

*Koemelk*

*Effecten van bewerkingen op  
gezondheid*



*Lucy van de Vijver  
Jan de Wit*

Dit onderzoek werd gefinancierd door het ministerie van  
LNV via BO-04 programma Biologische Landbouw  
(Cluster Biologische Veehouderij)

In Nederland vindt het meeste onderzoek aan biologische  
landbouw en voeding plaats in grote, voornamelijk door  
het ministerie van LNV gefinancierde  
onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door  
Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische  
Landbouw en Voeding in Nederland. Hoofduitvoerders  
van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR  
en Louis Bolk Instituut. De resultaten vindt u op de  
website [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl). Vragen en/of opmerkingen  
over het onderzoek kunt u per e-mail doorgeven aan:  
[info@biokennis.nl](mailto:info@biokennis.nl)

© 2009 Louis Bolk Instituut  
Koemelk – Effecten van bewerkingen op gezondheid  
Lucy van de Vijver, Jan de Wit  
Rapportnummer LV78  
31 december 2009  
[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

# *Inhoud*

Samenvatting	5
Summary	7
1 Inleiding	9
1.1 Vraagstelling	9
1.2 Afbakening	10
2 Consumptiemelk in Nederland	11
2.1 Consumptiegegevens van boerderijmelk	11
3 Veranderingen in de melk als gevolg van bewerking	13
3.1 Verhitting	13
3.2 Homogenisatie	14
3.3 Welke gezondheidseffecten kunnen op basis van bovengenoemde veranderingen verwacht worden ?	17
4 Gezondheidseffecten	19
4.1 Voedselveiligheid	19
4.2 Effect van melk bewerking op gezondheid	20
4.2.1 Eerste aanwijzingen voor waarde rauwe producten	21
4.2.2 Pasteurisatie	22
4.2.3 Homogenisatie	23
4.2.4 Effect van boerenmelk op astma, eczeem en hooikoorts	27
4.2.5 Samenvattende resultaten	28
5 Discussie	31
Literatuur	33
Bijlage 1	37
Bijlage 2	39



## *Samenvatting*

Een klein percentage van de melk die in Nederland wordt gedronken is onbewerkt. Alle melk die via winkels wordt verkocht wordt in ieder geval gestandaardiseerd en heeft een hittebehandeling (pasteurisatie of sterilisatie) ondergaan en de meeste melk is gehomogeniseerd. Toch zijn er consumenten die juist onbewerkte (rauwe) melk willen drinken, omdat de smaak wordt gewaardeerd of een positieve invloed op de gezondheid wordt verwacht. In deze literatuurstudie is onderzocht welke veranderingen melk ondergaat bij homogenisatie en hittebehandeling en welke gevolgen dit kan hebben voor de gezondheid van mensen. Ondanks de grote hoeveelheid verwijzingen en claims in grijze literatuur is er slechts weinig gedegen en goed gedocumenteerd onderzoek naar de gezondheidseffecten door verhitting en homogenisatie van melk gevonden.

Bewerking van melk heeft een duidelijke invloed op de samenstelling en de fysische structuur van de melk. Om voedselveiligheidsredenen wordt melk in Nederland verhit. Hierdoor worden de aanwezige bacteriën (zowel goede als schadelijke bacteriën) gedood. Daarnaast heeft verhitting invloed op o.a. denaturalisatie van eiwitten, groeihormonen, enzymen, immunoglobulines. Een tweede vorm van bewerking die, met uitzondering van de biologisch-dynamische melk, wordt toegepast is de homogenisatie. Hierbij veranderen de grote vetbolletjes (circa 3-5  $\mu\text{m}$ ) in de melk in een groot aantal kleine bolletjes (circa 1  $\mu\text{m}$ ). Hierdoor wordt oproming van het vet voorkomen. De bewerkingen van de melk hebben naast de beoogde effecten ook een aantal neveneffecten, die potentieel tot andere gezondheidseffecten kunnen leiden.

Als eerste is het duidelijk dat er altijd een risico aan de consumptie van rauwe melk zit. Rauwe melk bevat schadelijke bacteriën die door verhitting van melk grotendeels worden gedood. De voedselveiligheidsrisico's van rauwe melk kunnen vooral bij incidenteel gebruik en bij gevoelige personen niet worden uitgesloten, zoals die overigens ook bij gepasteuriseerde melk nooit geheel uit te sluiten zijn. Dit vraagt daarom altijd om speciale aandacht voor een goede hygiëne bij de verwerking en opslag van de rauwe melk, zoals het geldt voor alle niet bewerkte producten. Voor een regelmatig benoemd verband tussen de consumptie van rauwe melk en een verhoogd risico op de ziekte van Crohn zijn geen duidelijke aanwijzingen gevonden.

Duidelijk is wel dat, als gevolg van homogenisatie, veranderingen in de structuur van de melk optreden. Zo wordt het grensoppervlak tussen vetfractie en waterfractie 4-10 keer zo groot en bezetten allerlei andere (eiwit)complexen het oppervlak van de vetbolletjes, naast het oorspronkelijke Milk Fat Globule Membraan. Daarnaast leidt het homogeniseren van melk tot een makkelijkere verteerbaarheid. Dit is gunstig voor mensen met maagdarmklachten, maar het kan ongunstig zijn voor mensen met allergische aandoeningen.

Melkintolerantie en melkallergie zijn de aandoeningen waar het meest onderzoek naar is gedaan. Op basis van de veranderde samenstelling/structuur van bewerkte melk kan hier ook een effect verwacht worden, hetgeen bevestigd wordt in dierproeven. In kortstondige klinische trials bij mensen blijken deze effecten echter moeilijk aan te tonen. Mensen die van zichzelf hebben aangegeven niet tegen gehomogeniseerde melk te kunnen, blijken bijvoorbeeld bij blinde interventiestudies geen verschil in effect van gehomogeniseerde of niet-gehomogeniseerde melk te merken. Hiermee wordt de suggestie ontkracht dat rauwe melk per definitie beter verdragen wordt cq. minder allergische reacties oplevert dan bewerkte winkelmelk.

Verder zijn er geen bewijzen dat het drinken van melk in het algemeen het risico op hartklachten of diabetes verhoogt. Over de invloed van bewerking van melk op deze risico's kan geen uitspraak worden gedaan, omdat dit amper is onderzocht. Voor type 2 Diabetes is er wel een hypothese waarop een eventueel effect van gehomogeniseerde melk kan worden gebaseerd.

In een aantal grote populatiestudies is een duidelijk verband gevonden tussen het drinken van rauwe melk en een lager risico op eczeem, astma of andere allergische aandoeningen. Alhoewel de resultaten niet altijd volledig vergelijkbaar zijn tussen de verschillende studiepopulaties, duiden deze studies allen op een beschermend effect van rauwe melk. Gezien de (afwezigheid van) resultaten van de kortstondige klinische interventiestudies is dit mogelijke effect waarschijnlijk gerelateerd aan een effect van voedselconsumptie op de opbouw van het immuunsysteem. Om deze bijdrage van rauwe melk aan een robuuster immuunsysteem te testen, zullen langdurige en grote interventiestudies noodzakelijk zijn.

## Summary

A small percentage of the milk consumed in the Netherlands is raw, unprocessed milk. All milk distributed through shops and supermarkets are at least standardized and heat treated (e.g. pasteurized), and most of the consumption milk is homogenized. Yet, some consumers prefer to drink unprocessed, raw milk, because of its taste or expected positive health effect. In this report, the results of a literature research are presented. The changes in the milk as a result of processing and the potential effect of these changes on the health of humans are investigated. Although numerous references and claims have been made in the “grey literature”, there is only little scientifically sound research into this subject.

The processing of milk has a clear influence on the composition and the physical structure of the milk. Because of food safety reasons, all consumption milk in the Netherlands must undergo a heat treatment. Through heating the number of bacteria present in the milk (both beneficial and harmful bacteria) will be reduced. Further, heat treatment causes denaturalization of proteins, growth hormones, enzymes and immunoglobulines. A second form of processing, performed in all but biodynamic consumption milk, is homogenization. Through homogenization large fat globules (circa 3-5  $\mu\text{m}$ ) in the milk are distributed into a large number of small fat particles (circa 1  $\mu\text{m}$ ), thus preventing the fat to form a creamy layer on top of the milk. Both processing steps have, next to the wanted effects, also some unwanted effects, which potentially lead to health effects in the consumer.

First it is clear that the consumption of raw milk always implies a certain risk. Raw milk contains harmful bacteria, which will largely be killed during heating of the milk. The food safety risks of raw milk can, especially when used incidentally and in sensible persons, never be neglected, as this also can't be totally neglected in pasteurized milk. As for all raw food products, this requires special care and good hygiene when working and storing raw milk. For an increased risk of Crohn's diseases, commonly mentioned in association with the consumption of raw milk, the literature gave no clear answer.

Clear is though, that as a result of homogenization, changes in the structure of the milk arise. The surface between the fatty and the watery part of the milk increases 4 to 10 times and different (protein)complexes are attached to the surface of the fat globules, next to the original Milk Fat Globule Membrane. As a result, homogenization leads to a better digestibility. This seems to be beneficial for persons with intestinal problems, though it might be unfavorable for persons with allergic complaints.

Milk intolerance and milk allergy are disorders which have been most frequently investigated in relation to milk. On the basis of the change in composition/structure of processed milk, an effect on allergies could be expected. This effect is confirmed in animal studies. However, human clinical trials of short duration showed that these effects were difficult to demonstrate. In blinded interventions study persons, who themselves said to be allergic for homogenized milk, were not able to notice a difference in effect after consumption of homogenized and non-homogenized milk. These results take the edge of the suggestion that raw milk is always easier to tolerate or induces less allergic reactions than processed milk.

Further, no prove was found that the drinking of milk in general increases the risk of heart problems or diabetes. Whether processing has an influence is not easy to say, as ample research exists, however, for type 2 diabetes there is a hypothesis on which an effect of homogenization on an increased risk can be based.

In several large population based studies, a clear relation has been found between the drinking of raw milk and the reduced risk of having eczema, asthma or other allergic complaints. Although the results are not always fully comparable between the different populations, these studies all point into a protective effect of the consumption of raw milk.

With the results of the clinical trials of short duration in mind, this observed relation might be attributed to an effect of food consumption on the developing immune system, thus playing merely a preventive role and not a curative role (in the short time frame of the trials). To investigate the contribution of raw milk to a more robust immune system, intervention studies with a long duration are needed.



# 1 *Inleiding*

Voor veel Nederlanders vormen melk en overige zuivelproducten een belangrijk onderdeel van het voedingsmiddelenpakket. Zuivel draagt voor een belangrijk deel bij aan de eiwitname en de calciumvoorziening. Zuivelproducten zijn een belangrijke bron van vet en vetoplosbare vitamines en ze leveren ongeveer 10% van de dagelijkse energiehoeveelheid van de Nederlandse consumenten (VCP 1998, VCP 2003).

Aan melk worden zowel gezondheidsbevorderende effecten als gezondheidsrisico's toegeschreven. Melk wordt in verband gebracht met lagere risico's op osteoporose, tandbederf, hoge bloeddruk en bepaalde vormen van kanker. Aan de andere kant wordt het ook in verband gebracht met een verhoogd risico op allergie, hart- en vaatziekten en diabetes. In hoeverre de bovengenoemde positieve en negatieve effecten van melk verschillen voor typen melk die verschillende bewerkingen hebben ondergaan is niet duidelijk.

Via verschillende mediakanalen wordt regelmatig aandacht besteed aan het gebruik van rauwe melk of rauwmelkse producten. De achtergrond hiervan zijn o.a. de traditionele bereidingen van kazen, zoals de Engelse Stilton, de Franse Camembert en nog een groot aantal andere specifieke, vaak streekgebonden producten. Binnen de Europese Unie wordt door een strenge regelgeving de mogelijkheid van de productie van dit soort producten bemoeilijkt. Om voedselveiligheidsredenen moet ook in Nederland alle melk die via een winkel wordt verhandeld een hittebehandeling hebben ondergaan (Warenwetbesluit Hygiëne van Levensmiddelen). Daarnaast is de meeste melk gecomposeerd. Voorstanders van de traditionele producten beroepen zich op twee belangrijke zaken, namelijk de smaak en de gezondheid. De smaak van producten gemaakt van rauwe melk is anders (beter ?) dan de smaak van de gepasteuriseerde producten. Daarnaast zijn er volgens sommigen duidelijke voordelen aangetoond op het gebied van gezondheid.

Er zijn aanwijzingen dat de bewerking van melk vanaf de oorspronkelijke "rauwe" melk van de koe tot aan de consumptiemelk, van invloed kan zijn op de gezondheidseffecten van melkconsumptie: door de chemisch-fysische veranderingen die melk ondergaat als gevolg van pasteurisatie en/of homogenisatie kan verondersteld worden dat er andere gezondheidseffecten zijn toe te schrijven aan bewerkte melk dan aan de oorspronkelijke rauwe melk.

## 1.1 *Vraagstelling*

In dit literatuuronderzoek komen daarom de volgende vragen aan bod

- welke verandering ondergaat de melk bij homogenisatie en hittebehandeling ?
- welke gevolgen kan deze verandering hebben op de gezondheid van mensen ?
- zijn deze effecten op gezondheid alleen theoretisch, of zijn er in de literatuur ook aanwijzingen te vinden dat bepaalde gezondheidseffecten daadwerkelijk op treden ?

## *1.2 Afbakening*

Deze studie is gericht op de effecten van bewerking van de melk op gezondheid. In dit rapport zullen dus niet de gezondheidseffecten van melk besproken worden. Effecten van bepaalde vetzuren (bijvoorbeeld CLA vetzuren of omega-3 vetzuren), calcium en melkeiwitten zijn dus geen onderdeel van deze literatuurstudie.

## 2 *Consumptiemelk in Nederland*

In Nederland zijn er verschillende soorten melk in de handel. Deze melk wordt verkocht via de (super)marktkanalen, speciaalzaken en via de boer.

### *Boerderijmelk*

Boerderijmelk is onbewerkte melk, direct verkocht vanaf de boerderij (uit melktank of via een melktap). Er vindt geen homogenisatie of pasteurisatie plaats en het vetgehalte is niet gestandaardiseerd. Verkoop vanaf de boerderij van onbewerkte melk is toegestaan. De klant krijgt het advies om de melk voor consumptie te koken. Het is de keus van de consument of hij/zij dat wel of niet doet. Verpakking van boerderijmelk en levering via tussenschakels (winkels/afhaalpunten) is niet toegestaan.

### *Winkelmelk*

Melk verkocht via de supermarktkanalen en kleinere winkels (inclusief boerderijwinkels). Deze is gestandaardiseerd naar vetgehalte (volle melk, halfvolle melk of magere melk), is gehomogeniseerd en heeft een hittebehandeling ondergaan. Duur en temperatuur van hittebehandeling kan verschillen, waardoor de melk verschillende houdbaarheden heeft:

- Gepasteuriseerde melk (beperkt houdbare melk)
- UHT melk (redelijk lang houdbare melk)
- Gesteriliseerde melk (lang houdbare melk)

### *Biologische melk*

Ook de biologische melk (EKO keurmerk) is zowel gepasteuriseerd als gehomogeniseerd en gestandaardiseerd naar vetgehalte.

### *Biologisch dynamische melk*

Melk van biologisch-dynamische oorsprong (Demeter keurmerk) is gestandaardiseerd en heeft wel de verplichte hittebehandeling gekregen, maar deze melk is niet gehomogeniseerd. Voor BD producten geldt dat alleen noodzakelijke bewerkingen worden uitgevoerd. Daarbij gaat men er van uit dat iedere bewerking het voedingsmiddel negatief beïnvloedt in voedingswaarde, natuurlijkheid en versheid (Demeter website). De levenskrachten uit de melk zouden door een veelvuldige bewerking worden kapotgemaakt (von Wistinghausen, 1981). Homogenisatie wordt niet als een noodzakelijke bewerking gezien. Het is vooral een cosmetische stap, die ook de werkelijke versheid van de melk camoufleert.

### *2.1 Consumptiegegevens van boerderijmelk*

Er zijn maar zeer beperkt gegevens over de consumptie van rauwe melk binnen Nederland. De enige, ons bekende, studie waar hier specifiek navraag naar is gedaan, is de Parsifal studie. Dit is een cross-sectionele studie in 5 Europese landen; Nederland, Zweden, Zwitserland, Duitsland, Oostenrijk. Voor deze studie zijn boerderijkinderen, kinderen van de Vrije school (veelal kinderen met een antroposofische achtergrond) en een controle groep

geselecteerd. De eerste 2 groepen zijn de groepen waarbinnen de hoogste consumptie van rauwe melk wordt verwacht.

Uit deze studie blijkt dat, in vergelijking tot de andere deelnemende landen, in Nederland weinig boerderijmelk wordt gedronken. Van alle Nederlandse deelnemers aan de studie drinkt 11 % wel eens boerderijmelk. Dit percentage ligt lager dan in Zweden (17%), Duitsland (20%), Zwitserland (37%) en Oostenrijk (41%). In de Nederlandse studiegroep zijn het vooral de boerderijkinderen die boerderijmelk drinken (ongeveer 46%), gevolgd door de kinderen van de Vrije school (12%). Van de Nederlandse controlegroep drinkt <4% wel eens boerderijmelk. Uit de gegevens blijkt dat in ongeveer 2/3 van de gevallen de melk niet werd gekookt voor consumptie (op basis van navraag; interne Parsifal gegevens). Aangezien de deelnemers van deze studie niet representatief zijn voor de Nederlandse bevolking is te verwachten dat het percentage van de Nederlandse bevolking dat wel eens boerderijmelk gebruikt, hoogstens gelijk maar waarschijnlijk lager is dan het percentage in de controlegroep; dus minder dan 4%.

### 3 *Veranderingen in de melk als gevolg van bewerking*

Pasteurisatie en homogenisatie van rauwe melk hebben een groot effect op de samenstelling en fysische structuur van de melk. Bij homogenisatie is dit ook het directe doel van de bewerking, namelijk om de vetbolletjes kleiner te maken, waardoor er een betere verdeling van de vetdeeltjes in de melk ontstaat. Zo wordt oproming van het melkvet voorkomen. Daarnaast ontstaat een structuur die voor bepaalde producten ook meer wenselijk is, zoals een romigere structuur bij yoghurt en het biedt voordelen bij het afvullen van de flessen/pakken.

Verhitting van de melk vindt om voedselveiligheidsredenen plaats, zodat het aantal mogelijk ziekteverwekkende bacteriën tot een voor de mens veilig niveau wordt verlaagd.

#### 3.1 *Verhitting*

Voor voedselveiligheidsredenen geldt in Nederland de wettelijke verplichting tot de hittebehandeling van melk. Het doel van verhitting is om het risico op een voedselinfectie (veroorzaakt door bacteriën) of een voedselvergiftiging (veroorzaakt door toxines – soms afkomstig van bacteriën) te verkleinen, zodat er geen voedselveiligheidsrisico meer is. Door verhitting worden potentiële ziekteverwekkende bacteriën uitgeschakeld of sterk in aantal gereduceerd. De mate van reductie is afhankelijk van de temperatuur en de duur van de verhitting. De belangrijkste ziekteverwekkers in melk zijn: *Campylobacter*, *E.Coli*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* (MAP) en *Coxiella Burnetii* (de veroorzaker van de Q-koorts). Daarnaast zijn er nog een aantal ziekteverwekkers met een laag of onbekend besmettingsrisico, namelijk: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium bovis*, *Yersina enterocolitica* en *Cryptosporidium parvum* (VWA, 2006).

De meest gedronken melk in Nederland is gepasteuriseerde melk. Deze heeft een hittebehandeling ondergaan door een korte tijd (15-40 sec.) bij  $\pm 72^\circ\text{C}$  te verhitten. Lang houdbare melk is gesteriliseerd en is gedurende langere tijd boven de  $100^\circ\text{C}$  verhit. Hierdoor karameliseert het melksuiker en krijgt de melk een typische kooksmaak. Tegenwoordig wordt daarom vaker UHT (ultra high temperature) verhitting toegepast, waarbij zeer kort (ongeveer 2 sec.) bij een hoge temperatuur van circa  $138^\circ\text{C}$  wordt verhit. Hierbij krijgt de melk niet de typische smaak die gesteriliseerde melk wel heeft, maar de melk is wel langer houdbaar dan de gepasteuriseerde melk omdat er een sterkere reductie van het aantal bacteriën plaats vindt.

Verhitting verlaagd dus de hoeveelheid bacteriën in de melk. Dit geldt voor alle bacteriën die in de melk aanwezig zijn, dus niet alleen de bacteriën die schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens. Daarnaast heeft verhitting gevolgen voor de eiwitfractie van de melk. Wei-eiwitten en enzymen in de melk zijn temperatuurgevoelig. Afhankelijk van temperatuur en duur van de verhitting zullen deze gedeeltelijk of helemaal denatureren.

Uit een rapport van de engelse Food Standard Agency (FSA 2003) blijken onderstaande effecten op te treden.

Gepasteuriseerde melk:

- Bevat minder bacteriën zoals coliform, *E-coli*, coagulase positieve staphylococci en niet-ziekteverwekkende *Listeria*. Deze laatste komt voor in circa 37% van de rauwe melkmonsters en in maar 0,4% van de

gepasteuriseerde melkmonsters. Over het algemeen is de Nederlandse hygiëne situatie veel beter dan de Britse (interne communicatie met zuivelindustrie).

- heeft, dus, een lager totale kiemgetal (total viable count TVC)
- heeft Lipopolysaccharide (LPS) waardes die in gepasteuriseerde melk circa 0.5 keer lager zijn dan in ongepasteuriseerde melk (Suhren, 1986). LPS is een endotoxine (gifstof) in het buitenmembraan van verschillende Gram negatieve bacteriën. Endotoxines kunnen immunologische reacties induceren.
- bevat geen actieve enzymen meer, zoals Galactase (een enzym dat kalveren helpt bij het afbreken van lactose), Fosfatase (belangrijk voor kalkabsorptie) en Lipoproteïne Lipase. Dit laatste enzym wordt normaal toch in de menselijke maag geïnactiveerd en heeft daardoor in de darm geen functionaliteit voor de vertering van vetten.
- Daarnaast heeft gepasteuriseerde melk ook een lagere voedingswaarde (Boxstael, 2007) door:
- Minder antimicrobiële stoffen, zoals lactoferrine, conglutine, lactoperoxidase en vrije kortketenige vluchtige vetzuren
- Marginaal verlaagde hoeveelheden vitamine A en riboflavine
- Gedenatureerde wei-eiwitten en enzymen
- Denaturatie van immunoglobulines en groeifactoren

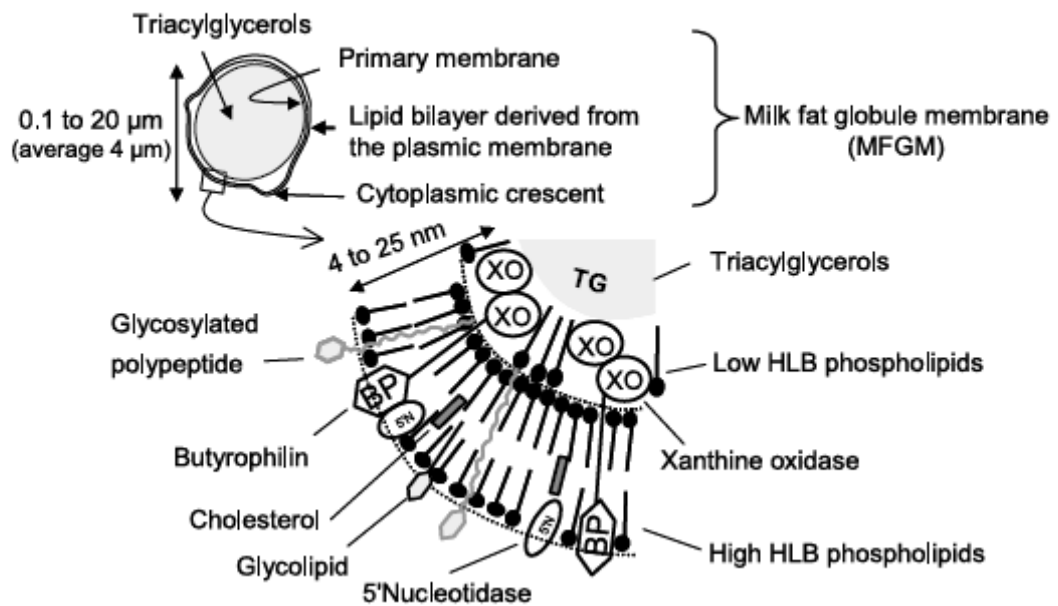
In de editorial van Perkin (2007) komt nog twee andere mogelijke werkingen naar boven in relatie tot koemelkallergie en vitamine D. Hier wordt aangegeven dat sinds de introductie van vitamine D-supplementen allergische reacties zijn toegenomen. Koemelk en humane melk zijn van zichzelf relatief deficiënt aan vitamine D, maar winkelmelk wordt soms verrijkt met vitamine D. Aangezien dit niet geldt voor boerderijmelk zou dit een verschil in allergische reacties kunnen verklaren. Daarnaast zorgt de hogere hoeveelheid LPS die in niet-gepasteuriseerde melk is gevonden voor een down-regulatie van de vitamine D receptorniveaus en zo voor een verlaging van de vitamine D gevoeligheid (Perkin, 2007). Aan de andere kant is bekend dat LPS hittestabiel is, en dat er door de darmflora ook LPS wordt geproduceerd. Het is daarom niet aannemelijk dat een gezondheidsverschil als gevolg van een verschil in LPS zou bestaan tussen drinkers van rauwe melk en hittebehandelde melk. Daarnaast is het verhaal van Perkin op internationale literatuur gebaseerd. In Nederland wordt winkelmelk niet standaard verrijkt met vitamine D. Als er een toevoeging wordt gedaan, dan hoort dit op de verpakking te worden vermeld.

### 3.2 Homogenisatie

Bij homogenisatie wordt de melk verhit totdat het vet vloeibaar wordt. Daarna wordt de melk onder hoge druk door een zeef geperst. Er zijn verschillende manieren om homogenisatie toe te passen, waarbij onder andere de druk kan verschillen. Welke methode ook gebruikt wordt, de homogenisatie heeft tot gevolg dat de vetfractie, oorspronkelijk bestaande uit grote vetbolletjes, wordt verdeeld over vele kleine vetbolletjes. Dit heeft een groot effect voor het grensvlak, van vetdeeltjes met het waterige deel van de melk, wat sterk toeneemt en van structuur verandert.

Door de homogenisatie vindt er dus een grote verandering in de fysische structuur van de melk plaats (Michalski, 2007). In het plaatje hieronder is weergegeven hoe de vetdeeltjes in rauwe melk zijn georganiseerd.

## → Organization of the native milk fat globules



*Figuur 1: Samenstelling van vetdeeltjes in niet gehomogeniseerde, rauwe melk*

*Uit: Michalsky and Januel 2006*

Elke vetbolletje heeft een membraan, het "milk fat globule membrane (MFGM)". Het MFGM is opgebouwd uit fosfolipiden, eiwitten, enzymen, cholesterol glycoproteïnes en vitamines (Michalski, 2007). Door homogenisatie worden de grote vetdeeltjes omgevormd tot een grote hoeveelheid kleinere vetdeeltjes. In de rauwe melk komen naast grote vetbolletjes ook hele kleine vetdeeltjes voor, die door de homogenisatie niet beïnvloed worden en dus ook terug te vinden zijn in de gehomogeniseerde melk.

In figuur 2 staat de fysische opbouw van melk na homogenisatie schematisch weergegeven. Waar de meeste vetbolletjes in onbewerkte melk circa 3-5 μm zijn, zijn de deeltjes na homogenisatie circa 1 μm. Dit betekent dat het totale oppervlakte tussen vetfractie en waterfractie 4 tot 10 keer zo groot wordt (Michalski, 2006). Wanneer naast homogenisatie ook een pasteurisatie of andere verhitting bij hoge temperaturen wordt toegepast ontstaan er nog kleinere deeltjes dan bij een enkele homogenisatiestap (Michalski, 2006).

De oppervlakte van de oorspronkelijke MFGM van de grote vetbolletjes is onvoldoende voor de bedekking van het volledige nieuwe oppervlak van de kleine vetbolletjes. Hierdoor ontstaan "lege" stukjes oppervlakte, waaraan adsorptie van andere moleculen kan plaatsvinden. Meestal zijn dit plasma eiwitten, en specifiek caseïne micellen (Perkin 2007, Michalski 2006). De hoeveelheid eiwit dat op het grensvlak tussen de vetdeeltjes en het waterdeel zit, wordt door homogenisatie (met of zonder verhitting) ongeveer 4 maal zo groot (Michalski, 2006).

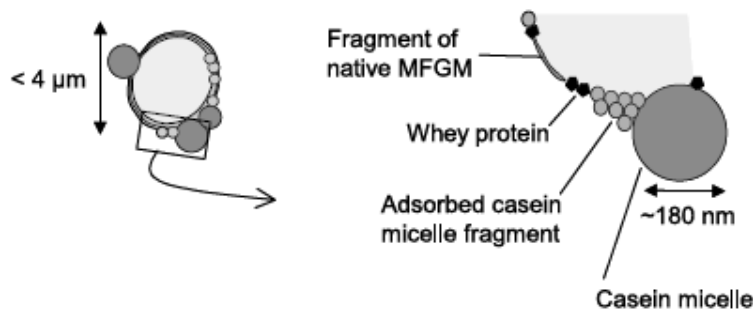
Welk complex gevormd wordt, is afhankelijk van de volgorde van hittebehandeling en homogenisatie:

- Wanneer eerst hittebehandeling plaatsvindt, bindt bij homogenisatie het gedatureerde wei-eiwit aan het oorspronkelijke MFGM eiwit en de micel-caseïnes (vooral κ-caseïne). Het wei-eiwit-caseïne-complex bindt zich aan het oppervlak van de vetdeeltjes.

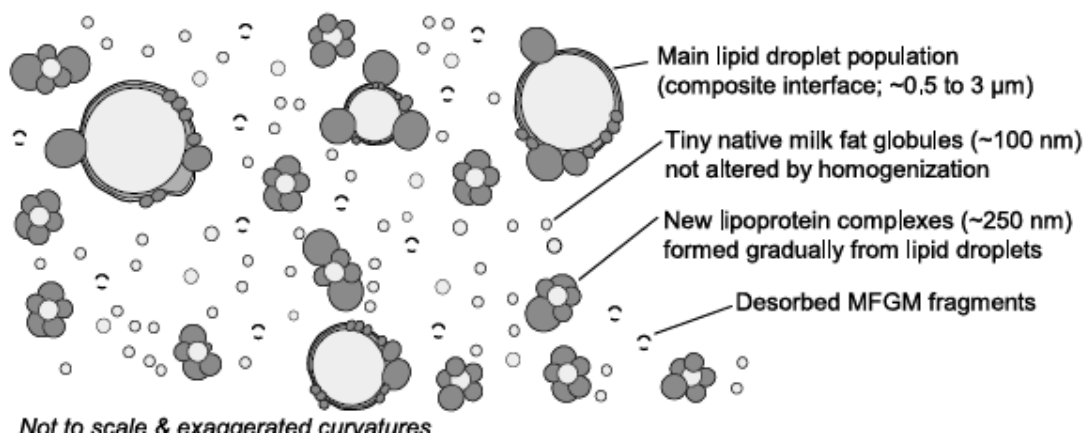
- Bij verhitting na homogenisatie zullen de semi-intacte caseïne micellen of micelfragmenten het vetoppervlak overdekken. Het gedeneureerde wei-eiwit bindt door middel van sulfideverbindingen aan de oorspronkelijke MFGM eiwitten en aan het geadsorbeerde caseïne (Michalski, 2006).

Kortom, in beide gevallen worden er complexen gevormd maar de samenstelling van het complex kan verschillen. Uiteindelijk bestaat de gehomogeniseerde melk uit verschillende soorten vetdeeltjes: vetbolletjes (0,5-3 µm) met een deel oorspronkelijk MFGM membraan aangevuld met caseïnedeeltes, nieuwe lipoproteïne complexen van circa 250 nm en zeer kleine vetdeeltjes (circa 100nm) die ook al in de oorspronkelijke rauwe melk voorkwamen en afbraakproducten van de MFGM membranen (figuur 2).

### → Organization of an homogenized lipid droplet



### → General organization of homogenized milk



- native milk fat globule, ● casein micelle, ○ fragment of casein micelle,
- whey protein, (◌) fragments of MFGM (structure and location of the latter in the skim phase remain to be characterized).

Figuur 2: Samenstelling van vetdeeltjes nadat de melk gehomogeniseerd is

Uit: Michalsky and Januel 2006

In bijlage 1 is in een tabel een overzicht van de veranderingen weergegeven.



### *3.3 Welke gezondheidseffecten kunnen op basis van bovengenoemde veranderingen verwacht worden ?*

Naast effecten op voedselveiligheid zouden op basis van de fysisch-chemische veranderingen zich nog een aantal effecten voor kunnen doen.

#### *Verteerbaarheid*

Omdat homogenisatie een effect heeft op de grootte en samenstelling van de vetdeeltjes kan dit een invloed hebben op de activiteit binnen het maag-darmsysteem. Kleinere deeltjes leveren over het algemeen een makkelijkere verteerbaarheid. Daarnaast kan het transport van eiwitdeeltjes door het darmmembraan, en dus het transport richting het bloed worden vergemakkelijkt. Hierdoor zou het beter verdragen kunnen worden door mensen met maag-darm klachten (Michalski, 2006). Op de Demeter website wordt de vertraagde opname van niet-gehomogeniseerde melk juist als een voordeel gezien, doordat het product een langer gevoel van verzadiging geeft ([www.demeter-bd.nl](http://www.demeter-bd.nl)) en daardoor de kans op overgewicht verminderd.

Van pasteurisatie zijn minder effecten te verwachten op verteerbaarheid. Mogelijk heeft pasteurisatie een effect omdat bij dit proces enzymen worden afgebroken, zoals het enzym lipase dat een rol speelt bij de vetafbraak. Direct na het drinken van melk kan de lipase uit rauwe melk een rol spelen bij de eerste vertering. In de maag wordt het enzym geïnactiveerd. De mens is zelf in staat om lipoproteïne lipase te maken (in de alveesklie). Deze lipase zorgt voor de vetvertering in het maagdarmkanaal. Of een gedeeltelijke vertering in het deel voor de maag een fysiologisch effect heeft is niet waarschijnlijk, aangezien in beide gevallen de vetten verteerd worden, en de opname van bouwstoffen voornamelijk in de dunne darm gebeurt.

#### *Immuunsysteem*

In niet-gehomogeniseerde melk zitten eiwitten vooral verpakt binnen de caseïne-micellen. Door homogenisatie wordt de hoeveelheid eiwit dat gebonden is aan het oppervlakte van de vetdeeltjes verhoogd. Hierdoor kan het eiwit een hogere immunogene werking hebben. Dit zou betekenen dat mensen die allergisch zijn voor koemelkeiwit sneller een allergische reactie van gehomogeniseerde melk kunnen krijgen (Paajanen 2005). Volgens de opvatting van de biologisch-dynamische landbouw is ook het snelle vrijkomen van eiwitten in het bloed allergieverhogend ([www.demeter-bd.nl](http://www.demeter-bd.nl)).



## 4 Gezondheidseffecten

In het voorgaande hoofdstuk zijn de fysisch-chemische veranderingen van de melk als gevolg van homogenisatie en verhitting weergegeven. Deze processen hebben een aantal gewenste effecten en een aantal neveneffecten. In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de consequenties van deze hoofd- en neveneffecten op gezondheid. Hiervoor is in de vakliteratuur gezocht. Onderzocht zijn verschillen in gezondheidseffecten tussen rauwe melk en bewerkte melk. Waar mogelijk wordt een onderscheid gemaakt tussen gezondheidseffecten als gevolg van homogenisatie of van verhitting.

### 4.1 Voedselveiligheid

In hoeverre is het zo, dat bewerkte melk minder gezondheidsrisico's oplevert in vergelijking met rauwe melk? Zoals eerder beschreven vermindert hittebehandeling van de melk het aantal ziekteverwerkende bacteriën (FSA, 2003) met als doel het aantal gevallen van voedselinfecties of voedselvergiftiging te verminderen.

Naast de sterke afname van ziekteverwekkende bacteriën door hittebehandeling, laten diverse studies zien dat ook in rauwe melk het aantal ziekteverwekkers sterk kan afnemen, veel sterker dan bij gepasteuriseerde melk (Beal, 2009), hetzij door inhibitie door, de in rauwe melk veel voorkomende, 'goede' bacteriën (een concept waar probiotische producten op zijn gebaseerd), hetzij door enzymen met antibacteriële werking. Met name bij kansen op herbesmetting in de keten na verhitting is dit een relevant mechanisme. Of de afname van ziekteverwekkende bacteriën in rauwe melk resulteert in producten met voldoende voedselveiligheid kan op basis van deze studies niet worden vastgesteld. Daarvoor zijn enerzijds de onderzoeken te weinig gerelateerd aan in praktijk voorkomende omstandigheden. En, anderzijds, zijn de besmettingsniveaus waarop ziekteverwekkende bacteriën inderdaad tot ziekte leiden niet nauwkeurig vastgesteld en, bovendien, afhankelijk van de gevoeligheid van individuele personen.

#### *Voedselinfecties gerelateerd aan rauwmelkse producten*

In de laatste jaren zijn er een aantal "outbreaks", uitbraken, geweest, waarbij rauwe melk is aangewezen als de oorzaak van een besmetting van meerdere personen. Zo zijn 31 schoolkinderen (april 2002) ziek geworden na een excursie bij de boer. Ook in 2005 zijn 22 van de 34 kinderen ziek geworden na een excursie bij de boer. Daarnaast bleken in dat jaar 3 leden van een boerengezin besmet te zijn met *C. jejuni* en/of *E. coli*. Rauwe melk werd in alle gevallen als de bron van besmetting beschouwd (VWA, 2006). In 2007 zijn tijdens een bedrijfsuitje 18 van de 23 mensen ziek geworden. Tijdens het uitje hadden 16 van deze 18 personen ook rauwe melk gedronken en uit het onderzoek van de VWA werd aannemelijk dat dit de bron van het ongemak was. De klachten van de 2 personen die geen rauwe melk hadden gedronken waren makkelijk ergens anders aan toe te schrijven (Heuvelink, 2008).

#### *Algemeen voorkomen voedselinfecties in Nederland*

Jaarlijks wordt door het RIVM een overzicht geproduceerd van het aantal geregistreerde voedselinfecties (Doorduyn, 2009). Door de deskundigen van het RIVM wordt het totaal aantal voedselinfecties in Nederland geschat op 300.000 tot 750.000 per jaar. In 2008 heeft de VWA 585 meldingen van consumenten ontvangen, waarbij in totaal 1713 mensen betrokken waren. Daarnaast is er een meldingsplicht van artsen die een voedselinfectie vermoeden. In 2008

zijn zo nog 44 uitbraken geregistreerd en 42 meldingen van patiënten in verzorgende beroepen of werkzaam in de levensmiddelenindustrie. In totaal waren hierbij 695 patiënten betrokken.

*Salmonella*, *Campylobacter* en het norovirus zijn de belangrijkste veroorzakers van voedselinfecties, waarbij *Salmonella* verantwoordelijk is voor de meeste ziekenhuisopnamen (92% van de 79 opnames).

Uit de cijfers van het RIVM blijkt dat het aantal uitbraken vanaf 2004 tot 2008 schommelt tussen de 44 en 49 uitbraken. Hierbij waren 357 tot 759 patiënten betrokken. In de laatste 5 jaar zijn in totaal 2 personen overleden als gevolg van een voedselinfectie. Meestal worden vleesproducten als veroorzaker van het probleem beschouwt, dit wordt dan ook het meest onderzocht. Zuivelproducten worden in circa 7% van de uitbraken ook onderzocht als mogelijke besmettingsbron (Doorduyn, 2009).

Een veel aangehaald risico van rauwe melk is de aanwezigheid van *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* (MAP). Deze bacterie wordt in verband gebracht met de ziekte van Crohn, een darmziekte bij mensen. Of MAP de ziekte van Crohn veroorzaakt, is nog niet duidelijk. In 2000 heeft de Europese 'Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare' de literatuur op dit gebied op een rijtje gezet. Zij concluderen dat er onvoldoende data beschikbaar is om een verband aan te tonen of uit te sluiten (Scientific Committee, 2000). Ook de National Association for Colitis and Crohn's disease komt tot deze conclusie (NACC, 2003), waarbij werd opgemerkt dat als er een verband zou bestaan, MAP in ieder geval geen standaard ziekteverwekker is, omdat de mechanismes die voor andere bacteriën gelden, hier niet op gaan. In het tweede, recent verschenen rapport van de NACC (2009) zijn deze conclusies nogmaals bevestigd. Het blijkt wel dat mensen met Crohn gemiddeld iets meer van deze bacterie met zich meedragen, maar er is geen bewijs en geen duidelijk mechanisme of en hoe deze bacterie de ziekte zou kunnen veroorzaken. Overigens kan in gepasteuriseerde melk de bacterie ook nog voorkomen, pasteuriseren is niet voldoende om alle bacteriën af te doden.

### *Conclusie*

Vanaf 2002 zijn er 4 uitbraken geweest waar rauwe melk werd aangewezen als waarschijnlijke veroorzaker van de infectie. Tegelijkertijd zijn er jaarlijks 3-4 uitbraken waarbij de relatie met gepasteuriseerde zuivelproducten is onderzocht. Het risico op een voedselinfectie door rauwe melk en rauwmelkse producten lijkt dus beperkt maar wel aanwezig. Anderzijds, de aantallen uitbraken moeten gerelateerd worden aan het gebruik, wat veel hoger is voor gepasteuriseerde zuivel dan voor rauwmelkse zuivel. In de meeste gevallen gaat het daarbij om groepen die een bezoek brengen aan de boerderij, dus om incidenteel gebruik van rauwe melk. Of rauwe melk het risico op de ziekte van Crohn verhoogd is nog onduidelijk.

## *4.2 Effect van melk bewerking op gezondheid*

Naast effecten op voedselveiligheid zou zich op basis van de fysisch-chemische veranderingen een aantal effecten voor kunnen doen, met name gerelateerd aan de verteerbaarheid van melk en het immuunsysteem.

In verschillende (grijze) bronnen wordt aangegeven dat bewerkte melk samenhangt met een serie andere ziektes of aandoeningen (Schmidt, 2004; Beal, 2009; Fallon, 2006). Zo zou gehomogeniseerde melk het risico op hart- en vaatziekten verhogen, en zou de pasteurisatie van melk ook geassocieerd zijn met allergie, verhoogd tandbederf, colitis bij kinderen, groei problemen in kinderen, osteoporosis, artritis, hart ziekten en kanker (Fallon, 2006).

#### 4.2.1 Eerste aanwijzingen voor waarde rauwe producten

De eerste aanwijzingen dat er minder gezonde eigenschappen zouden zitten aan bewerkte melk komen uit Amerika, uit de zogenaamde *Pottenger kattenstudie* uitgevoerd door Francis Pottenger, MD. (1920er jaren). In zijn laboratorium in Californië werd de potentie van adrenale (bijnier) hormoonextracten onderzocht. Hiervoor gebruikte hij katten waarvan de bijnieren waren weggehaald. Hij ontdekte per toeval dat katten die rauwe producten aten gezonder bleven dan dieren die uitsluitend gekookt voedsel aten. Om dit wetenschappelijk te toetsen, heeft hij twee experimenten uitgevoerd. In het eerste experiment, de 'meat study' werden de katten in 4 groepen verdeeld, met een dieet bestaande uit 2/3 vlees en 1/3 melk. Groep 1 kreeg rauw vlees en rauwe melk; groep 2 gekookt vlees en rauwe melk, groep 3 rauw vlees en gekookte melk, groep 4 gekookt vlees en gekookte melk. De gezondheid van de dieren nam af van 1-3-2-4.

Als dieren meerdere generaties na elkaar dieet 4 kregen, dus een dieet bestaande uit alleen gekookte producten, leidde dit tot vervormingen in het skelet (kleiner, slechte tanden), slecht ontwikkelde voortplantingsorganen en een verminderde voortplanting. Door het weer aanbieden van rauw voedsel waren deze degeneratieve verschijnselen slechts langzaam te keren (na 4 opvolgende generaties konden weer enkele dieren als gezond gezien worden). Kortom, het veroorzaken van degeneratie gaat makkelijker dan het herstellen ervan.

In het tweede experiment, de 'milk study' kregen de dieren rauw vlees (1/3<sup>e</sup> van het rantsoen) aangevuld met 2/3<sup>e</sup> verschillende soorten melk; rauwe melk, gepasteuriseerd, geëvaporeerd en gecondenseerde melk. De dieren op het rauwe melk dieet waren het gezondst. De dieren uit de andere groepen hadden verschillende afwijkingen, vergelijkbaar met het gekookt vleesdieet in de eerste studie.

Uit de bovenstaande gegevens kan worden afgeleid dat de consumptie van rauwe producten gunstig was voor de gezondheid van de katten, en dat de bijdrage van rauw vlees aan de gezondheid van de katten iets groter was dan de bijdrage van rauwe melk. De Pottenger kattenstudies zijn naar de maatstaven van die tijd gerekend, goed uitgevoerde interventiestudies. Jaren later is een taurinedeficiëntie bij de katten die alleen gekookte producten aten genoemd als een waarschijnlijke verklaring voor de gevonden verschijnselen. Taurine is een, voor katten essentieel aminozuur. In tegenstelling tot andere aminozuren kan een kat dit aminozuur niet zelf aanmaken en is hiervoor dus afhankelijk van de taurine die via het voedsel binnen komt. Taurine komt voor in rauwe producten, vooral in vlees en in iets mindere mate in zuivel ([www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)). Dit komt overeen met de resultaten uit het onderzoek. Voor de mens is taurine geen essentieel aminozuur. De volwassen mens kan taurine zelf aanmaken uit de aminozuren cysteïne of methionine. Babies en jonge kinderen hebben dit vermogen nog niet. Moedermelk en kunstmelk zijn voor deze groep goede bronnen.

Een andere studie die veel wordt aangehaald door de voorstanders van rauwe producten is de *Weston A Price – studie*. De tandarts Weston A. Price begon in het begin van de 1930'er jaren met het bestuderen van verschillende afgelegen bevolkingsgroepen verspreid over de wereld. Hij bestudeerde de eetgewoonten van de mensen en legde het verband tussen deze gewoonten en de staat van de tanden en vorm van het gehemelte. Daarnaast onderzocht hij mensen die in de 'meer geciviliseerde' wereld woonden en makkelijk toegang hadden tot geïndustrialiseerd voedsel. De voornaamste conclusie was dat kinderen/volwassenen uit de geïsoleerde gemeenschappen minder last van tandcariës hadden. Deze mensen hadden een betere kaak/verhemelte vorming, bredere neusgaten, een mooiere lichaamsbouw en vrouwen hadden bredere bekkens. Mensen die toegang hadden tot geïndustrialiseerd voedsel hadden meer gaatjes in de tanden, vervorming van verhemelte (vaak smal), waardoor de tanden scheef

stonden. Hij schreef deze verschillen voor een belangrijk deel toe aan de voeding. Voeding rijk aan graanproducten/rogge en zuivel, maar beperkt in vlees, zou bijdragen aan een gezonde groei. Producten die gebruikt werden waren niet geraffineerd en niet of matig bewerkt. Zuivel was niet gepasteuriseerd of gehomogeniseerd, vaak wel gefermenteerd (zie bijlage 2 voor uitgebreide beschrijving). Of en in welke mate rauwe melk belangrijk is voor de gevonden effecten kan niet worden vastgesteld met deze studie, wel wordt de sterke suggestie gewekt dat voeding met veel rauwe, vezelrijke producten gezonder is dan voeding met veel bewerkte, geraffineerde producten. Het is moeilijk om uit deze studie conclusies te trekken voor de huidige tijd, omdat de manier van bewerken en opslag niet vergelijkbaar is met de methoden die werden toegepast in de jaren '30 van de vorige eeuw.

#### *4.2.2 Pasteurisatie*

Gedegen en goed gedocumenteerde studies naar de effecten van pasteurisatie op gezondheid zijn er niet gevonden. Waarschijnlijk is midden vorige eeuw wel onderzoek gedaan naar deze effecten, maar zijn de resultaten grotendeels onvindbaar, slechts uit tweede hand beschikbaar en/of minder nauwkeurig beschreven. Een voorbeeld hiervan is de studie beschreven door Taylor (1931) waarin de effecten op de groei bij 20.000 Schotse schoolkinderen (5-11 jaar) worden beschreven onder invloed van een dagelijkse hoeveelheid gepasteuriseerde of rauwe melk ten opzichte van een controlegroep zonder melk. Hoewel de weergegeven resultaten een hogere gewichtsgroei bij rauwe melk suggereren, wordt in de conclusies gesteld dat de effecten op groei voor beide melktypes gelijk zijn.

#### *Diabetes Type 1*

In de literatuur zijn er verschillende studies (Virtanen & Knip, 2003; Schrezenmeir & Jagla 2000) die een verband leggen tussen de vroege introductie van koemelk bij jonge kinderen en het risico op type 1 Diabetes Mellitus. Kinderen die vroeg in hun leven koemelk drinken (voor 3<sup>e</sup> of 5<sup>e</sup> maand) zouden grotere kans op diabetes type 1 hebben. Dit geldt dan vooral voor de groepen gevoelige personen. Deze bevindingen zijn voor zover bekend uitsluitend met gehomogeniseerde melk gevonden, maar het is op dit moment niet duidelijk welk mechanisme een rol zou kunnen spelen. Een stofje uit de melk die in verband wordt gebracht met type 1 diabetes is een epitope van het bovine serum albumine. Dit stofje zou bij verhitting boven de 85 graden afbreken, maar het komt dus nog wel voor bij gepasteuriseerde melk.

#### *Diabetes Type 2*

Type 2 Diabetes Mellitus is onderdeel van het metabool syndroom. Uit de literatuur is het onduidelijk welk effect melk kan hebben op diabetes type 2. Het is bekend dat een hoog gehalte aan verzadigde vetzuren het risico verhoogd, maar de aanwezigheid van meervoudig onverzadigde vetzuren (MOV's) en specifiek van geconjugeerd linolzuur (CLA) verlagen het risico juist weer. Daarnaast lijkt de aanwezigheid van "glycation products" (producten die ontstaan bij de Maillard-reactie, zoals gebeurd bij steriliseren van melk) het risico op DM2 te verhogen. Een effect van homogenisatie is niet onderzocht, maar aangezien homogenisatie effect heeft op eiwitverdeling heeft dit mogelijk ook gevolgen voor de potentiële plaatsen waar de glycation producten kunnen binden, en zodoende zou het een rol kunnen spelen. Dit is echter nog nooit onderzocht.

#### *Allergie*

Host et al. (Allergie, 1988) beschrijven een onderzoek waarin verschillende soorten melk (rauw, alleen gepasteuriseerd, gepasteuriseerd + gehomogeniseerd) werden vergeleken met een industrieel hypo-allergene melkoplossing. Hierbij bleken alle melkallergische kinderen wel op de melk (alle 3 de soorten) en niet op de hypoallergene melkoplossing te reageren.

De enige gevonden studie met een effect van pasteurisatie betreft een dierstudie door Feng & Collins (1999) waarbij ratten intraperitoneaal (in het bindweefsel) 0,5 ml rauwe melk, magere melk, gepasteuriseerde melk of gepasteuriseerde gehomogeniseerde melk toegediend kregen. Na 28 dagen werden IgG antilichamen tegen melk plasma eiwitten gemeten. Dieren die gepasteuriseerde melk toegediend kregen hadden een hogere immuunrespons op alle gemeten eiwitten.

#### 4.2.3 Homogenisatie

Uit de recente literatuur zijn een aantal studies in peer-reviewed tijdschriften (studies die voldoen aan de huidige wetenschappelijke maatstaven) te vinden die gericht waren op effecten van bewerkte melk.

##### *Homogenisatie en effect op verteerbaarheid*

De samenstelling van de melk na homogenisatie, waarbij de vetdeeltjes aanzienlijk kleiner zijn dan in de niet-gehomogeniseerde melk, heeft invloed op de verteerbaarheid. Niet-gehomogeniseerde melk vormt eerder een stremsel in de maag. De kleinere en beter verdeelde vetdeeltjes van gehomogeniseerde melk vormen minder snel een complex in de maag en de verblijfsduur in het maagdarmsysteem wordt daardoor korter. De verteerbaarheid in de dunne darm wordt versneld (Michalski, 2007). Mensen die darmklachten hebben, lijken gehomogeniseerde melk beter te kunnen verdragen. Michalski beschrijft ook een dierstudie in varkentjes, waaruit naar voren komt dat rauwe melk of alleen gepasteuriseerde melk een dik stremsel opleveren, waardoor de lediging van de maag maar langzaam verloopt. De grootte van de vetdeeltjes zijn hierbij de belangrijkste bepalende factor. Hoe kleiner de deeltjes, hoe makkelijker de opname. Ook vanuit de biologisch-dynamische Demeter keurmerk is op de website te lezen dat door homogenisatie de verteerbaarheid versneld wordt. Hierbij wordt opgemerkt dat de versnelde opname van stoffen vanuit de darm richting het bloed juist niet gunstig is, omdat er in te korte tijd te veel eiwitten in het bloed komen, waardoor te veel gevraagd wordt van het immuunsysteem. Dit zou vooral ongunstig zijn voor mensen met allergie ([www.demeter-bd.nl](http://www.demeter-bd.nl)).

Op basis van een aantal studies wordt ook verwacht dat de opbouw uit kleinere vetbolletjes de lypolyse (vetafbraak) bevordert. Toch geldt dat bijvoorbeeld niet voor moedermelk, waarin juist grote vetdeeltjes aanwezig. In vergelijking met kunstmatige babyvoeding met kleine bolletjes is de vetafbraak in moedermelk beter. Een andere samenstelling van de melk (bile salt stimulated lipase) en de samenstelling van het contactoppervlak tussen het vetdeel en waterige deel van de melk spelen hierbij een rol (Michalski 2006, 2007).

##### *Invloed van homogenisatie op aderverkalking en HVZ*

De vetfractie van melk wordt vaak als een risicofactor voor atherosclerose (=aderverkalking) en hart- en vaatziekten (HVZ) genoemd. Toch is het niet duidelijk of het melkvet inderdaad dit effect heeft. In een review van Moss (2002) wordt geconcludeerd dat er meerdere studies zijn die wijzen op een verband tussen hoge melkconsumptie en het risico op HVZ. Deze conclusies zijn onder andere gebaseerd op vergelijkende studies tussen landen met veel en

weinig melkconsumptie. Een risicoverhogend effect werd vooral gezien in groepen mensen die gevoelig zijn voor infecties. In een recentere review van Tholstrup (2006) wordt deze conclusie sterk genuanceerd: er is geen sterk bewijs dat zuivelproducten (inclusief gehomogeniseerde melk) het risico op HVZ verhogen bij gezonde mannen van alle leeftijden of gezonde vrouwen van jonge en middelbare leeftijd (Tholstrup, 2006). Daarnaast laat Michelski (2007) zien, dat er duidelijke verschillen bestaan in typen zuivelproducten waarbij de melk zowel hart- en vaatziekte bevorderende als remmende effecten kan hebben.

Of het bewerken van melk een verhoogd of verlaagd risico op HVZ geeft is niet rechtstreeks onderzocht. In een studie uit 1982 (Oster, beschreven in Michalski 2007), zijn antilichamen tegen Bovine Xanthine Oxidase (BXO) gevonden in het bloeds serum van patiënten met atherosclerose. Hij had de hypothese dat BXO vrijkwam van de MFGM als gevolg van homogenisatie. Dit zou betekenen dat homogenisatie het risico op atherosclerose zou kunnen verhogen. Andere onderzoekers hebben aangegeven dat deze rol van BXO op atherosclerose niet waarschijnlijk is, omdat deze in het zure milieu van de maag afgebroken wordt. Toch zijn er ook onderzoekers die beweren dat BXO het aantal vrije radicalen in een lichaam kan verhogen. Als op dat moment de antioxidatieve bescherming van het lichaam minder is, zou het potentieel tot atherosclerotische problemen kunnen leiden (review van Michalski, 2007). Kortom, homogenisatie van melk zou een invloed kunnen hebben op het risico op aderverkalking en daardoor op het risico op HVZ. Echter, binnen de wetenschap zijn hier nog geen overtuigende aanwijzingen voor en onderzoekers spreken elkaar dan ook tegen.

Specifieke invloed van melkbewerking op coronaire hartziekten, zoals een hartinfarct of een vernauwing van de kransslagaders rond het hart, zijn in een aantal studies besproken. Zo hebben Moss en Freed (2003) een verband gelegd tussen melkconsumptie en het risico om te overlijden aan coronaire hartziekten. Zij leggen daarbij een verband met de hoeveelheid antilichamen tegen MFGM eiwitten in het bloed, dus homogenisatie zou het risico op hartziekten kunnen verhogen. Uit een cross-sectionele studie in Frankrijk blijkt dat in gebieden waar veel MFGM rijke producten (harde kaas en karnemelk) worden gebruikt er (toch) weinig coronaire hartziekten zijn. Deze beide producten zijn van niet-gehomogeniseerde melk gemaakt (Michalski, 2006). In Scandinavië blijken juist veel mensen te overlijden aan een hartaanval. Daar wordt vooral kaas van gehomogeniseerde melk gegeten. Alhoewel op basis van dit type studies geen uitspraak over oorzaak en gevolg gemaakt mag worden, lijkt er wel een verband te bestaan tussen homogenisatie en het verhoogde risico op coronaire hartziekten.

In een review van Spitsberg (2005) wordt de conclusie getrokken dat MFGM eiwitten juist gezondheidsbevorderende effecten zouden hebben. Zo zou het preventief kunnen werken tegen kanker, een te hoog cholesterol en tegen maagdarmklachten. In deze studies wordt geen onderscheid gemaakt tussen MFGM eiwitten in gehomogeniseerde en niet-gehomogeniseerde melk. Dit is wel erg belangrijk voor de structuur van de MFGM eiwitten, en de binding aan de grotere vetdeeltjes. Maar uit de beschreven studies wordt niet duidelijk of bewerking de potentiële preventieve werking verandert.

### *Melkintolerantie*

Melkintolerantie is een overgevoeligheid voor bepaalde stoffen in de melk. Het meest voorkomende is lactose-intolerantie, waarbij de persoon overgevoelig is voor lactose (melksuiker). De oorzaak van de intolerantie is bijvoorbeeld dat de persoon geen lactase aanmaakt om het suiker te kunnen afbreken, waardoor



gezondheidsproblemen optreden. Een intolerantie mag niet verward worden met melkallergie. Een allergie wordt door een eiwit geïnduceerd en het lichaam maakt hier antilichamen tegen om de "indringer" buiten te sluiten.

Er zijn een aantal interventiestudies uitgevoerd, waarin is onderzocht of mensen die melkintolerant zijn, rauwe melk mogelijk beter kunnen verdragen. In een studie van Paajanen et al (2002, 2003) zijn 44 personen onderzocht. Alle deelnemers hadden aangegeven overgevoelig te zijn voor gehomogeniseerde melk. De deelnemers waren niet lactose intolerant, hadden geen irritable bowel syndroom of andere aandoening. De studie was een gerandomiseerde, dubbelblinde cross-over studie. Deelnemers kregen gehomogeniseerde, gepasteuriseerde gangbare melk of niet-gehomogeniseerde, wel gepasteuriseerde biologische melk. De interventie bestond uit een inlooperperiode van 7 dagen, 2x een challenge van 5 dagen met een tussenperiode van 9 dagen, zodat de effecten van de ene melk niet door konden werken in de 2<sup>e</sup> periode. Aan de deelnemers werd gevraagd om zelf aan te geven of ze klachten (subjectief) ervaarden tijdens de periode van melkconsumptie. De conclusie van deze studie was, dat er geen verschil in klachten kon worden waargenomen, tussen de periode met niet-gehomogeniseerde en gehomogeniseerde melk. Evenveel deelnemers gaven aan meer klachten te hebben bij niet-gehomogeniseerde als bij gehomogeniseerde melk. Enkele deelnemers reageerden duidelijk slechter op de gehomogeniseerde melk, maar gemiddeld waren de klachten voor beide melken gelijk. Opvallend was dat de klachten bij alle personen in de 2<sup>e</sup> challenge periode groter waren, dus onafhankelijk van het soort melk.

In een studie waar specifiek is gekeken naar maag-darm-klachten bleek dat homogenisatie van melk geen effect had op deze klachten (Korpela et al. 2005). Voor deze interventiestudie is eerst een groep volwassenen en kinderen geïnterviewd die aangaven niet tegen gehomogeniseerde melk te kunnen. De geïnterviewden gaven aan dat ze als gevolg van het drinken van gehomogeniseerde melk last hadden van flatulentie (80%), buikpijn (67%), diarree (66%), opgezet buik (62%), enz.. Het tweede deelonderzoek bestond uit een gerandomiseerde dubbelblinde cross-over studie. Vijftien volwassenen kregen, in wisselende volgorde 2 dagen achter elkaar één van de 3 soorten melk; rauwe melk (niet gepasteuriseerd of gehomogeniseerd), gepasteuriseerde gehomogeniseerde melk of gepasteuriseerde, gehomogeniseerde low-fat melk. Maag-darmklachten werden op een schaal van 0 tot 100 weergegeven. Gemiddelde score van de klachten was 74 bij rauwe melk, 51 bij de gehomogeniseerde melk, en 90 bij de bewerkte vetvrije melk. Verschillen waren niet significant. In de 5-daagse periode tussen de melkbehandelingen werd een lactose-arm dieet gegeven. In deze uitwasperiode waren symptomen duidelijk minder. In een derde deelonderzoek kregen 35 lactose intolerante volwassenen, in een gerandomiseerde dubbelblinde crossover studie, rauwe niet gepasteuriseerde, niet gehomogeniseerde biologische melk of gepasteuriseerde, gehomogeniseerde volle melk. Er werden geen verschillen in symptomen gevonden tussen de 2 melkgroepen. Symptomen in de eerste melkperiode waren hoger dan in de 2<sup>e</sup> periode (dus ongeacht rauw of bewerkt). Opvallende bevinding is dat bij kinderen het vooral jongens waren met klachten terwijl bij volwassenen vooral vrouwen lactose intolerant waren.

Kortom, in tegenstelling tot dierstudies heeft wetenschappelijk onderzoek naar het effect van homogenisatie bij mensen met maag-darmklachten niet kunnen aantonen dat het wel of niet homogeniseren leidt tot een betere verdraagzaamheid van melk.

## *Allergie*

Ongeveer 2 tot 3% van de bevolking heeft voedselallergie. Dit komt meer voor bij kinderen, maar veel kinderen groeien over een allergie heen. Bij een allergie is er sprake van een overreactie van het immuunsysteem op een eiwit. Voor melk worden beta-lactoglobuline, alpha lactalbumine en caseïne als belangrijkste allergene eiwitten beschouwd. Door homogenisatie is de hoeveelheid eiwit dat direct aan de oppervlakte van de vetdeeltjes aanwezig is, veel groter dan in niet-gehomogeniseerde melk, waar de eiwitfractie ingekapseld zit in de vetdeeltjes. In een aantal dierstudies blijkt dat de allergeniciteit van gehomogeniseerde melk inderdaad is verhoogd. Zo wordt in de eerder genoemde studie van Feng & Collins (1999) een hogere immunoreactie gevonden bij dieren die gepasteuriseerde en gehomogeniseerde melk kregen in vergelijking met de groep dieren die alleen gepasteuriseerde melk toegediend had gekregen. Dit betrof alleen de reactie op caseïne, wat in overeenstemming is met de verandering van de fysieke structuur van melk na homogenisatie.

Poulsen et al (1990) beschrijven een studie bij muizen waaruit blijkt dat zowel bij orale toediening als bij het onderhuids injecteren van een lage hoeveelheid rauwe melk of gehomogeniseerde melk de productie van antilichamen verhoogd is. Bij de orale toediening hadden 10 van de 14 muizen die gehomogeniseerde melk kregen een antilichaamrespons, terwijl dit slechts bij 1 van de 12 muizen die rauwe melk kregen werd gevonden. Ook in de studie van Nielsen et al. (1989) was naar voren gekomen dat gehomogeniseerde melk, zowel bij injecteren als oraal toedienen, de productie van IgE induceerde. Een hoger vetgehalte blijkt bij gehomogeniseerde melk de immunoreactie nog verder te versterken (Poulsen, 1987).

In Noord-Europa wordt regelmatig door consumenten, onder andere ouders van allergische kinderen, aangegeven dat niet-gehomogeniseerde melk (zowel rauw als gepasteuriseerde melk) beter verdragen wordt dan gehomogeniseerde melk. Niet-gehomogeniseerde melk zou geen allergische reactie opleveren (Michalski, 2007). Toch wordt vanuit de wetenschap hieraan getwijfeld, omdat ook de lage hoeveelheid vrij eiwit in rauwe melk, voldoende is om bij allergische personen een reactie op te roepen. Een aantal klinische studies zijn hiernaar uitgevoerd. In een studie van Host & Samuelsson (1988) werden geen verschillen gevonden tussen de effecten van gehomogeniseerde en niet-gehomogeniseerde melk bij melk-allergische kinderen, terwijl in een andere studie bleek dat in 10% van de melkeiwit allergische kinderen gehomogeniseerde melk meer problemen op te leveren dan niet-gehomogeniseerde melk (Hansen, 1987).

In een studie van Paajanen et al. (2005) kregen 36 gezonde volwassenen, die melk goed konden verdragen, over een periode van 2x28 dagen gehomogeniseerde of niet gehomogeniseerde koemelk. De studie was een gerandomiseerde, open, cross-over studie. Gekeken werd naar de vorming van antilichamen tegen de melk. Ook in deze studie werden geen verschillen gevonden in de antilichaamproductie bij de verschillende soorten melk. Hieruit is geconcludeerd dat gehomogeniseerde melk dus geen hogere immunogeniciteit heeft.

Belangrijk is wel dat het hier gaat om volwassenen die goed melk kunnen verdragen. Een zelfde type onderzoek in een andere doelgroep, bijvoorbeeld kinderen, zouden een ander beeld kunnen geven. Michalski (2007) geeft in haar review aan dat het moeilijk is om uit deze studies te concluderen dat er geen effect is. Een effect van homogenisatie zal moeilijk te vinden zijn, omdat mensen overgevoelig of allergisch kunnen zijn voor een breed scala aan stoffen, eiwitten of eiwitfracties in de melk en dat sommige groepen mensen meer gevoelig zijn dan anderen. Hierdoor is het moeilijk om op basis van de bestaande literatuur sterke conclusies te trekken.

#### 4.2.4 *Effect van boerenmelk op astma, eczeem en hooikoorts*

In tegenstelling tot resultaten uit sterke, klinische proeven zijn in meer recente jaren een aantal opvallende bevindingen gedaan met betrekking tot boerenmelk, dus de niet gehomogeniseerde melk die vaak volledig rauw (=ongekookt) wordt gedronken. In een aantal grote studies is onderzocht of er een verband bestaat tussen het wonen op een boerderij en het risico op allergische aandoeningen. De grootste Europese studie op dit gebied is de Parsifal studie. Dit is een groot, cross-sectioneel onderzoek uitgevoerd in 5 Europese landen bij 14.893 kinderen van 5-13 jaar. Per land zijn 4 groepen kinderen geselecteerd; kinderen die op een boerderij wonen, kinderen die op een Steiner school of vrije school zitten en twee bijpassende controlegroepen.

Uit deze studie bleek dat zowel kinderen die op een boerderij woonden, als de kinderen met een 'Steiner school'-achtergrond een lager risico op eczeem/allergie klachten hadden (Alm 2002; Alfven 2005). Uit deze studies kon nog niets geconcludeerd worden over welke leefstijlfactor(en) de verlaging van het risico veroorzaakte. Uit de kleine studie van Alm et al. onder 'Steiner school'-kinderen werd een risicoverlaging gezien bij die groep kinderen die vooral biologische of biologisch dynamische voeding at (37% verlaging), overigens zonder dat er rekening werd gehouden met andere leefstijlfactoren.

In 2006 werd een artikel met gegevens uit de Parsifal studie gepubliceerd (Waser, 2006), waarin is nagegaan of er een relatie is tussen de consumptie van boerderijproducten, in plaats van in de winkel gekochte producten, en een lagere prevalentie van astma en allergie. In het onderzoek wordt een groep boerderijkinderen vergeleken met een controlegroep, en een groep 'Steiner school'-kinderen (vaak antroposofisch) vergeleken met een controlegroep. Door middel van een uitgebreide vragenlijst zijn onder andere vragen over voeding gesteld. Daarnaast is bij de kinderen serum afgenomen voor de bepaling van allergeen specifiek IgE.

Uit de studie bleek dat kinderen die ooit boerderijmelk hadden gedronken, een 26% lagere kans op astma (OR 0.74 (0.61-0.88)) en 44% lagere kans op rhinoconjunctivitis (ontstoken ogen en neus a.g.v. allergie) hadden. Ook was de overgevoeligheid voor allergenen uit de voeding 58%, pollen 33% en paardenhaar 50% lager in de groep kinderen die boerderijmelk dronken. Probleem met deze data is, dat het moeilijk is om te achterhalen aan welke bewerking het gevonden effect is toe te schrijven. Duidelijk is dat de boerderijmelk in ieder geval niet gehomogeniseerd of gestandaardiseerd is. Een deel van de mensen heeft aangegeven de boerderijmelk wel te koken voor consumptie. Er werden geen verschillen gevonden tussen de groepen die de melk wel of niet zeiden te koken. De auteurs wijzen er op dat de kans bestaat dat deelnemers een sociaal wenselijk antwoord hebben gegeven, en dus hebben aangegeven de melk te koken voor consumptie zonder dit daadwerkelijk te doen. Als dat zo is, dan zouden eventuele verschillen gemaskeerd kunnen zijn. Leden van de Parsifal groep werken nu mee in de grote Europese GABRIEL studie. Hierin wordt de consumptie van rauwe melk in de vroege kinderjaren expliciet onderzocht als mogelijke factor die preventief werkt tegen diverse atopische aandoeningen waaronder astma en hooikoorts (Kneifel, 2006).

In een studie (Wickens, 2002) onder 239 kinderen van 7-10 jaar uit Nieuw Zeeland bleek juist dat kinderen die vroeg in het leven op een boerderij waren geweest (of woonden) een hogere allergieprevalentie te hebben. Wel werd gevonden dat de consumptie van ongespasteuriseerde melk het risico op atopische eczeem/dermatitis met 80% verlaagde (Wickens, 2002). Wederom betreft dit een cross-sectionele studie, waardoor geen conclusies over

oorzakelijkheid getrokken kunnen worden. Wel sterk aan de resultaten is dat het verband consistent is over groepen heen. Hieruit is de algemene conclusie dat het drinken van boerderijmelk het risico op astma verlaagd.

Riedler et al. (2001) vond in een cross-sectionele studie onder ruim 2600 kinderen uit Oostenrijk, Duitsland en Zwitserland, een onafhankelijk beschermend effect van vroege consumptie van ongepasteuriseerde melk op astma, piepende ademhaling, hooikoorts, huidige symptomen van rhinitis en atopische gevoeligheid. Zowel een langdurig als een vroegtijdig (vroeg in je leven) in contact komen met stallen en boerderijmelk werd door de auteurs gezien als een sterk bescherming tegen de ontwikkeling van bovengenoemde allergische aandoeningen.

#### 4.2.5 *Samenvattende resultaten*

Wanneer gekeken wordt naar de samenstelling van het product melk, als rauw (=direct van de koe), gepasteuriseerd en/of gehomogeniseerd product, dan is het duidelijk dat er in de melk een groot aantal veranderingen optreden.

Deze veranderingen zouden potentieel tot gezondheidseffecten bij mensen kunnen leiden.

Duidelijk is dat voedselveiligheidsrisico's bij rauwe melk, vooral bij incidenteel gebruik en bij gevoelige personen, niet kunnen worden uitgesloten, zoals die ook bij gepasteuriseerde melk nooit geheel uit te sluiten zijn. In een maatschappij die bekende voedselveiligheidsrisico's wil uitsluiten, cq. bewijsbaar wil hebben dat alle denkbare maatregelen zijn genomen om deze te voorkomen (op straffe van zware juridische procedures), levert een voedselveiligheidsrisico ook een groot (financieel) risico, dat graag vermeden wordt.

Duidelijk is ook dat, als gevolg van homogenisatie, veranderingen in de structuur van de melk optreden. Zo leidt het homogeniseren van producten tot een makkelijkere verteerbaarheid van de melk. Dit is gunstig voor mensen met maagdarmklachten, maar het kan ongunstig zijn voor mensen met allergische aandoeningen.

Verder zijn er geen bewijzen dat het drinken van melk in het algemeen het risico op hartklachten of diabetes verhoogt. Over de invloed van bewerking van melk op deze risico's kan helemaal geen uitspraak worden gedaan, omdat dit amper is onderzocht. Er bestaat wel een hypothese die het verband legt tussen de consumptie van gehomogeniseerde melk en het risico op deze type 2 diabetes.

Melkintolerantie en melkallergie zijn de aandoeningen waar het meest onderzoek naar is gedaan. Op basis van de veranderde samenstelling van de melk zou hier ook een effect verwacht kunnen worden, hetgeen bevestigd wordt in dierproeven. In kortstondige klinische trials bij mensen blijken deze effecten echter moeilijk aan te tonen. Mensen die van zichzelf hebben aangegeven niet tegen gehomogeniseerde melk te kunnen, blijken bijvoorbeeld bij een blinde trial geen verschil in effect van gehomogeniseerde of niet-gehomogeniseerde melk te merken.

Verhitting leidt tot denaturatie van wei-eiwitten en enzymen, en tot minder antimicrobiële stoffen. Echter, gedegen en goed gedocumenteerd onderzoek naar de gezondheidseffecten door verhitting van melk is nauwelijks gevonden.

Voor een negatieve relatie tussen sterilisatie en diabetes type 1 en 2 is wel een mogelijke respectievelijk waarschijnlijke hypothese beschikbaar, maar dit is nooit overtuigend aangetoond. Daarnaast zou een lagere LPS, als gevolg van alle gebruikte verhittingsmethodes, mogelijk kunnen zorgen voor een hogere vitamine D gevoeligheid, welke verantwoordelijk kan zijn voor koemelkallergie. En tenslotte is bij een dierproef een verschil in immunreactie tussen gepasteuriseerde en rauwe melk gevonden.

In een aantal grote populatiestudies is een duidelijk verband gevonden tussen het drinken van rauwe melk en een verlaging van het risico op eczeem, astma of andere allergische aandoeningen. Alhoewel de resultaten niet altijd volledig vergelijkbaar zijn tussen de verschillende studiepopulaties, duiden deze studies allen op een beschermend effect van rauwe melk.



## 5 *Discussie*

Ondanks de vrijwel afwezige resultaten uit klinische studies bij mensen, blijkt in meerdere grote populatiestudies dat bij kinderen die meer boerenmelk drinken, het risico op allergische klachten minder is. Binnen dit type onderzoek, cross-sectioneel, kan geen oorzaak - gevolg relatie worden gelegd, maar de effecten blijven wel sterk aanwezig, ook als er voor andere beïnvloedende factoren wordt gecorrigeerd in de analyses. Gekoppeld aan de veranderingen in samenstelling en fysieke structuur van de melk, lijkt een verband tussen melkbewerking en een effect op het immuunsysteem/ allergie/ intolerantie aannemelijk, alhoewel dit wel verder onderzocht moet worden in een ander type studie.

Klinische interventiestudies worden als het belangrijkste type onderzoek gezien om een bewijs te kunnen leveren dat iets werkt. Uit de genoemde interventiestudies waar effect van verschillende bewerkte melksoorten is getest, blijkt dat in kortstondige proeven bij mensen geen effecten zijn gevonden. Hiermee wordt de suggestie ontkracht dat rauwe melk per definitie beter verdragen wordt cq. minder allergische reacties oplevert dan bewerkte winkelmelk. Echter, deze bevindingen zijn ook geen bewijs dat er geen positief effect van rauwe melk op gezondheid kan zijn. In kortstondige studies wordt namelijk voorbij gegaan aan het feit dat een immuunsysteem een lange herinnering en opbouw kent, waarbij met name de jeugdijaren van groot belang zijn. Het kan zo zijn dat de kinderen in bijvoorbeeld de Parsifalstudie via het regelmatig triggeren van het immuunsysteem door het drinken van rauwe melk (evenals het contact met de dieren, buitenlucht, etc.) een weerstand opbouwen, die voorkomt dat ze allergische reacties gaan vertonen. Een allergie is per slot een overreactie van het immuunsysteem, waarbij je kan zeggen dat het immuunsysteem niet optimaal functioneert of uit balans is geraakt. Door het regelmatig uitdagen van een immuunsysteem kan een meer "robuust" functionerend immuunsysteem ontstaan, dat goed met nieuwe triggers overweg kan. Dit helpt ook om andere allergieën zoals astma en bijvoorbeeld pollenallergie te voorkomen. Anders gezegd, op basis van genoemde populatiestudies lijkt de hypothese gerechtvaardigd dat het type melk van invloed is op de werking van het immuunsysteem. Een belangrijk verschil tussen de populatiestudies en de interventiestudies is, dat bij de eerste groep de kinderen al vaak over langere periode zijn blootgesteld aan een bepaald type melk en dat bij deze kinderen wordt onderzocht of er een relatie te vinden is tussen hun melkkeuze en allergische klachten. Bij de interventiestudies wordt meestal uitgegaan van mensen die zelf aangeven klachten te hebben en wordt er gekeken of een bepaald type melk de klachten vermindert. Kortom, in het tweede geval zijn de deelnemers van de studie reeds gevoelig voor de producten die worden getest en is het immuunsysteem reeds uit balans.

Er zijn in de literatuur een aantal aannemelijke redenen te vinden waarom rauwe melk bij zou kunnen dragen aan een "robuuster" immuunsysteem:

1. Rauwe melk bevat micro-organismen die in gepasteuriseerde melk niet aanwezig zijn, waar het immuunsysteem steeds een antwoord op moet hebben
2. Rauwe melk bevat volledige vetdeeltjes, waardoor de vertering van de melk minder snel verloopt dan bij gehomogeniseerde melk. Door de langzame opname in het bloed kan het lichaam een beter antwoord vormen op de potentieel allergene eiwitten die waarschijnlijk ook trager in het bloed komen. Zowel de meer geleidelijke

opname van deze potentieel allergene eiwitten, als de lagere hoeveelheid potentiële allergenen in vergelijking tot gehomogeniseerde (en gepasteuriseerde) melk, spelen hierbij een rol.

Om deze bijdrage aan een robuuster immuunsysteem te testen, zullen langdurigere interventiestudies noodzakelijk zijn. Idealiter betreft dit jonge kinderen waarvan één vierde rauwe melk, één vierde gepasteuriseerde melk, één vierde gehomogeniseerde melk en één vierde gepasteuriseerde en gehomogeniseerde melk gedurende enkele jaren consumeren. Aangezien allergieën, gelukkigerwijs, geen regel maar uitzondering zijn, is een groot aantal kinderen nodig om tot significante verschillen te kunnen komen.



## Literatuur

- Alfvén T, Braun-Fahrlander C, Brunekreef B, von Mutius E, Riedler J. et al. Allergic diseases and atopic sensitization in children related to farming and anthroposophic lifestyle--the PARSIFAL study. *Allergy*. 2006 Apr;61(4):414-21.
- Alm JS, Swartz J, Björkstén B, Engstrand L, Engström J et al. An Anthroposophic lifestyle and intestinal microflora in infancy. *Pediatrics Allergy and Immunology* 2002; 13: 402-411.
- Beal T. 2009. A campaign for real milk. Fall 2009. <http://realmilk.com/documents/PathogensinRawMilk.pdf>
- Boxstael F. van, Dhoore K. Geitenmelk Gezondheid; wat iedereen moet weten van rauwe melk en geitenmelk. Folder geschreven voor de Vlaamse Beroepsgeitenhouderij, studieclub van professionele geitenmelkproducenten, 2007.
- Demeter website. <http://www.demeter-bd.nl/Homogenisatie.asp>
- Doorduyn Y, de Boer E, van Pelt W. Registratie voedselinfecties en -vergiftigingen bij de Inspectie voor de Gezondheidszorg en Voedsel en Waren Autoriteit, 2008. RIVM rapport 330261002/2009. Bilthoven. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/330261002.pdf>
- Fallon S. Real milk for real people, *Acres* 2006; 36 (5).
- Feng C.G.; Collins A.M. Pasteurisation and homogenisation of milk enhances the immunogenicity of milk plasma proteins in a rat model. *Food and Agricultural Immunology*, Volume 11, Number 3, 1 September 1999 , pp. 251-258(8).
- FSA (Food Standard Agency) report Report of the National Study on the Microbiological Quality and Heat Processing of Cows' Milk 2003. [www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/milksurvey.pdf](http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/milksurvey.pdf)
- Hansen LG, Host A, Osterballe O. Allergic reactions to unhomogenized milk and raw milk. *Ugeskrift for Laeger*, 1987;149(14):909-911
- Heuvelink AE, Hoffhuis A, Hoekstra T. De smaak en wraak van rauwe melk. *Infectieziekten bulletin* 2008; 19:105-107.
- Host A. & Samuelson E.G. Allergic reactions to raw, pasteurized and homogenized/ pasteurized cow milk: A comparison. A double-blind placebo controlled study in milk allergic children. *Allergy* 1988; 43:113-118
- Kneifel W. Was Bauernkinder vor Asthma schützt (Wat boerderijkinderen beschermd tegen astma). *Clinicum* 2006; 11:16
- Korpela, R., Paajanen, L., Tuure, T. Homogenization of milk has no effect on the gastrointestinal symptoms of lactose intolerant subjects. *Milchwissenschaft* 2005; 60:3-6

- Michalski M-C. On the supposed influence of milk homogenization on the risk of CVD, diabetes and allergy. *British Journal of Nutrition* 2007;97:598-610
- Michalski M-C, Januel C. Does Homogenisation affect the human health properties of cow's milk? (Review) *Trends in Food Science & Technology* 2006;17:423-437
- Moss M.. Does milk Cause Coronary Heart Disease? *J Nutr environm Med* 2002;12:207-216
- Moss M. & Freed D. The cow and the coronary: Epidemiology, biochemistry and immunology. *International Journal of Cardiology*, 2003;87:203-316
- NACC. The Report of the NACC expert review group in to the evidence linking Mycobacterium paratuberculosis (MAP) and Crohn's disease. 2003. <http://www.nacc.org.uk/downloads/MAPVer9.pdf>
- NACC. The 2nd Report of the NACC expert review group on to the evidence linking Mycobacterium avium supspecies paratuberculosis (MAP) and Crohn's disease. 2009. [http://www.nacc.org.uk/downloads/research/NACC\\_2nd\\_Report\\_MAP\\_and\\_Crohns\\_2009.pdf](http://www.nacc.org.uk/downloads/research/NACC_2nd_Report_MAP_and_Crohns_2009.pdf)
- Nielsen BR, Poulsen OM, Hau J. Reagin production in mice: effect of subcutaneous and oral sensitization with untreated bovine milk and homogenized bovine milk. *In vivo*, 1989; 3(4):271-274
- Paajanen L, Tuure T, Poussa T, Korpela R. No difference in symptoms during challenges with homogenized and unhomogenized cow's milk in subjects with subjective hypersensitivity to homogenized milk. *Journal of Dairy Research* 2003;70(2):175-179
- Paajanen L, Tuure T, Vaarala O, Korpela R. Homogenization of milk has no effect on milk-specific antibodies in healthy adults. *Milchwissenschaft* 2005;60:239-241
- Perkin MR. Unpasteurized milk: health or hazard? Editorial in *Clin Exp Allergy* 2007;37:627-630
- Pottenger F. *Pottenger's Cats. A study in Nutrition*. ISBN 0-916764-06-0
- Poulsen OM, Hau J, Kollerup J. Effect of homogenization and pasteurization on the allergenicity of bovine milk analysed by a murine anaphylactic shock model. *Clin Allergy* 1987;17:449-458.
- Poulsen OM, Nielsen BR, Base A, Hau J. Comparison of intestinal anaphylactic reactions in sensitized mice challenged with untreated bovine milk and homogenized bovine milk. *Allergy* 1990; 45:321-326
- Price W.A. [www.WestonAPrice.org](http://www.WestonAPrice.org)
- Price W.A. Voeding en lichamelijke aftakeling. (Oorspronkelijke title Nutrition and Physiological. Degeneration.) <http://www.ethicurean.com/2009/07/20/raw-milk-2/>
- Riedler JE, Braun-Fahrlander C, Eder W, Schreuer M, Waser M, Maisch S, Carr D, Schierl R, Nowak D, von Mutius E. Exposure to farming in early life and development of asthma and allergy: a cross-sectional survey. *The Lancet*, 2001;358 (9288):1129-1133.

- Schrezenmeir J, Jagla A. Milk and Diabetes. *J Am Coll Nutr* 2000;19:176S-190S
- Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. Possible links between Crohn's disease and Paratuberculosis. March 2000. Report European Commission Directorate-General Health & Consumer Protection. SANCO/B3/R16/2000
- Schmid R. De geheime geschiedenis van melk. De waarheid over het wondervoedsel van de natuur. *Acres*, 2004;34:4
- Spitsberg VL. Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *J Dairy Sci*. 2005;88(7):2289-2294
- Suhren G, Hesselbarth H, Heeschen W, Südi JI. Evaluation of lipopolysaccharide (LPS) content as determined by the limulus test in milk and milk products II: raw milk and influences of technological procedures. *Milchwissenschaft* 1986; 41:156-160
- Taylor J., 1931. Milk tests in Lankashire schools. *Nature* 3203(127): 466
- Tholstrup T. Dairy products and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 2006;17:1-10
- VCP 1998. Basisrapportage van de derde voedselconsumptiepeiling. TNO-rapporten V98.908- V98.813. TNO Voeding Zeist, 1998
- VCP 2003. Zo eten jongvolwassenen in Nederland. Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 2003. eds Ocke, Hulshof en Breedveld. Voedingscentrum, Den Haag. 2004
- Virtanen SM, Knip M. Nutritional risk predictors of beta-cell autoimmunity and type 1 diabetes at a young age (review). *Am J Clin Nutr* 2003;78:1053-1067
- VWA-Oost. Rauwe melk, risico's voor de volksgezondheid. VWA regio oost, januari 2006
- Waser M, Michels KB, Bieli C, Flöistrup H, Pershagen G, von Mutius E, Ege M, Riedler J, Schram-Bijkerk D, Brunekreef B, van Hage M, Lauener R, Braun-Fahrlander C; PARSIFAL Study team. Inverse association of farm milk consumption with asthma and allergy in rural and suburban populations across Europe. *Clin Exp Allergy*. 2006 May;37(5):661-670
- Wickens K, Lane JM, Fitzharris P, Siebers R, Riley G, Douwes J, Smith T, Crane J. Farm residence and exposures and the risk of allergic diseases in New Zealand children. *Allergy* 2002;57(12):1171-1179
- Von Wistinghausen A. Die Kuhmilch — Ernährungsrundbrief nr. 37, 1981, 28-31



# Bijlage 1

## Belangrijkste veranderingen in melk a.g.v. bepaalde stappen in de keten – van koe tot consument

Proces	Gerelateerde reactie	Consequentie
Melken (met machine)	Vet oxidatie	Ontstaan peroxidase, oxidatie smaak
	Vet afbraak	Vrije vetzuren, ranzige smaak
Koeling, koude opslag	Neerslaan caseïne micellen	Samenklonteren caseïne en calciumfosfaat
	Vet kristallisatie	Verandering MFGM
	Lipolyse	Vrije vetzuren, ranzige smaak, vervelende smaak a.g.v. oxidatie
	Proteolyse	Peptides en vrije vetzuren
Homogenisatie	Uiteenvallen vetglobules	Kleine vetdeeltjes met een nieuw grensvlak
	Uiteendrijven caseïne micellen	Vorming vet-eiwit complexen
	Activatie van bepaalde enzymen	Oxidatie smaak, ranzige smaak
Hittebehandeling:	Reductie microorganismen	Verhoogde microbiële kwaliteit en houdbaarheid
	Denaturatie wei-eiwitten	Vorming caseïne-eiwit complexen
	Vorming lactone	Verhoging smaak (flavor and taste)
	Inactivatie enzymen	Verhoogde kwaliteit en houdbaarheid
Pasteurisatie	Reductie van wateroplosbare vitamines	<10% vit B; <25% vit C. Deze getallen zijn te hoog. Bovendien is melk nauwelijks een bron van Vitamine C. Meeste vitamines gaan verloren door oxidatie tijdens opslag, niet door de verhittingsstap Zie beneden inderdaad
UHT	Vernietiging wateroplosbare vitamines	<20% vit B; <30% vit C
	Maillard reactie	Lactose-eiwit complex vorming, gedeeltelijk verlies lysine
	Lactose isomerisatie	Vorming lactulose = goed voor de stoelgang
Opslag van verpakte melk	Reactivatie van enzymen	smaakachteruitgang
Gepasteuriseerd	Groei psychotrophe (psychotolerante) bacteriën	Bittere smaak a.g.v. eiwitafbraak
	Vernietiging wateroplosbare vitamines	<30% vitamine B en C
UHT	Gelatinevorming agv veroudering	Vorming eiwit-mineraal complexen
	Vernietiging wateropl vitamines	< 50% vitamine b >90% vitamine C

*Vertaald van Michalski en Januel, 2006*



## Bijlage 2

Een studie die veel wordt aangehaald door de voorstanders van rauwe producten is de *Weston A Price – studie*. De tandarts Weston A. Price begon in het begin van de 1930' er jaren met het bestuderen van verschillende bevolkingsgroepen. Mensen uit verschillende stammen verspreid over de hele wereld werden door hem onderzocht, waarbij vooral tanden en vorm van het gehemelte zijn aandacht hadden. Hij onderzocht veel geïsoleerd levende gemeenschappen, bijv. de mensen van het Lutschal in Zwitserland die voor hun voedselvoorziening en overige voorzieningen vooral op eigen productie aangewezen waren. Hij beschreef de voedingsgewoonten van deze leefgemeenschappen. Daarnaast onderzocht hij mensen die in de “meer geciviliseerde” wereld woonden en makkelijk toegang hadden tot geïndustrialiseerd voedsel. De voornaamste conclusie was dat kinderen/volwassenen uit de geïsoleerde gemeenschappen minder last van tandcariës hadden. Deze mensen hadden een betere kaak/verhemelte vorming, bredere neusgaten, een mooiere lichaamsbouw en vrouwen hadden bredere bekkens. Mensen die toegang hadden tot geïndustrialiseerd voedsel hadden meer gaatjes in de tanden, vervorming van verhemelte (vaak smal), waardoor de tanden scheef stonden. Hij schreef deze verschillen voor een belangrijk deel toe aan de voeding. Voeding rijk aan graanproducten/rogge en zuivel, maar beperkt in vlees, zou bijdragen aan een gezonde groei.

Opvallend was dat mensen die uit de geïsoleerde gemeenschappen een tijdje in een ‘geciviliseerde’ stad gingen wonen, vaak wel een periode van tandbederf hadden. Dit stopte weer als ze terugkeerden naar de eigen gemeenschap met de traditionele eetgewoonten.

Dr. Price kwam op basis van zijn bevindingen van de diëten van de geïsoleerde gemeenschappen tot de volgende conclusies over de samenstelling van een gezondheidsbevorderende voeding. De voeding bevat:

- geen geraffineerde of gedenatureerde voedselsoorten, dus geen gepasteuriseerde of gehomogeniseerde afgeroomde melk
- een type dierlijk eiwit (vis, gevogelte, dier, eieren, zuivel, insecten)
- primitieve voedingsprogramma's bevatten 4x zo veel calcium en andere mineralen en 10x zo veel vetoplosbare vitamines van dierlijk vet (Vit A, D, en de door Weston-Price genoemde X-activator)
- voedsel met een hoog enzymgehalte; rauwe zuivel, rauw vlees/vis, rauwe honing, tropisch fruit, koud geperste olie, wijn en ongepasteuriseerd bier)
- zaden, granen en noten (meestal geweekt, gekiemd, gefermenteerd in verband met de aanwezige fytynezuur)
- voeding bevat eenzelfde hoeveelheid omega-3 en omega-6 (was in die tijd nog niet bekend, maar is later uit het voedingspatroon afgeleid)
- voeding bevat beetje zout
- traditionele groepen eten gelatinerijke soepen van bot getrokken
- speciaal voedingsrijke voeding voor mannen en vrouwen voor de conceptie, voor zwangeren en voor kinderen in de groei

Het onderzoek van Dr. Weston Price is vooral een beschrijvend onderzoek, waarbij als overeenkomst tussen de verschillende onderzochte bevolkingsgroepen naar voren kwam dat deze mensen min of meer onbewerkte producten aten. Onbewerkte melk was onderdeel van deze voeding. Uit deze studie kan niet worden afgeleid wat het effect van de onbewerkte melk op de gezondheid is.