

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

Milieusparend reinigen melkwinningsapparatuur

J.G.P. Verheij
G.M.V.H. Wolters

Inhoudsopgave

	Blz.
1 Inleiding	4
2 Inventarisatie huidige toestand	5
2.1 Afbakening werkgebied	5
2.2 Bestaande situatie	5
2.3 Algemene kennis	6
2.4 Specifieke technologische randvoorwaarden	7
2.5 Overige randvoorwaarden	7
3 Uitgangspunten en organisatie van het onderzoek	8
3.1 Kwaliteitsbeveiliging	8
3.2 Milieu, energie en procesbewaking: drie projecten	8
4 Uitvoering van het onderzoek	9
4.1 Inleiding	9
4.2 Werkwijze stromingsonderzoek	10
4.2.1 Inventarisatie melkleidinginstallaties op proefbedrijven	10
4.2.2 Optimalisatie spoeeffect	10
4.3 Werkwijze systeemonderzoek	10
4.3.1 Beperkte tweede reinigingsbeurt	10
4.3.2 Voorraadreiniging	10
5 Resultaten..	11
5.1 Inventarisatie melkleidinginstallaties op proefbedrijven	11
5.2 Optimalisatie spoeeffect	11
5.3 Beperkte tweede reinigingsbeurt	12
5.4 Voorraadreiniging	13
5.5 Kennisoverdracht naar de praktijk	13
6 Conclusies en aanbevelingen	14
Samenvatting	15
Literatuur	16

Voorwoord

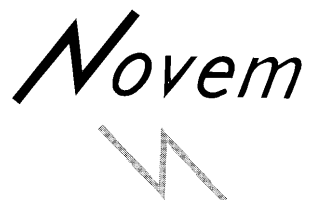
Twee keer per dag, na elke melkbeurt, reinigt de veehouder de apparatuur waarmee hij melkt. Dit is bijzonder goed voor de melkwaliteit, maar niet voor het milieu. De reiniging belast het milieu en kost veel water, energie en chemicaliën. Daarom heeft het PR onderzocht hoe de reiniging zodanig is uit te voeren, dat al deze bezwaren aanzienlijk kleiner worden.

In deze publikatie staan de resultaten van een eerste project dat door het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij werd uitgevoerd. Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door het Ministerie van VROM,

en werd namens dit departement door NOVEM (Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu) in opdracht gegeven in het kader van het programma Agrarische Sector.

Een meer gedetailleerde beschrijving van de uitgevoerde proeven is neergelegd in een aantal interne rapporten.

Het onderzoek werd uitgevoerd door een onderzoeksgroep binnen de afdeling Melkwinning van het PR. J.A.M. Boerekamp en H.J. Soede verzorgden de uitvoering, met ondersteuning van H.J. Schuiling, J.T. Nuninga en enkele stagiaires.



1 Inleiding

Het melken heeft een geschiedenis op het gebied van de hygiëne. Het busrek met blinkend schoon metalen vaatwerk aan de zijgevel van een boerderij was ooit een symbool van Hollandse properheid. Zorgvuldige reiniging behoorde als vanzelfsprekend bij dit kostbare en bederfelijke produkt. Even vanzelfsprekend was het, dat de boerin dit werk verrichtte met huishoudelijke middelen.

Het handmelken maakte plaats voor de melkmachine, maar dit veranderde in wezen nog weinig aan de huishoudelijke reiniging. Pas de vervanging van de melkbus door de melktank stelde principieel nieuwe eisen aan de schoonmaak van het bijbehorende leidingcircuit: je kon er met een borstel niet meer bij.

Bij de invoering van het melken met leidingsystemen werd tijdig ingezien, dat hiermee risico's ontstonden voor de melkwaliteit. De melker moest een proces bedienen dat meer kennis vereiste van hygiëne en technologie. Daarom werden aanbevelingen ontwikkeld voor de reiniging, die een veilige melkwinning garanderen. Tegelijkertijd werd een systeem van uitbetaling naar kwaliteit ingevoerd, dat een financiële prikkel gaf. Een uitgebreid voorlichtingsapparaat stond klaar om de boer waar nodig te ondersteunen. Dit geheel heeft goed gewerkt; de Nederlandse melkwaliteit kan zich goed meten met het buitenland. Maar de aanbevelingen waren doorgaans aan de veilige kant; er moest rekening ge-

houden worden met variabele omstandigheden; het moest altijd goed zijn. De procesvoering was eenvoudig en overzichtelijk; de kosten mochten niet te hoog worden. Als dat een hoger verbruik inhield van water, energie of chemicaliën, dan werd daar hoofdzakelijk vanuit kosten-oogpunt rekening mee gehouden.

Geleidelijk kwamen de veranderingen. Rond 1975 bleek uit een onderzoek dat de vervuiling door melkspoelwater per bedrijf ongeveer 3,5 vervuilingseenheden bedroeg, en sindsdien werden de melkveehouders daarvoor aangeslagen. Uit soortgelijk onderzoek [2], in 1989 uitgevoerd op verzoek van de waterbeheerders, bleek dat de vervuiling per bedrijf bijna was verdubbeld. In 1990 ontstonden op het PR ideeën over de behoefteaan en de kansenvooronderzoeknaar brongerichte maatregelen, die dus het probleem in het eerste stadium bestrijden. Projectbeschrijvingen werden opgesteld en in 1991 besloot NOVEM tot medewerking. Daarmee was een essentiële stap gezet op weg naar een grondige herziening van de gebruikelijke technologie voor het reinigen van melkwinningapparatuur.

In juli 1992 werd het Lozingenbesluit Bodembescherming van kracht, naast de reeds bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Uitrijden van spoelwater over het land en lozen op het oppervlaktewater zijn hierdoor verboden. Alternatieven zijn o.a. lozing in de mestopslag of op het riool.

2 Inventarisatie huidige toestand

2.1 Afbakening werkgebied

Het project is gericht op de reiniging van melkwinningsinstallaties op de boerderij. Uit oogpunt van milieubelasting is een aantal aangrenzende terreinen aan te wijzen, die niet in dit project zijn betrokken. Dit betreft het reinigen van de melktank, het schoonspuiten van de melkstal en het overige waterverbruik bij het melken, o.a. bij het voorbehandelen van de koeien en de uitwendige reiniging van de apparatuur. Voor een standaardbedrijf (standaardinstallatie met 8 melkstellen [4]) is het jaarlijks waterverbruik in m³ voor deze onderdelen ongeveer als volgt:

reiniging melkapparatuur	132
reiniging melktank	33
schoonspuiten melkstal	90
overige	20
Totaal	275

Uit dit overzicht is duidelijk, dat dit project de grootste post betreft. Bovendien is het het moeilijkste onderwerp, vanwege vele complicaties die verderop in deze publikatie behandeld worden. Het project behandelt wel de mogelijkheden voor hergebruik van reinigingswater zowel binnen de reiniging van de melkapparatuur als bij de andere genoemde posten.

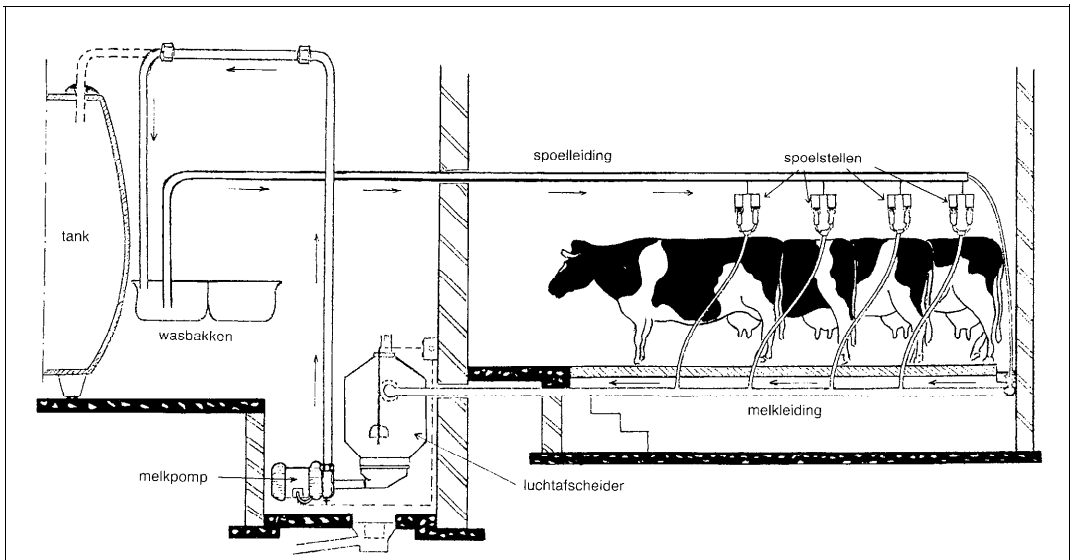
2.2 Bestaande situatie

Het waterverbruik per koe per dag voor de reiniging van melkwinningsapparatuur bedraagt circa 7 tot 15 liter, afhankelijk van het type installatie. (Ter vergelijking: de mestproductie ligt rond 60 liter per dag). Jaarlijks gaat het dan om een hoeveelheid afvalwater van 7.000.000 m³ [4], op basis van 10 liter per dier per dag. De milieubelasting heeft naast het water zelf een drietal aspecten: melkresten, chemicaliën en warmte.

De vuilbelasting bedraagt ongeveer 10-20 miljoen liter melk (0,5- 1 % melk in voorspoelwater [2]). Reinigingsmiddelen dragen in veel geringere mate bij aan organische belasting. De laatste jaren worden vooral fosfaatvrije middelen toegepast, maar de betekenis hiervan is zeer gering in verhouding tot de mineralenproductie door het vee. Tenslotte kan gesproken worden van thermische vervuiling: het geloosde water heeft een gemiddelde temperatuur rond 30 °C.

De reiniging wordt in Nederland op vrij uniforme wijze uitgevoerd in 3 procesgangen: voorspoelen, hoofdreinigen en naspoelen [3,5]. De voorspoeling dient om zoveel mogelijk melk- en vuilresten te verwijderen voordat de feitelijke reini-

Figuur 1 Schematische weergave melkstal



ging begint. De hoofdreiniging dient zowel voor reiniging als desinfectie. Daarvoor wordt vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt van gecombineerde reinigings- en desinfectiemiddelen. Het proces wordt besloten met een naspoeling om resten van chemicaliën te verwijderen.

Bij het voorspoelen en hoofdreinigen is warm water nodig om een goed reinigingseffect te bereiken. De desinfecterende werking berust doorgaans op chemie (chloorbleekloog), hoewel in enkele gevallen een hoge temperatuur voor de desinfectie zorgt. Resten van chloor belasten het milieu, maar kunnen ook een bedreiging zijn voor de melkwaliteit.

2.3 Algemene kennis

Reiniging berust op de vier factoren die in figuur 2 staan en waarop nu kort wordt ingegaan.

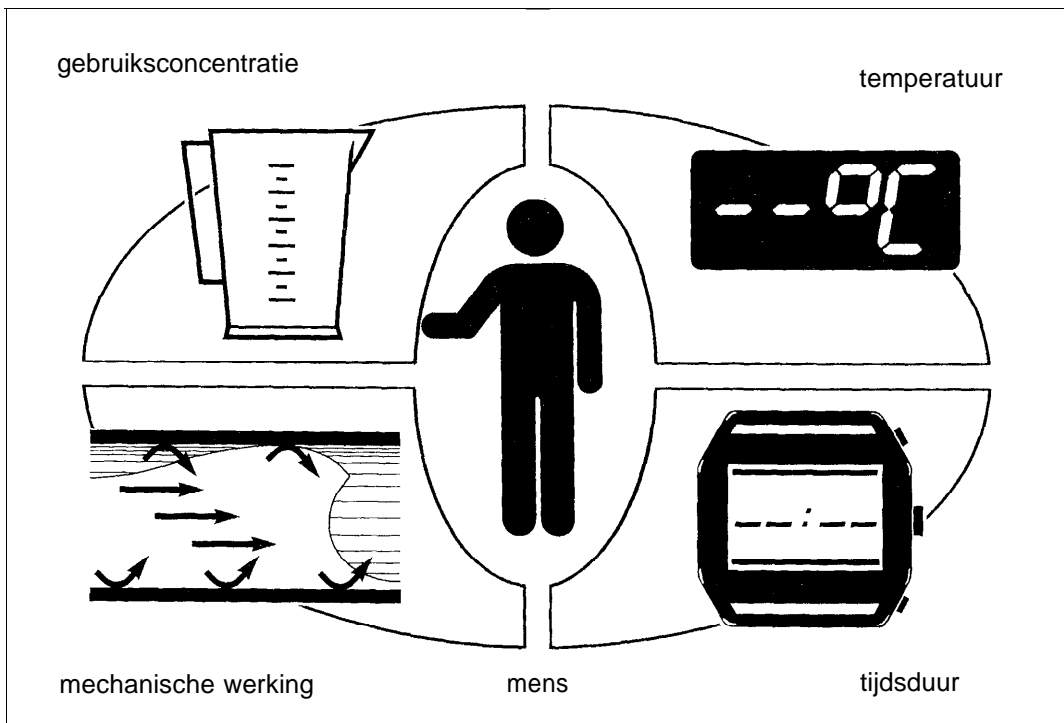
De factor tijd heeft tussen twee melkbeurten alle ruimte, maar niet in combinatie met de factor *temperatuur*. Immers, als de vervuilde oppervlakken langduriger verwarmd moeten worden, zou het ongeïsoleerde leidingcircuit zeer veel warmte verliezen aan de omgeving. In de praktijk duren voorspoeling (water van 40-60 °C) en hoofdreiniging (begintemperatuur 70 °C) samen

ongeveer 15 minuten. Daarna volgt de koude naspoeling.

De gebruikconcentratie aan chemische middelen is nodig om het vuil los te maken en zwevend te houden, alsmede om bacteriën te doden. Verder dient het voor waterbehandeling en het vermijden of verwijderen van aanslag in het circuit. De *mechanische werking* of turbulentie is een moeilijk punt, en in de praktijk ook een zwakke schakel. Circulatiereiniging vindt plaats in een leidingstelsel, en de vacuümpomp levert de drijvende kracht in de leidingen. Deze kracht is echter niet altijd toereikend voor de sterke verwijdingen, vertakkingen en vernauwingen die in het circuit voorkomen. De melkpomp kan vervolgens het betrekkelijk eenvoudige leidingdeel naar de melktank goed bevloeien. De snelheid en de reinigende werking van een door de vacuümpomp aangezogen waterkolom is echter afhankelijk van o.a. de kolomgrootte, weerstanden, drukverval e.d., en optimalisatie van dergelijke omstandigheden vindt nog onvoldoende plaats.

Het is in ons land gebruikelijk om na elke melkbeurt een gecombineerde reiniging en desinfectie met loog en chloor in één spoelgang uit te

Figuur 2 Reinigingsfactoren



voeren, periodiek afgewisseld met zuurreiniging ter verwijdering van aanslag [3,5]. Het reinigingsproces wordt steeds meer gestuurd door een automaat die reageert op een niveauschakeling voor de vaststelling van de waterhoeveelheid. In andere landen wordt soms anders gereinigd. In Engeland wordt veelal geen loog maar zuur gebruikt en bij een hogere temperatuur [6]. De variëteit in desinfectiemiddelen is elders ook groter; zo worden i.p.v. chloor ook quaternaire ammoniumverbindingen en jodoforen (die tevens een reinigende werking hebben) toegepast [1,7]. Voorzover bekend zijn echter in het buitenland nog geen belangrijke voorbeelden uitgewerkt voor milieutechnische verbeteringen die hier overgenomen kunnen worden.

Door de aard van de vervuiling kan een warme voorspoeling bijzonder effectief zijn, en ligt het accent bij de feitelijke reiniging meer op bevochtiging en waterbehandeling (voorkomen van aanslag) dan op vuilverwijdering. Na een goede voorspoeling resteert zo weinig melk, dat de vloeistof voor de hoofdreiniging onder bepaalde voorwaarden hergebruikt kan worden.

Uiteraard werkt een hoge temperatuur goed desinfecterend, maar dan moet de zekerheid bestaan dat die temperatuur op alle besmette plaatsen lang genoeg wordt gehandhaafd.

2.4 Specifieke technologische randvoorwaarden

Milieutechnische optimalisatie van reinigingsprocessen is reeds doorgevoerd in vele bedrijfstakken. Van zulke ervaringen kon in dit project slechts in beperkte mate gebruik gemaakt worden, en wel omdat in de onderhavige situatie specifieke complicaties gelden. De belangrijkste zijn de volgende.

- Het te reinigen circuit is sterk vertakt. Vanuit een spoelbak met water of reinigingsoplossing kan de vloeistof via een enkele leiding worden aangezogen, maar er moet een gelijkmatige verdeling plaats vinden over alle melkstanden, en daarbinnen over de vier tepelvoeringen. Vervolgens moet de melkafvoerleiding waarop elke melkstand is aangesloten, in zijn geheel goed bevoeid worden.
- De diameters in het circuit variëren van nauwe

'spoeljetters' die de vloeistof verdelen over de tepelvoeringen tot zeer wijde melkmeetglazen. Het gevolg daarvan is dat de stromingssnelheid overeenkomstig varieert. De pulsatie van de voeringen vormt een extra complicatie die de stroming verstoort. De aanwezigheid van lucht tijdens de stroming is enerzijds een onvermijdelijke handicap, maar anderzijds kan lucht bewust worden toegepast om de stroming te versnellen.

- De primaire functie van het circuit ligt in het melken, en daarbij gelden tegengestelde stromingstechnische eisen, want de turbulentie moet dan minimaal zijn i.v.m. schade aan de melkwaliteit.
- Hoewel de apparatuur doorgaans voldoet aan overeengekomen minimumeisen (Technische Aanbevelingen) is er een grote variatie tussen de verschillende (circa 10) leveranciers/importeurs.

2.5 Overige randvoorwaarden

- De bestedingsruimte voor investeringen op het gebied van reinigen per bedrijf is beperkt, omdat de kosten op een betrekkelijk geringe hoeveelheid verwerkt produkt drukken, vergeleken met industriële installaties.
- De bediening moet eenvoudig zijn en de bedrijfszekerheid optimaal, omdat de reiniging wordt uitgevoerd door mensen met een beperkte hygiënische en technologische achtergrond kennis.
- De aanleg van de installaties moet goed worden uitgevoerd, maar door installateurs met beperkte specialistische kennis van hygiëne. Zij bouwen het circuit als maatwerk in bestaande gebouwen, en slechts een aantal onderdelen worden met kwaliteitsgaranties aangeleverd.

Uit het voorgaande is duidelijk dat dit project in hoofdzaak moet steunen op empirisch onderzoek. De algemene wetenschappelijke achtergronden zijn uit de levensmiddelentechnologie goed bekend, maar in het spanningsveld tussen melkwaliteit, milieuzorg en kostenbeheersing moeten praktische oplossingen worden gevonden.

3 Uitgangspunten en organisatie van het onderzoek

3.1 Kwaliteitsbeveiliging

In sommige gevallen heeft de in ons land gebruikelijke technologie een zekere 'overkill'. De reiniging behoort echter in alle gevallen afgestemd te zijn op de hygiënische eisen ofwel: de beveiliging van de melkkwaliteit.

Ondanks het doorgaans royale reinigen heeft nog altijd een deel van de melkveebedrijven regelmatig problemen met de melkkwaliteit, die voortkomen uit onvoldoende gereinigde apparatuur. De kwaliteitskottingen voor een te hoog kiemgetal zijn circa 3% van de melkleveranties. Als gevolg van het project zullen praktische aanbevelingen worden gedaan om zuiniger te reinigen, waardoor de bestaande marge ('overkill') veel kleiner wordt. Een groter aandeel melk van minder goede kwaliteit lijkt dan onvermijdelijk. Dit is tegengesteld aan het krachtige streven naar kwaliteitsverbetering in de zuivelindustrie. Het ligt dan ook voor de hand, dat vanuit de melkverwerking met argwaan wordt gekeken naar dit project.

De oplossing van dit dilemma ligt in een verdieping van het onderzoek. Het mag niet beperkt blijven tot de vraag: hoe krijgt men hetzelfde effect met minder milieubelasting. Maar: hoe realiseert men een geringere milieubelasting en tegelijkertijd een betere kwaliteitsbeveiliging?

3.2 Milieu, energie en procesbewaking: drie projecten

De argumenten voor het project 'Milieusparend reinigen' zijn uit het voorgaande voldoende duidelijk. Er zijn echter ook goede redenen om een accent te leggen op energiebesparing.

Eén van die redenen is de reeds genoemde desinfectie. Deze wordt nu uitgevoerd met chloor, maar thermische desinfectie zou chloor overbodig maken en daarmee zowel het milieuprobleem

alsook het risico van residuen in de melk wegemen.

Energiebesparing is uiteraard ook een algemene wens, die in deze situatie om gericht onderzoek vraagt. Er doet zich bijvoorbeeld de bijzondere situatie voor, dat tijdens het melken bij de koeling van de melk een grote hoeveelheid warmte vrij komt. Op een beperkt aantal bedrijven wordt deze warmte teruggewonnen en voor diverse doeleinden toegepast, waarbij de reiniging al genoeg heeft aan een deel van deze warmte. Energetische optimalisatie (beperking van warmteverliezen, terugwinning tot hogere temperaturen e.d.) zou het gebruik van chloor overbodig kunnen maken.

De omvang van het onderhavige project bood niet de nodige ruimte voor het in de vorige paragraaf gemotiveerde energie-onderzoek. Daarom werd hiervoor een apart project opgezet, eveneens met medewerking van NOVEM, onder de titel 'Energie-efficiënt reinigen van melkwinningsapparatuur'.

Aan het slot van paragraaf 3.1 werd het spanningsveld beschreven tussen melkkwaliteit enerzijds en beperking van de milieubelasting anderzijds. Zodra de geschikte technologie is gevonden om te reinigen op een milieusparende en energie-efficiënte wijze, zullen de toegepaste processen ook zorgvuldig moeten worden gestuurd en beheerst. Alleen dan kan in de overgebleven smalle marges toch de garantie voor goede reiniging en optimale melkkwaliteit worden gegeven. Deze overwegingen mondden uit in de beschrijving van een derde project, genaamd 'Reinigen van melkwinningsapparatuur onder procesbewaking'.

Dit laatste, afrondende onderzoek is nog niet gestart, zoals blijkt uit onderstaand overzicht.

Project	Tijdsduur	Aanvang
Milieusparend reinigen	9 maanden	januari 1992
Energie-efficiënt reinigen	15 maanden	januari 1992
Reinigen onder procesbewaking	(15 maanden)	(april 1993)

4 Uitvoering van het onderzoek

4.1 Inleiding

Het onderzoek kan worden onderverdeeld in 2 groepen: stromingsonderzoek, waarbij de stroming van water en lucht in praktijksituaties wordt geoptimaliseerd, en systeemonderzoek, waarbij de toepasbaarheid van een reinigingssysteem in de praktijk wordt onderzocht.

Het onderzoek moest antwoord geven op de volgende vragen:

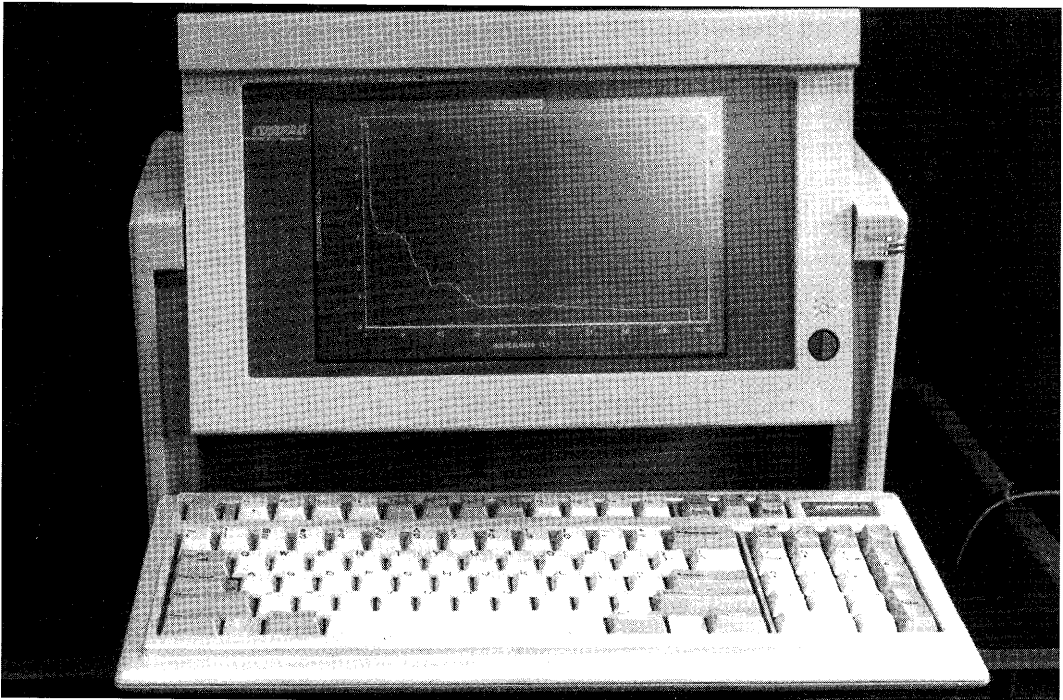
1. Hoe kan de stroming van water en lucht tijdens de voor- en naspoeling zodanig worden geoptimaliseerd, dat met minder water een betere bevloeiing van alle oppervlakken wordt bereikt en dus een beter spoeeffect?
2. Is een lagere reinigingsfrequentie (b.v. 1x per dag) toelaatbaar, en zo ja, onder welke voorwaarden (Beperkte tweede reinigingsbeurt)?
3. Hoe vaak kan een hoofdreinigingsoplossing worden hergebruikt voor de hoofdreiniging (Voorraadreiniging)?

Het stromingsonderzoek is onderverdeeld in een drietal proeven. Als eerste werden de melklei-

dinginstallaties van alle 10 proefbedrijven opgemeten. Uitgangspunt hierbij was om meer inzicht te krijgen in de stroming in het reinigingscircuit. Bij de proef optimalisatie spoeeffect werd het uitspoelen van melkresten uit een melkleidinginstallatie in een proefstal onderzocht. De invloed van de pulserende werking van water en lucht op het uitspoelen werd gekwantificeerd. Daarnaast is gekeken of de hoeveelheid water die tijdens het spoelen een melkstel passeert, kan worden gemeten. Om verschillende systemen onder gelijke praktijkomstandigheden te kunnen onderzoeken, werd voor deze proef een bestaande melkstel op de Waiboerhoeve gerenoveerd.

Een tweetal reinigingssystemen zijn op een beperkt aantal praktijkbedrijven getest, namelijk beperkte tweede reinigingsbeurt en voorraadreiniging.

Binnen het project energie-efficiënt reinigen werd in samenwerking met het IKC een rekenprogramma WWEnergy (Warm Water Energy)



Meting van een uitspoelcurve.

verder ontwikkeld, dat een economische evaluatie kan maken van de reiniging. Het rekenprogramma kan voor een bedrijf, met zijn eigen specifieke gegevens, berekenen hoeveel water, energie en chemie er voor de reiniging van melkwinningsapparatuur en melkstal verbruikt wordt, inclusief de daarmee verbonden kosten. Dit verbruik kan voor verschillende reinigingssystemen worden berekend, zodat eventuele besparingen zichtbaar worden gemaakt.

4.2 Werkwijze stromingsonderzoek

4.2.1 *In ven tarisa tie melkleidinginstalla ties op proefbedrijven*

Van de melkleidinginstallaties werden de dimensies van de verschillende onderdelen van het reinigingscircuit opgemeten. Hierbij waren inwendige diameter, lengte en materiaal belangrijke meetgegevens. Het opmeten werd uitgevoerd met behulp van schuifmaat en meetlint. Daarnaast werd de reiniging opgemeten (temperatuur, tijd, hoeveelheid). Ook dynamische factoren als vacuümniveau, pulsatiesysteem en luchtinjectoren werden vastgelegd.

4.2.2 *Optimalisatie spoel-effect*

De proef werd opgezet volgens een split-plot schema. Hierbij werd de invloed van vacuümniveau en de hoeveelheid ingelaten lucht op het uitspoelen van een op melk gelijkende vervuilingsooplossing onderzocht. De proef werd uitgevoerd in de proefstal van de Waiboerhoeve, Melkvee 5. Op dit bedrijf werd de melkstal gerenoveerd en ingericht voor spoelproeven in twee leidingsystemen, 50 en 75 mm, met deels glazen leidingen.

Het effect van spoelen werd bepaald door continue geleidbaarheidsmeting van de uitgaande stroom vloeistof. Ook de gepasseerde hoeveelheid vloeistof werd gemeten. Combinatie van deze twee gegevens geeft een uitspoelcurve. De uitspoelcurves voor verschillende spoelsystemen werden statistisch geanalyseerd met behulp van Genstat.

Tevens werd in een laboratoriumproef gekeken of de hoeveelheid water die het melkstel passeert, kon worden bepaald, zodat daarmee de verdeling van spoelvloeistof over de melkstellen kon worden gemeten. Daarvoor werden twee verschillende inductieve flowmeters getest onder geconditioneerde omstandigheden.

De gerealiseerde water- en energiebesparing bij de voor- en naspeling werd berekend.

4.3 Werkwijze systeemonderzoek

4.3.1 *Beperkte tweede reinigingsbeurt*

Op een zestal praktijkbedrijven met verschillende types melkleidinginstallatie werd in de controleperiode normaal gereinigd. In de proefperiode werd 's morgens de melkleidinginstallatie volledig gereinigd. 's Avonds werd de installatie alleen voorgespoeld met lauwwarm water. De proefperiode werd afgesloten met een controleperiode. De proefperiode vond éénmaal plaats in een periode met lage buitentemperatuur en éénmaal in een periode met hoge buitentemperatuur.

Tijdens de controle- en proefperiode werd de melkleidinginstallatie wekelijks visueel geïnspecteerd. Daarnaast werd de microbiologische melkqualiteit wekelijks gecontroleerd.

In de proefstal Melkvee 5 is gekeken naar de invloed van de behandeling van een installatie op de uitgroei van bacteriën bij hoge temperatuur. Per week werd de installatie na vervuilen met verse melk op drie verschillende manieren behandeld, te weten niet spoelen, goed spoelen en reinigen. De omgevingstemperatuur werd daarbij op 20 °C ingesteld. Na 15 uur werd de bacteriegroei in de installatie bepaald door middel van spoelmonsters.

Het effect van het nieuwe reinigingssysteem op de gebruikte hoeveelheid water, energie en chemie werd middels het programma WWEnergy geëvalueerd.

4.3.2 *Voorraadreiniging*

Op een tweetal praktijkbedrijven werd de proef met dit reinigingssysteem in een eenvoudige vorm uitgevoerd. De reinigingsooplossing werd gedurende één week gebruikt voor het reinigen van de melkleidinginstallatie. In de controleperiode werd 'normaal' gereinigd bij 80 °C, in de proefperiode werd bij 60 °C gereinigd. De voorraad reinigingsooplossing was ruim drie keer zo groot als bij een standaard reiniging gebruikt zou zijn. Deze oplossing werd gedurende de hele week in een goed geïsoleerd vat bewaard.

Tijdens de controle- en proefperiode werd de melkleidinginstallatie wekelijks visueel geïnspecteerd. Naast de wekelijkse controle van de microbiologische melkqualiteit, werd ook de concentratie reinigingsmiddel wekelijks gecontroleerd. Het effect van het nieuwe reinigingssysteem op de gebruikte hoeveelheid water, energie en chemie werd middels het programma WWEnergy geëvalueerd.

5 Resultaten

5.1 Inventarisatie melkleidinginstallaties op proefbedrijven

De stroming van vloeistof tijdens de reiniging van melkleidinginstallaties wordt door een groot aantal factoren bepaald. Gedoeld wordt hierbij op de constructie en dimensies van het leidingstelsel, de vertakkingen via het melkstel, melkproduktiemeters of melkmeetglazen, maar ook dynamische onderdelen als de beweging van de tepelvoeringen. Deze weerstanden beïnvloeden zowel snelheid als turbulentie. Stroomlijnen van deze weerstanden heeft mogelijk invloed op het



Turbulentie in een spoelleiding.

spoelen en reinigen van de installatie met betrekking tot water, energie en chemieverbruik. Op alle proefbedrijven werd daartoe de reiniging en diameter van het reinigingscircuit opgemeten. Er is een verscheidenheid aan apparatuur en uitvoering van het reinigingsproces op de proefbedrijven aanwezig. De proefbedrijven zijn hierbij niet geheel representatief voor de Nederlandse veehouderij. Bedrijven met melkproduktiemeters zijn bij dit onderzoek oververtegenwoordigd.

Met behulp van de inwendige diameters van het reinigingscircuit is het doorstroomoppervlak berekend. Het blijkt niet goed mogelijk om op basis hiervan één vernauwing in het circuit aan te geven waar het water in de installatie minder doorstroming heeft. Vernauwingen bevinden zich vooral bij de toevoer van water in de jetterstellen. Ook zijn op sommige bedrijven de rubberslangen naar de jetterstellen of naar de aanvoer van klauwen de bottleneck.

Een goede interpretatie van de verzamelde gegevens vereist specialistische stromingstechnische kennis. Hiervoor is contact gelegd met de TU Delft. Hopelijk wordt dit op korte termijn middels een afstudeeropdracht verder uitgewerkt.

5.2 Optimalisatie spoeleffect

Het is nu gebruikelijk om bij het voorspoelen een aanzienlijke hoeveelheid lauwwarm water in één keer door de installatie te laten gaan. De drijvende kracht hierbij is het vacuüm. In de gerenoveerde stal werd gekeken naar de invloed van het vacuümniveau en het meermalen injecteren van lucht op het verwijderen van melkresten. Luchtinjectie resulteert in waterkolommen waarvan de lengte en de doelmatigheid werden onderzocht.

De methode van vervuiling van de installatie (er worden geen koeien gemolken) en de meetmethode om de vervuiling in de uitgaande stroom te meten moesten worden ontwikkeld. Hiervoor moest signaal verwerkende apparatuur worden aangeschaft. Dit heeft veel tijd gekost.

Op basis van de geleidbaarheid en de grootte van de uitgaande vloeistofstroom werd een spoelcurve gemaakt. De steilheid van de curve

geeft aan hoe snel de vervuiling afneemt en is een maat voor de efficiëntie van het spoelsysteem.

Na het vaststellen van allerlei meetgegevens die bij de aanwezige apparatuur horen, zijn de eerste spoelproeven uitgevoerd. Voor het 50 mm systeem blijkt dat er een significant effect is van vacuümniveau op het uitspoelen van vervuiling. De vervuiling kan met minder water worden uitgespoeld bij een hoger vacuüm. Er is geen significant effect van kolomgrootte aangetoond.

Wel lijkt de benodigde hoeveelheid spoelwater bij 40 kPa te verminderen, indien lucht wordt geïnjecteerd. Dit is echter niet zo effectief als een verhoging van het vacuüm tot 50-60 kPa.

Belangrijk bij het uitspoelen is een goede verdeling van het beschikbare water over de melkstellen. Het melkstel waar de minste vloeistof doorstroomt, bepaalt uiteindelijk wanneer de melkstellen schoon zijn. In de loop der jaren is hier zonder al te veel succes al veel onderzoek naar gedaan. Probleem hierbij is het meten van water in een mengsel van water en lucht. De 2 verschillende inductieve geleidbaarheidsmeters die hiervoor werden getest, waren niet voor dit doel geschikt. In aanwezigheid van lucht was het niet goed mogelijk om de watetflow te meten.

Door in bestaande situaties met de ontwikkelde meetapparatuur te gaan meten, kan reeds een reductie van de te gebruiken hoeveelheid voor- en naspoelwater worden bewerkstelligd. Uit eerste praktijkmetingen is dit ook gebleken. Tezamen met een verhoging van het vacuüm tijdens het reinigen tot 60 kPa kan tot 50% op de hoeveelheid water in de voor- en naspoeling worden gereduceerd. Hierbij wordt aangenomen dat een goede voorspoeling gelijk is aan een goede naspoeling. In hoeverre dit ook daadwerkelijk geldt, dus of er sprake is van vergelijkbare uitspoeling van melkresten en resten reinigingsoplossing, zal nog nader moeten worden onderzocht. Verder onderzoek is ook nodig om te kijken of 50% besparing in de voor- en naspoeling (33% op totale reiniging) ook daadwerkelijk voor andere praktijksituaties geldt.

Door de voorspoeling met 50% te reduceren, kan ook de energie-input voor de voorspoeling met de helft worden gereduceerd. Op de totale reiniging betekent dit een besparing van 17%.

5.3 Beperkte tweede reinigingsbeurt

Op een zestal praktijkbedrijven werd de reinigingsfrequentie gehalveerd, dat wil zeggen een volledige reiniging na de ochtendmelking, en al-

leen voorspoelen na de avondmelking. Eénmaal per week werd de beperkte tweede reinigingsbeurt vervangen door een volledige zuurreiniging. Op 5 van de 6 bedrijven werd geen aanslag gevonden tijdens de proef. Eén bedrijf vertoonde duidelijk aanslag tijdens de proefperiode. Onduidelijk is of dit veroorzaakt werd door het éénmaal daags reinigen of door het gebruikte reinigingsmiddel.

Het kiemgetal van de tankmelk bleef voor alle bedrijven op hetzelfde niveau gedurende de proef. Dit zou betekenen dat een beperkte tweede reinigingsbeurt niet leidt tot kwaliteitsdaling. Wel moet opgemerkt worden dat de proef plaatsvond op bedrijven die reeds gedurende meerdere jaren geen kwaliteitskorting hadden gehad, dus altijd goede kwaliteit melk hebben geleverd.

Duidelijk is dat de toepasbaarheid van dit systeem samenhangt met de sanitaire aanleg van de installatie en het juist functioneren van het reinigingsprogramma.

Als een installatie alleen wordt voorgespoeld, is het mogelijk dat melkresten achterblijven in de installatie, waardoor bacteriegroei kan optreden. Tijdens de eerste proefperiode was de gemiddelde nachttemperatuur laag, zodat nauwelijks bacteriegroei kon optreden. Tijdens de tweede proefperiode was de nachttemperatuur echter hoog. Omdat dit effect nader te kwantificeren, werd onder geconditioneerde omstandigheden de groei in de installatie bepaald.

Er was een sterk significant negatief verschil tussen reinigen, goed spoelen en niet spoelen voor het aantal coli-achtigen. Naarmate minder gespoeld of gereinigd werd, nam het aantal bacteriën in de installatie na 15 uur toe. Totaal kiemgetal en lactobacillen gaven geen significant effect van behandeling te zien. Bij de uitvoering van de proef zijn echter enige fouten opgetreden. Verder kan worden opgemerkt dat bij goed spoelen, de installatie volgens onze meetmethode geen vervuiling meer te zien gaf. Bacteriën zijn echter niet voldoende uitgespoeld, gezien de gevonden groei. De aangelegde situatie, 15 uur 20 °C is daarentegen nogal extreem. Dat zal in de praktijk weinig voorkomen. Verder onderzoek bij lagere, meer reële temperaturen, lijkt zinvol.

Duidelijk is dat de toepasbaarheid en veiligheid van dit reinigingssysteem nog nader onderzoek vragen, alvorens het in de praktijk wordt geadviseerd.

Het reinigingssysteem met beperkte tweede reinigingsbeurt levert een aanzienlijke besparing op

van water, energie en chemie. Uitgaande van een normale situatie met 3 spoelgangen van gelijk volume, geeft een beperkte tweede reinigingsbeurt een reductie van 33% waterverbruik voor de reiniging. Ook het energieverbruik wordt met 33% gereduceerd (er van uitgaande dat voorspoeling bestaat uit 50% warm en 50% koud water). Het chemicaliëngebruik wordt gehalveerd. Hierbij is de zuurreiniging nog niet meegerekend. Wordt deze éénmaal per week uitgevoerd, in plaats van alleen voorspoelen, dan neemt de reductie af tot 29% voor water en energie en 43% voor chemie.

5.4 Voorraadreiniging

De praktijkbedrijven waar de proef werd uitgevoerd, zijn boerderijzuivelbedrijven. Hierbij worden speciale eisen aan de reiniging gesteld. Het blijkt dat verlaging van de begintemperatuur van 80 naar 60 °C een significante verhoging van het totaal kiemgetal bewerkstelligt. Het kiemgetal neemt toe van circa 2000/ml tot circa 4000/ml voor bedrijf 1. Dit betekent echter nog steeds een zeer goede microbiologische melkkwaliteit. Uit het oogpunt van melkkwaliteit is dit reinigingssysteem op dit bedrijf dus acceptabel. Op bedrijf 2 was de voorperiode te kort om een vergelijking te kunnen maken. Op dit bedrijf was het gemiddeld kiemgetal hoger. De werkwijze van deze veehouder bij dit handmatige reinigingssysteem laat echter te wensen over.

Op bedrijf 1 bleef de vervuiling van de reinigungsoplossing gedurende de hele week laag. Gemiddeld kwam er per reiniging ongeveer 2,7 g melkvervuiling in de voorraad reinigungsoplossing.

Op bedrijf 1 bestond de voorraad uit 4 keer de normale hoeveelheid reinigungsoplossing. Dit betekent dat de hoeveelheid water voor 10 hoofdreinigungsbeurten wordt bespaard. Dit betekent een waterbesparing van 24% op de totale reiniging.

Het energieplaatje wordt nog met behulp van WVEnergy berekend. Ingeschat wordt dat het systeem op deze wijze geen energie bespaard, maar zelfs energie kost. Dit zal nog worden geoptimaliseerd in het project 'Energie-efficiënt reinigen'.

Uitgaande van een gebruikconcentratie van 0,7% voor de voorraadreiniging (de concentratie neemt in de loop van de week iets af, afhankelijk van de melk-vervuiling) en 0,5% voor een nor-

male reiniging, wordt in deze situatie 60% van het reinigungsmiddel bespaard.

5.5 Kennisoverdracht naar de praktijk

Naast brongerichte maatregelen, zoals hierboven beschreven, zijn er ook mogelijkheden om het afvalwater op de melkveehouderij te reduceren middels hergebruik voor bijvoorbeeld het schoonspuiten van de melkstal. Het IKC heeft uitvoerige berekeningen gemaakt. Om deze aspecten op praktijkschaal te bekijken en om de praktijk hierover meer te informeren, worden op de Regionale Onderzoekscentra (ROC's) van het PR demonstraties voorbereid om de mogelijkheden van afvalwaterreductie te belichten. De volgende maatregelen worden geëvalueerd:

- quantificering van het waterverbruik (voorzover nog nodig)
- onvolkomenheden in de bestaande situatie verhelpen
- waterbesparende aanpassingen van bestaande apparatuur
- hergebruiksmaatregelen
- eventueel installatie van een nieuw reinigungsysteem
- beperking van de tweede dagelijkse reinigungsbeurt (onderzoeksobject).

Per ROC zal worden gekeken naar de meest gunstige aanpassingen, waarbij de zorg voor de melkkwaliteit centraal moet blijven staan.

Bij de start van het project reinigen van melkwinningsapparatuur, zijn een tweetal begeleidingsgroepen ingesteld.

De projectgroep, bestaande uit vertegenwoordiging van NOVEM, zuivelbedrijfsleven, voorlichting (IKC) en leveranciers van melkwinningsapparatuur (VEMI), controleerde en gaf richting aan het onderzoek. De deelname in deze groep stimuleert ook de kennisoverdracht via de genoemde instanties. Het IKC speelt hierbij een centrale rol in de voorlichtingsstructuur van praktijkonderzoek naar eerstelijns voorlichting.

Daarnaast is een klankbordgroep ingesteld, bestaande uit technische vertegenwoordigers van de leveranciers van melkwinningsapparatuur (VEMI). Via deze groep wordt de toepasbaarheid van nieuwe ideeën getoetst aan de praktijk. Daarnaast kunnen resultaten uit het onderzoek door deze instanties in praktijk worden gebracht. Het blijkt inderdaad dat leveranciers innovatief met de materie bezig zijn.

6 Conclusies en aanbevelingen

Uit de eerste onderzoeken die nu zijn uitgevoerd, lijkt een aanzienlijke besparing van water, energie en chemie mogelijk door verschillende maatregelen te nemen. Een samenvatting van deze besparingen is weergegeven in tabel 1. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat dit voorlopige resultaten zijn. Dit betekent dat de toepasbaarheid van de systemen en de randvoorwaarden waaronder de systemen praktijkrijp zijn, nader moeten worden vastgesteld. Er moet dus nog verder onderzoek verricht worden. Zekerheid is hierbij zeer belangrijk, daar de kwaliteit van de melk bovenal gewaarborgd moet zijn of worden.

De tabel geeft aan dat een besparing van reinigingswater met 50%, zoals genoemd in de projectbeschrijving, mogelijk is. Ingeschat wordt dat bij een huidig verbruik van 7.000.000 m³ water bij de reiniging van melkwinningsapparatuur, dit kan worden gereduceerd tot 3500.000 m³ water. Enkele wegen waarlangs deze besparing gerealiseerd kan worden, zijn aangegeven. De effecten van verschillende stappen zijn niet bij voorbaat additief. Voorzichtigheid is geboden.

Reducties die bij het stromingsonderzoek worden gevonden, kunnen in principe bij de onderzochte reinigingssystemen ook worden toegepast. De werking van deze combinaties dient nog wel verder onderzocht te worden.

Ook zijn reeds demo's opgezet om resultaten uit te dragen naar de praktijk. Daarbij mag worden opgemerkt dat zowel veehouders als toeleveranciers reeds door het project zijn geactiveerd in de gewenste richting.

Anderzijds moet vastgesteld worden dat verder onderzoek nodig is, en dit is ook gaande. Alvorens de conclusies van deze publikatie geheel in de praktijk te realiseren moet eerst een completer beeld gevormd worden inclusief de aspecten van energie en procesvoering. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de deelprojecten 'Energie-efficiënt reinigen' en 'Procesbewaking'. Hierbij wordt ook nauwkeurig ingeschat wat de effecten zijn van deze en andere maatregelen voor het totale plaatje bij de reiniging van melkwinningsapparatuur: water, energie, chemie en afvalwater, onder de geldende voorwaarde van kwaliteitsbehoud van de melk.

Tabel 1 Samenvatting van de mogelijke besparing van water, energie en chemie door toepassen van onderzochte maatregelen

	Voorspoeling	Hoofdreiniging	Naspoeling
Stromingsonderzoek			
Inventarisatie melkleidinginstallatie	P.M.	P.M.	P.M.
Optimalisatie spoeleffect	water: tot 50% energie: tot 50%	P.M.	water: tot 50%
Systeemonderzoek			
Beperkte tweede reinigingsbeurt		water : 50% energie: 50% chemie : 50%	water: 50%
Vorraadreiniging		water : tot 70% energie: ? chemie : tot 60%	

Samenvatting

Bij het melken van koeien is een situatie ontstaan waarbij de reiniging van de melkwinningsapparatuur wel een goede melkwaliteit mogelijk maakt, maar dit gaat ten koste van een (te) grote milieubelasting.

Daarom werd in opdracht van NOVEM een onderzoek opgezet om de reiniging zodanig te verbeteren, dat bij een sterk beperkte milieubelasting toch een kwalitatief goede reiniging behouden blijft. Dit onderzoek startte met het project 'Milieusparend Reinigen van Melkwinningsapparatuur', waarover hier wordt gerapporteerd.

Op de proefbedrijven werden de inwendige maten opgenomen van leidingen, onderdelen etc. Enkele kritieke punten werden gelocaliseerd en waar de stroming werd geremd. Een grondige evaluatie hiervan is gepland in samenwerking met de TU-Delft.

Gezien het grote belang van turbulentie werd de stroming van reinigingsvloeistof onderzocht. Het verkorten van waterkolommen bleek minder effect te hebben dan het verhogen van het druk-

verschil via de vacuümpomp. Aanzienlijke waterbesparing bleek mogelijk.

Onderzoek op praktijkbedrijven vond plaats in twee richtingen. Vastgesteld werd, dat éénmaal per dag de reiniging sterk kan worden bekort, maar de daarbij behorende voorwaarden worden nog nader onderzocht. Ook werd de hoofdreiniging in de vorm van voorraadreiniging uitgevoerd op praktijkschaal, waarbij de reinigingsvloeistof gedurende een week in gebruik blijft. Dit lijkt een veelbelovend systeem van besparing.

Uit deze resultaten mag worden geconcludeerd dat het doel van het project, halvering van het waterverbruik bij de reiniging van melkwinningsapparatuur, zeker haalbaar lijkt. Aanvullend onderzoek is noodzakelijk om een compleet geheel van praktische aanbevelingen voor de veehouders te kunnen opstellen. Vooruitlopend op dit uiteindelijke doel is op korte termijn een aantal demo-projecten in voorbereiding om de bereikte resultaten reeds in de voorlichting te kunnen betrekken.

Literatuur

- Dunsmore, D.G. (1983) Residue Reviews, Vol. 86, Springer Verlag New York Inc.
- GTD-Rapport (1990) Afvalwaterproblematiek van de melkwinning bij veehouderijbedrijven.
- Haven, M.C. van der (1986) Melkwinning, Min. LNV, Wageningen.
- IKC-RSP (1992) Melkveebedrijven en afvalwater; Inventarisatie en oplossingsrichtingen.
- Koning, C. de (1988) Reiniging van melkwinningsapparatuur, CMMB.
- Leaflet 718 (1981) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Wildbrett, G. (1982) Deutsche Molkerei Zeitung 340.