kwaliteitsonderzoek worden Nederlandse zuivelproducten ook onderzocht op residuen. Dit onderzoek wordt voornamelijk uitgevoerd door het COKZ (Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel). Het gaat hierbij onder andere om de controle op aflatoxine M1, pesticiden en PCB's.

Melkgeldafrekening.

ST.PR.STAT.V.D.RUNDVEEH 15.3109 Coöperatieve Zaken en Grondstofvoo
WISENTWG 55
8219PL LELYSTAD

Postbus 208 8901 BA Leeuwarden Telefoon:058-2
Melkgeldadministrato Telefoon:058-2

AFREKENING MELKGELD Nr. 96.08 VAN 07.04.96 T/M 20.04.96 VIA FC 99

BEREKENING UIT TE BETALEN BEDRAG	AANTAL	HOEVEEL-HEID	PRIJS EXCL. BTW	BTW %	BEDRAG EXCL. BTW	BEDRAG BTW	BEDR INCL.
Melk		17.134					
Gemiddeld vet 4,060 %		695,62	8,13	6,000	5.655,39	339,32	5.9
Gemiddeld eiwit 3,528 %		604,46	11,37	6,000	6.872,71	412,36	7.2
Neg. grondprijs (variabel)		17.134	0,054	6,000	925,24-	55,51-	9
Neg. grondprijs (vast)				6,000	110,00-	6,60-	1
Zomermelk heffing		17.134	0,05	6,000	856,70-	51,40-	9
Voorschotmelkgeld				6,000	10.636,16-	638,17-	11.2
Hef. Produktschap voor Zuivel		17.134	0,0027				
Kwaliteitstoeslag *				6,000	206,58	12,40	2
19.96 Tankhuur				17,500	161,69-	28,30-	1
96.15 Abonn. Dir.ber.dagm	1		0,94	17,500	0,94-	0,16-	
96.15 Abonn. Dir.ber.dagm	1		0,94	17,500	0,94-	0,16-	
02.05.96 op rekn.P. 23.07.421 overgemaakt f 11.254,96						621,95	11.2

LEVERANTIER DATUM TIJD	KILO'S	VET %	EIWIT %	LACT %	QR ST
09.04 16.44	1052 #	4,06	3,53	4,60	
09.04 19.50	3157	4,03	3,53	4,63	
12.04 20.17	4448	4,08	3,55	4,61	
15.04 20.05	4276	4,10	3,51	4,56	
18.04 19.43	4201	4,02	3,52	4,59	
TOTAAL	17134				

KWALITEITSONDERZOEK 09.04.96 PROEVEN	RESULTAAT		PNT
Reinheid	Goed		0
Kiemgetal	Goed	4	0
Geom.kiemget		6	0
Recidive			0
TOTAAL			0

KWALITEITSTOESLA AFR	KG. MELK
1	14870
2	12763
3	15905
4	17447
5	16120
6	21359
TOTAAL	98464

Tijdvak 01
Afrekening 1 tm

Toeslag f 0,0022

10.1.6 Melkgeldafrekening

Op de melkgeldafrekening zijn de uitslagen van het samenstellings- en kwaliteitsonderzoek vermeld. Aan de hand van deze gegevens is de berekening weergegeven van het bedrag dat de melkveehouder ontvangt. Hierin zijn ook de van toepassing zijnde kosten, inhoudingen en toeslagen verwerkt.
Op de melkgeldafrekening staan ook diverse gegevens die niet (direct) met de uitbetaling van de melk te maken hebben. Dit kan per onderneming verschillen. Vrijwel altijd krijgt de melkveehouder informatie over de in dat jaar geleverde melk. Deze informatie ondersteunt een goed beheer van het melkquotum. Hierdoor kan de melkveehouder zijn melkquotum zo goed mogelijk vol melken.

10.2 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij

Naast de meetbare kwaliteitseigenschappen van melk zijn er voor de afnemers van melk- en zuivelproducten meer kwaliteitsaspecten die van belang zijn. Daarbij gaat het om de zogeheten extrinsieke factoren, zoals de wijze waarop de melkveehouder produceert en bestrijdings- en behandelingsmiddelen gebruikt.
Beleving van de consument en gevoelswaarde bij de wijze van produceren zijn voor de afnemers niet te verwaarlozen kwaliteitseigenschappen. Algemeen gezegd bedoelen we tegenwoordig met kwaliteit: voldoen aan de verwachtingen van de afnemer.

10.2.1 Enkele begrippen

Allerlei termen en systemen houden verband met kwaliteitszorg. Omwille van een correct en ondubbelzinnig gebruik zijn ze hierna kort omschreven.

Kwaliteitsbeheersing
Voorwaarde voor het leveren van kwaliteit is dat de producent doeltreffend produceert. Dit kan alleen als er sprake is van een beheerste productie. Onverwachte en toevallige omstandigheden zijn uitgebannen. Pas als aan deze voorwaarde voldaan wordt spreken we van kwaliteitsbeheersing.

Tabel 10.2 Toelichting op enkele termen

Waar praten we over?	Wat bedoelen we er mee?
Kwaliteit	Datgene leveren wat de afnemer wenst
Producten van de melkveehouderij	Melk, slachtvee en levende dieren
Kwaliteitsbeheersing	Op zodanige wijze produceren dat zich bij de productie geen onverwachte of toevallige omstandigheden kunnen voordoen: het eindproduct is zoals het bedoeld was
Kwaliteitsborging	De buitenwereld het vertrouwen geven dat de producten voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen
Zorg	Intense en planmatige aandacht
Kwaliteitszorg	De zorg van het management om beheerst en geborgd te produceren
Kwaliteitssysteem	Organisatorische structuur voor het ten uitvoer brengen van kwaliteitszorg
Kwaliteitsbeleid	Doelstellingen van een bedrijf of organisatie voor kwaliteit en de wegen en middelen om deze doelstellingen te bereiken

Kwaliteitsborging
Kwaliteitsborging is nauw verbonden met kwaliteitsbeheersing. Borging betekent bewijzen dat de afnemer terecht vertrouwen mag hebben in de geleverde producten.

Kwaliteitszorg
Kwaliteitszorg is de zorg - het management - rondom het "beheerst en geborgd" inrichten van de productie. Dit krijgt pas waarde wanneer de producent bewijst dat de zorg werkelijk het toegezegde resultaat heeft. Aantoonbaarheid is daarom een sleutelbegrip in de kwaliteitszorg. Tabel 10.2 geeft aan waar we over praten en wat we er mee bedoelen.

10.2.2 Systemen van kwaliteitszorg

Kwaliteitszorg vereist een systematische, gestructureerde werkwijze. Daarbij gaat het erom dat de werkzaamheden gepland, georganiseerd en - waar nodig - vastgelegd zijn. Bovendien is het noodzaak dat men tijdens de productie kan nagaan of de werkwijze het juiste resultaat zal opleveren of dat de wijze van produceren kan worden verbeterd. Bij afwijkingen in de productie moet gericht kunnen worden ingegrepen om dit resultaat wèl te bereiken. De organisatorische structuur om kwaliteitszorg te bedrijven op een bedrijf duiden we aan als kwaliteitssysteem. Momenteel zijn er veel uitvoeringen en varianten van systemen die, wat waarde betreft, zeer uiteen kunnen lopen. De waarde van kwaliteitssystemen hangt sterk samen met de aspecten die in het systeem zijn opgenomen. Alleen de aspecten die vooraf zijn voorzien of afgesproken, en waarvoor dus een borging is opgezet, worden gegarandeerd. Daarnaast is de wijze die aantoont hoe de borging is opgezet een bepalende factor voor de meerwaarde.

Kwaliteitssystemen volgens ISO-normen
De International Standards Organization (ISO) heeft in de afgelopen decennia normen voor kwaliteitssystemen opgesteld. Deze normen zijn vooral bedoeld als hulpmiddel om de afnemer het bewijs te kunnen leveren dat aan de afspraken is voldaan. In eerste instantie zijn deze normen ontworpen voor ingewikkelde industriële processen en mogelijk onveilige producten. In

de ISO-normen wordt veel aandacht besteed aan organisatorische aspecten zoals vastlegging van verantwoordelijkheden en het goed specificeren van producten, processen, procedures en voorzieningen. Vóór alles is het echter vereist dat er een omschreven kwaliteitsbeleid is met meetbare doelstellingen.
Een kwaliteitssysteem opgezet volgens ISO-normen toont aan dat de organisatie in staat is een bepaalde kwaliteit te maken. Een dergelijk systeem kan worden bekroond met een ISO-certificaat. Diverse bedrijven, ook bedrijven die aan de landbouw toeleveren en bedrijven die landbouwproducten verwerken, beschikken over zo'n ISO-9000 certificaat.
Op primaire bedrijven is het stelsel van de ISO-normen niet zonder meer toepasbaar. De belangrijkste reden hiervoor is dat de scheiding van de verantwoordelijkheden voor productie en controle op een eenmans- of een gezinsbedrijf niet nageleefd kan worden.

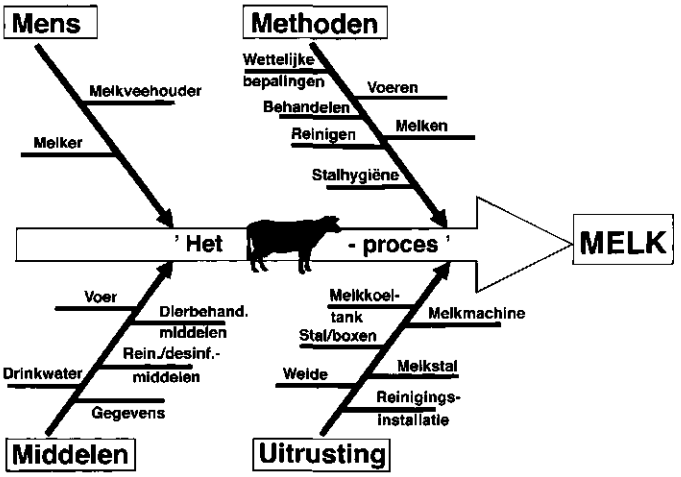
Kwaliteitssysteem volgens HACCP
Bij de bereiding van voedingsmiddelen is het primair van belang dat de producten geen gevaar opleveren voor de consument. Dat houdt in dat mogelijke risico's voor de veiligheid van de consument moeten worden verkleind of uitgesloten. Fouten in het productieproces kunnen ernstige calamiteiten, zoals voedselvergiftigingen, tot gevolg hebben. Zowel bij een grootschalige, gespecialiseerde industriële productie, als bij de moderne ontwikkelingen waarbij de mens verder van de voedselproducent komt af te staan is het van belang de risico's te kennen en te beheersen.
Uitsluiting van risico's vereist een systematiek waarbij de punten in het productieproces waar het kan mis gaan, zijn aangegeven. Voor deze "kritieke" punten moeten de te nemen maatregelen bekend zijn. Met spreekt bij deze systematiek van risico-analyse en risico-beheersing. Vrijwel altijd wordt de afkorting van de Engelse uitdrukking "Hazard Analysis and Critical Control Points" (HACCP) gebruikt.

Een kwaliteitssysteem heeft pas waarde als alle relevante productiefactoren getoetst en beheerst worden.

HACCP bestaat uit twee hoofdonderdelen:
1. Het analyseren van de potentiële bedreigingen;
2. Het aangeven en ontwerpen van de beheersingsmaatregelen.

In eerste instantie gaat het bij HACCP om het voorkómen van microbiologische gevaren. De HACCP-methodiek is ontworpen voor bewaking van de veiligheid van producten, maar voor bewaking van de deugdelijkheid van producten is de methode evengoed te gebruiken.
Daarnaast is de methodiek toepasbaar voor beheersing van andere knelpunten die niet op microbiologisch gebied liggen, bijvoorbeeld bij het voorkómen van residuen in de producten van de melkveehouderij.

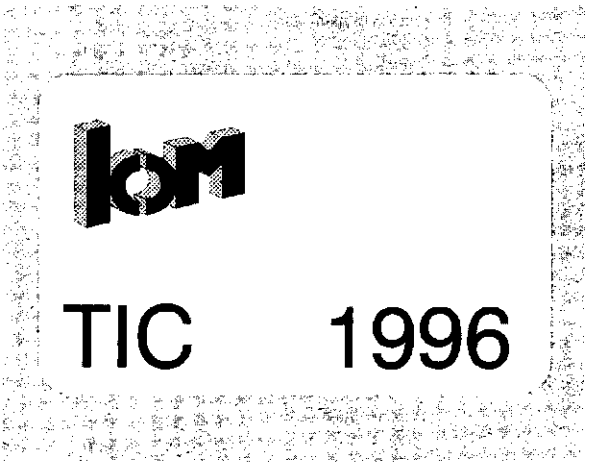
Codes voor hygiëne en Good Manufacturing Practice (GMP)
Een code is letterlijk een gedragslijn (in feite een "eigen verklaring") waarin een beschrijving is gegeven van de te volgen werkwijze. Vaak bevat de code een groot aantal aanwijzingen en aandachtspunten die voor praktische toepassing van nut zijn. Gewoonlijk zijn ze geen dwingend voorschrift.
Hygiëne-codes hebben vooral tot doel een goede hygiëne bij de bereiding van levensmiddelen te bevorderen. GMP-codes hebben gewoonlijk een ruimere strekking en betrekking op werkwijzen of handelingen waarbij meer aspecten zoals zorgvuldig gebruik van grondstoffen een rol spelen. Daarnaast worden ook vaak ethische aspecten belicht. In de landbouw zijn er GMP-codes, bijvoorbeeld voor de diervoersector, voor de varkenshouderij, voor het vervoer van varkens en voor een Goede Veterinaire Praktijkuitoefening (Good Veterinary Practice ofwel GVP) voor dierenartsen. Vaak wordt de meer algemene term "Goede Agrarische Praktijk (Good Agricultural Practice ofwel GAP)" gebruikt.
Voor een succesvol gebruik dienen de codes deskundig en praktisch opgesteld te zijn.



De inhoud en het toezicht op de naleving van de code bepalen de waarde hiervan.
Aanvankelijk waren de codes zodanig opgesteld dat ze konden dienen als een praktische handleiding. In de loop der jaren is de nadruk meer komen te liggen op het systematisch beheersen van risico's en kritische punten in het bereidingsproces. Dit blijkt uit het toenemend streven in de wet- en regelgeving om HACCP in te bouwen in de codes.

10.2.3 Borging en toezicht
Voor de buitenwereld hangt de waarde van een kwaliteitssysteem af van de aantoonbaarheid van de kwaliteitsaspecten. Belangrijk hierbij is hoe de "bewijsvoering" is opgezet, of er toezicht is op de borging van het kwaliteitssysteem en hoe dit toezicht is geregeld. Doorslaggevend hierbij is of de toezichthouder of beoordelaar een onpartijdige en onafhankelijke instelling, een branche-organisatie of de producent zelf is. Aan beoordelingen door afhankelijke personen of instellingen wordt in de praktijk beperkte waarde ontleend. Een beoordeling door een onpartijdige en onafhankelijke instelling geeft meer vertrouwen. Van instellingen erkend door de "Raad voor de Accreditatie" voorheen "Raad voor de Certificatie", mag worden verwacht dat ze voldoen aan de eisen van deskundigheid en onpartijdigheid. Deze erkende instellingen geven bij hun beoordeling een certificaat af, waaruit de erkenning door de Raad voor de Certificatie blijkt.
De beoordeling kan plaats vinden op basis van de ISO-9000-normen. De producent ontvangt dan een ISO-certificaat voor een goed omschreven deel van het kwaliteitssysteem. Maar ook kwaliteitssystemen die niet op ISO-basis zijn opgezet kunnen worden gecertificeerd. Dan is er gewoonlijk sprake van product- of procescertificering. Voorbeelden hiervan zijn respectievelijk het scharrelvarkenscertificaat en de certificering van kaasfabrieken door het Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel (COKZ). Beide vormen geven een goede borging voor de specifiek gegarandeerde kwaliteitsaspecten.
Voor het toezicht op de borging zijn allerlei organisatiestructuren mogelijk. Het ligt voor de hand dat in de regel met de mate van zekerheid die een systeem biedt ook de financiële consequenties zullen toenemen.

10.2.4 Kwaliteitszorg in de melkveehouderij
Ook in de melkveehouderijsector wordt het belang van kwaliteitsborging op de boerderij algemeen onderschreven. Op verschillende plaatsen zijn plannen gemaakt voor systemen van kwaliteitszorg op het melkveebedrijf.
Zo is er een systeem voor een geborgd onderhoud voor de melkmachine, het Project Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties (KOM). Een belangrijk onderdeel van dit kwaliteitssysteem is de beoordeling van de meet- en adviesrapporten. Er is een beoordelingssysteem opgezet voor de werkwijze van de onderhoudsmonteurs en de kwaliteit van de onderhoudsrapporten. Daarnaast wordt onder meer aandacht besteed aan het opstellen van opleidingseisen voor onderhoudsmonteurs, het verder uniformeren van de meetmethoden bij het onderhoud van de melkmachines en het aanpassen van de eisen die aan de meetapparatuur worden gesteld.
Ook de zuivelwereld hecht grote waarde aan de ontwikkeling en verbetering van kwaliteitszorg op de boerderij. Aan borging van andere zaken met betrekking tot de melkproductie, zoals het gebruik van diergeneesmiddelen, het voorkómen van residuen in melk, hygiëne op en rond melkveebedrijven, wordt op diverse plaatsen gewerkt. In de zuivelketen speelt de borging van deze belangrijke bedrijfsprocessen op het melkveebedrijf een steeds grotere rol. Het ligt voor de hand dat de zuivel in de regel optreedt als sturende partij in de productie- en verwerkingsketen.



11 Het melken van geiten en schapen

11.1 Omvang van de sector ... 227
11.2 Het melken ... 227
11.3 De melkstal ... 228
11.4 De melkmachine ... 229
11.4.1 Vacuümhoogte ... 229
11.4.2 Pulsatiesysteem ... 230
11.4.3 Melkstellen ... 230
11.4.4 Vacuümleiding ... 230
11.4.5 Melkleiding ... 230

Het melken van geiten en schapen 11

Het melken van schapen en geiten neemt toe in Nederland, het is zo langzamerhand uit de hobbysfeer gegroeid tot een professionele sector. Met name de melkgeitenhouderij heeft de laatste tien jaar een enorme groei doorgemaakt. De bedrijfsvoering is snel gemoderniseerd. Ook de afzet van de producten is beter geregeld.

11.1 Omvang van de sector

We onderscheiden drie groepen geitenbedrijven: hobbybedrijven, bedrijven die de melk leveren aan een zuivelfabriek en bedrijven die de melk zelf verwerken tot zuivelproducten. Figuur 11.1 geeft een overzicht van de ontwikkeling van de melkgeitenhouderij in Nederland.

De geitenhouderij in Nederland is vrij klein vergeleken met andere landen binnen de Europese Unie. Van het totaal aantal geiten dat in deze landen wordt gehouden, wordt ongeveer 0,5% in Nederland gehouden. Landen met de meeste geiten zijn Griekenland, Italië, Frankrijk en Portugal.

Het aantal melkgeiten neemt gestaag toe, vooral door een toeneming van het aantal melkgeiten per bedrijf. In 1983 waren er 38 bedrijven met meer dan 20 melkgeiten. In 1994 waren er 166 bedrijven met meer dan 50 melkgeiten. In tabel 11.1 is een overzicht gegeven van de bedrijfsomvang.

Melkproductie

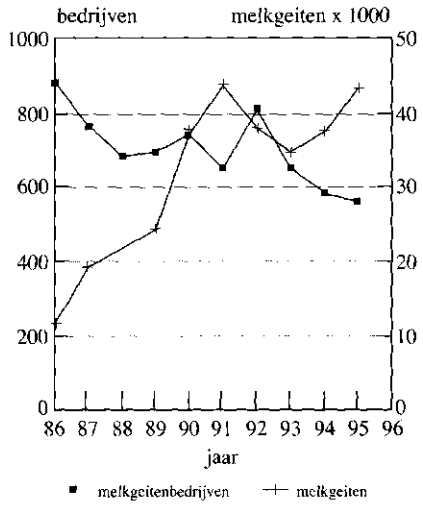
Het aantal bedrijven dat in 1995 deelnam aan de productiecontrole was 145. Dit is relatief laag.

De gemiddelde melkproductie van een geit wordt geschat op 725 kg melk. Op bedrijven die aan productiecontrole deelnemen is de melkproductie per geit veelal hoger. In tabel 11.2 staat de gemiddelde productie van de gecontroleerde bedrijven.

11.2 Het melken

Vaak worden geiten gehuistvest in potstallen, ook zijn er enkele bedrijven met ligboxenstallen

Figuur 11.1 Melkgeitenhouderij in Nederland



bron: CBS meitelling 1995

Tabel 11.1 Aantal melkgeiten bij diverse bedrijfsgroottes (1994)

Aantal geiten	50-99	100-200	200-300	>300	Totaal
Aantal bedrijven	32	60	38	36	166
Melkgeiten per bedrijf	74	140	243	436	215

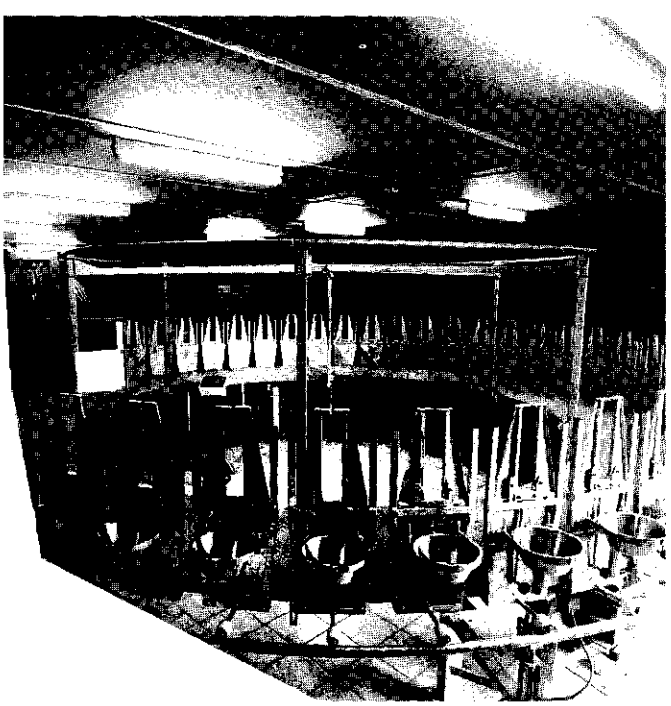
Tabel 11.2 Gemiddelde productie van de gecontroleerde bedrijven met melkgeiten

Jaar	1991	1992	1993	1994
Melk (kg)	802	877	912	925
Aantal dagen	302	337	335	327
Vet (%)	4,09	4,14	4,21	4,14
Eiwit (%)	3,29	3,32	3,32	3,32

voor geiten. Geiten zijn van nature zindelijke dieren, de mest is droger en anders van vorm als bijvoorbeeld bij melkkoeien. Er is hierdoor minder vervuiling van de dieren. Bij schone stallen zullen de uiers en spenen niet vuil zijn. Vandaar dat er bij het melken van geiten geen voorbehandeling nodig is, dit in tegenstelling tot melkkoeien. Verder blijkt dat voorbehandeling bij geiten geen verbetering geeft van de melkafgifte, doordat de geit haar melk vlot afgeeft. Voorbehandeling kan alleen nodig zijn voor controle op mastitis. Uierontsteking komt bij geiten echter weinig voor. Door de productieverhoging neemt de kans op uierontsteking wel toe.
De persistentie van de productie van geiten is beter dan bij melkkoeien, daling van de melkproductie treedt meestal op nadat de geit gedekt is. Een aantal geitenhouders wacht dan ook bewust een tijdje alvorens de geit weer te laten dekken. Ook geiten die gust blijven kunnen lang worden doorgemolken. Lactaties van 600 dagen komen regelmatig voor in de geitenhouderij.

Blauwe uier
De bekendste vorm van zichtbare uieronsteking bij geiten is het "blauwe" uier. Verschijnselen zijn : koorts, versnelde hartslag en ademhaling en verminderde eetlust. In eerste instantie is de uier rood gezwollen, warm en pijnlijk. Daarna wordt het koud en ontstaat blauwverkleuring en uiteindelijk sterft het weefsel af. De geit kan er zelfs aan sterven. Indien de geit het overleeft, is de melkproductie verloren. Blauwe uiers worden bijna altijd veroorzaakt door Staphylococcus aureus. Deze bacterie kan ook bij koeien een uieronsteking veroorzaken. In geval van blauwe uiers maakt deze bacterie ook gifstoffen. Overdracht kan plaatsvinden tijdens het melken, maar ook door likken of zuigen. Daarom moeten dieren met ziekteverschijnselen apart van de koppel worden gehuisvest. Gezien de slechte behandelingsprognose van blauwe uiers is het direct opruimen van de geit de beste oplossing.

Een draaimelkstal met een hoge capaciteit voor geiten.



11.3 De melkstal
Doordat het aantal geiten per bedrijf is toegenomen is ook de noodzaak van het optimaliseren van het melken toegenomen. De tijd dat de melkstal bestond uit een tafel met daarop zes tot acht geiten is voorbij. Tegenwoordig heeft men grote melkstallen met een melkleidingsysteem. Het zijn meestal melkstallen van het type zij-aan- zij. Maar ook draaimelkstallen komen voor bij de grotere bedrijven. Uit gegevens van het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden bleek dat de huisvesting van de melkgeiten een belangrijke rol speelt bij de capaciteiten van het melken. Hoe meer groepen er worden gemaakt hoe meer tijd het wisselen van de geiten tijdens het melken vraagt. Een huisvesting in kleine koppels, met bijvoorbeeld een groepsgrootte gelijk aan het aantal standen in de melkstal, geeft wel de mogelijkheid om productiegroepen te vormen, maar daarentegen vraagt het veel meer werk bij het melken. Steeds zal de melker de melkstal moeten verlaten om de gemolken geiten terug te brengen en een nieuwe koppel te halen. Bij iedere groep moet een aantal hekken worden omgezet. Dit gaat ten koste van de capaciteit van de melkstal. Weinig productiegroepen of een aparte wachtruimte vlak voor de melkstal kan de capaciteit verhogen. In de meeste geitenmelkstallen wordt één melkstel per twee geiten toegepast. Hierdoor hoeft er minder vaak gewisseld te worden.
Melkstallen (type zij-aan-zij) waarbij de melkstellen één koer omgezet worden halen een grotere capaciteit dan melkstallen waarbij het aantal standen gelijk is aan het aantal melkstellen. Voor een goede werkhouding is de diepte van

de melkersput van groot belang. Als vuistregel hiervoor wordt elleboogbhoogte min vijf centimeter gehanteerd.

11.4 De melkmachine

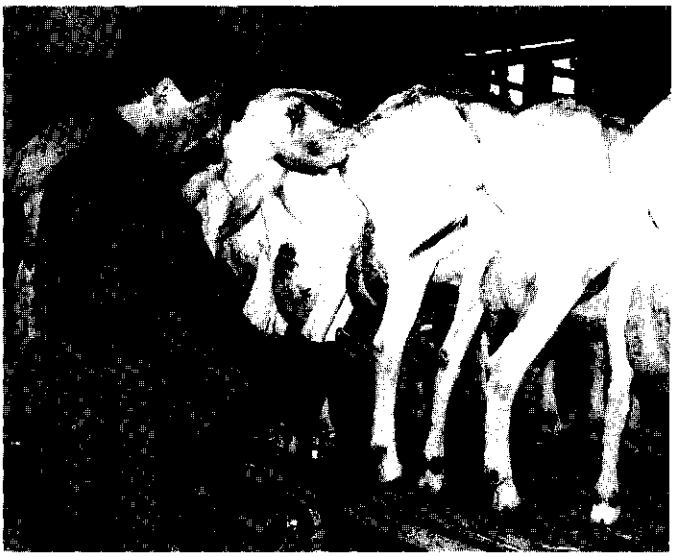
Melkinstallaties voor koeien moeten voldoen aan de ISO-normen. Voor melkinstallaties voor geiten en schapen zijn in ISO-verband geen aparte normen beschreven. Toch is het voor de Nederlandse geitenhouders wenselijk richtlijnen voor melkinstallaties voor geiten en schapen op te nemen. Deze richtlijnen zijn weergegeven in de Technische Normen en Aanbevelingen voor melkinstallaties '96. De richtlijnen voor installaties voor het melken van geiten zijn afgeleid van de ISO-normen voor melkinstallaties voor koeien.
Hoewel het principe van machinaal melken gelijk is aan het machinaal melken van koeien, zijn er toch een aantal verschillen. De afstelling van melkinstallaties voor geiten en schapen wordt hieronder beschreven.

11.4.1 Vacuümhoogte

Het bedrijfsvacuüm is doorgaans lager dan bij melkinstallaties voor koeien. Evenals bij melkkoeien wordt ook bij melkinstallaties voor geiten de vacuümhoogte mede bepaald door de opvoerhoogte van de melk.
Als vacuümhoogte wordt doorgaans aangehouden:

hoogliggende melkleiding:	43-45 kPa
melkmeetglazen:	40-43 kPa
laagliggende melkleiding	38-40 kPa

Capaciteit vacuümpomp
De capaciteit van de vacuümpomp is van belang voor een correcte vacuümvoorziening tijdens het melken. De waarden voor reservecapaciteit en luchtverbruik voor de melkstellen zijn echter lager dan bij melkstellen voor koeien. Het luchtverbruik is de helft in vergelijking met melkstellen voor koeien. Voor de reservecapaciteit wordt onderscheid gemaakt tussen melkleidinginstallaties en emmerinstallaties. Bij emmerinstallaties wordt er van uitgegaan dat er twee melkstellen worden aangesloten op één emmer.

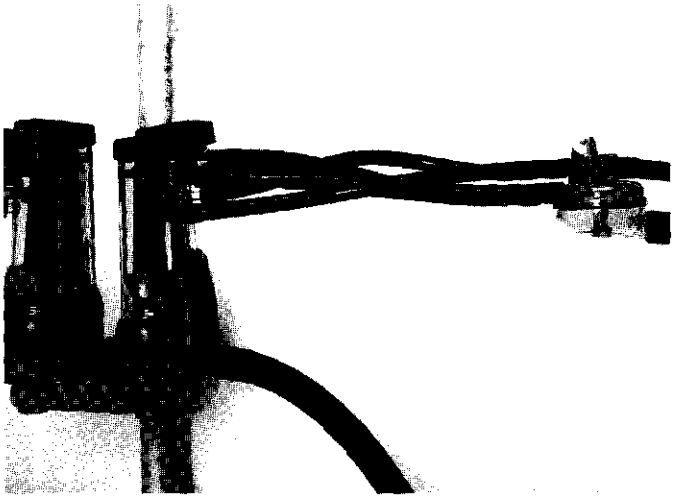


Een melkstal voor geiten kan heel eenvoudig zijn.

In tabel 11.3 is de minimale capaciteit in liters lucht per minuut van de vacuümpomp weergegeven.
In sommige gevallen is extra capaciteit nodig voor de reiniging van de melkinstallatie. Deze extra capaciteit blijkt met name nodig te zijn voor grote melkinstallaties, waarbij een ruim gedimensioneerde melkleiding toegepast is (> 50 mm doorsnede).

Tabel 11.3 Minimale capaciteit vacuümpomp (l/min) voor melkstallen voor geiten en schapen (bij zelfsluitende melkklauwen)

Aantal melkstellen	8	16	24	30	36
Benodigde capaciteit voor melken	555	1085	1435	1700	1950
Benodigde capaciteit voor reiniging					
diameter melkleiding 40 mm	530	730	930	1080	1130
diameter melkleiding 50 mm		1100	1200	1450	1600
diameter melkleiding 75 mm				1950	2100



Een geitenmelkstel met zelfsluitende tepelbekers.

11.4.2 Pulsatiesysteem

Het pulsatiesysteem is niet afwijkend van dat van melkinstallaties voor koeien. Bij melkstellen voor geiten en schapen wordt doorgaans echter één pulsator gebruikt voor twee (of meer) melkstellen.
Een jong geitje heeft een andere wijze van zuigen bij de moedergeit dan een kalf bij de koe, vandaar dat de pulsatie-instelling anders is dan bij koeien. Met name de pulsatiesnelheid is bij geitenmelkstellen doorgaans hoger dan bij koeien. Een pulsatiesnelheid van 90 pulsaties per minuut is gewenst (variatie 60 tot 120). Schapen worden gemolken met nog een hoger aantal pulsaties per minuut. De pulsatieverhouding is vrijwel gelijk aan die van koeien, als zuig/rustslagverhouding voor geiteninstallaties wordt meestal een verhouding 60 : 40 tot 70 : 30 aangehouden.

11.4.3 Melkstellen

Een melkstel bestaat uit een melkverzamelstuk en twee tepelbekers. Soms worden er aangepaste melkklauwen en (kleine) tepelbekers gebruikt die ook bij het melken van koeien gebruikt worden. De laatste jaren is er echter een tendens naar speciale melkstellen voor geiten en schapen. Veelal worden nu lichtere melkstellen met doorzichtige kunststof tepelbekers gebruikt. Onderzoek van het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden geeft aan dat iets zwaardere melkstellen beter uitmelken (tepelbekers van roestvast staal). Om luchtzuigen bij aansluiten en afnemen zoveel mogelijk te voorkomen kunnen de tepelbekers voorzien worden van afsluiters. Deze afsluiters kunnen tevens zorgen voor iets meer gewicht van het melkstel. Voor de berekening van de reservecapaciteit is er onderscheid gemaakt tussen installaties voorzien van een zelfsluitende en van een niet- zelfsluitende melkklauw of tepelbeker.

11.4.4 Vacuümleiding

De diameter van de vacuümleiding is afhankelijk van de hoeveelheid lucht die per minuut verplaatst moet worden. De hoeveelheid lucht van de melkstellen is minder dan bij koeien. Door het hoge aantal pulsaties moet echter weer meer lucht worden verplaatst.
Als richtlijn voor de diameter van de vacuümleiding voor melkinstallaties voor geiten kunnen de gegevens uit tabel 11.4 worden gehanteerd.

11.4.5 Melkleiding

De diameter van de melkleiding is afhankelijk van het aantal melkstellen, de melksnelheid en de luchtstroom. Uitgangspunt voor de bereke-

Tabel 11.4 Minimale diameters van vacuümleidingen voor melkinstallaties voor geiten en schapen

Aantal melkstellen	Minimale diameter vacuümleiding (mm)
< 12	34
12 - 22	38
22 - 34	50
> 34	62,5

Tabel 11.5 Minimale diameters van melkleidingen voor melkinstallaties voor geiten en schapen

Aantal melkstellen	Minimale diameter melkleiding (mm)
< 12	38
12 - 22	50
22 - 34	62,5
> 34	75

ning is een gemiddelde melksnelheid van 1 kg per minuut. In tabel 11.5 staan de minimale diameters voor geitenmelkstallen.

Bij het toepassen van elektronische melkmeters zal de diameter van de melkleiding doorgaans ruimer moeten zijn. Wanneer echter melkmeetglazen worden toegepast, moet een leiding worden geïnstalleerd met een diameter van 32 tot 38 mm; de leiding doet dan enkel dienst als melktransportleiding. Een grotere diameter zal problemen geven bij de reiniging.

12 Wetgeving, regelingen en organisaties

12.1 Internationale wet- en regelgeving 235
12.2 Nationale wet- en regelgeving 235
12.3 Instanties en organisaties 237
12.3.1 Internationale organisaties 237
12.3.2 Nationale instanties belast met wetgeving en toezicht 237
12.3.3 Brancheorganisaties 238
12.3.4 Melkcontrolestation 239
12.3.5 Onderzoek 239
12.3.6 Onderwijs 240
12.3.7 Voorlichting 240

Wetgeving, regelingen en organisaties 12

De kwaliteit van de grondstof melk is de basis voor de kwaliteit van de daaruit bereide zuivelproducten. Voor de volksgezondheid maar evengoed voor de export van deze producten is een goede kwaliteit van de melk van essentieel belang. Vandaar dat het streven naar kwaliteitsverbetering van verschillende zijden en langs verschillende wegen onverminderd doorgaat. Overheid en bedrijfsleven spannen zich gezamenlijk in de melkkwaliteit te blijven bewaken. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de wetgeving, regelingen en organisaties welke een rol spelen bij de productie van melk en zuivelproducten.

12.1 Internationale wet- en regelgeving

Om een Europese interne markt tot stand te brengen zijn het Europese parlement en de Europese Commissie al enkele tientallen jaren bezig basisregelgeving voor de hele Europese Unie (EU) op te stellen. Dit heeft tot doel om op diverse terreinen basiseisen te formuleren. Deze eisen zijn dan van toepassing in alle lidstaten voor zowel het internationale handelsverkeer als voor de nationale markt. Hierdoor is het niet mogelijk dat een lidstaat producten uit een andere lidstaat weigert binnen te laten als de producten voldoen aan de EU-basiseisen.
In de praktijk krijgt de EU-regelgeving vorm in diverse richtlijnen en verordeningen. De richtlijnen moeten de lidstaten opnemen (implementeren) in de nationale wetgeving. Verordeningen zijn rechtstreeks van kracht in de lidstaten.
Op het terrein van zuivel zijn er bijvoorbeeld verordeningen van kracht waarin eisen zijn opgenomen over residuen in melk en zuivelproducten en over het gebruik van additieven bij de productie van zuivelproducten.

Een belangrijke richtlijn op het terrein van melk en zuivel is EG-richtlijn 92/46. Voluit heet deze richtlijn: "Richtlijn 92/46/EEG van de RAAD van 16 juni 1992 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften voor de productie en het in de handel brengen van rauwe melk, warmtebehandelde melk en producten op basis van melk".
De werking van deze richtlijn strekt zich uit van de productie van rauwe melk op de boerderij, het verwerken van de melk en het in de handel brengen van de zuivelproducten. Voor de productie van melk op de boerderij stelt de richtlijn eisen aan de gezondheid van de dieren, de melkkwaliteit (kiemgetal en celgetal) en de inrichting en verzorging van het bedrijf.
Bij de verwerking van de melk worden eisen gesteld aan de inrichting van de fabrieken en werkwijzen. Ook worden eisen gesteld aan de kwaliteit van eindproducten.
Zuivelondernemingen die voldoen aan de eisen van de richtlijn worden erkend en moeten het EG (h)erkenningsmerk afdrukken op de verpakking van hun producten. Op deze wijze kunnen toezichthoudende instanties in binnen en buitenland zien dat het product afkomstig is van een producent die voldoet aan de regelgeving. Het herkenningsmerk heeft de vorm van een ovaaltje met daarin o.a. de afkorting voor het land en het erkenningsnummer van de fabriek waarin het product is gemaakt.
Binnen de EU krijgt de zuivelsector niet alleen aandacht met betrekking tot de kwaliteit. Een ander belangrijk aspect is de marktordening. Bekend voorbeeld hiervan is de melkquotering, de zogenaamde superheffing. Andere voorbeelden zijn de interventieprijzen voor boter en melkpoeder. Dit alles heeft een stabiele en redelijke prijsvorming van melk tot doel, zodat de melkveehouders in Europa een redelijk inkomen kunnen hebben.

12.2 Nationale wet- en regelgeving

Producenten van melk hebben te maken met een aantal wetten. Hieronder een kort overzicht.

Landbouwkwaliteitswet
In 1973 is de Landbouwkwaliteitswet van kracht geworden. Deze wet maakt het de regering mogelijk de gehele samenstellings- en kwaliteitscontrole onder één noemer te brengen. De aanleiding daartoe was onder meer het streven naar vereenvoudiging van de tot dan toe geldende gecompliceerde bepalingen gebaseerd op de Kaasmerkenwet, de Landbouwuitvoerwet en in een enkel geval een produktschapsverordening. Daarnaast pasten verschillende EEG-voorschriften niet meer in de wetgeving.
De Landbouwkwaliteitswet heeft tevens tot doel de afzet van zuivelproducten in het buitenland te bevorderen. Dit krijgt vorm door het voeren van een Rijksmerk op de producten.
De besluiten en regelingen van de Landbouwkwaliteitswet omvatten onder meer regels over de kwaliteit van kaas en boter en verwante producten. Het toezicht op de naleving van de regels berust bij de stichting Centraal Orgaan

Het COKZ houdt toezicht op de naleving van de Landbouwkwaliteitswet.

voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel (COKZ) te Leusden.
Ook de uitbetaling van de melk naar kwaliteit is geregeld in het kader van de Landbouwkwaliteitswet.

Warenwet
Binnen de warenwet vallen het Warenwetbesluit zuivel en de Warenwetregeling zuivel. Hierin zijn artikelen opgenomen waarin onder andere wordt omschreven aan welke eisen melk die wordt afgeleverd aan zuivelfabrieken, moet voldoen en wat vereist is voor verkoop van rauwe melk direct aan particulieren. Voorts worden er de inrichtingseisen in beschreven en worden er eisen gesteld voor wat betreft de aanduiding, bereiding, samenstelling, verpakking, bewaring, behandeling en vervoer van zuivelproducten.
Het toezicht op de naleving van de Warenwet berust bij de Inspectie Gezondheidsbescherming, beter bekend onder de naam "Keuringsdienst van Waren".

Produktschapsverordeningen
Een aantal verordeningen en besluiten van het Produktschap voor Zuivel zijn hier van belang:
- Zuivelverordening 1993, Inrichtingseisen zuivelbereiding.
  In deze verordening zijn de inrichtingseisen uit richtlijn 92/46/EEG voor zuivelondernemingen en melkveebedrijven opgenomen
- Zuivelverordening 1994, Uitbetaling boerderijmelk naar gehalte en gewicht.
  Deze verordening verplicht zuivelondernemingen ertoe de geleverde melk op basis van gewicht en samenstelling uit te betalen. De zuivelonderneming is daarbij verplicht de bepalingen van deze verordening in acht te nemen. In de verordening is de feitelijke uitbetaling naar samenstelling van de melk geregeld. Ook de voorschriften voor het nemen, transporteren en bewaren van melkmonsters is via deze verordening geregeld
- Landbouwkwaliteitsverordening 1994, Uitbetaling boerderijmelk naar kwaliteit.
  Op basis van deze verordening zijn de zuivelondernemingen verplicht de melk uit te betalen naar kwaliteit. In deze verordening zijn daartoe de nodige uitvoeringsvoorschriften opgenomen. Aan de verordening zijn een aantal besluiten gehangen waarin de frequentie van kwaliteitsonderzoek, de normen en de analysevoorschriften zijn opgenomen.

Veewet
De Veewet heeft als hoofddoelstellingen:
- De zorg voor de algemene gezondheidstoestand van de Nederlandse veestapel
- De wering en bestrijding van besmettelijke dierziekten bij vee

Ook de keuring van voor uitvoer bestemd vee en vlees is via de Veewet geregeld. De uitvoering hiervan ligt bij de RVV (Rijksdienst voor Vee en Vlees).
De bestrijding van in de Veewet genoemde ziekten is ook via de Veewet geregeld. Dit betreft bijvoorbeeld Abortus Bang en Mond en Klauwzeer. Zo heeft de dierenarts de verplichting een geconstateerde Veewetziekte te melden bij het Ministerie van LNV. Bij de bestrijding van de ziekten kunnen krachtens de Veewet de Publiekrechtelijke Bedrijfsorganisaties (PBO's) aanvullende verordeningen uitvaardigen.

Andere wetten
Andere wetten, bijv. de Wet op Bestrijdingsmiddelen en de Wet op Diergeneesmiddelen kunnen in de veehouderij bij tijd en wijle een belangrijke rol spelen. Onder de Bestrijdingsmiddelenwet vallen niet alleen de toelating van pesticiden en insecticiden, maar bijvoorbeeld eveneens die van de gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen die worden gebruikt bij de melkwinning.
Ook de algemene eisen met betrekking tot de bewaarplaats van deze middelen zijn er in vermeld.

In de Wet op de Dierengeneesmiddelen is de handel in antibiotica en chemotherapeutica en het gebruik ervan geregeld. Tevens is de toelating en registratie van diergeneesmiddelen erin opgenomen.

12.3 Instanties en organisaties

Vele organisaties en instanties zijn werkzaam op deelterreinen van de melkveehouderij. Voor een deel, vooral waar het gaat om volksgezondheidsaspecten, zijn dit overheidsorganen. Op het gebied van ontwikkeling en standaardisatie van werkwijzen en onderzoeksmethoden, zijn het in de regel organisaties die door het bedrijfsleven in het leven zijn geroepen en worden gefinancierd. Veel van deze organisaties zijn aangesloten bij of lid van een overkoepelende internationale organisatie.

12.3.1 Internationale organisaties

Op het terrein van internationale wetgeving is vooral de Europese Unie actief. Zij werkt door het opstellen van regelgeving voor alle lidstaten aan de invulling van de interne markt. Dit betreft diverse werkvelden zoals diergezondheid, zuivelkwaliteit en -productie (superheffing) alsmede het gehele gemeenschappelijke landbouwbeleid. De Europese Unie is echter ook buiten de landbouw actief.
Naast de Europese Unie zijn er vele andere internationale organisaties werkzaam. Een aantal voor de melkveehouderij belangrijke organisaties zijn:

IDF International Dairy Federation
De internationale zuivelbond IDF werkt onder andere aan het opstellen van internationaal aanvaarde analysemethoden. Daarnaast bevordert deze organisatie de informatieuitwisseling tussen de aangesloten landen. Dit betreft vele aspecten zoals melkwinning, uitbetaling, wetgeving, melkverwerking en economische aspecten.

ICAR International Committee for Animal Recording
Deze organisatie is verantwoordelijk voor eisen die gesteld worden aan de melkproductiecontrole voor de fokkerij. Zo worden o.a. eisen gesteld aan apparatuur voor melkgiftregistratie. De (vrijwillig) aangesloten landen verplichten zich te werken volgens de ICAR-richtlijnen.

ISO International Organization for Standardization
De ISO is onder andere verantwoordelijk voor de opstelling van diverse internationale normen en aanbevelingen, zoals de aanbevelingen voor de constructie en aanleg van melkinstallaties en normen voor kwaliteitssystemen voor productie en productieprocessen.

CODEX Codex Alimentarius
De CODEX stelt aanbevelingen op voor de kwaliteit van voedingsmiddelen. Dit kunnen samenstellingsaspecten zijn maar ook normen voor residuen. Aangesloten landen kunnen verklaren dat ze handelen volgens de CODEX standaarden. Beslissingen van de CODEX zijn vaak richtinggevend voor internationale discussies over eisen voor voedingsmiddelen.

Hoewel deze organisaties geen wetgevende kracht hebben zijn ze wel richtinggevend in de internationale afspraken tussen diverse landen. Ook komt het voor dat de aanbevelingen van deze organisatie overgenomen worden in wetgeving van de Europese Unie. Daarmee krijgen de aanbevelingen wel wetskracht.

12.3.2 Nationale instanties belast met wetgeving en toezicht

Landbouw
Binnen het terrein van melkwinning en zuivel is het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) een belangrijk wetgevend orgaan. Dit departement is verantwoordelijk voor wetgeving ten aanzien van de productie en de verwerking van melk. Bij de wetgeving voor zuivelproducten is LNV voornamelijk verantwoordelijk voor eisen aan producten die "het predikaat" extra kwaliteit willen dragen. Hiervoor zijn de zogenaamde rijksmerken beschikbaar.

Deze activiteit is gericht op bevordering van de afzet van zuivelproducten in het buitenland. Naar verwachting zal dit deel van de Landbouwkwaliteitswetgeving in de nabije toekomst een sterke vereenvoudiging ondergaan.
Daarnaast heeft LNV tot taak de wetgeving vanuit Brussel op het terrein van melkwinning en melkverwerking in te voeren. Een deel van de inhoudelijke invulling van deze wetgeving heeft

LNV gedelegeerd aan het Produktschap voor Zuivel (PZ).

Naast de wetgeving voor melkwinning en melkverwerking draagt LNV ook de zorg voor de wetgeving op het terrein van de diergezondheid, toelating diergeneesmiddelen en toelating bestrijdingsmiddelen.
Voor controle op de wetgeving heeft LNV een controle- en opsporingsapparaat. Dit is de Algemene Inspectie Dienst (AID).

Volksgezondheid
Behalve het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) actief binnen de zuivelsector. De wetgeving van VWS omvat met name eisen waaraan producten uit oogpunt van volksgezondheid moeten voldoen. Voor de zuivelsector betreft dit voornamelijk de Warenwet.

Ook VWS heeft een opsporings- en controleapparaat, de Inspectie Gezondheidsbescherming (IGB). De IGB staat vanouds bekend onder de naam Keuringsdienst van Waren.

PBO's
Binnen de Wet op de Bedrijfsorganisatie zijn een aantal Publiekrechtelijke Bedrijfsorganisaties (PBO's) opgericht. Voorbeelden hiervan zijn de Produktschappen zoals het Produktschap voor Zuivel (PZ). Een ander voorbeeld is het Landbouwschap.
Deze organisaties zijn gemachtigd regelgeving op te stellen (weliswaar onder toezicht van de overheid).
Het Produktschap voor Zuivel heeft diverse verordeningen opgesteld voor de melkveehouderij- en zuivelsector. Zo is de uitbetaling van melk naar samenstelling inhoudelijk geregeld via een produktschapsverordening. Daarnaast zijn de inrichtingseisen voor melkveehouderijbedrijven en zuivelondernemingen vanuit de EU-regelgeving opgenomen in produktschapsverordeningen.
Ook de uitvoering van het toezicht en de controle op de uitvoering van de verordeningen is geregeld vanuit het Produktschap.
Binnen de organisatie van het Produktschap voor Zuivel valt ook de Centrale Organisatie Superheffing (COS). De COS zorgt voor de uitvoering van de melkquotering.

Ook het Landbouwschap stelt diverse verordeningen op. Zo is zij nadrukkelijk betrokken bij de regelgeving voor de diergezondheid en de organisatie van de Gezondheidsdienst voor Dieren.

Zuivelcontrole
Het Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel (COKZ) is een stichting opgezet door het landbouw- en zuivelbedrijfsleven. In het laboratorium van het COKZ worden de in Nederland geproduceerde zuivelproducten gecontroleerd. Daarnaast bezoeken de controleurs van het COKZ alle zuivelfabrieken en opslagbedrijven. Kaas, boter, melkpoeder en zuigelingenvoeding dragen als bewijs dat de Nederlandse keuring en controle hebben plaatsgevonden het Rijksmerk. Voor producten die worden geëxporteerd verstrekt het COKZ exportverklaringen waarmee een garantie wordt gegeven over de kwaliteit en de hygiënische betrouwbaarheid van de producten.Naast deze productcertificaten verleent het COKZ procescertificaten aan bedrijven met een geborgde procesvoering.

Het COKZ heeft voorts tot taak toezicht te houden op het kwaliteitsonderzoek van boerderijmelk en op de juiste uitbetaling daarvan. Het COKZ is hiertoe aangewezen door Produktschap voor Zuivel en doet dit op basis van de regels die gesteld zijn door het Produktschap. Medewerkers van het COKZ houden steekproefsgewijs controles op de werkwijze van de zuivelonderneming. Ook de werkzaamheden van het melkcontrolestation worden hierin betrokken.
Melkveehouders die het niet eens zijn met de uitbetaling van hun melk, kunnen zich met een klacht tot het COKZ richten. Het COKZ onderzoekt dan of op de juiste wijze is gewerkt bij de gehele procedure van monstername, monsterbewaring, analyse en gegevensverwerking ten behoeve van de uitbetaling.
Daarnaast is het COKZ door het Ministerie van LNV aangewezen als toezichthouder op de uitvoering van de eisen uit de EU-regelgeving.

12.3.3 Brancheorganisaties
Binnen de melkveehouderij en zuivelsector zijn diverse brancheorganisaties actief. Deze organisaties hebben gemeen dat ze de belangenbehartiging van hun leden verzorgen.

Landbouwbedrijfsleven
Voor de primaire landbouw zijn de Land- en Tuinbouworganisaties Nederland (LTO) actief in de belangenbehartiging. Dit betreft alle facetten van de land- en tuinbouw waaronder dus ook de melkveehouderij en de relatie met de zuivelsector.

Zuivelbedrijfsleven
Het zuivelbedrijfsleven is georganiseerd in de Nederlandse Zuivelorganisatie (NZO). De NZO behartigt de belangen voor de aangesloten zuivelondernemingen. Dit betreft bijvoorbeeld invulling van wetgeving voor de overheid, zowel nationaal als internationaal.

Melkmachinehandel
De importeurs van melkmachines zijn verenigd in de VEMI, kortweg de Vereniging van importeurs van melkwinningsapparatuur. De VEMI behartigt de belangen van importeurs en fabrikanten van en groothandelaren in melkwinnings- en bewaarapparatuur en automatiseringsapparatuur.

12.3.4 Melkcontrolestation
Het melkcontrolestation (MCS) is een onafhankelijke organisatie die voor de zuivelindustrie en de veeverbetering een groot aantal melkmonsters analyseert op diverse aspecten.
In het verleden waren er meerdere melkcontrolestations. Echter sinds begin 1995 is er nog één Melkcontrolestation Nederland. Dit is gevestigd in Zutphen.
De zuivelindustrie is verplicht de aangeleverde melk van boeren uit te betalen naar samenstelling en kwaliteit. Daartoe onderzoekt het MCS de melkmonsters van boeren op deze aspecten. Naast het werk voor de zuivelindustrie verricht het MCS ook veel analyses ten behoeve van de veeverbetering. In het kader van de veeverbetering neemt bijna 70% van de melkveehouders deel aan de melkproductiecontrole. Het MCS analyseert de melkmonsters van de individuele koeien op samenstelling. Bij deelname aan de koecelgetalbepaling stelt het MCS ook het celgetal van de koemonsters vast.
De resultaten van de analyses stuurt het MCS naar de zuivelondernemingen en de veeverbeteringsorganisaties. Zij verwerken de gegevens zelf verder ten behoeve van de boer.

Bij de uitvoering van haar werkzaamheden staat het MCS onder toezicht van het COKZ. Dit toezicht, dat zich beperkt tot het werk voor de zuivelindustrie, omvat het traject van monstertransport, monsterbewaring, uitvoering van analyses en gegevensverwerking.

Al het kwaliteitsonderzoek vindt plaats bij MCS in Zutphen.

12.3.5 Onderzoek
In Nederland houden diverse onderzoekinstellingen zich bezig met onderzoek op het terrein van de melkwinning.
In Lelystad is het Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paarden (PR) gevestigd. Binnen het PR is een afdeling Melkwinning die praktijkgericht onderzoek op het terrein van de melkwinning uitvoerd. Dit onderzoek heeft betrekking op de kwaliteit van de melk en op het gebruik en het functioneren van melkwinningsapparatuur.
Binnen het PR wordt verder onder andere gewerkt aan de inpassing van automatisch melken in de praktijk en aan diverse aspecten van uiergezondheid.

De instituten IMAG-DLO (Wageningen) en ID-DLO (Lelystad) houden zich bezig met funda-

menteel onderzoek op het terrein van melkveehouderij.
Op het gebied van de uiergezondheid is ook de Faculteit voor Diergeneeskunde actief. Samen met de Gezondheidsdiensten voor Dieren wordt zowel aan fundamenteel als praktijkgericht onderzoek gewerkt.

12.3.6 Onderwijs

Ook binnen het onderwijs wordt op ruime wijze aandacht geschonken aan melkwinning. Binnen het lager, middelbaar en hoger agrarisch onderwijs zijn lessen opgenomen die ingaan op de theoretische en praktische achtergronden van melkwinning. Het praktijkdiploma Machinaal Melken is een belangrijk onderdeel van het melkwinningsonderwijs. De agrarische scholen hebben hiertoe een uitgebreid bestand van zogenaamde voormelkbedrijven. Dit zijn bedrijven waar leerlingen een aantal lessen krijgen in het machinaal melken. De melkers op deze bedrijven, de voormelkers, zijn hiertoe speciaal opgeleid. Op deze bedrijven wordt ook het examen gedaan. Dit examen wordt afgenomen door een examinator van de school of een andere deskundige.
Voor het melkwinningsonderwijs spelen de lokaties Oenkerk en Horst van het Innovatie- en Praktijkcentrum - Dierlijke sectoren (IPC-Dier) een belangrijke rol. Leerlingen bij het agrarisch onderwijs volgen cursussen op deze centra. Hierbij komt ook het diploma machinaal melken aan bod.
Door het IPC-Dier en het middelbaar agrarisch onderwijs worden ook diverse losse cursussen gegeven.

Binnen het wetenschappelijk onderwijs verzorgen de Landbouwuniversiteit Wageningen (LUW) en de Faculteit voor Diergeneeskunde (Utrecht) onderwijs op het terrein van melkwinning en zuivel.
De LUW richt zich daarbij voornamelijk op de melkkunde en de zuiveltechnologie. De Faculteit voor Diergeneeskunde is vooral bezig op het terrein van de uiergezondheid.

12.3.7 Voorlichting

Door de zuivelondernemingen wordt veel aandacht geschonken aan voorlichting. De buitendienstmedewerkers van de ondernemingen richten zich vooral op aspecten die verband houden met de kwaliteit van de melk. Een aantal ondernemingen hebben specialisten in dienst die zich meer richten op het functioneren van de melkinstallatie.

In het verleden was de landbouwvoorlichting opgezet door het ministerie van LNV. In 1990 is de voorlichting echter geprivatiseerd. Hieruit is de Dienst Landbouw Voorlichting (DLV) ontstaan. De DLV-rundveehouderij heeft vestigingen door het hele land. Vanuit deze vestigingen opereren voorlichters voor de boeren in hun gebied. Het advieswerk betreft vooral renovatie en nieuwbouw van melkstallen, offerte-beoordeling, uitvoering van "natte metingen" tijdens het melken op probleembedrijven en het geven van adviezen bij mastitisproblemen.

Ook het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden heeft een afdeling Kennis en Informatie (KEI). Deze afdeling houdt zich bezig met kennisoverdracht naar verschillende doelgroepen zoals veehouders, zuivelindustrie, bedrijven in melkwinningsapparatuur, DLV, Gezondheidsdienst voor Dieren, landbouwonderwijs enz.

Bij problemen met uiergezondheid kan de melkveehouder zich ook wenden tot de Gezondheidsdienst voor Dieren. De Gezondheidsdiensten hebben specialisten in dienst die, samen met de dierenarts, de melkveehouder kunnen begeleiden bij de aanpak van mastitisproblemen.

Register

A

Aanslag in de melkapparatuur, 198, 202, 204
Actinomyces pyogenes, 56, 165,
Adrenaline, 37
Aërobe bacteriën, 48, 56-61
Aflatoxine,67
Afneemapparatuur, 114-115
Aftapkranen, 85
Afvalwater, 208-209
Alkalische reinigingsmiddelen, 201
Alternatief werkend drukwisselingssysteem, 86, 92, 101, 154
Anaërobe bacteriën, 48, 56-61
Antibiotica, 50, 65, 67, 176, 215, 217, 218
Arbeidsorganisatie bij het melken, 151-153
Automatische melksystemen, 121-123

B

Bacillus, 53, 57, 61, 63
Back flush-systeem, 169, 173
Bacteriedoding, 49
Bacteriegroei, 48, 181
Bacterieremming, 49, 181
Bacteriologisch onderzoek, 175
Bacteriostatische stoffen, 49
Bedrijfsvacuüm, 83, 111, 154-155
    geiten en schapen, 229
Besmetting van melk, 62-64
Bestrijdingsmiddelenwet, 236
Biest, 16, 21, 23, 68
Blind melken, 150, 173
Boilercondensorsysteem, 188-189
Boterzuurbacteriën, 53, 215, 217, 219
Botulisme, 54
Brucellose, 55, 56
BST, 33

C

Californische Mastitis Toets (CMT), 173
Campylobacter, 54, 57,
Caseïne, 13, 15, 16
    genetische varianten, 15
Celgetal, 215, 217, 218-219, 220
    variaties, 20
Celgetalbepaling, 174
Cellen in melk, 14, 153, 161-162
Centrale drukwisselingssysteem, 88-91
Centrale Organisatie Superheffing (COS), 238
Chemotherapeutica, 50, 65, 67, 176, 215
Chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's), 185-187
Chloorhoudende middelen, 68, 200, 202
Clostridium, 53, 54, 58, 61
Coagulase Negatieve Staphylococcen (CNS), 164-165, 172
CODEX, 237
COKZ, 220, 223, 235-236, 238
Coli-bacteriën, 51-52, 57, 60, 63, 164, 172
Coli-mastitis, 164
Corynebacteriën, 59, 164
Coxiella, 55, 58

D

Densiteit, 23
Desinfectie, zie ontsmetten
Diergeneesmiddelenwet, 236
Diergericht melken, 155
Dippen, 171
Doorloopmelkstallen, 133-142
    benamingen, 135
    capaciteit, 154
    krachtvoerverstrekking, 142
    opdrijfhek, 141
    voetbad, 142
    wachtruimte, 141
Doorloopmelkwagen, 99, 133
Doormeten van de melkmachine, 125
Doorschuifreiniging, 205, 206
Doorstroommelkmeters, 119
Draaimelkstal, 139
Driehoekmelkstal, 135, 138-140
Droogzetpreparaten, 177
Drukverloop
    in de pulsatieruimte, 91-92
    in de speenruimte, 105-108
    in de stootrand, 108
Drukwisselingen, 85-92
Drukwisselingssystemen, 86-92
Drukwisselingsversnellers, 89-90

E

EG-regelgeving, 220, 235
Eiwitgehaltebepaling, 214

Elektromagnetische centrale drukwisselingssysteem, 89-90
Energiebesparing, 187-191
Enterobacteriën, 52
Enzymen, 18, 52, 182
Ergonomische aspecten, 129-132

F

Filtreren van melk, 96
Fysische eigenschappen van melk, 23-26,

G

Gecombineerde reinigingsmiddelen, 201-202
Geiten melken, 227-231
Geitenhouderij, 227
Geitenmelk, 18, 19, 24-26
    densiteit, 25
    eigenschappen, 25
    enzymen, 25,
    melkvet, 25,
    vriespunt, 25
    zuurtegraad, 25
Geleidbaarheid van melk, 120, 175
Geluidsoverlast, 78-79, 131
Gewichtsregulateur, 81
Gisten, 59, 63
Good Manufacturing Practice, 222
Gramnegatieve staven, 59, 63
Grupstal 132-133

H

HACCP, 222
Handmelken, 147
Herbiciden, 65
Hergebruik afvalwater, 209
Hittereiniging, 204, 206
Huisvesting, 167
Hygiëne bij het melken, 168

I

ICAR, 237
IDF, 237
Immuunglobulinen, 16, 21, 23, 49, 166
Impacts, 107, 150, 171
Impellorvacuümpomp, 75-77
Internationale organisaties, 237
ISO, 237
ISO-9000, 222, 223

J

Jodoforen, 201

K

Kaasstof, 14,
Kiemgetal, 47, 48, 63, 214-215, 217, 218, 220
Klebsiella, 52, 57, 164
Koecelgetal, 174-175
Koeherkenning, 120
Koelaggregaat, 184
Koelapparatuur, 182-192
Koeling, 181-191
    directe, 184
    indirecte, 185
    stromend, 185
Koelmachine, 144
Koelsystemen, 184
Koeltemperatuur, 181
Koelvloeistoffen, 185-187
Kortingsregeling melk, 217, 219-220
Krachtvoereffect, 38, 41
Krachtvoerverstrekking, 136, 139, 142
Kwaliteitsdefinities, 221
Kwaliteitsonderzoek van melk, 214-216
Kwaliteitszorg, 220-223
Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties, 126, 223

L

Lactobacillen, 51, 60, 63
Lactococcen, 51, 60
Lactosemalabsorbtie, 26
Landbouwkundig onderzoek (DLO), 239
Landbouwkwaliteitswetgeving, 235, 237
Landbouwonderwijs, 240
Landbouwvoorlichting, 240

Lastige koeien, 132
Legionairsziekte, 55
Legionella, 55, 57
Leptospira, 55, 57, 164-165
Leucocyten, zie cellen in melk
Listeria, 57
LTO, 239
Luchtafscheider, 94-96
Luchtverbruik, 78, 83
Luchtzuigen, 149, 171, 173

M

Mastitis, 56, 57, 161-178, 228
behandeling, 175-178
blauwe uier, 228
klinische, 161, 162, 163
ontstaan, 161-162
opsporen, 173-175
subklinische, 161, 162, 163
ziekteverschijnselen, 162-163
Mastitisbacteriën, 51, 55, 56, 163-166
Mastitisbacteriën, voorwaardelijk pathogene, 162
Mastitismelk, 22, 163
Mastitispreventie, 166-173
Mastitisstreptococcen, 51, 56, 63, 164, 172, 175
Meet-T-stuk, 81
Melkafgifte, 36-39
Melkallergie, 26
Melkbaarheid, 43-44
Melkbewaring, 181-184
Melkcontrolestation, 214, 216, 239
Melkeiwit, 14, 198
Melken, onvolledig, 169, 173
Melkerskoorts, 55
Melkersput, 129-130
Melkgiftregistratie, 120
Melkintervallen, 34-36
driemaal daags melken, 34-35, 132
ongelijke intervallen, 35
onvolledig melken, 35
Melkklauw, 99-102
Melkkoeltank, 182-184
aanbevelingen, 184
inhoud, 183
reiniging, 207
Melkkranen, 97
Melkleidingen, 92-99
diameter, 93, 230
geiten en schapen, 230
materiaal, 92
plaats en aanleg, 96
Melklokaal, 142-144
grootte, 143
inrichting, 143-144
ligging, 142
vloer en wanden, 143
Melkmeetglazen, 98, 116-118
Melkmeting, elektronische, 118-119
Melkpomp, 94-96
Melkprijs, 213, 216, 220
Melkproductie geiten, 227
Melkproductie melkkoeien, 20
Melkproductiecontrole, 116-121
Melkrobot, 121-122
Melksamenstelling, 13-26
diersoorten, 19
geitenmelk, 19, 24
individuele aanleg, 19
invloed melkinterval, 21
invloed ras, 19,
invloed voeding, 21-22
lactatieperiode, 21
mastitismelk, 22, 163
schapenmelk, 19, 24
Melkslanggeleiding, 115, 149
Melksnelheid, 43
Melkstal, 129-142
apparatuur, 132
capaciteitsberekening, 151-153
geiten, 228
klimaat, 130-131
schapen, 228
ventilatie, 130-131
verlichting, 131-132
vloer en wanden, 130
Melkstel afnemen, 149
Melkstel, stand, 149
Melkstellen, geiten en schapen, 230
Melkstopapparatuur, 114
Melkstroomindicatoren, 112-113
Melkstroomtijd, 108-110
Melksuiker, 17
Melktransport, 191-192
Melktransportleiding, 97-99
Melkverzamelstuk, 99
Melkvet, 16-17, 198
Melkvorming, 32-36, 39
Melkvreemde stoffen, 64-68
Melkzouten, 17
Melkzuurbacteriën, 51, 60-61, 63
Membraanpulsator, 87

Micro-organismen, 47-64
Microbacteriën, 53, 60
Micrococcen, 58, 60, 63, 164
Milko-scope, 117
Mineralenbalans, 17
Moedermelk, 19
Mycoplasma, 58, 164, 169
Mycotoxinen, 50, 59

N

Namelken, 150
Nieuwmelkte koeien, 155
NZO, 239

O

Onderhoud melkmachine 124-126
Onderhoudsabonnement, 127
Onderzoekinstellingen, 239
Ontsmettingsmiddelen, 65, 68, 198, 200-201
Open melkstal, 116, 134, 135
Opromen, 23
Oxydatiegebreken, 66, 69, 182
Oxytocine, 34-38

P

Paardenmelk, 19
Paratuberculose, 56
Pasteurisatie, 49, 50, 56-61
Pathogene micro-organismen, 50, 56, 57, 63
Pesticiden, 65
pH, 24
Pompcapaciteit, 77, 83, 229
Praktijkonderzoek, 239-240
Pre-dippen, 148, 172
Produktschap voor Zuivel, 238
Produktschapsverordeningen, 236
Pseudomonas, 52, 59, 164
Psychrotrofe bacteriën, 48, 52, 53
Pulsatie-instellingen, 111, 154, 156
Pulsatiecurve, 91-92, 110, 111, 155, 173
Pulsatiesysteem, geiten en schapen, 230
Pulsatiesysteem, invloed op melkstroomtijd, 110
Pulsators, 86-88
    elektromagnetische 87-88
    onderhoud 87
    pneumatische 86, 88

Q

Q-koorts, 55

R

Radioactieve stoffen, 65-67
Rans, zie vetsplitsing
Regulateur, 81-84
    leklucht, 83
    plaats, 83-84
    regelbereik, 82-83
Reinheid melk, 215, 217, 218
Reiniging melkkoeltank, 182
Reinigingsapparatuur, 123-124
Reinigingsduur, 198
Reinigingsmiddelen, 65, 68, 195, 198-200
Reinigingssystemen, 202-207
Reinigingstemperatuur, 197
Rendiermelk, 19
Reservecapaciteit, 78, 83, 107
Restmelk, 39-43
    invloed krachtvoereffect, 41
    invloed melkmachine, 42
    invloed namelken, 41
    invloed voorbehandeling, 40
Reverse Pressure Gradients, 107, 171
Ruitmelkstal, 135, 138
Rustslag, 86, 91-92, 104-105, 111, 113, 154-155
Rijdende melkontvangst, 191-192, 213

S

Salmonella, 52, 54, 58
Schapen melken, 227-231
Schapenmelk, 18, 19, 24-26
    densiteit, 25
    eigenschappen, 25
    enzymen, 25

melkvet, 25
vriespunt, 25
zuurtegraad, 25
Schimmels, 59, 63
Schottenvacuümpomp, 75
Secretiestoornis, 163
Serumeiwitten, 16, 21
Simultaan werkend drukwisselingssysteem, 86, 101
Snelwisselsysteem, 138, 141
Speenconditie, 156-158
Speendesinfectie 115, 148, 150, 171-173
Speenplaatsing, 32
Speenpunt vereelting, 154, 156-157, 169-170
Speenvorm, 32
Spenen, pijnlijke, 108, 156-158, 169
Spoelpulsator, 197
Sporevormers, 50, 53, 63
Sprayen, 171
Stalklimaat, 167
Standaardreiniging, 203-204, 206
Staphylococcen, 51, 54, 56, 58, 63, 164, 228
Steriliseren, 49
Stimulatie-apparatuur, 113-114, 155
Streptococcen, 51, 60, 61
Sulfapreparaten, 67

T

Tankcelgetal, 174
Tepelhouders, 102-103
aansluiten 148-149
opkruipen, 148
Tepelvoering, 102-110
invloed op melkstroomtijd, 109
levensduur, 103, 104
vorm, 102
werking, 103-110
Thermisatie, 49
Thermofiele bacteriën, 48, 51
Thermoresistente bacteriën, 48, 51, 60-61
Tijdstudie, 152
Tochtigheidsbewaking, 120
Toxinen, 50, 51, 56, 65, 67
Tru-Test melkmeter, 117
Tuberculose, 55, 56

U

Uierbouw, 29-32
Uiergezondheid, 240
Uieroedeem, 156
Uierontsteking, zie mastitis
Uierweefsel, 30-31
Uierweefsel, beschadiging, 156, 158, 169
Uitbetaling van de melk, 213-220

V

Vaarzen, 155
Vacuümaggregaat, 144
Vacuümbalanstank, 81
Vacuümkranen, 84-85
Vacuümleiding, 79-85
aanleg, 80
diameter 79, 230
geiten en schapen, 230
onderdelen, 80-85
rubberverbinding 79
Vacuümmeter, 84
Vacuümniveau, 154
Vacuümpomp, 75-79, 83, 144
Vacuümpomp, geiten en schapen, 229
Vacuümvariaties
cyclische, 105-107, 169, 173
invloed op melkstroomtijd, 110
langzame, 101, 105, 154
onregelmatige, 105, 107-108, 169, 173
Varkensmelk, 19
Veerregulateur, 81
Veewet, 236
Veiligheid, 129
Verdringervacuümpomp, 75
Verlichting, 131
Vetbolletjes, 13, 16, 34
Vetgehaltebepaling, 214
Vetsplitsing, 16, 68, 94, 97, 150, 182, 216, 219
Virusziekten, 55
Visgraatmelkstal, 136-138
Vitamines, 18
Vochtvanger, 80
Vochtventiel, 85

Voedselinfectie, 50, 54
Voedselvergiftiging, 50, 54
Volksgezondheid, 236, 238
Voorbehandeling, 113, 147-148, 151, 155
Voorkoeling, 187-188
Voorraadreiniging, 205, 206
Voorstralen, 148, 173
Vriespunt, 23, 68, 216, 217, 219

W

Walvismelk, 19
Warenwet, 235
Warmte-terugwinning, 188
Warmwatervoorziening, 208
Watercondensorsysteem, 189-190
Waterhardheid, 199
Waterringvacuümpomp, 75-77, 79
Weekmakers, 65, 66
Wei-eiwitten, 16
Weidetank, 99
    reiniging, 207
Werkmethoden melken, 151
Wet- en regelgeving, nationaal, 235
Wet- en regelgeving, internationaal, 235
Wrang, 56, 165

IJ

IJsbankkoeler, 185

Z

Zij-aan-zij melkstal, 135, 138-141
Zoönosen, 53-61
Zucht, 156
Zuigerpulsator, 87
Zuigervacuümpomp, 75
Zuigslag, 86, 91-92, 104, 111, 113, 154-155
Zure reinigingsmiddelen, 202
Zuurtegraad, 24
Zuurtegraad melkvet, 16-17, 216, 217, 219
Zware metalen, 65, 66
Zwerfstromen, 132

Fotoverantwoording

Alfa Laval Agri B.V., Groningen
Babson Europe, Lelystad
Farm Service B.V., Leeuwarden
Fullwood B.V., Wijk bij Duurstede
Gascoigne-Melotte B.V., Emmeloord
Heyboer B.V., Biddinghuizen
Ing. W.P. de Jong
IPC-Dier, Oenkerk
Manus Holland B.V., Zutphen
Meko Holland, Assen
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag
Ing. H. Oosterhuis
Senior Melkmachines B.V., Deventer
Wendy van Stormbroek
VEWIN, Rijswijk
Wageningen Pers
Westfalia Sep. Ned. Landtechniek B.V., Cuijk