



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's

Regionale
Onderzoek
Centra

Publikatie nr. 104

Model Water en Energieverbruik Melkwinning

Juli 1995

Colofon



Uitgever:

Proefstation voor de Rundveehouderij,
Schapehouderij en Paardenhouderij (PR)
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.
Telefoonnr. 03200-93211, Fax. 03200-41584.
(Per 10-10-'95 0320-293211 0320-241584)

Redactie en fotografie:

Afdeling Voorlichting van het PR

Drukker:

Drukkerij Cabri bv
Lelystad

ISSN 0921-2291

Eerste druk 1995 / oplage 4000

De onderzoekcentra



Overname is toegestaan, mits van
uitdrukkelijke bronvermelding voorzien.

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar door
f 12,50 over te maken op Postbanknr. 2307421
van het Proefstation PR, Runderweg 6,
8219 PK Lelystad met vermelding:
Publikatie PR nr. 104

Geïnteresseerden kunnen donateur van
het PR worden.

Informatie is verkrijgbaar bij het PR.

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid
voor gevolgen bij gebruik van in deze publikatie
vermelde gegevens.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

Model Water en Energieverbruik Melkwinning

J.A.M. Boerekamp
J. Aalenhuis
C.J.A.M. de Koning (IKC-RSP)

Voorwoord

Sinds 1991 verricht het PR onderzoek naar de reiniging van melkwinningapparatuur. In verschillende publikaties is hiervan verslag gedaan. Gebleken is dat er vele mogelijkheden zijn om goed te reinigen, en dat bij de keuze van het optimale systeem rekening gehouden moet worden met bedrijfsfactoren. Dit betekent dat aan de veehouder, die het water- en energieverbruik wil verminderen, meestal geen standaardadvies gegeven kan worden. Door het verbod op het lozen van afvalwater op het oppervlaktewater is de belangstelling voor vermindering van de hoeveelheid afvalwater sterk toegenomen. Energie is een belangrijke kostenpost, en de hoogte daarvan kan sterk variëren.

Om van een standaardadvies maatwerk te maken, heeft het PR een computerprogramma ontwikkeld dat het water- en energieverbruik bij de melkwinning berekent. Uitgangspunten van het programma zijn de resultaten van genoemd on-

derzoek en door het IKC-Landbouw aangereikte kennis. Het programma WWE berekent snel wat de onderzoeksresultaten betekenen voor een individueel melkveebedrijf. Zo komen onderzoeksresultaten niet alleen via publikaties, maar ook in een actieve vorm beschikbaar voor de praktijk. Het programma is ontwikkeld op basis van de huidige inzichten. Daar het onderzoek op dit gebied verder gaat, zal ook het programma op basis van nieuwe inzichten aangepast worden.

De Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu BV (Novem) heeft de introductie van het programma financieel ondersteund.

Voor de vlotte en prettige samenwerking tussen de betrokken medewerkers past een woord van waardering.

J.G.P. Verheij
Hoofd Afdeling Melkwinning, PR

Inhoudsopgave

Blz.

1 Inleiding	3
2 Plaats en opzet Warm Water Energie	4
2.1 Redenen voor modelontwikkeling	4
2.2 Bedrijfsverband	5
2.3 Normen Voor de Voederveorziening (NVV)	5
2.4 Economische modules	5
2.5 Milieutechnische modules	6
3 Uitgangspunten module WWE	7
3.1 Reinigingssystemen	7
3.1.1 Standaardreiniging	7
3.1.2 Hittereiniging	8
3.1.3 Doorschuifreiniging	8
3.1.4 Voorraadreiniging	8
3.2 Water	8
3.2.1 Waterverbruik melkleidinginstallatie en melkkoeltank	9
3.2.2 Overig waterverbruik	9
3.2.3 Vermindering van afvalwater	10
3.2.4 Afvoermogelijkheden afvalwater	10
3.3 Energie	11
3.3.1 Energieverbruik melkwinning	11
3.3.2 Energiebesparing	12
3.3.3 Aantal boilers	13
3.4 Reinigingsmiddelen	14
3.4.1 Gebruikte reinigingsmiddelen	14
3.4.2 Verbruik reinigingsmiddelen	14
3.5 Kosten	14
4 Bespreking van de uitvoer	16
4.1 Het voorbeeldbedrijf	16
4.2 Alternatieven	16
Samenvatting	18
Literatuur	19
BIJLAGEN	20

1 Inleiding

Er ontstond een duidelijke interesse voor energiebesparende maatregelen in de melkwinning toen eind jaren '70 de energieprijzen stegen. In die tijd zijn op veel bedrijven voorkoeling en warmterugwinning toegepast bij het winnen en bewaren van melk op de boerderij. In de jaren daarna daalden de energieprijzen, zodat het voor veel veehouders economisch niet aantrekkelijk was om te investeren in energiebesparende maatregelen. In bijlage 1 is het verloop van de energieprijzen van elektriciteit en gas weergegeven.

Door de lichte stijging van de energieprijzen, de toenemende CO₂-uitstoot en de effecten daarvan op het leefmilieu, is eind jaren '80 de interesse in energiebesparing weer toegenomen.

Naast energiebesparing staat ook vermindering van het waterverbruik bij veel veehouderijbedrijven in de belangstelling. Sinds de invoering van het Lozingenbesluit Bodembescherming in juli 1992 en de reeds bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater is het lozen van afvalwater verboden. Alternatieven zijn lozen in de mestopslag en uitrijden met mest, lozen op het riool of opslaan in tussenopslag en per as afvoeren naar een waterzuivering. Ongeveer 30 % van de veehouders is aangesloten op de riolering en een klein deel kan het water per as afvoeren naar de waterzuivering, zodat deze hun afvalwater niet in de mestopslag hoeven te lozen. Lozen in de mestopslag geeft extra kosten aan opslag en uitrijden, zodat gezocht is naar afvalwaterbesparende maatregelen.

Sinds 1991 doet het PR intensief onderzoek naar mogelijkheden voor vermindering van het water-, energie- en chemicaliënverbruik bij de melkwinning. De Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu BV (NOVEM) heeft een aantal projecten medegefinancierd. Naast optimalisatie van bekende reinigingssystemen zijn nieuwe reinigingssystemen ontwikkeld, die minder water, energie en reinigingsmiddelen verbruiken. Ook zijn er alternatieven bekeken voor hergebruik van water afkomstig van de reiniging voor bijvoorbeeld de melkstal.

Op basis van resultaten uit onderzoek van het PR en aangeleverde kennis van het IKC-Landbouw is een module Warm Water Energie (WWE) ontwikkeld. Het doel van deze module is het berekenen van het verbruik aan water, energie en reinigingsmiddelen bij de melkwinning op een veehouderijbedrijf. Door alternatieven naast elkaar te zetten kan de economische haalbaarheid van de verschillende alternatieven worden bekeken.

In deze publikatie worden achtergronden bij de module gegeven. Hoofdstuk 2 gaat in op modelontwikkeling en geeft de plaats van de module WWE binnen het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR). Hoofdstuk 3 omschrijft de uitgangspunten van het programma WWE. Naast een beschrijving van de reinigingssystemen wordt ook een toelichting gegeven bij het water-, energie en reinigingsmiddelenverbruik. Er wordt tevens ingegaan op mogelijkheden voor besparingen. Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van de module.

2 Plaats en opzet Warm Water Energie

Warm Water Energie (WWE) beschrijft slechts één onderdeel van het melkveebedrijf, de melkwinning. Voor andere onderdelen van de bedrijfsvoering ontwikkelt het PR ook rekenmodellen. Voordat de samenhang tussen deze modellen wordt besproken, wordt eerst stilgestaan bij de redenen voor modelontwikkeling.

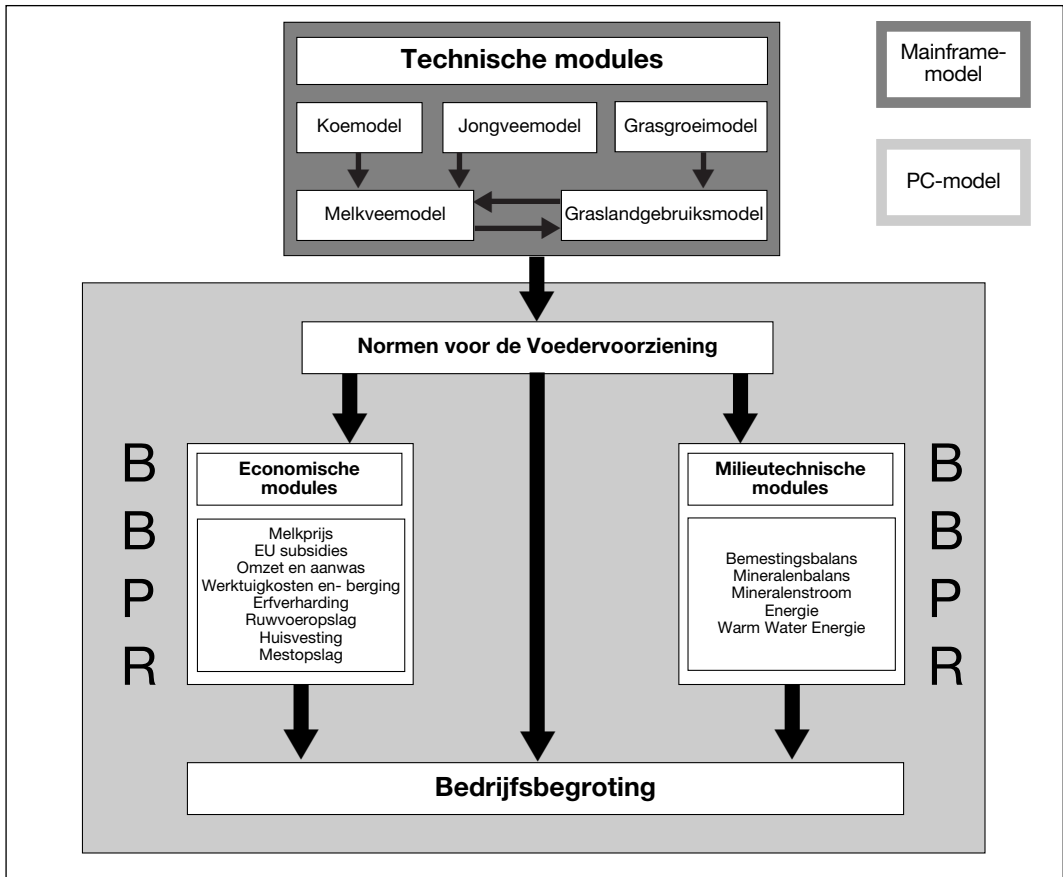
2.1 Redenen voor modelontwikkeling

Het ontwikkelen van modellen voor het nabootsen van melkveebedrijven en het uitvoeren van onderzoek met deze modellen kent een eenvoudige doelstelling. Het betreft (Mandersloot et al., 1991):

- 1 het geven van een overzicht van beschikbare en ontbrekende kennis
- 2 het aangeven van prioriteiten in technisch onderzoek
- 3 een evaluatie in bedrijfsverband van onderzoeksresultaten
- 4 het geven van normen voor begroting en analyse van praktijksituaties

Technisch onderzoek heeft vaak betrekking op bedrijfsonderdelen. Of de resultaten van technisch onderzoek ook daadwerkelijk in de praktijk worden doorgevoerd, is afhankelijk van de gevolgen voor het gehele bedrijf. Deze worden zicht-

Figuur 1 Overzicht opbouw BBPR en samenhang met andere modellen.



baar door een berekening voor het gehele bedrijf: een berekening in bedrijfsverband.

2.2 Bedrijfsverband

Binnen een melkveebedrijf kan een groot aantal onderdelen worden onderscheiden. Het grasland, de geteelde voedergewassen, de veestapel, de gebouwen en de installaties zijn enkele voorbeelden. De bedrijfsvoering op al deze onderdelen kan niet altijd los van elkaar worden gezien. Indien de veehouder bijvoorbeeld de bedrijfsvoering aanpast op het onderdeel grasland, zoals het veranderen van de bemesting, worden daarmee andere bedrijfsonderdelen beïnvloed. De hoeveelheid en de kwaliteit van het gras en het kuilvoer verandert, maar ook de melkproductie van de melkkoeien. Zelfs de benodigde grootte van de ruwvoeropslag kan veranderen door deze maatregel.

Het doorrekenen van veranderingen in de bedrijfsopzet of in het management moet daardoor vaak in bedrijfsverband plaatsvinden. Zo worden de gevolgen van veranderingen op een specifiek onderdeel gewogen met de effecten op andere onderdelen.

Aanpassingen van de bedrijfsvoering op bedrijfsonderdelen die geen of een zeer beperkte invloed hebben op andere onderdelen, kunnen wel apart worden benaderd.

Voor het uitvoeren van berekeningen in bedrijfsverband heeft het PR het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR) ontwikkeld (Van Alem en Van Scheppingen, 1993). Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen. Uitgangspunt bij berekeningen met BBPR is steeds de huidige advisering op onder andere het gebied van voeding en bemesting. Vergelijking van resultaten van de huidige bedrijfsvoering met kengetallen uit BBPR geeft inzicht in de rendabiliteit van het bedrijf en de doelmatigheid op technisch en milieutechnisch gebied. Door alternatieven voor de huidige bedrijfsvoering door te rekenen is het mogelijk de gevolgen van een verandering in het bedrijf in te schatten.

BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. Deze modules beschrijven elk een onderdeel van de bedrijfsvoering. Voor berekeningen in bedrijfsverband kan BBPR al deze modules gebruiken. De resultaten van de ene module zijn invoergegevens voor de andere. Warm Water Energie is één van deze modules. De hoeveelheid afvalwater die WWE berekent, wordt in de bemestingsbalans

samen met de drijfmest uitgereden.

Figuur 1 geeft de opzet van BBPR weer. Per module wordt hierna een korte toelichting gegeven. Publikatie nr. 72 van het PR geeft een uitgebreide toelichting bij de meeste modules (Mandersloot et al., 1991). Deze publikatie kan worden gezien als een aanvulling daarop.

2.3 Normen Voor de Voederveorziening (NVV)

Bij het berekenen van opbrengsten en kosten speelt de voederveorziening een belangrijke rol. De module Normen Voor de Voederveorziening (NVV) berekent hoeveel ruwvoer op het eigen bedrijf geproduceerd kan worden. Naast de ruwvoerproductie geeft NVV ook aan hoeveel ruwen krachtvoer door het vee wordt opgenomen en welke melkproductie daarmee behaald wordt. Het verschil tussen de voeropname van de veestapel en de voerproductie op het eigen bedrijf bepaalt de voeraankoop. Ruwvoeroverschotten worden verkocht.

Aan NVV ligt een groot aantal berekeningen ten aanzien van de voederveorziening ten grondslag. In deze berekeningen is de voeding en productie van het vee (koemodel, jongveemodel en melkveemodel), de productie van het grasland (grasgroeimodel) en het graslandgebruik (graslandgebruiksmodel) nagebootst. De resultaten van deze berekeningen zijn verwerkt tot rekenregels die in NVV zijn opgenomen. Publikatie nr. 70 van het PR licht NVV toe (Werkgroep Normen Voor de Voederveorziening, 1991).

2.4 Economische modules

Informatie uit Normen Voor de Voederveorziening kan gebruikt worden in een aantal economische modules. Hiermee worden kosten en opbrengsten berekend voor verschillende bedrijfsonderdelen. De volgende modules maken deel uit van BBPR:



■ *Melkprijs*: berekent het melkgeld, rekening houdend met de in Nederland gangbare uitbetalingssystemen.



■ *Omzet en aanwas*: berekent de opbrengsten uit de verkoop en de kosten van eventuele aankoop van rundvee.



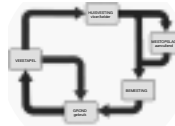
■ **Werktuigkosten en -berging:** berekent de vervangingswaarde en de jaarlijkse kosten van de aanwezige machines en de grootte, vervangingswaarde en jaarlijkse kosten van de werktuigenberging.



■ **Bemestingsbalans:** verdeelt de beschikbare mest over de gewassen, rekening houdend met de mineralenbehoefte. Als niet in deze behoefte wordt voorzien, wordt aangevuld met kunstmest.



■ **Erfverharding en ruwvoeropslag:** berekenen de oppervlakte, vervangingswaarde en jaarlijkse kosten van respectievelijk erfverharding en ruwvoeropslag. Zowel de kosten van de opslag voor ruwvoer als voor krachtvoervangers worden berekend.



■ **Mineralenstroom:** geeft een overzicht van de verschillende mineralenstromen binnen het bedrijf. De grootte van de mineralenverliezen, de plaats waar en de vorm waarin deze verliezen optreden worden weergegeven (Schreuder et al., 1995).



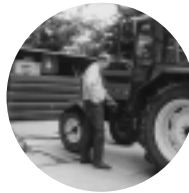
■ **Huisvesting en mestopslag:** berekent de vervangingswaarde en de jaarlijkse kosten voor respectievelijk de huisvesting van melkvee en jongvee en de opslag van mest, afhankelijk van de eisen die aan de stal en de mestopslag gesteld worden.



■ **Mineralenbalans:** geeft een overzicht van de aan- en afvoer van mineralen op het melkveebedrijf en berekent het overschot.



■ **EU subsidies:** berekent het maximaal verkrijgbare premiebedrag, op basis van het gemeenschappelijk Europees landbouwbeleid.



■ **Energie:** berekent het directe energieverbruik, in de vorm van elektriciteit en brandstoffen als dieselolie en gas en het indirecte energieverbruik. Dit laatste is de energie die voor de productie en transport van aangekochte goederen en diensten verbruikt is (Hageman en Mander-sloot, 1994).

2.5 Milieutechnische modules

Binnen BBPR zijn de volgende milieutechnische modules beschikbaar voor bepaling van de mineralenbalans en het energieverbruik. Ook deze modules kunnen gebruik maken van informatie uit Normen Voor de Voederveorziening.



■ **Warm Water Energie:** berekent hoeveel water, energie en reinigingsmiddel voor de reiniging van de melkleidinginstallatie en de melkstal nodig is. Tevens worden de kosten van dit verbruik en de kosten van investeringen in duurzame produktiemiddelen als boiler of voorcoeler bepaald. In deze publikatie wordt deze module verder toegelicht.

3 Uitgangspunten module WWE

De module Warm Water Energie berekent van een melkveebedrijf het water-, energie- en reinigingsmiddelenverbruik en de kosten ervan aan de hand van een aantal vragen. Daarnaast worden de afschrijvings-, onderhouds- en rentekosten van de investeringen berekend.

In dit hoofdstuk worden de verschillende reinigingssystemen in de module uitgelegd. Vervolgens wordt beschreven hoe het water-, energie- en reinigingsmiddelenverbruik wordt berekend en welke besparingen mogelijk zijn.

3.1 Reinigingssystemen

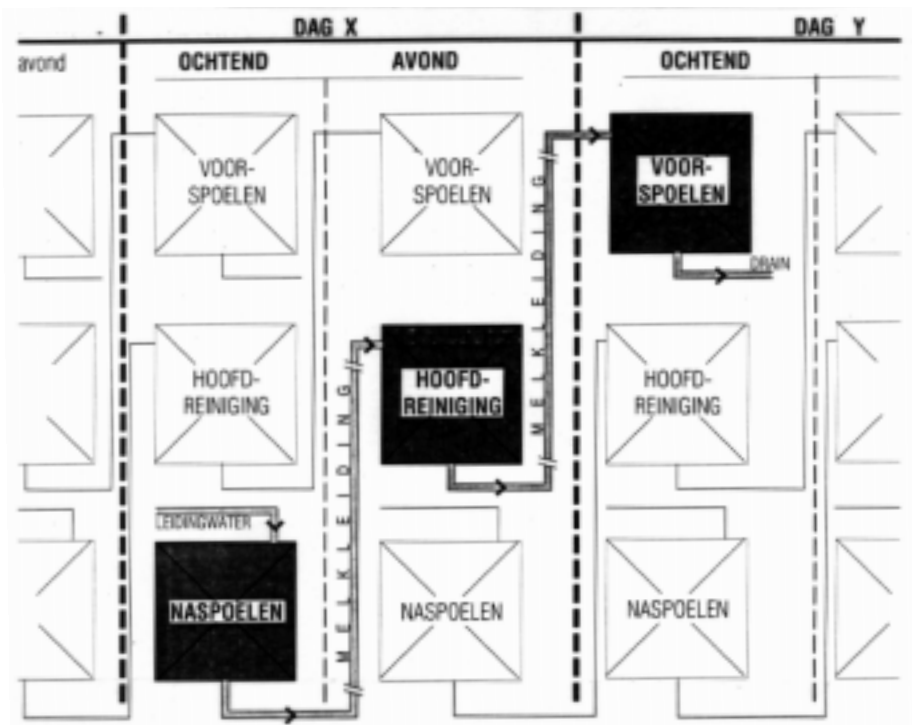
Om water, energie en reinigingsmiddel te besparen is op het PR onderzoek gedaan naar aanpassing en optimalisatie van bestaande en nieuwe reinigingsmethoden.

De verschillende methoden worden achtereenvolgens beschreven.

3.1.1 Standaardreiniging

In Nederland is standaardreiniging de meest toegepaste reiniging voor de melkleidinginstallatie. Deze wordt soms met de hand uitgevoerd, maar op de meeste melkveebedrijven is een reinigungsautomaat aanwezig. De standaardreiniging bestaat uit drie spoelgangen: voorspoelen met lauwwarm water, hoofdreinigen met heet water en een gecombineerd alkalisch reinigungs- en desinfectiemiddel en naspoelen met koud leidingwater. Voor elke spoelgang wordt schoon leidingwater gebruikt. Het voorspoelen dient om zoveel mogelijk resten melk uit de installatie te verwijderen. Tijdens de hoofdreiniging wordt de melkleidinginstallatie gereinigd en gedesinfecteerd door de reinigungsoplossing gedurende 5 - 10 minuten te laten circuleren. Het naspoelen dient om de achtergebleven resten reinigungsoplossing te verwijderen, zodat voorkomen wordt

Figuur 2 Schema doorschuifreiniging



dat bij de volgende melkbeurt resten reinigingsmiddel in de melk terecht komen.

3.1.2 Hittereiniging

Bij hittereiniging wordt de melkleidinginstallatie gereinigd en gedesinfecteerd door heet water. Er worden geen gecombineerde alkalische reinigingsmiddelen gebruikt. Het water in de hittereiner wordt opgewarmd tot 95 - 98 °C en direct na het melken in één keer door de installatie gezogen en afgevoerd. Om neerslag van kalk te voorkomen wordt gedurende een korte tijd zuur toegevoegd (Soede, 1994).

3.1.3 Doorschuifreiniging

Doorschuifreiniging werkt net als standaardreiniging met drie spoelgangen, maar het water van één spoelgang wordt drie keer gebruikt voordat het wordt geloosd in de mestput of riool. De doorschuifreiniger heeft twee geïsoleerde spoelbakken waarin het water voor de reiniging klaar staat. Voor de naspoeling wordt schoon leidingwater gebruikt. Het naspoelwater van de vorige reinigingsbeurt wordt in de doorschuifreiniger opgeslagen en doorverwarmd. Bij de volgende reiniging wordt er reinigingsmiddel aan toegevoegd en wordt het voor de hoofdreiniging gebruikt (figuur 2). De reinigungsoplossing wordt na circulatie bewaard en zonder doorverwarmen als voorspoelwater van de daarop volgende reiniging gebruikt.

Ook bij voorraadreiniging wordt gereinigd in drie spoelgangen. Het verschil met standaardreiniging is dat bij voorraadreiniging de hoofdreinigungsoplossing gedurende langere tijd (bijv. één week) gebruikt wordt voor de reiniging van de melkleidinginstallatie (figuur 3). De reinigungsoplossing wordt gedurende de gehele week in een goed geïsoleerd vat bewaard en vlak voor de reiniging opgewarmd om energie te besparen.

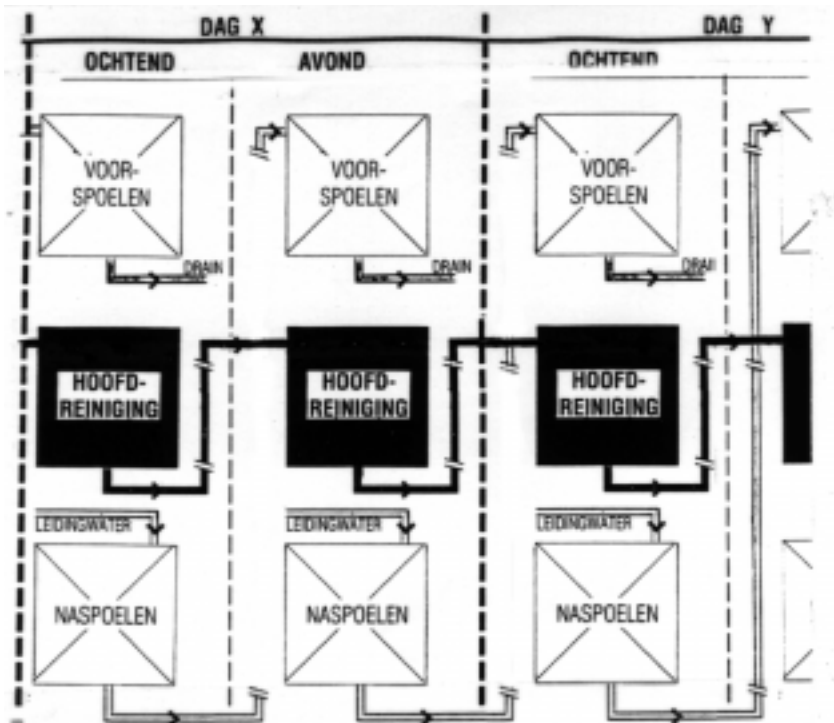
3.1.4 Voorraadreiniging

Ook bij voorraadreiniging wordt gereinigd in drie spoelgangen. Het verschil met standaardreiniging is dat bij voorraadreiniging de hoofdreinigungsoplossing gedurende langere tijd (bijv. één week) gebruikt wordt voor de reiniging van de melkleidinginstallatie (figuur 3). De reinigungsoplossing wordt gedurende de gehele week in een goed geïsoleerd vat bewaard en vlak voor de reiniging opgewarmd om energie te besparen.

3.2 Water

Bij de invoering van melkleidinginstallaties zijn aanbevelingen ontwikkeld voor de reiniging van de melkleidinginstallatie. Om er zeker van te zijn dat bij alle melkveehouders de melkleidinginstallatie goed gereinigd werd, zijn ruime hoeveelheden water genomen. Naast water voor de reiniging

Figuur 3 Schema voorraadreiniging



ging van melkleidinginstallaties wordt ook water gebruikt tijdens het melken, voor de reiniging van de melkkoeltank en de melkstal. Het waterverbruik rondom de melkwinning varieert van 6 tot 25 liter per koe per dag, afhankelijk van het type melkleidinginstallatie (IKC-RSP, 1992). Op jaarbasis gaat het in Nederland om miljoenen kubieke meters water.

3.2.1 *Waterverbruik melkleidinginstallatie en melkkoeltank*

Melkleidinginstallatie

Na elke melkbeurt wordt de melkleidinginstallatie gereinigd. Bij een standaard reiniging (auto-maat) wordt aan de hand van het aantal standen in de melkstal en de diameter van de melkleiding berekend hoeveel water per spoelgang nodig is. Wanneer melkproduktiemeters aanwezig zijn, wordt rekening gehouden met extra waterverbruik per melkproduktiemeter (De Koning, 1988).

Bij doorschuif- en voorraadreiniging gelden dezelfde hoeveelheden per spoelgang als voor standaardreiniging. Ook hebben deze systemen net als standaardreiniging drie spoelgangen.

Doordat bij hittereiniging slechts één spoelgang wordt toegepast is het totale waterverbruik minder dan bij standaardreiniging. Volgens de norm is voor hittereiniging 14 - 18 liter per melkstel nodig (Anonymus, 1991). De geoptimaliseerde hittereiniging van het PR gebruikt nog elf liter per melkstel (Soede, 1994).

Melkkoeltank

De reiniging van de melkkoeltank wordt in de praktijk met drie, vier of vijf spoelgangen uitgevoerd, afhankelijk van het merk melkkoeltank. Het waterverbruik is tevens afhankelijk van de inhoud van de melkkoeltank. Bij de berekening van de hoeveelheid water voor de reiniging van de melkkoeltank is het gemiddelde waterverbruik berekend van de meest voorkomende melkkoeltanks. De melkkoeltank wordt in het algemeen 5 of 6 keer per twee weken leeggehaald door de RMO, waarna de tank wordt gereinigd.

3.2.2 *Overig waterverbruik*

Reiniging melkstal

Voor het reinigen van de melkstal wordt gekeken naar het aantal standen in de melkstal.



Voor het reinigen van de melkstal wordt gekeken naar het aantal standen in de melkstal.

Waterverbruik tijdens melken

Naast het waterverbruik bij de reiniging kan ook water verbruikt worden tijdens het melken. In de module wordt een vaste hoeveelheid water per koe berekend voor het voorbehandelen en een vaste hoeveelheid per melkstel voor de uitwendige reiniging.

3.2.3 Vermindering van afvalwater

Optimaliseren van voor- en naspoeling

Voor standaardreiniging zijn in principe de hoeveelheden water per spoelgang gelijk. Het is mogelijk de hoeveelheid voor- en naspoelwater te verminderen door de voor- en naspoeling te optimaliseren. Door het verhogen van het vacuüm en/of het injecteren van lucht kan het waterverbruik voor de voor- en naspoeling worden gereduceerd (Soede, 1995).

Vervoederen van voorspoelwater

In het voorspoelwater zitten resten melk. Het is mogelijk dit water te vervoederen aan het jongvee of de melkkoeien (Klungel et al., 1995). Van de tankreiniging kan het voorspoelwater ook worden vervoerd.

Het voorspoelwater van hittereiniging en doorschuifreiniging kan niet worden vervoerd, omdat naast melkresten ook chemicaliën in het voorspoelwater zitten.

Hergebruik van water

Voor de reiniging van de melkstal wordt in veel gevallen leidingwater gebruikt dat onder hoge of lage druk wordt verspoten. Wanneer het water van de hoofdreiniging en/of naspoeling wordt opgeslagen in een vat kan dit worden gebruikt voor de reiniging van de melkstal.

Wanneer de hoofdreinigungsoplossing wordt gebruikt voor het schoonmaken van de melkstal mag dat alleen onder lage druk worden verspoten, vanwege risico's voor gezondheid (Verheij, 1992).

Bij menging van zure en basische reinigungsoplossingen kunnen (giftige) gassen ontstaan. Daarom kan in de module WWE alleen de alkalische hoofdreiniging gebruikt worden voor het schoonspuiten van de melkstal.

Het water van de tankreiniging kan ook gebruikt worden voor het schoonspuiten van de melkstal. Ook hier geldt dat water van de hoofdreiniging alleen onder lage druk mag worden verspoten.

Niet bij alle reinigingssystemen is het mogelijk het water te gebruiken voor vervoederen of schoonspuiten van de melkstal. Bij doorschuifreiniging bevat het voorspoelwater zowel melkresten als reinigingsmiddelen en is daarom niet geschikt voor vervoederen of hergebruik.

In tabel 1 staan de mogelijkheden voor besparing van afvalwater bij de verschillende reinigingssystemen.

3.2.4 Afvoermogelijkheden afvalwater

Het gebruik van reinigingswater levert uiteindelijk afvalwater. De module neemt ook de kosten voor afvoer van het afvalwater mee. Water gebruikt voor voorbehandelen, melkstellen reinigen en schoonspuiten van de melkstal komt altijd in de mestopslag terecht. Voor het overige afvalwater zijn 3 mogelijkheden.

1 Lozen in de mestput en uitrijden met de drijfmest

Wanneer het afvalwater wordt geloosd in de mestkelder is hiervoor mestopslag nodig. Het af-

Tabel 1 Mogelijkheden voor verminderen van afvalwater verschillende spoelgangen van verschillende reinigingssystemen

Reiniging		Voorspoeling	Hoofdreiniging	Naspoeling
Melkleiding installatie	standaardreiniging (automaat)	optimaliseren vervoederen	hergebruik lage druk	hergebruik lage druk hergebruik hoge druk
	hittereiniging	n.v.t.	hergebruik lage druk	n.v.t.
	doorschuifreiniging	geen	voor voorspoeling	voor hoofdreiniging
	voorraadreiniging	optimaliseren vervoederen	voor hoofdreiniging	hergebruik lage druk hergebruik hoge druk voor voorspoeling
Melkkoeltank	tankreiniging	optimaliseren vervoederen	hergebruik lage druk	hergebruik lage druk hergebruik hoge druk

valwater wordt opgeslagen gedurende de periode dat niet mag worden uitgereden. De voorlichting houdt bij de berekening van de opslagcapaciteit van melkveebedrijven rekening met 10 l spoelwater per koe per dag. Indien een veehouder voldoende opslag heeft, hoeven geen extra kosten voor opslag worden berekend. Wanneer het afvalwater in de mestkelder wordt geloosd moet het worden uitgereden volgens de uitrijbepalingen voor mest. In het algemeen moet het met dure emissie-arme toedieningsmethoden worden uitgereden.

2 Lozen via de riolering

Wanneer een veehouder een rioolaansluiting heeft, bestaan de kosten uit rioolheffing, verontreinigingsheffingen, en de jaarkosten van aansluiting op de riolering. Wanneer geen riolering aanwezig is moet hierin geïnvesteerd worden. De aansluiting voor een bedrijf vereist investeringen in een persriolering, perspomp, verzamelput, leidingen, kruising van wegen en overige zaken.



Opvang van naspoelwater in aparte spoelbak (rechts) voor schoonspuiten melkstal

3 Lozen in een tussenopslag en per as afvoeren

Het afvalwater kan ook in een tussenopslag opgeslagen worden en regelmatig per vrachtauto afgevoerd worden naar een rioolzuivering. De rioolzuivering moet wel ingericht zijn om dit afvalwater te ontvangen. De kosten bestaan uit afschrijving, onderhoud en rentekosten van de tussenopslag en het tarief voor het ophalen van het afvalwater.

3.3 Energie

Het energieverbruik van melkveebedrijven kan worden opgesplitst in directe (o.a. dieselolie en elektriciteit) en indirecte energie (o.a. kunstmest en krachtvoer). Van het totale energieverbruik op een melkveebedrijf is 80 - 90 % voor indirecte energie en maar 10 - 20 % voor directe energie (Hageman, 1994) nodig.

Van de totale behoefte aan directe energie gaat 40 tot 60 % naar de melkwinning (melken, verwarmen water en koelen). De overige directe energie is vooral brandstof voor trekkers (Welten, 1994).

Op ongeveer 30 % van de bedrijven wordt aardgas gebruikt voor het verwarmen van water voor de reiniging. De rest gebruikt in hoofdzaak elektriciteit. Voor het koelen van melk wordt elektriciteit gebruikt.

3.3.1 Energieverbruik melkwinning

Het energieverbruik kan worden opgesplitst in koelen van melk en verwarmen van water.

Koelen van melk

Het energieverbruik verandert bij gebruik van een voorcoeler en/of een warmteterugwinninginstallatie. Het energieverbruik voor melkkoeling wordt weergegeven in kWh/1000 kg melk/jaar (IKC-RSP, 1993).

Melkkoeling	15
Melkkoeling met voorcoeling	9
Melkkoeling met warmteterugwinning	17
Melkkoeling met voorcoeling en warmteterugwinning	11

Wanneer warmteterugwinning wordt toegepast is het energieverbruik hoger, omdat de druk waarbij het gas condenseert, wordt verhoogd. De compressor in het koelcircuit moet een hogere druk leveren en dat kost meer energie. Daarentegen wordt per twee liter melk één liter water van ca. 55 °C verkregen. De energiekosten voor het verwarmen van water kunnen hierdoor dalen.

Verwarmen van water

Voor het verwarmen van water kunnen verschillende energiebronnen aangewend worden. De meest gebruikte energiebronnen zijn aardgas en elektriciteit. Daarnaast kunnen ook propaan- of huisbrandolie worden gebruikt voor de verwarming van water in een boiler.

3.3.2 Energiebesparing

Voorkoeling

Bij het koelen van melk kan gebruik worden gemaakt van een voorkoeler. Bij voorkoelen stroomt er koud leiding-/bronwater in tegenstroom met warme melk door een platenwisselaar (zie figuur 4). De melk wordt gekoeld van 35 °C naar ongeveer 20 °C. Per liter melk is ongeveer twee liter bron-/leidingwater nodig. Dit water is na de voorkoeler opgewarmd tot ongeveer 18 °C. Het wordt in veel gevallen opgeslagen en gebruikt als drinkwater voor het vee. De grootte van de waterop-

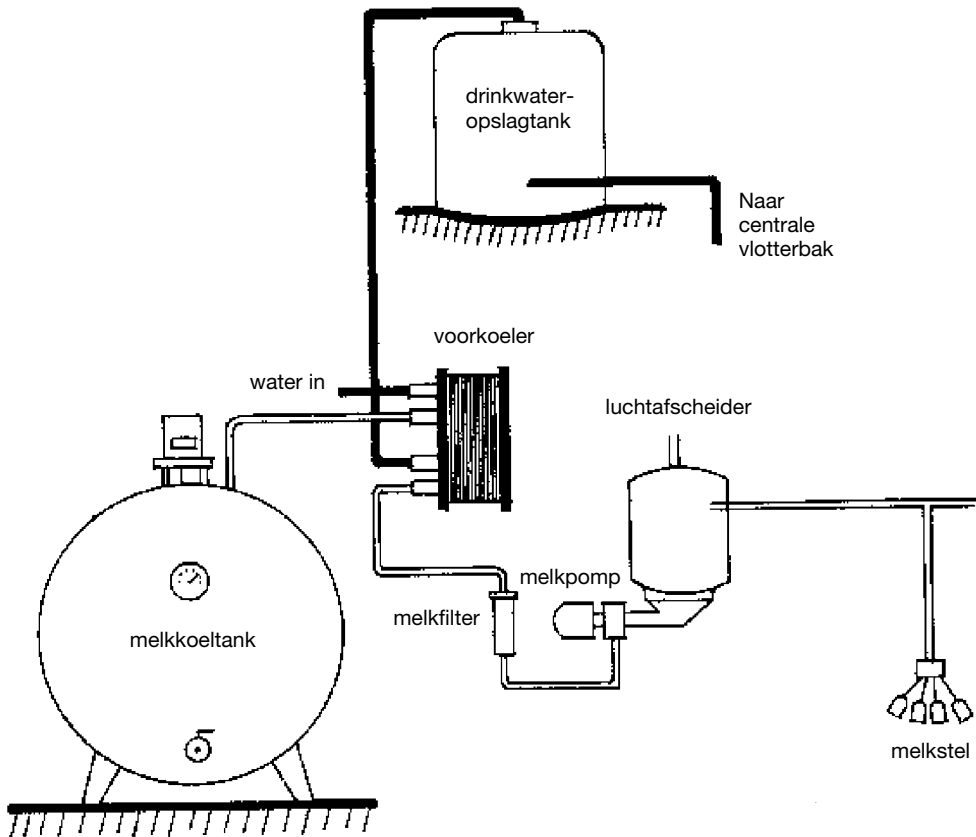
slag moet minstens twee keer zo groot zijn als de hoeveelheid melk die per melkbeurt geproduceerd wordt.

Bij het voorkoelen wordt ongeveer de helft van de warmte uit de melk gehaald. Het energieverbruik voor de koeling van de melk vermindert hierdoor met ongeveer 40 - 45 % (Ubbels et al., 1979). Het energieverbruik wordt niet gehalveerd, omdat koelen van 20 naar 4 °C relatief meer energie kost. Voorcoolers worden niet alleen in gebruik genomen om energie te besparen, maar soms ook om de elektrische piekbelasting op het bedrijf te verlagen.

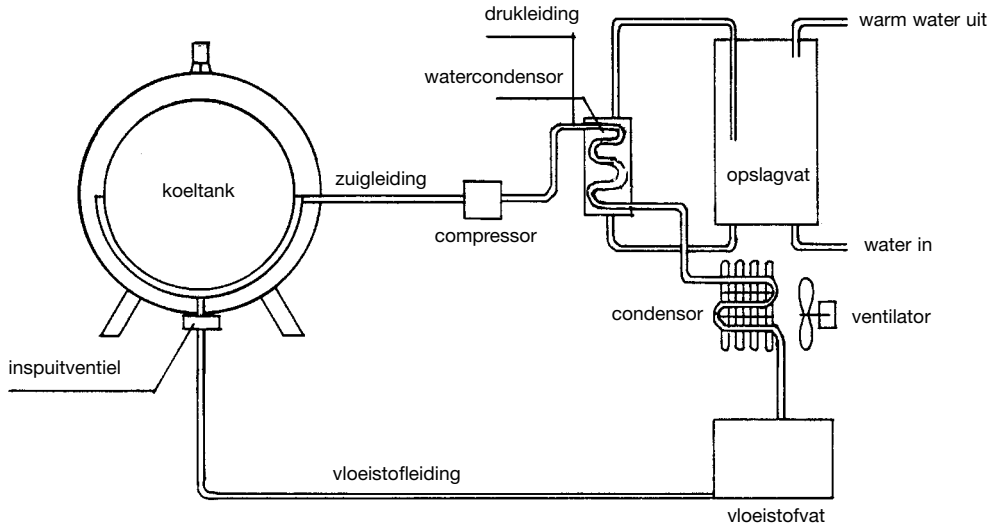
Warmteterugwinning

Bij het koelen van melk komt warmte vrij. Door het plaatsen van een warmteterugwinningsinstallatie kan een gedeelte van die warmte worden benut (Wemmenhove, 1992). Er zijn twee typen warmteterugwinningsinstallaties, een boilercon-

Figuur 4 Schema van een voorkoelinstallatie



Figuur 5 Schema van een watercondenser



condensator en een watercondensator (zie figuur 5). Bij beide warmteterugwinningssystemen ontstaat warm water van 50 - 55 °C dat in de meeste gevallen doorverwarmd wordt in een boiler (Van der Haven, 1986).

Een warmteterugwinningssystemen installatie kan een aanzienlijke besparing geven op de benodigde energie voor het opwarmen van water. In veel gevallen produceert een bedrijf meer warmteterugwinningssystemen water dan nodig is voor de melkwinning. Bij deze grote warm-waterproductie dient te worden overwogen of er voor andere doeleinden, bijvoorbeeld privé, ook warm water kan worden benut. In perioden waarin weinig melk wordt gekoeld, afhankelijk van het afkalpatroon, is het mogelijk dat de warmteterugwinning in deze studie niet voldoende warm water produceert.

Wanneer naast warmteterugwinning ook voorverkoeling wordt gebruikt daalt de hoeveelheid warmteterugwinningssystemen water, omdat de melk na voorverkoelen kouder in de melkkoeltank komt, en minder warmte vrijkomt bij het koelen.

Zowel de warmteterugwinningssystemen installatie als de voorverkoeler kunnen een grote hoeveelheid energie besparen, maar brengen echter ook vaste kosten met zich mee.

Andere energiebesparende mogelijkheden

Daarnaast is het mogelijk met de verschillende reinigingssystemen energie te besparen.

Bij doorschuifreiniging staat bij aanvang zowel het voorspoelwater als de hoofdreinigingsoplos-

sing klaar, zodat deze spoelgangen elkaar zeer snel opvolgen. Door het snellere proces gaat minder energie verloren, zodat de begintemperatuur lager ingesteld kan worden dan bij standaardreiniging, waarbij toch dezelfde eindtemperatuur gehaald wordt. Bij doorschuifreiniging wordt de hoofdreinigingsoplossing opgeslagen in een geïsoleerd vat en bij de volgende reiniging wordt dit water zonder doorverwarmen gebruikt voor de voorspoeling.

Bij voorraadreiniging wordt de reinigingsoplossing na circuleren in een geïsoleerd vat opgeslagen en voor de volgende reiniging weer opgewarmd. Het water wordt pas enkele uren voor de reiniging verwarmd om het warmteverlies te beperken.

3.3.3 Aantal boilers

Bij gebruik van aardgas, propaan of huisbrandolie wordt gebruik gemaakt van één boiler, die in grootte kan variëren.

Bij elektriciteit als energiebron moet het aantal elektrische boilers worden berekend. Het aantal boilers dat nodig is hangt af van de hoeveelheid warm water dat nodig is en het gebruik van alleen nachtstroom of dag- én nachtstroom. Bij gebruik van dag- én nachtstroom wordt verondersteld dat de boilers de hele dag kunnen verwarmen. Het aantal boilers moet dan voldoende warm water bevatten voor één reiniging van de melkleidingeninstallatie én de melkkoeltank. Bij alleen nachtstroom is het aantal boilers groter, omdat 's

nachts de hele warm-waterhoeveelheid voor een dag moet worden opgewarmd. Het gaat dan om twee reinigingen van de melkleidinginstallatie en één van de melkkoeltank.

Bij de bepaling van het aantal boilers en het energieverbruik wordt in de module rekening gehouden met warm water voor kunstmelk. Het benodigde water voor kunstmelk wordt niet meegenomen in de berekeningen voor het waterverbruik. Bij gebruik van meer elektrische boilers wordt verondersteld dat deze in serie zijn geschakeld, zodat de aftapverliezen beperkt zijn.

Bij de hitte-, doorschuif- en voorraadreiniging wordt het water voor de hoofdreiniging in het reinigungsapparaat verwarmd, zodat de behoefte aan boilerwater afneemt. Bij hitte- en doorschuifreiniging is ook geen warm water nodig voor de voorspoeling. De behoefte aan boilerwater bestaat dan alleen uit de posten melkstellen reinigen, voorbehandelen en tankreiniging.

3.4 Reinigingsmiddelen

3.4.1 Gebruikte reinigingsmiddelen

In de melkwinning worden veelal gecombineerde alkalische reinigingsmiddelen gebruikt. Kali- of natronloog is de belangrijkste reinigungscomponent, chloorbleekloog de desinfectiecomponent. De melkleidinginstallatie wordt een of twee keer per week met een zuur reinigungsmiddel gereinigd om eventuele kalkaanslag te verwijderen. Het zure reinigungsmiddel bevat in veel gevallen fosforzuur of amidosulfonzuur.

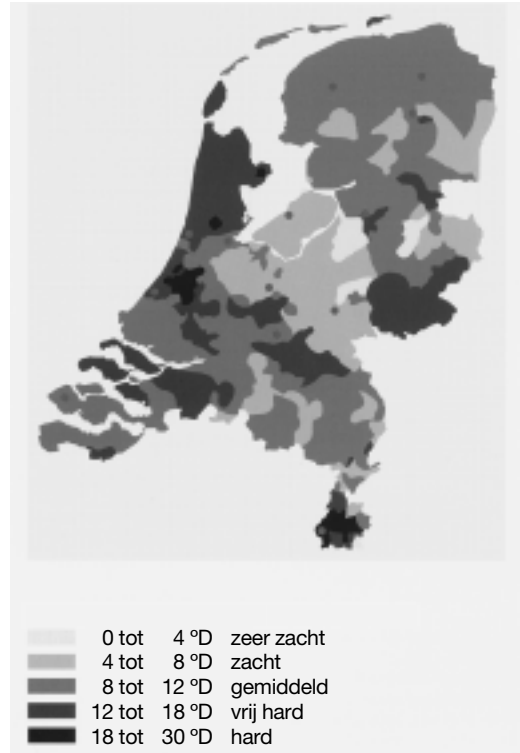
Voor hittereiniging wordt meestal sulfaminezuur gebruikt.

3.4.2 Verbruik reinigungsmiddelen

Melkleidinginstallatie

De dosering aan reinigungsmiddel is bij de meeste reinigungsmiddelen 0,5 %. Bij hele hoge waterhardheden (> 15 °D, graden Duitse hardheid) wordt vaak tot 1 % reinigungsmiddel geadviseerd. In figuur 6 staat een globale indeling van de waterhardheden in Nederland (VEWIN, 1993). Het aantal bedrijven dat erg hard leidingwater heeft (> 15°D) zal de komende jaren sterk dalen, omdat waterleidingmaatschappijen in gebieden met hard water overgaan op centrale ontharding tot 8,4 °D. De hoeveelheid alkalisch reinigungsmiddel per jaar wordt berekend aan de hand van het waterverbruik tijdens de hoofdreiniging en de concentratie reinigungsmiddel. Het verbruik aan reinigungsmiddel wordt opgesplitst in alkalisch en zuur reinigungsmiddel.

Figuur 6 Globaal overzicht van waterhardheden in Nederland



Bron: VEWIN

Daarnaast kan de bijdrage van reinigungsmiddelen aan de mineralenaanvoer op de mineralenbalans worden bepaald. Het gaat hier voornamelijk om aanvoer van Stikstof (N), Fosfor (P) en Kalium (K). In het algemeen blijkt deze bijdrage gering te zijn.

Melkkoeltank

Ook voor het reinigen van de melkkoeltank wordt reinigungsmiddel gebruikt. Voor het verbruik aan reinigungsmiddel is het waterverbruik, het aantal keer reinigen per twee weken en de concentratie reinigungsmiddel van belang.

3.5 Kosten

De vaste kosten van investeringen (zoals reinigungsapparaat, warmtepomp, mestopslag) worden berekend op basis van de vervangingswaardetheorie. Afschrijving-, onderhouds- en rentekosten worden berekend als een percentage van de vervangingswaarde.

De kosten van water, energie en reinigungsmiddel worden berekend door het verbruik te vermenig-

vuldigen met een bijbehorende prijs per eenheid. De kosten van afvoer van het afvalwater (via uitrijden, afvoer per vrachtauto of lozen op riool) is een laatste kostenpost.

Overtollig warmtepompwater kan eventueel privé worden gebruikt. Deze besparing bij privé gebruik wordt als opbrengst van de eerder genoemde kosten afgetrokken.



WWE berekent ook kosten van reinigingsmiddelen.

4 Bespreking van de uitvoer

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijkheden van de module besproken. Met de resultaten van een voorbeeldbedrijf wordt de uitvoer toegelicht.

Allereerst worden de uitgangspunten van het voorbeeldbedrijf besproken, daarna de bijbehorende resultaten. Bijlage 2 vermeldt de uitgangspunten en resultaten van dit voorbeeldbedrijf. Vervolgens wordt nagegaan of wijzigingen in de bedrijfsopzet aantrekkelijk zijn voor dit voorbeeldbedrijf.

4.1 Het voorbeeldbedrijf (zie bijlage 2)

Het voorbeeldbedrijf heeft 55 koeien die elk jaarlijks 7500 kg melk produceren. Het bedrijf heeft een 8-stands melkstal met een ruim gedimensioneerde melkleiding (\varnothing 75 mm) en elektronische melkproduktiemeters. De melkleidinginstallatie wordt gereinigd met een reinigungsautomaat. Water wordt verwarmd met elektrische boilers. Er is geen warmteterugwinningsinstallatie (warmtepomp) of een voorcoeler aanwezig. Het afvalwater verdwijnt in de mestput en wordt samen met de mest emmissiearm uitgereden. Bij de berekening wordt verondersteld dat er onvoldoende mestopslag aanwezig is. Voor het afvalwater moet deze extra worden uitgebreid voor de periode waarin geen drijfmest wordt toegediend.

In tabel 4 blijkt dat op jaarbasis 398 m³ water nodig is voor de reiniging van de melkleidinginstallatie en het schoonmaken van de melkstal. Het grootste deel wordt gebruikt voor de reiniging van de melkleidinginstallatie, namelijk 222 m³ (3 x 74 m³).

Tabel 5 vermeldt de aanvoer van mineralen via de reinigungsmiddelen. Dit bedrijf voert jaarlijks zes kilogram fosfor aan. Op de LEI-melkveebedrijven was het P-overschot in 92/93 790 kg (Poppe et al., 1994). De aanvoer via reinigungsmiddelen is dan minder dan 1 %.

Het energieverbruik staat in tabel 6. Het elektrische energieverbruik wordt gesplitst in hoog en laag tarief. Voor het verwarmen van water is op dit bedrijf twee keer zoveel energie nodig dan voor het koelen van melk.

In tabel 7 staan de vaste kosten van aanwezige apparatuur. Voor het verwarmen van water zijn vier elektrische boilers nodig. Naast de boilers blijkt alleen extra mestopslag een kostenpost te zijn. Aangezien er een uitrijverbod is verondersteld van een half jaar, zal voor de helft van het jaarlijks verbruikte water (398 m³) extra opslag gebouwd moeten worden. Het totaal van de vaste kosten van deze investeringen wordt teruggevonden in tabel 8. Hierin komen ook de kosten voor energie uit tabel 6 weer terug. Ook de kosten voor reinigungsmiddelen, water en het uitrijden van afvalwater zijn vermeld.

4.2 Alternatieven

Om de gevolgen van wijzigingen overzichtelijk te kunnen presenteren, is een extra uitvoermogelijkheid gemaakt. Hierbij wordt de uitvoer van maximaal vier plannen naast elkaar gezet. Voor de beschreven uitgangssituatie zijn drie alternatieven berekend. Deze staan samen met de uitgangssituatie vermeld in bijlage 3.

Op energie kan worden bespaard door gebruik te maken van een warmteterugwinningsinstallatie (warmtepomp). Dit is zichtbaar gemaakt in het doorgerekende alternatief "POMP". Hierdoor daalt het energieverbruik voor het verwarmen van reinigungswater, maar stijgen de vaste kosten. Ook het energieverbruik voor het koelen van melk neemt licht toe. Het economische voordeel bedraagt f 1270 per jaar.

Afvalwater in de mestput lozen veroorzaakt veel kosten. Elke m³ leidingwater kost f 1,20 aan leidingwater, f 4,31 ($= 115 * (5 + 2,5 \%) * 6/12$) aan extra mestopslag en f 7,00 voor uitrijden. Dit maakt totaal f 12,51 per m³. Om de hoeveelheid afvalwater te beperken wordt in het doorgerekende alternatief "HER" water van de hoofdreiniging en naspoeling hergebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal. Er is 143 m³ beschikbaar voor hergebruik. Water van de zure reiniging wordt niet hergebruikt, omdat bij het samenvoegen met alkalisch en zure reinigungsoplossingen giftige gassen kunnen ontstaan. Voor het schoonspuiten van de melkstal is in dit voorbeeld jaarlijks 93 m³ nodig, zodat de werkelijke bespa-

ring 93 m³ bedraagt.

Om het reinigingswater op te vangen voor hergebruik is extra apparatuur noodzakelijk. De jaarkosten van deze apparatuur staan in tabel 7 (f 844). Er is echter minder extra mestopslag nodig en er hoeft ook minder water met de mest te worden uitgereden. Het economische voordeel bedraagt f 540 per jaar ten opzichte van de basissituatie (BASIS).

In het doorgerekende alternatief "SCHUIF" is de reinigungsautomaat vervangen door een doorschuifreiniger. Deze bespaart op water en energie. De doorschuifreiniger verwarmt water met elektriciteit. Het waterverbruik voor de reiniging van de melkleidinginstallatie daalt met 67 % tot 44 m³. Op het totale waterverbruik gaat het om 27 % (148 m³) besparing. Door de vermindering van afvalwater dalen de kosten voor uitrijden en de vaste lasten voor mestopslag. Ook het ener-

gieverbruik neemt af, omdat voor het voorspoelen geen water meer hoeft te worden verwarmd. Er kan met 1 elektrische boiler worden volstaan voor het verwarmen van het overige warme water. De doorschuifreiniger geeft echter jaarlijks ruim f 1900 aan vaste kosten, waardoor het economisch voordeel in deze berekening f 1582 per jaar bedraagt.

Wanneer de doorgerekende alternatieven "POMP" en "HER" gecombineerd worden, wordt ook op water en energie bespaard. Er wordt dan gebruik gemaakt van een warmteterugwinningsinstallatie en het water van de reiniging wordt gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal. Beide aanpassingen werken onafhankelijk van elkaar, waardoor de besparingen van de afzonderlijke aanpassingen mogen worden opgeteld. Het economische voordeel t.o.v. de basissituatie wordt nu f 1810 jaar.



Er valt veel (warm) water te besparen bij de reiniging van de melkwinningsinstallatie.

Samenvatting

Het Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) onderzoekt sinds 1991 de mogelijkheden voor vermindering van het water-, energie en chemicaliënverbruik bij de reiniging van melkwinningssystemen. Naast optimalisatie van bekende reinigingssystemen zijn nieuwe reinigingssystemen ontwikkeld, die minder water, energie en reinigingsmiddelen verbruiken. Ook zijn er alternatieven bekeken voor hergebruik van water afkomstig van de reiniging voor bijvoorbeeld het schoonmaken van de melkstal.

Uit resultaten van dit onderzoek en aangeleverde kennis van het Informatie en Kennis Centrum Landbouw (IKC-L) heeft het PR het computerprogramma Warm Water Energie (WWE) ontwikkeld. Deze publikatie beschrijft de mogelijkheden van de module WWE. Er wordt ingegaan op het water-, energie- en chemicaliënverbruik voor de melkwinning. Dit verbruik wordt onder meer bepaald door het gekozen reinigingssysteem voor de melkleiding. Naast de standaardreiniging zijn ook nieuwe systemen als hitte-, voorraad- en doorschuifreiniging mogelijk.

Het waterverbruik is opgesplitst in waterverbruik

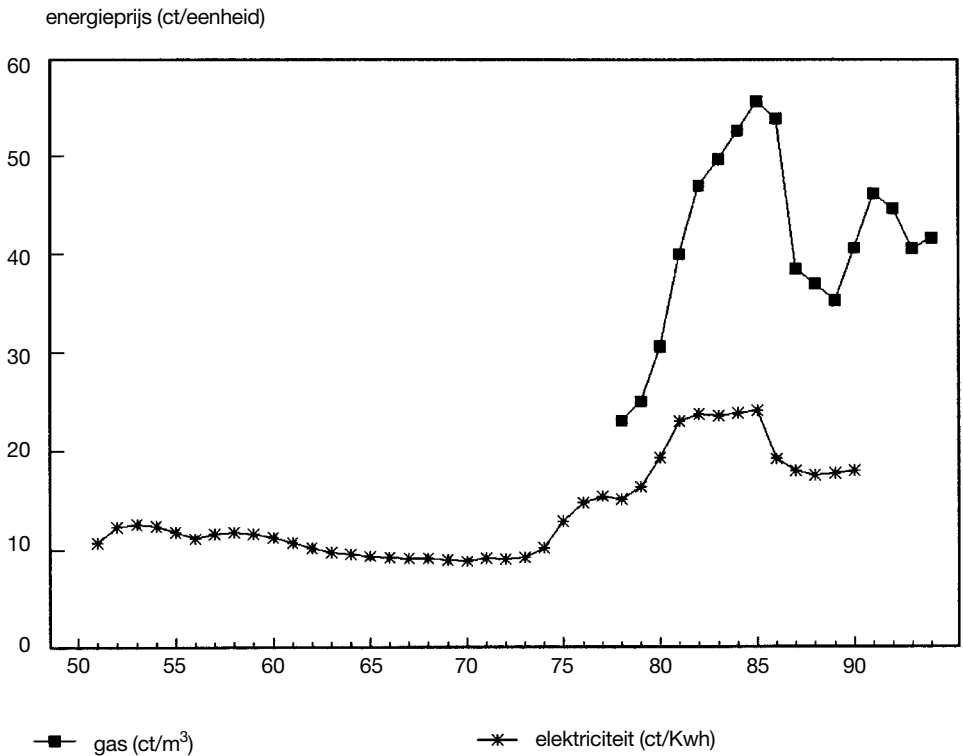
voor melkleidinginstallatie, melkkoeltank en overig waterverbruik. Er is beschreven welke mogelijkheden er binnen de module zijn om water te besparen. Daarnaast worden de mogelijkheden aangegeven voor afvoer van afvalwater. Door de invoering van het Lozingenbesluit Bodembescherming in juli 1992 en de reeds bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater is lozen in de bodem of op het oppervlaktewater verboden. Het energieverbruik is opgesplitst in koelen van melk en verwarmen van water. De mogelijkheden van energiebesparing worden beschreven. Het reinigingsmiddelenverbruik is net als het waterverbruik opgesplitst in verbruik voor de melkleidinginstallatie en de melkkoeltank. Naast de kosten voor verbruik van water, energie en reinigingsmiddel worden de kosten van de benodigde investeringen meegenomen. Ook de kosten voor afvoer van afvalwater worden in rekening gebracht.

Het onderzoek naar water- en energiebesparing is nog niet afgerond. Nieuwe onderzoeksresultaten kunnen leiden tot verbetering en verdere uitbreiding van de module Warm Water en Energie.

Literatuur

- Alem, G.A.A van en A.T.J. van Scheppingen, 1993. The development of a farm budgeting program for dairy farms. In: E. Annevelink, R.K. Ovng en H.W. Vos (eds), Proceedings XXV CIOSTA-CIGR V Congres - Farmplanning, Labour and labour conditions, Computers in agricultural management, May 10-13, 1993, The International Committee of Work Study and Labour Management in Agriculture (CIOSTA), The International Commission of Agricultural Engineering, Section V (CIGR V), Wageningen, The Netherlands.
- Anonymus, 1991, Technische gegevens Hittereiner, Fullwood BV, Wijk bij Duurstede.
- Hageman, I. en F. Mandersloot, 1994, Model energieverbruik melkveebedrijf. PR, Lelystad, publicatie nr. 86.
- Haven, M.C. van der, 1986, Melkwinning, Ministerie LNV, Wageningen.
- IKC-RSP, 1992, Melkveebedrijven en afvalwater; inventarisatie en oplossingsrichtingen, Ede, publicatie nr. G1.
- IKC-RSP 1993, KWantitatieve INformatie veehouderij 1993/1994, Ede, publicatie nr. 6 - 93, p 125.
- Klungel, G.H, J.A.M. Boerekamp en H.J. Soede, 1995, Vervoederen van voorspoelwater niet zonder risico's, PR, Lelystad, Praktijkonderzoek, 8e jaargang nr.1, p22-25.
- Koning, C de, 1988, Reiniging van melkwinning-apparatuur, CMMB, Wageningen.
- Mandersloot F., A.T.J. van Scheppingen en J.M.A. Nijssen, 1991, Modellen Rundveehouderij: Overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven. PR, Lelystad, publicatie nr. 72.
- Poppe, K.J., F.M. Brouwer, J.P.P.J. Welten, J.H.M. Wijnands (red), 1994, Landbouw, milieu en economie, editie 1994, Den Haag, Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), p142.
- Schreuder, R, J.C. van Middelkoop, J. Aalenhuis en F. Mandersloot, 1995, Mineralenstroom milieumodelen in BBPR, PR, Lelystad, publicatie nr. 99.
- Soede, H.J., 1994, Hittereining een alternatief, PR, Lelystad, Praktijkonderzoek, 7e jaargang nr.1, p49-51.
- Soede, H.J., 1995, Effect vacuümverhoging en spoelen in kolommen op uitspoelen van melk, PR, Lelystad, Rapport in voorbereiding.
- Ubbels, J., G. van der Gaast en C.P. Verheij, 1975, Energiebesparing bij het koelen van melk en het eventueel verwarmen van water op de boerderij, Zuivelzicht, 67e jaargang nr.21, p496-500.
- Verheij, J.G.P., 1992, Veiligheid verspuiten reinigingsvloeistof in de melkstal, PR, Lelystad, Praktijkonderzoek, 5e jaargang nr.5, p61.
- VEWIN ,1993, Hard en zacht water, Brochure, Rijswijk.
- Welten, J.P.P.J., 1994, Monitoring van het energieverbruik in de veehouderij 1991/92, LEI-DLO, Den Haag, p41.
- Wemmenhove, H., 1992, Glaasje koude melk: twee glaasjes warm water, Wageningen, Landbouwmecanisatie, 43e jaargang nr.2, p66-67.
- Werkgroep Normen Voor de Voederveorziening (1991) Normen Voor de Voederveorziening, PR, Lelystad, publicatie nr. 70.

Bijlage 1 Verloop van gas- en elektriciteitsprijzen van 1950 tot heden



Bron: CBS

Gasrijzen op basis van kleinverbruik tot 170.000 m³/jaar
Electriciteitsrijzen op basis van gezinsverbruik.

Bijlage 2 Voorbeeld van een uitvoer met 1 plan

WARM WATER ENERGIE
Praktijkonderzoek Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij

WWE 2.00 - 10 november 1994
- Pagina 1

Naam invoerset : BASIS
Omschrijving : publikatie

Woensdag 8 maart 1995 11:57

1 UITGANGSPUNTEN

Aantal koeien	:	55.0
Melkleverantie per jaar	:	412500
Aantal melkmalen per dag	:	2
Melkmalen opslag in tank	:	6
Aantal melkstellen	:	8
Melkmeting d.m.v.	:	Melkmeters
Melkleiding ruim gedimensioneerd	:	Ja

Reinigingsmethode melkleiding : Automaat

Waterverbruik per melkmaal:

Hoofdreiniging (l)	:	102
Extra per melkmeter (l)	:	2
Voor- en naspoeling t.o.v. hoofdr.(%)	:	100
Schoonspuiten melkstal (l)	:	128
Priveverbruik warm water (l/dag)	:	

Temperatuur (graden C):

Begin hoofdreiniging	:	80
Begin voorspoeling	:	45
Boilerwater	:	80
Warmtepompwater	:	

Voorraadreiniging:

Factor waterverbruik hoofdreiniging	:	
Watergebruik (l)	:	
Gebruiksduur water (dagen)	:	
Temperatuur water opwarmen (graden C)	:	

Gecombineerd reinigingsmiddel voor

Gebrijksconcentratie (%)	:	Melkinst. + -tank
Prijs (gld/l)	:	.50
Fosfaatvrij	:	1.65
Gehalte actief chloor (g/l)	:	Nee
Gehalte natronloog (g/l)	:	40
Gehalte kaliloog (g/l)	:	120

Zuurreiniging:

Aantal keren per week	:	1
Prijs zuur middel (gld/l)	:	3.50
Prijs zuur middel hitter. (gld/l)	:	
Gehalte fosforzuur (%)	:	35
Gehalte salpeterzuur (%)	:	

Tankreiniging:

Waterverbruik per keer (l)	:	86
Aantal keren zuur per 4 weken	:	2
Reinigingswater hergebruiken	:	Nee

Voorspoelen met gebruikt water : Nee

Periode waarin niet uitrijden (mnd)	:	6
Uitrijkosten (gld/m ³)	:	7.0

wwe

Naam invoerset : BASIS
Omschrijving : publikatie

Woensdag 8 maart 1995 11:57

Bestemming afvalwater	:	Mestput
Kosten afvoer afvalwater per as (gld/m ³) :		
Lengte persiolerling (m) :		
Rioolheffing (gld/m ³) :		
Aantal vervuilingseenheden (v.e.) :		
Heffing per v.e. (gld) :		
Waterprijs (gld/m ³) :		1.20
Rente (%) :		8.2

2 UITGANGSPUNTEN APPARATUUR

	Brand- stof	Vervang- ingsw.	Afschr. %	Onderh.- verz %	Restw. %	Rende- ment
Boiler	Elek.	1500	8.0	2.0		85.0
Extra mestopslag		¹⁾ 115	5.0	2.5		

¹⁾ per m³

3 PRODUKTIE EN VERBRUIK WARM WATER

	l/dag
Productie warmtepomp	
Behoeftte bedrijf *	405
Tekort	405
Over voor priveverbr.	
Priveverbr. uit w.pompl	

*) Excl. verwarming in een reiniger

4 WATERVERBRUIK PER JAAR (m3/JAAR)

Voorbehandelen	28
Voorspoelen	74
Hoofdreiniging	
Met basis middel	* 69
Met zuur middel	5
Naspoelen	* 74
Reiniging melkstellen	24
Reiniging melktank	* 31
Schoonspuiten melkstal	93
Subtotaal	398
Beschikbaar hergebruik	
Bruikbaar hergebruik	
Waterbesparing	
Totaal waterverbruik	398

*) Geschikt voor hergebruik.

5 MINERALENAANVOER VIA MIDDELEN

	kg/jaar
Stikstof	
Fosfor	6.3
Kalium	
Loog	46.7
Chloor	15.6

wwe

Naam invoerset : BASIS
Omschrijving : publicatie

Woensdag 8 maart 1995 11:57

6 ENERGIEVERBRUIK PER JAAR

	Brand- stof	Verdeling %	Verbruik	Prijs (gld)	Kosten (gld)
Koelen melk					
Wv: - Hoogtarief (kWh)	Elek.	100	6188	.22	1361
- Laagtarifief				.11	
Verwarmen water					
- Reiniger					
- Boiler (kWh)	Elek.	70	9921	.22	2183
		30	4252	.11	468
Totaal					4012

7 KOSTEN APPARATUUR (GLD)

	Afschr.	Onderh. verz.	Berek. rente	Totaal
4 Boiler(s)	480	120	246	846
Extra mestopslag (199 m ³)	1144	572	938	2655
Totaal	1624	692	1184	3501

8 ECONOMISCHE RESULTATEN (GLD)

JAARKOSTEN	11543
Waarvan:	
- Apparatuur	3501
- Energie	4012
- Water	478
- Gecombineerd reinigingsmiddel	642
- Zuur reinigingsmiddel	124
- Uitrijden afvalwater (398 m ³)	2786
- Afvoer afvalwater	
- Rioolheffing + lozingskosten	
Af:	
- Besparing verwarming prive	

wwe

Bijlage 3 Voorbeeld van een uitvoer met 4 plannen

WARM WATER ENERGIE
Praktijkonderzoek Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij

WWE 2.00 - 10 november 1994
- Pagina 1

1 UITGANGSPUNTEN

Naam invoerset	BASIS	POMP	HER	SCHUIF
Aantal koeien	55.0	55.0	55.0	55.0
Melkleverantie per jaar (kg)	412500	412500	412500	412500
Aantal melkmalen per dag	2	2	2	2
Melkmalen opslag in tank	6	6	6	6
Aantal melkstellen	8	8	8	8
Melkmeting d.m.v.	Melkmete	Melkmete	Melkmete	Melkmete
Melkleiding ruim gedimensioneerd	Ja	Ja	Ja	Ja
Reinigingsmethode melkleiding	Automaat	Automaat	Automaat	Doorsch.
Waterverbruik per melkmaal:				
Hoofdreiniging (l)	102	102	102	102
Extra per melkmeter (l)	2	2	2	2
Voor-/naspoeling t.o.v. hoofd (%)	100	100	100	100
Schoonspuiten melkstal (l)	128	128	128	128
Priveverbruik warm water (l/dag)				
Temperatuur: (graden C)				
Begin hoofdreiniging	80	80	80	70
Begin voorspoeling	45	45	45	
Boilerwater	80	80	80	80
Warmtepompwater		55	55	55
Vorraadreiniging:				
Factor				
Standaard watergebruik (l)				
Gebruiksduur water (dagen)				
Temp.water opwarmen (graden C)				
Gecombineerd reinigingsmiddel:				
Gebruiksconcentratie (%)	.50	.50	.50	.50
Prijs (gld/l)	1.65	1.65	1.65	1.65
Fosfaatvrij	Nee	Nee	Nee	Nee
Gehalte actief chloor (g/l)	40	40	40	40
Gehalte natronloog (g/l)	120	120	120	120
Gehalte kaliloog (g/l)				
Zuurreiniging:				
Aantal keren per week	1	1	1	1
Prijs zuur middel (gld/l)	3.50	3.50	3.50	3.50
Prijs zuur middel hitter. (gld/l)				
Gehalte fosforzuur (%)	35	35	35	35
Gehalte salpeterzuur (%)				
Tankreiniging:				
Waterverbruik per keer (l)	86	86	86	86
Aantal keren zuur per 4 weken	2	2	2	2
Reinigingswater hergebruiken	Nee	Nee	Nee	Nee
Voorspoelen met gebruikt water	Nee	Nee	Nee	Nvt
Periode waarin niet uitrijden (mnd)	6	6	6	6
Uitrijkosten (gld/m ³)	7.0	7.0	7.0	7.0

www

1 UITGANGSPUNTEN (VERVOLG)

Naam invoerset		BASIS	POMP	HER	SCHUIF
Bestemming afvalwater		Mestput	Mestput	Mestput	Mestput
Kosten afvoer afvalwater	(gld/m ³)				
Lengte persriolering	(m)				
Rioolheffing	(gld/m ³)				
Aantal vervuilingseenheden (v.e.)					
Heffing per v.e.	(gld)				
Prijzen	(gld)				
Water	(m ³)	1.20	1.20	1.20	1.20
Rente	(%)	8.2	8.2	8.2	8.2
Elektriciteit hoogtarief (kWh)		.22	.22	.22	.22
Elektriciteit laagtarief (kWh)		.11	.11	.11	.11
Aardgas	(m ³)				
Propaan	(l)				
Olie	(l)				

2 UITGANGSPUNTEN APPARATUUR

Verwarmingsboiler:					
Brandstof		Elek.	Elek.	Elek.	Elek.
Vervangingswaarde	(gld)	1500	1500	1500	1500
Afschrijving	(%)	8.0	8.0	8.0	8.0
Onderhoud + verzekering	(%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Restwaarde	(%)				
Rendement	(%)	85	85	85	85
Inhoud	(l)				
Warmtepomp:					
Vervangingswaarde	(gld)		4100		
Afschrijving	(%)		12.0		
Onderhoud + verzekering	(%)		3.0		
Restwaarde	(%)				
Rendement	(%)		50		
Voorcoeler:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Reiniger:					Doorsch.
Brandstof					Elek.
Vervangingswaarde	(gld)				10000
Afschrijving	(%)				10.0
Onderhoud + verzekering	(%)				5.0
Restwaarde	(%)				
Rendement verwarming	(%)				85

2 UITGANGSPUNTEN APPARATUUR (VERVOLG)

Naam invoerset		BASIS	POMP	HER	SCHUIF
Apparatuur hergebruik:					
Vervangingswaarde	(gld)			3500	
Afschrijving	(%)			15.0	
Onderhoud + verzekering	(%)			5.0	
Restwaarde	(%)				
Extra mestopslag:					
Vervangingswaarde	(gld/m ³)	115	115	115	115
Afschrijving	(%)	5.0	5.0	5.0	5.0
Onderhoud + verzekering	(%)	2.5	2.5	2.5	2.5
Restwaarde	(%)				
Tussenopslag voor afvalwater:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Persriolering:					
Vervangingswaarde	(gld/m)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Perspomp:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Bedrijfsaansluiting:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Verzamelput en leidingen:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				
Kruising wegen en onvoorzien:					
Vervangingswaarde	(gld)				
Afschrijving	(%)				
Onderhoud + verzekering	(%)				
Restwaarde	(%)				

3 PRODUKTIE EN VERBRUIK WARM WATER PER DAG

Naam invoerset		BASIS	POMP	HER	SCHUIF
Productie warmtepomp	()		565		
Behoeftte bedrijf *	()	405	405	405	99
Tekort	()	405		405	99
Over voor priveverbruik	()	160			
Priveverbruik uit warmtepomp	()				
Aantal benodigde boilers		4	2	4	1

*) Excl. verwarming in een reiniger

4 WATERVERBRUIK PER JAAR (m³)

Voorbehandelen		28	28	28	28
Voorspoelen		74	74	74	
Hoofdreiniging					
Met basisch middel	*	69	* 69	* 69	69
Met zuur middel		5	5	5	5
Naspoelen	*	74	* 74	* 74	
Reiniging melkstellen		24	24	24	24
Reiniging melktank	*	31	* 31	* 31	* 31
Schoonspuiten melkstal		93	93	93	93
Subtotaal		398	398	398	250
Beschikbaar voor hergebruik				143	
Bruikbaar voor hergebruik				93	
Waterbesparing				93	
Totaal waterverbruik per jaar		398	398	305	250

*) Geschikt voor hergebruik

5 MINERALENAANVOER VIA REINIGINGSMIDDELEN PER JAAR (kg)

Stikstof		6.3	6.3	6.3	6.3
Fosfor					
Kalium					
Loog		46.7	46.7	46.7	46.7
Chloor		15.6	15.6	15.6	15.6

wwe

6 ENERGIEVERBRUIK PER JAAR

Naam invoerset	BASIS	POMP	HER	SCHUIF
Koelen melk m.b.v. elektriciteit				
% Hoogtarief	100	100	100	100
Verbruik (kWh)	6188	7013	6188	6188
Kosten (gld)	1361	1543	1361	1361
Verwarmen in reinigingsapparaat				Doorsch. Elek. 6113
Brandstof				
Verbruik (kWh)				
Verbruik (m ³)				
Verbruik (l)				
Kosten (gld)				1345
Verwarmen reinigingswater m.b.v.				
% Hoogtarief	Elek. 70	Elek. 70	Elek. 70	Elek. 70
Verbruik (kWh)	14173	4489	14173	3476
Verbruik (m ³)				
Verbruik (l)				
Kosten (gld)	2650	840	2650	650

7 KOSTEN APPARATUUR

Totale kosten apparatuur	3501	3861	3724	3789
Waarvan:				
- Verwarmingsboiler:	846	423	846	212
Wv: - Afschrijving	480	240	480	120
- Onderhoud + verzekering	120	60	120	30
- Berekende rente	246	123	246	62
- Warmtepomp:	783			
Wv: - Afschrijving	492			
- Onderhoud + verzekering	123			
- Berekende rente	168			
- Voorkoeler:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Reiniger:				1910
Wv: - Afschrijving				1000
- Onderhoud + verzekering				500
- Berekende rente				410
- Apparatuur hergebruik:				844
Wv: - Afschrijving			525	
- Onderhoud + verzekering			175	
- Berekende rente			144	

7 KOSTEN APPARATUUR (VERVOLG)

Naam invoerset	BASIS	POMP	HER	SCHUIF
- Extra mestopslag:	2655	2655	2034	1668
Wv: - Afschrijving	1144	1144	877	719
- Onderhoud + verzekering	572	572	438	359
- Berekende rente	938	938	719	589
- Tussenopslag				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Persriolering:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Perspomp:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Bedrijfsaansluiting:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Verzamelput en leidingen:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				
- Kruising wegen en onvoorzien:				
Wv: - Afschrijving				
- Onderhoud + verzekering				
- Berekende rente				

8 ECONOMISCHE RESULTATEN

JAARKOSTEN	11543	10273	11003	9961
Waarvan:				
- Kosten apparatuur	3501	3861	3724	3789
- Energie	4012	2382	4012	3356
- Water	478	478	366	300
- Gecombineerd reinigingsmiddel	642	642	642	642
- Zuur reinigingsmiddel	124	124	124	124
- Uitrijden afvalwater	2786	2786	2135	1750
- Afvoer afvalwater				
- Rioolheffing + lozingskosten				
Af:				
- Besparing verwarming prive				

Eerder verschenen publikaties

Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs	Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs
44.	Het optimale afleveringsgewicht van vleeskalveren. 1986.		70.	zwartbonte kruislingvaarzen. 1991.	12,50
45.	Gevolgen van verschuivingen in afkalfpatroon. 1987.	10,—	71.	Normen voor de Voedervoorziening. 1991.	12,50
46.	Waiboerhoeve 1986. Verslag van praktijkgericht onderzoek. 1987.	15,—	72.	Het Melkveemodel. 1991.	12,50
47.	Berekening van grasland op zandgrond en rivierklei. Resultaten van proefvelden te Heino en Bruchem 1977-1981. 1987.	10,—	73.	Modellen Rundveehouderij. 1991.	12,50
48.	Perspectieven voor de melkveehouderij. 1987.	12,50	74.	Bijprodukten voor vleesstieren. 1992.	12,50
49.	Paardenhouderij, resultaten van onderzoek. 1987.	10,—	75.	Melkveehouderij en automatisch melken. 1992.	12,50
50.	Het koemodel. 1987.	10,—	76.	Kuilafdekking en kuilqualiteit. 1992.	12,50
51.	Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. Resultaten en ervaringen van 4 jaar op de Waiboerhoeve 1982-1986. 1988.	10,—	77.	Gewichtscurve vleesstieren 1992	12,50
52.	Invloed van verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1988.	10,—	78.	Strokorst in mestsilos. 1992.	12,50
53.	Effecten van overbezetting in bedrijfsverband. Verslag van een werkgroep. 1988.	10,—	79.	Nieuwe DVE-normen voor melkvee. 1993.	12,50
54.	Rundvleesproductie met eenmaal gekalfde vaarzen. 1988.	10,—	80.	Veevoedkundige waarde gras- en luzernebrok. 1993.	12,50
55.	Boeren met quotum. 1988.	10,—	81.	Milieusparend reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50
56.	Verslag van de Waiboerhoeve 1987. 1988.	15,—	82.	Inzaai mengsels gras en witte klaver. 1993.	12,50
57.	Vaste krachtvoergiften aan melkvee. 1988.	10,—	83.	Melkveebedrijf met uitsluitend snijmais. 1993.	12,50
58.	Vetrijk krachtvoer voor hoogproductieve koeien. 1988.	12,50	84.	Vleesstierenvergelijking. 1993.	
59.	Gebruikswaarde van vriesbranden voor identificatie van paarden. 1988.	12,50	85.	Invloed rijpheid snijmais op voeropname en groei vleesstieren. 1993.	12,50
60.	Stikstofwerking van runderdrijfmest op grasland. 1988.	12,50	86.	Energie-efficiënt reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50
61.	Vergelijking Flevolander en Swifter schaaap. 1989.	12,50	87.	Model energieverbruik melkveebedrijf. 1993.	12,50
62.	Invloed krachtvoerniveau op vleesproductiekenmerken van Piemontese met zwartbont kruislingstieren. 1989.	12,50	88.	Energiegehalte rantsoen bij alternatieve vleeskalveren. 1994.	12,50
63.	Beter werken met cijfers. 1989.	12,50	89.	Voederbieten voor melkvee. 1994	12,50
64.	Huisvesting vleesstieren van 0-6 maanden. 1989.	12,50	90.	Rantsoenen bij vleeskalveren. 1994	12,50
65.	Snijmais en natte bijprodukten in rantsoenen voor hoogproductieve melkkoeien. 1989.	12,50	91.	Voederadditieven voor vleesstieren. 1994	12,50
66.	Huisvesting vleesstieren vanaf 6 maanden. 1990.	12,50	92.	Vergelijking Texelse vleeslamvaderdieren. 1994.	12,50
67.	Inkuilen onder ongunstige omstandigheden. 1990.	12,50	93.	Diergezondheid en management. 1994.	12,50
68.	Verlaging structuurwaarde in rantsoen vleesstieren. 1990.	12,50	94.	Scheren van ooiën. 1994.	12,50
69.	Vleesproductie met Piemontese x		95.	Voeren van Texelaar x Flevolander vleeslammeren. 1994.	12,50
			96.	Gebruik vleesstieren op ondereind melkveestapel. 1994.	12,50
			97.	Verdunde rundermest uitrijden met sproeiboom. 1994.	12,50
			98.	Opfok roze vleeskalveren. 1995.	12,50
			99.	Ammoniakemissie bij melkvee na spoelen roostervloer. 1995.	12,50
			100.	Mineralenstroom milieumodule in BBPR. 1995.	12,50
			101.	Beperking ammoniakemissie rundveestal PROPRO-Deelproject gescheiden afvoer van gier en vaste mest met schuif. 1995.	12,50
			102.	Reiniging melkwinningsapparatuur onder procesbewaking. 1995.	12,50
			103.	Veenweidekaas. 1995.	12,50
				Maiskolvensilage voor vleesstieren. 1995.	12,50

Publikaties zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbanknr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van de publikatie.