

Efficiënt melken



© DeLaval 2014

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit boek mag vermenigvuldigd worden,
in welke vorm of voor welk doel dan ook, zonder toestemming van de uitgever.

NL: DeLaval BV - Steenwijk - tel. +31 (0)521 537 500 - www.delaval.nl
BE: DeLaval N.V. - Gent (Drongen) - tel. +32 (0)9 280 91 00 - www.delaval.be



Inhoudsopgave

I	Introductie	6
II	De lacterende koe <ul style="list-style-type: none">- Wat is er zo speciaal aan een lacterend dier?- Het voeren van melkkoeien	7
III	De uier <ul style="list-style-type: none">- De anatomie van de uier- Melkafscheiding en -samenstelling- Zijn de hoeveelheid en de samenstelling te beïnvloeden?	15
IV	Melktechnologie <ul style="list-style-type: none">- De melkafgifte- Waarom stimulatie van de spenen?<ul style="list-style-type: none">Voorstimuleren/voorbehandelen- Na-stimulatie- Stimulatie tijdens het melken- Waarom efficiënt uitmelken?- Melkintervallen- Melkfrequentie- Melkroutine- Speenbehandeling/mastitis- Koegedrag	23
V	Eisen aan de melkapparatuur <ul style="list-style-type: none">- Biologische eisen aan de melkmachine- Tepelvoering- Tepelbeker- Melkklauw- Melkstel- Vacuüm en pulsatie- Ergonomie	43
VI	DeLaval concepten <ul style="list-style-type: none">- Melkstroomgestuurd melken- Werking van Duovac- DelPro Farm Manager- Harmony melkstel- Automatisch melken	55
VII	Literatuuropgave	61

I. Introductie

Melk is een van de belangrijkste dierlijke producten voor menselijke consumptie. Een vereiste aan melkveehouders is dat er melk wordt geproduceerd van hoge kwaliteit en met een samenstelling die voldoet aan de wensen van de consument.

Tijdens de laatste decennia heeft de melkproductie in veel werelddelen een revolutie ondergaan, een revolutie die nog steeds gaande is. De melk wordt geproduceerd door minder, maar tegelijkertijd hoger producerende koeien. Structurele veranderingen hebben een vermindering in het aantal melkveehouderijen veroorzaakt, terwijl de bedrijven in grootte zijn toegenomen en steeds meer gebruik zijn gaan maken van hoogstaande technologieën. Deze technologie is een alledaags middel geworden voor de veehouder.

De grote vooruitgangen in de melkproductie zijn te danken aan de interactie tussen afzonderlijke voordelen van de verschillende disciplines. Genetische vooruitgang heeft geresulteerd in verhoogde productie van ongeveer 4.000 liter 30 jaar geleden tot een huidige gemiddelde productie tussen de 7.000 en de 12.000 kg melk. Toegenomen kennis over het belang van het juiste management en de juiste voeding voor optimale melkproductie heeft eveneens een belangrijke bijdrage geleverd.

Het melken is een centraal onderdeel bij melkveemanagement om de productiecapaciteit en de melkkwaliteit te optimaliseren. Melken is niet alleen een handeling waarbij melk via de spenen wordt afgetapt, het is ook een gebeurtenis waarbij veel fysiologische mechanismen worden geactiveerd in het lichaam van een melkgevende koe. Gebeurtenissen die invloed hebben op de regelmechanismen voor productiecapaciteit, melksamenstelling, voeropname en het gedrag van het dier.

De mogelijkheid om interactie te hebben met de natuur van de koe om zo kwaliteitsmelk te produceren in een optimale hoeveelheid, kan deels door de melktechniek en de melkroutine worden gerealiseerd.

Het doel van dit boek is de lezer bekend te maken met het complexe en tegelijkertijd fascinerende onderwerp "Melken". We zullen vanuit een fysiologisch oogpunt leren begrijpen hoe een lacterend dier functioneert en we zullen zien hoe de techniek erin geslaagd is om tegemoet te komen aan de natuurlijke behoeften van de koe.

II. De lacterende koe

Wat is er zo speciaal aan een lacterend dier?

Melk is voor zoogdieren de belangrijkste voedingsbron voor hun jongen omdat ze dan relatief het snelst groeien. Daarom zijn de geproduceerde hoeveelheid en samenstelling van de melk afgestemd op de behoeften van het jong. De variatie in melksamenstelling tussen verschillende soorten is te zien in tabel 1.

Soort	Water %	Vet %	Caseïne %	Wei-eiwit %	Lactose %	As %	Energie kcal/100gr
Mens	87,1	4,5	0,4	0,5	7,1	0,2	72
Rat	79,0	10,3	6,4	2,0	2,6	1,3	137
Dolfijn	58,3	33,0	3,9	2,9	1,1	0,7	329
Hond	76,4	10,7	5,1	2,3	3,3	1,2	139
Paard	88,8	1,9	1,3	1,2	6,2	0,5	52
Koe	87,3	3,9	2,6	0,6	4,6	0,7	66
Rendier	66,7	18,0	8,6	1,5	2,8	1,5	214

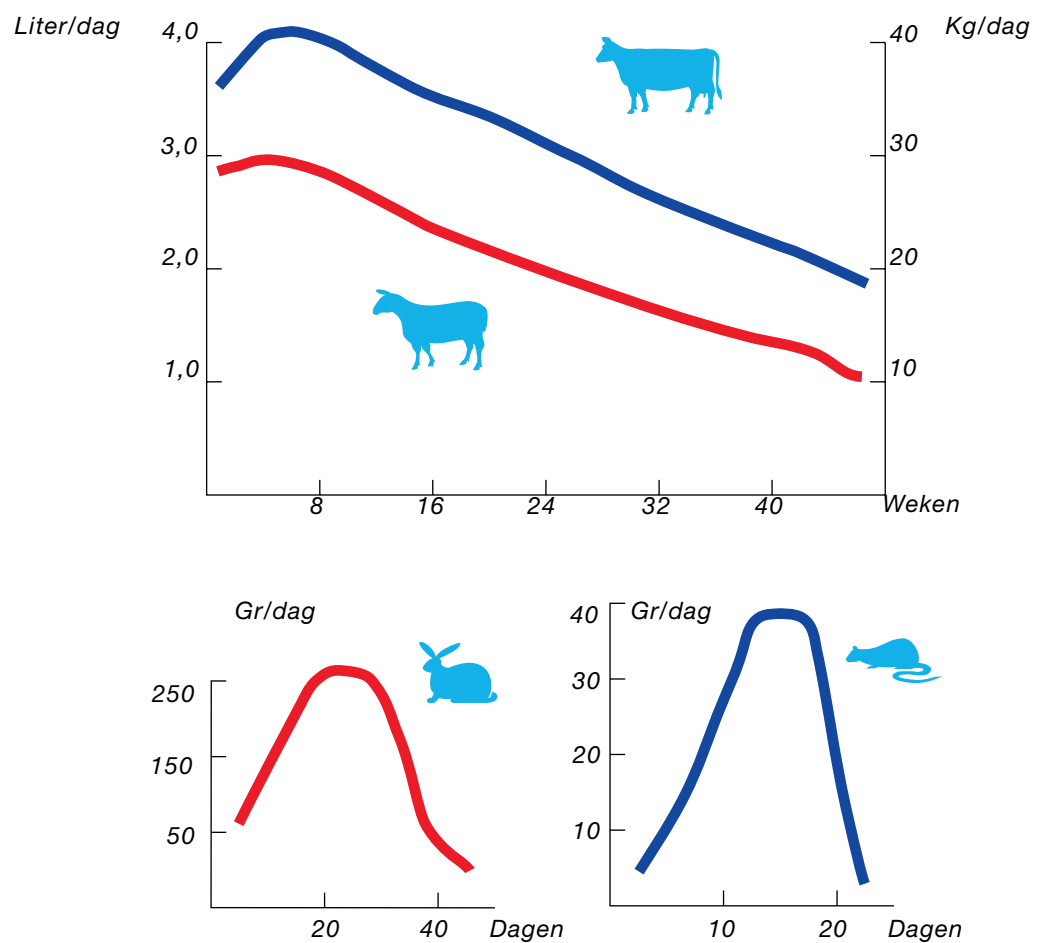
Rendieren die in zeer koude streken leven, hebben bijvoorbeeld een dikke vetlaag nodig onder hun vacht. De melk die gedronken wordt door het jong heeft dan ook een hoog vetgehalte om snel deze beschermende vetlaag te vormen. De jongen van een rat worden naakt geboren en hebben daarom melk nodig met een samenstelling van eiwitten die voor de ontwikkeling van hun bontjas zorgen.

De vorm van de lactatiecurve verschilt tussen de soorten. Grotere dieren zoals koeien en geiten hebben een lange lactatiecurve met een piek in de productie in het begin van de lactatie, terwijl kleinere dieren zoals konijnen en ratten een korte en conische curve hebben. (Illustratie 1)

Wat is er zo speciaal aan een lacterend dier?

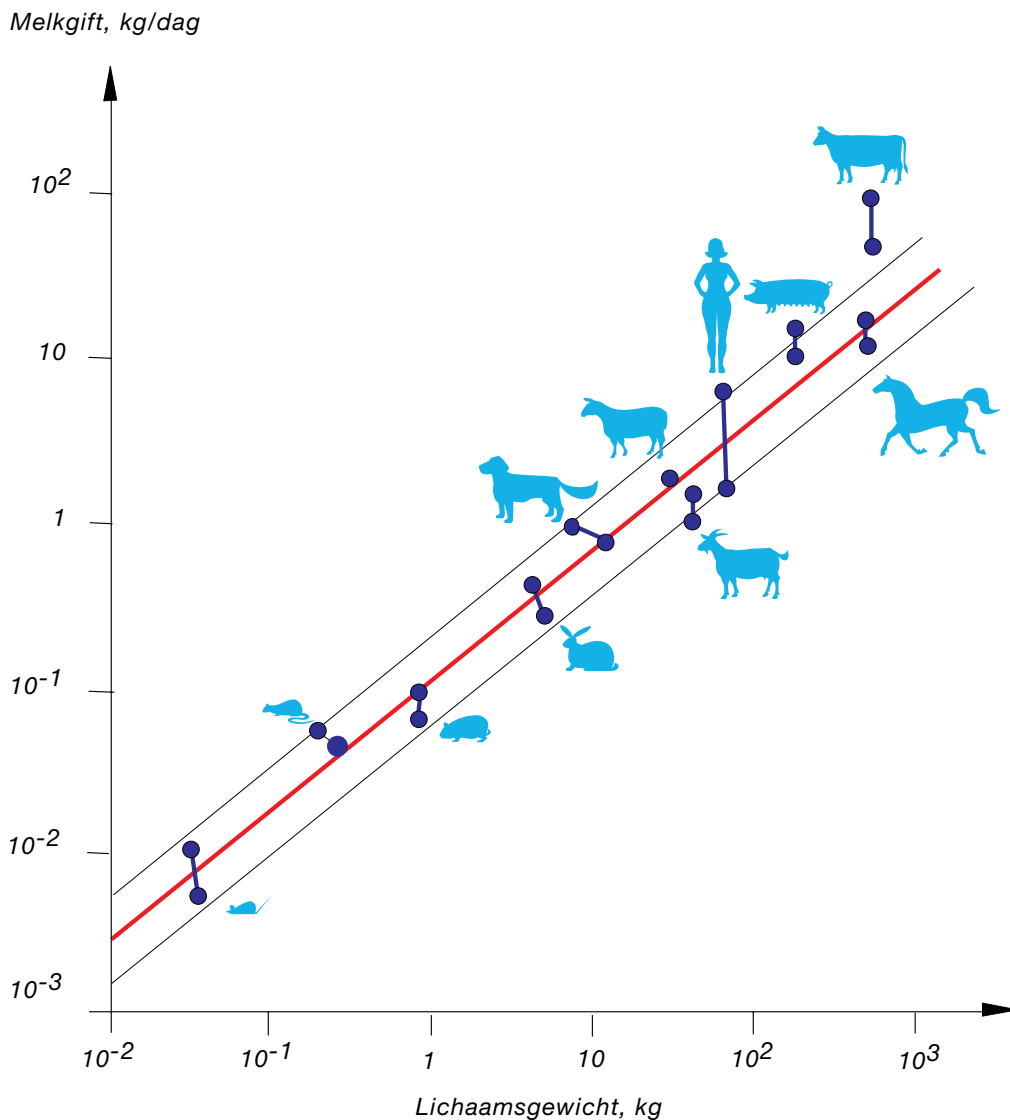
*Tabel 1.
Melksamenstelling bij verschillende diersoorten.
(R. Jenness, in Lactation,
ed Bruce L. Larsson,
1985).*

Illustratie 1.
Lactatiecurves van
verschillende diersoorten
(Overgenomen van
*Biochemistry of
lactation*, ed T.B.
Mephram, 1983).



Ondanks dat de verschillende soorten verschillende eisen stellen aan de samenstelling en hoeveelheid melk, is de productiecapaciteit bijna hetzelfde voor alle dieren. Aan de hand van de correlatie tussen de hoeveelheid geproduceerde melk per dag en het lichaamsgewicht, kan geconcludeerd worden dat de melkproductiecapaciteit rond de 1,7 ml melk per gram melkafscheidend weefsel per dag ligt. (Illustratie 2)

De melkkoe van tegenwoordig produceert veel meer melk dan het kalf nodig heeft. Dit is het resultaat van genetische fokprogramma's en de grote vooruitgang in voeding en management. Verder zijn de wensen van de consument met betrekking tot de melksamenstelling niet compleet gerelateerd aan de natuurlijke capaciteit van de herkauwers. De consument en de zuivelindustrie geven de voorkeur aan melk met een laag vetgehalte en een hoog eiwitgehalte. Hierdoor zijn aanpassingen gemaakt met behulp van fokkerij en voeding om deze melk te produceren. Deze veranderingen in de melkgift en de melksamenstelling stellen extra eisen aan de melkkoe van tegenwoordig.



Illustratie 2.
 Relatie tussen dagelijkse melkgift en gewicht van het moederdier.
 (Overgenomen van *Biochemistry of lactation*, ed T.B. Mepham, 1983).

Is het mogelijk voor de koe om aan deze eisen te voldoen? Laten we eerst vanuit biologisch oogpunt bekijken wat er gebeurt tijdens de dracht en de lactatieperiode. Tijdens de dracht en de lactatieperiode worden de dieren blootgesteld aan een heel uitzonderlijke fysiologische situatie. Tijdens de dracht moet de foetus voorzien worden van voedingsstoffen om zich te kunnen ontwikkelen en te kunnen groeien om geboren te worden. Tijdens de lactatieperiode moet het dier veel melk produceren om het jong te kunnen voeden.

Om dit te bereiken, verhoogt het vrouwelijke dier haar voeropname, verandert ze haar stofwisseling en begint ze lichaamsreserves op te bouwen (vetweefsel). De buik groeit en de functie daarvan wordt geoptimaliseerd. Tijdens de lactatie blijft het dier veel calorieën opnemen en ze verhoogt vaak zelfs de voeropname. De lichaamsreserves die opgebouwd zijn tijdens de dracht worden nu gebruikt en de stofwisseling verandert in een situatie waarbij de opgeslagen lichaamsreserves worden aangebroken en gebruikt om energie te geven voor de melkproductie.

Het voeren van melkkoeien

Hoe wordt dit proces gereguleerd? Tijdens de dracht worden veel hormonen geactiveerd die de stofwisseling reguleren en die de uier voorbereiden op de komende lactatie. Na het afkalven blijven verschillende hormonen vanuit de hersenen, maag en endocriene klieren de lactatie regelen, maar dit gebeurt ook vanuit de uier zelf. Zuigen is nu een belangrijke prikkel voor de uier. Als reactie daarop worden de hormonen die de lactatie, de voeropname en het gedrag regelen, direct of indirect beïnvloed.

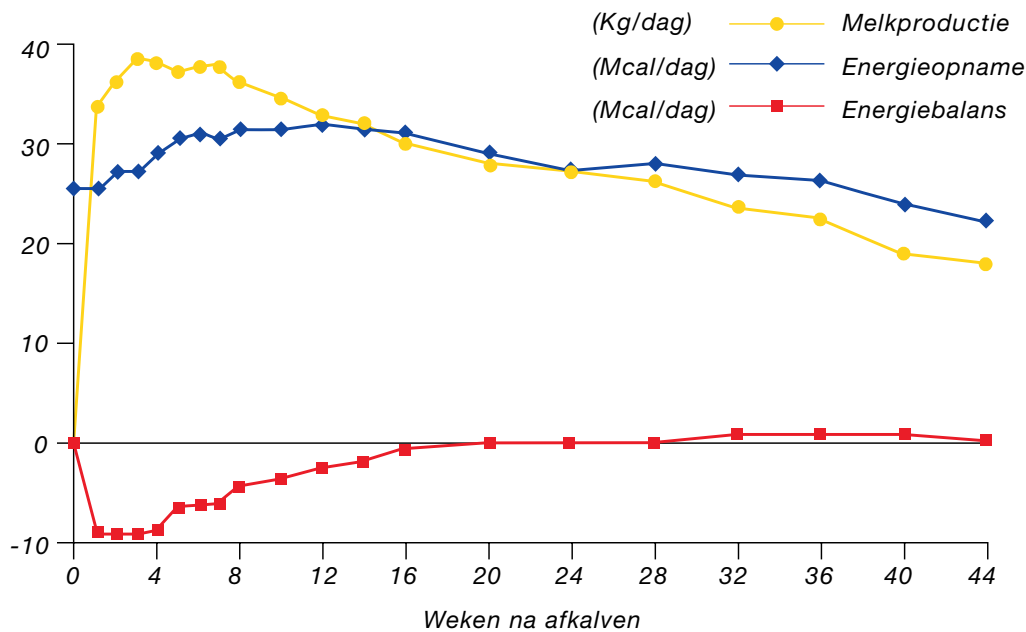
De conclusie dat de uier een aansturend orgaan is en niet alleen een orgaan is dat aangestuurd moet worden, is een belangrijk gegeven in discussies over melktechniek. Niet lang geleden is daadwerkelijk aangetoond dat de spenen verschillende zenuwen bevatten die tijdens zuigen/melken invloed kunnen hebben op verschillende organen in het lichaam en daarmee dus op verschillende fysiologische gebeurtenissen.

Het voeren van melkkoeien

De huidige melkkoe stelt veel hogere eisen aan de voeding in vergelijking met haar voorouders die er niet op geselecteerd waren om veel melk te produceren. Ongeveer 100 jaar geleden produceerden koeien genoeg melk voor hun kalf, met een maximum van 2-10 liter per dag. Het is niet ongevoerd dat de koeien van tegenwoordig 60 liter per dag produceren, wat, gezien vanuit een evolutionair oogpunt, een enorm hoge productie is. Deze hoge melkproductie wordt geassocieerd met uitzonderlijk hoge eisen voor de voedingswaarde. Ter vergelijking, vlak voor het afkalven heeft het ongeboren kalf ongeveer 10% van de netto energieopname van de koe nodig, terwijl de energiebehoefte voor het produceren van melk wel tot 80% van de netto energieopname is.

Het is een bekend fenomeen in de moderne melkveehouderij dat de eerste helft van de lactatie gepaard gaat met verstoringen in de stofwisseling. Tijdens de eerste weken van de lactatie heeft de hoogproductieve koe vaak een negatieve energiebalans. De koe produceert veel melk terwijl ze moeite heeft om zichzelf te onderhouden en voldoende energie over te houden. Dit komt door de beperkte voedselopname. (Illustratie 3)

Om toch deze grote hoeveelheden melk te kunnen produceren, gebruikt de koe haar lichaamsreserves. Vanuit evolutionair oogpunt is het niet vreemd dat door deze korte periode van negatieve energiebalans de stofwisseling van het dier verandert van een anabolische (opbouw van energiereserves) naar een katabolische (afbraak van energiereserves) situatie. Omdat de melkkoe veel meer melk produceert dan oorspronkelijk de bedoeling was, is het een echte uitdaging om dit door correcte voeding tijdens de lactatie te kunnen realiseren.



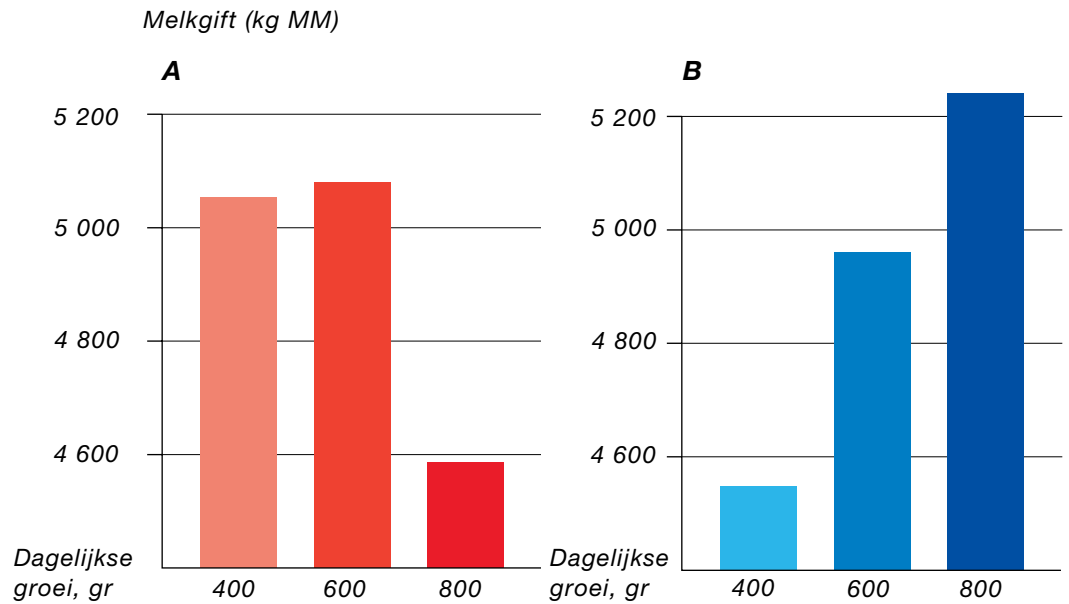
Illustratie 3. Melkproductie, netto energieopname en netto energiebalans tijdens de lactatie bij melkkoeien (Overgenomen van Bauman and Currie, J. Dairy Science 63:1514, 1980).

Maar niet alleen tijdens de lactatie heeft het voeren van de koeien veel aandacht nodig. Het is bekend dat een snelle opfok kan resulteren in een eerste afkalving op jonge leeftijd, maar snel opgefokte vaarzen hebben vaak een minder hoge melkopbrengst. De aanvankelijke structuur van de uier, waaraan zich later de melkblaasjes hechten, wordt al voor de puberteit gevormd. Als de vaarzen snel opgefokt worden, vermindert deze groei en heeft de uier meer vetweefsel in vergelijking met dieren die minder snel zijn opgefokt.

Verder hebben deze vaarzen een verminderd plasmagroeihormoon, een hormoon dat een sterke invloed heeft op de lactatiecapaciteit. Daarom is de maximaal aanbevolen groeisnelheid voor Holstein vaarzen en vaarzen van een vergelijkbaar type, een groei rond de 600 gram per dag in de periode tussen 90 en 325 kg lichaamsgewicht. In de periode van 325 kg tot drie maanden voor het afkalven mag deze groei rond de 800 gram per dag zijn. (Illustratie 4)

Het voeren tijdens de droogstand is eveneens een uitdaging. Tijdens deze periode moet het voeren beperkt worden om te voorkomen dat de dieren te vet worden, omdat dit leidt tot verstoringen in de stofwisseling tijdens het begin van de lactatie. Het wordt aanbevolen om de drachtige koe aan het einde van de droogstand alvast te laten wennen aan de hoge voeropname aan het begin van de lactatie. Dit is nodig om een negatieve energiebalans te vermijden en wordt bereikt door de weken voor het afkalven geleidelijk aan de hoeveelheid krachtvoer te verhogen.

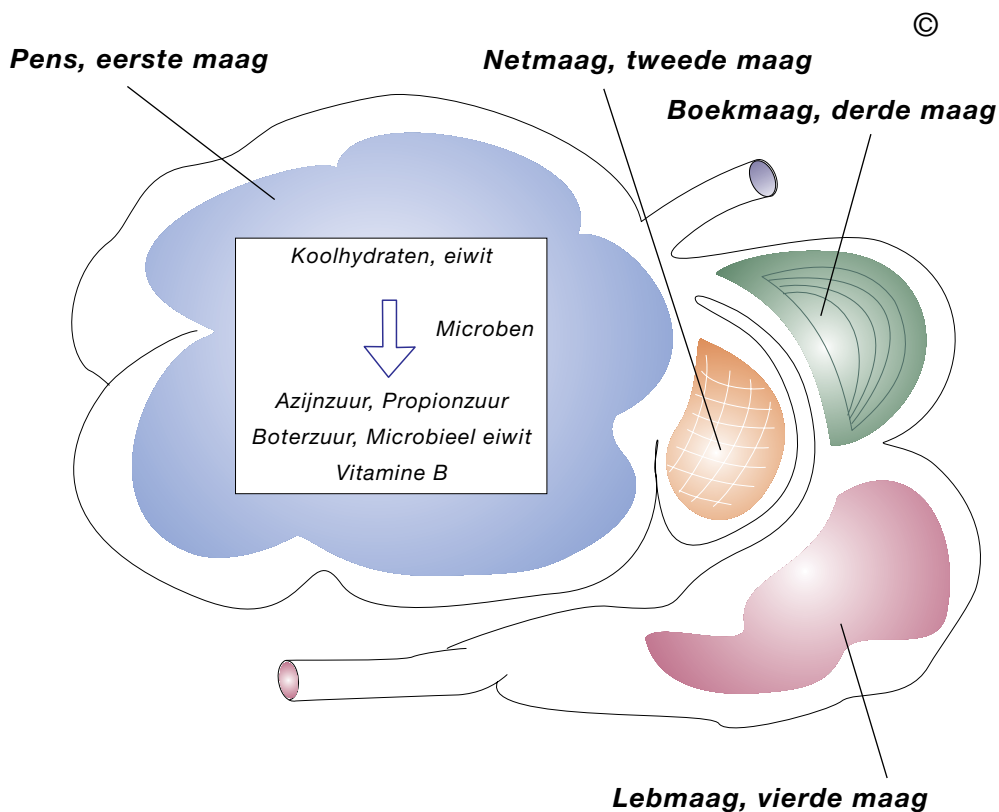
Illustratie 4.
 Melkgift (kg, melk gecorrigeerd op vetgehalte) tijdens de eerste 250 dagen van de eerste lactatie, afhankelijk van de groeisnelheid (gr/dag) in de periode 90 tot 325 kg lichaamsgewicht (A) en 325 kg lichaamsgewicht tot 3 maanden voor afkalven (B). (Overgenomen van Foldager & Sejrsen, 1989. In *Mjölkkor*, ed. Anderson et al. 1991, Stockholm).



Omdat de koe een herkauwer is, heeft ze het speciale vermogen om voer met grote hoeveelheden vezels, zoals cellulose, te verteren. Dit voer is normaal gesproken niet erg geschikt voor dieren met één maag. Daarom zou het rantsoen voor een melkkoe moeten bestaan uit een groot gedeelte ruwvoer en een klein gedeelte krachtvoer. Tegenwoordig voeren de veehouders echter veel krachtvoer (met veel zetmeel) aan de koeien om ervoor te zorgen dat het vetgehalte in de melk afneemt. Veel zetmeel en weinig vezels zullen de gisting in de pens veranderen. Uiteindelijk zal dit invloed hebben op de vetstofwisseling in de uier, wat resulteert in een lager vetgehalte in de melk. Te grote hoeveelheden krachtvoer kunnen stofwisselingsproblemen veroorzaken bij herkauwers wat leidt tot het lage melkvet syndroom.

Wat is er dan zo speciaal aan het spijsverteringssysteem van een herkauwer? Zoals hierboven genoemd, heeft de herkauwer het speciale vermogen om voer met grote hoeveelheden vezels te verteren. Deze vertering vindt plaats in de pens en veel verschillende bacteriën en andere micro-organismen zijn verantwoordelijk voor dit proces. Tijdens het gistingsproces worden koolhydraten verteerd tot vluchtige vrije vetzuren zoals acetaat, propionaat en butyraat, die vooral worden geabsorbeerd via de slijmvliezen van de pens. De afbraak van eiwitten in de pens resulteert voor 20-80% in microbiële eiwit, terwijl de rest, 80-20%, onverteerbaar is en verteerd zal worden door de lebmaag of door de darm, samen met het microbiële eiwit. Het rantsoen voor een melkkoe bestaat meestal uit een relatief laag gehalte aan vet, dat verteerd wordt tot glycerol en vetzuren.

Bijproducten van de microbiële stofwisseling gaan door naar de andere magen waar absorptie van verschillende componenten plaatsvindt in verschillende delen van de darm. De pens, de netmaag en de boekmaag kunnen een soort van ‘voorgistingskamer’ van de darmen genoemd worden. Het is belangrijk te realiseren dat wanneer we een koe voeren, we in eerste instantie de micro-organismen voeren, die op hun beurt de koe weer voeren. (Illustratie 5)



Illustratie 5.
Schematische tekening
van het verteringskanaal
van een melkkoe.

Hoeveel voer consumeert een hoogproductieve koe?

De hoeveelheid voer die een koe vreet hangt af van koegebonden en omgevingsgebonden factoren. In wezen wordt de eetlust van een koe geregeld door hormonen en gistingszuren in de pens. Verder is er vastgesteld dat te veel vet de voeropname vermindert. Lactatiestadium, melkgift, voersamenstelling en voerfrequentie zijn ook factoren die van grote invloed zijn.

Over het algemeen kan men stellen dat een koe van rond de 600 kg lichaamsgewicht, die 50 liter melk produceert, ongeveer 25 kg drogestof aan voer per dag opneemt. Of met andere woorden, een hoogproductieve koe moet minstens 4% van haar lichaamsgewicht aan drogestof opnemen per dag. De totale wateropname ligt tussen de 3,5 en 5,5 liter per kg drogestofopname.



De anatomie van de uier

De bouw van de uier verschilt erg tussen de verschillende soorten dieren. Het aantal melkklieren en spenen zijn niet hetzelfde bij koe, zeug of paard. Maar de microscopische anatomie van de uier is bij de verschillende soorten vrijwel hetzelfde.

De ontwikkeling van de uier begint al vroeg bij een foetus. Al in de tweede maand van de dracht begint de vorming van de spenen en de ontwikkeling gaat door tot de zesde maand van de dracht. Als de foetus zes maanden oud is, is de uier al bijna volledig ontwikkeld met vier aparte kwartieren, een ophangband, spenen en klieren.

De ontwikkeling van de melkkanalen en de melkblaasjes vindt plaats tussen puberteit en afkalven. De uier blijft groeien in celgrootte en -aantallen tot en met de vijfde lactatie en de melkproductiecapaciteit neemt evenredig toe. Meestal wordt dit niet volledig benut, omdat de levensduur van veel koeien tegenwoordig niet veel langer is dan 2,5 lactaties.

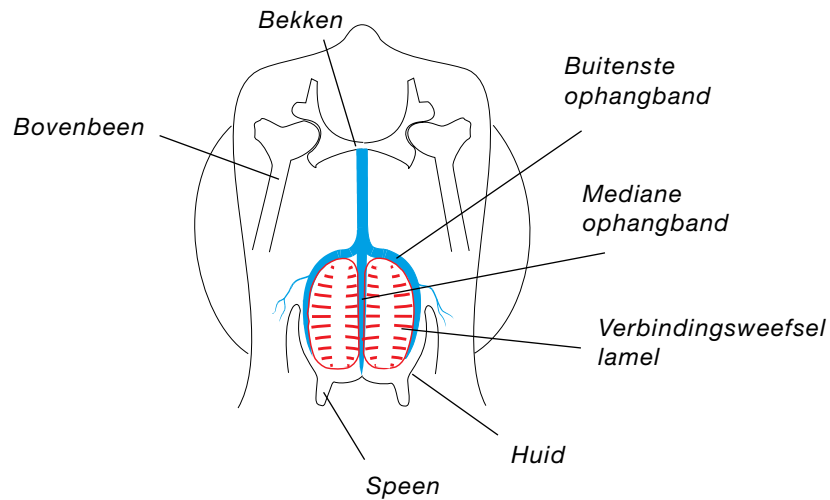
De uier van een koe bestaat uit vier gescheiden kwartieren, elk met één speen. Melk die zich in één van de vier kwartieren bevindt, kan niet in een van de andere kwartieren terechtkomen. De rechter- en linkerkant van de uier zijn eveneens gescheiden van elkaar door een mediane ophangband, terwijl de voor- en achterkwartieren omslachtiger van elkaar gescheiden zijn.

De uier is een groot orgaan dat ongeveer 50 kg (inclusief melk en bloed) weegt. Maar er zijn ook gewichten tot wel 100 kg gemeld. Daarom moet de uier goed vastgehecht zijn aan het skelet en aan de spieren. De mediane ophangband bestaat uit elastisch draadachtig weefsel, terwijl de buitenste ophangbanden bestaan uit verbindend weefsel dat minder elastisch is. Als de ophangbanden slapper worden zal de uier niet meer geschikt zijn voor machinemelken, omdat de spenen dan vaak naar buiten wijzen. (Illustratie 6)

De uier bestaat uit afscheidingsweefsel en verbindingsweefsel. De hoeveelheid afscheidingsweefsel, of het aantal melkafscheidingscellen is de limiterende factor bij de melkproductiecapaciteit van de uier. Over het algemeen wordt aangenomen dat een grote uier gelijk staat aan een hoge melkproductiecapaciteit. Dit is echter over het algemeen niet waar, omdat een grote uier meer verbindingsweefsel en vetweefsel kan bevatten. De melk wordt geproduceerd in de afscheidende cellen, die als een enkele laag in een kogelvormige structuur op het basale membraan liggen en alveolen (melkblaasjes) worden genoemd. De diameter van elke alveole is ongeveer 50-250 μm . Een aantal alveolen samen vormen een melkkwab. De structuur van dit gebied lijkt erg veel op de structuur van een long. De melk die continu geproduceerd wordt in dit gebied, wordt tussen de melkbeurten opgeslagen in de alveolen, de melkkanalen, de uier en de tepelholte.

De anatomie van de uier

*Illustratie 6.
De dragende structuur
van de uier (Overgenomen
van The Bovine Udder
and Mastitis, ed
Sandholm et al. 1995)*

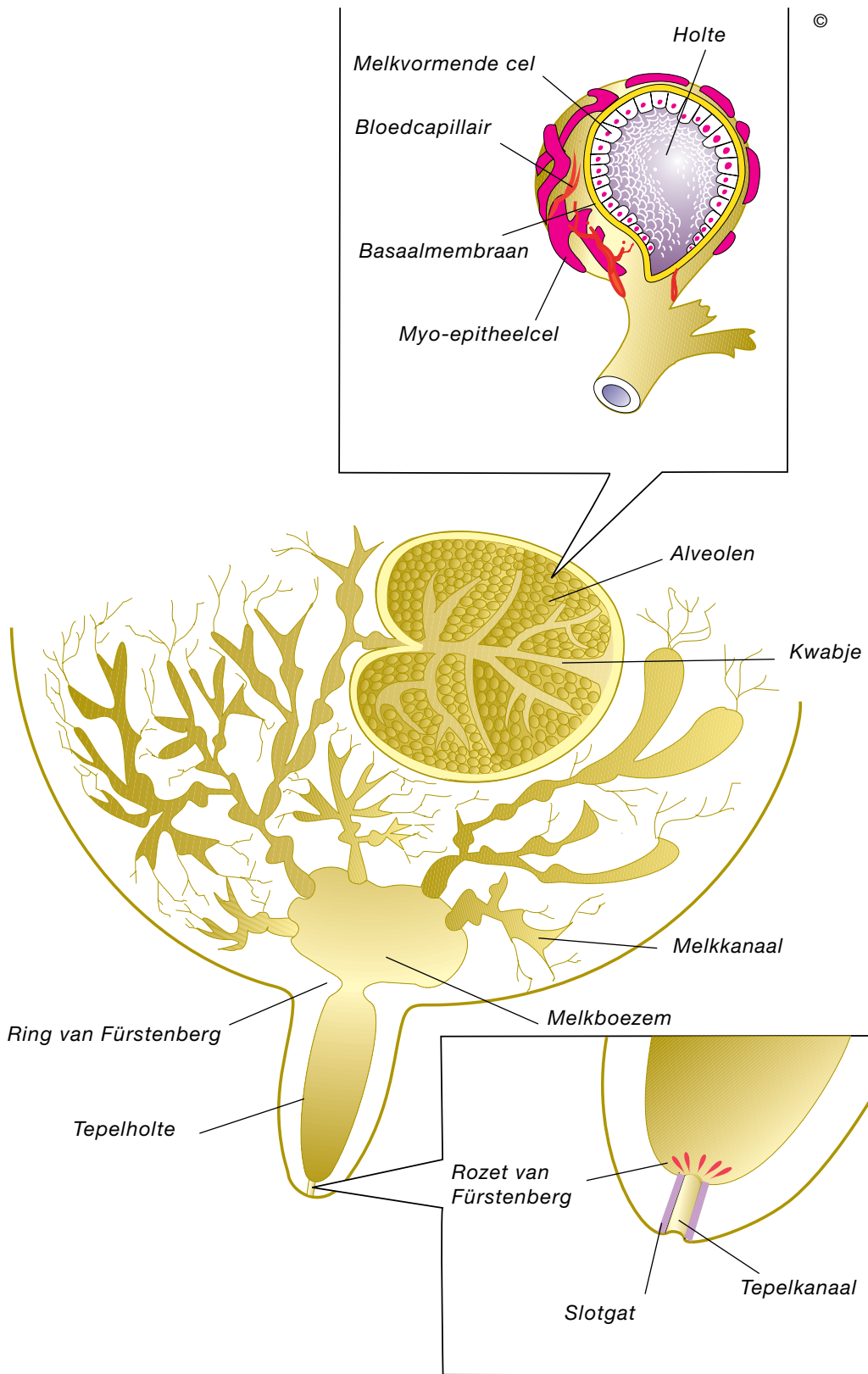


Meer dan 80% van de melk wordt opgeslagen in de alveolen en de kleine melkkanalen, terwijl de melkboezem minder dan 20% bevat. De capaciteit van de melkboezem kan echter sterk verschillen tussen melkkoeien. Dit is van belang bij het voorbehandelen. (Illustratie 7)

De speen bestaat uit een tepelholte en een tepelkanaal. Daar waar de tepelholte en het tepelkanaal in elkaar over gaan, vormen 6 tot 10 plooien in de lengterichting een vernauwing die de rozet van Fürstenberg wordt genoemd. Deze rozet speelt een belangrijke rol in de lokale afweer tegen mastitis. Het tepelkanaal wordt omringd door bundels zacht spierweefsel, zowel rondom als in de lengterichting. Tussen de melkbeurten houdt het zachte spierweefsel het tepelkanaal dicht. Aan de binnenkant van het tepelkanaal bevindt zich een laagje keratine of een op keratine lijkende vloeistof die tussen de melkbeurten als barrière werkt tegen ziekteverwekkende bacteriën.

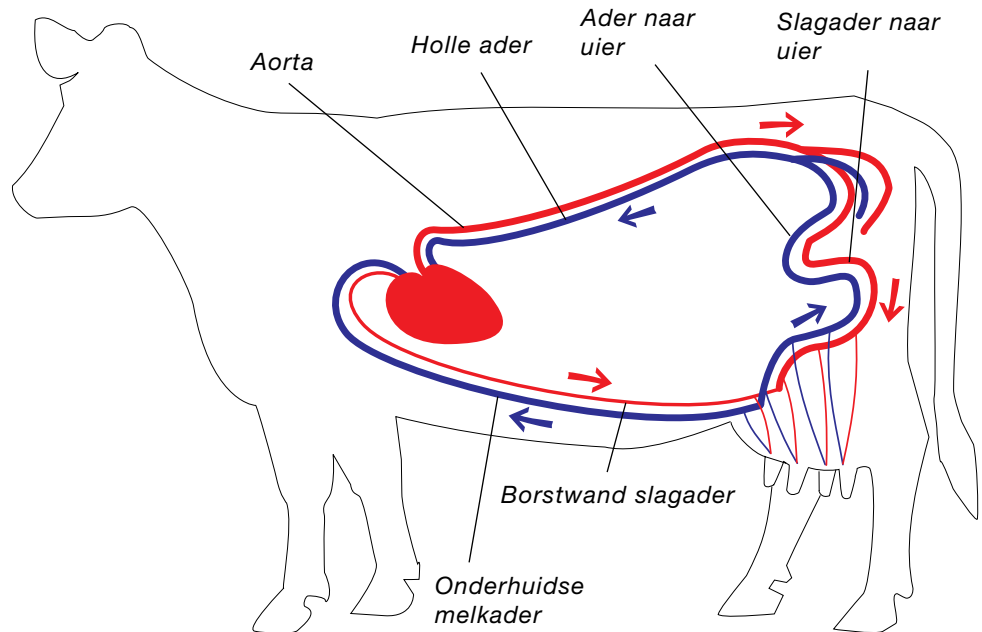
De uier bevat zeer veel zenuwen, vooral in de speen. De huid van de speen is voorzien van gevoelszenuwen die gevoelig zijn voor het zuigen van het kalf en dus beïnvloed worden door druk, warmte en frequentie van het zuigen. De uier is ook voorzien van zenuwen die in verbinding staan met het zachte spierweefsel van het vaatstelsel en het zachte spierweefsel in de melkkanalen. Er is echter geen prikkeling die direct het melkproducerende weefsel beïnvloedt.

De uier is goed voorzien van bloedvaten, slagaders en aders. De rechter- en linkerkant van de uier hebben over het algemeen hun eigen slagaderen. Verder zijn er een aantal kleine slagaderverbindingen die van de ene naar de andere helft lopen. De primaire functie van het slagaderlijk systeem is het continu verschaffen van voedingsstoffen aan de melkproducerende cellen. (Illustratie 8a)



Illustratie 7.
Schematische tekening
van de anatomie van de
uier.

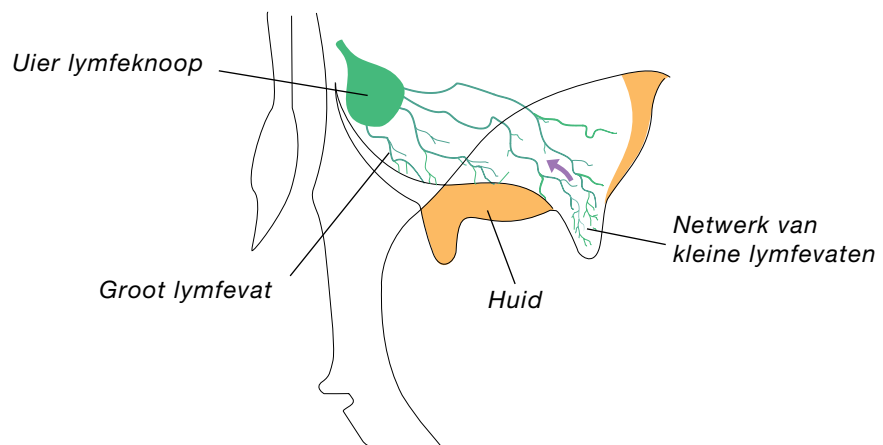
*Illustratie 8a.
Schematische tekening van het vaatstelsel in de uier. U ziet slagaderen die de uier voorzien van bloed, tegenover aderen die het bloed uit de uier wegpompen.*



Om 1 liter melk te produceren moet er 500 liter bloed door de uier stromen. Als een koe 60 liter melk per dag produceert, betekent dit dat er 30.000 liter bloed door de uier circuleert. Dus de hoogproductieve melkkoe van tegenwoordig wordt blootgesteld aan zeer hoge eisen. De uier bevat eveneens een lymfevatstelsel. Dit systeem voert afvalstoffen weg uit de uier.

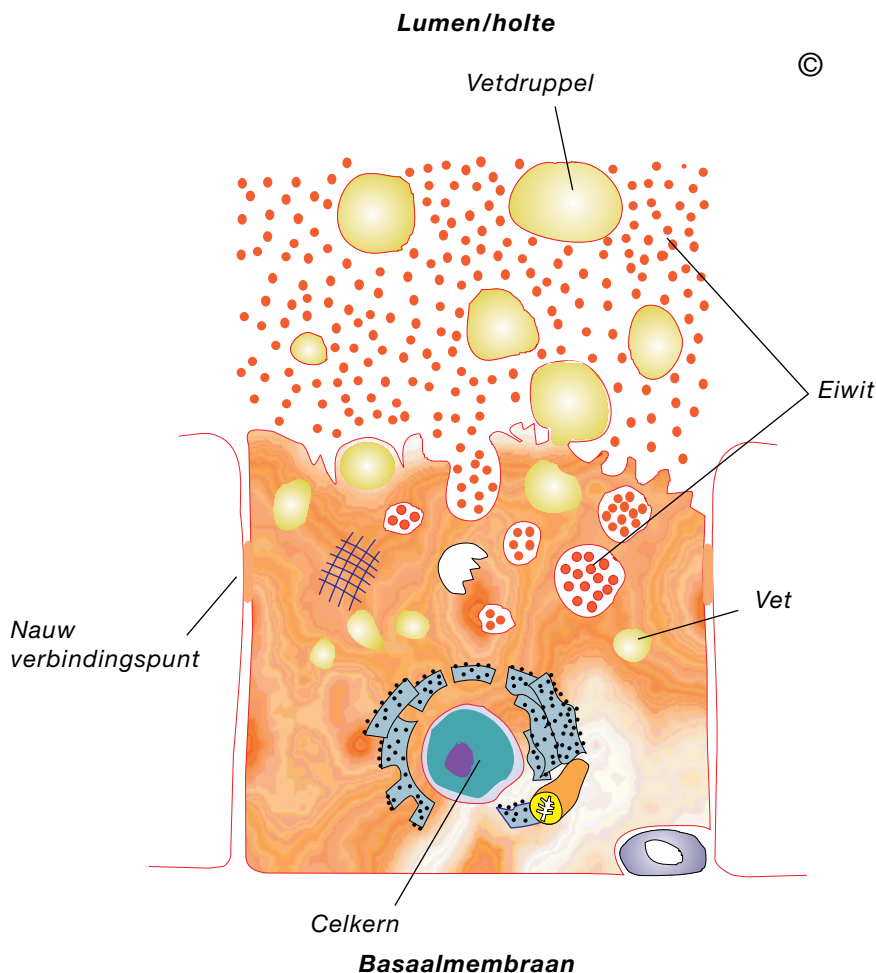
De lymfeknopen dienen als filter die vreemde stoffen vernietigen, maar ze leveren ook een bron van lymfocyten die infecties tegengaan. Soms hebben koeien rond de eerste afkalving last van oedeem, wat gedeeltelijk wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van melk in de uier die de lymfevaten verdrukt. (Illustratie 8b)

*Illustratie 8b.
Lymfevaten in de uier.*



Melkafscheiding en -samenstelling

Melkproductie vindt plaats in de alveolen waar de melkafscheidende cellen in de uier continu worden voorzien van voedingsstoffen. (Illustratie 9)

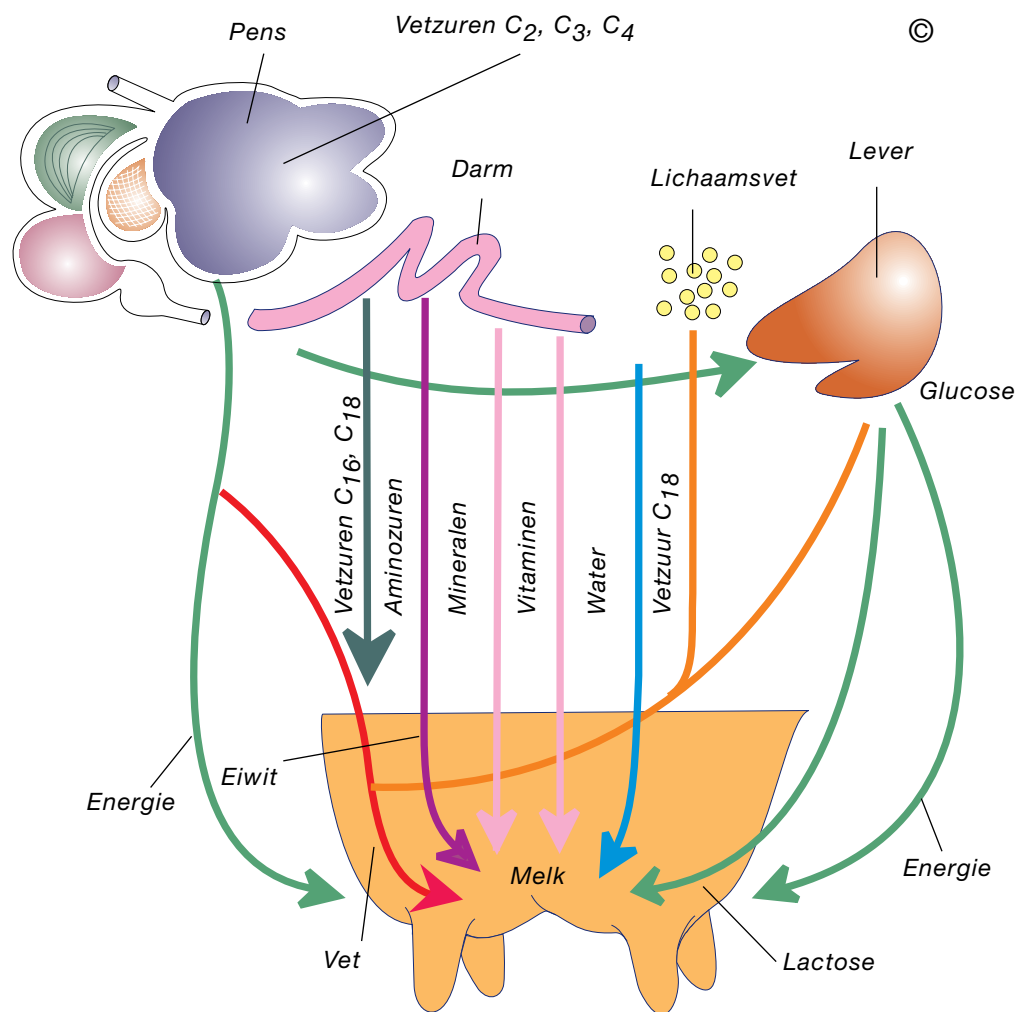


Melkafscheiding en -samenstelling

Illustratie 9.
Schematische structuur van de alveole.

Melkvet bestaat voornamelijk uit try-glyceriden, die gemaakt zijn van glycerol en vetzuren. Lange vetzuurketens worden geabsorbeerd uit het bloed. Korte vetzuurketens worden geproduceerd in de uier van de componenten acetaat en beta-hydroxybutyraat die uit het bloed komen. Melkeiwit wordt gemaakt van aminozuren die ook uit het bloed komen, en het bestaat hoofdzakelijk uit caseïne en voor een kleiner gedeelte uit wei-eiwitten. Lactose wordt in de melkafscheidende cel gemaakt uit glucose en galactose. Vitaminen, mineralen, zouten en antilichamen worden getransformeerd uit het bloed door het celcytoplasma naar de lumen van de alveole. (Illustratie 10)

Illustratie 10. Voorlopers van melk, getransporteerd vanwaaruit de productie van melkvet, melkeiwit en lactose plaatsvindt, naar de uier.

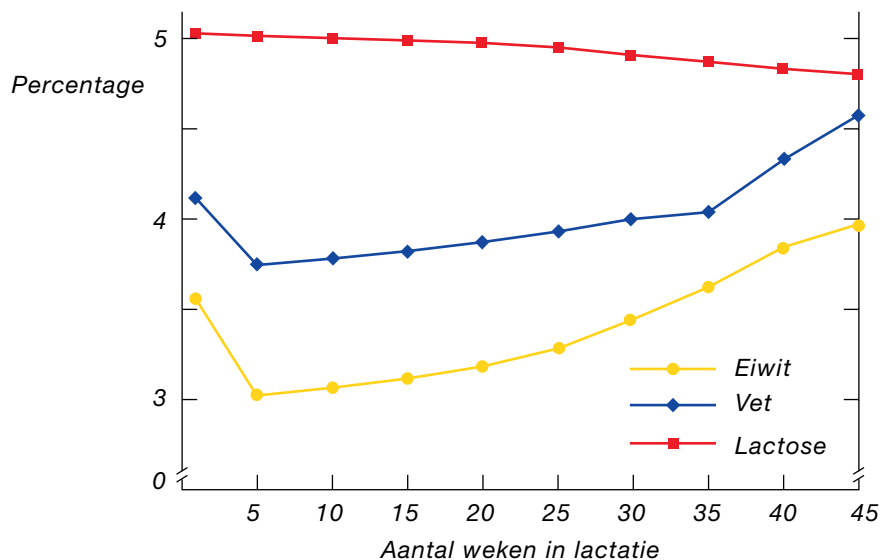


De samenstelling van melk varieert tussen verschillende rassen, maar verschilt ook tijdens de lactatie binnen hetzelfde ras. (Tabel 2)

Tabel 2. Melksamenstelling van drie verschillende rassen melkkoeien. (Overgenomen van B.L. Larson, in *Lactation*, ed. Bruce L. Larson, 1985).

Soort	Totaal vaste stof %	Vet %	Caseïne %	Wei-eiwit %	Lactose %	As %
Brown Swiss	12,69	3,80	2,63	0,55	4,80	0,72
Holstein	11,91	3,56	2,49	0,53	4,61	0,73
Jersey	14,15	4,97	3,02	0,63	4,70	0,77

In het begin en aan het einde van de lactatie zijn de vet- en eiwitgehalten hoger in vergelijking tot het midden van de lactatie. (Illustratie 11)



Illustratie 11. Veranderingen in vet-, eiwit- en lactosegehalte van melk bij melkkoeien gedurende de lactatieperiode (Overgenomen van R. Jenness, in *Lactation*, ed B.L. Larson, 1985).

De hogere concentratie van drogestof in de melk aan het begin van de lactatie komt door de speciale behoeften van het kalf. Het hogere eiwitgehalte tijdens de eerste paar dagen na het afkalven hangt bijvoorbeeld af van het hoge gehalte aan immunoglobulinen. De melk van een melkkoe heeft een gemiddeld vetgehalte tussen de 3,0 en 5,5 %. Het eiwitgehalte ligt tussen de 3,0 en 3,8 % en het lactosegehalte ongeveer tussen 4,0 en 4,8 %.

Zijn de hoeveelheid en de samenstelling te beïnvloeden?

Het is bekend dat de hoeveelheid melk die geproduceerd wordt, sterk afhankelijk is van de hoeveelheid voer die het dier krijgt. Het is ook gedeeltelijk mogelijk om de samenstelling van de melk door het voeren te beïnvloeden, vooral door de samenstelling van het voer. Rantsoenen met een laag vezelgehalte of rantsoenen met een grote verhouding zetmeelrijk krachtvoer kunnen bijvoorbeeld een daling in het melkvetgehalte veroorzaken.

Dergelijke rantsoenen kunnen de samenstelling van vluchtige vetzuren in de pens veranderen, wat de vetstofwisseling in de uier beïnvloedt. Het is echter moeilijker om het eiwitgehalte te veranderen door de voersamenstelling. Ook is het mogelijk om de melksamenstelling te veranderen door het melken, maar dit heeft meer betrekking op het vetgehalte en minder op het eiwitgehalte. De vet- en eiwitgehalten in melk zijn ook belangrijke factoren in fokprogramma's.

Zijn de hoeveelheid en de samenstelling te beïnvloeden?

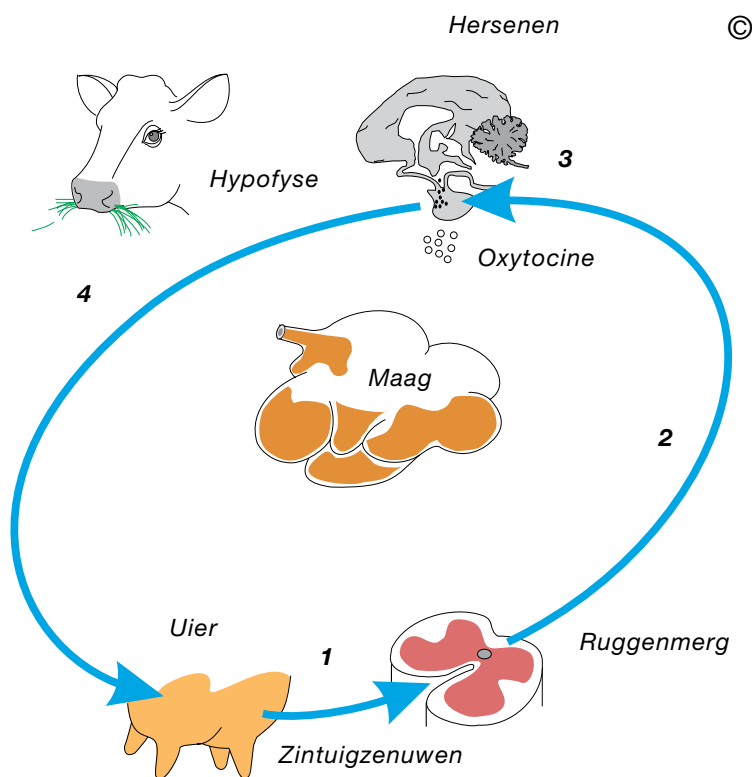


IV. Melktechnologie

De melkafgifte

Al vroeg in de geschiedenis was men er zich van bewust dat het stimuleren van de melkafgiftereflex van groot belang was. Op muurschilderingen in grotten was het effect van vaginale stimulatie beschreven, evenals het belang van de aanwezigheid van het kalf bij het melken. Hoe belangrijk is de stimulatie van de melkafgiftereflex tijdens het melken bij de moderne melkkoe? Is het een fenomeen, waarvan het belang verdwenen is door de genetische vooruitgang? Om deze vragen te beantwoorden, wordt de biologie achter de melkafgifte besproken.

Tijdens het melken en zuigen worden zenuwreceptoren in de huid van de speen die gevoelig zijn voor druk, geactiveerd. Deze mechanische stimulatie veroorzaakt een impuls bij de hypofyse in de hersenen, waarbij het hormoon oxytocine vrijkomt. Het hormoon wordt via het bloed getransporteerd naar de uier. In illustratie 12 is een schematisch overzicht te zien van de melkafgiftereflex.



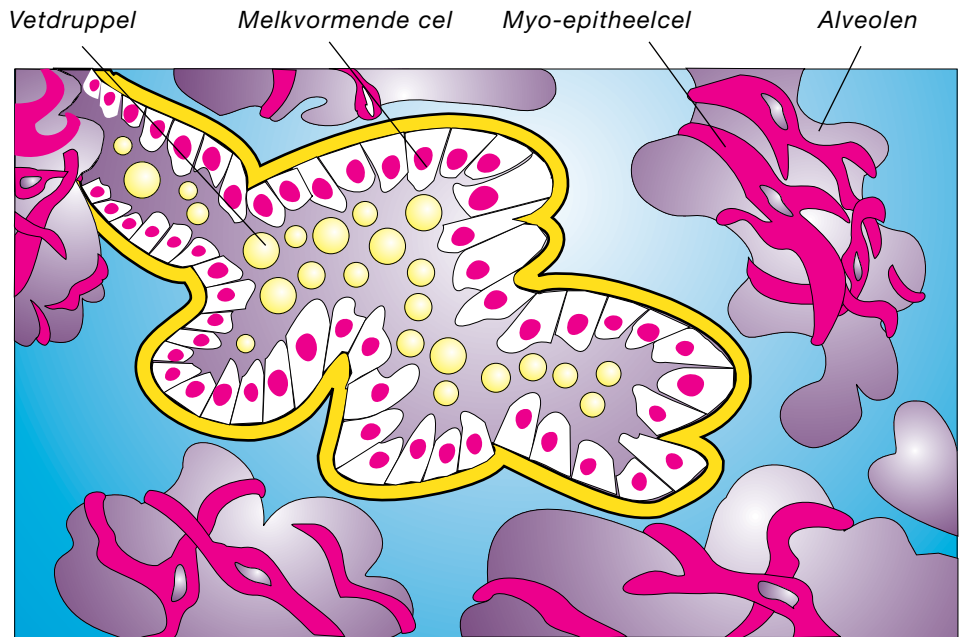
De melkafgifte

Illustratie 12. Melkafgiftereflex. Stimulatie van de speen (1) veroorzaakt een impuls via het ruggenmerg (2) naar de hypofyse (3), waar oxytocine vrijkomt, dat via het bloed naar de uier getransporteerd wordt (4).

In de uier zorgt het hormoon ervoor dat de myo-epitheelcellen die de alveolen omringen samentrekken, waardoor de melk uit de melkkanalen en de melkboezem wordt gedrukt. (Illustratie 13)

©

Illustratie 13.
Een samengetrokken alveole.



De tijd tussen de stimulatie van de speen en de melkafgifte is ongeveer 30-60 seconden, maar dit is per koe verschillend. Het varieert zelfs binnen een individuele koe, afhankelijk van haar lactatiestadium. Vroeger werd aangenomen dat de afgifte van oxytocine een momentopname was en dat het maar een keer per melkbeurt werd afgegeven. Maar uit recente onderzoeken blijkt dat de oxytocine tijdens de gehele melkprocedure wordt afgegeven.

De melkafgiftereflex, inclusief oxytocineafgifte, kan op vele manieren gestimuleerd worden, zoals door het toepassen van verschillende tactiele speenstimulaties, door de aanwezigheid, het kunnen zien of het kunnen horen van het kalf en door het voeren van krachtvoer tijdens het melken. (Illustratie 14)

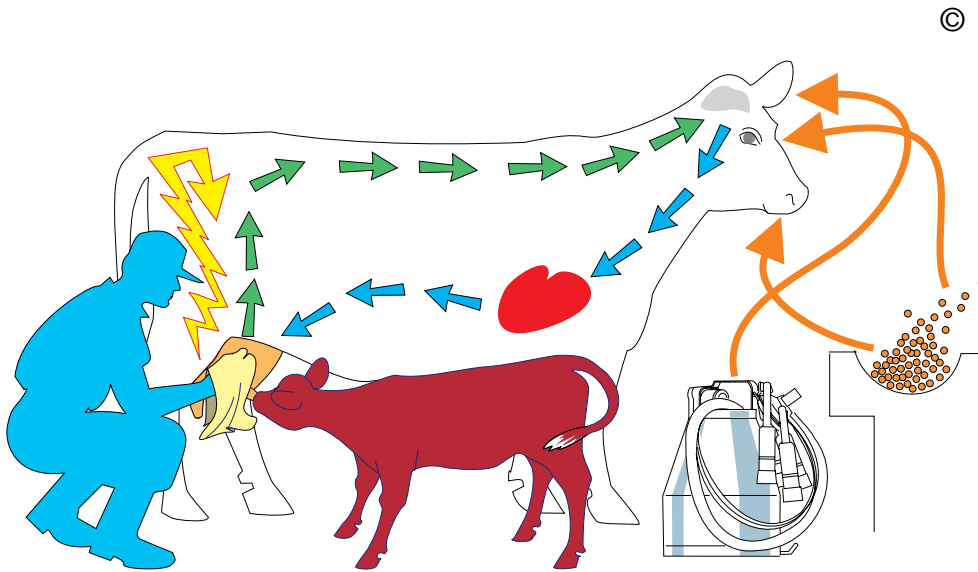
De meest efficiënte stimulatie van de spenen voor de melkafgifte wordt behaald door het kalf. Een optimale melktechniek moet dus het zuigen van een kalf nabootsen. Het zuigen van een kalf houdt ook voorstimulatie, opname van de melk en nastimulatie in.

Waarom stimulatie van de spenen?

Waarom stimulatie van de spenen?

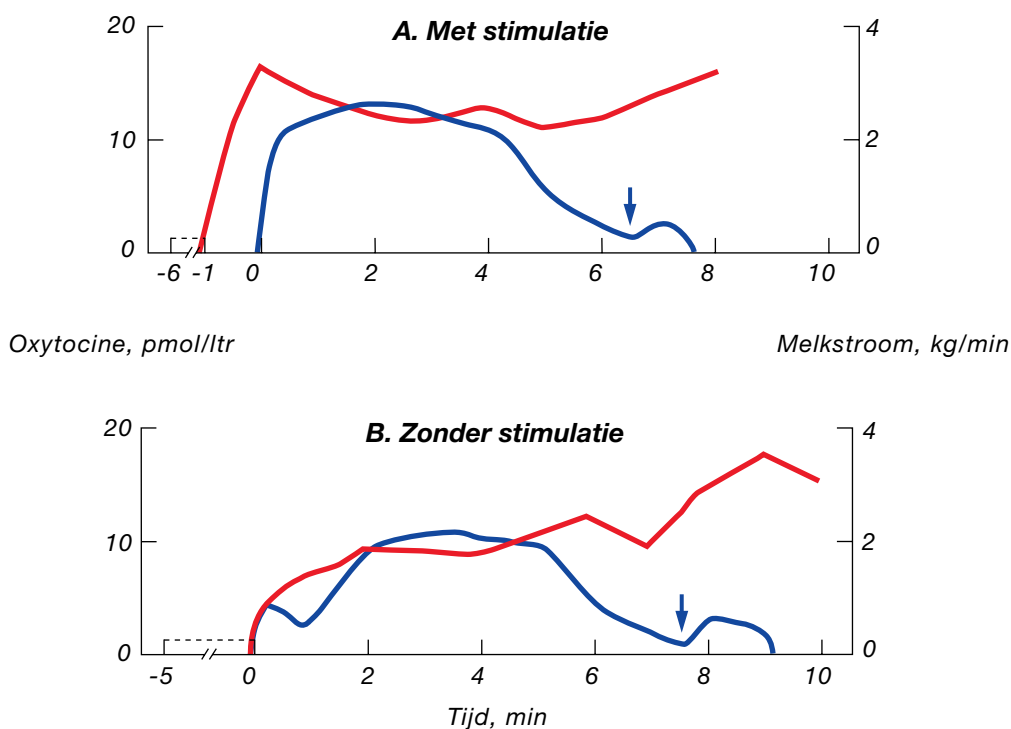
Voorstimuleren/voorbehandelen

Voorstimuleren is over het algemeen de procedure voorafgaand aan het aanbrenge van de tepelbekers. Dit houdt in het onttrekken van controlemelk, het reinigen en drogen van de spenen en massage van de spenen en de uier. Tijdens de voorstimulatie worden de receptoren in de spenen gestimuleerd en de melkafgiftereflex wordt geactiveerd.



Illustratie 14.
De melkafgifte kan op verschillende manieren worden gestimuleerd, zoals door stimulatie van de spenen, door het zien of horen van het kalf, door het geluid van de melkmachine en in sommige gevallen door het voeren van krachtvoer.

Omdat de oxytocine door de voorstimulatie al op de myo-epitheelcellen inwerkte, resulteert dit in een directe melkafgifte bij het aansluiten van de melkmachine. Het voordeel van een goede voorstimulatie is een kortere melktijd, een hogere melkstroom en in sommige gevallen een efficiëntere melkverwijdering. Omdat de melkafgifte al geactiveerd is bij het aansluiten van het melkstel op de uier, zal de melkstroomcurve zelden bimodaal zijn. (Illustratie 15)



Illustratie 15.
Effect van 1 minuut stimulatie door handmatig voormelken op het gemiddelde oxytocineprofiel (rode lijn) en de melkstroom (blauwe lijn) tijdens het melken. Het melken begon meteen op tijd 0; pijlen laten de begintijd van de laatste melk van de koe zien (Overgenomen van Mayer et al J. of Endocrinol, 103: 355, 1984).

Dit betekent dat er geen vertraging is in melkstroom tussen melk uit de boezem en melk uit de alveolen, wat de speenbelasting vermindert. De voorstimulatie kan zowel handmatig als machinaal gebeuren.

Nastimulatie

Nastimulatie

Nastimulatie kan gezien worden als de procedure waarbij de spenen en de uier gestimuleerd worden nadat de melkstroom verminderd of gestopt is. Voorbeelden zijn het machinaal of handmatig verwijderen van de laatste melk. In experimenten met melkkoeien is bewezen dat machinale verwijdering van de laatste melk of “extra” nastimulatie (de laatste minuut van het melken is overgegaan van machinaal melken naar handmatig melken) resulteert in een vier tot vijf procent hogere melkproductie.

Bij andere soorten was ontdekt dat voortzetting van het zuigen na melkopname, een hogere melkproductie stimuleert. Het effect op de melkproductie dankzij nastimulatie kan verklaard worden door de activering van lokale regelmechanismen in de uier. Deze mechanismen kunnen invloed hebben op het legen van de uier en op de capaciteit van de melkafscheidende cellen.

Stimulatie tijdens het melken

Stimulatie tijdens het melken

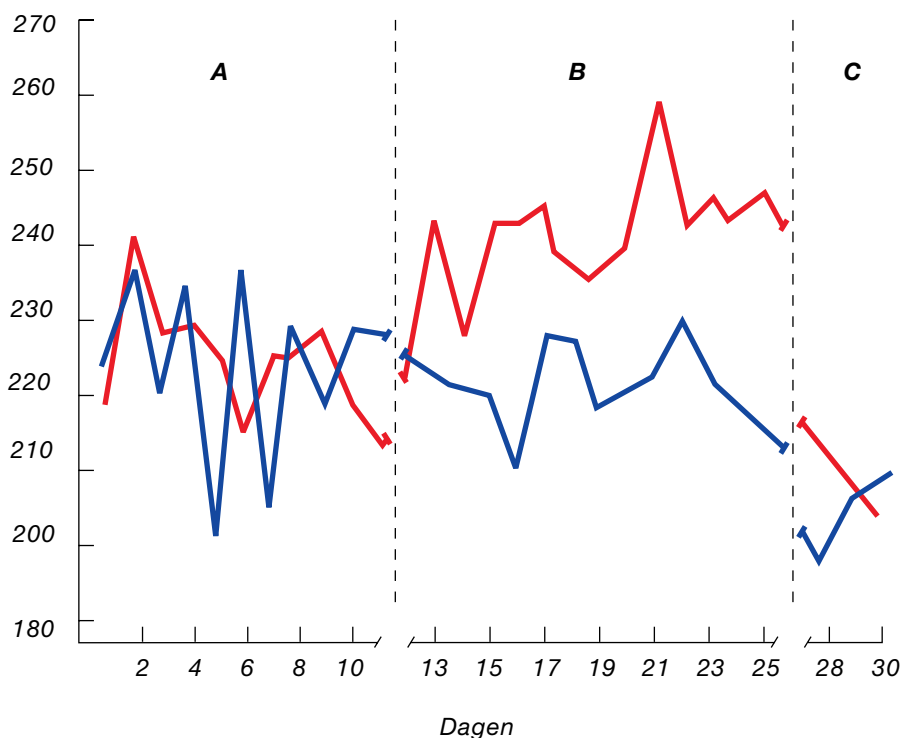
De manier waarop de tactiele speenstimulatie tijdens het melken uitgevoerd wordt is van groot belang. Aangehouden is, dat de vrijgave van de aan de melkgift gerelateerde hormonen oxytocine en prolactine, beïnvloed wordt door de stimulatie van de spenen. In experimenten waarbij handmatig melken werd vergeleken met machinaal melken (handmatig melken is de manier die het dichtst in de buurt komt bij het zuigen van een kalf) is gebleken dat de vrijgave van deze hormonen bij het handmatig melken zowel groter als langduriger is. Dit effect kan gedeeltelijk invloed hebben op de melkproductiecapaciteit.

Tijdens de speenstimulatie kunnen ook lokale regelmechanismen (zenuwen) in de uier geactiveerd worden. Een goed voorbeeld dat het belang van deze lokale mechanismen in de uier aangeeft, is een lacterende kangaroo. Zij kan twee jongen (joeys) van verschillende leeftijd voeden uit twee aangrenzende uiers, met melk die aangepast is aan de speciale behoeften van elk jong.

Het grotere jong heeft zijn/haar eigen speen die melk produceert naar zijn/haar behoeften, terwijl het kleinere jong ook zijn/haar eigen speen heeft die melk produceert naar zijn/haar eigen behoeften. Dit terwijl beide uiers blootgesteld worden aan dezelfde voedings- en hormonale omstandigheden. Het komt alleen door de verschillende manieren van zuigen dat de samenstelling en de hoeveelheid melk die geproduceerd wordt in de specifieke uiers, aangepast kan worden aan de verschillende behoeften van de jongen.

Het is ook aangetoond bij melkkoeien dat de activering van lokale mechanismen zowel van invloed is op de melkproductiecapaciteit als op de melksamenstelling. In experimenten is ontdekt dat handmatig melken resulteert in een hogere productie en melk met een hoger vetgehalte in vergelijking tot machinaal melken. (Illustratie 16)

Dagelijkse hoeveelheid vet (gram)



Illustratie 16. Dagelijkse hoeveelheid vet uit de voorste spenen bij machinaal melken (blauwe lijn) en bij handmatig melken (rode lijn) gedurende drie periodes; A - als beide voorspenen worden gemolken met de machine. B - als één voorspeen met de hand gemolken wordt en de andere met de machine, C - als beide voorspenen weer machinaal worden gemolken (vier koeien) (overgenomen van Svennersten et al J. Dairy Sci. 73:971, 1990).

Het fysiologische mechanisme achter deze resultaten is tot nu toe nog niet geheel verklaard. Er zijn aanwijzingen voor het bestaan van lokale zenuwreflexen in de uier, die invloed hebben op mechanismen waarbij de capaciteit van de melkafscheidende cellen verhoogd kan worden. Russische onderzoekers waren zich al in de jaren vijftig en zestig bewust van dit fenomeen.

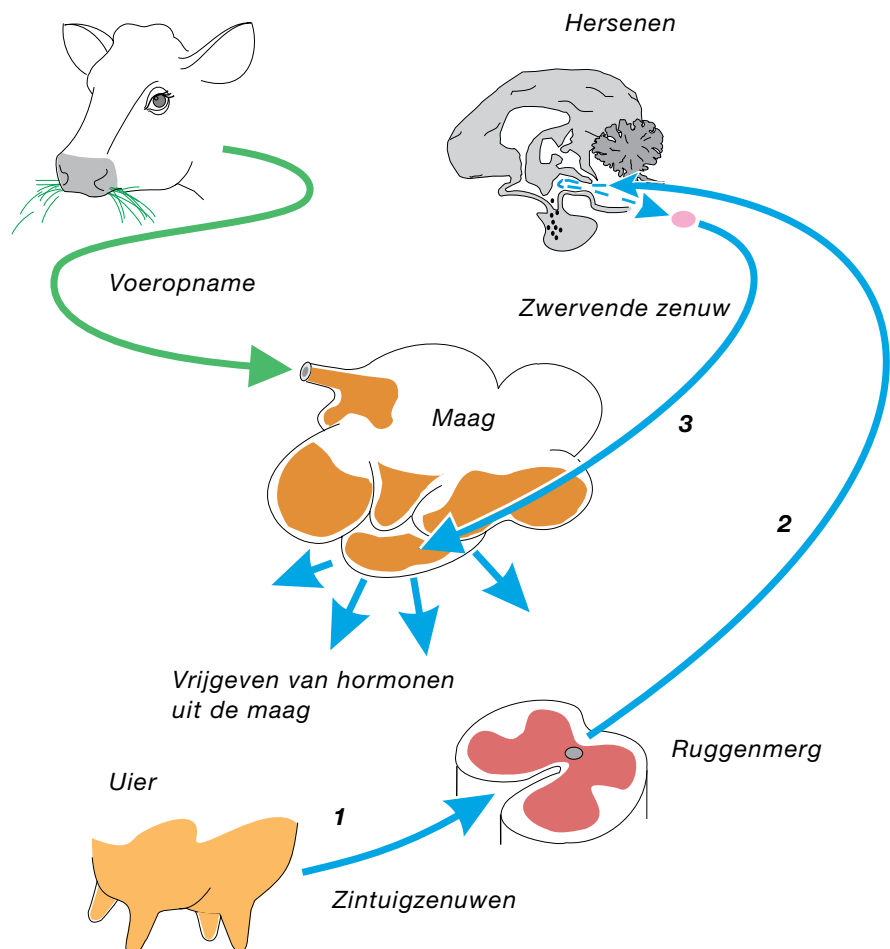
Een andere interessante ontdekking bij dieren met één maag en bij herkauwers is dat zuigen/melken ook hormonen in de maag kan stimuleren. Maar wat betekent dit en wat is het belang ervan? Stelt u zich eens voor dat een koe 100 liter melk per dag produceert, een erg hoge productie.

Het afgeven van zo'n hoog gehalte aan voedingsstoffen en calorieën is niet mogelijk, tenzij het dier grote hoeveelheden voedingsstoffen opneemt. Tijdens het zuigen/melken worden de hormonen in de maag geactiveerd. (Illustratie 17)

Sommige van deze geactiveerde hormonen hebben invloed op de voeropname en sommigen hebben een groeistimulerend effect op de slijmvliezen van de maag.

Daarom is het mogelijk dat de aan het melken gerelateerde vrijgave van deze hormonen betrokken is bij de aanpassing van het maag-/darmkanaal tijdens de dracht en de lactatie, zodat de verhoogde voedselopname vergemakkelijkt wordt, wat van essentieel belang is. Uit het feit dat melken de voeropname indirect kan beïnvloeden, blijkt de noodzaak van het juiste koemanagement rond het melken.

Illustratie 17.
Zowel melken als voeropname activeert de hormonen in het maag-/darmkanaal.



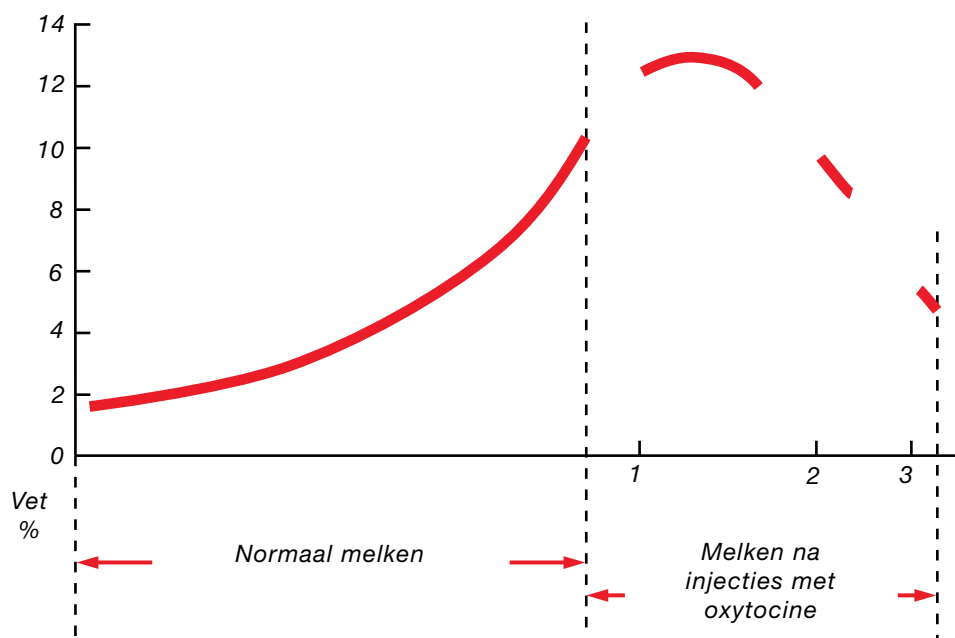
De uier is een orgaan dat aangestuurd wordt door hormonen en ondersteund wordt door voedingsstoffen om melk te kunnen produceren. Maar de uier is ook een orgaan dat zowel zijn eigen functies als andere organen in het lichaam aanstuurt. Sommige van deze systemen worden geactiveerd door het melk-/zuigproces. Hieruit blijkt hoe belangrijk de manier van stimulatie en de behandeling van de speen is tijdens het melken.

Waarom efficiënt uitmelken?

Efficiënt uitmelken is een belangrijk punt met het oog op melktechniek en melkroutines. Hiervoor zijn vele redenen. Efficiënt uitmelken resulteert in een hogere melkgift. De samenstelling van de melk wordt beïnvloed, vooral het vetgehalte. Als de veehouder betaald wordt naar het vetgehalte in de melk, is het belangrijk om de uier zo leeg mogelijk te melken, omdat het laatste beetje melk het hoogste vetgehalte bevat. Uit eigen onderzoek is gebleken dat de laatste melk van de koe een vetgehalte kan bevatten van 15 tot 20%. (Illustratie 18)

Waarom efficiënt uitmelken?

*Illustratie 18.
Een typische curve die de verhoging laat zien van het vetgehalte van opeenvolgende fracties tijdens normaal melken en tijdens melken na injecties met oxytocine, om alle melk uit de uier te melken.
(Overgenomen van J. Johansson, Acta Agric Scandinavia. 2:82, 1952).*



Een belangrijke bevinding die het idee achter efficiënt uitmelken ondersteunt, is de waarneming dat melk een eiwit bevat die een negatieve invloed heeft op de melkafscheidende cellen. Deze remmer is geproduceerd in relatie tot de melk. Omdat het direct werkt op de melkafscheidende cellen is het belangrijk om de alveolen zo leeg mogelijk te maken.

In experimenten met melkgeiten, werd de ene helft van de uier helemaal leeg-gemolken terwijl de andere helft niet werd gemolken. De lege helft werd direct opgevuld met een sucroseoplossing en in dit kwartier ging de melkproductie gewoon door, ondanks de hoge uierdruk. Het tegenovergestelde gebeurde in het ongemolken kwartier waar de melkproductie juist geremd werd. Deze waarneming versterkte de hypothese over remmende stoffen die aanwezig zijn in de melk en die de melkafscheiding onderdrukken.

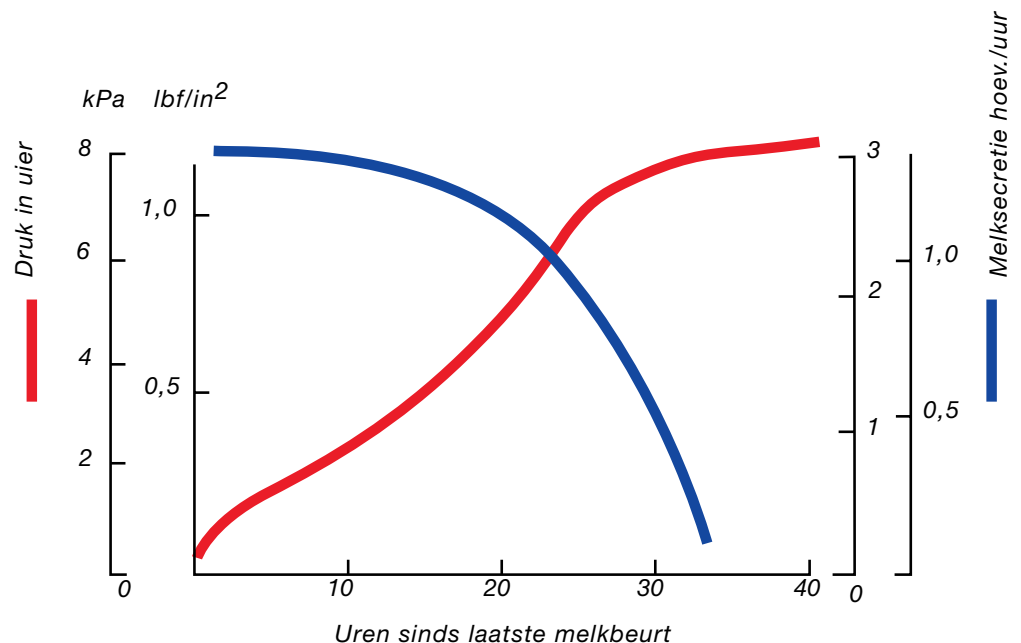
Vanuit uiergezondheidsoogpunt is het erg belangrijk om de uier zoveel mogelijk uit te melken. Maar dit betekent niet dat we de spenen kunnen overmelken, wat erg slecht is voor de speenconditie en kan resulteren in mastitis.

Melkintervallen

Er is een groot verschil in melkintervallen tussen de melkproducerende landen. In de meeste landen is een melkinterval van 8-16 uur gebruikelijk in verband met de werksituatie. Op grotere bedrijven wordt 12-12 uur melkinterval vaak gebruikt. Een 12 uur interval is de meest optimale melkinterval voor twee keer per dag melken. De melkproductie (in kg melk) stijgt een aantal procenten bij even intervallen in vergelijking met oneven melkintervallen.

Wat is het mechanisme achter dit fenomeen? De melkafscheiding begint 10 uur na de laatste melkbeurt te dalen, terwijl de druk op de uier toeneemt. 35 Uur na de laatste melkbeurt is het melkafscheidingsproces gestopt. (Illustratie 19)

Illustratie 19.
De toename van druk op de uier en de daling in melkafscheiding met langer wordende melkintervallen (Overgenomen van Hamann & Dodd, in *Machine milking and lactation*, ed Bramley et al, 1992).



Uit de voorgaande discussie blijkt dat niet alleen de druk op de uier de factor is die de melkgift beïnvloedt, maar ook de remmende mechanismen. Om de melkproductie te optimaliseren moeten de melkintervallen goed in overweging worden genomen.

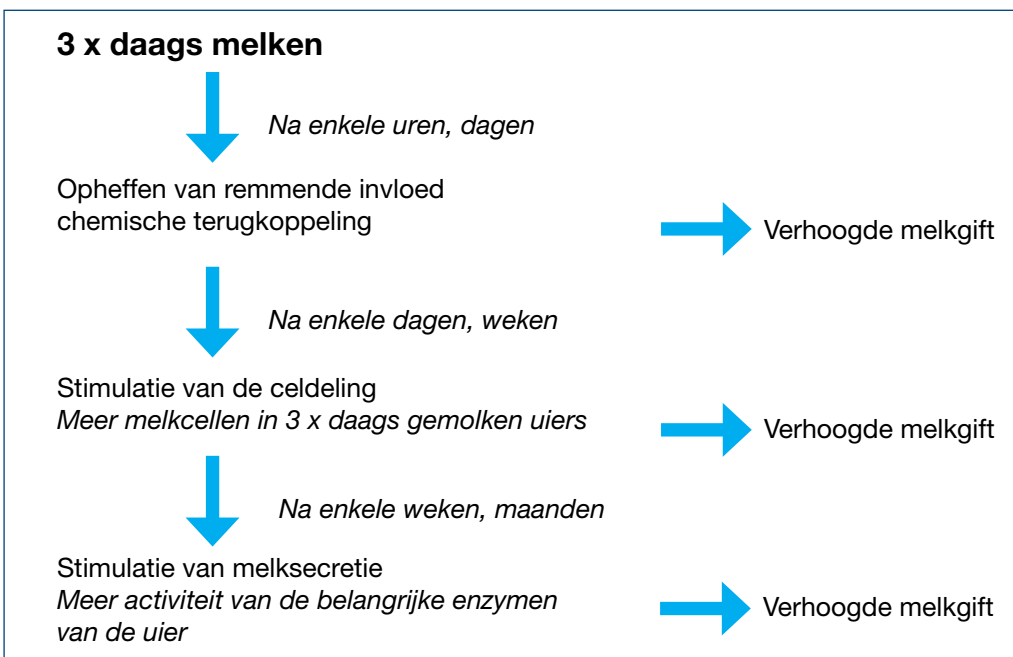
Melkfrequentie

Twee keer daags melken is lange tijd de gewoonte geweest in industriële landen, vooral door de arbeidssituatie van de veehouders. Maar in landen waar arbeid redelijk goedkoop was, werd er vaker gemolken. Tijdens de laatste tien jaar ligt de focus weer op vaker per dag melken, vooral bij hoogproductieve veestapels. Er zijn vele voordelen aan meerdere keren per dag melken.

De overgang van twee keer daags naar drie keer daags melken verhoogt de productie aanzienlijk. Gepubliceerde gegevens laten een verhoging van 5 tot 25% in de melkgift per dag zien. Ook worden de lactaties langer en persistenter. De reden waarom de melkgift stijgt bij meerdere melkbeurten per dag, kan zijn omdat de uier vaker wordt blootgesteld aan hormonen die de melkgift stimuleren.

Maar zoals hierboven besproken bevat de melk ook een remmende stof met een negatieve invloed op de melkafscheiding. Als deze remmende stof vaker wordt afgevoerd, zal dit tot een hogere productie leiden. Een interessante ontdekking in dit geheel is dat koeien met een kleinere melkboezem gevoeliger zijn voor vaker melken. Hoe kleiner de melkboezem, hoe groter het effect van vaker melken op de melkproductie en hoe groter de melkboezem, hoe kleiner het effect van vaker melken.

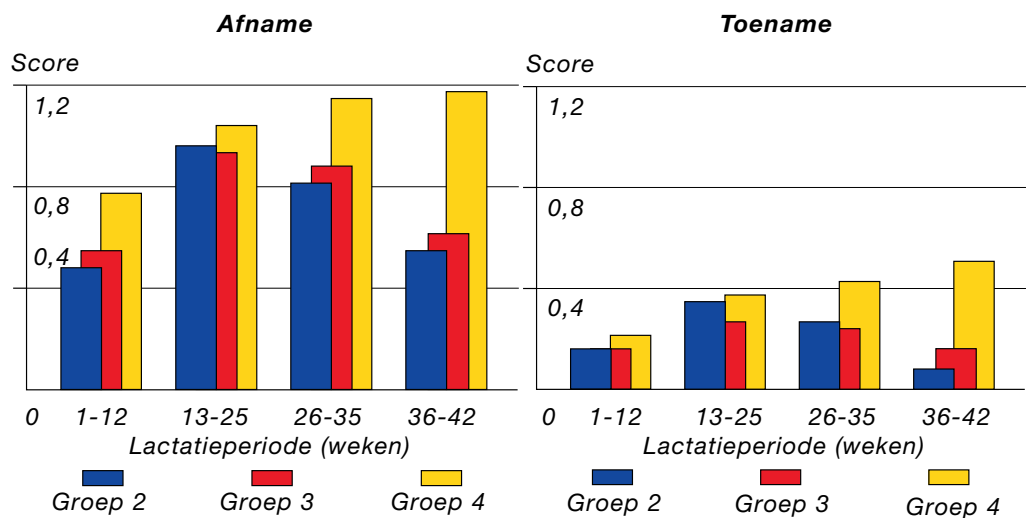
Vaker melken heeft zowel effecten op de lange als op de korte termijn. Het effect op de korte termijn is een verhoogde melkproductie dankzij een verhoogde activiteit in de melkafscheidende cellen. Het effect op de lange termijn is een verhoogde productie dankzij het ontstaan van meer melkafscheidende cellen. Het laatste laat duidelijk zien dat het mogelijk is om het aantal melkafscheidende cellen tijdens een lactatie te beïnvloeden, wat van belang is voor de melkproductiecapaciteit. (Illustratie 20)



Illustratie 20. Korte termijn, gemiddelde termijn en lange termijn effecten van drie maal daags melken (Overgenomen van Hamann & Dodd, Machine milking and lactation, ed Bramley et al, 1992).

Het is bewezen dat de uiergezondheid verbetert door vaker te melken. Maar opgemerkt moet worden dat de spenen wel meer zweren, kloven en wondjes krijgen door vaker melken. Aan de andere kant zal het aantal nieuwe infecties dalen en ook het celgetal laat een daling zien. Vaker melken leidt tot het vaker wegspoelen van bacteriën uit de uier, wat gedeeltelijk verklaart waarom de uiergezondheid verbetert bij vaker melken. (Illustratie 21)

Illustratie 21.
Speenpunt kwaliteitscore per groep (groep 2, twee keer per dag gemolken, groep 3, drie keer per dag gemolken en groep 4, vier keer per dag gemolken) en per lactatieperiode. (Uit Ipema & Benders, In Proc. Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking, 1992).



De voeropname lijkt ook beïnvloed te worden door vaker melken. In sommige gevallen is er waargenomen dat een met 10 tot 15% verhoogde melkproductie, gevolgd wordt door een verhoogde voeropname van slechts 3 tot 5%. (Tabel 3).

Tabel 3.
Verhoging in drogestofopname (%) en melkproductie (%) wanneer koeien 3 en 4 keer per dag werden gemolken in vergelijking met koeien die 2 keer per dag worden gemolken (Overgenomen van Ipema & Benders, In Proc. Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking, 1992).

	Melkfrequentie		
	II	III	IV
Melkgift	100%	114%	115%
Drogestofopname	100%	103%	104%

Hoe is dit mogelijk? Het is gebleken dat de vaker gemolken dieren in grotere mate een beroep doen op hun eigen lichaamsreserves, dan dieren die twee keer per dag worden gemolken. Het is ook mogelijk dat hun stofwisseling efficiënter werkt doordat het hormoonstelsel, gerelateerd aan de stofwisseling, vaker wordt geactiveerd. Het is in ieder geval aangetoond dat maag-/darmhormonen worden geactiveerd tijdens het melken en bij eenmagige dieren is gedemonstreerd dat het aan melk gerelateerde hormoon oxytocine betrokken is bij de stofwisseling van de moeder.

Misschien is de belangrijkste reden van vaker melken nog wel het verbeterde dierwelzijn. Het is waargenomen dat hoogproductieve melkkoeien de laatste uren voor het melken niet gaan liggen. Bovendien produceren veel hoogproductieve koeien tot wel 60 kg melk per dag en ze worden twee keer per dag gemolken met een interval van 8-16 uur. Dit betekent dat deze koeien 's ochtends bijna 40 liter melk geven.

Koeien met zoveel melk in de uier worden blootgesteld aan extreem hoge druk in de uier wat ongetwijfeld zeer oncomfortabel is. Ook is opgemerkt dat als hoogproductieve koeien zelf de keuze hebben, ze vaker dan twee of drie keer per dag gemolken willen worden.

Samengevat heeft een hogere melkfrequentie een positieve invloed op de hoogproductieve melkkoe met het oog op de productie, de gezondheid en het dierlijk welzijn. Vaker dan twee keer per dag gemolken worden komt meer overeen met het natuurlijke gedrag van een koe en haar behoeften, omdat een kalf ook vier tot zeven keer per dag bij haar zuigt.

Melkroutine

Als de melkroutines en de melkmachine niet optimaal zijn maakt het niet uit hoe goed het genetische potentieel en het voeren van de hoogproductieve melkkoe is om een optimale melkproductie te realiseren. De melkroutine moet worden uitgevoerd op een consequente manier. De slanggeleiding moet correct zijn en ook de installatie van de melkapparatuur is zeer belangrijk.

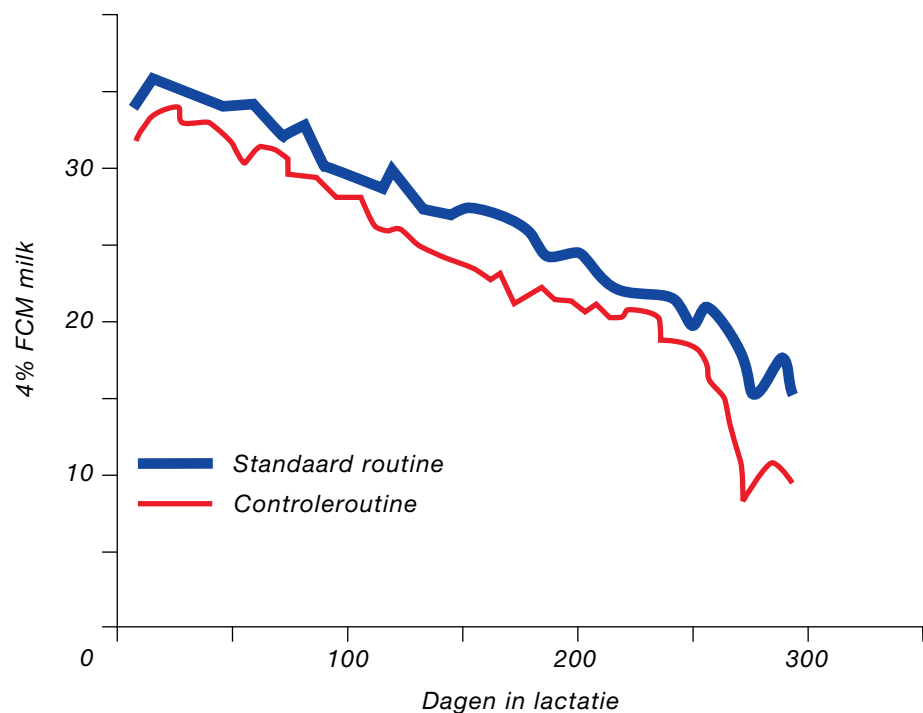
Een optimale melkroutine omvat verschillende stappen zoals voormelken, schoonmaken van de spenen en de uier, handmatige voorstimulatie en het dippen van de spenen na het melken als dat nodig is. Een juiste handmatige voorstimulatie van de spenen bevordert de melkafgifte. Het belang van voorstimulatie is al eerder ter sprake geweest.

Hoe moet een optimale voorbehandeling uitgevoerd worden? Bij wijze van experiment is het belang van een strikte melkroutine aangetoond vanuit het oogpunt van de productie. De productie tijdens de lactatie is bestudeerd bij koeien die verschillende melkroutines ondergingen.

Een strikte routine (reinigen en drogen van spenen en uier gedurende ongeveer 30 seconden en het aansluiten van het melkstel na 60 seconden) resulteerde in een verhoogde productie van ongeveer 450 kg. De controlebehandeling was een routine met een korte droogtijd en een variabele wachttijd. (Illustratie 22)

Melkroutine

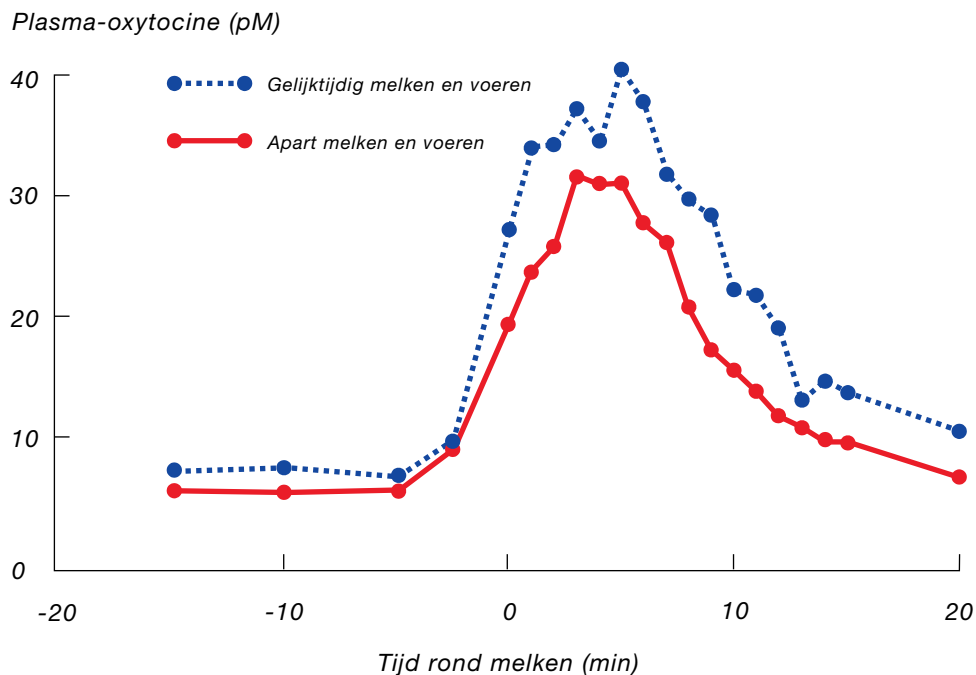
Illustratie 22.
Effect van voorbehandeling op de melkproductie bij tweede- en derde kalfskoeien. De koeien werden blootgesteld aan een standaard melkroutine bestaande uit 31 +/- 9s voormelkstimulatie en 1.22 +/- 0,25 min interval en een controleroutine bestaande uit 17 +/- 5s voormelkstimulatie en 3.06 +/- 1,56 min interval (Uit M.D. Rasmussen, J. Dairy Sci. 73:3472, 1990).



De spenen en de uier moeten schoon en droog gemaakt worden voor een goede melkkwaliteit. Besmetting met bacteriën uit mest en met bacteriesporen moeten worden geminimaliseerd. De spenen moeten worden schoongemaakt met één doek per koe om te voorkomen dat mastitisbacteriën van de ene naar de andere koe worden overgebracht. Als het mogelijk is moet elke hoek van de doek worden gebruikt voor de vier verschillende spenen om te voorkomen dat ziekteverwekkende bacteriën van de ene speen naar de andere speen worden overgebracht.

Als u een goede melkroutine wilt ontwikkelen, kan het soms helpen om een routine te gebruiken die positieve emoties voor de koe oproept. Tijdens de jaren zeventig demonstreerden onderzoekers dat voeren tijdens het melken resulteerde in een efficiëntere uitmelking van de uier, in een hogere piekstroom en dat er een tendens ontstond richting een verhoogde productie. Deze bevinding resulteerde in sommige landen tot een aanbeveling voor het voeren van krachtvoer in de melkstal.

Maar wat is het mechanisme achter deze bevinding en is het de moeite waard om door te gaan met het voeren van krachtvoer in de melkstal? Opvallend is de ontdekking dat voeren tijdens het melken het vrijkomen van het hormoon oxytocine zowel verlengt als vermeerdert. (Illustratie 23) Vanuit het oogpunt van productie is er verder aangetoond dat gelijktijdig melken en voeren de melkstroom verhoogt, de melktijd vermindert en een tendens laat zien in de stijging van de melkproductie. Maar er wordt nog meer onderzoek gedaan om te evalueren wanneer het optimale tijdstip is om de koeien rond het melken te voeren. Zou het net voor, tijdens of net na het melken zijn?



Illustratie 23.
Dagelijkse plasma-oxytocinewaarden (pM) als koeien gelijktijdig gemolken en gevoerd worden op vier opeenvolgende dagen en als ze apart worden gemolken en gevoerd op vier opeenvolgende dagen (Overgenomen van Svennersten et al Acta Physiol Scand, 153:309, 1995).

De melkafgiftereflex kan ook belemmerd worden. Er zijn een aantal verschillende manieren waarop dit kan gebeuren, zowel centraal in de hersenen als lokaal in de uier. Wat kan dan deze reflex belemmeren? Een aantal voorbeelden zijn een ruwe behandeling door de melker, een oncomfortabele situatie tijdens het melken die veroorzaakt wordt door de melkmachine, een onbekende omgeving en inconsequent management.

Om de melkafgiftereflex juist te stimuleren en haar niet te belemmeren, is het erg belangrijk om de koeien op de juiste manier te behandelen, zowel voor als tijdens het melken. Het melken vertegenwoordigt een zeer complexe opeenvolging van gewenningsprocessen. De eerste signalen die het melkproces aanduiden (het geluid van de melkmachine die aangezet wordt, het vrijlaten van de koeien uit de stal, enz.) starten de complexe opeenvolging van psychofysiologische processen die de koe voorbereiden op het afgeven van de melk.

Als dit proces op de een of andere manier wordt verstoord, kan ook de melkgift worden belemmerd. Daarom worden consistente routines aanbevolen, zoals de voorbehandeling van de uier en het aansluiten van de tepelbekers. Dit in afstemming met andere routines zoals het voeren of het schoonmaken van de ligboxen. De handelingen zouden elke dag in een vaste volgorde moeten plaatsvinden.

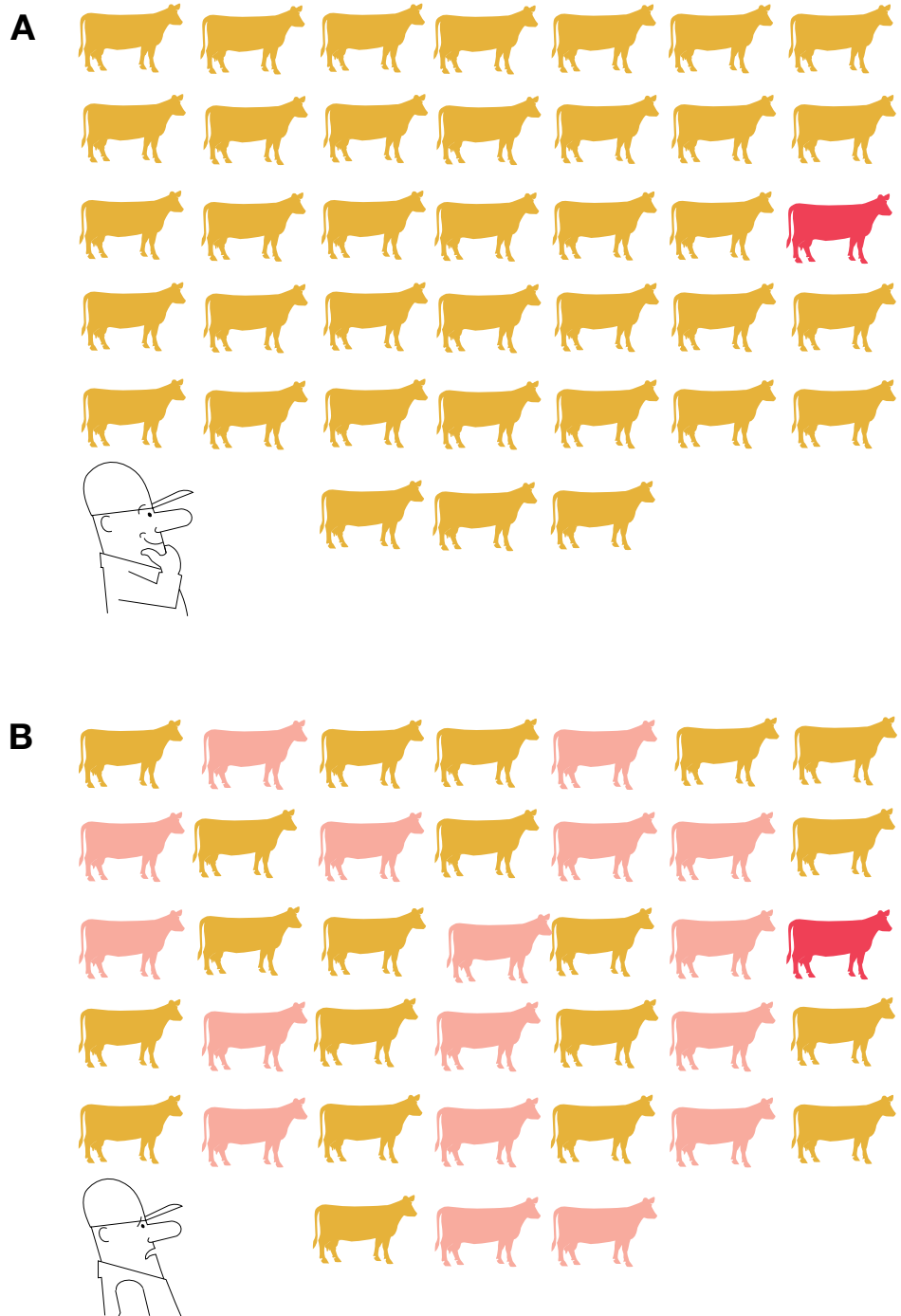
Speenbehandeling/ mastitis

Speenbehandeling/mastitis

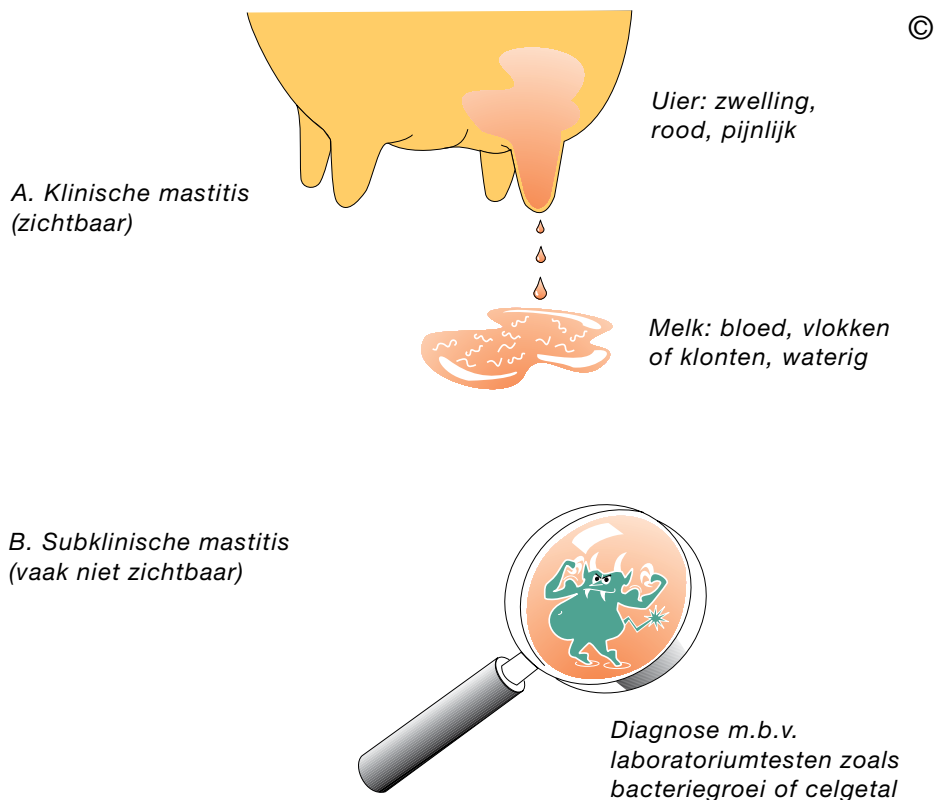
Een eerste vereiste om melk op een economische manier te produceren is om te zorgen voor een relatief hoge opbrengst van een hoge kwaliteit. Dit betekent een hoge productie van gezonde dieren die geen last hebben van aandoeningen in de uier. Mastitis is de meest voorkomende en duurste ziekte die voorkomt bij melkkoeien. In de meeste gevallen is de veehouder zich alleen bewust van de klinische gevallen. (Illustratie 24)

Illustratie 24.
Klinische mastitis-
gevallen (A) en subkli-
nische mastitisgevallen (B)
(Overgenomen van
Nelson Philpot, *Mastitis
Management*, 1978).

©



Er is onderzocht dat de klinische mastitisverhouding gemiddeld tussen de 20-100 gevallen per 100 koeien per jaar ligt. Bij subklinische infecties is 5-35% van de kwartieren geïnfecteerd door een ernstige, ziekteverwekkende bacterie. De klinische mastitis is redelijk eenvoudig te ontdekken door de veehouder. De symptomen zijn klontering en verkleuring van de melk, de uier is hard, rood of gezwollen en in ernstige gevallen heeft de koe koorts en wil ze slecht vreten. De subklinische mastitis is moeilijker te ontdekken, omdat de melk en de uier er vaak normaal uitzien, terwijl het celgetal van de melk stijgt. (Illustratie 25)

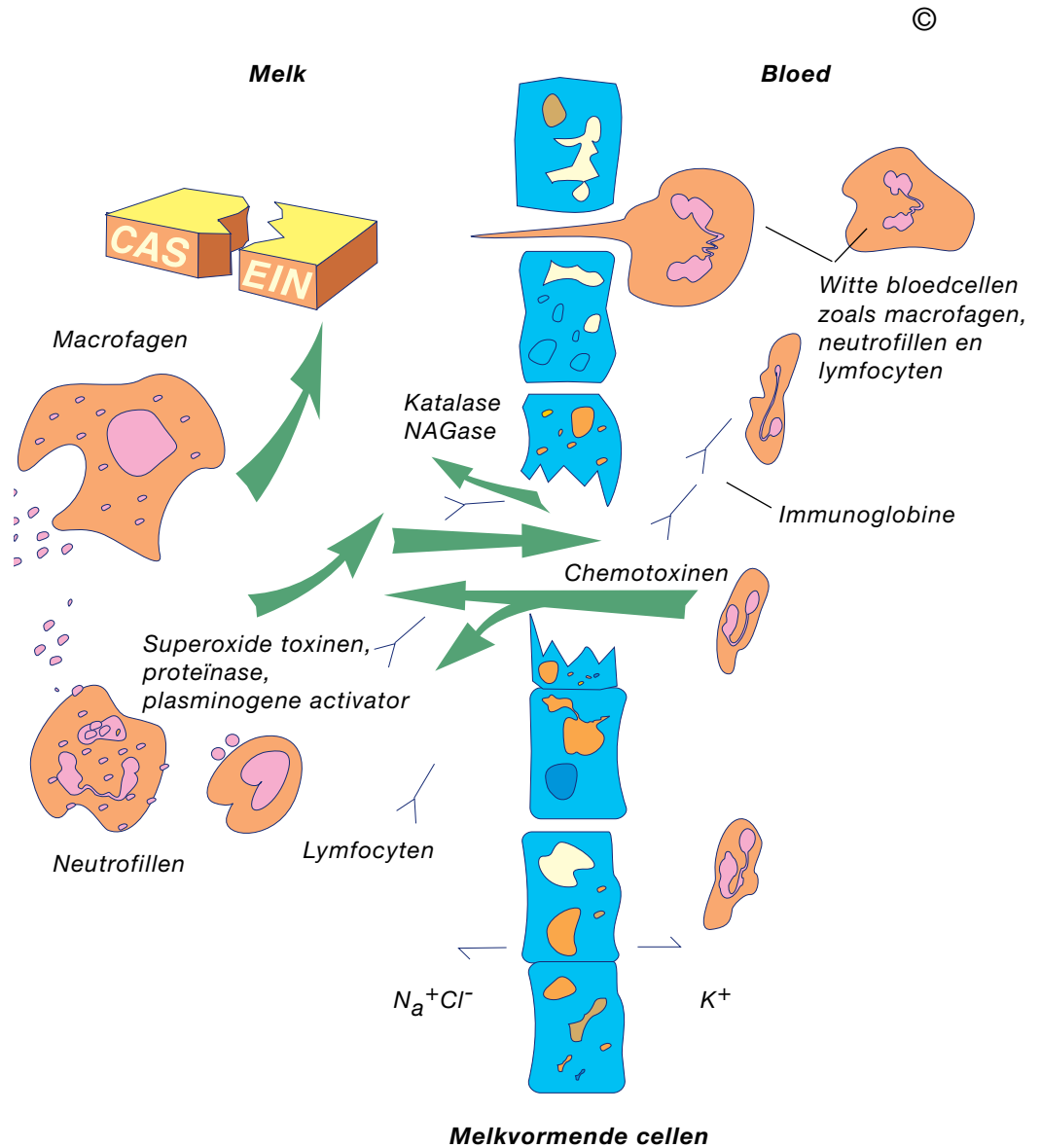


Illustratie 25.
Diagnose van mastitis:
A-klinische,
B-subklinische

Wat is mastitis? Mastitis is een ontsteking in de uier die veroorzaakt kan worden door bacteriële infecties of door een verwonding. Als bacteriën groeien, komen er stofwisselings- en giftige stoffen vrij die het afweersysteem van de koe stimuleren. De reactie op de ontsteking leidt tot een verplaatsing van witte bloedcellen uit de bloedsomloop naar de uier.

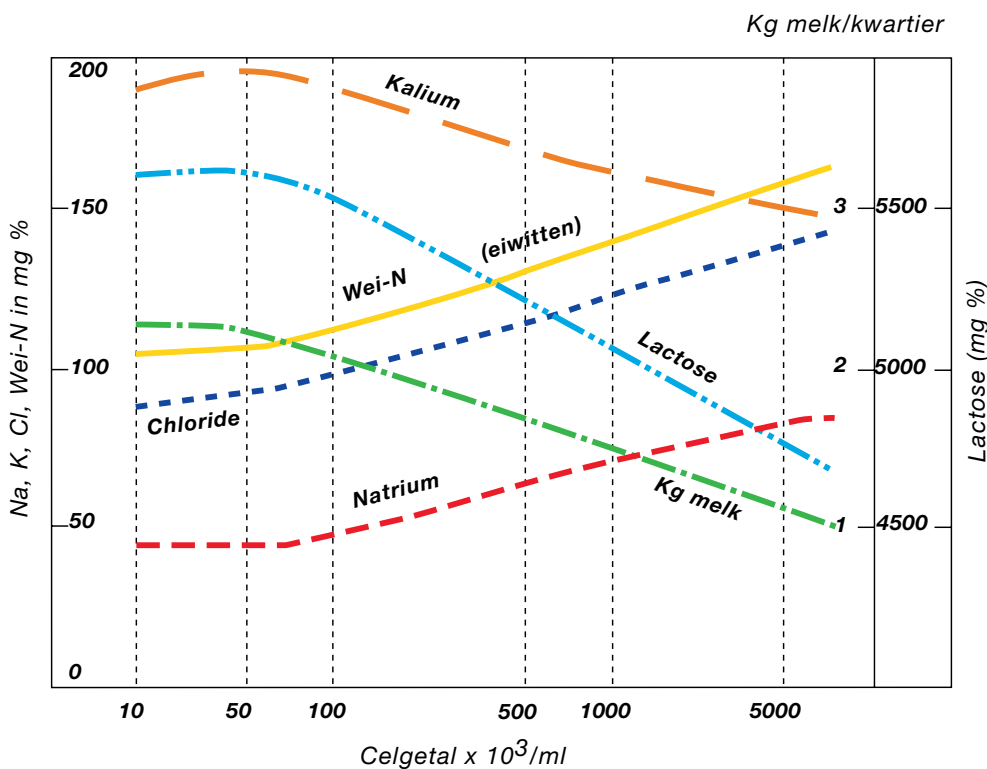
Het celgetal van de melk stijgt van normaal 100.000 cellen/ml of minder per kwartier, tot wel enkele miljoenen per ml. Het verhoogde celgetal gaat gepaard met de activering van verschillende enzymen in de melk. (Illustratie 26)

Illustratie 26.
Het ontstekingsproces bij mastitis (Overgenomen van A.J. Bramley. In *Machine milking and lactation*, ed Bramley et al, 1992).



De pathologische gevolgen van mastitis zijn weefselbeschadiging en verandering van de afscheidingsfunctie. Dit leidt tot verminderde melkgiften en verandering in de melksamenstelling. Een juiste schatting van de verliezen in de melkgiften is moeilijk te maken, omdat de niet-geïnfecteerde kwartieren de opbrengstderiving van de geïnfecteerde kwartieren lijken te compenseren. Het mechanisme achter deze compensatiewerking is nog onduidelijk. Als we kijken naar de veranderde melksamenstelling, zien we een daling in de vet- en lactosegehaltenes.

Terwijl het totale eiwitniveau slechts weinig verandert, stijgt het gehalte serumeiwitten. En het gehalte aan caseïne daalt, wat leidt tot verslechterde eigenschappen voor het maken van kaas. De concentratie ionen in de melk stijgt, wat resulteert in een hogere geleidbaarheid. (Illustratie 27)



Illustratie 27. De relatie tussen het celgetal in de melk, de hoeveelheid van de componenten in de melk en de melkproductie. (Uit Giesecke et al, In Practical mastitis control in dairy herd, 1994).

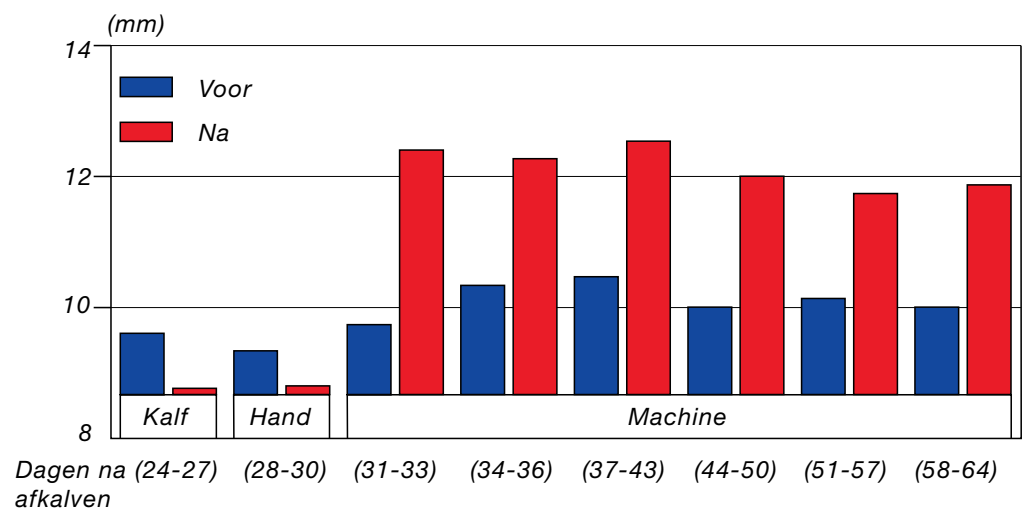
Wat is de invloed van de melkmachine op mastitis? De melkmachine kan ervoor zorgen dat bacteriën tussen koeien en kwartieren worden overgebracht. De werking van de melkmachine kan er ook voor zorgen dat bacteriën van de buitenkant van de speen, aan de binnenkant van de speen terecht komen, wat veroorzaakt wordt door overmatige vacuümschommelingen. Verder kunnen vacuümschommelingen in de melkklaau melkverplaatsing tussen de tepelbekers veroorzaken. De speenpunt kan door de machine worden aangetast, wat leidt tot wondjes waarin bacteriën zich kunnen nestelen. Een te hoog vacuüm, blindmelken en verkeerde pulsatie (onvoldoende of te korte massagefase) zijn factoren die mee kunnen werken aan schade aan de spenen. Zoals deze voorbeelden al aangeven, is niet alleen de manier waarop de melkmachine is gemaakt, maar ook de manier waarop de veehouder er mee om gaat, zeer belangrijk.

Bij het monteren van melkmachines is het erg belangrijk dat er gecontroleerd wordt of de nieuwe melkmachine geen negatieve invloed heeft op de spenen. Er is een methode ontwikkeld om de speenbehandeling te meten, waarbij de veranderingen in dikte van de speen voor en na het melken worden vergeleken. Als er op de juiste manier wordt gemolken, vanuit het oogpunt van speenbehandeling bekeken, zou er geen verschil in dikte van de speen moeten zijn voor en na het melken. (Illustratie 28)

Maar ook speenverwondingen of abnormale afwijkingen aan de speen die niets te maken hebben met de melkmachine, zijn niet ongewoon. Daarom is het belangrijk om in het achterhoofd te houden dat verschillende factoren in de omgeving invloed kunnen hebben op de speen- en de uiergezondheid.

*Illustratie 28.
Ontwikkeling van de speenpuntdikte waarden (Cutimeter) voor en meteen na het melken, in relatie tot verschillende melkmethodes en proefperioden. (Hamann and Stanitzke, Milchwissenschaft, 45:632-637, 1990).*

Speendikte



Wat kan de veehouder doen om mastitis te voorkomen? Over het algemeen kan gezegd worden dat een goede hygiënische melkroutine een eerste vereiste is. Een voorbehandeling waarbij de spenen worden schoongemaakt met een individuele doek met desinfectiemiddel, wordt aanbevolen. Koeien met mastitis of koeien met een hoog celgetal moeten als laatste worden gemolken en de spenen moeten zo nodig worden gedipt. Een hygiënische omgeving is ook een belangrijke factor. Dit betekent dat de koeien en de ligplaatsen schoon gehouden moeten worden. Last but not least, de melkmachine moet regelmatig worden gecheckt, getest en onderhouden, waarbij gekeken wordt naar het vacuüm, de pulsatiesnelheid en -verhouding en de vervanging van rubber onderdelen.

Koegedrag

Een succesvol melkveebedrijf moet respect hebben voor de natuurlijke basisbehoefte van de dieren. Dit betekent dat we de kennis moeten hebben van de behoeften van het dier zoals ruimte, ventilatie, bescherming tegen de weersomstandigheden, voeding, gedrag enz. Met het oog op het gedrag is het van belang dat we het vermogen van de koe om gebeurtenissen in de omgeving waar te nemen, begrijpen. Ook moeten we de specifieke betekenis daarvan onthouden en ons daarnaar gedragen. Efficiënt management bijvoorbeeld, vereist goede kennis over de mogelijkheden van een koe om bepaalde dingen te leren, in het bijzonder als het om melkstallen of robot-systemen gaat.

De verschillende manieren en het belang van het leren kunnen als volgt uitgelegd worden. Als koeien worden geconfronteerd met een nieuw gedeelte van de stal, is het van belang de dieren op hun eigen manier te laten wennen aan deze nieuwe omgeving, zonder dat ze daartoe gedwongen worden. Om te ontdekken dat de nieuwe omgeving veilig is, hebben de dieren meestal 2 tot 4 bezoeken nodig. Als vaarzen voor het eerst gemolken moeten worden, kan de tijd die nodig is om ze te laten wennen aan de melkstal verkort worden, door ze voor het begin van hun lactatie al op eigen houtje de melkstal te laten onderzoeken.

Als het op het melken aankomt, is het belangrijk in het achterhoofd te houden dat de motivatie hiertoe niet zo sterk is als de natuurlijke drang van de koe om te drinken en te vreten. Ook is het zo dat dieren in een veestapel niet graag alleen dingen doen, maar liever gezamenlijk. Normaal gesproken rusten en eten ze samen. Deze kennis is van groot belang bij het ontwerpen van een melkstal.

Ook is de interactie tussen de melker en de koe een cruciale factor bij de efficiëntie van het melkveemanagement. Naast het gedrag van de veehouder zijn ook "hand- en armcommunicatie" en "vocale communicatie" tussen mens en dier zeer belangrijk om een vertrouwdsband te creëren. Het is belangrijk voor de dieren om een positieve en veilige interactie met de veehouder te bemerken. Dieren die agressief worden behandeld zijn bang voor mensen en die angst wordt vaak veroorzaakt door onzekerheid.

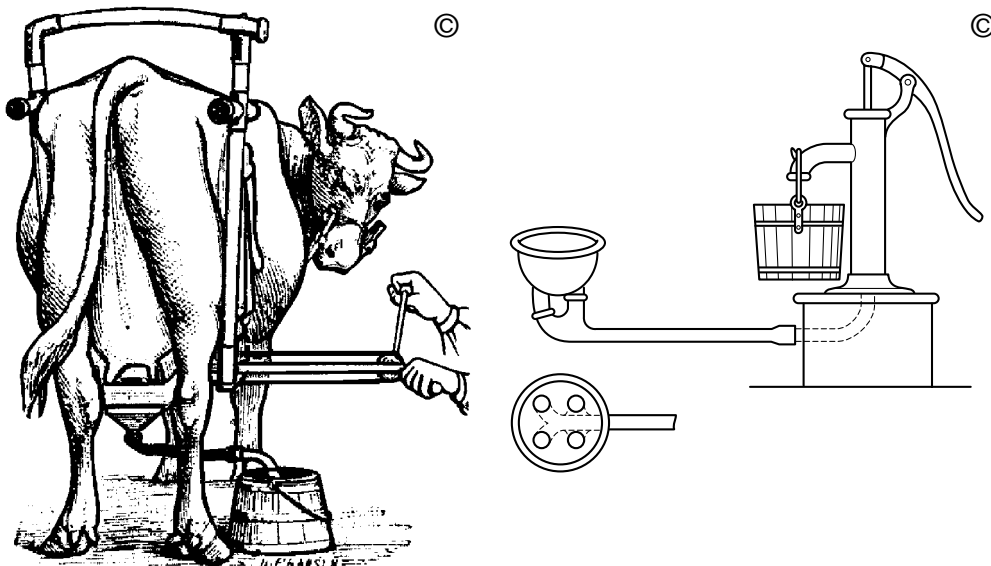
Het gedrag van de veehouder kan directe economische gevolgen hebben. Experimenten hebben zelfs uitgewezen dat dieren die op een prettige manier worden behandeld, op jaarbasis meer melk geven. De handelingen van de veehouder in de melkstal tijdens het melken (het aanraken van de koeien door ze te aaien) kunnen de koe aanmoedigen om gemakkelijker de melkstal binnen te komen en het zorgt ervoor dat ze minder stress hebben, waardoor ze de melk beter laten schieten. Ook het stemgebruik heeft invloed op de productie van de koe. Het bleek dat de veehouder van de hoogproductieve veestapels veel meer tegen de koeien praatte dan de veehouder van de laagproductieve veestapels. Het praten "met" in plaats van het praten "tegen" de koeien werd in verband gebracht met hoogproductieve koeien.

Tegenwoordig is het niet ongewoon dat dieren in een veestapel min of meer afwijkend gedrag laten zien, zoals rollen met de tong of het bijten op buizen. Dit kan het resultaat zijn van te weinig activiteit voor de dieren en te weinig mogelijkheden om hun normale gedrag uit te voeren zoals het zoeken naar voedsel. Koeien die in de weide lopen vertonen dit stereotype gedrag niet. Vaker voeren, het aanbieden van meer ruwvoer en misschien het verhogen van het aantal melkbeurten zijn voorbeelden om deze problemen te verminderen.

Samengevat zijn kennis van het gedrag van het dier, van sociale interacties en van de psychologische behoeften van het dier van groot belang voor een hoge en efficiënte melkproductie. Uitgebreide kennis op dit gebied is nodig voor het verbeteren van het koeverkeer van en naar de melkstal en het voerstation, om de koeien te leren de robot in te gaan enz. Het beter begrijpen van het dier zal zonder twijfel veel invloed hebben op de diergezondheid, het dierlijk welzijn en op de productie.

V. Eisen aan de melkapparatuur

De melkmachine is ontworpen om het zware werk van het handmelken te verminderen. De oude Egyptenaren probeerden buisjes in de tepelkanalen te stoppen om het melken mogelijk te maken. Maar het duurde nog tot 1830 voordat de eerste melkmachine verscheen. Daarna volgde technische ontwikkeling. Verschillende types melkmachines en melkprincipes werden getest. Er werden machines ontworpen die het handmelken nabootsten. De machine die het meeste succes had, was de machine die gebaseerd was op het zuigprincipe. In 1851 werd voor het eerst het gebruik van vacuüm geïntroduceerd en daarna kwam de ontwikkeling van de tepelbeker met één kamer op gang. In 1905 werd de tepelbeker met twee kamers ontworpen en werd er een melkmachine gepresenteerd die vergelijkbaar is met de melkmachines van tegenwoordig. (Illustratie 29)



Illustratie 29.
De melkmachine ontworpen door Jens Nielsen 1892 (links) en de melkmachine ontworpen door Anna Baldwin 1879 (rechts) (Uit T. Jansson. *The development of the milking machine*, 1973).

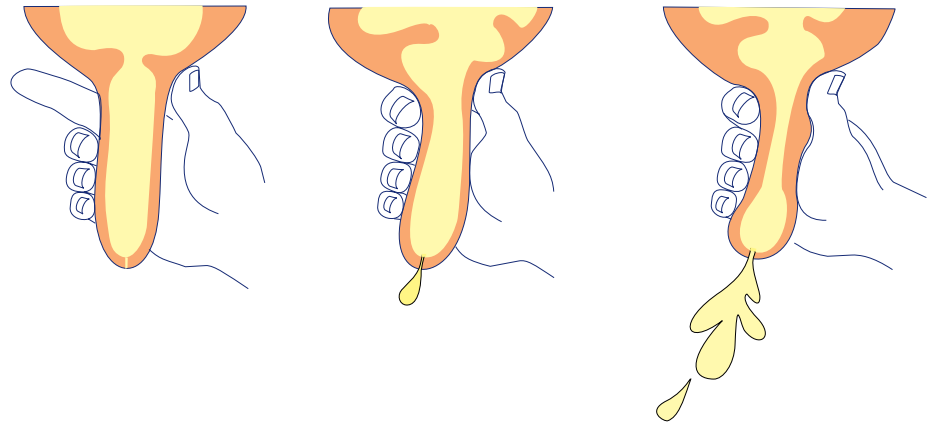
Biologische eisen aan de melkmachine

Welke eisen stellen we aan de melkmachine? Toen de eerste melkmachine werd ontwikkeld was de eis zowel een efficiënte verwijdering van de melk zonder schade aan de spenen te veroorzaken, als een hulpmiddel voor de veehouder om het zware werk te verlichten. Om aan deze eisen te voldoen, is de ontwikkeling van de melkmachine een klus die meerdere disciplines vereist en waarbij biologen, ingenieurs en veeartsen samenwerken.

Welke invloed heeft de melkmachine op de speen? Het principe van machinaal melken verschilt van het principe van handmatig melken of zogen van een kalf. Tijdens het handmelken wordt de melk naar buiten gedrukt, terwijl bij het zuigen de melk voornamelijk naar buiten gedrukt wordt, maar ook in bepaalde mate naar buiten wordt gezogen. Tijdens het machinaal melken wordt de melk naar buiten gezogen door een drukverschil tussen de binnenkant van de uier en de tepelvoering. (Illustratie 30a, b, c)

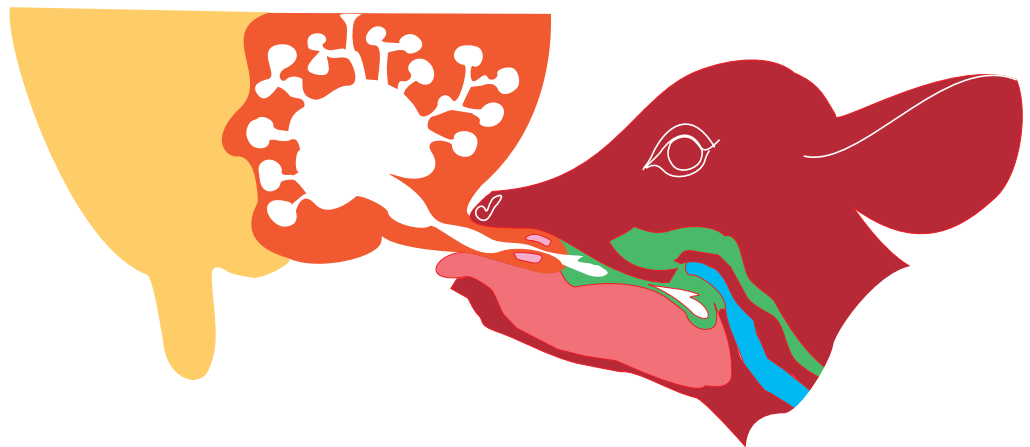
Biologische eisen aan de melkmachine

*Illustratie 30a.
Tijdens handmatig
melken wordt de melk
naar buiten geduwd.*

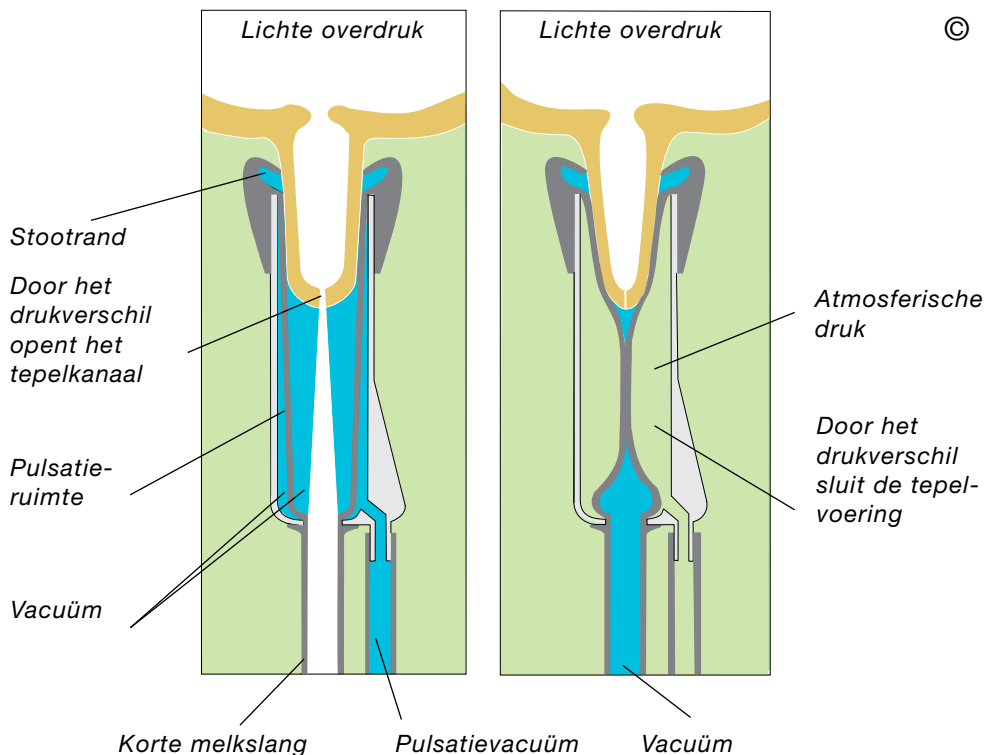


Als er constant aan de speen zou worden gezogen, zouden bloed en lymfe zich opeenhopen in de speen. Daarom is de melkmachine zo ontworpen dat het zuigen onderbroken wordt door ritmische bewegingen (openen en sluiten) van de tepelvoering. Zodoende worden de spenen blootgesteld aan massage en wordt ophoping in de speenpunt voorkomen.

*Illustratie 30b.
Tijdens het zuigen wordt
de melk voornamelijk
naar buiten geduwd en
in bepaalde mate naar
buiten gezogen.*



Alle onderdelen van de melkmachine moeten gezien worden als vitale onderdelen van het gehele systeem. Wat is bijvoorbeeld het belang van het maken van een tepelvoering die optimaal functioneert als de pulsatiefrequentie, het vacuümniveau of de afmetingen van de melkslangen niet juist zijn? Om een betere kennis van het systeem te krijgen bespreken we in het kort het belang en de vereisten van de verschillende onderdelen.



Illustratie 30c.
Tijdens machinaal melken wordt de melk uit de speen gezogen.

Tepelvoering

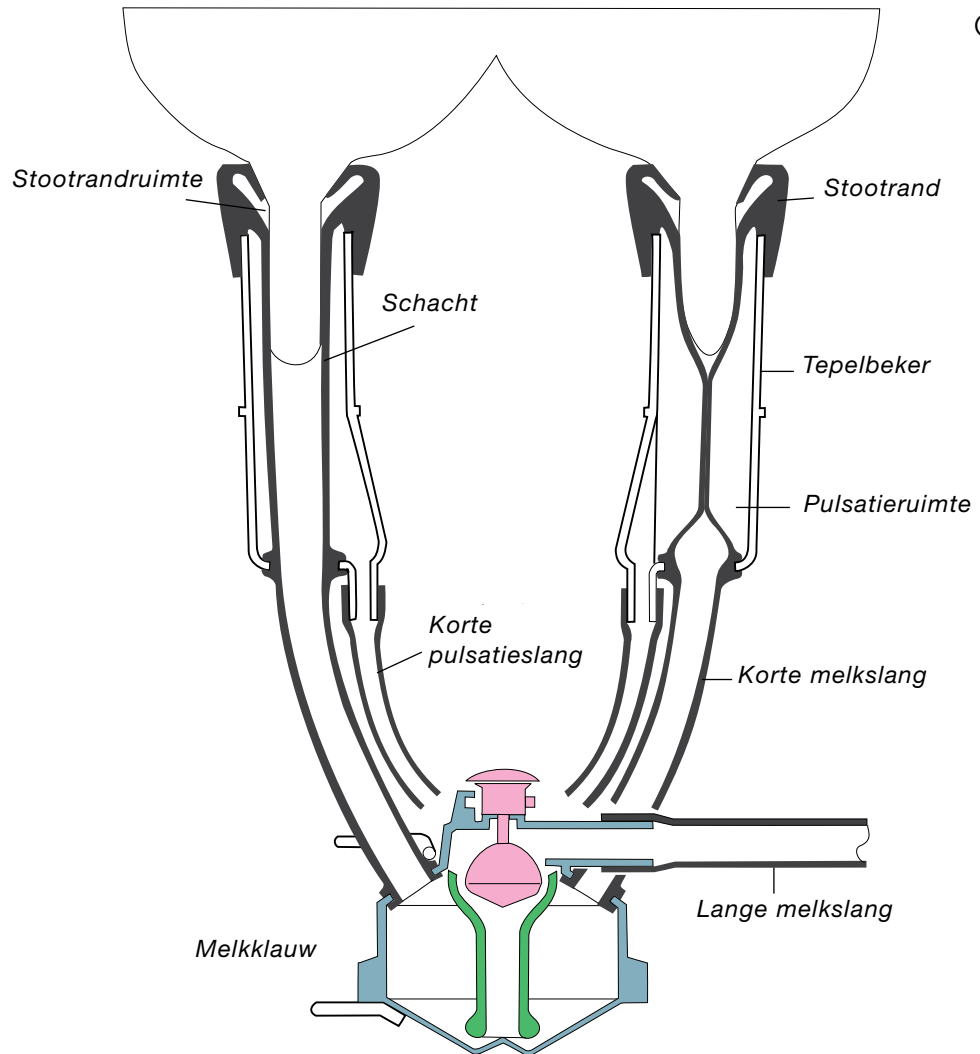
Het melkstel bestaat uit vier tepelbekers (elk met een beker, een flexibele tepelvoering en een korte pulsatieslang), een melkklauw, een lange melkslang en een lange pulsatieslang (Illustratie 31). De tepelvoering bestaat uit een kop, een schacht en een korte geïntegreerde melkslang (Illustratie 32). De tepelvoering is het enige onderdeel van de melkmachine dat in direct contact komt met de koe. Daarom is het ontwerp van de tepelvoering erg belangrijk voor een optimaal melkresultaat en optimale speenbehandeling. Resultaten van vergelijkbare onderzoeken wijzen uit dat het ontwerp van de tepelvoering de melkarakteristieken meestal meer beïnvloedt dan welke andere machinefactor ook. Het ontwerp van de tepelvoering kan factoren beïnvloeden als melktijd, speenbehandeling, uiergezondheid, restmelk en luchtzuigen. Tepelvoeringen moeten ontworpen zijn om een luchtdichte afdichting te leveren aan beide uiteinden van de beker. En ze moeten zo ontworpen zijn dat de stootrandopening en de schacht precies om de speen passen, zodat de kans dat het melkstel afzakt minimaal is. Het moet snel en zo compleet mogelijk uitmelken en het aantal verwondingen en ophoping verminderen.

Er zijn enorm veel verschillende soorten tepelvoeringen verkrijgbaar, die allemaal aan deze voorwaarden proberen te voldoen. De stootrandopening van de tepelvoering varieert bijvoorbeeld van 18 tot 27 mm en de diameter van de schacht varieert van 20 tot 28 mm. De reden waarom de ontwerpen van de tepelvoeringen zoveel verschillen is hoofdzakelijk omdat er veel variatie is in speengrootte en speenvorm onder de verschillende rassen. Maar de verschillen in grootte binnen een veestapel zijn vaak groter dan de gemiddelde verschillen tussen de meeste veestapels en rassen.

Tepelvoering

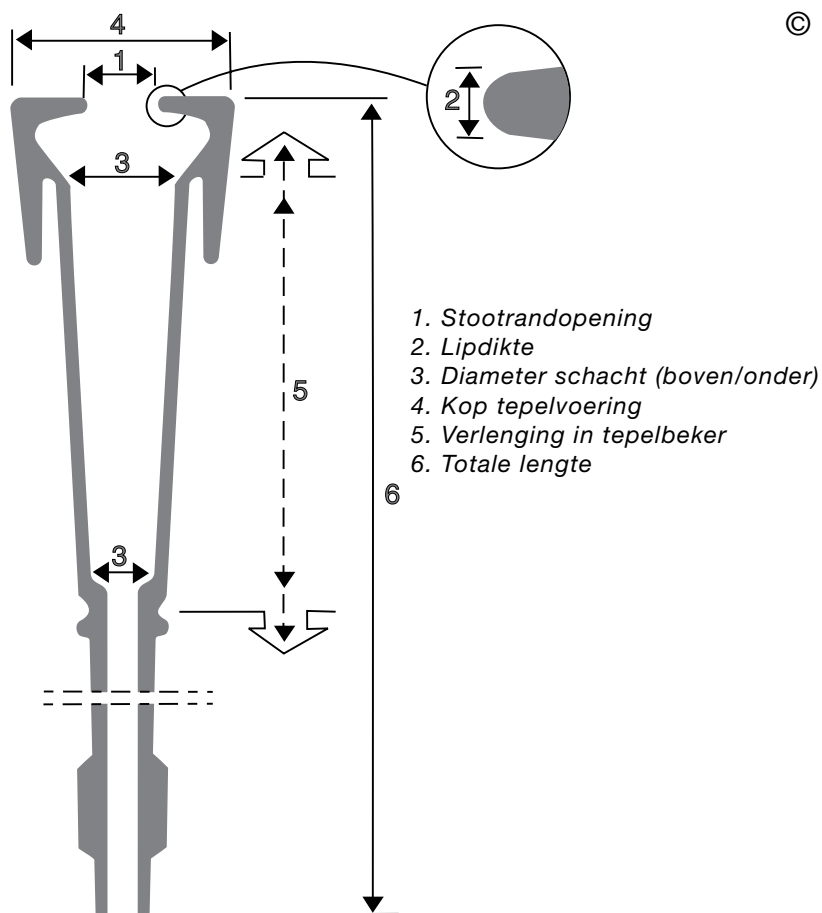
Het is belangrijk om te weten dat als de tepelvoering te kort is, de schacht niet genoeg ruimte heeft om samen te trekken onder de speen, wat leidt tot inefficiënt melken. Een te grote tepelvoering zorgt ervoor dat het melkstel kan afglijden.

Illustratie 31.
Tepelbekers en melk-
klauw en de verschillen-
de onderdelen.



Naast de verschillende soorten tepelvoeringen, is er ook een groot verschil in materialen. Tepelvoeringen kunnen gemaakt zijn van natuurlijk, synthetisch of siliconenrubber. Natuurlijk rubber gaat minder lang mee door het contact met vet. Daarom worden vaak synthetische rubbers of een mengsel van synthetische en natuurlijke rubbers gebruikt.

De tepelvoering moet extreme druk kunnen weerstaan. Elke seconde trekt hij samen wat neerkomt op meer dan 400.000 keer per maand en hij wordt meer dan 20% van zijn originele lengte uitgerekt. Daarom wordt regelmatige vervanging aanbevolen om een optimale elasticiteit van de tepelvoering te kunnen garanderen.



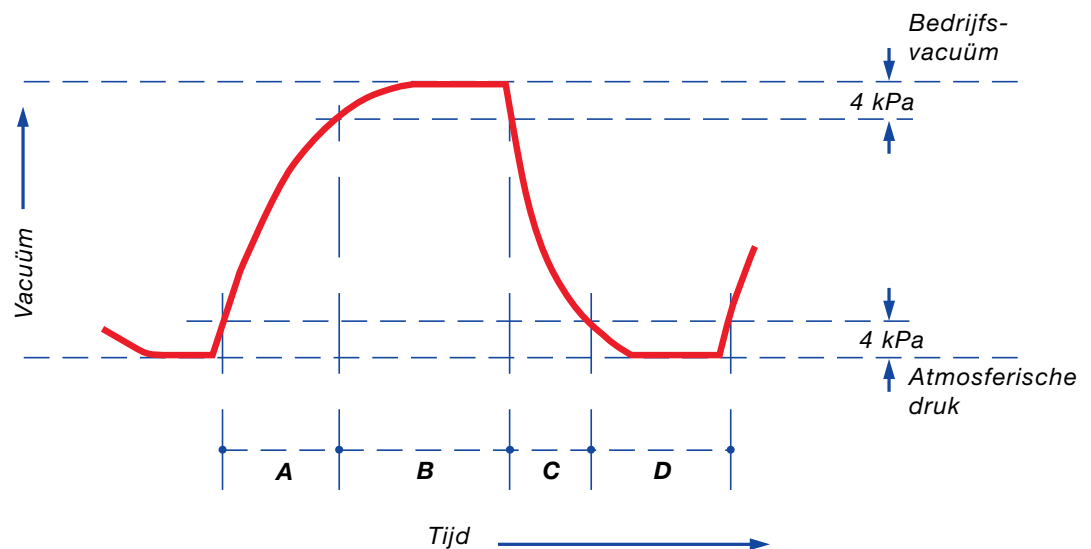
©

Illustratie 32.
 Dwarsdoorsnede van
 een tepelvoering.

In principe rekt een speen, wanneer deze in de open tepelvoering komt, onder invloed van het vacuüm, op tot 140 - 150% van de lengte die hij had tijdens het voormelken. Tijdens de eerste paar seconden van het melken verplaatst de speen zich verderop in de tepelvoering. Hierna beweegt de speen niet verder, totdat de melkstroom stopt in dit kwartier. Aan het einde van het melken kruipt de tepelvoering soms wat omhoog langs de speen en belemmert daarbij de melkdoorstroming van de boezem naar de speen. Dit verschijnsel zal op de lange termijn een negatief effect hebben op de melkproductie door het slechte uitmelken van de laatste melk van de koe.

Verschillende factoren hebben invloed op de diepte van de penetratie door de speen. Deze factoren hebben betrekking op de speen, het vacuüm, de tepelvoering, het melkstel en wrijving tussen tepelvoering en speen. Optimale penetratie door de speen wordt bereikt als al deze factoren samenwerken. De beweging van de tepelvoering tijdens een pulsatiecyclus zorgt voor melkverwijdering en uiermassage. De pulsatiecyclus kan onderverdeeld worden in vier verschillende fasen: a, b, c en d. (Illustratie 33)

Illustratie 33.
Pulsatiecyclus:
a=openingsfase,
b=melkfase,
c=sluitfase,
d=massagefase.



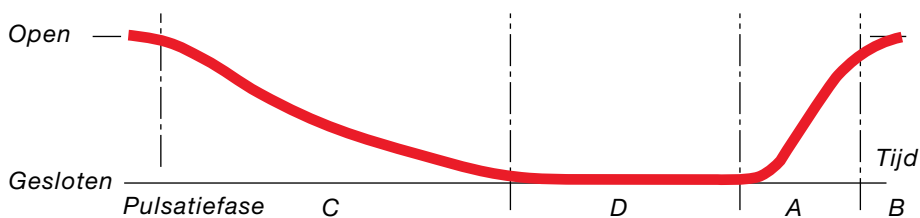
Tijdens fase a, de openingsfase, opent de tepelvoering zich, waardoor de melkstroom vanuit de speen op gang komt. Tijdens fase b, de melkfase, blijft de melk stromen. In de volgende fase, fase c, begint de tepelvoering zich te sluiten en kan de melk niet meer uit de speen vloeien. Tijdens de laatste fase, fase d, de massagefase of rustfase, blijft de tepelvoering dicht.

Om een optimale melkefficiënte en goede uiergezondheid te bereiken moet de rustfase minstens 15% van de pulsatiecyclus zijn of 150 ms. De beweging van de wand van de tepelvoering wordt op een zodanige manier beïnvloed door de melkstroom, dat hoge melkstromen in relatie staan tot een kortere massagefase, wat op langere termijn de uiergezondheid beïnvloedt. Onderzoek heeft geresulteerd in een Harmony[®] tepelvoering, waarbij de massagefase bijna niet wordt beïnvloed door de melkstroom. (Illustratie 34)

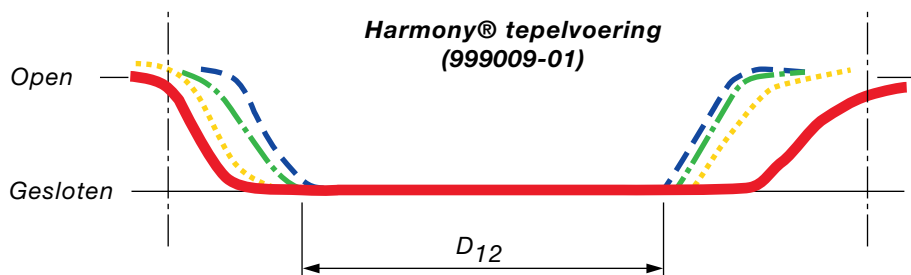
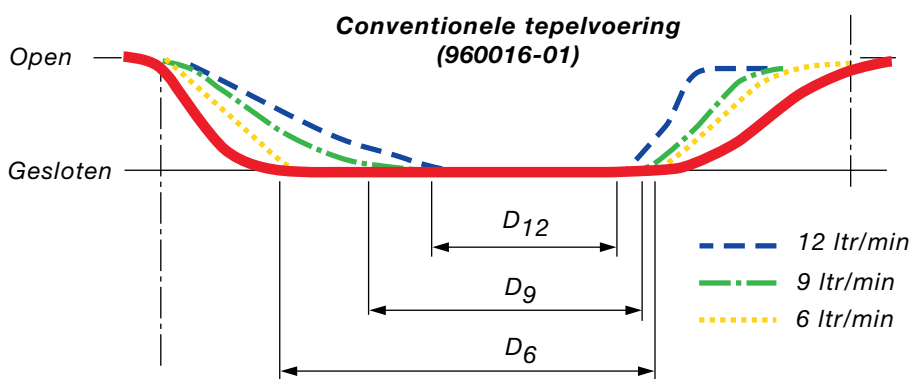
De bewegingen van de tepelvoering zijn ook van cruciaal belang tijdens het begin en het einde van de melkbeurt als de melkstroom laag is.

De kracht die uitgeoefend wordt bij het samentrekken van de tepelvoering, zorgt ervoor dat het tepelkanaal zich sluit. Om de uitzettende druk in de bloedvaten te voorkomen, wordt een druk van ongeveer 10kPa op de speen aanbevolen bij een situatie waar het drukverschil ongeveer 50kPa is. Naast het vacuüm en drukverschillen speelt ook de tepelvoering een belangrijke rol voor de efficiënte van de massage. Bij een lager vacuüm wordt een zachte tepelvoering aanbevolen en bij hoog vacuüm een stuggere.

Conclusie is dat voor het behoud van goede speencondities en optimale melkprestaties, de afmeting van de tepelvoering bij de koeien in de veestapel moet passen. Ook moet de tepelvoering geschikt zijn voor het vacuüm van de installatie en van de melkleiding. De tepelvoeringen moeten onder matige druk worden aangesloten en ze moeten een relatief zachte stootrand hebben. Om de goede werking te behouden, moeten de tepelvoeringen na 2.500 melkbeurten of na 6 maanden worden vervangen, wat het eerst voorkomt. Sommige tepelvoeringen bevatten bestanddelen die een levensduur van 1.000 tot 1.200 melkbeurten hebben.



Illustratie 34.
Beweging van de wand van de tepelvoering in relatie tot de melk-stroom.



Tepelbeker

Melkklauw

*Illustratie 35.
Selectie van verschillende
soorten melkklauwen*

Tepelbeker

De tepelbekers worden meestal gemaakt van roestvaststaal. Maar de laatste decennia zijn er ook ontwerpen van kunststof op de markt gebracht. De eisen aan de tepelbekers zijn dat de beker een vorm moet hebben die aansluit bij het ontwerp van de tepelvoering. Het moet gemakkelijk te hanteren zijn tijdens het melken en het moet gemaakt zijn van materiaal dat bestand is tegen een ruwe behandeling, bijvoorbeeld tegen het schoppen van koeien. Om het gewicht van het melkstel te optimaliseren, moet ook het gewicht van de tepelbeker hierop aangepast worden.

Melkklauw

De melkklauw verbindt de korte pulsatieslang en de korte melkslang van de vier tepelbekers met respectievelijk de lange pulsatieslang en de lange melkslang. Er zijn verschillende melkklauwontwerpen op de markt, uitgevoerd in verschillende materialen, volumes (50-500 ml), luchtinlaatopeningen en ontwerpen. (Illustratie 35)



MC3



MC5



MC7



MC9

Er worden veel eisen aan de melkklauw gesteld. De melkstromsnelheden van hoogproductieve melkkoeien worden steeds hoger, wat betekent dat de melkklauw grotere hoeveelheden melk te verwerken krijgt. De melkklauw moet kruisbesmetting tussen verschillende kwartieren van dezelfde koe voorkomen. Een manier om dit te bereiken is door het gebruik van gescheiden kwartierkamers of terugslagkleppen. De luchtinlaatopening naar de melkkamer helpt bij het verwijderen van melk uit het melkstel. De omvang en de capaciteit van de opening zijn van groot belang bij het melken van hoogproductieve koeien die snel melken.

Een goed voorbeeld van een melkklauw die erin geslaagd is om te voldoen aan vele eisen is de Harmony® klauw. In deze klauw zijn de vacuümschommelingen ondanks een hoge melkstroom laag, omdat de melk vanaf de bodem via een opzuigbuis door de bovenkant van de klauw verdwijnt. Dit betekent dat er in de melkklauw altijd ruimte over is die niet gevuld is met melk, wat als extra buffervolume voor het vacuüm dient. Zodoende wordt de melk continu uit de klauw verwijderd en wordt de melk op een zachtaardige manier behandeld, zodat er geen verhoging ontstaat van vrije vetzuren.

Melkstel

Het melkstel bestaat uit vier tepelbekers die elk een tepelvoering bevatten en die allemaal verbonden zijn aan de melkklauw. De speciale eisen aan het melkstel zijn om het juiste gewicht te hebben om namelk, luchtzuigen en afvallen van het melkstel te voorkomen. Een zwaar melkstel zorgt meestal voor minder namelk, maar juist voor meer luchtzuigen en afvallen van het melkstel. Om het gewicht van het melkstel te verhogen maken sommige fabrikanten de melkklauw zwaarder, terwijl anderen de tepelbekers verzwaren. De meest ideale situatie is als de tepelbekers het zwaarst zijn om een meer gelijkmatige gewichtsverdeling over de vier kwartieren te bereiken. Maar van alle onderdelen in het melkstel hebben de lange melk- en pulsatie-slangen het meeste effect op de verdeling van het gewicht. Dit omdat onjuiste positionering van de slangen de gewichtsverdeling uit balans kan brengen.

Bij het Harmony® concept is het gewicht van het melkstel laag, zowel van de tepelbekers als van de melkklauw. Dit verbetert de ergonomische situatie voor de melker. Ook is er veel onderzoek gedaan om de beste tepelvoering te vinden die goed functioneert met een lichtgewicht melkstel en die in die combinatie nog steeds voldoende melkprestaties garandeert. Deze overweging heeft ook tot een grotere uitlaatopening van de korte melkslang geleid en tot een grotere diameter van deze slang.

Melkstel

Vacuüm en pulsatie

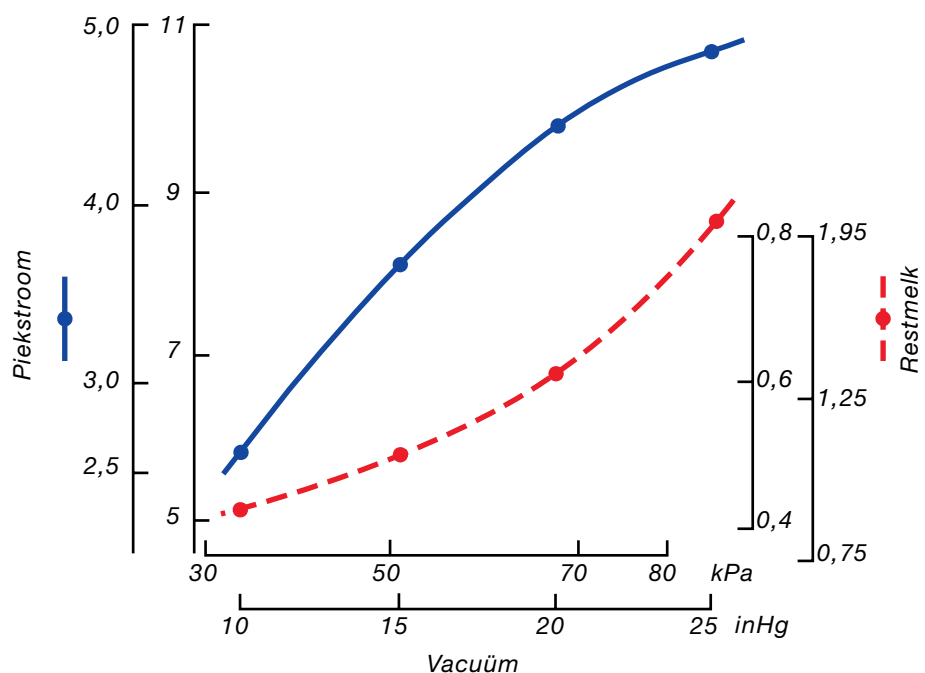
Vacuüm en pulsatie

Hoe beïnvloeden vacuüm, pulsatieverhouding en pulsatiefrequentie de efficiëntie van het melken?

De ervaring is dat vacuümniveaus boven de 50kPa weinig tot geen voordelen bieden met betrekking tot het efficiënt melken. Zoals op illustratie 36 te zien is, nemen zowel de piekstromsnelheid als de hoeveelheid restmelk toe bij een hoger vacuümniveau. Door de kans op hyperkeratose/verechting van het slotgat en de daaraan gerelateerde verhoogde kans op door de machine veroorzaakte ophoping en oedeem, is het zeer belangrijk om voor elk melksysteem het optimale vacuümniveau te vinden.

Bij een melkinstallatie met laagliggende leidingen bijvoorbeeld, is een vacuümniveau van ongeveer 42kPa vergelijkbaar met een vacuümniveau van 50kPa bij een installatie met hoogliggende leidingen. Om mastitis te voorkomen, is het handhaven van een stabiel vacuüm van groot belang. Daarom moeten cyclische vacuümschommelingen verminderd worden, bijvoorbeeld door de luchtinlaat in de klauw te reguleren, door het tepelvoeringsontwerp te verbeteren om luchtzuigen te voorkomen en natuurlijk door de tepelbekers rustig af te nemen na het melken.

Illustratie 36.
Het effect van het vacuümniveau op de piekstromsnelheid (doorgetrokken lijn) en hoeveelheid restmelk (onderbroken lijn) (Uit Mein, In Machine milking and lactation, ed Bramley et al, 1992).



Pulsatieverhouding %	Pulsatiesnelheid			
	40	80	120	160
50	100	108	127	137
67	123	136	142	141
75	134	142	141	140

De pulsatiesnelheid en -verhouding zijn parameters die ook de melkcarakteristieken zoals melkstroom en melktijd beïnvloeden. Door een verhoging in de pulsatiesnelheid tot 160 cycli/min neemt de piekstromsnelheid, afhankelijk van de pulsatieverhouding, toe. Ter vergelijking, een kalf zuigt met een frequentie van 120 cycli/min. Als de verhouding verhoogd wordt tot ongeveer 80%, volgt er een daling in de piekstroom, waarschijnlijk veroorzaakt door onvoldoende druk op de speen.

Een aanbeveling voor een effectieve pulsatie is dat de tepelvoering op z'n minst 15% van de pulsatiecyclus volledig afgesloten moet zijn om ophoping, die veroorzaakt wordt door het vacuüm, te voorkomen. Uit onderzoek blijkt dat de optimale pulsatieverhouding 65:35 is, bij een pulsatiefrequentie van 60 cycli/min.

Ergonomie

De eisen aan de melkapparatuur en de melkstal moeten vanuit ergonomisch oogpunt gezien hoog zijn, omdat het houden van melkvee een van de zwaarste activiteiten is binnen de agrarische sector. Onder veehouders komen soms problemen voor met betrekking tot de motorische organen. Melkveehouders hebben dan vaak problemen met de schouders, ellebogen, onderrug, heupen, knieën, handen en handgewrichten.

De ontwikkeling begon met het vervangen van emmerinstallaties door melkleidinginstallaties, wat een enorme vooruitgang was voor de werksituatie van de veehouder. Ook werd in de tachtiger jaren de automatische melkstelafname geïntroduceerd. Vanaf die tijd is de ontwikkeling voortgegaan en zijn er veel nieuwe producten bijgekomen. Het Harmony® concept is een lichtgewicht melkstel dat gemakkelijk in het gebruik is. Vergeleken met een traditioneel melkstel, is het gewicht van het Harmony®, melkstel verminderd met meer dan 40%. De belasting voor de melker is hierdoor teruggebracht en de melktijd afgenomen.

In de melkstal is automatische afname zeer gebruikelijk, evenals de "service-arm". Tegenwoordig is het ook mogelijk om een verstelbare vloer (Comfloor) in de melkstal te plaatsen die aangepast kan worden aan de lengte van de melker.

Met een melksteldraagarm voor in de 30 graden melkstallen wordt het gehele gewicht van het melkstel en de melkslangen gedragen door de draagarm. Dit zorgt voor een maximale ontlasting van de melker tijdens het aansluiten van het melkstel.

Tabel 4.
De effecten van variërende pulsatiesnelheden en -verhoudingen op de piekstromsnelheid* (Uit Mein, In Machine milking and lactation, ed Bramley et al, 1992).

* Vergelijkende piekstromsnelheden voor een groep koeien die gemolken is met een vacuüm van 51kPa (15 in HG). De resultaten zijn uitgedrukt in percentages van de piekstromsnelheid verkregen bij een pulsatiesnelheid van 40 cycli/min en een pulsatieverhouding van 50%. Dat wil zeggen dat de tepelvoering 50% van elke pulsatiecyclus meer dan half open is tijdens testen met afgesloten tepelvoeringen.

Ergonomie



VI. DeLaval concepten

Melkstroomgestuurd melken

Bij het ontwikkelen van melkmachines is het belangrijk de fysiologie achter het melkafgifteproces te begrijpen. Zoals hiervoor besproken, moet een goede melkmachine de uier zo efficiënt mogelijk leegmelken en daarbij zorgen voor een goede speenstimulatie zonder schade te veroorzaken aan de spenen. Een manier om aan deze eisen te voldoen is door melkstroomgestuurd te melken.

Zowel tijdens de eerste seconden, als aan het einde van de melkbeurt is de melkstroom laag, slechts een paar honderd gram melk per minuut. Tijdens de hogemelkstroombestand, bereikt de melkstroom waarden van 3 tot 6 kg melk per minuut. Het vacuümniveau van het systeem wordt meestal op een constant niveau gehouden tijdens het melken. Maar ideaal is een melkmachine die zich tijdens het hele melkproces aanpast aan de variatie in melkstroom en aan de verschillende kwartieren.

Het unieke melkstroomgestuurde Duovac melksysteem zorgt ervoor dat de melkprocedure wordt aangepast aan de fysiologie van de koe. Als er geen melkstroom is, masseert Duovac zachtjes de spenen, waarbij het gebruik maakt van een laag vacuümniveau om de melkafgifte te stimuleren. Zodra de melkstroom op gang komt, schakelt het systeem over van stimulatiefase naar melkfase met een normaal vacuümniveau. Hierdoor wordt de koe snel en compleet uitgemolken. Als de melkstroom weer afzwakt, schakelt Duovac terug naar een laag vacuüm: de namelkfase. Er wordt een visueel signaal gegeven wanneer het melkstel afgenomen kan worden. Bij Duovac in combinatie met automatische afname zal het melkstel, na een vooraf ingestelde namelkfase, worden afgenomen.

Werking van Duovac™

Het Duovac systeem is melkstroomgestuurd melken, inclusief de drie verschillende melkfases, de voormelkfase de hoofdmelkfase en de namelkfase (Illustratie 37).

Tijdens de voormelkfase is het vacuüm 33kPa en de pulsatieverhouding 30:70 met 50 cycli per minuut. Zodra de melkstroom boven de limiet uitkomt (gekozen kan worden uit 200-600 gr/min) schakelt het vacuümniveau over naar een hoog niveau en veranderen de pulsatieverhouding en -snelheid. Als de melkstroom de limiet niet binnen een bepaalde tijd bereikt, schakelt de MPC automatisch over op de melkfase. Dit kritieke moment kan worden aangepast aan de eisen van elke individuele veestapel.

De namelkfase begint als de melkstroom onder de vooraf ingestelde limiet komt. De lengte van de namelkfase kan variëren tussen de 5 en de 30 seconden, afhankelijk van de vooraf bepaalde tijdsduur.

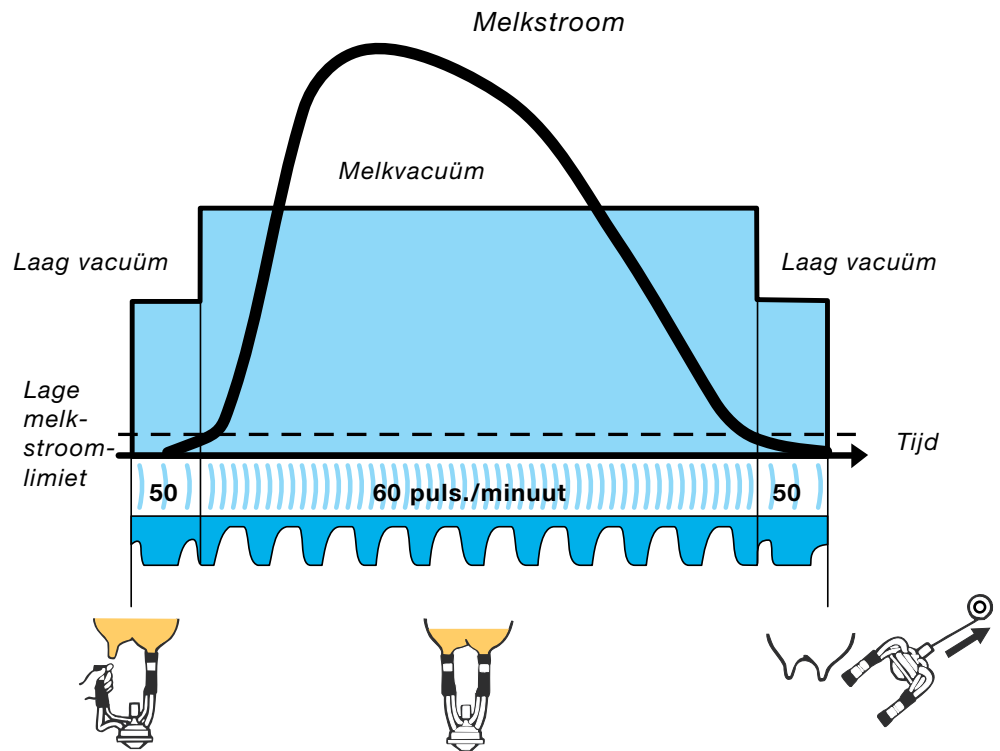
Als de hoge melkstroom na vijf seconden terugkeert, schakelt de MPC weer terug naar de melkfase. Het voordeel van deze manier van gecontroleerd melken is dat het melken op een vriendelijker manier gebeurt.

Melkstroomgestuurd melken

Werking van Duovac™

Er wordt gebruik gemaakt van een elektronisch gestuurde pulsator. Dit garandeert een exacte en veilige pulsatie voor snel melken en goede uiergezondheid.

Illustratie 37.
Het principe van Duovac.



De MPC voorziet de veehouder van de actuele melkgegevens op het display. Informatie over melktijd, melkstream en melkgift wordt aangeduid. De gegevens kunnen worden gebruikt als hulpmiddel bij het voermanagement en als indicatiemiddel van variaties in de melkgift door tochtigheid of ziekte.

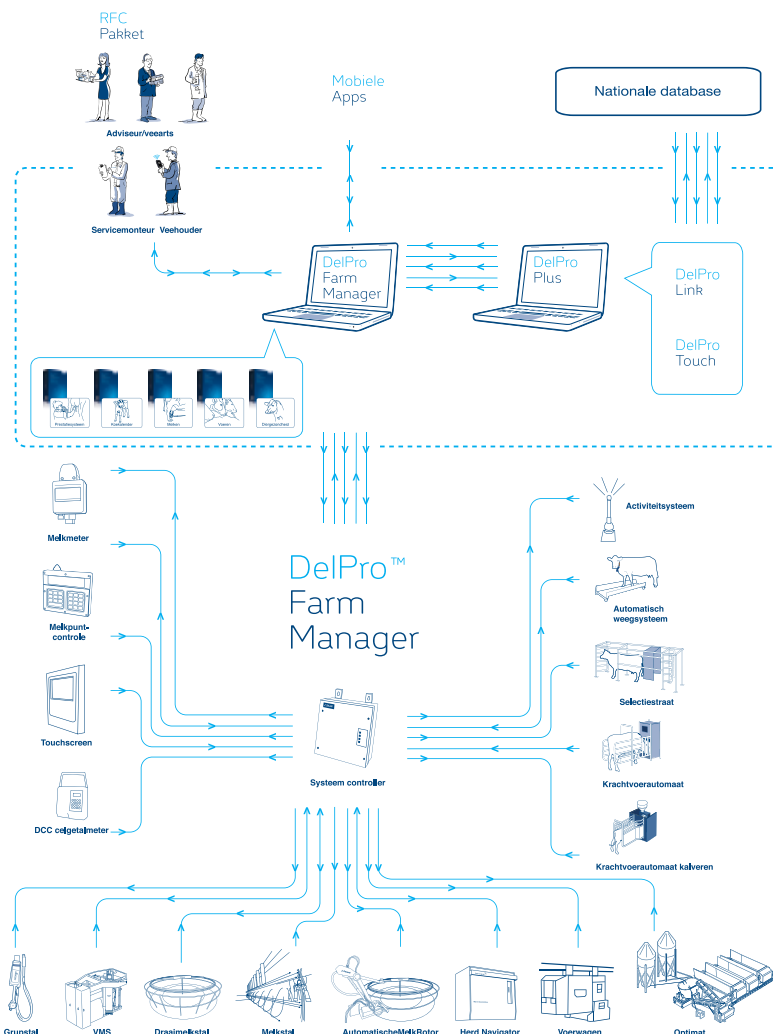
DelPro Farm Manager

DelPro Farm Manager is het managementpakket voor de ondernemer die op een centrale plek op zijn bedrijf zijn gehele bedrijfsvoering wil controleren, registreren en analyseren. Dit alles om het overzicht over het gehele bedrijf te bewaken. DelPro Farm Manager is uniek omdat het tot op heden het enige systeem is dat alle verschillende elementen van uw melkveebedrijf samen in een gecentraliseerd systeem brengt. Het biedt ongeëvenaarde dataopslag, rapportage en analysetools die de dagelijkse werkzaamheden op het bedrijf optimaal kunnen ondersteunen. (Illustratie 38)

DeLaval DelPro Farm Manager is opgebouwd uit:

- DelPro Hardware
De apparatuur van DeLaval centraal gekoppeld door de systeem controller
- DelPro Software
Voor het aansturen van de DelPro hardware die gekoppeld is aan de systeem controller en het uitvoeren van het dagelijkse management op uw bedrijf
- DelPro modules

DelPro Farm Manager



Illustratie 38.
DelPro Farm Manager is een hulpmiddel voor het complete management van de veestapel.

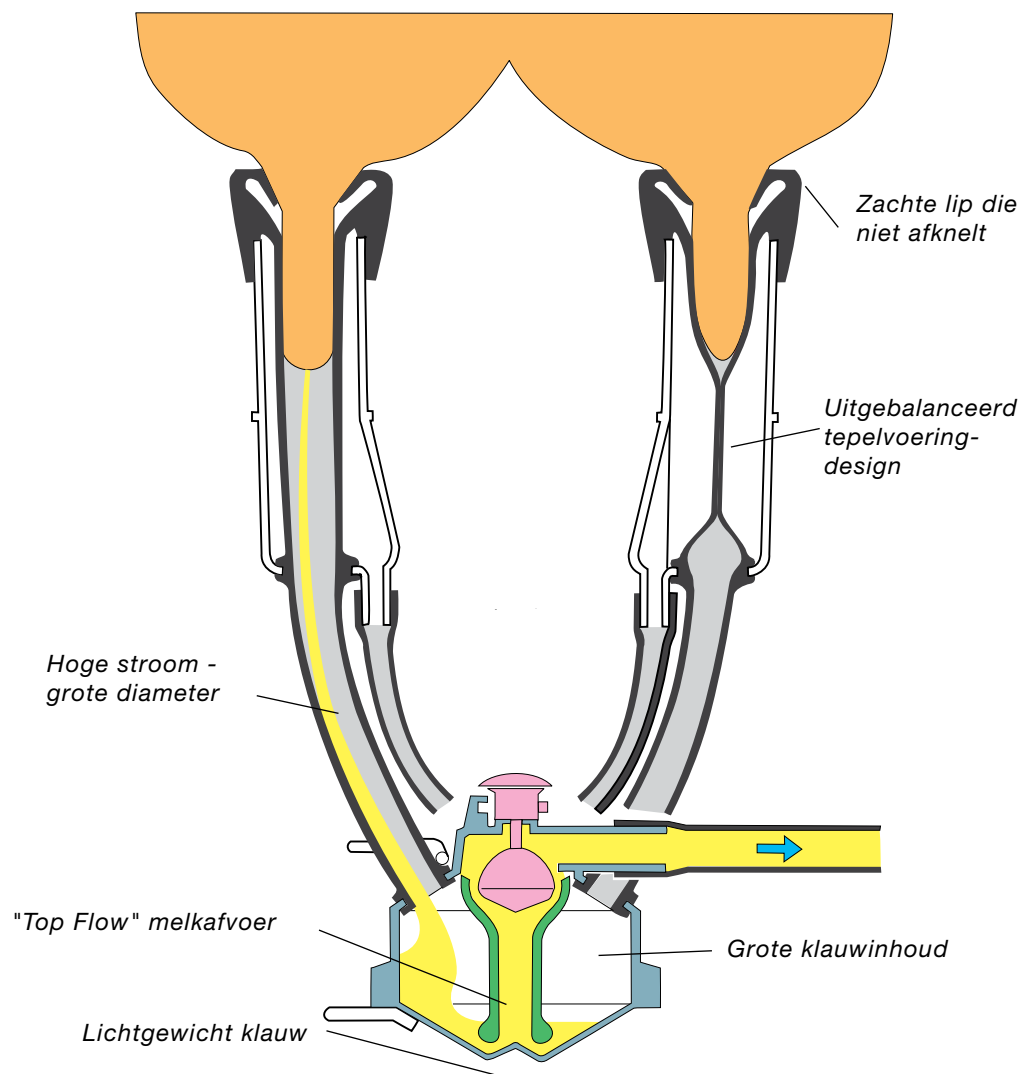
Harmony melkstel

Harmony melkstel

Het Harmony melkstel was ontwikkeld om een tepelvoering te vinden die het totale gewicht van de melkklaau significant zou verminderen en tevens om de werkomstandigheden voor de melkers te verbeteren. Ook werd een verbeterde melkprestatie en speenbehandeling vereist. Het resultaat was een melkstel met een gewicht dat 43% lager was dan normaal, waarbij de speenbehandeling en de vacuümstabiliteit onder de speen verbeterd waren en het risico op kruisbesmetting was verminderd.

Met andere woorden een melkstel dat alle factoren rondom het melken verbetert, zoals melkprestatie, ergonomie en uiergezondheid. (Illustratie 39)

Illustratie 39.
Harmony, het melkstel met unieke eigenschappen.



Automatisch melken

Een van de meest arbeidsintensieve en langdurige activiteiten op een melkveebedrijf is het melken. En omdat het melken minimaal 2 keer per dag plaatsvindt, het gehele jaar rond, is er een groeiende vraag naar automatische melksystemen. DeLaval heeft hiervoor het VrijwilligMelkSysteem VMS en de AutomatischeMelkRotor AMR.

Een AMS/VMS kent vele managementconcepten zoals koe-identificatie, melkmeting, melkstream en melktijd. Door diverse sensoren worden de verschillen in melksamenstelling gemeten en worden de spenen automatisch aangesloten en afgenomen. Het melkproces vindt nu plaats per individueel kwartier. Het is bekend dat ieder kwartier een andere melkstreamcurve heeft, een individuele melktijd en melkgift. (Illustratie 40, 41)

Het melken vindt 24 uur per dag plaats, onderbroken door korte reinigungsessies. Het systeem geeft de koeien meerdere keren per dag toestemming om gemolken te worden, afhankelijk van de optimale frequentie voor elke individuele koe.

Automatisch melken



Illustratie 40.
VrijwilligMelkSysteem
VMS



Illustratie 41.
AutomatischeMelkRotor
AMR

Literatuuropgave

- Biochemistry of lactation. 1983. T B Mepham, Elsevier, Amsterdam
- Eriksson, M. 1994. Neuroendocrine Mechanisms in the Control of Milk Ejection. Thesis, Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.
- J.Dairy Sci. Supplement, 1993
- Lactation. 1985. Ed. Bruce L. Larsson. Iowa State University Press/Ames.
- Lidfors, L. 1994. Mother - Young behaviour in cattle. Parturition, development of cow-calf attachment, suckling and effects of separation. Thesis. Department of Animal Hygiene. Swedish University of Agricultural Sciences, Skara Sweden.
- Machine Milking and Lactation. 1992. Insight books. Ed. A.J. Bramley, F.H. Dodd, G.A. Mein, J.A. Bramley.
- Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, Wageningen, Netherlands, EAAP publication 65, 1992. Ed. A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz and W. Rossing.
- Proceedings of the International Symposium, Prospects for Future Dairying: A Challenge for Science and Industry, Tumba, Sweden. 1995. Ed. O.Lind and K.Svennersten.
- Rasmussen, M.D. 1991. Malkning: betydningen af aftorning, formalkning og tidsintervallet indtil påsaetning af malkesaettet for ydelse, malkbarhed, maelke kvalitet og yversundhed. Thesis. Den Kgl. Veterinaer og Landbohøjskole, Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed.
- Redbo, I. 1991. Stereotypies in dairy cattle and their relation to confinement, production-related factors, physiological reactions, and adjoining behaviours. Thesis. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden.
- Sandholm. M., Honkanen-Buzalski, T., Kaartinen, L and Pyörälä, S. (eds), 1995. The Bovine udder and Mastitis. University of Helsinki.
- Svennersten, K. 1990. Central and Local Mechanisms Involved in the Control of Milk Production and Milk Let Down. Thesis, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden.
- Utfodringskonferens, 1995. SLU Info, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Uvnäs-Moberg, 1989 The gastrointestinal Tract in Growth and Reproduction, Scientific American.





Nederland

DeLaval BV
Oostermeentherand 4
8332 JZ Steenwijk
Tel. 0521 537 500
Fax 0521 537 501
e-mail: info.nl@delaval.com
www.delaval.nl

België

DeLaval N.V.
Industriepark-Drongen 10
9031 Gent
Tel. 09 280 91 00
Fax 09 280 91 30
e-mail: delaval.belgium@delaval.com
www.delaval.be

