

Effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischaalkwaliteit

Afstudeerwerkstuk



Govert de With, 14 september 2020

Effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischaalkwaliteit

Afstudeerwerkstuk

Auteur: Govert de With
E-mail: gdwagro@outlook.com

Opleiding: Agrarisch ondernemerschap Dier- en veehouderij

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool Dronten
Adres: De Drieslag 4
8251 JZ Dronten
E-mail: info.hogeschool.dronten@aeres.nl

Opdrachtgever: Lectoraat Precisievoeding en duurzame pluimveehouderij
Contactpersoon: Dr. Ir. L. Star
E-mail: l.star@aeres.nl

Afstudeerdocent: Dr. Ir. S. Lourens
E-mail: s.lourens@aeres.nl

Hagestein, 14 september 2020

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Eenden, mijn interesse voor deze dieren is gewekt tijdens het derde leerjaar op de Aeres Hogeschool Dronten. De opdracht was om een studentbedrijf op te richten, waarbij een docent het idee had om te beginnen met een biologische eendenhouderij. Een klasgenoot vertelde mij van het idee, met de vraag of ik mee wilde doen. Zodoende ben ik mij gaan verdiepen in eenden en de houderij. Als onderdeel van het studentbedrijf is een vergelijkingsonderzoek opgezet met verschillende rassen, met als doel vleesproductie. Na afloop van het onderzoek heb ik thuis een aantal leggende eenden gehouden. Daarmee is mijn interesse in de (leg)eendenhouderij begonnen. Het resultaat is dit legeenden gerelateerde afstudeerwerkstuk.

Aan het onderwerp van dit afstudeerwerkstuk, het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischaalkwaliteit, heeft mijn afstudeerdocent Sander Lourens een belangrijke bijdrage geleverd. Hij heeft mij begeleid en voorzien van tips, ideeën en terugkoppeling. Hartelijk dank hiervoor. Harm-Jan Ploeg, student Pluimveehouderij op Aeres Hogeschool Dronten, wil ik hartelijk bedanken voor het meedenken over de praktische invulling van het onderzoek. Dankzij zijn initiatief is het afstudeeronderzoek ook onderdeel van een Proeve van Bekwaamheid (PvB), waarmee het mes aan twee kanten snijdt. Daarnaast is de proef op de boerderij bij Fam. Ploeg in Leersum uitgevoerd, wat de uitvoering vergemakkelijkte. Ook dank aan Jorik Baltes, student Pluimveehouderij op Aeres Hogeschool Dronten, die meegewerkt heeft in het onderzoek.

Hartelijk dank aan Jasper Heerkens en Ferry Tigchelhoff van Aeres Hogeschool Dronten voor het meedenken over de opzet van het onderzoek; Jan Overeem van Aeres MBO Barneveld voor het verstrekken van de pluimveeroosters voor het onderzoek. Als laatst maar niet het minst wil ik mijn stagebegeleider Anne-Riet Boerenkamp bij GIJS Mekkerhof BV danken voor de mogelijkheid om de stagewerkzaamheden volgens eigen planning in te vullen, zodat ik, wanneer het nodig was, aan het afstudeerwerkstuk kon werken.

Govert de With

Hagestein, 14 september 2020

Inhoud

Samenvatting.....	5
Summary	6
1. Inleiding	7
1.1 Bedrijfsmatige (leg)eendenhouderij	8
1.2 Behoeften van eenden	9
1.2.1 Behoeften	9
1.2.2 Zwemwater.....	9
1.2.3 Het effect van huisvestingssystemen.....	10
1.3 Microbiologische waterkwaliteit.....	11
1.4 Eendeneieren	12
1.4.1 Broedei versus consumptie-ei	12
1.4.2 Eiconsumptie	12
1.4.3 Microbiologische eikwaliteit	12
1.4.4 Onderdelen van een ei	13
1.4.5 Eibewaring.....	14
1.5 Kenniskloof & onderzoeksvragen.....	15
2. Onderzoeksopzet.....	16
2.1 Materiaal	16
2.2 Methode.....	16
2.3 Toetsing resultaten.....	17
2.4 Dierenwelzijn tijdens het onderzoek.....	17
3. Resultaten	18
4. Discussie	21
4.1 Onderzoeksmethode.....	21
4.2 Resultaten	22
4.3 Reikwijdte resultaten	22
5. Conclusie en aanbevelingen.....	23
5.1 Beantwoording deelvragen en hoofdvraag.....	23
5.2 Aanbevelingen.....	23
6. Bibliografie	25
7. Bijlagen	30
7.1 Materiaallijst.....	30
7.2 Planning.....	30
7.3 Protocol bemonstering eendeneieren, buitenkant eischaal en binnenkant ei.....	31
7.4 Analyse van boterhamzakje	33

7.5	Gegevensformat voor resultaten	34
7.6	Welzijnsdagboek	35

Samenvatting

In de 20^e eeuw hebben problemen met voedselveiligheid van eendeneieren een rol gespeeld in de ondergang van de legeendenhouderij voor consumptie-eiproductie. Bij het opnieuw starten van een legeendenhouderij voor de productie van consumptie-eieren is voedselveiligheid een voorwaarde. Voor het creëren en behouden van een goed imago is een goed dierenwelzijn van belang. Bij eenden zorgt beschikking over zwemwater ervoor, dat het natuurlijk gedrag uitgeoefend kan worden. Dit draagt bij aan een goed dierenwelzijn.

Met de verstrekking van zwemwater aan legeenden mag de voedselveiligheid van de eieren niet in gevaar komen. Ook moeten de eieren voedselveilig blijven tot aan minimaal het einde van de ‘ten minste houdbaar tot’ termijn. Vanuit dit perspectief is er onderzoek gedaan naar het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eischalkwaliteit. Daarnaast is ingegaan op de relatie tussen de microbiologische kwaliteit van de eischalk aan de buitenkant en aan de binnenkant.

Deze kennis kan gebruikt worden bij het opnieuw opstarten van een legeendenhouderij voor consumptie-eiproductie. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt: Wat is het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischalkwaliteit?

De vraag is onderzocht door middel van een vijf weken durend onderzoek met twintig eenden. De eenden zijn gehouden in twee groepen. Eén groep had zwemwater ter beschikking, de andere groep niet. De binnenkant en buitenkant van de eischalen van eieren van beide groepen zijn bemonsterd als verse eieren en als bewaarde eieren (circa 28 dagen), om het effect van zwemwater en eibewaartijd te analyseren.

Uit de resultaten blijkt dat eibewaring van circa 28 dagen op 4°C zorgt voor een vermindering van het aantal kiemen op de buitenkant van de eischalk. Het aantal kiemen aan de binnenkant van de eischalk stijgt daarentegen. Zwemwater lijkt een slechtere microbiologische eischalkwaliteit als effect te hebben. Een slechtere kwaliteit van de buitenkant van de eischalk heeft geen één op één relatie met een slechtere kwaliteit van de binnenkant van de eischalk.

Vervolgonderzoek is nodig om te analyseren welke bacteriën er aan de binnenkant van de eischalk aanwezig kunnen zijn en om te analyseren of deze een gevaar zijn voor de voedselveiligheid. Ook zou er in vervolgonderzoek gekeken kunnen worden naar de groeicurve van het aantal KVE aan de binnenkant van de eischalk tijdens de ‘ten minste houdbaar tot’ termijn.

Summary

In the 20th century, problems with duck egg food safety played a role in the decline of the duck farms for consumption egg production. Food safety is a condition for restarting a duck farm for consumption egg production. Good animal welfare is important for creating and maintaining a good image. Access to bathing water satisfies the natural need of the ducks. This contributes to good animal welfare.

Providing bathing water to laying ducks may not endanger the food safety of the eggs. The eggs also have to remain food-safe until at least the end of the 'best before' term. From this perspective, research has been conducted on the effect of bathing water and egg storage time on the microbiological eggshell quality. Besides, there is paid attention to the relation between the microbiological quality of the eggshell on the outside and the inside.

This knowledge can be used for restarting a duck farm for consumption egg production. The main question of this research is: What is the effect of bathing water and storage duration of the eggs on the microbiological quality of duck eggshells?

The question has been examined by a research of five weeks with twenty ducks. The ducks have been kept in two groups. One group had access to bathing water, the other group had not. The inside and the outside of the eggshells of eggs of both groups are sampled while being fresh and after storage (approximately 28 days), to determine the effect of bathing water and egg storage duration.

The results show that egg storage of approximately 28 days on 4°C reduces the number of germs on the outside of the eggshell. However, the number of germs on the inside of the eggshell increases. Bathing water seems to have a worse effect on the microbiological eggshell quality. A worse quality of the outside of the eggshell does not have a one-to-one relation with a worse quality of the inside of the eggshell.

Follow-up research is needed to analyse which bacteria may be present on the inside of the eggshell and whether these pose a threat to food safety. Attention can also be given to the growth curve of the number of CFU at the inside of the eggshell during the 'best before' term.

1. Inleiding

Eendeneiproduktie voor humane konsumptie is gebruikelijk in verscheidene Aziatische landen en voor de WOII was dat ook zo in Nederland. Omdat Nederlandse eendeneieren verschillende malen voedselinfecties (Salmonella) veroorzaakten, nam de overheid maatregelen (Zwanenburg, 1937). Mede door verkoopbeperkingen in verband met voedselveiligheid is er gestopt met de produktie van eendeneieren voor konsumptie. Ook op het moment van schrijven is er in Nederland geen eendenhouderij voor konsumptie-eiproduktie. Terwijl eendenei een produkt is met waardevolle eigenschappen en onder andere zeer geschikt is voor in cake en gebak.

Omdat voedselinfecties door eendeneieren een medeoorzaak waren voor de ondergang van de sektor, is er in dit onderzoek aandacht besteed aan de microbiologische eikwaliteit gedurende de THT-termijn. Daarnaast zijn er in de afgelopen decennia door een breed gedragen publiek meer vragen/eisen gekomen voor een goed dierenwelzijn. Dierenwelzijn is daarmee van grote invloed op het imago van de sektor. Onder dierenwelzijn valt het wel of niet kunnen uitoefenen van de natuurlijke behoefte. Bij eendenhouderij is zwemwaterverstrekking/open waterverstrekking een onderwerp dat in dat kader de aandacht heeft, in plaats van/naast de gangbare drinknippelsystemen.

Bij het opnieuw opstarten van een legeendenhouderij dienen voorgaande onderwerpen overwogen te worden. Er is in Nederland onderzoek gedaan op het gebied van zwemwater bij vleeseenden. Omdat er geen eendenhouderij voor konsumptie-eiproduktie in Nederland is, is de relatie met eikwaliteit niet onderzocht. Vandaar dat in deze studie een onderzoek uitgevoerd is met het doel inzicht te krijgen in het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneikwaliteit. Het onderzoek bestond uit twee onderzoeksgroepen met eenden, waarbij één groep wel en één groep geen zwemwater ter beschikking had. De eieren zijn vers en na circa 28 dagen geanalyseerd op kiemgetal.

In dit onderzoek is allereerst een gedeelte van de bedrijfsmatige eendenhouderij beschreven. Vervolgens zijn enkele behoeften van eenden en zaken die verband houden met de implementatie van de behoeften in het houderijsysteem benoemd. Hoofdstuk 1.4 is toegespitst op eendeneieren, met als deelonderwerpen broedei versus konsumptie-ei, eikonsumptie, microbiologische kwaliteit, onderdelen van een ei en eibewaring. Hoofdstuk 1.5 beschrijft de kenniskloof en de onderzoeksvragen. In het 2^e hoofdstuk is de opzet van het onderzoek beschreven en toegelicht, met als onderdelen benodigd materiaal, toe te passen methode, dierenwelzijn tijdens het onderzoek en als afsluiting de wijze van toetsing van de resultaten. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten per deelvraag toegelicht. Hoofdstuk 4 geeft een discussie op de gebruikte onderzoeksmethode en resultaten. In hoofdstuk 5 zijn de hoofdvraag en deelvragen beantwoord en zijn conclusies getrokken aan de hand van de resultaten. Daaruit voortvloeiende aanbevelingen zijn ook in hoofdstuk 5 benoemd.

1.1 Bedrijfsmatige (leg)eendenhouderij

Eenden worden al eeuwen gehouden als nutdier. Er wordt vanuit gegaan dat de oorsprong van de huidige gedomesticeerde eenden China en Zuid-Azië is (Hitosugi, Tsuda, Okabayashi, & Tanabe, 2007). De Muskuseend is gedomesticeerd in Latijns-Amerika. In 2016 werden er wereldwijd circa 1,24 miljard eenden gehouden, waarvan 1,1 miljard (89%) in Azië (Ismoyowati & Sumarmono, 2019). Door fokkerij en selectie zijn verschillende eendenrassen ontstaan. De meest voorkomende fokrichtingen zijn vlees- en eierproductie of uiterlijk (sier), zie figuur 1. Ook in Nederland horen eenden bij de veestapel voor vlees-, ei- en donsproductie. In de loop van de 19^e eeuw werden op diverse boerderijen in Nederland koppeltjes van zo'n vijftien Noord-Hollandse witborst- of Noord-Hollandse krombekeenden gehouden. Overdag zochten de eenden hun voedsel in de poldersloten, 's avonds kwamen ze terug waarna ze opgesloten werden in het nachthok. Nadat de eieren gelegd waren, werden ze 's morgens weer losgelaten. Aan het eind van de 19^e eeuw kwam er bedrijfsmatige eendenhouderij op gang door vissers in de omgeving van Edam en Volendam. Visafval en bijvangst diende als eendenvoer. Deze vorm van houderij ging ten onder door slechte hygiëne en doordat ziektes zoals eendenpest zich via sloten snel konden verspreiden.



Figuur 1. Gedomesticeerde Khaki Campbell leegend en op de achtergrond een Pekingseend vleeseend

In 1920 werd er door vier jongemannen in Ermelo begonnen met eenden voor de eierproductie. Zij haalden kleine visjes (bijvangst) bij de vissers als eendenvoer. Na verloop van jaren wist men eenden te fokken met een productie van 250 – 300 eieren per jaar. Het ministerie van Landbouw gaat ervan uit dat er ca. 800.000 legeenden gehouden werden in de laatste jaren voor de oorlog. Het voer voor deze eenden kwam uit de (afgesloten) Zuiderzee. De eieren werden voor een gedeelte geëxporteerd naar Duitsland en Engeland. Vanaf 1937 kwam de eierhandel naar Duitsland stil te liggen, doordat de opbouw van de oorlogsindustrie het land financieel uitgeput had. Daarnaast hadden Nederlandse eendeneieren verscheidene malen voedselinfecties (Salmonella) veroorzaakt, waardoor de overheid maatregelen nam. In 1938 kwam in Nederland de wet om eendeneieren te stempelen met het opdruk '10 minuten koken'. Het jaar erna liep de aanvoer van vis terug, wat leidde tot hogere voerkosten. Na het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog in 1940 besloot het Rijksbureau voor de Voedselvoorziening in Oorlogstijd om de pluimveestapel tot een derde van haar omvang terug te brengen. Omdat voer schaars was in de oorlogsjaren, kwam de eierproductie stil te liggen. Na de oorlog is er weer begonnen met het opstarten van de sector, maar graan was nog steeds schaars (Arends, 2008). In verband met voedselveiligheid kwam in 1947 de verplichting erbij voor een 2^e stempel, 'Alleen gekookt gebruiken' (Flevo Bode, 1947). Ook mochten de eendeneieren of delen ervan niet meer verwerkt worden in etenswaar, behalve bij bedrijven met een ontheffing van de Keuringsdienst (De Maasbode, 1938). Dit had invloed op de afzet. Omdat eierproductie niet meer lonend was, werd er overgeschakeld op vleesproductie. In 2019 waren er nog vijftig eendenhouders in Nederland, ook alleen gericht op vleesproductie (Voorhorst, 2019).

1.2 Behoeften van eenden

Naast voedselveiligheid zijn er nog andere zaken die van belang zijn voor bestaanszekerheid van de sector. De mening van de maatschappij speelt een rol in de druk op de sector (Veldkamp, Poelarends, Bremmer, & Spoelstra, 2010). Onder andere dierenwelzijn is onderwerp van maatschappelijk debat (Consumentenplatform, 2010). Voor een goed dierenwelzijn (gerelateerd aan een goed imago (Vervaeke, 2013)) zijn de behoeften van het dier zelf essentieel (Rebel, 2020).

1.2.1 Behoeften

De lichaamstemperatuur van eenden ligt tussen de 40°C en de 42°C (Animals in schools, sd) (Pantin-Jackwood, Swayne, Smith, & Shepherd, 2013). De temperatuur van de poten ligt aanzienlijk lager (Ederstrom & Brumleve, 1964; Kilgore & Schmidt-Nielsen, 1975). Overtollige hitte kan gemakkelijk afgevoerd worden via de snavel en poten bij contact met water dat een aanzienlijk lagere temperatuur heeft. Zwemwater is daardoor gunstig bij hoge omgevingstemperaturen. Een watertemperatuur van 10-21°C is ideaal (Dean, sd).

Voerageren, het zoeken naar voedsel, zit in de natuur van de eend. Aan de rand van de snavel zitten hoornlamellen, waarmee de eend voedseldeeltjes uit het water kan filteren (Vogelaar, 2006). Ook op de grond zoeken de eenden naar voedsel door met hun snavel tussen de beplanting te snibberen. De snavel van de eend is heel gevoelig en speelt in de natuurlijke habitat een belangrijke rol in het zoeken en herkennen van voedsel (Leenstra, et al., 2009). In sommige productiesystemen worden eenden daarom ingezet om de populatie slakken te verminderen (Liang, et al., 2014) (Foodlog, 2016). In een strostal komt dit gedrag tot uiting bij het instrooien van het stro, waarbij de eenden het verse stro doorzoeken op granen (Allison, 2009).

1.2.2 Zwemwater

In de gangbare veehouderij wordt er geen zwemwater verstrekt aan de eenden. Het ontbreken van zwemwater wordt door verschillende dierenrechten-/dierenwelzijnsorganisaties aangemerkt als dierenonvriendelijk. Wakker Dier schrijft op haar website: “Eenden? Dat zijn geen watervogels. Althans, niet in de Nederlandse vee-industrie. Daar zitten eenden opgesloten in schuren, waar ze weinig ruimte hebben en zwemwater missen. Allemaal vanwege hun vlees en dons” (Wakker Dier, sd). Uit interviews met directe betrokkenen in de eendenhouderij blijkt dat zwemwater met andere ogen wordt bekeken. In de interviews werd benoemd: “Wanneer je open water gaat invoeren, kun je allerlei diergezondheidsproblemen krijgen. Daarnaast heb je ook heel veel afvalwater wat je kwijt moet. Open water is niet goed voor eend en eendenhouder” (Van Krimpen, Poelarends, Bremmer, & Spoelstra, 2010).

Ook de Raad van Europa heeft waterversprekking voor eenden opgenomen in haar aanbevelingen en richtlijnen. In onderstaande aanbeveling aangaande gedomesticeerde eenden, artikel 11, staan de volgende zaken met betrekking tot waterversprekking:

1. The design, construction and maintenance of enclosures, buildings and equipment for ducks shall be such that they: (.....) allow for easy maintenance of good conditions of hygiene, air and water quality; (.....).
2. Access to an outside run and water for bathing are necessary for ducks, as water birds, to fulfil their biological requirements. Where such access is not possible, the ducks must be provided with water facilities sufficient in number and so designed to allow water to cover the head and be taken up by the beak so that the duck can shake water over the body without difficulty. The ducks should be allowed to dip their heads under water.

3. Water facilities should be constructed over a well drained area and shall always be kept clean (Council of Europe, 1999).

Naast de aanbeveling is er de Richtlijn 98/58/EG van de Raad van 20 juli 1998 inzake de bescherming van voor landbouwdoeleinden gehouden dieren. In artikel 4 is beschreven: 'De lidstaten zien erop toe dat dieren (niet zijnde vissen, reptielen of amfibieën) worden gefokt en gehouden onder voorwaarden die stroken met de bepalingen in de bijlage, met inachtneming van de soort en de graad van ontwikkeling, aanpassing en domesticering, alsmede de uit ervaring of wetenschappelijk onderzoek gebleken fysiologische en ethologische behoeften' (Raad van Europa, 1998).

Er zijn verschillende initiatieven genomen om eenden in de huidige veehouderij open water te verstrekken. Cherry Valley heeft een verandasysteem ontwikkeld, waarbij de openwaterverstrekking gescheiden is van het strogedeelte (Allison, 2009). Vanwege de hoge kosten/lage opbrengsten is men gestopt met het gebruik van deze verandasystemen (Dier en Recht, 2017). Ook zijn er verschillende drinkcups, bijvoorbeeld de Pekino drinkcup, een diepe trechtervormige cup waar de eend de hele snavel in kan dompelen (Big Dutchman, sd). Volgens Jaap Maarsingh, eendenhouder en portefeuillehouder Eendenhouderij binnen de LTO-vakgroep Pluimveehouderij, is dit een mooi systeem dat tegemoet komt aan het natuurlijk gedrag van de eend (Stokkermans, 2018). Het voordeel van drinkcups ten opzichte van open water (vlotterbakken/ronddrinkers) is dat er relatief weinig water gemorst wordt, terwijl de eenden toch hun snavel en ogen schoon kunnen houden en de groei en voederconversie goed zijn (De Buissonjé, 1992).

1.2.3 Het effect van huisvestingssystemen

In onderzoek naar het effect van verschillende huisvestingssystemen op groei en welzijn van Pekingeenden werden vier huisvestingssystemen vergeleken (Erisir, Poyraz, Onbasilar, Erdem, & Kandemir, 2009). Huisvesting met en zonder buitenuitloop, met en zonder zwemgelegenheid (U = Uitloop, B = Binnen/geen uitloop, Z = Zwemwater, ZZ = Zonder Zwemwater). In iedere groep zaten 105 eenden. De binnenhuisvesting van de groepen U was kleiner, maar de totale oppervlakte groter dan de groepen B. Groep UZ presteerde het best in groei (gewicht op 6 weken leeftijd 2450 ± 25 gram). Bij de groep BZZ was de voerconsumptie het hoogst en voerefficiëntie het laagst. De groei bij groep BZ was lager dan groep BZZ (gewicht op 6 weken leeftijd 2276 ± 25 gram respectievelijk 2304 ± 25 gram). Het zwemwater had een negatief effect op de groei bij de huisvesting zonder uitloop, vanwege het effect van het zwemwater op het klimaat (ventilatie, ammoniakconcentratie en temperatuur). Immunrespons was het hoogst in de groep met buitenuitloop en zwemwater, maar niet significant verschillend tussen de groepen. De conclusie van dit onderzoek was dat huisvesting met uitloop en zwemwater het beste was voor de eenden op het gebied van welzijn en groei.

In onderzoek naar houderij van vleeseenden (zonder zwemwater), was huisvesting op volledig tarwestro het systeem dat het best beviel (bij vijf eenden/m²). Bij huisvesting op volledig roostervloer is het nodig dat de punt van de bovensnavel van de eenden verwijderd wordt, om verentrekkerij tegen te gaan. Dit is in het kader van dierenwelzijn niet wenselijk. Ook gedeeltelijk roostervloer/gedeeltelijk tarwestro kwam niet goed uit de bus (De Buissonjé, 1993).

1.3 Microbiologische waterkwaliteit

Water is essentieel voor goede gezondheid en welzijn van de eend. Allereerst als drinkwater, vervolgens als was- en ontspanmedium. Bij verstrekking van open water wordt het water bevuild. Waterkwaliteit en hygiëne zijn daarmee belangrijke zaken. Wanneer open water beperkt blijft tot een plaats waar de dieren alleen hun kop in kunnen steken, bevuilden ze het door met hun snavel afwisselend door het water en de bodembedekking te snebberen. Hierdoor wordt veel vuil in het water gebracht. Bij waterverstrekking op roosters is dit minder dan bij waterverstrekking op stro. Wanneer de eenden zwemwater hebben, wordt er ook gemest in het water.

Met behulp van toevoegmiddelen in het water kan het aantal bacteriën aanzienlijk verminderd worden. In een onderzoek met verschillende toevoegmiddelen (organische zuren en koper; waterstofperoxide en azijnzuur; coppersol en azijnzuur; natriumhypochloriet (chloor)) was er ondanks de betere waterkwaliteit op microbiologisch gebied, geen of mogelijk een licht negatieve invloed op de technische resultaten bij vleeseenden (De Buissonjé, Bolder, & Putrulan, 2000).

Een andere mogelijkheid om de bacteriedruk te beperken, is het gebruik van koperen materialen die in contact staan met het water (Grass, Rensing, & Solioz, 2011; Von Dessauer, Navarrete, Benadof, Benavente, & Schmidt, 2016). Koper en koperlegeringen met minimaal 70% koper hebben een antimicrobiële werking (voor gram positieve en gram negatieve bacteriën). Onderzoek toonde aan dat na besmetting van een voorwerp door aanraking (kort aanraken, zoals een deurklink) sommige soorten antibioticaresistente MRSA-bacteriën op een koperen oppervlak binnen vijftien minuten doodgaan, terwijl de bacteriën op rvs maandenlang kunnen overleven. Van andere bacteriestammen vond een significante reductie plaats van het aantal bacteriën op een koperen oppervlak (Warnes & Keevil, 2016).

Ook het periodiek aanbieden van water, waarbij de waterbakken tussentijds droog vallen, draagt bij aan een goede waterkwaliteit. Bij onderzoek waarin vijf maal per etmaal de waterbakken droogvielen, konden de aantallen Enterobacteriën tot meer dan 90% gereduceerd worden (De Buissonjé, Bolder, & Putrulan, 2000). Daarnaast heeft het verversen van het water en het reinigen van de mediums waarin het water verstrekt wordt effect op de bacteriepopulatie. Een andere optie om de bacteriepopulatie in het water laag te houden is door middel van een rondpompsysteem met een UV-filter. Een goede waterkwaliteit is van belang, omdat het water de hygiëne van de eenden en daarmee ook van de eieren beïnvloed.

1.4 Eendeneieren

Eendeneieren worden gebruikt voor verschillende doeleinden. In het buitenland is productie voor humane consumptie gebruikelijk, met name in Aziatische landen. In Nederland worden eendeneieren een enkele keer verkocht voor consumptie, vaak door particulieren of via poeliers. Echter, er is geen professionele legeendenhouderij voor consumptie-eieren in Nederland (Stichting Fonds voor Pluimveebelangen, 2008). Wel worden er op een aantal boerderijen broedeieren geproduceerd voor de productie van zo'n 8,5 miljoen vleeseendenkuikens per jaar.

1.4.1 Broedei versus consumptie-ei

Een broedei kan geconsumeerd worden, maar niet elk consumptie-ei is geschikt als broedei. Een belangrijk verschil is de bevruchting. Een broedei moet bevrucht zijn, voor een consumptie-ei maakt het niet uit. Daarnaast kan een ei met een dubbele dooier geen levensvatbaar kuiken voortbrengen. Wel kan het prima gegeten worden. Kleine broedeieren, dubbeldooiers en een eventueel overschot aan broedeieren kunnen daarom verwerkt worden in humane levensmiddelen, mits dit binnen de wetgeving toegestaan is (Nieuwe Oogst, 2012).

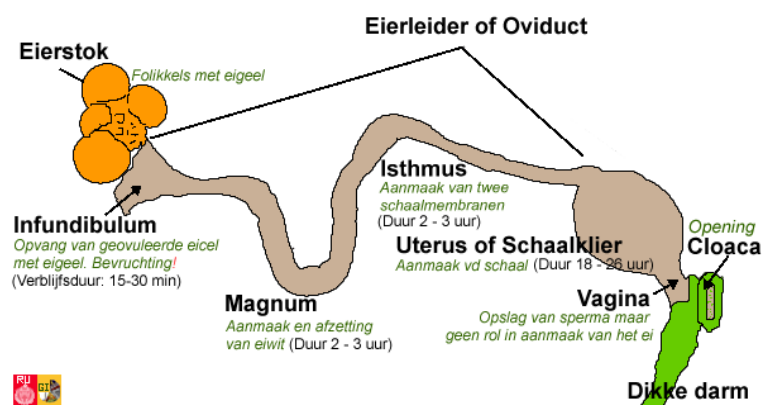
1.4.2 Eiconsumptie

Van de totale eiconsumptie in China en Zuidoost Azië is 10-30% eendenei (Ismoyowati & Sumarmono, 2019). In Nederland worden er geen eendeneieren voor humane consumptie geproduceerd, volgens officiële getallen (Europese Commissie, Directoraat-Generaal Gezondheid en Voedselveiligheid, 2015). Wanneer er eendeneieren voor consumptie verkocht worden, zijn er vanuit de EU regels voor bemonstering. De eieren dienen bemonsterd te worden op dioxinen, furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen (Toezichthoudende Autoriteit van de EVA, 2007).

Voor de WOII en ook kort erna was eendeneiconsumptie in Nederland wel gebruikelijk, al was vanaf 1938 het stempel met '10 minuten koken' verplicht en mochten ze niet meer verwerkt worden in producten, behalve bij schriftelijke ontheffing van de directeur van de Keuringsdienst van waren (De Maasbode, 1938). Deze beperkingen kwamen door gevaar voor voedselinfectie. Salmonella paratyfus kwam voor in sloten waar de eenden in zwommen, waardoor de eenden(eieren) besmet konden worden (Wagenaar, 1938). Infecties zijn verscheidene malen voorgekomen (Ruys, 1934). In 2010 waarschuwden de voedselveiligheidsdiensten in Ierland en Groot-Brittannië voor het eten van eendeneieren in verband met Salmonella typhimurium besmettingen. De besmettingen zijn veroorzaakt door eendeneieren van buiten scharrelende eenden bij boeren en hobbyhouders, volgens de Ierse dienst FSAI (Moesker, 2010)

1.4.3 Microbiologische eikwaliteit

De microbiologische eikwaliteit is afhankelijk van verschillende factoren. De ontwikkeling van het ei begint in de ovarium/eierstok. In goede gevallen komen hier geen schadelijke bacteriën voor, maar de eierstok kan al geïnfecteerd zijn met Salmonella enteritidis en Salmonella typhimurium.

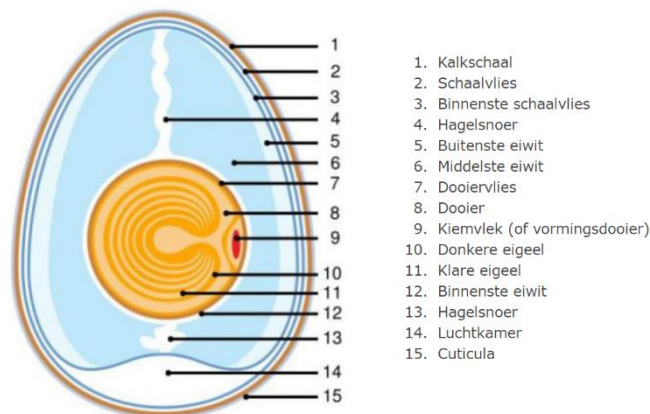


Figuur 2. Voortplantingsorganen van de hen en bevruchtingsweg (Radboud Universiteit Nijmegen)

Zie figuur 2 voor een overzicht van de voortplantingsorganen van de hen. Bij kippen welke besmet zijn met deze bacteriën in het ovarium of oviduct wordt < 1% van de eieren besmet. Bij verse eieren zitten de bacteriën in het eiwit en op het vlies dat de dooier omgeeft. In het eiwit vermenigvuldigen de bacteriën zich (bijna) niet, onder andere door de lage ijzerionenconcentratie. Na twee a drie weken wordt het dooiervlies doorlaatbaar, waarbij ze in de ijzerionen-rijke dooier komen. Hier kunnen de bacteriën zich exponentieel vermenigvuldigen. Wanneer eenden leven in sterk vervuild water kunnen ze gekoloniseerd worden met deze bacteriën. Zolang de eend in de voortplantingsorganen 'schoon' is, wordt alleen de buitenkant van het ei besmet. Bij besmetting van de eileider worden de eieren bij de vorming inwendig besmet (Ridderbos, 2006). Daarnaast is een goede ontwikkeling van de eieren van belang. De cuticula intact, een goede schaalkwaliteit en een goede ei-inhoud. Wanneer het ei voor het eerst met de buitenwereld in contact komt, is de cuticula nog vochtig en makkelijk doordringbaar voor bacteriën. Schone eenden en legnesthygiëne zijn daarom van belang. Na opdrogen van de cuticula is het ei beter beschermt. Vervolgens zijn de condities tijdens de periode tussen leggen en verzamelen van belang, met daarna de bewaaromstandigheden.

1.4.4 Onderdelen van een ei

Een ei bestaat uit veel verschillende onderdelen, zie Figuur 3. Enkele onderdelen die van belang zijn met betrekking tot bacteriegroei/remming worden toegelicht.



Figuur 3. Ei samenstelling (Eieren schouwen, sd)

Het buitenste laagje is de **cuticula**. Dit is een laagje dat de uitwisseling van gassen (CO_2) en water vermindert en een barrière tegen het binnendringen van bacteriën. De dikte van de cuticula kan variëren al naargelang de leeftijd, ras, omgeving en managementfactoren van de hen (Simons, 1971). De cuticula bestaat voor het voornaamste deel uit eiwit (85-87%), daarnaast nog 3,5-4,4% uit suikers, 2,5-3,5% uit vet en 3,5% as (Wedral, Vadhera, & Baker, 1974; Roberts & Brackpool, 1974)

en is circa 0,2% van het eigewicht (Simons, 1971). De eerste vijf minuten na het leggen van het ei zijn het belangrijkste op het gebied van het binnendringen van bacteriën. Dit komt omdat de cuticula op dat moment nog nat is en dan een open, granulaire structuur heeft. Nadat de cuticula opgedroogd is, is de structuur dicht. Hierdoor kunnen minder bacteriën naar binnen dringen (Sparks & Board, 1984).

De **schaal** bestaat voor circa 96% uit calciumcarbonaat (Hincke, et al., 2012). Ook zijn de enzymen Lysozyme en ovocalyxin aanwezig in de eischal, welke waarschijnlijk mede beschermen tegen het binnendringen van ziekteverwekkers (Hincke, et al., 2000; Chen, et al., 2015). Wanneer er haarscheuren in de schaal zaten bij een kippenei, werd er een significante stijging in besmetting van de ei-inhoud met *Salmonella Enteritidis* gevonden (Ernst, Fuqua, Riemann, & Himathongkham, 1998). Schaaldikte werd niet gerelateerd aan een hogere besmetting met *Salmonella Enteritidis*. In het ei zitten twee **membranen** (schaalvliezen), waarvan de binnenste membraan tegen het eiwit aanligt. Bij kippen is dit membraan het effectiefst in het tegenhouden van bacteriën, gevolgd door de eischal en het buitenste membraan (Mayes & Takeballi, 1983).

Het **eiwit** bestaat uit verschillende lagen. De viscositeit van het eiwit zorgt ervoor dat bacteriën moeilijk binnendringen. Daarnaast zorgen de hagelsnoeren en het dikke eiwit dat de dooier zo veel mogelijk in het midden blijft, zo ver mogelijk weg van de buitenkant (Board & Tranter, 1995). Het dikke eiwit bevat Conalbumine (ovotransferrine) dat ijzer en Avidine dat Biotine bind. Daarnaast bevat het Lysozyme waardoor bijna iedere gram-positieve bacterie dood gaat (Baker, 1974). De enzymen Conalbumine en Lysozyme zijn wel in een lagere concentratie aanwezig dan in een kippenei (Pikul, 1998). Door een slechte beschikbaarheid van de gebonden stoffen groeien bacteriën minder goed (Baron, Gautier, & Brule, 1997). In de **dooier** is veel ijzer beschikbaar. Wanneer de bacteriën hier komen, kunnen ze exponentieel vermenigvuldigen.

1.4.5 Eibewaring

Broedeieren dienen bewaard te worden op een temperatuur van 13°C bij een luchtvochtigheid van 75% (Cornell University, sd). Het Voedingscentrum adviseert om eieren (voor consumptie) te bewaren op 4°C. Op deze temperatuur kunnen de bacteriën zich niet snel ontwikkelen. De eieren in een doosje bewaren zorgt ervoor dat deze niet uitdrogen (Voedingscentrum, sd). Ook de Egg Farmers of Alberta adviseren bewaring op 4°C (Egg Farmers of Alberta, sd). De Britse ei-industrie adviseert de eieren te bewaren op een constante temperatuur <20°C. In de moderne huizen is de koelkast dan de beste plaats (Egg info, sd).

Een studie naar het verschil tussen opslag van eieren bij 4°C en 20°C van legkippen van 22 en 50 weken oud liet zien, dat bij eieren van hennen op beide leeftijden, de pH van het eiwit hoger werd bij bewaring op 20°C ten opzichte van bewaring op 4°C. Ook het gewichtsverlies van de eieren was significant hoger op 20°C ten opzichte van 4°C. Bij eieren van de oudere hennen was het gewichtsverlies hoger dan bij de eieren van de jongere hennen. Ook de Haugh unit (een maat voor de hoogte van het dikke eiwit) nam significant af bij 14 dagen bewaring op 20°C, maar bij 14 dagen bewaring op 4°C was er geen significant verschil (Akyurek & Okur, 2009). Bij onderzoek naar het effect van verschillende eischalbehandelingen op de eikwaliteit tijdens bewaring, bleek dat bij bewaring op 4°C het aantal levensvatbare micro-organismen op de eischal continu afnam gedurende 30 dagen. Dit gold voor onbehandelde én behandelde kippeneierschalen. Bij bewaring op 30°C was er significant verschil in het aantal levensvatbare micro-organismen op de eierschaal tussen de verschillende behandelingen. Dit verschil in microbiologische kwaliteit (tot > Log 5 verschil) op de buitenkant van de eierschaal had echter geen beduidend effect op het aantal levensvatbare micro-organismen in het eiwit (Park, et al., 2003). In onderzoek naar het effect van bewaring op 4°C op het aantal bacteriën in de kippenei-inhoud nam het aantal bacteriën af gedurende bewaring (Jones, Musgrove, & Northcutt, 2004)

De EG verordening aangaande de handelsnormen voor eieren noemt onder andere: “Bij gekoelde eieren die op kamertemperatuur worden bewaard, kan condensatie ontstaan wat de groei van bacteriën op de schaal en de penetratie daarvan in het ei in de hand kan werken. Het is derhalve dienstig dat eieren bij een constante temperatuur worden opgeslagen en vervoerd en normaliter vóór de verkoop aan de eindverbruiker niet worden gekoeld”. De ‘ten minste houdbaar tot’ termijn (THT-termijn) mag maximaal 28 dagen zijn (De commissie van de Europese gemeenschappen, 2008).

1.5 Kenniskloof & onderzoeksvragen

Bij eendenhouderij hoort zwemwaterverstrekking. Bij voedselproductie hoort voedselveiligheid. De invloed van zwemwater op de voedselveiligheid van een ei, is daarom belangrijk. Daarnaast is er een periode tussen het leggen van het ei en de consumptie. Aan het einde van deze periode moet het ei nog steeds voedselveilig zijn.

In Nederland vindt er op deze punten geen onderzoek plaats, omdat er geen eendeneieren meer voor consumptie geproduceerd worden. Een van de redenen dat de legeendenhouderij in Nederland ten onder is gegaan, is de negatieve bekendheid van eendeneieren op het gebied van voedselveiligheid. Bij een eventuele nieuwe opstart van een legeendenhouderij, is het belangrijk om te voorkomen dat hetzelfde probleem voordoet als jaren geleden. De eieren moeten veilig zijn gedurende heel de THT-termijn. Een ander belangrijk punt is dierenwelzijn. Een goed dierenwelzijn draagt onder andere bij aan een goed imago van de sector. Beschikking over zwemwater een belangrijke zaak op dat gebied. Wel moet het samengaan met voedselveiligheid. Voor de veehouderij zijn dierenwelzijn en voedselveiligheid twee belangrijke aspecten. In het geval van dit onderzoek: Zwemwaterverstrekking (dierenwelzijn) en microbiologische ejschaalkwaliteit (voedselveiligheid). Deze twee belangrijke zaken voor de veehouderij zijn gecombineerd in de onderzoeksvragen. De hoofdvraag is: Wat is het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendenejschaalkwaliteit?

Bij de microbiologische eendenejschaalkwaliteit zijn de buitenkant (UIT) en binnenkant (IN) van de ejschaal apart onderzocht. Dit is gedaan, omdat bij besmetting van UIT, met een steriele IN, de eihoud veilig gebruikt kan worden. Voorwaarde hierbij is dat de ejschaal ontsmet wordt, voordat het ei wordt opengemaakt. Daarom zijn vijf deelvragen geformuleerd over het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische kwaliteit van de ejschaal UIT en IN. Daarnaast is er gekeken of er een verband is tussen de microbiologische kwaliteit tussen UIT en IN.

Deelvraag 1: Wat is het verschil in microbiologische kwaliteit van de buitenkant van de ejschaal tussen eieren van eenden met en zonder zwemwater?

Deelvraag 2: Wat is het verschil in microbiologische kwaliteit van de binnenkant van de ejschaal tussen eieren van eenden met en zonder zwemwater?

Deelvraag 3: Wat is de invloed van eibewaartijd op de microbiologische kwaliteit van de buitenkant van de ejschaal?

Deelvraag 4: Wat is de invloed van eibewaartijd op de microbiologische kwaliteit van de binnenkant van de ejschaal?

Deelvraag 5: Is er een verband tussen de microbiologische kwaliteit van de buitenkant en de binnenkant van de ejschaal?

Om de hoofdvraag te beantwoorden, zijn in het onderzoek twee groepen eenden gehouden, waarbij één groep beschikking had over zwemwater. Een gedeelte van de eieren zijn vervolgens vers en na circa 28 dagen bewaring geanalyseerd op kiemgetal, om het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische kwaliteit van de buitenkant ejschaal (UIT) en de binnenkant ejschaal (IN) te onderzoeken.

2. Onderzoeksopzet

Het doel van het onderzoek is inzicht te verkrijgen in het verschil in de microbiologische eischalkwaliteit tussen eendeneieren van eenden met zwemwater (groep W) en eenden zonder zwemwater/droog (groep D). Voor het onderzoek zijn eenden gehouden van 5 juni 2020 tot 9 juli 2020. De monsters van de eieren zijn genomen van 11 juni 2020 tot en met 4 augustus 2020. Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, zijn verse eieren onderzocht binnen drie dagen na het leggen en bewaarde eieren na 28-30 dagen. Vers geeft de beginkwaliteit aan, dag 28-30 is op of nabij de laatst mogelijke THT-datum volgens Europese regelgeving, 28 dagen na het leggen.

2.1 Materiaal

De eenden zijn gehouden in een open loods in Leersum, de eieren zijn vervoerd naar Hagestein voor bemonstering. De onderzoeksgroepen waren twee groepen van tien legeenden (plus één woerd in de laatste weken). Beide groepen hadden een hok met stro op de grond en een roosterplateau op circa 50 cm hoogte. Groep W had ook een zwembad in dit plateau, zie figuur 4. Ieder hok was circa 12 m², waarvan circa 5 m² roosters en zwemgelegenheid was.

- Beide groepen beschikten over een ronddrinker en daarnaast over drinkwater via nippels, zodat er schoon drinkwater was wanneer het zwembad/ronddrinker vervuild was.
- Beide groepen hadden een wegrol-legnest op 50 cm hoogte. De eenden in groep W konden vanuit het water via het rooster naar het legnest. De wegrol-legnesten waren om bevuilding van de eieren te voorkomen.
- In de legnesten lag een kalkei vastgebonden, als stimulans om de eieren in het nest te leggen.

In bijlage 7.1 is de lijst met gebruikte materialen voor het onderzoek weergegeven.

2.2 Methode

Er waren gedurende vijf weken twee groepen eenden, groep W en groep D. Iedere dag zijn de eieren verzameld. De eieren werden gecontroleerd op haarscheuren door middel van schouwen. Alleen eieren zonder haarscheuren zijn gebruikt voor de analyse van de microbiologische kwaliteit. Elke week zijn de op dinsdag gelegde eieren gebruikt voor analyse, indien nodig aangevuld met eieren van maandag of woensdag tot het benodigde aantal van zes eieren per groep. Hiervan werden er drie gebruikt voor analyse als verse eieren en drie voor analyse als bewaarde eieren. De eieren zijn na het vervoer naar Hagestein bewaard in kartonnen eierdoosjes in een koelkast rond 4°C, overeenkomstig het advies van het Voedingscentrum. De laatste monsternamen waren negen weken na de start van het onderzoek. Zie ook de planning in bijlage 7.2. Voor de analyse van de microbiologische eendeneikwaliteit is per ei UIT en IN geanalyseerd op kiemgetal, zie bijlage 7.3 voor het protocol bemonsteren. Voor het bepalen van het kiemgetal UIT zijn de eieren gewassen met steriel Fysiologisch Zoutoplossing (FZ) in een boterhamzakje. Er is ook een kiembepaling uitgevoerd van een boterhamzakje, ter indicatie van het effect van de boterhamzakjes op de resultaten van de eischalen.



Figuur 4. Hokindeling

Per ei zijn er drie kiemgetalbepalingen gedaan. Eén bepaling voor IN en twee bepalingen voor UIT. Van ieder resultaat is het logaritme

genomen, met het doel een normaal verdeelde dataset te verkrijgen. Bij de monsters met KVE = 0 is het logaritme genomen van KVE (n+1), om een logaritmische waarde van 0 te krijgen. Bij de twee resultaten per ei van UIT is het gemiddelde van de logaritmische waarden genomen, zodat er per ei één waarde voor IN en één waarde voor UIT was.

2.3 Toetsing resultaten

De microbiologische eischalkwaliteit is weergegeven in de logaritmische waarde van het aantal kolonievormende eenheden (KVE) op UIT en IN, een waarde op rationiveau. De dataset UIT bevat de resultaten van de buitenkanten van 52 eischalen, dataset IN bevat de resultaten van de binnenkanten van 54 eischalen. Allereerst is getoetst of de datasets normaal verdeeld zijn. De normaal verdeelde dataset is statistisch getoetst met de tweeweg ANOVA. De niet normaal verdeelde dataset is statistisch getoetst met de ANOVA en de niet-parametrische Kruskal-Wallistoets.

Tabel 1. Aantal eieren per groep

	Kiemgetal van			
	UIT		IN	
	Vers	Bewaard	Vers	Bewaard
Groep D	14 stuks	12 stuks	15 stuks	12 stuks
Groep W	14 stuks	12 stuks	15 stuks	12 stuks

De twee onafhankelijke variabelen in beide toetsen zijn 'methode van waterversprekking' (Groep W versus Groep D) en 'eibewaartijd' (Vers versus Bewaard). De afhankelijke variabele is 'Log KVE (n+1)' bij UIT en IN.

2.4 Dierenwelzijn tijdens het onderzoek

Het onderzoek is besproken met de Instantie voor Dierenwelzijn van Aeres. Het onderzoek kon zonder projectvergunning uitgevoerd worden, mits er een welzijnsdagboek bijgehouden werd. In dit welzijnsdagboek moesten de volgende punten vermeld worden: Klimaatomstandigheden, effect van het zwemwater op de eenden en antwoord op de vraag of de eenden hinder van het zwemwater ondervonden. Er zijn humane eindpunten geformuleerd, als deze overschreden zouden worden, zou het onderzoek voortijdig beëindigd worden. Hier is geen sprake van geweest. Het klimaat was opgenomen in de voorwaarden voor de welzijnspunten, omdat het de bedoeling was om de eenden in een kas te houden. Daar kan de temperatuur nogal oplopen. Omdat de eenden nu in een open loods gehouden zijn, was de temperatuur geen probleem.

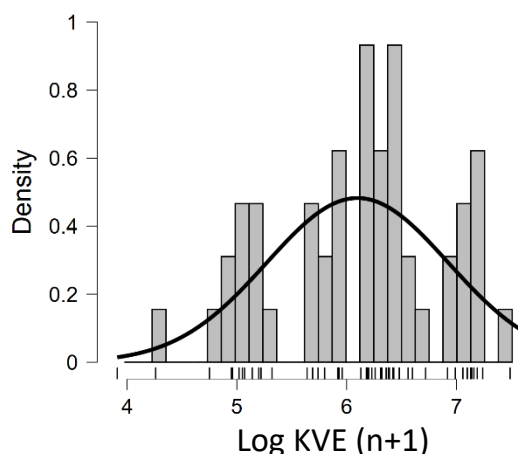
De humane eindpunten waren als volgt geformuleerd. 'Wanneer de eenden slechtere poot- of verencondities krijgen door het zwemwater, zodat de eenden zichtbaar hinder ondervinden, wordt het onderzoek gestopt. Of er aanzienlijke hinder is, wordt bepaald door afstudeerstudent Govert de With en PvB-studenten Harm-Jan Ploeg en Jorik Baltes, in overleg met de afstudeerbegeleider en pluimveeonderzoeker dhr. Lourens.'

Tijdens de proef zijn er geen problemen met het verenkleed en poten waargenomen. De eenden maakten gebruik van het zwembad om te badderen en om te drinken, ondanks het feit dat de eenden beschikking hadden over een rondrinker en een nippelmer. Hieruit is geconcludeerd dat het zwemwater van positieve invloed was op het welzijn van de eenden. Zie bijlage 7.6 voor het welzijnsdagboek.

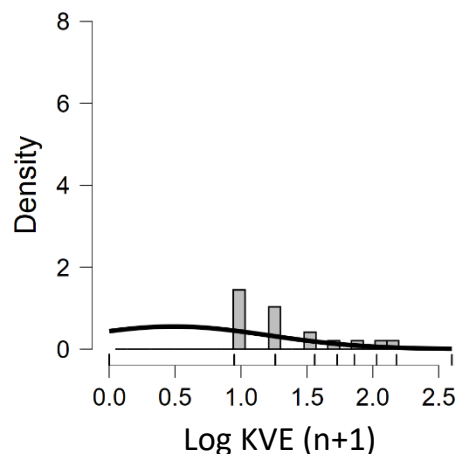
3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek beschreven.

De kiemgetalbepaling van een boterhamzakje, ter indicatie van de invloed op de resultaten van UIT, gaf als resultaat 0 KVE. De invloed van de boterhamzakjes op de resultaten is dus nihil. De resultaten bij UIT en IN zijn getoetst op normaliteit. De variabele 'kiemgetal UIT' (deelvraag 1 en 3) is normaal verdeeld, zie figuur 5. De variabele 'kiemgetal IN' (deelvraag 2 en 4) is niet normaal verdeeld ($D(51) = .419, p < .001$), zie ook figuur 6. Ondanks dat de data niet normaal verdeeld is, zijn de gegevens getoetst met de tweeweg ANOVA. Toetsing met de niet-parametrische Kruskal-Wallistoets zorgde voor dezelfde conclusies.

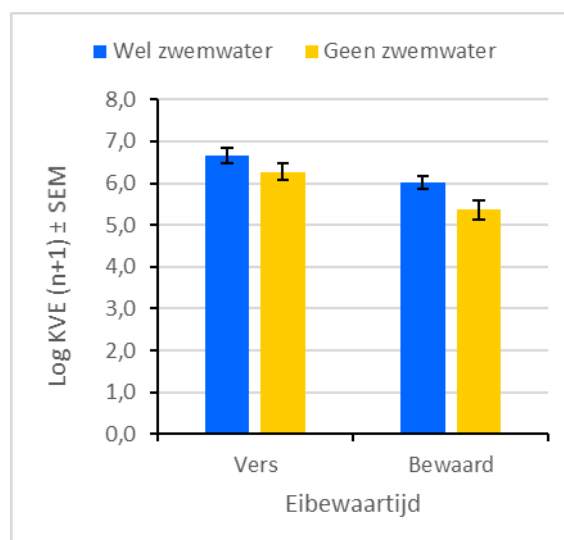


Figuur 5. Normaalverdeling dataset UIT

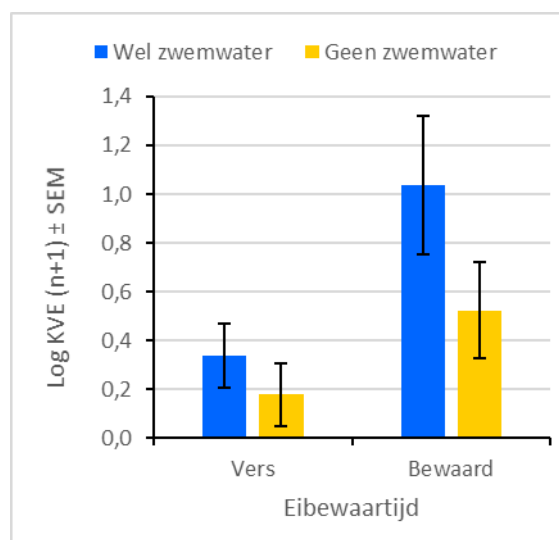


Figuur 6. Normaalverdeling dataset IN

De gemiddelden van de resultaten van UIT en IN met de bijbehorende standaardfout (SEM) zijn voor verse en bewaarde eieren weergegeven in figuur 7 en 8. In tabel 2 zijn de gemiddelde resultaten van zwemwater (onafhankelijk van eibewaartijd) en bewaring (onafhankelijk van wel of geen zwemwater) weergegeven.



Figuur 7. Effect van zwemwaterverstrekking op de microbiologische kwaliteit UIT bij verse en bewaarde eieren



Figuur 8. Effect van zwemwaterverstrekking op de microbiologische kwaliteit IN bij verse en bewaarde eieren

Tabel 2. Microbiologische eischaalkwaliteit (binnen- & buitenkant schaal), gemiddeld Log KVE (n+1) en bijbehorende P-waardes

Variabele	Waarde	IN	UIT
Zwemwater	Ja	.649	6.370 ^a
	Nee	.332	5.853 ^b
Bewaring	Vers	.258 ^b	6.464 ^a
	Bewaard	.780 ^a	5.670 ^b
Interactie	Ja * Vers	.337	6.653
	Ja * Bewaard	1.038	5.979
	Nee * Vers	.179	6.276
	Nee * Bewaard	.523	5.359
P-waardes	Zwemwater	.075*	.014**
	Bewaren	.007*	< .001**
	Interactie	.341***	.544**
ab: Waardes per kolomdeel per variable met een ongelijke letter verschillen significant.			
* Niet normaal verdeelde data, getoetst met de tweeweg ANOVA			
** Getoetst met de tweeweg ANOVA			
*** Niet normaal verdeelde data, getest met de tweeweg ANOVA. Dit getal is alleen ter indicatie			

Voor deelvraag 1 is het verschil in microbiologische kwaliteit van de buitenkant van de eischaal (UIT) tussen eieren van eenden met en zonder zwemwater onderzocht. De gemiddelde microbiologische kwaliteit UIT van de eieren van Groep W versus de eieren van Groep D, is respectievelijk 6.37 versus 5.85 log KVE (n+1). Het verschil tussen de groepen bij toetsing met de tweeweg ANOVA is statistisch gezien significant ($F(2,48) = 6.564$, $P = .014$). Zie ook tabel 2. In figuur 7 is het verschil tussen de groepen bij verse en bewaarde eieren gevisualiseerd.

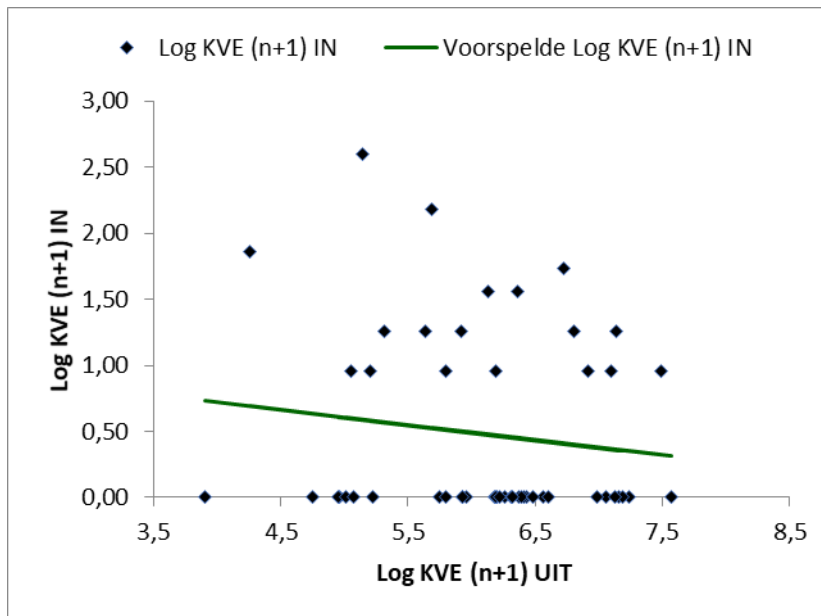
Voor deelvraag 2 is het verschil in microbiologische kwaliteit van de binnenkant van de eischaal (IN) tussen eieren van eenden met en zonder zwemwater onderzocht. De gemiddelde microbiologische kwaliteit IN van de eieren van Groep W versus de eieren van Groep D, is respectievelijk .649 versus .332 log KVE (n+1). Het verschil tussen de groepen bij toetsing met de tweeweg ANOVA is statistisch gezien niet significant ($F(2,51) = 3.306$, $P = .075$). Zie ook tabel 2. In figuur 8 is het verschil tussen de groepen bij verse en bewaarde eieren gevisualiseerd.

Voor deelvraag 3 is de invloed van eibewaartijd op de microbiologische kwaliteit van de buitenkant van de eischaal onderzocht. De gemiddelde microbiologische kwaliteit UIT van de verse eieren versus de bewaarde eieren, is respectievelijk 6.46 versus 5.67 log KVE (n+1). Het verschil tussen verse en bewaarde eieren bij toetsing met de bidirectionele ANOVA is statistisch gezien significant ($F(2,48) = 15.150$, $P < .001$). Zie ook tabel 2.

Voor deelvraag 4 is de invloed van bewaringsduur op de microbiologische kwaliteit van de binnenkant van de eischaal onderzocht. De gemiddelde microbiologische kwaliteit IN van de verse eieren versus de bewaarde eieren, is respectievelijk .258 versus .780 log KVE (n+1). Het verschil tussen de verse en bewaarde eieren bij toetsing met de tweeweg ANOVA is statistisch gezien significant ($F(2,51) = 7.973$, $P = .007$). Zie ook tabel 2.

Voor deelvraag 5 is het verband tussen de microbiologische kwaliteit van de buitenkant en de binnenkant van de eischaal onderzocht. Een enkelvoudige regressie met de microbiologische kwaliteit IN als afhankelijke variabele en de microbiologische kwaliteit UIT als verklarende variabele is statistisch gezien niet significant ($F(1,49) = .900$, $p = .347$). 1,8% van de variantie in

microbiologische kwaliteit IN kan worden verklaard met microbiologische kwaliteit UIT. De regressiecoëfficiënt van UIT is -0.114. Zie figuur 9 voor de regressie tussen UIT en IN.



Figuur 9. Enkelvoudige regressie tussen UIT en IN

De interactie tussen zwemwater en eibewaartijd met effect op de microbiologische UIT is bij toetsing met de bidirectionele ANOVA statistisch gezien niet significant ($F(2,48) = 0.463$, $P = .500$). De interactie tussen zwemwater en eibewaartijd met effect op de microbiologische IN (een niet normaal verdeelde dataset) is ook getoetst met de bidirectionele ANOVA, ter indicatie van een eventueel significant effect. Het effect is statistisch gezien niet significant ($F(2,51) = 0.923$, $P = .341$). Zie ook tabel 2.

4. Discussie

Een gedeelte van de onderzoeksmethode en -resultaten behoeven nadere uitleg en discussie. Ten eerste wordt de onderzoeksmethode bediscussieerd en vervolgens is er een interpretatie van de resultaten gegeven.

4.1 Onderzoeksmethode

In dit onderzoek is onder andere gekeken naar het effect van zwemwaterverstrekking op de eischaa kwaliteit. Echter, naast het wel of niet verstrekken van zwemwater speelt bij de groep met zwemwater ook de kwaliteit hiervan een rol. De eenden kwamen aan het begin van het onderzoek in een schoon bad, daarna is het zwemwater nog vier keer ververs. Mogelijk had vaker of minder vaak verversen een ander resultaat opgeleverd voor de eieren van Groep W.

Het advies van het Voedingscentrum is om eieren te bewaren in de koelkast bij 4°C (Voedingscentrum, sd). Tijdens het onderzoek bleek dat de temperatuur in de koelkast niet stabiel 4°C was, temperaturen van circa 2°C en circa 10°C zijn gemeten. Dit kan de bacteriegroei en daarmee de kiemgetallen van de bewaarde eieren beïnvloed hebben. Dit was vooraf niet voorzien, maar uit onderzoek van Jofré, Latorre-Moratalla, Garriga, & Bover Cid (2019) en Evans & Redmond (2016) blijkt dat deze situatie wel aansluit bij de realiteit van een gedeelte van de koelkasten waarin consumenten voedsel bewaren.

Bij het bemonsteren van UIT werd ieder ei gewassen in steriel Fysiologisch Zoutoplossing (FZ). Vervolgens is met een steriele pipet 1 ml waswater gepipetteerd bij 9 ml FZ (verdunding 1:10). Daarna is met de gebruikte pipet de 1:10 verdunding vijf keer in en uit de pipet gezogen. Het doel daarvan was om de verdunding te mengen en om de bacterieconcentratie in de gebruikte pipet gelijk te krijgen aan de concentratie in de verdunding. Vervolgens is om een 1:100 verdunding te krijgen, met dezelfde pipet 1 ml van de 1:10 verdunding gepipetteerd bij 9 ml FZ. Dit is herhaald voor alle verdundingen. Of de bacterieconcentratie in de pipet vergelijkbaar was met de verdunding, is niet gemeten. Wel bevatten de 1:10.000 verdundingen gemiddeld meer KVE dan de 1:1000 verdundingen bij dezelfde eieren. Mogelijk heeft het gebruik van eenzelfde pipet voor alle verdundingen van eenzelfde ei de resultaten van de microbiologische kwaliteit UIT beïnvloed. Ondanks dat zijn de resultaten van de eieren met elkaar te vergelijken, omdat deze fout bij alle eieren aanwezig is.

Enkele monsters hadden bij het tellen van het aantal KVE op de PCA-plaat 'vlekken' met bacteriën, waarbij de bacteriekolonies niet te onderscheiden waren. Het exacte aantal KVE op deze platen was niet te bepalen. Bij deze monsters is het aantal KVE op het zichtbare gedeelte omgerekend naar het aantal KVE op de hele PCA-plaat of is het telbare aantal KVE genoteerd. Deze monsters kunnen een effect hebben op het resultaat.

Van de zes eieren per groep per week die werden gebruikt voor analyse, werden er drie gebruikt voor analyse als verse eieren en drie voor analyse als bewaarde eieren. De keuze voor welke eieren vers en welke na bewaring geanalyseerd werden, is niet gebeurd volgens een protocol. Dit kan ertoe geleid hebben dat de verdeling tussen 'schone' en 'besmeurde' eieren niet gelijk is. Mogelijk heeft dit invloed gehad op de resultaten van 'het effect van bewaring op de microbiologische kwaliteit UIT'.

4.2 Resultaten

De hokken waar de twee onderzoeksgroepen in gehuisvest waren, bestonden uit een gedeelte stro, een gedeelte rooster en een wegrol-legnest op het rooster. Groep W had daarnaast een zwembad. De bedoeling was dat de eenden de eieren in het legnest zouden leggen, maar beide groepen maakten een eigen nest in het stro, zie figuur 10. Na een aantal aanpassingen aan het legnest en het strogedeelte, werd in beide groepen een gedeelte van de eieren in het wegrol-legnest gelegd, zie figuur 11. Deze eieren zagen er schoon uit, terwijl de eieren uit het strooisel bevuild waren. De bevuiling van het stro had invloed op de bevuiling van de 'in het stro gelegde eieren'. Het effect van de strooiselkwaliteit op de microbiologische eischalkwaliteit is niet meegenomen in het onderzoek. Of het significante verschil in microbiologische kwaliteit UIT tussen de groepen W en D (deelvraag 1) veroorzaakt is door het verschil in waterversprekking of door de strooiselkwaliteit is daarom niet te concluderen.



Figuur 10. Nest in het stro met 3 eieren



Figuur 11. Eend in het wegrol-legnest met ei

Ondanks dat de microbiologische kwaliteit UIT significant slechter was bij groep W dan bij groep D, was het verschil in microbiologische kwaliteit IN niet significant verschillend tussen de groepen. Dit komt overeen met de resultaten van Park, et al., (2003) waar significante verschillen in bacterieaantallen (tot > Log 5 verschil) op kippeneischaal na een bewaartijd van 30 dagen geen beduidend effect hadden op het aantal KVE in het eiwit.

Het effect van bewaring op de microbiologische kwaliteit UIT is bij beide groepen een lager aantal KVE bij bewaarde eieren dan bij verse eieren. Dit komt overeen met de resultaten van Park, et al., (2003) waar het aantal levensvatbare micro-organismen op de kippeneischaal continu verminderde tijdens het bewaarproces van 30 dagen op 4°C.

Het aantal bacteriën IN is bij beide groepen statistisch gezien significant toegenomen na bewaring. Dit is tegengesteld aan het resultaat van Jones, Musgrove & Northcutt (2004) waar het aantal bacteriën in de kippen-ei-inhoud afnam gedurende bewaring.

4.3 Reikwijdte resultaten

De combinatie van resultaten in dit onderzoek laat de relatie zien tussen de microbiologische kwaliteit aan de buitenkant van de eischaal en de microbiologische kwaliteit aan de binnenkant van de eischaal. Ook geven de resultaten inzicht in het effect van bewaring op de microbiologische kwaliteit op de binnen- en buitenkant van de eischaal. Bij het opnieuw opstarten van een legeendenhouderij kunnen deze gegevens een richting geven aan keuzes met betrekking tot voedselveiligheid.

5. Conclusie en aanbevelingen

Het doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischaalkwaliteit. Bij voldoende inzicht in deze zaken, kunnen er onderbouwde keuzes gemaakt worden bij de opstart van een legeendenhouderij.

5.1 Beantwoording deelvragen en hoofdvraag

De bemonsterde eieren van Groep W hadden meer KVE op de eischaal dan de eieren van Groep D. Dit verschil is statistisch gezien significant ($F(2,48) = 6.300$, $P = .016$). Numeriek hadden de monsters van de binnenkanten van de eischalen van Groep W ook meer KVE dan van Groep D. Echter, dit verschil is statistisch gezien niet significant ($F(2,51) = 3.306$, $P = .075$). Het aantal KVE in de monsters van de verse eischalen UIT waren statistisch gezien significant hoger dan van de bewaarde eischalen UIT ($F(2,48) = 15.150$, $P = < .001$). Er was dus een afname van bacteriën tijdens het bewaren. Het aantal KVE in de monsters IN was statistisch gezien significant lager in verse eieren dan in bewaarde eieren ($F(2,51) = 7.973$, $P = .007$). Er was dus gemiddeld gezien een toename van bacteriën gedurende het bewaren. Er is geen interactie tussen zwemwater en bewaring met effect op de microbiologische eischaalkwaliteit. Ook is er geen verband tussen het aantal bacteriën aan de buitenkant van de eischaal en aan de binnenkant van de eischaal ($F(1,49) = .900$, $p = .347$).

De deelvragen 2 tot en met 5 zijn met bovenstaande informatie beantwoord. Het antwoord op deelvraag 1 (Wat is het verschil in microbiologische kwaliteit van de buitenkant van de eischaal tussen eieren van eenden met en zonder zwemwater?) behoeft een opmerking. Omdat het aantal KVE op de eischaal mogelijk beïnvloed is door de strooiselkwaliteit, is dit verschil niet met zekerheid toe te schrijven aan het zwemwater.

Aan de hand van de antwoorden op de deelvragen is er op de hoofdvraag 'Wat is het effect van zwemwater en eibewaartijd op de microbiologische eendeneischaalkwaliteit?' het volgende antwoord te geven: Zwemwater lijkt een negatief effect te hebben op de microbiologische eischaalkwaliteit. Door het mogelijke effect van strooiselkwaliteit op de microbiologische kwaliteit UIT is dit effect niet met zekerheid toe te schrijven aan het zwemwater. Wel blijkt dat, ook al zou zwemwater een negatief effect hebben op de microbiologische kwaliteit UIT, dit niet een één op één relatie heeft met de microbiologische kwaliteit IN. Het bewaren van eendeneieren op 4°C zorgt voor een vermindering van het aantal KVE UIT, maar een toename van het aantal KVE IN.

5.2 Aanbevelingen

Omdat consumptie-eieren voor verkoop in Nederland niet gewassen mogen worden, is het verkrijgen van niet-bevuilde eieren één van de eerste prioriteiten tijdens het opstarten van een legeendenhouderij (onafhankelijk van het wel of niet verstrekken van zwemwater). Een korte termijnoplossing hiervoor is het vaker strooien van stro, omdat een goede strooiselkwaliteit een positieve invloed heeft op de bevuiling op de eischaal. Een lange termijninvestering is een legnest waarbij de eieren onder de eend vandaan weggrollen, voorkomt dat de eieren bevuild worden door eventuele vieze eendenpoten. Zoals bleek tijdens het onderzoek is het aantrekkelijk maken van het legnest belangrijk (tijdens het onderzoek gerealiseerd door een 'hol' van het wegrol-legnest te maken, hooi erin te leggen en een kalkei erin vast te binden) en het minder aantrekkelijk maken van het strogedeelte (geen donkere hoeken in het strogedeelte), omdat de eenden anders de eieren op een zelfgekozen plaats leggen.

Uit dit onderzoek blijkt dat de microbiologische kwaliteit IN van eieren aan het einde van de THT-termijn ten opzichte van verse eieren significant verschilt. Het gemiddelde aantal KVE in bewaarde eieren was hoger. Omdat dit niet overeenkomt met de resultaten van Jones, Musgrove & Northcutt (2004), is vervolgonderzoek wenselijk. Vervolgonderzoek is ook nodig om te analyseren welke bacteriën er aan het eind van de THT-termijn aan de binnenkant van de eischaal aanwezig zijn en of deze bacteriën een gevaar vormen voor de voedselveiligheid. Daarnaast zou er in een vervolgonderzoek gekeken kunnen worden naar de groeicurve van het aantal KVE tijdens de THT-termijn. Is het een geleidelijke toename, of neemt het aantal KVE extra toe naarmate de eieren ouder worden? Indien er een extra toename is van KVE IN aan het eind van de THT-termijn met een gevaar voor de voedselveiligheid, is het te overwegen om een kortere THT-termijn voor eendeneieren te adviseren dan de wettelijk toegestane 28 dagen.

6. Bibliografie

- Akyurek, H., & Okur, A. (2009). Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8 (10), 1953-1958.
- Allison, R. (2009, september 13). Cherry Valley develops new high welfare duck rearing system. *Farmers Weekly*. Opgehaald van <https://www.fwi.co.uk/livestock/poultry/cherry-valley-develops-new-high-welfare-duck-rearing-system>
- Animals in schools. (sd). *Ducks & Geese*. Opgeroepen op maart 25, 2020, van <http://nswschoolanimals.com/poultry-ducks-geese/>
- Arends, G. (2008). *Het ontstaan van de eendenhouderij in Nederland*. Aviculture-Europe.
- Baker, R. (1974). Microbiology of eggs. *Journal of Milk and Food technology*, Vol. 37, No.5.
- Baron, F., Gautier, M., & Brule, G. (1997). Factors Involved in the Inhibition of Growth of Salmonella enteritidis in Liquid Egg White. *Journal of Food Protection*, Vol 60, No 11, 1318-1323.
- Big Dutchman. (sd). *Pekino, the cup drinker for ducks*. Opgeroepen op maart 24, 2020, van <https://www.big-dutchman.nl/nl/vleeskuikenhouderij/producten/detail/pekino/>
- Board, R., & Tranter, H. (1995). The microbiology of eggs. In W. J. Stadelman, & O. J. Cotterill, *Egg science and technology* (pp. 81-104). New York: Food Products Press – The Haworth Press, Inc.
- Chen, W., Zhao, F., Tian, Z., Zhang, H., Ruan, D., Li, Y., . . . Lin, Y. (2015). Dietary calcium deficiency in laying ducks impairs eggshell quality by suppressing shell biomineralization. *Journal of Experimental Biology* 218, 3336-3343.
- Consumentenplatform. (2010). Schaalvergroting, een waarde(n)volle ontwikkeling? Het wegen van waarden bij schaalvergroting in de veehouderij. Den Haag.
- Cornell University. (sd). *Hatching Duck Eggs*. Opgehaald van <https://www.vet.cornell.edu/animal-health-diagnostic-center/programs/duck-research-lab/hatching-duck-eggs>
- Council of Europe. (1999, juni 22). *RECOMMENDATION CONCERNING DOMESTIC DUCKS*. Opgeroepen op maart 24, 2020, van STANDING COMMITTEE OF THE EUROPEAN CONVENTION FOR THE PROTECTION OF ANIMALS KEPT FOR FARMING PURPOSES (T-AP): https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety_and_use_of_animals/farming/Rec%20ducks.asp
- De Buissonjé, F. (1992). Vergelijking van 4 drinkwatersystemen voor slachteenden bij 2 bezettingen. *Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij*, 3(1): 26-28.
- De Buissonjé, F. (1993). *Resultaten praktijkonderzoek eendenhouderij*. Beekbergen: Stichting Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/33896>
- De Buissonjé, F., Bolder, N., & Putrulan, F. (2000). *Waterkwaliteit in open drinkbakken kan véél beter !* Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij, 11(1): 53-58.
- De commissie van de Europese gemeenschappen. (2008, juni 23). VERORDENING (EG) Nr. 589/2008 VAN DE COMMISSIE van 23 juni 2008 tot vaststelling van bepalingen ter uitvoering van Verordening (EG) nr. 1234/2007 van de Raad, wat betreft de handelsnormen voor eieren.

- Publicatieblad van de Europese Unie*. Opgehaald van <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0589&from=en>
- De Maasbode. (1938, juni 30). Verkoop van eendeneieren aan banden gelegd. *De Maasbode*, p. 10. Opgehaald van <https://www.delpher.nl/nl/kranten/view?identificatie=MMKB04:000193150:mpeg21:p010>
- Dean, F. (sd). *Duck Nutrition*. Opgeroepen op januari 31, 2020, van <https://www.vet.cornell.edu/animal-health-diagnostic-center/programs/duck-research-lab/duck-nutrition>
- Dier en Recht. (2017). *Zwemwater voor eenden*. Opgehaald van <https://www.dierenrecht.nl/sites/dierenrecht.nl/files/field/attachment/dierenrecht-zwemwatervooreenden-juli2017.pdf>
- Ederstrom, H., & Brumleve, S. (1964). *Temperature gradients in the legs of cold-acclimatized pheasants*. *American Journal of Physiology*. 207(2): 457 - 459.
- Egg Farmers of Alberta. (sd). *Egg Storage & Handling*. Opgeroepen op april 10, 2020, van <https://eggs.ab.ca/eggs/storage-handling/>
- Egg info. (sd). *Egg storage and handling*. Opgeroepen op april 10, 2020, van <https://www.egginfo.co.uk/egg-safety/storage-and-handling>
- Eieren schouwen. (sd). *Alles over het kippenei*. Opgeroepen op april 7, 2020, van <https://www.eierenschouwen.nl/alles-over-eieren/>
- Erisir, Z., Poyraz, Ö., Onbasilar, E., Erdem, E., & Kandemir, Ö. (2009). *Effect of Different Housing Systems on Growth and Welfare of Pekin Ducks*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8(2): 235-239.
- Ernst, R., Fuqua, L., Riemann, H., & Himathongkham, S. (1998). Effect of sweating on shell penetration of Salmonella Enteritidis. *Journal of Applied Poultry Research* 7(1), 81-84.
- Europese Commissie, Directoraat-Generaal Gezondheid en Voedselveiligheid. (2015). *Eindverslag van een audit uitgevoerd in Nederland van 20 april 2015 tot en met 1 mei 2015 ter evaluatie van de bestaande controlesystemen voor voedselveiligheid met betrekking tot de productie en het in de handel brengen van eieren en eiprodukten*.
- Evans, E., & Redmond, E. (2016). Time-Temperature Profiling of United Kingdom Consumers' Domestic Refrigerators. *Journal of Food Protection* 79(12): 2119–2127.
- Flevo Bode. (1947, januari 18). Eendenei vrij voor consumptie, alleen gekookt gebruiken. *Flevo Bode*, p. 1. Opgehaald van <https://kranten.archiefalkmaar.nl/issue/FB/1947-01-18/edition/0/page/1?query=>
- Foodlog. (2016, juni 3). *Geen slakkengif maar eenden op wijngoed Stellenbosch*. Opgeroepen op maart 13, 2020, van <https://www.foodlog.nl/artikel/de-wijneenden-van-stellenbosch/allcomments/>
- Grass, G., Rensing, C., & Solioz, M. (2011). Metallic Copper as an Antimicrobial Surface. *Applied and Environmental Microbiology* 77(5); 1541-1547.

- Hincke, M., Gautron, J., Panheleux, M., Garcia-Ruiz, J., McKee, M., & Nys, Y. (2000). Identification and localization of lysozyme as a component of eggshell membranes and eggshell matrix. *Matrix Biology* 19, 443-453.
- Hincke, M., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodriguez-Navarro, A., & McKee, M. (2012). The eggshell: structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience* 17, 1269.
- Hitosugi, S., Tsuda, K., Okabayashi, H., & Tanabe, Y. (2007). *Phylogenetic Relationships of Mitochondrial DNA Cytochrome b Gene in East Asian Ducks*. The Journal of Poultry Science 44(2):141-145 .
- Ismoyowati, & Sumarmono, J. (2019). *Duck Production for Food Security*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 372 012070.
- Jofré, A., Latorre-Moratalla, M., Garriga, M., & Bover-Cid, S. (2019). Domestic refrigerator temperatures in Spain: Assessment of its impact on the safety and shelf-life of cooked meat products. *Food Research International* 126.
- Jones, D., Musgrove, M., & Northcutt, J. (2004). Variations in External and Internal Microbial Populations in Shell Eggs during Extended Storage. *Journal of Food Protection* 67(12): 2657–2660.
- Kilgore, D., & Schmidt-Nielsen, K. (1975). *Heat Loss from Ducks' Feet Immersed in Cold Water*. The Condor 77(4): 475-478.
- Leenstra, F., Rommers, J., Koene, P., Ruis, M., Schuiling, H., & Verkaik, J. (2009). *Ongerief bij konijnen, kalkoenen, eenden, schapen en geiten; Inventarisatie en prioritering*. Wageningen: Animal Science Groep Wageningen UR. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/4983>
- Liang, K., Zhang, J., Song, C., Luo, M., Zhao, B., Quan, G., & An, M. (2014). *Integrated Management to Control Golden Apple Snails (Pomacea canaliculata) in Direct Seeding Rice Fields: An Approach Combining Water Management and Rice-Duck Farming*. Journal Agroecology and Sustainable Food Systems 38(3): 264-282.
- Mayes, F., & Takeballi, M. (1983). Microbial contamination of the hen's egg: a review. *Journal of Food Protection* 46, 1092-1098.
- Moesker, S. (2010). Britten en Ieren waarschuwen voor eendeneieren. *Boerderij*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van <https://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2010/9/Britten-en-Ieren-waarschuwen-voor-eendeneieren-AGD159449W/>
- Nieuwe Oogst. (2012, februari 25). Broedei of consumptie-ei. *Nieuwe Oogst*. Opgehaald van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2012/02/25/broedei-of-consumptie-ei>
- Pantin-Jackwood, M., Swayne, D., Smith, D., & Shepherd, E. (2013). *Effect of species, breed and route of virus inoculation on the pathogenicity of H5N1 highly pathogenic influenza (HPAI) viruses in domestic ducks*. Veterinary Research 44(62).
- Park, Y., Yoo, I., Jeon, K., Kim, H., Chang, E., & Oh, H. (2003). Effects of Various Eggshell Treatments on the Egg Quality during Storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*;16(8):1224-1229.
- Pikul, J. (1998). Characteristics of duck eggs and the quality of duck eggs products. *Archiv fur Geflugelkunde* 62, 72- 82.

- Raad van Europa. (1998, juli 20). Opgehaald van Richtlijn 98/58/EG van de Raad van 20 juli 1998 inzake de bescherming van voor landbouwdoeleinden gehouden dieren: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0058>
- Radboud Universiteit Nijmegen. (sd). Voortplantingsorganen van de hen en bevruchtingsweg. *Embryologie kip*. Nijmegen.
- Rebel, J. (2020). Dierenwelzijn als zelfstandige waarde van duurzaamheid. Opgehaald van https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/livestock-research/show-wlr/Dierenwelzijn-als-zelfstandige-waarde-van-duurzaamheid.htm?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=Verantwoorde+Veehouderij
- Ridderbos, G. (2006). *Levensmiddelenhygiëne*. Maarsen: Elsevier Gezondheidszorg.
- Roberts, J., & Brackpool, C. (1974). The ultra structure of avian egg shells . *Poultry Science Review* 5, 245-272.
- Ruys, A. (1934). Voedselvergiftiging door Nederlandsche eendeneieren. *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde* 78 (45): 5169.
- Simons, P. C. (1971). *Ultra structure of hen's eggshell and its physiological interpretation*. Beekbergen: Central Institute Poultry Research.
- Sparks, N., & Board, R. (1984). Cuticle, shell porosity and water uptake through hen's eggshells. *British Poultry Science* 25, 267-276.
- Stichting Fonds voor Pluimveebelangen. (2008). *Toekomstvisie Pluimveehouderij 2015-2020*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van <https://edepot.wur.nl/169406>
- Stokkermans, P. (2018, december 27). Eendensector stuurt met vrieseend op vraag. *Nieuwe Oogst*. Opgehaald van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/12/27/eendensector-stuurt-met-vrieseend-op-vraag>
- Toeziethoudende Autoriteit van de EVA. (2007). AANBEVELING VAN DE TOEZICHTHOUDENDE AUTORITEIT VAN DE EVA Nr. 119/07/COL van 16 april 2007 inzake de monitoring van achtergrondconcentraties van dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet-dioxineachtige pcb's in levensmiddelen. *Publicatieblad van de Europese Unie*, pp. 66-67. Opgeroepen op maart 27, 2020, van <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:275:0065:0072:NL:PDF>
- Van Krimpen, M., Poelarends, J., Bremmer, B., & Spoelstra, S. (2010, november). *Eersteklas eend adviesdocument*. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research .
- Veldkamp, T., Poelarends, J., Bremmer, B., & Spoelstra, S. (2010). Groen Kalkoen adviesdocument. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research .
- Vervaeke, G. (2013). *Het imago van de landbouw in Vlaanderen*. Gent: Universiteit Gent, Faculteit Politieke en Sociale Wetenschappen.
- Voedingscentrum. (sd). *Waar bewaar ik eieren het beste: in de koelkast of erbuiten?* Opgeroepen op april 9, 2020, van <https://www.voedingscentrum.nl/nl/service/vraag-en-antwoord/koken-en-bewaren/waar-bewaar-ik-eieren-het-beste.aspx>

- Vogelaar, E. (2006). *De Wilde eend*. Aviculture-Europe. Opgehaald van <http://www.aviculture-europe.nl/nummers/06n06a07.pdf>
- Von Dessauer, B., Navarrete, M. S., Benadof, D., Benavente, C., & Schmidt, M. G. (2016). Potential effectiveness of copper surfaces in reducing health care–associated infection rates in a pediatric intensive and intermediate care unit: A nonrandomized controlled trial. *American Journal of Infection Control*, 44(8): 133-139.
- Wagenaar, M. (1938). Eieren, (wettelijke eischen). In *Encyclopaedie voor voedings- en genotmiddelen*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van <https://www.ensie.nl/voedings-en-genotmiddelen/eieren-wettelijke-eischen>
- Wakker Dier. (sd). *Eenden, waarom eenden geen watervogels mogen zijn*. Opgeroepen op maart 16, 2020, van <https://www.wakkerdier.nl/vee-industrie/dieren/eenden/>
- Warnes, S. L., & Keevil, C. W. (2016). Lack of Involvement of Fenton Chemistry in Death of Methicillin-Resistant and Methicillin-Sensitive Strains of *Staphylococcus aureus* and Destruction of Their Genomes on Wet or Dry Copper Alloy Surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(7): 2132-2136.
- Wedral, E., Vadhera, D., & Baker, R. (1974). Chemical composition of cuticle and the inner membranes. *Comparative Biochemistry Physiology* 47B, 631-640.
- Zwanenburg, T. (1937). *Over "Salmonella-infectie" in eendeneieren*. 's-Gravenhage: Bibilotheek Gezondheidsraad. Opgehaald van <https://www.delpher.nl/nl/boeken/view?coll=boeken&identifier=MMKB06:000008360:00005>

7. Bijlagen

7.1 Materiaallijst

- Zwembak
- Roosters via Aeres Barneveld
- Voerbakken 2x
- Ronddrinkers 2x
- Stro
- Schouwlamp
- Koelkast
- Legmeel
- Kalkeieren 6 x
- Nippeldrinkemmer 2x
- Hout
- Analyse materiaal (Fysiologisch zoutoplossing, PCA-platen, Steriele 1 ml pipetten)
- Broedmachine (als broedstoof voor de monsters)
- Eierdozen

	Aantal	€/stk	€ totaal	
Kalkeieren	6	0,70	4,20	
Nippeldrinkemmer	2	14,89	29,78	12 liter emmers,
Drinktorens	3		33,43	2 x 12 L + 1 x 6 L
Voersilo's	2	6,49	12,98	
Eierdozen	58	0,26	15,08	Eierdozen 10 stuks
Voer			47,96	Legmeel
Hout: planken en balken. Plaatmateriaal voor het legnest.			202,50	Voor het bouwen van de hokken (ontimmering zwembad, ondergrond voor roosters, de omheining)
Gaas	1 rol	39,50	39,50	Via De Groot Diervoerders Dronten
Eenden	20	5,00	100,00	Huurprijs

7.2 Planning

Week	Dag	Activiteit
->1		Materialen bestellen/ophalen
->1		Onderzoeksruijnte inrichten
1	1	Eenden gekocht
1	5	8 (2*4) verse eieren analyse eischaal en ei-inhoud
2	5	8 (2*4) verse eieren analyse eischaal en ei-inhoud
3	5	8 (2*4) verse eieren analyse eischaal en ei-inhoud
4	5	8 (2*4) verse eieren analyse eischaal en ei-inhoud
5	5	8 (2*4) verse eieren + 8 (2*4) van 29 dagen oud analyse eischaal en ei-inhoud
5	7	Eenden verkocht
6	5	8 (2*4) eieren van 29 dagen oud analyse eischaal en ei-inhoud
7	5	8 (2*4) eieren van 29 dagen oud analyse eischaal en ei-inhoud
8	5	8 (2*4) eieren van 29 dagen oud analyse eischaal en ei-inhoud
9	5	8 (2*4) eieren van 29 dagen oud analyse eischaal en ei-inhoud

7.3 Protocol bemonstering eendeneieren, buitenkant eischaal en binnenkant ei

Benodigdheden:

- Eieren (3 eieren per keer bemonsteren)
- Plastic zakjes
- Buisjes met 9 ml steriel Fysiologisch zoutoplossing (FZ)
- Buishouder rekje
- PCA platen
- Pincet
- Steriele 1 ml Pipet
- (Glazen) schaal
- Eierdopjes
- Kokend water
- Broedstoof
- Invulformulier

Stappenplan:

1. Leg de benodigde materialen klaar
2. Nummer de buisjes met FZ en schrijf op welke verdunning erin gemaakt gaat worden.
3. Nummer de zakjes en de PCA platen
4. Doe ieder ei in een zakje
5. Voeg in ieder zakje een buisje FZ toe (2 minuten tijd tussen toevoegen FZ per buisje)
6. Spoel de eieren in de zoutoplossing gedurende 6 minuten
7. Neem na 6 minuten met een pipet 1 ml zoutoplossing en doe dit in een buisje met zoutoplossing [dit is een verdunning 1:10]
8. Laat de pipet in het buisje staan
9. Pas punt 7 en 8 toe bij ieder ei, gebruik een nieuwe pipet voor ieder ei
10. Zuig met de pipet de zoutoplossing 5 keren in en uit de pipet, om goed te mengen.
Op deze manier is de concentratie bacteriën in de buis en in de pipet redelijk gelijk.
11. Neem met dezelfde pipet 1 ml uit de buis met 1:10 verdunning en voeg dit toe aan de volgende buis [dit is een 1:100 verdunning]
[Hoeveel verdunningen er nodig zijn is afhankelijk van de bevuiling van het ei. Over het algemeen: besmeurde eieren een verdunning 1/1000 en 1/10.000, schone eieren 1/100 en 1/1000]
12. Zuig met de pipet de zoutoplossing 5 keren in en uit de pipet, om goed te mengen.
Op deze manier is de concentratie bacteriën in de buis en in de pipet redelijk gelijk.
13. Pas punt 10, 11 en 12 toe bij ieder ei
14. Neem met de pipet 1 ml 1:100 verdunning [of een andere verdunning als dit nodig blijkt uit een vorige proef] en druppel dit op een PCA plaat.
15. Draai een 8 met de PCA plaat om de vloeistof goed over de plaat te verdelen
16. Herhaal punt 14 en 15 voor ieder ei
17. Neem ook met de pipet 1 ml 1:100 verdunning en voeg dit toe aan de volgende buis [dit is een 1:1000 verdunning]
18. Zuig met de pipet de zoutoplossing 5 keren in en uit de pipet, om goed te mengen.
Op deze manier is de concentratie bacteriën in de buis en in de pipet redelijk gelijk.

19. Neem met de pipet 1 ml 1:1000 verdunning [of een andere verdunning als dit nodig blijkt uit een vorige proef] en druppel dit op een PCA plaat.
20. Draai een 8 met de PCA plaat om de vloeistof goed over de plaat te verdelen
21. Herhaal punt 17 t/m 20 voor ieder ei
22. Ga verder bij punt 23 voor de eischaal en bij punt 29 voor de binnenkant van het ei
23. Laat de PCA platen een half uur liggen met de voedingsbodem onder
24. Draai de PCA platen na een half uur, zodat de voedingsbodem hangt
25. Leg de PCA platen in de broedstoof bij 37 °C
26. Laat de PCA platen 24 uur in de broedstoof [of anders als dit nodig blijkt uit de proefsessie]
27. Haal de PCA platen uit de broedstoof en tel het aantal kolonies
28. Noteer het aantal kolonies op het invulformulier
29. Neem de eieren uit de zakjes en zet ze in een eierdopje
30. Dompel de pincet in kokend water [om bacteriën op de pincet te doden]
31. Prik een gaatje in het ei met de pincet
32. Knijp met de pincet het bovenste dopje van het ei af
33. Neem het ei en laat de inhoud in een schaal lopen
34. Pas punt 25 t/m 28 toe op ieder ei
35. Leeg (met 3 minuten tussentijd) in ieder leeg ei één buisje zoutoplossing (voorkom dat de oplossing langs de bovenste rand van de eischaal loopt, om besmetting te voorkomen)
36. Laat de zoutoplossing 5 minuten staan
37. Beweeg het ei af en toe zachtjes om de vloeistof te mengen
38. Neem met een steriele pipet 1 ml vloeistof uit het ei
39. Druppel de vloeistof op een PCA plaat
40. Pas punt 31 t/m 34 toe op ieder ei
41. Laat de PCA platen een half uur liggen met de voedingsbodem onder
42. Draai de PCA platen na een half uur, zodat de voedingsbodem hangt
43. Leg de PCA platen in de broedstoof bij 37 °C
44. Laat de PCA platen 24 uur in de broedstoof [of anders als dit nodig blijkt uit de proefsessie]
45. Haal de PCA platen uit de broedstoof en tel het aantal kolonies
46. Noteer het aantal kolonies op het invulformulier

7.4 Analyse van boterhamzakje

Benodigdheden:

- Boterhamzakje
 - Buisje met 9 ml steriel Fysiologisch zoutoplossing (FZ)
 - PCA platen
 - Steriele 1 ml Pipet
 - Broedstoof
 - Invulformulier
-
1. Neem een boterhamzakje
 2. Giet 9 ml FZ in het boterhamzakje
 3. Zorg dat de FZ minimaal 50% van het zakje geraakt/gespoeld heeft
 4. Laat de FZ 5 minuten in het boterhamzakje
 5. Neem met een steriele pipet 1 ml vloeistof uit het zakje
 6. Druppel de vloeistof op de PCA plaat
 7. Laat de PCA plaat een half uur liggen met de voedingsbodem onder
 8. Draai de PCA plaat na een half uur, zodat de voedingsbodem hangt
 9. Leg de PCA plaat in de broedstoof bij 37 °C
 10. Laat de PCA plaat 24 uur in de broedstoof [of anders als dit nodig blijkt uit de proefsessie]
 11. Haal de PCA plaat uit de broedstoof en tel het aantal kolonies
 12. Noteer het aantal kolonies op het invulformulier

7.5 Gegevensformat voor resultaten

Deelvraag 1 & 3																																																
	Kiemgetal op Verse Eischaal (KVS)																								Kiemgetal op Bewaarde Eischaal (KBS)																							
	Week 1				Week 2				Week 3				Week 4				Week 5				Week 6				Week 1				Week 2				Week 3				Week 4				Week 5				Week 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Groep W																																																
Groep D																																																

Deelvraag 2 & 4																																																
	Kiemgetal op Verse Ei-inhoud (KVI)																								Kiemgetal op Bewaarde Ei-inhoud (KBI)																							
	Week 1				Week 2				Week 3				Week 4				Week 5				Week 6				Week 1				Week 2				Week 3				Week 4				Week 5				Week 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Groep W																																																
Groep D																																																

	Gem. KVS	Gem. KBS	Deelvraag 1
Groep W	a	b	$(a+b)/2$
Groep D	c	d	$(c+d)/2$
Deelvraag 3	$(a+c)/2$	$(b+d)/2$	

	Gem. KVI	Gem. KBI	Deelvraag 2
Groep W	e	f	$(e+f)/2$
Groep D	g	h	$(g+h)/2$
Deelvraag 4	$(e+g)/2$	$(f+h)/2$	

7.6 Welzijnsdagboek

Welijnsdagboek Eendenonderzoek 2020

Datum	Effect zwemwater op eenden	Ondervinden eenden hinder van het water?
1-jun		
2-jun		
3-jun		
4-jun		
5-jun	Eenden 's avonds gekomen	Een aantal eenden ging zwemmen
6-jun	Minder wateropname uit de ronddrinken	Geen hinder
7-jun		"
8-jun		"
9-jun		"
10-jun		"
11-jun		"
12-jun		"
13-jun		"
14-jun		"
15-jun		" Badwater ververs
16-jun		"
17-jun		"
18-jun		"
19-jun		"
20-jun		"
21-jun		"
22-jun		"
23-jun		" Badwater ververs
24-jun		"
25-jun		"
26-jun		"
27-jun		"
28-jun		"
29-jun		" Badwater ververs
30-jun		"

De eenden drinken vaak uit het zwembad.

De eenden drinken ongeveer evenveel water uit de nippelmannen bij de beide groepen. De groep met zwemwater drinkt minder uit de ronddrinken dan de groep zonder zwemwater.

Welzijnsdagboek Eendenonderzoek 2020

Datum	Effect zwemwater op eenden	Ondervinden eenden hinder van het water?
1-jul		Geen hinder
2-jul		"
3-jul		"
4-jul		"
5-jul		" Badwater versuurt
6-jul		"
7-jul		"
8-jul		"
9-jul		" Eenden weggebracht
10-jul		
11-jul		
12-jul		
13-jul		
14-jul		
15-jul		
16-jul		
17-jul		
18-jul		
19-jul		
20-jul		
21-jul		
22-jul		
23-jul		
24-jul		
25-jul		
26-jul		
27-jul		
28-jul		
29-jul		
30-jul		
31-jul		

De eenden hebben tijdens het onderzoek geen zichtbaar nadeel gehad van het zwemwater. Het bleek juist positief, omdat ze er soms in badde en ervan dronken.

De eenden uit beide groepen waren fit gedurende de hele onderzoeksperiode.