

2016

Afstudeerwerkstuk “Invloeden kwaliteitsaspecten van drinkwater melkvee”



Tim Feijnenbuik

**In opdracht van: CAH Vilentum
Hogeschool, locatie Dronten**

30-5-2016

Afstudeerwerkstuk

“Invloeden kwaliteitsaspecten van drinkwater melkvee”

Dit rapport is het afstudeerwerkstuk dat gemaakt is in het 4^e jaar van de opleiding Dier- en Veehouderij ter afronding van de Bachelor Dier- en Veehouderij.

Gemaakt door: Tim Feijnenbuik

Klas: 4 DV

Major: Dier- en Veehouderij

Opleiding: Bachelor Dier- en Veehouderij



In opdracht van: CAH Vilentum Hogeschool, locatie Dronten

Afstudeerdocent: Dhr. J. Simmelink

Nunspeet, 30-5-2016

Voorwoord

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van een literatuuronderzoek naar de invloeden van kwaliteitsaspecten op de drinkwateropname bij melkkoeien. Om zo een handreiking te leveren aan de melkveehouderijsector die steeds duurzamer en efficiënter gaat produceren met behoud van kwaliteit en verbetering ervan.

Deze opdracht is uitgevoerd binnen de afstudeerfase in het vierde jaar van de opleiding Dier- en Veehouderij. In dit rapport zijn alle bevindingen en resultaten die tijdens dit onderzoek naar voren zijn gekomen gepresenteerd en geanalyseerd. Aan het eind van dit rapport zijn op basis van de analyses en het onderzoek conclusies geformuleerd, die vervolgens behandeld zijn in de discussie. Het onderzoek vond plaats binnen de vooraf gestelde kaders. Allereerst is aan het begin van dit rapport de probleemstelling opgesteld waarop het literatuuronderzoek verder is ingegaan om zaken te kunnen verklaren.

Dankbetuiging(en)

Bij dezen wil ik Dhr. J. Simmelink bedanken voor de begeleiding en ondersteuning tijdens de afstudeerfase.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	4
Abstract	5
1. Inleiding	6
1.1. Onderzoeksmethode	10
2. Onderzoek en analyse	11
2.1. Welke kwaliteitsaspecten zijn er?	11
2.1.1. Waterkwaliteit	11
2.1.2. Manier van verstrekken.....	14
2.2. Welke eisen stelt de koe aan drinkwater en de verstrekking ervan?	18
2.2.1. Eisen van de koe	18
2.2.2. Verstrekking.....	18
2.3. Wat is het natuurlijke drinkgedrag van de koe?	19
2.3.1. Redenen.....	19
2.3.2. Drinkmomenten/dag	19
2.3.3. Drinkhouding	19
2.4. Wat is de vochtbehoefte van een koe per lactatiestadium?	20
2.5. Welke invloed hebben de verschillende kwaliteitsaspecten op elkaar?	21
2.5.1. De samenhang tussen bepaalde kwaliteitsaspecten	21
2.5.2. Positieve/negatieve aspecten	23
2.6. Wat zijn de gevolgen van een verhoogde drinkwateropname?	24
2.6.1. Gezondheid/productie	24
2.6.2. Emissie/uitscheiding en bemesting	25
3. Conclusie	26
3.1. Discussie.....	27
Bibliografie	30
Bijlage	33
Bijlage 1; Normen wateronderzoek Gezondheidsdienst voor dieren (GD).....	33
Bijlage 2; Normen wateronderzoek Diergezondheidszorg Vlaanderen	34

Samenvatting

De wateropname van melkvee behoort tot de primaire behoefte van de dieren. Hiervoor moet het drinkwater voldoen aan kwaliteitseisen, dit is in de praktijk nog niet altijd het geval. De drinkwateropname moet te allen tijden gewaarborgd zijn, anders bestaat het risico dat de dieren problemen met zowel de gezondheid als de melkproductie krijgen.

Drinkwater is een onderwerp dat steeds meer aandacht krijgt binnen de melkveehouderijsector. Het doel van dit onderzoeksrapport is dan ook om de kwaliteitsaspecten die spelen bij de drinkwateropname uit te werken en te analyseren op de invloed op de wateropname. Dit is gedaan door middel van een literatuuronderzoek waarbij gebruik is gemaakt van wetenschappelijke literatuur ter onderbouwing van het onderzoek, en artikelen uit vakbladen als achtergrondinformatie.

Aanleiding was de interesse voor de te realiseren meeropbrengst aan melk via stimulering van de wateropname, door in te spelen op de wensen van de koe. Hiermee kan een hogere melkopbrengst gerealiseerd worden waarmee een economisch voordeel te behalen valt (Ginneken, 2015). Daarnaast heeft het ook effect op het rendement, aangezien aangetoond is dat dieren efficiënter eiwit gaan benutten naarmate zij meer water opnemen, hierdoor treedt ook een efficiënter gebruik op van mineralen en daarmee een vermindering van de uitscheiding van mineralen, waaronder stikstof in de vorm van ureum. Hierdoor neemt de voerefficiëntie van de dieren toe en wordt de melkproductie gestimuleerd, doordat de hogere wateropname een hogere drogestofopname realiseert, met als resultaat een hogere melkproductie (Steiger Burgos M., 2001).

Om de hogere wateropname te realiseren is inspelen op de wensen van de koe een groot aandachtspunt. Dit kan door middel van het sturen op de kwaliteitsaspecten, zowel technisch als op waterkwaliteit. Het overgrote deel van de kwaliteitsaspecten heeft een effect op de smakelijkheid (Karin Schütz, 2012). Hierbij treden oorzaak-gevolg-reacties op. Wanneer namelijk het ene kwaliteitsaspect niet goed/optimaal is, dan versterkt dit de invloed op het andere kwaliteitsaspect. De meeste kwaliteitsaspecten hebben om deze reden (direct of indirect) invloed op de smakelijkheid.

Naast de smakelijkheid van het water krijgt de drinkwatertemperatuur steeds meer aandacht in de sector in het kader van omgang met energiebronnen op het bedrijf. Zo wil men lauw water verstrekken aan koeien. Onderzoek heeft aangetoond dat koeien hier voorkeur aan geven (Monica Andersson, 1985) (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). Echter, er is een aantal beperkingen met betrekking tot de smakelijkheid van het water ten gevolge van bacteriegroei in het systeem. Hierbij spelen ook andere factoren een rol, zoals de gebruikte materialen en de invloeden van andere kwaliteitsaspecten op elkaar.

Hieruit valt op te maken dat het merendeel van de kwaliteitsaspecten van invloed is op de daadwerkelijke opname (David K. Beede, 2005), maar hierop in de praktijk wel in te spelen is. Wel moet hierbij op een aantal punten nog vervolgonderzoek uitgevoerd worden om de betrouwbaarheid te verhogen en meer inzicht te krijgen in mogelijke praktische toepassingen binnen de melkveehouderijsector.

Abstract

Water absorption is one of the primary needs for dairy cattle. This requires that their drinking water complies with quality requirements, which in practice is not always the case. The water intake of the dairy cows must be guaranteed at all times, otherwise the risk exists that the animals will have problems with their health and their milk production.

The quality of drinking water has begun to receive increasingly more attention within the dairy farming sector. The purpose of this research report is to identify which quality aspects are affecting the drinking water intake of dairy cattle, in order to work out and analyze how these quality aspects influence water absorption. This is pursued through a search for scientific literature that supports the research and by consulting articles from professional journals that provide background information.

Because the increasing interest about how to realize more milk by increasing the water absorption of dairy cows, this can be done by responding to the wishes of the cow. This allows a higher milk yield, which creates an economic advantage (Ginneken, 2015). In addition, it has an effect on the economic return, as it has been demonstrated that the higher the animals' water absorption, the more efficient their use of protein and of minerals will be, which results in a reduction in the excretion of minerals, including nitrogen in the form of urea. This increases the animals' feed efficiency and stimulates milk production, because a higher water absorption realizes a higher intake of dry matter (Steiger Burgos M., 2001).

To realize a higher water absorption by the cows, can be by focusing on quality aspects. To concern quality aspects both are important, technically and the water quality. The majority of the quality aspects have an effect on the taste (Karin Schütz, 2012). This Act cause-effect responses, namely: when one quality aspect is not satisfactory/optimal, for example the influence of level of iron and manganese in the water affect on bacterial growth is strengthened. For this reason, most quality aspects affect taste (directly or indirectly).

In addition to the taste of drinking water, the sector has also become increasingly interested in water temperature, within the context of managing companies' energy source. Research has shown that cows prefer to drink lukewarm water (Monica Andersson, 1985) (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). So here is a possibility to use the lukewarm water of the pre-cooling of milk. However, as a result of bacterial growth in the system, there are some influences on the taste of water. Other factors also play a role, such as the materials which have been used and how other quality aspects influence each other.

Most of the quality aspects affect the actual recording (David K. Beede, 2005). However there are possibility to stimulate recordings in practice. However, a number of points still need to be followed up in order to increase reliability and to better understand what possible practical applications this research may have within the dairy sector.

1. Inleiding

Dit onderzoeksrapport is tot stand gekomen naar aanleiding van de huidige ontwikkelingen en problemen in de melkveehouderijsector. Op de meeste melkveebedrijven behoren de voer- en energiekosten tot de grootste kostenposten. Hiervoor kijkt de sector dan ook naar nieuwe mogelijkheden om deze kosten in de toekomst te reduceren en ook om op deze wijze als sector in de toekomst duurzamer te zijn.

Zo bestaat tegenwoordig veel aandacht voor drinkwater voor melkvee. Drinkwater wordt beschouwd als het goedkoopste voer, maar misschien is dit ook wel het belangrijkste voer op de bedrijven. De volgorde is immers dat de wateropname leidt tot een voeropname met als resultaat melkproductie. Voor iedere liter melk is tenslotte vier à vijf liter water nodig. Water is niet alleen voor productie nodig, goed drinkwater is ook van belang om alle lichaamsprocessen (penswerking etc.) van de koe goed te doen verlopen. Als dat het geval is blijven koeien beter in conditie en bestaat minder kans op gezondheidsproblemen. Daarnaast zorgt de opname van drinkwater voor een verminderde kans op (hitte)stress bij de dieren. Hierdoor kan de koe eenvoudiger haar melkproductie op peil houden. Dit alles draagt bij aan een mogelijke verhoging van het aantal kalvingen en dus ook van het aantal lactatieperiodes per koe (levensproductie bij afvoer) (David K. Beede, 2005).

Hiermee wordt indirect de gehele sector beter (duurzamere koeien). Doordat minder jongvee aangehouden hoeft te worden en koeien mogelijk 'langer meegaan' wordt bespaard op de opfokkosten, wat financiële voordelen met zich mee kan brengen. Doordat minder jongvee nodig is kan naast de verkoop van stierkalveren ook voor verkoop van vaarskalveren gekozen worden. Ook is het mogelijk om selectief te insemineren met gesekst en BWB-sperma. Beide opties zorgen voor een beter saldo op de omzet en aanwas.

Het belang van water is daarom op bedrijfsniveau al van grote invloed, aangezien met een relatief goedkoop voedermiddel eenvoudig een betere productie en indirect een betere diergezondheid op het bedrijf behaald kan worden. De diergezondheid heeft daarbij zeer veel directe gevolgen die voordelen bieden. Op verschillende managementvlakken kunnen deze voordelen voordelig zijn voor de veehouder. Daarnaast is het binnen de sector een belangrijk thema, aangezien de gevolgen en resultaten in de hele sector merkbaar zijn. De melkveehouders hebben uiteindelijk het grootste belang bij de vragen rondom het drinkwater en wat dit water betekent voor hun bedrijf.

Binnen de melkveehouderij sector zijn en worden steeds meer uitspraken gedaan over het belang van goed drinkwater als het goedkoopste voer. De volgende aspecten vormen onderwerp van de discussie binnen de sector: drinkwaterkwaliteit, drinkwatertemperatuur, bakplaatsing, type systeem. Daarbij is aangegeven dat gestuurd kan worden op opname van drinkwater, wat weer kan zorgen voor een hogere melkgift en betere penswerking. Echter, nog niet alle kwaliteitsaspecten zijn onderzocht. Doordat wel duidelijk is dat drinkwater direct verband houdt met productie wordt het voor veel veehouders niet meer gezien dan alleen vanuit noodzaak en diergezondheidsoogpunt maar krijgt het economisch gezien ook toegevoegde waarde voor de veehouder. Momenteel blijkt uit de praktijk dat er helaas nog onvoldoende aandacht is voor het drinkwater, terwijl vanuit het management nauwelijks iets wordt gedaan. Daardoor is de hoofdvraag binnen dit onderzoek:

Welke kwaliteitsaspecten van drinkwater beïnvloeden de opname van drinkwater door melkkoeien?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- ✚ Welke kwaliteitsaspecten zijn er op het gebied van drinkwater?
- ✚ Welke eisen stelt een koe aan drinkwater en de verstrekking ervan?
- ✚ Wat is het natuurlijke drinkgedrag van de koe?
- ✚ Wat is de vochtbehoefte van een koe per lactatiestadium?
- ✚ Welke invloed hebben de verschillende kwaliteitsaspecten op elkaar?
- ✚ Wat zijn de gevolgen van verhoogde drinkwateropname?

Vooruitlopend op de uitkomst is de volgende hypothese geformuleerd:

- ✚ De verwachting is dat smakelijkheid en temperatuur een grote invloed hebben op de opname, naast de al aangetoonde invloed van de grootte van het drinkwateroppervlak, plaatsingshoogte van de drinkbak en het klimaat/rantsoen.

Uit de praktijk blijkt dat koeien gemaksdieren zijn en zeer selectief. Dit is ook terug te zien bij weidegang en aan het voerhek. Om deze reden is het bij drinkwatermanagement ook van belang dat goed, voldoende en smakelijk drinkwater wordt aangeboden zodat iedere koe op elk moment van de dag voldoende water van dezelfde kwaliteit tot haar beschikking heeft. Dit is in de praktijk vaak nog niet het geval. Op 50% van de Nederlandse melkveebedrijven is het water nog beneden de norm; daarnaast is een kwart van de onderzochte monsters in de afgelopen vijf jaar door de GD beoordeeld als minder geschikt en/of ongeschikt als drinkwater (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd). Wanneer dit niet het geval is gaan koeien wachten op drinkwaterverstrekking, of drinken alleen wanneer het noodzakelijk is. De vochtbehoefte is per koe verschillend, deze wordt medebepaald door het lactatiestadium waarin de koe zich bevindt. Een koe met een hoge productie zal eerder problemen krijgen met de vochthuishouding van het lichaam en daling in productie laten zien dan een koe met een lagere productie. Dit is bijvoorbeeld sterk terug te zien bij bedrijven die de koeien weiden op plaatsen waar het drinkwater niet optimaal is. De koeien drinken dan meer buiten of binnen, afhankelijk van waar de kwaliteit, smaak en dergelijke het beste zijn. Dit heeft tot gevolg dat het drinkwater niet verspreid over de dag op meerdere korte drinkmomenten wordt ingenomen maar in grote hoeveelheden op een beperkt aantal momenten (Sharpe) (Frenken, 2013/2014).

Hierdoor kunnen tekorten aan lichaamswater ontstaan wat direct zorgt voor een daling in melkproductie (R.Murphy). Het is dus van belang dat er voldoende, goed en smakelijk drinkwater wordt verstrekt gedurende de hele dag. Over smakelijkheid van drinkwater is al bekend dat verschillende stoffen, die opgelost in het water aanwezig kunnen zijn, de smakelijkheid van het water kunnen beïnvloeden (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

In een Amerikaans onderzoek is de relatie tussen drinkwaterkwaliteit en melkproductie aangetoond. Dit onderzoek is uitgevoerd op 174 melkveebedrijven. Hierbij is vastgesteld dat de bedrijven die gemiddeld 34 liter of meer melk per koe per dag produceerden geen enkel kwaliteitsprobleem met het drinkwater hadden. Dit terwijl één op de drie bedrijven met een productie van 22 liter of minder wel een kwaliteitsprobleem met het drinkwater hadden (Sharpe) (Ginneken, 2015).

Wat betreft de technische kant van de drinkwatervoorziening is aangetoond dat een relationeel verband bestaat tussen hoge drinkwaterbakken met een groot drinkwateroppervlak en een hogere wateropname. Verder is geen relationeel verband aangetoond tussen de drinkwaterdiepte en de opname (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006). Alleen dient men bij de drinkwaterdiepte wel rekening te houden met het feit dat de koe haar neusspiegel in het water wil kunnen steken. Eveneens is bekend dat de vochtbehoefte (inclusief vocht uit voer) afhankelijk is van vier variabele factoren. Dit zijn de relatieve luchtvochtigheid, hittestress, droge stof van het rantsoen en de melkproductie (Gerrit Remmelink, Jantine van Middelkoop, Wijbrand Ouweltjes en Harm Wemmenhove, 2015).

De watertemperatuur is ook een dikwijls besproken punt in de literatuur en vakbladen. Hierover worden uitspraken en beweringen gedaan over een watertemperatuur tussen 5-20 graden Celsius, terwijl er ook beweringen worden gedaan van tussen 17-28 graden Celsius (Ginneken, 2015). Hieraan zijn weinig conclusies te verbinden. Aangezien in de betreffende onderzoeken aangegeven wordt dat dit afhankelijk is van verschillende klimatologische factoren als seizoen, stalklimaat en dergelijke. Wel is hieruit de conclusie te trekken dat koeien de voorkeur geven aan lauw water, ongeacht het seizoen.

Als we lauw water gebruiken als drinkwater krijgen we te maken met bacteriën. Hierover is bekend dat deze zich in het algemeen makkelijker vermenigvuldigen in vochtige milieus met temperaturen rondom de lichaamstemperatuur (ongeveer 37 à 38 graden Celsius). Een factor die voor de bacteriegroei van belang is, is de aanwezigheid van een voedingsbron.

Bekend is dat E. coli de beste maatstaf is als indicator voor drinkwatergeschiktheidsbeoordeling (S.C. Edberg, E.W. Rice, R.J. Karlin, M.J. Allen , 2000). Wat betreft de overige microbiologie op drinkwatergebied voor melkvee is nog relatief weinig bekend. Vrijwel niet is onderzocht welke bacteriën daadwerkelijk in de waterbakken op de bedrijven voorkomen en ook schadelijk zijn voor het vee. Hier liggen dan ook kansen voor dit rapport om door middel van literatuurstudie verder te onderzoeken wat er bekend is en wat eventueel vanuit andere sectoren al bekend is over microbiologie in relatie tot drinkwater.

De rangorde binnen de veestapel is een onderwerp dat centraal dient te staan bij de plaatsing van de bak in de stal. Aangezien rang-lage dieren altijd zoeken naar een uitweg, houdt dit indirect verband met de opname van de hoeveelheid water. Zo is het dus van belang dat drinkpunten niet geplaatst worden in doodlopende routes en op donkere plaatsen in de stal, waardoor rang-lage dieren hier niet graag zullen drinken omdat ze dan niet kunnen uitwijken voor de dominante dieren binnen de veestapel. Dit zorgt voor onrust in de stal en benadeelt de rang-lage dieren (hoofdzakelijk vaarzen). Gevolg is dat deze dieren minder water opnemen en dus minder goed tot ontwikkeling komen in productie.

Dit punt geeft ook gelijk een stukje van het tweede belang van water weer: water en de beschikbaarheid ervan in relatie tot welzijn. Water is een onderdeel binnen de 'vijf vrijheden van Brambell', die in diverse welzijnsmeters zijn opgenomen. Hiervoor is het dan ook zeker nodig om dit belang van water te belichten in dit rapport, aangezien dierenwelzijn steeds grotere aandacht krijgt binnen de maatschappij. Daarnaast draagt het bij aan de gezondheid van het vee (J. Driessen, 2015). Zo zorgt de opname van water ervoor dat de vochtbalans in het lichaam van de dieren op peil wordt gehouden. Hierdoor kunnen de lichaamsprocessen beter verlopen omdat water (vocht) één van de transportmiddelen is van voedingsstoffen door het lichaam. Als deze lichaamsprocessen goed verlopen zal een dier minder snel gezondheidsproblemen krijgen, wat ten gunste komt van het dier zelf. Dit draagt bij aan het dierenwelzijn, maar daarnaast is dit ook gunstig voor de veehouder, aangezien hij minder kosten en werk heeft met deze dieren.

De doelstelling van dit onderzoek is vast te stellen welke kwaliteitsaspecten direct verband houden met de opname van drinkwater door melkkoeien en de daarmee samenhangende melkproductie. En om zo duidelijk te verklaren welke beweringen naast de aangetoonde effecten juist zijn en welke niet of nog onduidelijk zijn. Hiermee kan men in de toekomst mogelijk sturen op een verhoging van de drinkwateropname en daarmee ook op een verhoging van de productie. Dit is zowel van belang voor de veehouder die met een mogelijk kleine ingreep meer melk kan genereren met dezelfde veestapel. Daarnaast kunnen mogelijk nog andere voordelen gerealiseerd worden zowel in het belang van de dieren als van de veehouder. Voor de toeleverende sector is het eveneens van belang, aangezien deze sector zich kan specialiseren op drinkwatersystemen waarbij de drinkwateropname optimaal is.

Het rapport gaat in eerste instantie over de invloed van kwaliteitsaspecten van drinkwater op de opname door melkkoeien; daarnaast zullen de mogelijke gevolgen behandeld worden die relevant zijn bij het uitwerken van de deelvragen en daarmee dus ook de hoofdvraag. Voor de uitwerking van het onderzoek wordt in eerste instantie een literatuuronderzoek uitgevoerd. Daarnaast zal (wanneer relevant) gebruik worden gemaakt van de onderzoeksresultaten van de reeds tijdens de afstudeerstage uitgevoerde onderzoeken, indien deze relevant of aanvullend zijn voor de beantwoording van de hoofdvraag.

In het rapport zijn de kwaliteitsaspecten los van elkaar behandeld aan de hand van de deelvragen, vervolgens zal ook het onderlinge verband aangetoond worden met de invloed van de kwaliteitsaspecten op elkaar, om zo te kunnen aantonen welke kwaliteitsaspecten er zijn en wat hun invloed is op elkaar en daarmee op de opname. De kwaliteitsaspecten zijn bestudeerd, maar ook het natuurlijke drinkgedrag en de vochtbehoefte van de koe, waarbij vastgesteld is welke eisen een koe aan drinkwater stelt. Tijdens het onderzoek is geanalyseerd welke eisen de koe heeft ten aanzien van het drinkwater en welke kwaliteitsaspecten hierop van invloed kunnen zijn. Door te sturen met de kwaliteitsaspecten wordt rekening gehouden met de eisen van de koe zodat een hogere opname van drinkwater wordt bereikt (en dus voeropname) en daarmee mogelijk een hogere melkproductie.

Tot slot worden de bijkomende gevolgen en verband houdende zaken met een verhoogde opname en dergelijke nog kort geanalyseerd en globaal toegelicht. Hierop zal inhoudelijk minder diep worden ingegaan, aangezien dit onderzoek bedoeld is om aan te tonen welke kwaliteitsaspecten van invloed zijn op de drinkwateropname. Bijkomende gevolgen en voordelen zijn daarmee minder van belang voor dit onderzoek. Mogelijk kunnen dit wel interessante zaken zijn voor vervolgonderzoek. Hiervoor worden ze dan ook kort behandeld, maar hierop zal inhoudelijk niet verder worden ingegaan dan bij de discussie en aanbevelingen, om zo een handreiking te bieden voor vervolgonderzoek.

1.1. Onderzoeksmethode

Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek is bedoeld om vast te stellen welke theorie al bekend is en wat al wetenschappelijk aangetoond is (materiaal), zodat hiermee vergelijkingen gedaan kunnen worden. Waarbij ook gekeken zal worden of dezelfde effecten of resultaten behaald werden bij in het verleden uitgevoerde experimenten(methodes). Voor een aantal van de gebruikte zoektermen zie tabel 1.

Tabel 1; Belangrijkste zoektermen ten behoeve van literatuurstudie.

Zoektermen:
Drinkwater rundvee
Gezondheidsdienst voor dieren
Vetvice
Cowsignals
Water intake dairy cattle
Waterquality dairy
Waterbakken rundvee
Waterkwaliteit rundvee
Vormgeving waterbak
Designing water troughs
Water opname melkvee
Troughs dairy cattle
Bacteriën in drinkwater, bacteria in drinkwater
Smaak van drinkwater, taste of drinkwater
Bacteriegroei, bacterial growth
Etc.

Zoals bij de afbakening (paragraaf. 1.3.) vermeld is tijdens de afstudeerstage een onderzoek uitgevoerd. Voor het afstudeerwerkstuk/onderzoek zelf zal geen praktijkonderzoek worden uitgevoerd. Hiervoor zal het onderzoek zich beperken tot de literatuur. Daarnaast zal er zoals eerder aangegeven wel, indien aanvullend/relevant, gebruikgemaakt worden van de onderzoeksresultaten van de praktijkonderzoeken tijdens de afstudeerstage.

2. Onderzoek en analyse

In dit hoofdstuk is het literatuuronderzoek uitgewerkt. Hierbij is een onderverdeling gemaakt om per paragraaf een deelvraag uit te werken. Zo zijn in dit hoofdstuk alle deelvragen behandeld en uitgewerkt om deze te kunnen beantwoorden en daarmee vervolgens in het volgende hoofdstuk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden.

2.1. Welke kwaliteitsaspecten zijn er?

De kwaliteitsaspecten zijn te verdelen in twee hoofdonderdelen, namelijk de kwaliteitsaspecten van het drinkwater zelf en de kwaliteit van de manier van verstrekken. Hierbij richt het eerste onderdeel zich vooral op de waterkwaliteit waarbij sprake is van pH-waarde, hardheid en dergelijk van het water. Het tweede onderdeel richt zich vooral op kwaliteit van het systeem en de manier van het verstrekken. Hieronder zijn de kwaliteitsaspecten gepresenteerd in tabel 2.

Tabel 2; Kwaliteitsaspecten van drinkwater voor melkkoeien en de verstrekking ervan.

Kwaliteitsaspecten	
Waterkwaliteit	Manier van verstrekken (systeem, waterbak)
pH-waarde	Bron
Hardheid	Ontijzeringsinstallatie
Calcium	Ontmanganing installatie
Magnesium	Materiaal leiding
Ammonium	Debiet
Nitriet & Nitraat	Vormgeving drinkwaterbak
Natrium	Plaatsing drinkbak
IJzer	Watertemperatuur
Mangaan	
Totaal kiemgetal	
Smakelijkheid	

2.1.1. Waterkwaliteit

Hieronder is per kwaliteitsaspect van waterkwaliteit een uitwerking gegeven.

pH-waarde

De pH-waarde geeft de zuurtegraad van het water aan. Voor de pH-waarde is het gewenst dat deze tussen de twee drempelwaardes van 6,0 en 8,5 ligt bij drinkwater voor melkvee. De gelimiteerde waardes liggen hier dicht bij, namelijk 5,6 – 9,0. Deze waardes zijn nog acceptabel voor het drinkwater bij melkvee. Wanneer de waardes buiten dit bereik liggen is dit niet meer acceptabel en zullen er problemen ontstaan. Dit kan uiteenlopen van een instabiele pens(pH) (met de daaraan gerelateerde gevolgen) tot verminderde/geen drinkwateropname met uitdroging als ergste gevolg. Wel is de pens een sterk reductief orgaan dat de pH-waarde in eerste instantie weer snel naar het natuurlijke niveau krijgt. Onderzoek op pensniveau is echter niet eenvoudig, en het is beperkt. Hierdoor zijn de conclusies moeilijk te trekken, in het bijzonder over het effect van een pH-waarde buiten de acceptabele drempelwaardes (David K. Beede, 2005).

Hieruit kan wel de volgende stelregel opgemaakt worden, namelijk dat een neutrale pH-waarde het meest gewenst is, aangezien deze ook de minste invloed heeft op de pH-waarde van pens, wat zorgt voor een stabiel pensmilieu. Daarnaast beïnvloedt een neutrale pH-waarde in het drinkwater de smakelijkheid van het water niet negatief. Hierop zal later in paragraaf 2.5. verder worden ingegaan.

Calcium en magnesium

Calcium en magnesium zijn in verschillende wateronderzoeken aangetoond in hoge concentraties. In de literatuur zijn echter geen negatieve uitwerkingen gevonden van deze twee mineralen in drinkwater bij melkkoeien.

Hardheid

De hardheid van drinkwater wordt bepaald door onder andere de mineralen calcium en magnesium. Maar ook ijzer, mangaan en andere opgeloste stoffen (mineralen) leveren een bijdragen aan het tot stand komen van deze hardheidsgraden. In het verleden (rond 1950) zijn effecten aangetoond dat 'hard water' de opname zou beïnvloeden en daarmee ook de melkproductie. Hierdoor is toen interesse ontstaan voor waterontharding. Later is dit herzien omdat nieuwe onderzoeken aangetoond hadden dat er geen direct effect was op wateropname en melkproductie (G. C. GRAF AND C. W. HOLDAWAY, 1952) (Karin Schütz, 2012).

Echter, sulfaten beïnvloeden ook de hardheid van drinkwater. Hierbij is als effect aangetoond dat dit leidt tot vermindering van wateropname (t.g.v. smakelijkheid), groei en overige negatieve effecten ten gevolge van toxische werking van sulfaten (Digesti R.D, Weeth H.J., 1976) (Weeth H.J, Capps D.L., 1972).

Ammonium

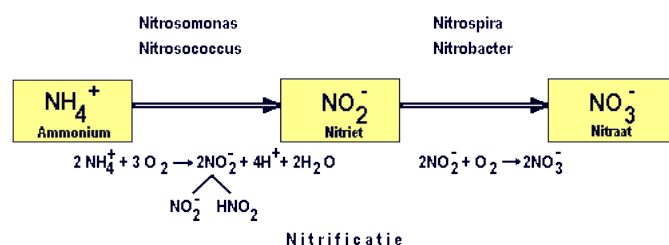
Ammonium in het water komt voort uit ammoniakverbindingen die in water reageren tot ammoniumionen (ammonium). Hierdoor kan ammoniak als indicator gebruikt worden voor de mate van verontreiniging. Wanneer de verontreiniging hoog is, is vaak het totaal kiemgetal ook verhoogd (zie paragraaf 2.5.). Daarnaast dient een opmerking gemaakt te worden bij bronwater afkomstig uit veengrond. Dit bevat ook vaak ammonium, maar in dit geval wijst het niet op verontreiniging. Wanneer er verhoogde gehalten aan ammoniak aanwezig zijn kan dit leiden tot opname van schadelijke bacteriën wat negatieve effecten kan hebben. Daarnaast kost dit onnodig energieverbruik, aangezien de koe het ammonium onschadelijk moet maken in de lever en moet uitscheiden via de nieren. Daarnaast zal ook de opname afnemen ten gevolge van verminderde smakelijkheid (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

Nitriet

Nitriet ontstaat door de oxidatie van ammoniak door nitrificerende bacteriën. Vervolgens wordt nitriet omgezet in nitraat. Dit totale proces heet nitrificatie (zie figuur 1).

Nitriet houdt gevaren in zich, aangezien dit een stof is die in verhoogde concentraties in het een lichaam schade aan kan richten. Denk hierbij aan; bloeddrukverlaging, nierschade en verminderde weerbaarheid tegen ziekte. Het nitrietgehalte in drinkwater wordt gebruikt als indicator voor omzettingen

die schadelijk kunnen zijn voor melkkoeien (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd). Gewenste waardes zijn zo dicht mogelijk bij de 0 (tussen 0 en 1 (zie bijlage 1 en 2)); bij waardes hoger dan 4,0 ontstaan problemen (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).



Figuur 1; Nitrificatie proces schematisch

Nitraat

Nitraat in drinkwater kan ontstaan door mest en of voedingsresten in het drinkwater die afgebroken worden door bacteriën zoals de hiervoor in figuur 1 toegelichte afbraakreacties. Wanneer nitraat in het drinkwater aanwezig is, heeft dit effect op de vruchtbaarheid van melkvee. Bij een onderzoek waarbij twee groepen koeien beide leidingwater kregen, en de ene groep verhoogd was tot 374 ppm nitraat was de eerste twintig maanden was geen verschil te zien. Maar de laatste vijftien maanden van het onderzoek hadden de koeien uit de groep die drinkwater met verhoogd nitraat kregen aanzienlijk meer inseminaties per dracht nodig en daaraan gekoppeld langere tussenkalftijden (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).

Natrium

Dit is een maat voor het zoutgehalte in zowel drinkwater als voeding. Dit zout beïnvloedt de drinkwateropname sterk indien het in het ruw- en/of krachtvoer aanwezig is. Bij hoge gehalten natrium in voeding nemen de behoefte en daarmee de opname van drinkwater toe. Het natrium in drinkwater beïnvloedt de smaak ervan. Echter, wanneer water ontzilt is heeft onderzoek aangetoond dat koeien wel 10-12 liter/dag meer opnemen (Solomon R, Miron J, Ben-Ghedalia D, Zomberg Z., 1995).

Zoutbehoefte wordt zowel door de samenstelling van het voer als door klimaatfactoren bepaald. Daarnaast is het sterk afhankelijk van de diercategorie melkgevende, droogstaande dieren en/of jongvee. Een tekort aan zout zorgt ervoor dat bepaalde lichaamsprocessen (osmosewerking, uitdroging en dergelijke) bij de dieren niet goed meer kunnen verlopen. Daarentegen zorgt een teveel aan zout voor hersen- en nierschade bij de dieren. Gewenste hoeveelheden zijn beneden de 20mg/liter drinkwater (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd) (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).

IJzer

IJzer is maar in beperkte mate aanwezig in water, dit in de vorm van ionen. IJzer geeft geen problemen wat betreft de gezondheid van het vee, aangezien dit niet giftig is. Wel heeft het zeer veel invloed op smakelijkheid van het water. Hierdoor heeft het ook een neagtieve invloed op de opname van water en daarmee de opname van koper en zink. Dit kan leiden tot verminderde melkproductie en een verhoogde kans op diarree door irritatie van de darmwand. Daarnaast geeft het een verhoogde kans op technische problemen in de installatie (zie paragraaf 2.5) (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

Veevoeding heeft vaak een hoog ijzergehalte. Hierdoor is het gevaar dat wanneer het drinkwater een hoog ijzergehalte bevat er een teveel aan opname van ijzer is. Door een teveel aan ijzeropname kunnen problemen ontstaan op celniveau in het lichaam waardoor gezondheidsproblemen optreden in de vorm van diarree en dergelijk (David K. Beede, 2005) (Olivia Genther, 2012).

Mangaan

Op dit mineraal wordt samen met ijzer vaak ingezet bij de verbetering van drinkwaterkwaliteit. Specifieke gevolgen voor melkvee zijn niet bekend, wel is aangetoond dat 0,05 ppm een negatief effect heeft op de opname ten gevolge van verminderde smakelijkheid. Ook is bekend dat mangaan de leidingen aantast en bijdraagt aan de vorming van een biofilm (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd) (David K. Beede, 2005).

Totaal kiemgetal

Het totale kiemgetal is een cijfer om het totaal aantal kiemen aan te geven in het drinkwater per volume-eenheid. Dit is niet direct schadelijk, het geeft alleen de mate van kiemvorming aan. Normaal gesproken zijn dit bedrijfseigen bacteriën. Wel is de kans op een schadelijk organisme groter bij een hoog dan bij een laag kiemgetal. Hierdoor is de kans op opname van een schadelijk organisme ook groter (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat dit niet direct problemen geeft (Karin Schütz, 2012). Uit dit onderzoek blijkt dat er problemen kunnen ontstaan wanneer de omstandigheden voor bacteriegroei met betrekking tot klimaat en milieu optimaal zijn. Namelijk; warm, licht, voldoende voedingsstoffen en licht stromend water. Onder deze omstandigheden kunnen schadelijke organismen (bacteriën) explosief uitgroeien tot algenbloei. Wanneer dit opgenomen wordt door melkvee heeft dit nadelige gevolgen voor de gezondheid. De dieren kunnen de volgende symptomen krijgen: anorexia, diarree, lusteloosheid en zwakheid. In het ergste geval kan dit leiden tot een verminderde functie van de lever, wat resulteert in de dood als gevolg van toxinevorming door de algen. Wel zijn het korte periodes waarin dit kan ontstaan, aangezien algen een hoge watertemperatuur nodig hebben om explosief te groeien. Hierdoor bestaat geen risico in koudere periodes (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).

Smakelijkheid

De smakelijkheid van het water is afhankelijk van diverse factoren (Karin Schütz, 2012), naast vele andere kwaliteitsaspecten. Het kwaliteitsaspect komt uitvoeriger aan bod in paragraaf 2.5.

2.1.2. Manier van verstrekken

Hieronder is per (technisch) kwaliteitsaspect voor de manier van verstrekken een uitwerking gegeven.

Bron

Het water voor melkkoeien is doorgaans afkomstig uit twee verschillende bronnen, namelijk een eigen bron op het bedrijf of gewoon uit de drinkwaterleiding. Het water uit de drinkwaterleiding is bij aankomst op het bedrijf vaak goed van kwaliteit. Echter, het hier vaak mis op het gebied van verstrekking waardoor de drinkwaterkwaliteit afneemt. Mede om deze reden komen waterleidingsbedrijven periodiek controleren of geen water van het bedrijf terug kan lopen in de leiding van het waterleiding bedrijf. Hierbij wordt gecontroleerd of voldaan wordt aan regels en of op de juiste plaatsten terugslagkleppen geplaatst zijn, zodat het waterleiding bedrijf de kwaliteit van haar water te allen tijden voor andere gebruikers kan waarborgen.

Water uit eigen bron is na plaatsing van de installaties vaak goed van kwaliteit. Echter, hierbij is een aandachtspunt dat deze installaties ook goed onderhouden worden. Dit laatste gebeurt in de praktijk nog te weinig. Zolang er water uitkomt en niets vreemds wordt opgemerkt, kijkt men weinig om naar de waterkwaliteit op het bedrijf.

Ontijzerings- en ontmanganingsinstallatie

De installaties zijn noodzakelijk bij bronwater, aangezien de kwaliteit van water sterk beïnvloed wordt door de twee mineralen ijzer en mangaan. Dit is bij water uit de drinkwaterleiding niet nodig, aangezien hiervan de kwaliteit al goed is als het water binnenkomt op het bedrijf. Bij bronwater dient het water eerst geschikt gemaakt te worden voor het gebruik als drinkwater dit gebeurt met behulp van de installaties. Ijzer en mangaan hebben namelijk negatieve effecten op de kwaliteit van het drinkwater, op het systeem en bij opname ook op de algehele gezondheid van het dier (Olivia Genther, 2012). Voor bronwater is dit dus vereist, periodiek dient ook de werking van de installatie gewaarborgd te worden om zo de eerder in deze paragraaf beschreven problemen te voorkomen. De normen voor mangaan en ijzer zijn voor totaal ijzer $\leq 2,5$ mg/L en voor mangaan $\leq 1,0$ mg/L volgens de Normen wateronderzoek herkauwers DGZ zie hiervoor ook bijlage 2 (Normen wateronderzoek, 2015).

Materiaal leiding

Het materiaal van de leiding is van belang, gezien het feit dat sommige in de praktijk gebruikte materialen niet optimaal geschikt zijn voor de toepassing in een drinkwaterleiding, aangezien de leidingen wel waterdicht zijn maar sommige typen niet diffusiedicht zijn. Leidingen van dit materiaal worden licht poreus waardoor de kans ontstaat dat schadelijke stoffen binnendringen. Ook zuurstof kan op deze manier de leiding binnendringen. Hierdoor kan vorming van een biofilm makkelijker plaatsvinden, wat ervoor kan zorgen dat het totaal kiemgetal oploopt. Ook kan door overmatige bacteriegroei een pH-daling ontstaan die ervoor zorgt dat de smakelijkheid van het water wordt beïnvloed, wat zorgt voor een verhoogde kans op gezondheidsproblemen. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat tyleen niet geschikt is als drinkwaterleiding, aangezien dit niet diffusiedicht is waardoor gemakkelijk biofilm kan ontstaan (Mao F., 2015). Uit ditzelfde onderzoek bleek dat vooral troebelheid, metalen en fosfaten belangrijke factoren zijn voor de verspreiding van bacteriën. Daarbij zijn koperen leidingen wel beter geschikt als drinkwaterleiding in verband met hun dodende werking op bacteriën. Daarom worden kunststof leidingen ook in ziekenhuizen massaal vervangen door koper. Rvs is uit financieel oogpunt een tussenoplossing, maar ook wat betreft diffusiedichtheid is dit geschikt, alleen de bacteriedodende werking als bij koper ontbreekt (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016) (Aqua-Hort Netherlands, 2015).

Debiet

Het debiet van diverse drinkwatervoorzieningen is van invloed op de opname en is dan ook in diverse onderzoeken in het verleden aangenomen. Uit meerdere opeenvolgende onderzoeken blijkt dat een hoger debiet zorgt voor een hogere opname (Genther O.N., 2012) (J. Driessen, 2015) (Sharpe) (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006). Dit is ook gebleken uit een controleonderzoek tijdens de afstudeerstage. Wanneer toestroomsnelheden van 2 en van 12 liter per minuut met elkaar vergeleken worden is een extra opname per dag te zien van 8,4 liter (Monica Andersson, J Schaar, H. Wiktorsson, 1984) (Monica Andersson, 1985) (Monica. Andersson, 1987).

Vormgeving drinkwaterbak

De vormgeving van de bak is van belang. Een drinkwaterbak met een groot drinkwateroppervlakte die hoog gesitueerd is, zou een verhoogde drinkwateropname moeten realiseren volgens uitgevoerd onderzoek (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006), aangezien er een verhoogde opname was als het effectieve drinkwateroppervlakte groter was en de bak hoger geplaatst. Echter, de diepte van de bak had geen effect op de drinkwateropname. Hieruit valt de uitkomst van verschillende onderzoeken te verklaren dat koeien een voorkeur hebben voor grote open drinkwaterbakken ten opzichte van sneldrinkers (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (J. Driessen, 2015). Daarnaast is als materiaal rvs de beste keuze voor een waterbak, gezien de constructieve sterkte en het makkelijk te reinigen oppervlakte ten opzichte van kunststof.

Plaatsing van de drinkwaterbak

Rond de drinkwaterbakken in een stal moet drukte vermeden worden, anders is een risico dat problemen ontstaan ten gevolge van drukte bij de drinkwaterbak in relatie tot de sociale rangorde in een veestapel. Drukke kan op verschillende manieren vermeden worden, namelijk: voldoende debiet, juiste aantal bakken, juiste bezettingsgraad en juiste plaatsing in de ruimte. Een waterbak moet geplaatst worden op plaatsen in een stal waar altijd meerdere toegangswegen zijn, zodat rang-lage dieren altijd een uitvlucht hebben. Daarnaast niet op donkere plaatsen in een stal. Ook heeft het genoemde debiet invloed op de drukte bij de drinkwaterbak, aangezien dit de drinktijden per dier verkort en daarmee ook de drukte rond de drinkbak. Daarnaast is het debiet nog belangrijker wanneer weidegang wordt toegepast zonder drinkwatervoorziening in de weide. De dieren drinken bij binnenkomst dan extreme hoeveelheden. Hieraan moet het debiet dan kunnen voldoen. Ook is het zaak dat de drinkbakken verdeeld zijn over de gehele stal, zodat de drukte op deze manier ook beperkt blijft (Monica. Andersson, 1987). Met betrekking tot de hoogte van de bak, toont onderzoek aan dat hierbij een bak van 60 cm hoog meer opname genereert dan een bak die geplaatst is op een hoogte van 30 cm (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006).

Watertemperatuur

In veel literatuur en in vakbladen is aangetoond dat melkkoeien de voorkeur geven aan warmer water, aangezien aangetoond is dat de opname stijgt wanneer de temperatuur van het water zelf ook stijgt (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). In het verleden waren er ook studies die het tegendeel aangetoond hebben. Dit kan te verklaren zijn doordat verschillende klimaatfactoren van invloed zijn geweest gedurende het onderzoek. Daarnaast kunnen bij de onderzoeken de doelen ervan verschillend zijn geweest. Ook is mogelijk dat met extra factoren rekening gehouden is. Wel is in praktijk bij wetenschappelijk onderzoek de voorkeur voor warmer water aangetoond (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). Wil men koud water verstrekken, dan dienen alle drinkwatervoorzieningen van dezelfde temperatuur te zijn, anders willen alle koeien naar het drinkwaterpunt waar het warmste water verstrekt wordt (Wilks D.L., Coppock C.E., Lanham J.K., Brooks K.N., Baker C.C., Bryson W.L., Elmore R.G., Stermer R.A., 1990), dit heeft een negatief effect op de rust in de stal aangezien in dit geval veel meer rangorde bepaling plaatsvindt rondom de waterbak. Dit is ook aangetoond in een controleproef die is uitgevoerd tijdens de afstudeerstage.

Binnen deze proef werd een extra waterbak geplaatst in de stal waarin voorkoelwater verstrekt wordt dat gemiddeld 3°C warmer was als het water in de overige waterbakken in de stal. Dit wordt gedaan na een periode van 4 weken de 'normale' wateropname te hebben gemeten bij een watertemperatuur die afhankelijk is van de omgevingstemperatuur. Vervolgens werd met de extra waterbak ook een periode van 4 weken gemeten en geobserveerd. Hieruit kwam als resultaat dat de wateropname per koe gemiddeld 4 liter/koe/dag toenam. Ook het aantal agressieve gedragingen nam toe rondom de waterbak met voorkoelwater. Koeien gingen staan wachten totdat weer voorkoelwater verstrekt wordt wanneer een koe uit de melkrobot kwam. Hierdoor vond er een verschuiving plaats in de hoeveelheid water die werd opgenomen per waterbak. Na het plaatsen van de extra waterbak werd het meeste water, ruim 50% van de totale dagopname, opgenomen bij de bak waar het voorkoelwater verstrekt werd. Echter gaf de melkproductie een daling weer ondanks de hogere wateropname.

In het onderzoek zijn klimatologische invloedsfactoren niet mee genomen. Het onderzoek heeft zich uitsluitend gericht op wateropname t.o.v. de watertemperatuur bij een gelijkblijvende situatie. Wel is vastgesteld dat de ondernemer op het bedrijf de gehele onderzoeksperiode hetzelfde rantsoen verstrekt heeft.

Omgevingstemperatuur

De omgevingstemperatuur is van invloed op de opname. Zo heeft onderzoek aangetoond dat een hogere omgevingstemperatuur leidt tot een hogere wateropname. Zo is uit de onderzoeksresultaten gebleken dat voor iedere graad temperatuurstijging (°C) een toename te zien is van de wateropname van 1,1 liter per dag (Monica Andersson, 1985).

2.2. Welke eisen stelt de koe aan drinkwater en de verstrekking ervan?

Wanneer op de wensen van de koe wordt ingespeeld kan mogelijk een positief effect behaald worden met betrekking tot de opname en de daarmee samenhangende melkproductie. Om deze wensen inzichtelijk te krijgen zijn ze hieronder uitgewerkt en toegelicht.

2.2.1. Eisen van de koe

Op het gebied van drinkwaterkwaliteit heeft een melkkoe de volgende wensen: voldoende, smakelijk en bij voorkeur 'warmer' drinkwater. Op basis van de voorafgaande paragraaf zijn hieraan nog enkele gespecificeerde criteria te koppelen, alleen deze eisen stelt de koe niet zelf. Dit is gebaseerd op onderzoek en dan op basis van meer of minder opname. Ook zijn er gegevens, gebaseerd op onderzoek, dat gezondheidsproblemen optreden ten gevolge van een verslechterde of niet-verslechterde drinkwaterkwaliteit. Het dier wenst alleen in zijn behoefte te voorzien. Deze behoefte is afhankelijk van twee soorten factoren, namelijk diergebonden factoren en omgevingsgebonden factoren. In tabel 3 zijn de twee soorten van factoren verder opgedeeld.

Tabel 3; Invloed factoren op drinkwaterbehoefte onderverdeeld.

Invloed factoren	
Diergebonden	Omgevingsgebonden
<i>Ras</i>	<i>Seizoen</i>
<i>Melkproductie (drogestofopname)</i>	<i>Temperatuur</i>
<i>Leeftijd</i>	<i>Relatieve luchtvochtigheid</i>
<i>Pariteit (aantal lactaties)</i>	<i>Samenstelling van het rantsoen</i>
<i>Lactatiestadium</i>	

2.2.2. Verstrekking

Wat de verstrekking betreft van drinkwater spelen dezelfde punten een rol als in het hoofdstuk hiervoor, namelijk voorzien in de behoefte door voldoende, smakelijk en bij voorkeur 'warmer' drinkwater aan te bieden. Daarnaast kunnen deze eisen op het vlak van verstrekking nog vertaald worden naar de praktijk. Ook dit zijn punten die bij wetenschappelijk onderzoek zijn aangetoond. Zo geeft de koe de voorkeur aan een open drinkwaterbak ten opzichte van een sneldrinker, aangezien sneldrinkers veelal niet kunnen voldoen aan het vereiste debiet (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (J. Driessen, 2015). Een koe kan namelijk drinksnelheden van 25 liter/minuut realiseren wanneer het een overmatige vochtbehoefte heeft. Ook vele vlotters in drinkwaterbakken kunnen niet aan deze capaciteit voldoen. Daarbij is het wel zo dat een drinkbak voorraadcapaciteit heeft in de bak zelf, waardoor het verschil tussen het debiet van de drinkbak(vlotter) en de drinkwateropname gebufferd/opgevangen is (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (J. Driessen, 2015). Ook geeft de koe de voorkeur aan een groot effectieve drinkoppervlakte, waarin zij wel haar neusspiegel onder water kan duwen. Dit heeft een positief effect op de drinkwateropname, even als de plaatsingshoogte van de drinkwaterbak. Een koe neemt namelijk meer water op uit een bak die op 60 cm hoogte geplaatst is dan uit een bak op 30 cm hoogte. Verder zijn er geen eisen aan drinkwaterdiepte. Dit heeft bij wetenschappelijk onderzoek dan ook geen effect aangetoond op de opname (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006).

2.3. Wat is het natuurlijke drinkgedrag van de koe?

Het natuurlijke drinkgedrag van de koe is een vraag die beantwoord is in dit rapport, aangezien zo in de toekomst op het natuurlijke drinkgedrag van de koe ingespeeld kan worden, waardoor mogelijk betere technische resultaten behaald kunnen worden. Daarnaast kan deze ontwikkeling bijdragen aan het verhogen van het dierenwelzijn.

2.3.1. Redenen

Water valt onder de basisbehoefte van een koe. Dit om lichaamsprocessen goed te laten verlopen, aangezien dit van levensbelang is voor het dier. Water draagt namelijk bij aan verschillende belangrijke processen in het lichaam van de koe. Namelijk: transport van nutriënten door het lichaam, reacties op basis van osmosewerking en dergelijke. Doordat water een hoge warmtecapaciteit heeft, draagt het bij aan regulatie van de lichaamstemperatuur, waardoor de lichaamstemperatuur constant blijft bij verschillende klimatologische invloeden. Dit gebeurt door middel van het uitscheiden van warmte die is opgeslagen in lichaamsvloeistoffen zoals mest, urine, en speeksel. Daarnaast verliest het dier warmte door verdamping van zweet vanaf de huid. Vervolgens wordt weer drinkwater opgenomen om te reguleren (Schothorst Feed Research, 2006) (P. McDonald, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, R. G. Wilkinson, 2011).

Echter, een koe neemt niet alleen drinkwater op voor lichaamsprocessen en onderhoud. Dit is wel de eerste en daarmee de belangrijkste reden. Daarnaast neemt een koe ook water op voor de melkproductie. Water bestaat tenslotte voor 87% uit water (Ginneken, 2015). De drinkwateropname is voor het overgrote deel afhankelijk van de melkproductie, drogestofopname en klimatologische factoren. Hierdoor is de vochtopname van een koe ook lastig vast te stellen, aangezien deze van veel variabele factoren afhangt (Karin Schütz, 2012).

2.3.2. Drinkmomenten/dag

Koeien gaan meerdere keren per dag naar de drinkbak om te drinken. Ook hier zit enige variatie in per dier, gezien het feit dat de waterbehoefte en daaraan gekoppelde opname afhankelijk is van een aantal variabele factoren die ook per dier kunnen verschillen. Wel is wetenschappelijk aangetoond dat koeien in droogstand gemiddeld 6,6 keer per dag naar de waterbak gaan om te drinken en koeien na afkalven gemiddeld 9,5 keer per dag naar de waterbak gaan om te drinken. Hierbij viel op dat het meeste drinkwater opgenomen wordt in de tijd kort na de melkbeurten en vreetmomenten. De totale wateropname hangt dus niet alleen af van de melkproductie, drogestofopname en klimatologische factoren, maar ook van de frequentie van voeropname (vreetbeurten). Om deze reden is het ook belangrijk om op diverse plaatsen in de stal en eventueel de weide waterbakken te plaatsen (Schothorst Feed Research, 2006).

2.3.3. Drinkhouding

Met betrekking tot de drinkhouding van de koe bestaat geen bekend onderzoek. Echter, vanuit de praktijk is bekend hoe koeien uit de sloot drinken door vanaf de slootkant staande te drinken op laag niveau. Dit bereikt de koe door in sommige gevallen door de voorpoten te zakken en op de knieën te rusten of door de voorpoten wijd te spreiden. Onderzoek met betrekking tot drinkbakplaatsing geeft aan dat een koe op basis van een opnamestijging de voorkeur geeft aan een hoger geplaatste drinkwaterbak (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006). Dit is opmerkelijk als gekeken wordt naar de natuurlijke drinkhouding van het dier, waar drinkwater zich doorgaans ter hoogte van het maaiveld of lager bevindt.

2.4. Wat is de vochtbehoefte van een koe per lactatiestadium?

De vochtbehoefte van een koe is van vele factoren afhankelijk. De factoren zijn in twee categorieën op te splitsen: diergebonden en omgevingsgebonden factoren. In deze paragraaf gaan we in op de vochtbehoefte per lactatiestadium, aangezien hier zeer veel factoren ook een rol spelen. Zo is de melkproductie afhankelijk van het lactatiestadium en de drogestofopname. Tegelijk is de melkproductie afhankelijk van de drogestofopname. Melkproductie en lactatiestadium zijn afhankelijk van elkaar. Wel heeft drogestofopname een minimale ondergrens die bedoeld is als onderhoudsvoer voor lichaamsprocessen, groei of celvernieuwing en eventueel de groei van een foetus (Myers Z.H., Beede D.K., 2009).

In diverse wetenschappelijke rapporten zijn gegevens van de waterbehoefte per lactatiestadium (afhankelijk van productie) weergegeven (Schothorst Feed Research, 2006). Aangezien de wateropname lastig vast te stellen is doordat het van vele variabele factoren afhangt worden hieronder de betreffende waterbehoeftes als richtlijn gepresenteerd. Waarna een formule wordt gepresenteerd die opgesteld is in een wetenschappelijk onderzoek. Deze zal later verder worden toegelicht.

Tabel 4; Richtlijnen waterbehoeftes a.d.h.v. melkproductie (lactatiestadium).

Diercategorie:	Melkproductie (kg melk per dag):	Totale vochtbehoefte (liters/dier/dag):
Jongvee (0 - 1 jaar)	n.v.t.	5 -30
Jongvee (1 - 2 jaar)	n.v.t.	30 - 55
Droogstaande koe	n.v.t.	30 - 60
Melkkoe	10	30 - 60
Melkkoe	20	70 - 100
Melkkoe	30	90 - 140
Melkkoe	40	100 - 170

De formule die vanuit wetenschappelijk onderzoek (M.R. Murphy, 1983) is opgesteld volgt hieronder:

$$\text{Wateropname} = 15,99 + 1,58 * \text{DSO} + 0,05 * \text{natrium opn.} + 1,20 * \text{minimum temperatuur}$$

Toelichting bij de formule:

- Wateropname is in kg/dag
- DSO (drogestofopname) is in kg /dag
- Natriumopname is in g/dag
- Minimumtemperatuur betreft de minimum omgevingstemperatuur in ° C

Deze formule houdt rekening met een deel van de variabelen die volgens andere literatuur de wateropname beïnvloeden. Zo zijn pariteit en melkproductie hierin niet meegenomen die volgens meerdere onderzoeken een effect hebben op de wateropname (G. C. GRAF AND C. W. HOLDAWAY, 1952) (Schothorst Feed Research, 2006) (Karin Schütz, 2012) (Frenken, 2013/2014).

2.5. Welke invloed hebben de verschillende kwaliteitsaspecten op elkaar?

Hieronder de invloeden van verschillende kwaliteitsaspecten op de wateropname, met daarmee samenhangend de melkproductie. De kwaliteitsaspecten zijn in de paragrafen hiervoor afzonderlijk geanalyseerd. In dit deel van het rapport is ingegaan op de samenhang tussen verschillende kwaliteitsaspecten en de invloeden van deze kwaliteitsaspecten op elkaar.

2.5.1. De samenhang tussen bepaalde kwaliteitsaspecten

De smakelijkheid van het water wordt door vele kwaliteitsaspecten beïnvloed. Hier is ook een verband te zien tussen verschillende kwaliteitsaspecten. Hieronder alle factoren die invloed hebben op de smakelijkheid van het drinkwater:

- Mangaan
- IJzer
- pH-waarde
- Hardheid
- Natrium
- Ammonium
- Totaal kiemgetal
- Waterbron (leiding en/of bronwater)
- Installatie
- Debiet
- Materiaal drinkwaterleiding
- Bakplaatsing/vormgeving
- Watertemperatuur

Hieronder worden de kwaliteitsaspecten verder geanalyseerd op onderlinge samenhang.

De bron is het begin waar de kwaliteit van het drinkwater al goed moet zijn. Dit is gegarandeerd door het waterleidingsbedrijf bij aankomst van leidingwater op het bedrijf of het valt onder eigen beheer van de bedrijven door het gebruik van een eigen bron. Bij het gebruik van een eigen bron is het bedrijf zelf verantwoordelijk voor de kwaliteit van water dat gebruikt wordt als drinkwater. Echter, bij het gebruik van leidingwater garandeert het waterleidingbedrijf alleen de kwaliteit bij aankomst op het bedrijf. Wat er daarna op het bedrijf mee gebeurt valt buiten de waarborg van het waterleidingbedrijf.

IJzer, mangaan en ontijzerings- en ontmanganingsinstallaties

Bij het gebruik van eigen bronwater is er sprake van verschillende installaties, namelijk ontijzering en ontmanganing. Deze installaties zorgen bij goed functioneren ervoor dat de waardes voor ijzer en mangaan binnen de normen voor geschikt drinkwater blijven.

IJzer en mangaan dragen beide bij aan een vermindering van de smakelijkheid van het drinkwater. Daarnaast beïnvloeden deze stoffen de systeemwerking (positief effect op vorming van biofilm) en bij een teveel aan inname kunnen gezondheidsproblemen optreden bij de koeien (Genther O.N., 2012) (Digesti R.D, Weeth H.J., 1976) (M.R. Murphy, 1983) (David K. Beede, 2005) (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

pH-waarde

De pH-waarde beïnvloedt de smaak van drinkwater. De gewenste waarde ligt tussen de drempelwaardes 6,0 en 8,5 voor drinkwater ten behoeve van melkvee. De gelimiteerde waardes zijn 5,6 – 9,0. Deze waardes zijn nog acceptabel voor drinkwater bij melkvee. Wanneer de waardes buiten dit bereik liggen, is dit niet meer acceptabel en zullen problemen ontstaan (David K. Beede, 2005). Een neutrale pH-waarde is optimaal, aangezien dit zo min mogelijk invloed heeft op de pH-waarde van de pens. Daarnaast beïnvloedt een neutrale pH-waarde in het drinkwater de smakelijkheid van het water niet negatief.

De pH-waarde is ook afhankelijk van andere kwaliteitsaspecten. Bacteriegroei zorgt voor uitscheiding en afbraakprocessen. Hierdoor treedt in het drinkwater ook een pH daling op. Daarnaast kan ook bakplaatsing hieraan bijdragen wanneer mest in de bak terecht komt. Hierdoor stijgt niet alleen het ammoniumniveau in het water maar er treedt ook een pH daling op (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).

Bacteriegroei en biofilm

De mate van bacteriegroei is afhankelijk van de omstandigheden. Wanneer het water veel mangaan bevat is het voor bacteriën makkelijker om een biofilm te vormen in het drinkwatersysteem en de leidingen. Daarnaast heeft het materiaal van de leiding invloed op de vorming van biofilm. Aangezien niet alle leidingen diffusiedicht zijn, kunnen zuurstof en schadelijke stoffen in het water terechtkomen waardoor bacteriegroei en daarmee de vorming van een biofilm versnelt. Gevolg hiervan is dat het totaal aantal kiemen (totaal kiemgetal) oploopt (S.C. Edberg, E.W. Rice, R.J. Karlin, M.J. Allen, 2000) (David K. Beede, 2005) (Aqua-Hort Netherlands, 2015) (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016).

Ook de bakplaating kan een rol spelen bij de ontwikkeling van de biofilm, namelijk het feit dat wanneer voldoende voeding aanwezig is, de biofilm sneller kan ontwikkelen. Deze voedingsstoffen kunnen in de bak aanwezig zijn in de vorm van mest en/of voerresten, aangezien een koe ook naar de waterbak gaat om voerresten uit haar bek te spoelen na het vreten. Bij verkeerde plaatsing kan ook gemest worden in de bak. Dit heeft invloed op de smakelijkheid van het water doordat versterkte groei van biofilm kan optreden, met als gevolg een pH daling en daarmee een negatieve invloed op de smaak (Schothorst Feed Research, 2006) (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016).

De temperatuur van het water is een onderwerp dat centraal staat in de actualiteit. Aangezien praktijkonderzoeken erop wijzen dat koeien een voorkeur hebben voor lauw/warm water (liever 30-33°C ten opzichte van 7-15 °C (Monica Andersson, 1985) (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002).

Echter, dit geeft wel een verhoogd risico op vorming van biofilm en een stijging van het aantal kiemen. Om deze reden is dit onderwerp nu in de actualiteit, aangezien uit onderzoek bekend is dat koeien warmer water ambieren en alleen het risico op versnelde bacteriegroei aanwezig is.

In de steeds duurzamer wordende sector wordt gekeken hoe energiebronnen zo efficiënt mogelijk zijn te gebruiken. Zo wil men opgewarmd voorkoelwater verstrekken aan koeien. Dit wordt in de praktijk om de hiervoor genoemde reden afgeraden. Het is namelijk niet mogelijk om de desinfectiemiddelen te gebruiken die in de intensieve veehouderij toegepast worden, aangezien deze ook het bacterieleven in de pens kunnen stilleggen (Ginneken, 2015).

Natrium

Natrium in het rantsoen beïnvloedt de wateropname positief. Onderzoeken geven verschillende waardes met betrekking tot de exacte meeropname per gram natrium die via het voer is opgenomen. Wel geven alle onderzoeken een positief effect van natrium in het rantsoen op de wateropname. De waardes uit de onderzoeken variëren van 0,05kg – 0,4kg water per gram natrium opgenomen via het rantsoen (R.Murphy) (M.R. Murphy, 1983).

Echter, natrium in het water als ionen heeft een negatief effect op de smakelijkheid van het water. Dit zorgt voor een verminderde wateropname. Onderzoek heeft aangetoond dat koeien die ontzilt water verstrekt kregen 10-12 liter/dag meer verbruikten dan koeien die water verstrekt kregen met een concentratie van >1000 ppm totale hoeveelheid opgeloste geladen ionen (Solomon R, Miron J, Ben-Ghedalia D, Zomberg Z., 1995).

2.5.2. Positieve/negatieve aspecten

De invloeden van de verschillende kwaliteitsaspecten die bij de voorgaande deelvragen zijn uitgewerkt worden hier ingedeeld op basis van een positieve of negatieve invloed op de wateropname om zo inzicht te verkrijgen in gewenste, ongewenste of beperkt gewenste kwaliteitsaspecten. Aangezien niet altijd concreet vast te stellen is of een kwaliteitsaspect positief of negatief is, is ook gekeken wat de grenswaardes zijn, waarbij eventueel problemen optreden.

Biofilm, bacteriegroei en ammonium in het water zijn niet gewenst. Dit zijn kwaliteitsaspecten die volgens onderzoek alleen een negatieve bijdrage leveren aan de wateropname van koeien (Monica Andersson, J Schaar, H. Wiktorsson, 1984) (Karin Schütz, 2012) (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016). Mangaan en ijzer zijn niet direct negatief zijn op de wateropname, zowel mangaan en ijzer hebben beide nog belangrijke functies in het lichaam (Mineralen bij melkvee, 2016).

Natrium draagt in het rantsoen positief bij aan de drinkwateropname. Echter, wanneer het in het water zelf aanwezig is, dan is het effect negatief op de wateropname (Solomon R, Miron J, Ben-Ghedalia D, Zomberg Z., 1995). In het water zelf zijn concentraties hoger dan 20 mg/liter niet gewenst, aangezien bij een teveel aan zoutinname nier- en hersenschade bij koeien kan ontstaan (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd) (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012).

De hardheid van het water heeft geen direct positief of negatief effect op de wateropname (Karin Schütz, 2012). De hardheid van het water wordt beïnvloed door verschillende mineralen, ook door sulfaten. Dit leidt tot vermindering van wateropname (ten gevolge van de smaakvermindering), en tot groei en overige negatieve effecten door de toxische werking van sulfaten (Digesti R.D, Weeth H.J., 1976) (Weeth H.J, Capps D.L., 1972).

De pH-waarde heeft geen directe invloed op de opname en brengt ook niet direct schade met zich mee. Wel is hierbij gewenst dat deze neutraal (7) is, aangezien er dan geen effecten zijn op het pensmilieu van de koe. Gesteld dat deze buiten het bereik valt van 5,6 – 9,0, dan kunnen problemen ontstaan. De mogelijke problemen worden in het onderzoek wel genoemd, maar zijn niet allemaal aangetoond, aangezien onderzoek op pensniveau niet eenvoudig uitvoerbaar is. Hierdoor zijn conclusies moeilijk te trekken, in het bijzonder over het effect van een pH-waarde buiten de acceptabele drempelwaardes (David K. Beede, 2005).

De overige kwaliteitsaspecten als de waterbron, installaties, debiet, materiaal (leiding en waterbak) en bakplaatsing hangen alle samen met de kwaliteitsaspecten die de waterkwaliteit weergeven. Wanneer een technisch kwaliteitsaspect niet goed is, zal dit zich uiten in een verminderde waterkwaliteit. Wanneer de technische kwaliteitsaspecten voldoen aan de kwaliteitseisen voor een optimaal systeem zal dit geen negatieve maar positieve uitwerking hebben op de drinkwateropname. Indien dit niet het geval is zal dit wel op bepaalde kwaliteitsaspecten een negatief effect hebben op de drinkwateropname, afhankelijk van de vraag welk technisch kwaliteitsaspect niet goed is (M.R. Murphy, 1983) (David K. Beede, 2005) (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (Sharpe) (Karin Schütz, 2012) (Ginneken, 2015) (J. Driessen, 2015).

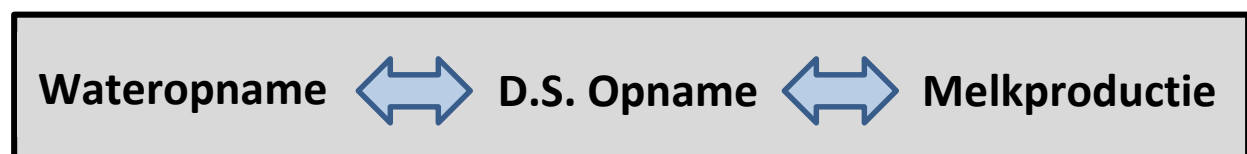
2.6. Wat zijn de gevolgen van een verhoogde drinkwateropname?

Bekend is dat een verhoogde drinkwateropname een hoger drogestofopname realiseert en andersom is ook bekend. Ook heeft de hogere wateropname een hoger melkproductie als indirect effect (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002) (Ginneken, 2015) (J. Driessen, 2015). De overige gevolgen die voortkomen uit een verhoogde wateropnamen zijn hieronder verder uitgewerkt.

2.6.1. Gezondheid/productie

Over de productie is in onderzoek al aangetoond dat deze in verband staat met de verhoogde wateropname. Hierbij is de werking hieronder schematisch weergegeven:

In figuur 2 is schematisch te zien hoe er een wisselwerking bestaat tussen de wateropname en de drogestofopname (D.S. Opname). Maar daarnaast bestaat ook een wisselwerking tussen de drogestofopname en de melkproductie.



Figuur 2; Schematisch weergegeven effect van wateropname op melkproductie.

De verhoogde drinkwateropname draagt ook bij aan een positief effect op de vermindering van hittestress. De dieren zijn door de verhoogde drinkwateropname beter in staat om hun lichaamstemperatuur te reguleren. Doordat water een hoge warmtecapaciteit heeft kan de koe warmte afvoeren via urine, mest en speeksel. Daarnaast voert het dier warmte af via de huid door verdamping van zweet. Door continue afvoer van warmte via speeksel, urine, mest, zweet en tegelijkertijd een continue wateropname is het dier in staat overtollige warmte af te voeren en het lichaamsvocht opnieuw aan te vullen met drinkwater. Door op deze manier de lichaamstemperatuur constant te houden onder verschillende klimatologische omstandigheden kunnen lichaamsprocessen als transport van nutriënten, osmosewerking en dergelijke beter verlopen (Schothorst Feed Research, 2006) (P. McDonald, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, R. G. Wilkinson, 2011) (Karin Schütz, 2012).

2.6.2. Emissie/uitscheiding en bemesting

Een verhoogde drinkwateropname zorgt zoals eerder aangegeven ervoor dat een koe beter in staat is haar lichaamstemperatuur constant te houden onder verschillende klimatologische omstandigheden. Aangezien een koe hiervoor gebruikmaakt van de warmtecapaciteit van water door via mest urine, zweet en speeksel warmte af te voeren, is bij de uitwerking van deze vraag ingegaan op de kant van emissie en uitscheiding. Omdat dit een interessant onderwerp kan zijn met betrekking tot de huidige problematiek rondom de mest, fosfaat en dergelijke

Onderzoek heeft aangetoond dat een effect bestaat van wateropname op de vermindering van mineralen uitscheiding; dit betreft de meeste mineralen. Echter, bij Ca, Mg, S, Cu, Fe en Mn was het effect minder dan 5%, en ongeveer 8% voor Na en Cl (Castillo A.R., 2013). Daarnaast heeft een vermindering van de wateropname ook nadelige effecten op de voerefficiëntie, de benutting van eiwitten. Onderzoek heeft aangetoond dat wanneer minder water opgenomen wordt, meer uitscheiding optreedt van mineralen, waaronder stikstof (in de vorm van ureum). Echter, koeien gaan wat betreft energiebenutting wel efficiënter om met energie. Dit gaat wel ten koste van de melkproductie (Steiger Burgos M., 2001).

3. Conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt geformuleerd: Welke kwaliteitsaspecten van drinkwater beïnvloeden de opname van drinkwater door melkkoeien? Een groot aantal kwaliteitsaspecten heeft invloed op de opname van drinkwater door melkkoeien, waaronder de pH, temperatuur, natrium, ammonium, ijzer en mangaan van het water. Dit alles uit zich (direct of indirect) hoofdzakelijk in een vermindering van de smakelijkheid van het water, met als gevolg een verminderde opname. Daarbij wordt de mate van invloed van bepaalde kwaliteitsaspecten beïnvloed door andere kwaliteitsaspecten (David K. Beede, 2005) (Karin Schütz, 2012) (Ginneken, 2015). De technische kwaliteitsaspecten uiteten zich vooral in de kwaliteitsaspecten van de waterkwaliteit (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (Karin Schütz, 2012) (Ginneken, 2015) (J. Driessen, 2015). Echter, hierbij is een uitzondering te maken voor het effectieve drinkwateroppervlak en de plaatsingshoogte van de drinkbak. Deze uiteten zich in een stijging of daling van de wateropname. Het debiet van een drinkwaterbak uit zich in beide aspecten, wanneer dit onvoldoende is treedt een vermindering van de waterkwaliteit en van de opname op. De kwaliteitsaspecten van de waterkwaliteit uiteten zich vooral in de smakelijkheid van het water. De smakelijkheid is sterk bepalend voor de opname van drinkwater door melkkoeien. Echter, hieraan liggen meerdere kwaliteitsaspecten ten grondslag, die de parameters vormen bij drinkwateronderzoek (Schothorst Feed Research, 2006) (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

Ook de watertemperatuur heeft een positief effect op de wateropname van koeien, waarbij de koeien volgens onderzoek liever water van 30-33°C drinken dan water van 5-17°C (Monica Andersson, 1985) (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). Wanneer het gewenst is koud water te verstrekken aan melkkoeien, dan is het van belang dat alle drinkpunten in de stal of weide van gelijke temperatuur zijn om zo selectie te voorkomen (Wilks D.L., Coppock C.E., Lanham J.K., Brooks K.N., Baker C.C., Bryson W.L., Elmore R.G., Stermer R.A., 1990). Hieraan is een praktisch risico gekoppeld, namelijk dat wanneer de watertemperatuur hoger is, het gemakkelijker wordt voor bacteriën om zich te vemenigvuldigen en te groeien in populatie. Hierdoor bestaat een verhoogd risico op de vorming van biofilm in het systeem en daarbij ook een stijging van het totaal kiemgetal. Echter, het materiaal van de leiding heeft ook invloed op de ontwikkeling van biofilm. Koper heeft een dodende werking op bacteriën en daarmee een negatief effect. Terwijl tyleen een positief effect heeft op de vorming van biofilm in het distributiesysteem doordat dit materiaal niet volledig diffusiedicht is (Aqua-Hort Netherlands, 2015) (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016).

De hypothese die is opgesteld bij het voorbereidend literatuuronderzoek is dus aangetoond en wordt daarmee niet verworpen. De drinkwateropname is naast het effectieve drinkwateroppervlak, de plaatsingshoogte van de bak, klimatologische factoren en de samenstelling van het rantsoen afhankelijk van de temperatuur en smakelijkheid van het water, die beïnvloed wordt door verschillende andere kwaliteitsaspecten. Daarnaast draagt watertemperatuur bij aan een verhoging van de wateropname bij melkkoeien, aangezien de dieren hier zelf ook de voorkeur aan geven. Tot slot is geconstateerd dat wanneer een hogere wateropname gerealiseerd wordt, dit ook een positief effect heeft op de benutting van eiwitten en de uitscheiding van mineralen. Echter, bij een lagere opname van water worden de dieren inefficiënt in het gebruik van eiwitten en efficiënt in het gebruik van energie. Dit laatste gaat wel ten koste van de melkproductie (Steiger Burgos M., 2001).

3.1. Discussie

Voor het onderzoek zijn de resultaten vanuit diverse wetenschappelijke onderzoeken gebruikt met daarnaast artikelen en vakbladen als achtergrondinformatie. Alle gebruikte bronnen zijn vermeld in de bibliografie. De onderzoeksvraag, welke kwaliteitsaspecten van drinkwater beïnvloeden de opname van drinkwater door melkkoeien, is beantwoord. Dit betreft het overgrote deel van de kwaliteitsaspecten, aangezien de meeste technische kwaliteitsaspecten zich vooral uiten in de kwaliteitsaspecten van de waterkwaliteit zich vervolgens uiten in de smakelijkheid van het water (David K. Beede, 2005) (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (Karin Schütz, 2012) (J. Driessen, 2015).

Ook watertemperatuur is een belangrijk kwaliteitsaspect ten opzichte van de drinkwateropname. De watertemperatuur heeft een positief effect op de wateropname door melkkoeien (Monica Andersson, 1985) (Wilks D.L., Coppock C.E., Lanham J.K., Brooks K.N., Baker C.C., Bryson W.L., Elmore R.G., Stermer R.A., 1990) (V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride, 2002). Echter, dit heeft ook een risico, namelijk de versnelde ontwikkeling van biofilm. De ontwikkeling van biofilm en daarmee de toename van het totale kiemgetal uit zich ook in de smakelijkheid (Aqua-Hort Netherlands, 2015) (I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall, 2016).

Wat betreft het controle onderzoek dat is uitgevoerd tijdens de afstudeerstage dienen nog een aantal opmerkingen geplaatst te worden. Namelijk het feit dat het onderzoek zich uitsluitende beperkt heeft tot watertemperatuur in relatie tot –opname. Hierbij zijn niet alle variabele factoren uitgesloten. Om dit te bereiken dienen meerdere onderzoeken uitgevoerd te worden. Namelijk een om de invloed van klimatologische factoren uit te sluiten. Dit kan door te onderzoeken onder invloed van een constant klimaat. Maar ook een onderzoek om voedingsinvloeden uit te sluiten. Hierbij kan gekozen worden voor twee soorten onderzoeken. Optie 1; een constant rantsoen voor beide groepen en water met verschil in temperatuur per groep. Optie 2 is constante watertemperatuur bij beide groepen met een verschillende rantsoensamenstellingen per groep. Echter bij optie 2 is de beperking dat niet specifiek te onderzoeken is welk onderdeel van de voeding hierbij het sterkste invloed heeft op de opname.

Echter, op alle kwaliteitsaspecten voor de waterkwaliteit is wel wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd, maar uit onderzoeken komen soms tegenstrijdige conclusies. Wat betreft de wetenschappelijke onderzoeken die zijn uitgevoerd naar de technische kwaliteitsaspecten van drinkwatervoorzieningen binnen de melkveehouderij is een beperkt aantal onderzoeken uitgevoerd.

Wat betreft deze onderzoeken (Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel, 2006) (Karin Schütz, 2012) (Ginneken, 2015) (J. Driessen, 2015), zijn hierbij ook opmerkingen te plaatsen aangezien de wateropname bij open waterbakken in alle onderzoeken positief uitkomt in relatie tot het drinkwateroppervlak of ten opzichte van een sneldrinker. Dit kan namelijk ook veroorzaakt worden doordat een waterbak over het algemeen vaker gereinigd wordt als een sneldrinker. Daarnaast is er ook meer kans op verspilling van water doordat de koeien hun bek gaan spoelen in de waterbak. Hierbij treden verliezen op ten opzichte van de sneldrinker. Echter, draagt dit wel bij aan het dierenwelzijn. Daarbij komt dan de constatering dat hierbij meer water verlies optreedt ten koste van de reiniging en doordat koeien hun bek spoelen. De vraag hierbij is wordt dit verlies van water gecorrigeerd in de onderzoeken, als zijnde geen opname.

Dit water wat extra verspilt wordt komt ook in de mestput. Hierdoor worden de gehalten aan mineralen in de mest ook verdund. Wat ervoor kan zorgen dat de onderzoeken naar mineralen benutting ook minder betrouwbaar zijn (Steiger Burgos M., 2001). Aangezien de mineralenconcentratie in de mest verdund is met water. Om dit uit te sluiten zouden hiervoor dan direct na uitscheiding mest monsters genomen moeten worden.

Advies is hierbij dan om verder onderzoek te doen naar de technische kwaliteitsaspecten. Hierbij zijn naast de hiervoor in twijfel getrokken punten vooral de materiaalinvloeden van het systeem en de invloeden van het debiet interessante onderwerpen. Dit maakt het mogelijk om vast te stellen welk materiaal het meest geschikt is voor toepassing als drinkwaterleiding en/of drinkwaterbak, waarbij ook de invloeden van een stalmilieu op het materiaal meegenomen kunnen worden. Het onderzoek naar de invloed van het debiet geeft een duidelijker inzicht in de effecten van het debiet op de kwaliteitsaspecten met betrekking tot drinkwaterkwaliteit. De in twijfel getrokken punten moeten gecontroleerd worden met behulp van een controle proef om zo de betrouwbaarheid te verbeteren.

Daarnaast zijn voor de pH-waarde onderzoeken uitgevoerd, maar hierbij zijn de effecten slecht meetbaar, aangezien onderzoek op pensniveau niet eenvoudig is (David K. Beede, 2005). Ook naar de hardheid van het drinkwater voor melkkoeien zijn door de jaren heen verschillende onderzoeken uitgevoerd. Hier zijn de conclusies verschillend, namelijk een positief of negatief effect van de hardheid van het water op de opname. De mogelijke verklaring hiervoor is dat door de jaren heen betere onderzoeksmethodes zijn ontwikkeld of nieuwe inzichten zijn ontstaan. Daarnaast kunnen klimatologische factoren of niet meebeschouwde factoren ook invloed uitgeoefend hebben. Dit zou bijvoorbeeld het effect van een verhoogd natriumgehalte kunnen zijn ten gevolge van waterontharding. Hiervoor zijn de rond 1950 uitgevoerde onderzoeken later herzien (G. C. GRAF AND C. W. HOLDAWAY, 1952) (Karin Schütz, 2012). Ook kan het niveau aan opgeloste sulfaten hierbij een rol hebben gespeeld, aangezien dit duidelijk de smakelijkheid van het water beïnvloedt, leidend tot een mindere opname (Digesti R.D, Weeth H.J., 1976) (Weeth H.J, Capps D.L., 1972).

De gebruikte literatuur is wetenschappelijk onderbouwd. Echter, de beperking is dat deze onderzoeken niet allemaal onder gelijke klimatologische omstandigheden zijn uitgevoerd in verschillende landen. Dit kan ervoor zorgen dat bij andere klimatologische omstandigheden de effecten ook anders zijn, aangezien de klimatologische factoren invloed hebben op de drinkwaterbehoefte van melkkoeien, waardoor niet het gewenste resultaat bereikt wordt onder andere omstandigheden. Hiervoor bestaat een mogelijkheid om de wetenschappelijke onderzoeken ter onderbouwing van dit onderzoeksrapport onder gelijke klimatologische omstandigheden opnieuw uit te voeren in Nederland. Althans wanneer dit mogelijk is. Indien dit niet mogelijk is, kan beter voor een land gekozen worden met een constant klimaat, zodat de onderzoeksresultaten ter onderbouwing betrouwbaarder zijn. Bij een keuze voor vervolgonderzoek kunnen dan ook de resultaten vanuit het nieuwe onderzoek vergeleken worden met het eerste (orginele) onderzoek om te bepalen of klimatologische factoren effect hebben op de resultaten van de onderzoeken.

Tot slot is met het onderzoek aangetoond dat wanneer melkkoeien beperkt worden in hun drinkwateropname, zij inefficiënt omgaan met eiwit. Daarnaast gaan de dieren wel efficiënter om met energie, dit gaat wel ten koste van de productie. Gevolg van een verminderde drinkwateropname is verhoogde uitscheiding via mest en urine van mineralen, waaronder stikstof in de vorm van ureum (Steiger Burgos M., 2001). Dit is een interessante bevinding als gevolg van de wateropname, aangezien dit met de huidige mest- en fosfaatproblematiek mogelijk een interessante bijkomstigheid is om de minerale uitscheiding van melkvee te beperken door middel van het verhogen van de wateropname en daarmee mogelijke voordelen behaald kunnen worden op het gebied van bemestingsnormen. Advies is om op dit gebied dan ook vervolgonderzoek in te zetten, waarvan de kern zich richt op de verhoogde wateropname en het effect op uitscheiding van de mineralen fosfaat(P_2O_5) en stikstof(N).

Bibliografie

- Aqua-Hort Netherlands. (2015, november 25). *Koper werkt; kustofleidingen massaal vervangen door koperleidingen in ziekenhuizen!* Opgehaald van Aqua-Hort Netherlands: <http://www.aqua-hort.nl/uncategorized/koper-werkt-kustofleidingen-massaal-vervangen-door-koperleidingen-in-ziekenhuizen/>
- Castillo A.R., S.-P. N. (2013). *Mineral concentrations in diets, water, and milk and their value in estimating on-farm excretion of manure minerals in lactating dairy cows*. Journal of dairy science.
- David K. Beede. (2005). *Assessment of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle*. Michigan State University, Department of Animal Science. Michigan: Mid-South Ruminant Conference.
- Digesti R.D, Weeth H.J. (1976). *A defensible maximum for inorganic sulfate in drinking water of cattle*.
- Frenken, S. (2013/2014). *Factoren die de drinkwateropname bepalen bij hoogproductief melkvee*. Gent: Universiteit Gent Faculteit Diergeneeskunde.
- G. C. GRAF AND C. W. HOLDAWAY. (1952). *A COMPARISON OF "HARD" AND COMMERCIALY SOFTENED WATER IN THE RATION OF LACTATING DAIRY COWS*. Blacksburg: Dairy Dept., Virginia Agricultural Experiment Station, Virginia Polytechnic Institute.
- Genther O.N., B. D. (2012). *Preference and drinking behavior of lactating dairy cows offered water with different concentrations, valences, and sources of iron*. Journal of dairy science.
- Gerrit Remmelink, Jantine van Middelkoop, Wijbrand Ouweltjes en Harm Wemmenhove. (2015). *Handboek Melkveehouder 2015/16*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.
- Gezondheidsdienst voor Dieren. (sd). *Belang van drinkwaterkwaliteit*. Opgeroepen op 12 12, 2015, van Samen werken aan diergezondheid GD: <http://www.gddiergezondheid.nl/producten%20en%20diensten/producten/rundvee/water/belang-van-drinkwaterkwaliteit>
- Gezondheidsdienst voor Dieren. (sd). *Toelichting op de 7 onderzochte parameters*. Opgeroepen op 12 12, 2015, van Samenwerken aan diergezondheid GD: <http://www.gddiergezondheid.nl/producten%20en%20diensten/producten/rundvee/water/drinkbakcheck-rundvee/toelichting-op-de-7-onderzochte-parameters>
- Ginneken, R. v. (2015). Meer water is meer melk. *Melkveebedrijf.nl*, 12-15.
- I. Douterelo, S. Husband, V. Loza, J. Boxall. (2016). *Dynamics of biofilm re-growth in drinking water distributions systems*.
- J. Driessen. (2015). *This is a series of 7 articles about CowSignals® to improve health production and welfare of your cows. Content 7 articles: feed, water, light, air, rest, space and health*. Bergharen: Cowsignals training company.
- Karin Schütz. (2012). *Effects of Providing Clean Water on the Health and Productivity of Cattle*. New Zeeland: agresearch.

- M.R. Murphy, C. D. (1983). *Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation.* Journal of dairy science.
- Mao F., O. S. (2015). *Modeling benzene permeation through drinking water high density polyethylene (HDPE) pipes.* Journal of water and health.
- Mineralen bij melkvee.* (2016, mei 5). Opgehaald van Melkvee:
<http://melkvee.blogspot.nl/2010/09/mineralen-bij-melkvee.html>
- Monica Andersson. (1985). *Effects of drinking water temperatures on water intake and milk yield of tied-up dairy cows.* Elsevier.
- Monica Andersson, J Schaar, H. Wiktorsson. (1984). *Effects of drinking water flow rates and social rank on performance and drinking behaviour of tied-up dairy cows.* Elsevier.
- Monica. Andersson. (1987). *Effects of number and location of water bowls and social rank on drinking behaviour and performance of loose-housed dairy cows.* Elsevier.
- Myers Z.H., Beede D.K. (2009). *Evaluating estimates of phosphorus maintenance requirement of lactating Holstein cows with different dry matter intakes.*
- Normen wateronderzoek.* (2015, December 12). Opgehaald van Diergezondheidszorg Vlaanderen:
<http://www.dgz.be/publicatie/normen-wateronderzoek>
- Olivia Genther, D. K. (2012). *Preference and drinking behavior of lactating dairy cows offered water with different concentrations, valences, and sources of iron.*
- P. McDonald, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, R. G. Wilkinson. (2011). *Animal Nutrition Seventh Edition.*
- R.Murphy, M. (sd). *Symposium: Nutritional factors affecting animal water and waste quality (Water Metabolism of Dairy Cattle).* Department of Animal Sciences University of Illinois.
- Research, S. F. (2006). *Wateropname en drinkgedrag van melkkoeien.* Lelystad: Schothorst Feed Research. Opgehaald van http://agripres.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/2006-22_Wateropname_drinkgedrag_SvdD.pdf
- S.C. Edberg, E.W. Rice, R.J. Karlin, M.J. Allen . (2000). *Escherichia coli: the bestbiological drinking water indicator for public health protection.* Denver: The Society for Applied Microbiology.
- Schothorst Feed Research. (2006). *Wateropname en drinkgedrag van melkkoeien.* Lelystad: Schothorst Feed Research.
- Sharpe, R. S. (sd). *Water intake and quality for dairy cattle.* Department of Dairy and Animal Science The Pennsylvania State University.
- Solomon R, Miron J, Ben-Ghedalia D, Zomberg Z. (1995). *Performance of high producing dairy cows offered drinking water of high and low salinity in the Arava desert.*
- Steiger Burgos M., S. M. (2001). *Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows.* American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative, and Comperative Physiology.

- Teixeira L. Dayane en Maria José Hötzel. (2006). *Designing better water troughs: 2. Surface area and height, but not depth influence dairy cows preference*. Elsevier.
- V. R. Osborne, R. R. Hacker, and B.W. McBride. (2002). *Effects of heated drinking water on the production*. University of Guelph, Guelph, Ontario (NRC).
- Weeth H.J, Capps D.L. (1972). *Tolerance of growing cattle for sulfate-water*.
- Wilks D.L., Coppock C.E., Lanham J.K., Brooks K.N., Baker C.C., Bryson W.L., Elmore R.G., Stermer R.A. (1990). *Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures*. Journal of dairy science.

Bijlage

Bijlage 1; Normen wateronderzoek Gezondheidsdienst voor dieren (GD)

In onderstaande tabel zijn de normen voor rundvee vermeld. De waarden in de kolom 'goed' kunnen als veilig voor de betreffende diersoort worden beschouwd. De waarden in de kolom 'afwijkend' worden beschouwd als (ernstig) risicovol voor de betreffende diersoort (Research, 2006) (Gezondheidsdienst voor Dieren, sd).

	rund		kalf	
Parameter	goed	afwijkend	goed	afwijkend
pH	5 tot 8	<4 & >9	5 tot 8	<4 & >9
ammonium (mg/L)	< 2	> 10	< 0,5	> 2
nitriet (mg/L)	< 0,1	> 1,0	< 0,1	> 1,0
nitraat (mg/L)	< 100	> 200	< 100	> 200
chloride (mg/L)	< 250	> 2000	< 250	> 2000
natrium (Na) (mg/L)	< 800	> 1500	< 400	> 800
ijzer (mg/L)	< 0,5	> 10	< 0,2	> 0,5
Mangaan	< 1	> 2	< 0,5	> 1,0
sulfaat (mg/L)	< 100	> 250	< 100	> 250
hardheid (° D)	> 4 & < 15	> 25	> 4 & < 15	> 25
gisten en schimmels		> 10.000		> 10.000
E. coli (kve/mL)	< 10	> 100	< 1	> 10
totaal kiemgetal (kve/mL)	< 10.000	> 100.000	< 1.000	> 10.000

Bijlage 2; Normen wateronderzoek Diergezondheidszorg Vlaanderen

De normen in onderstaande bijlage zijn overgenomen van de Diergezondheidszorg Vlaanderen (Normen wateronderzoek, 2015).

Chemisch onderzoek	Herkauwers
Fysisch aspect	Helder kleur – en geurloos
pH	5,5-8,5
Geleidbaarheid	2100 µS/cm
Totale Hardheid	Max. 20°D
Fluoride	≤ 2,0 mg/l
Chloride	≤ 250 mg/l
Nitriet	≤ 1,0 mg/l
Nitraat	≤ 200 mg/l
Fosfaat	≤ 2,0 mg/l
Sulfaat	≤ 250 mg/l
Sulfide	Afwezig
Ammonium	≤ 10 mg/l
Totaal ijzer	≤ 2,5 mg/l
Mangaan	≤ 1,0 mg/l
Magnesium	≤ 50 mg/l
Calcium	≤ 270 mg/l
Natrium	≤ 400 mg/l
Zoutgehalte	≤ 3000 mg/l
Bacteriologisch onderzoek	Herkauwers
Tot. Kiemgetal 22°C	<100.000 kve/ml
Tot. Kiemgetal 37°C	<100.000 kve/ml
Coliformen	<100 kve/ml
E.Coli	<100 kve/ml
Intestinale eterococcen	<1 kve/100 ml
Sulfiet red. Clostridia	<1 kve/ 20 ml
C. Perffingens	<1 kve/100 ml
Schimmels/gisten	<10.000 kve/ ml
Salmonella sp.	Afwezig