



Natuurwetenschappelijk Gezelschap Wageningen
opgericht in 1876

JAARVERSLAG 2017 – 2018

Augustus 2018



Natuurwetenschappelijk Gezelschap Wageningen

Jaarverslag 2017 - 2018

Na vorig jaar het 28^{ste} lustrum te hebben gevierd heeft het NWG met onverminderd elan haar activiteiten voortgezet. In de periode oktober 2017 t.e.m. april 2018 werd maandelijks een lezing aangeboden. De belanstelling varieerde van 106 toehoorders (82 leden) tot 244 toehoorders (203 leden), met een gemiddelde van 151 personen (115 leden) per lezing. In april werd een excursie georganiseerd naar RIKILT en naar FrieslandCampina Innovation Center, beide in Wageningen.

Inhoudsopgave

1. Lezingen en aantallen toehoorders	2
2. Samenvattingen van de lezingen	3
Tiny van Boekel <i>Voedsel en voeding: zin en onzin</i>	
Nico van Straalen <i>Wat heeft de Neanderthaler 50 jaar na de naakte aap met ons gedaan</i>	
Carel ten Cate <i>De talige vermogens van vogels</i>	
Clara Belzer en Bram Goorhuis <i>Ons microbioom en de zoektocht naar causaliteit</i>	
Mark van Loosdrecht <i>Afvalwaterzuivering: van reiniging van water naar productie van grondstoffen</i>	
Barend van der Meulen <i>Nooit meer vanzelfsprekend: de strijd om integriteit en vertrouwen in de wetenschap</i>	
Marcel Visser <i>Aanpassen aan een warmer wordende wereld</i>	
3. Excursie naar RIKILT en FrieslandCampina Innovation Center, Wageningen	22
4. Bestuur	23
5. Financiën	24



1. Lezingen en aantallen toehoorders

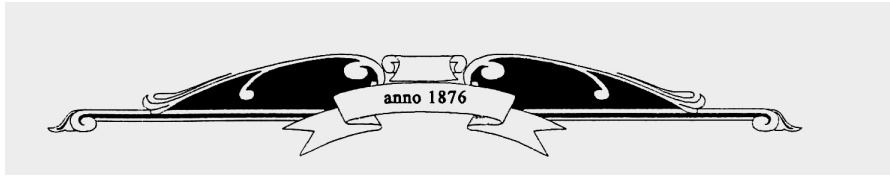
Aantallen toehoorders bij lezingen in het seizoen 2017 - 2018:
(aantallen met name op basis van de tellijsten die bij elke lezing rondgaan)

Datum lezing	Lezing door	Aantal toehoorders	Aantal leden	Aantal belangstellenden
3 okt. 2017	Tiny van Boekel	244	203	41
7 nov. 2017	Nico van Straalen	145	104	41
12 dec. 2017	Carel ten Cate	108	86	22
9 jan 2018	Clara Belzer en Bram Goorhuis	209	130	79
6 febr. 2018	Mark van Loosdrecht	122	96	26
6 maart 2018	Barend van der Meulen	121	101	20
3 april 2016	Marcel Visser	106	82	24
11 april 2016	Excursie RIKILT en Friesland Campina	70	70	0
<i>Totalen</i>				
2017-2018	Ledenaantal: 280	1125	872	253
2016-2017	Ledenaantal: 280	1291	707	584
2015-2016	Ledenaantal: 268	1225	799	426
2014-2015	Ledenaantal: 259	877	647	230

Gemiddeld aantal toehoorders:

2017-2018	: 151 per lezing
2016-2017	: 184 per lezing
2015-2016	: 167 per lezing
2014-2015	: 125 per lezing

Zoals bovenstaand overzicht laat zien, lijkt het gemiddeld aantal toehoorders per lezing zich te stabiliseren rond de 150. Het jaar 2016-2017 was een uitschieter vanwege het zeer grote aantal bezoekers van de jubileumlezing door Louise Fresco. De lezingen worden behalve door de leden vaak ook door een aanzienlijk aantal andere belangstellenden bezocht. Het is overigens opmerkelijk dat het percentage belangstellenden is gedaald van ca. 40% in de twee voorgaande jaren naar 24% in 2017-2018, terwijl het aantal leden niet noemenswaardig is toegenomen. De lezingen worden aangekondigd in de regionale pers (Hoog en Laag, Stad Wageningen, RijnstreekTV/teletext, De Gelderlander), KLV, studie-verenigingen, verwante verenigingen, digitale maillijsten, etc. De aankondigingen van de lezingen worden ook aan belangstellenden gemaïld, waarbij ze tevens worden geattendeerd op het lidmaatschap.





2. Samenvattingen van de lezingen

3 oktober 2017

Tiny van Boekel – Voedsel en Voeding: zin en onzin

Discussies over ons voedsel zijn vooral emotioneel

“Onze voedselproductie is steeds industriëler geworden. Dat heeft bij de consument geleid tot een toenemende vervreemding van diens voedsel en een afnemend vertrouwen in de producenten ervan.” Dat zei levensmiddelentechnoloog prof. Tiny van Boekel op dinsdag 3 oktober tijdens zijn lezing in een afgeladen zaal voor het Wageningse Natuurwetenschappelijk Gezelschap. Dat heeft tot gevolg dat discussies over ons voedsel vooral emotioneel gevoerd worden, en vaak niet gebaseerd zijn op wetenschappelijke kennis. “De industriële voedselproductie heeft veel goeds gebracht,” zei Van Boekel, “maar hij heeft ook een duidelijke keerzijde.”

In de zaal zaten zo'n 225 toehoorders, slechts een klein deel van de 17 miljoen voedingsdeskundigen die Nederland volgens Van Boekel rijk is. Hij opende zijn verhaal met een Chinees spreekwoord: “Als je honger hebt, heb je één probleem; als er een overvloed aan eten is, heb je veel problemen.” In zijn lezing maakte hij duidelijk dat wij, levend in een land met een overvloed aan allerlei soorten voedsel, inderdaad veel problemen hebben. Want wat moet je als consument kiezen, vanuit het enorme aanbod, met bijvoorbeeld officiële informatie van het Voedingscentrum die fel wordt tegengesproken door zelfbenoemde voedingsgoeroes die goed verkochte boeken uitbrengen? (Van Boekel had het in dit verband over ‘de schietschijf van vijf’.) En wat moet je met etiketten op producten die iets heel anders zeggen dan de ronkende reclameboodschappen over hetzelfde product? (Etiket achterop de verpakking, in hele kleine lettertjes: *30% suiker*. Reclameslogan in chocoladeletters voorop de verpakking: *Nu met minder suiker!*)

In 2008 publiceerde Michael Pollan zijn boek ‘In defence of food’, waarin hij schreef: “Don’t eat anything your grandmother wouldn’t recognize as food.” Maar het voedsel uit oma’s tijd was ook niet altijd natuurlijk en goed, stelde Van Boekel. Als illustratie toonde hij een boek uit 1820, met als titel ‘Death in the pot’, over gerommel met voedsel dat ook toen al plaatsvond. Pas in de tweede helft van de 19^e eeuw kwam het wetenschappelijk onderzoek naar ons voedsel op. Daarvoor al waren, met vallen en opstaan, verschillende conserveringstechnieken ontdekt, zoals drogen, zouten, konfijten en fermenteren. De Franse confiseur (banketbakker) Nicolas Appert bijvoorbeeld was de bedenker van het conserveren van voedsel in glas na verhitting. Dat deed hij in 1810, voor Napoleon, die zijn troepen op veldtocht van veilig voedsel wilde voorzien. Ook in 1810 bedacht de Engelsman Durand het conservenblik. In eerste instantie een wat minder succesvolle uitvinding, want de blikopener werd pas jaren later uitgevonden, aldus Van Boekel.

Het echte wetenschappelijke onderzoek naar ons voedsel begon kort daarna, met mensen als Justus von Liebig (levensmiddelenchemie, deed o.a. onderzoek naar vetten en vleesextracten), Louis Pasteur (medische microbiologie; hij toonde aan waarom de conserveringsmethode van Appert werkte) en Louis Camille Maillard



(arts en chemicus, de naar hem genoemde reactie tussen suikers en aminozuren geeft de bruine kleur aan o.a. brood, chocola en bier). In die tijd begon ook de industrialisering van de voedselproductie. Het was weer een Napoleon (III) die aan de basis stond van een nieuwe vinding. Om zijn troepen in de strijd met Duitsland van voldoende boter te kunnen voorzien maakte de Franse scheikundige Hippolyte Mège-Mouriés als eerste kunstboter, ofwel margarine. Later volgden ook de uitvinding van producten als Coca Cola, gecondenseerde melk, bouillonblokjes en tomatenketchup.

In die tijd ging het onderzoek nog steeds vooral over de conservering van voedingsmiddelen, en niet of nauwelijks over de voedingskundige kwaliteit ervan. Dat bracht ook de nodige knoeierijen met zich mee. Met als reactie daarop bijvoorbeeld in 1885 de oprichting van de 'Vereeniging tot Bestrijding van Knoeierijen in den Boter- en Kaashandel'. Rond de eeuwwisseling werd ook de Keuringsdienst van Waren opgericht, een initiatief van de industrie zelf. Ook het gemaksvoedsel kent zijn oorsprong in deze periode, bijvoorbeeld in de vorm van de uitvinding in 1889 van gedroogde erwtensoepp, verpakt als een worst ('Knorr's Erbswurst'), waar alles in zat voor zes borden. Alleen water toevoegen.

Na de Tweede Wereldoorlog (Van Boekel ging met grote stappen door de historie van het voedingsonderzoek) werd het wetenschappelijk onderzoek naar onze voedselvoorziening echt op peil gebracht. De aandacht werd van conservering verlegd naar kwaliteit. Dat was belangrijk want er kwamen steeds meer samengestelde producten, met ingrediënten van over de hele wereld. En nu, in 2017, draait het onderzoek om drie aspecten: 1) is er voldoende voedsel, 2) is het voedsel veilig, en 3) is de kwaliteit ervan goed?

"En wat hebben we nu bereikt, als wetenschap," vroeg Van Boekel aan zijn toehoorders, om gelijk zelf het antwoord te geven: "Dankzij de levensmiddelentechnologie is ons voedsel vandaag de dag veilig, bewaarbaar, kwalitatief hoogwaardig, gemakkelijk en betaalbaar." Waarbij hij overigens wel aantekent dat 'voedsel' niet hetzelfde is als 'voeding'. Voedsel zijn de afzonderlijke producten, voeding is het totaal aan producten dat wij tot ons nemen. Ongezond voedsel bestaat niet, ongezonde voeding wel. "Er is niets mis met een hamburger of een patatje oorlog op zijn tijd, maar als je dat iedere dag eet ben je ongezond bezig." Dat legt de verantwoordelijkheid voor onze voeding dan ook hoofdzakelijk bij de consument, want, zegt Van Boekel: "We kunnen producenten wel aanspreken op de kwaliteit van ons voedsel, maar niet op de kwaliteit van onze voeding."

Betekent deze lofzang op de voedingsmiddelentechnologie dat in onze moderne maatschappij qua voedsel alles dus koek en ei is? Zeker niet, zei Van Boekel. De afstand tussen de primaire productie en de consumptie is steeds groter geworden. De voedselketen is buitengewoon complex. Er is een mondiale ketenafhankelijkheid en de supermarkten hebben een grote commerciële macht. Consumenten zijn vervreemd van de oorsprong van ons voedsel (productie op de boerderij) en hebben angst voor zaken als vermeende "chemische troep" en genetische manipulatie. Deze discussie gaat meestal niet over wetenschappelijke feiten met betrekking tot veiligheid of onveiligheid, maar over emotie. Als voorbeeld hiervan gaf Van Boekel een staatje met de inschatting van risico's van ons voedsel. Consumenten zien in E-nummers en bestrijdingsmiddelen het grootste risico, terwijl deskundigen de risico's



daarvan zeer laag inschatten. Zij zetten ons voedingspatroon (leefstijl) bovenaan de lijst, en bestrijdingsmiddelen en E-nummers onderaan.

Tot slot ging Van Boekel in op de vraag wat er moet veranderen, wat er beter kan. De voedingswetenschap moet in zijn ogen een omslag maken van onderzoek naar ingrediënten (zout bijvoorbeeld) naar onderzoek naar levensmiddelen (kaas bijvoorbeeld). Recent is bijvoorbeeld bij kaas gebleken dat die 'context' van het voedselproduct invloed heeft op de al dan niet nadelige effecten van sommige ingrediënten zoals zout. Ook moet gewerkt worden aan productverbetering, bijvoorbeeld qua gehalten vet, suiker, zout. Er moet meer aandacht zijn voor de milieu-en duurzaamheidsaspecten van voeding, en voor de consument zelf. Van Boekel: "De vervreemding van de consument is een van de grootste problemen. Veel consumenten hebben meer vertrouwen in voedingsgoeroes dan in de wetenschap. Boeken als 'Broodbuik' en 'De Voedselzandloper' proberen ons wijs te maken dat ons lichaam niet gemaakt is om brood- en graanproducten te eten. Tegelijkertijd worden in de reclame misleidende termen als 'ambachtelijk' of 'natuurlijk' gebruikt, en wordt ons aangepreut dat E-nummers slecht voor ons zijn. We moeten de consument meer betrekken bij het voedselproductieproces, we moeten de consument meer bewust maken van wat hij eet, hoe voedsel samengesteld is. Daarvoor is openheid in de keten essentieel." Waarbij hij aantekende dat de industrie en de supermarkten daar dan wel aan moeten meewerken, iets waarvan ze tot op heden niet veel blijk hebben gegeven.

Zie ook het boek 'Voedsel en voeding: zin en onzin', door Pieter Walstra en Martinus van Boekel. Wageningen Academic Publishers, 2006. Voor ca. 30 euro verkrijgbaar in de boekhandel of bij de uitgever.

<http://www.wageningenacademic.com/doi/book/10.3920/978-90-8686-009-8>

7 november 2017

Nico van Straalen – Wat heeft de neanderthaler 50 jaar na de naakte aap met ons gedaan?

Wat heeft de Neanderthaler met ons gedaan?

"In het college van bestuur van de Vrije Universiteit zitten geen neanderthalers." Dat concludeerde evolutiebioloog Nico van Straalen van de VU op basis van eigen onderzoek in 2006. Hij had voor een lezing van alle vijf bestuurders een DNA-monster genomen. "Achteraf was die uitspraak niet terecht," zei hij tijdens zijn lezing over de menselijke evolutie voor het Wageningse Natuurwetenschappelijk Gezelschap op 7 november. In 2010 bleek namelijk uit nieuw onderzoek dat 1 à 2 procent van de genen van alle Europeanen, dus ook van de Amsterdamse bestuurders, afkomstig is van de neanderthaler. Een schok die niet alleen in Amsterdam hard aankwam. De homininen (mensachtigen) ontstonden zo'n 6,5 miljoen jaar geleden. Rond die tijd namelijk splitsten de mens en de chimpansee zich af van hun gezamenlijke voorouder. Nog verder terug in de tijd splitsten ook de gorilla, orang oetan, gibbon en de apen van de oude wereld zich af van de stamboom van de mensachtigen. De gibbon bijvoorbeeld ging al 15 miljoen jaar geleden verder als zelfstandige soort. In 6



de stamboom van de mens zitten veel vertakkingen en doodlopende lijnen. In totaal zijn er waarschijnlijk 26 soorten homininen geweest, die op één na allemaal zijn uitgestorven. Die overlevers zijn wij, *Homo sapiens*, die zo'n 200.000 jaar geleden ontstond. *Homo neanderthalensis*, die 800.000 jaar geleden ontstond, en een gezamenlijke voorouder had met de mens, overleefde de struggle for life niet.

Decoding the book of life

Veel van wat we nu weten van onze afstamming komt voort uit recent DNA-onderzoek. De kern van iedere cel in het lichaam van een levend wezen bevat chromosomen met erfelijke informatie, opgeslagen in het DNA. Het DNA-molecuul heeft 4 bouwstenen: adenine (A), thymine (T), cytosine (C) en guanine (G). De volgorde van deze bouwstenen bepaalt de erfelijke eigenschappen van de soort. Die verschillen in volgorde zijn vaak erg klein. Nico van Straalen: "Hele stukken DNA van een mijt zijn bijvoorbeeld gelijk aan die van een varken."

Ook bij mensen en mensapen zijn de verschillen in volgorde gering. Dat weten we omdat we intussen het genoom van alle primaten, inclusief de mens, hebben ontrafeld. Dat is vrij recent onderzoek. In 2000 werd voor het eerst het (vrijwel) volledige genoom van de mens gepubliceerd. De presentatie vond plaats in het bijzijn van president Bill Clinton: 'Decoding the book of life, a milestone for humanity'. Daarna volgden de chimpansee (2005), de gorilla (2010) en de orang oetan (2011). Daaruit bleek dat het DNA van al deze soorten sterke overeenkomsten vertoont met ons eigen DNA. De chimpansee staat genetisch het dichtst bij ons (onze stambomen gingen ook het laatste uit elkaar), daarna volgen de gorilla, de orang oetan en de gibbon.

Al veel langer werd, op basis van gevonden fossielen, aangenomen dat de mens oorspronkelijk afkomstig is uit het oosten van Afrika. De genetische analyse van het menselijk genoom ondersteunt die oorsprong. Wij Europeanen (en dus ook de VU-bestuurders) zijn genetisch een soort Afrikaan. De Afrikanen splitsten zich als eerste af van onze gezamenlijk stamboom. Opvallend is dat er meerdere onderling sterk verschillende Afrikaanse lijnen zijn. De Hausa en de Ibo bijvoorbeeld verschillen genetisch veel meer dan Europeanen en Aziaten. Zo'n 100.000 jaar geleden trokken de eerste mensen via het Midden-Oosten naar Europa en Azië, en verspreidden zich van daaruit verder over de wereld, via Voor-Azië naar Australië en via Rusland naar Noord- en Zuid-Amerika.

Er zijn in het verleden regelmatig fossielen gevonden. Nu we ook DNA-gegevens hebben is het natuurlijk relevant om te weten of de fossiele informatie en de DNA-informatie met elkaar overeenkomen. De oudste fossielen van *Homo sapiens* die tot op heden gevonden zijn (de Omo-fossielen, gevonden in Ethiopië in 1967) worden geschat op een ouderdom van zo'n 196.000 jaar. Dat klopt dus met de veronderstelling dat de moderne mens zo'n 200.000 jaar geleden ontstond. Maar in de wetenschap is niets zeker, zei Van Straalen, en in de evolutiebiologie al helemaal niet. Zo werd in Jebel Irhoud (Marokko) in 2017 een menselijk fossiel gevonden dat op een ouderdom van 315.000 jaar werd gedateerd. Was dat een *Homo sapiens*, waardoor alle theorie over de menselijke evolutie in één klap achterhaald zou zijn? Die vraag is nog niet met zekerheid beantwoord. Van Straalen houdt het erop dat het een neanderthaler is die de Straat van Gibraltar is overgestoken, maar de paleontologen beschouwen het als een voorloper van *Homo sapiens*.



Zustersoorten die hybridiseerden

Zoals gezegd ontstonden de eerste mensachtigen zo'n 6,5 miljoen jaar geleden. Zij liepen wel rechtop, maar hadden het hersenvolume van een mensaap. Behalve *Homo sapiens* zijn al deze mensachtigen uitgestorven. Een van de bekendste andere mensachtigen was de neanderthaler. In 1856 zijn voor het eerst fossielen van deze soort gevonden in het dal van de rivier de Düssel, in de buurt van Düsseldorf, en onderzocht door Neander, de lokale dominee. Naar hem is het dal later het Neanderthal genoemd, en zo kwam ook deze mensachtige aan zijn naam.

In eerste instantie werd gedacht dat de neanderthaler een voorouder was van de mens (Huxley, 1863). Pas in 1981 liet Stringer zien dat de neanderthaler en de mens zustersoorten waren met een gemeenschappelijke voorouder: de Heidelbergmens.

De neanderthaler leefde tussen 800.000 en 30.000 jaar geleden, en dus vanaf 200.000 jaar geleden deels samen met *Homo sapiens*, in dezelfde gebieden. En hoewel er grote fysieke verschillen waren tussen beide soorten, en ook hun levenswijze, hun werktuigen en het gebruik van de omgeving anders waren, konden zij het toch goed met elkaar vinden. Dat laatste is althans de logische conclusie uit het feit dat er kruisingen tussen beide zustersoorten voorkwamen waarbij DNA werd overgedragen. (Dat werd overigens pas in 2010 ontdekt - niet verwonderlijk dus dat Nico van Straalen dat in 2006 nog niet wist toen hij wangslim afnam van de leden van het college van bestuur van de VU om hun DNA te analyseren.)

Dat mensen en neanderthalers hybridiseerden (in de woorden van Van Straalen: "het met elkaar deden") weten we uit vergelijkende DNA-analyses. Nadat de Afrikaanse en Europese *Homo sapiens* ieder hun eigen weg waren gegaan, vonden ook veranderingen in hun DNA plaats. Daar waar de Afrikanen hun oorspronkelijke DNA behielden, werd dat van de Europeanen op een zeker moment gemengd met neanderthaler-DNA. Dat duidt op hybridisatie. Uit onderzoek blijkt dat neanderthaler-DNA nog steeds significant aanwezig is bij Europese en Aziatische mensen (voor gemiddeld 1,4 procent), en bij Afrikaanse mensen niet. Niettemin waren die hybridisaties zeldzaam. Ze hebben niet geleid tot volledige menging en gelijke morfologie, wellicht omdat de ontmoetingskans tussen beide soorten klein was door de geografische spreiding, of vanwege morfologische verschillen, bijvoorbeeld in lichaamsbeharing. Overigens is er geen neanderthaler-DNA aangetroffen in het mitochondriaal genoom van de mens, hetgeen mogelijk betekent dat de hybridisatie vooral werd veroorzaakt door neanderthaler-mannen die het deden met *Homo sapiens*-vrouwen.

Maar wat heeft de neanderthaler nu met ons gedaan?

De neanderthal-erfenis heeft vooral neurologische, psychiatrische, immunologische en dermatologische gevolgen voor ons gehad, zo blijkt uit onderzoek naar genvarianten met een bewezen neanderthal-oorsprong. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om genen die invloed hebben op de ontwikkeling van onze hersenen, spierweefsel, immuniteit, huidskleur en structuur van de huid. Problemen als een hoog cholesterolgehalte, eetstoornissen, huidaandoeningen, psychoses en schizofrenie worden toegeschreven aan ons neanderthaler-DNA. Over het algemeen leiden deze neanderthal-genen tot biomedisch nadelige fenotypes, maar in sommige gevallen zijn specifieke, positieve aanpassingen ontstaan.

Een bijzonder voorbeeld daarvan is de invloed van de Denisova-mens (een vroege afsplitsing van de neanderthaler die ook hybridiseerde met *Homo sapiens*, met



name in Azië) op de viscositeit van ons bloed bij lage luchtdruk. Zo hebben Tibetanen een aan de Denisova-mens toegeschreven variant van het EPAS1-gen, dat helpt te voorkomen dat de viscositeit van hun bloed stijgt bij lage luchtdruk. Bij de rest van de wereldbevolking komt deze genetische variant niet voor, maar door positieve selectie wel bij Tibetanen, met als gevolg dat zij goed kunnen leven op grote hoogten.

Meer weten? Lees dan 'Evolueren wij nog?' door Nico van Straalen en Dick Roelofs. Voor €24,95 verkrijgbaar in de boekhandel of bij <http://nl.aup.nl/books/9789462981300-evolueren-wij-nog.html>

12 december 2017

Carel ten Cate – De talige vermogens van vogels

A-A-B-A-B: Het ontrafelen van de taalvermogens van vogels

Voor zijn onderzoek naar de ontwikkeling van taal experimenteert gedragsbioloog Carel ten Cate van de Universiteit Leiden niet alleen met vogels, maar ook met baby's. En met de toehoorders van zijn lezing voor het Wageningse Natuurwetenschappelijk Gezelschap. Hij liet hen een serie geluiden horen (zoals ka-ka-no en ka-no-ka) met de vraag of ze die in twee groepen van verwante geluiden konden verdelen. Pas aan het eind van zijn lezing onthulde hij de uitslag van dit experiment.

Carel ten Cate doet al vele jaren studie naar de communicatie bij dieren, en de vraag hoe die zich verhoudt tot de communicatie van de mens. "Ergens in de evolutie moet de taal zijn ontstaan zoals wij die nu hebben," zei hij. "Maar de vraag is: was hier sprake van een geleidelijk proces of van een plotselinge overgang, bijvoorbeeld door een mutatie?" Bij zijn onderzoek richt Ten Cate zich vooral op vogels. Want hoewel de taal van de mens in al zijn complexiteit niet te vergelijken is met die van andere diersoorten, komt die van vogels nog het dichtst in de buurt. Zoals Darwin al zei: "The sounds uttered by birds offer in several respects the nearest analogy to language."

De taal van vogels wordt net zoals die van de mens gekenmerkt door een complexe structuur, snelle procedures, een lerend vocaal vermogen en de aanwezigheid van specifieke hersenstructuren. Het onderzoek naar de talige vermogens van vogels richt zich op de wijze waarop vogels geluiden horen en verwerken. Dat kun je vergelijken met hoe mensen woorden horen en verwerken. Neem nu de woorden 'wit' en 'wet'. Onze hersenen verwerken die woorden zodanig dat wij ze begrijpen, door wie en met wat voor stem ze ook worden uitgesproken. Mannen met een lage stem of vrouwen met een hoge stem. Maakt niet uit, wij horen en begrijpen het verschil tussen de 'i' in wit en de 'e' in wet. Dat komt door de zogenoemde formanten. Het menselijk gehoor is in staat om klinkers van elkaar te onderscheiden doordat iedere klinker enkele vaste formanten heeft, die de klankkleur van woorden bepalen. Die klankkleur wordt niet door één formant bepaald, maar door de onderlinge verhouding tussen de verschillende formanten.



In zijn onderzoek kijkt Ten Cate naar de vraag of deze spraak-perceptie uniek is voor mensen, of dat vogels die ook hebben. Kunnen ook vogels 'wit' en 'wet' van elkaar onderscheiden? Hij onderzoekt dat met zebra's, die na het afspelen van een bepaalde klank op een knop kunnen pikken. Na 'wit' krijgen ze wat voer, en na 'wet' krijgen ze geen voer en gaat het licht uit. Dat wordt het 'Go / No-Go' signaal genoemd. Na flink oefenen bleek dat zebra's dit kunstje voor zo'n 80-90 procent onder de knie krijgen, en dat ze het geluid in hun hersenen dus correct verwerken. Dat geldt ook als de woorden ineens door nieuwe stemmen worden uitgesproken, of als mannenstemmen door vrouwenstemmen worden vervangen. Ze 'horen' dus als het ware de onderlinge verhouding van de formanten, en hebben dezelfde spraak-normalisatie als mensen. "Hoewel ze niet kunnen praten," voegde Ten Cate daar zekerheidshalve aan toe.

Eén van de kenmerken van spraak is de melodie. Denk bijvoorbeeld aan het zinnetje 'where are you?', dat een andere klank en (dus) betekenis krijgt als je het accent op het eerste, het tweede of het derde woord legt. Bij zebra's is dit getest met een combinatie van (deels dezelfde) klanken, waar het accent steeds anders lag, bijvoorbeeld MO-sa-mo-sa versus mo-mo-sa-SA. MO is daarbij het Go signaal, en SA het No-Go signaal. Daaruit bleek dat zebra's bij de Go / No-Go beslissing niet op de structuur (volgorde) van de klanken reageerden, maar op de klemtoon. Datzelfde was het geval bij variaties in bijvoorbeeld hoe lang de lettergreep werd aangehouden, hoe luid de lettergreep werd afgespeeld of de toonhoogte ervan. De zinsbouw is essentieel voor de menselijke taal. Grammaticale regels bepalen voor een belangrijk deel de betekenis van onze uitspraken. Wij weten het verschil tussen 'Jan houdt van Marie' en 'Marie houdt van Jan', terwijl precies dezelfde woorden worden gebruikt. Een dergelijk onderscheidingsvermogen hebben onderzoekers aangetoond bij de Japanse koolmees. Diens roep om te waarschuwen voor roofdieren bestaat uit drie klanken: A-B-C. De roep om soortgenoten te trekken bestaat uit één klank: D. Als hij A-B-C hoort kijkt hij om zich heen of er gevaar dreigt. Als hij D hoort gaat hij naar de bron van het geluid (een soortgenoot). Als onderzoekers de samengestelde roep A-B-C-D uit een speaker laten horen, speuren de koolmezen de omgeving af naar gevaar, maar gaan ze tegelijkertijd in de richting van de soortgenoot (de speaker). Als de volgorde van de geluiden wordt omgedraaid (D-A-B-C) reageren ze niet of nauwelijks. Ten Cate: "Hieruit blijkt dat deze vogels de betekenis van twee geluiden interpreteren aan de hand van de volgorde van de geluiden. Op dat soort regels is ook onze grammatica gebaseerd."

De combinatie van klanken kan dus een rol spelen bij de betekenis ervan. Dat geldt ook voor witneusmeerkatten in Ivoorkust. Als die een luipaard ontwaren roepen ze 'pyow'. Bij een adelaar roepen ze 'hack'. In beide gevallen blijven ze op hun plek maar kijken wel spiedend om zich heen om te zien waar het gevaar zich bevindt. Bij het luipaard beneden, bij de adelaar boven. De combinatie van die twee klanken, 'pyow-hack', heeft echter een heel andere reactie tot gevolg: wegwezen, en snel ook. Die twee geluiden samen worden dus heel anders geïnterpreteerd dan beide geluiden apart.

Ieder vogeltje zingt zoals het gebekt is. De vink bijvoorbeeld zingt met een structuur van klanken die altijd hetzelfde is. De klanken kunnen verschillen, maar de structuur en dus de betekenis blijft hetzelfde: "Ik ben hier, dames, en andere mannetjes moeten uit de buurt blijven." De zang van een vink is zeer voorspelbaar: na klank 10



A komt altijd klank B. Japanse meeuwtjes hebben meer structuur in hun zang. Na A kan zowel B als nog een A komen. De kans op A na A is bijvoorbeeld ongeveer twee keer zo groot als de kans op B na A. Het gezang van walvissen is nog complexer. Bultruggen hebben zelfs regionale dialecten, en hun liedje kan wel een half uur duren. "Toch," zei ten Cate, "hoe complex de zang van een walvis ook is, ook die is voorspelbaar. Ook walvissen zingen volgens een formele structuur die door wetenschappers helemaal ontrafeld is." En variaties in de structuur houden geen variaties in betekenis in.

Bovenstaande gaat niet over het maken van geluiden, maar over de vraag of dieren geluiden kunnen herkennen en verwerken, en naar aanleiding daarvan een bepaald gedrag vertonen. Dus: kunnen dieren complexe vocale structuren leren herkennen zonder ze zelf te gebruiken? En hoe zit dat in vergelijking met mensen? Dat onderzoek wordt gedaan in het Leidse babylab. Ook met jonge kinderen (enkele maanden oud) kun je gedragsexperimenten doen. (Ten Cate: "je kunt ze immers, net zoals bij dieren, geen vragen stellen.) Als je ze bepaalde geluiden of klanken in een vaste structuur laat horen, zal hun aandacht op een gegeven moment verslappen. Maar als je er ineens een andere structuur doorheen doet, heb je hun aandacht weer. Zo is het ook bij dieren. Maar hoe complex kan een structuur worden, zonder dat hij onbegrijpelijk wordt? A-B-A-B-A-B is nog eenvoudig te onthouden. Na een A komt steeds een B. Maar A-A-A-B-B-B is al lastiger, want je moet weten hoeveel A's er geweest zijn voordat je weet dat er een B komt.

Zebravinken kunnen het verschil leren tussen A-B-A-B en A-A-B-B. Maar hebben ze nu ook de abstracte structuur in de gaten? Wat gebeurt er als je klank A verandert in C en B in D? Dan blijkt dat lastig te zijn. Maar 1 op de 8 geteste zebravinken slaagde voor deze test. De vraag is ook welk deel van de klanken hen aanzet om het luikje met voer wel of niet te openen (Go / No-Go). Is dat de hele "zin", of alleen een deel ervan, bijvoorbeeld A-B of A-A in diverse combinaties van bijvoorbeeld A-A-A-B of A-A-A-A of A-B-A-B? Bij deze test bleek dat verschillende vogels verschillend reageerden. Sommige vogels reageerden op de combinatie A-A aan het begin, ongeacht de andere klanken en volgordes, en andere vogels juist op A-B aan het eind. Carel ten Cate: "Ieder dier heeft dus zijn eigen regel op basis waarvan het de beloning incasseert. En ieder dier gebruikt slechts een deel van het geluid om de boodschap te verwerken."

Parkieten blijken structuren in taal beter te kunnen onderscheiden dan zebravinken, die vooral de afzonderlijke geluiden kunnen onthouden, los van de structuur. Andere soorten, bijvoorbeeld kraaien, kunnen dat wellicht nog beter. Maar in laboratoriumsituaties kun je nu eenmaal beter met zebravinken werken dan met kraaien, zei Ten Cate. Zebravinken zijn namelijk makkelijk te kweken en te houden. Het onderzoek staat nog in de kinderschoenen. Er zijn nog maar voor weinig dieren weinig geluiden tot in detail getest. En de mens? De vocale complexiteit van de taal van mensen is een stuk ingewikkelder dan die van dieren. Maar de toehoorders bij de lezing van Ten Cate slaagden wel voor het experiment waarmee hij zijn lezing begon. Ze rubriceerden de afzonderlijke geluiden die hij liet horen even goed als parkieten.



Clara Belzer, Bram Goorhuis – Ons microbioom en de zoektocht naar causaliteit

De invloed van het darm-microbioom op onze gezondheid

Infectie met de *Clostridium difficile*-bacterie kan mild verlopen, maar ook aanleiding geven tot ernstige diarree. Fecale transplantatie is een behandeling waarbij ontlasting van een gezonde donor in de darmen van een patiënt wordt gebracht om de balans van het darm-microbioom te herstellen. Poeptransplantatie dus. Het is een veelbelovende nieuwe behandelvorm. Dat zei internist Bram Goorhuis van het Amsterdamse Academisch Medisch Centrum aan het slot van zijn lezing voor het Wagenings Natuurwetenschappelijk Gezelschap in een wederom afgeladen zaal in het Forumgebouw. “Poeptransplantatie is bij een onderzoek onder 39 in het AMC behandelde patiënten met een Clostridium-infectie voor 82 procent succesvol gebleken, en na een herhaalde behandeling zelfs voor 97 procent. Bij de toepassing van antibiotica was dit slechts 30 procent. Inmiddels zijn in het AMC al meer dan 90 patiënten succesvol behandeld.”

De avond werd afgetrapt door microbioloog Clara Belzer van Wageningen Universiteit met haar onderzoek aan het menselijk microbioom. De miljoenen bacteriën die we allemaal met ons meedragen beïnvloeden allerlei processen in ons lichaam. Sommige maken ons ziek, andere maken ons beter, en de meeste zijn onschadelijk. “We komen steeds verder met het ontrafelen van het microbioom,” zei Belzer. “De grote uitdaging is om te achterhalen of veranderingen in het microbioom inderdaad een rol spelen bij ziekte, of er een causaal verband is.” Zij onderzoekt onder andere het microbioom in de maag en de dunne en dikke darm. Met name in de dikke darm zijn bacteriën actief, omdat voedsel daarin 24 tot 48 uur blijft hangen, en de omgeving pH-neutraal is. Epitheelcellen vormen aan de binnenkant van de dikke darm een dikke laag slijm (mucus), die als voeding dient voor daarin gespecialiseerde bacteriën. “Die hebben dus altijd te eten,” aldus Belzer, die ons mensen onderverdeelt in drie ‘community-typen’, drie ‘poepgroepen’. In iedere groep is een bepaalde darmbacterie dominant. Dit heeft overigens weinig gevolgen voor de mensen uit die groepen.

Het darm-microbioom (in onze darmen zit 2 kilo aan bacteriën) heeft veel nuttige functies. Het breekt vezels af, maakt vitamines aan, levert energie, stimuleert het immuunsysteem en kan pijn verminderen. Belzer spitste haar verhaal toe op twee aspecten, namelijk het microbioom in het vroege leven van de mens, dus bacteriën die leven van (moeder)melk, en het microbioom dat de slijmlaag in de darmen koloniseert. Zowel melk als slijm worden door de mens zelf aangemaakt en bevatten suikers die specifiek zijn voor gewervelde dieren. Bacteriën die eerst de melk afbreken, kunnen in een later stadium de slijmlaag koloniseren. *Bifido*-bacteriën zijn gespecialiseerd op melk en maken zo’n 70% uit van het microbioom van baby’s. Zij



zijn essentieel voor het vroege leven van de mens.

Het menselijk microbioom verandert met de leeftijd. Vóór de geboorte is een kind nog vrijwel steriel. De eerste bacteriën krijgt een kind bij de geboorte van de moeder overgedragen. De samenstelling van het microbioom is daarbij afhankelijk van de wijze waarop het kind geboren wordt: vaginaal of via een keizersnede. Die verschillen trekken later bij (vanaf circa drie jaar hebben kinderen een volwassen microbioom), maar het heeft wel effecten tot op latere leeftijd. Kinderen die via een keizersnede ter wereld zijn gekomen, kunnen bijvoorbeeld een mindere ontwikkeling van het immuunsysteem hebben, en meer kans op allergieën of astma. Ook zijn er cognitieve effecten, want de hersengroei van kinderen vindt voor 70 procent plaats na de geboorte. Oudere mensen (65 – 80 jaar) hebben een ander microbioom dan jongere mensen, en mensen die ouder dan 100 jaar zijn hebben een specifiek eigen microbioom. Ook onze voeding is van invloed op de samenstelling van ons microbioom. Dieetverandering zorgt bijvoorbeeld voor een ander microbioom en mensen met overgewicht hebben vaak een andere bacteriële samenstelling in hun darmen dan mensen zonder overgewicht.

“De enige goede microbe is een dode microbe,” zei Belzer. “Althans,” vulde ze snel aan, “zo dacht men vroeger.” Maar er zijn genoeg voorbeelden van goedaardige of zelfs gezondheidsbevorderende micro-organismen. De bacterie *Akkermansia muciniphila* bijvoorbeeld is vaker aanwezig in gezonde mensen en vaker afwezig of schaars in mensen met obesitas of diabetes. *Akkermansia* is normaal gesproken dominant aanwezig in de slijmlaag van de dikke darm. Het stimuleert de dikte ervan en zorgt voor een betere metabole regulering. Ook bij muizen. Een mogelijk oorzakelijk verband tussen het microbioom en de gezondheid kan daarom worden onderzocht met muizen. Bij muizen met een hoge vetinname blijkt het toedienen van *Akkermansia muciniphila* een positief effect te hebben op het gewichtsbehoud en de metabole gezondheid. Clara Belzer: “Dit is een van de weinige voorbeelden van een bewezen causaal verband tussen het microbioom en ziekten.”

In haar lezing over haar wetenschappelijke studie naar het microbioom nam Belzer alvast een voorschotje op het praktijkverhaal van Bram Goorhuis. Zo vertelde ze over muizen waarbij de ene dik was en de andere dun. De feces van de dunne verschilde van die van de dikke. Een transplantatie van de feces van de dunne muis in de darmen van de dikke muis zorgde ervoor dat de dikke muis in omvang afnam, meer zelfs dan controlemuizen. De dikkerd werd dunner en reageerde na de poeptransplantatie ook beter op suikerprikkelers.

Bram Goorhuis besprak zijn praktijkervaringen met enkele geanonimiseerde patiënten met een waslijst aan medische problemen, inclusief een *Clostridium difficile*-infectie, waar fecale transplantatie of Fecal Microbiota Transplantation (FMT) uiteindelijk een oplossing bood. Het proces van poeptransplantatie werd overigens 1700 jaar geleden al beschreven door Hong Ge, in een boek over de traditionele



Chinese geneeskunde. In de moderne medische literatuur is de behandeling met donorfeces voor het eerst in 1958 beschreven door de Amerikaanse chirurg Eiseman. In de decennia hierna verscheen slechts een handvol publicaties over dit onderwerp, mede omdat er geen gedegen medische studies naar waren. Pas toen *Clostridium difficile*-infecties tien jaar geleden steeds meer gingen optreden kwam deze behandeling in de belangstelling als laatste redmiddel. In 1989 publiceerde The Lancet een artikel van Justin Bennet met de resultaten van zijn onderzoek naar fecale transplantatie.

“Feitelijk gaat het bij FMT niet om transplantatie,” zei Goorhuis. “Er wordt namelijk niets wat ziek is vervangen door iets dat gezond is. Wat er gebeurt is dat, na laxatie, in water verdunde poep van een gezonde persoon via een sonde door de neus tot in de dunne darm van een zieke wordt gebracht, om een verstoord darm-microbioom te herstellen. Het gaat hierbij om patiënten met een infectie van *Clostridium difficile*, een anaerobe, sporenvormende bacterie die verschillende toxinen kan produceren. Deze toxinen tasten het epitheel van de darm aan en veroorzaken soms ernstige diarree. Het is een toenemend risico bij het ouder worden, waarbij de sterfttekans toeneemt. Behandeling vindt normaal gesproken plaats met antibiotica, maar daarbij is er een grote kans op een recidief (terugkeren van de besmetting). Dat komt door de sporen die de bacterie verspreidt als hij zelf door de antibiotica gedood wordt. De kans op een recidief is 20 procent, maar bij herhaling van de antibiotica-behandeling is dit 40 procent, en die kans wordt bij verdere herhalingen steeds groter. Zelfs een behandeling met fidaxomycine, een zeer duur medicijn, zorgt nauwelijks voor verbetering.

Ons darm-microbioom kent een grote diversiteit aan bacteriën, om ons voedsel te verteren en ons te beschermen tegen ziekten. Als een *Clostridium*-infectie wordt bestreden met antibiotica doodt die ongeveer de helft van alle bacteriën, ook nuttige bacteriën. Ons microbiom wordt door zo'n behandeling dus gedecimeerd. Omdat *Clostridium* na afsterven sporen achter laat in de darm, kan de infectie echter snel weer terugkeren. Er is immers ruimte zat voor nieuwe bacterie-populaties in een darm waar de helft van alle bacteriën verdwenen is. De oplossing zit volgens Goorhuis dus in het weer op peil brengen van de bacteriepopulatie en -diversiteit, waardoor er minder ruimte is voor de sporen van *Clostridium difficile* om opnieuw te ontkiemen. “Fecale transplantatie kan de benodigde populatie en diversiteit terugbrengen.”

Aanvankelijk werden hiervoor verse donorfecaliën gebruikt, maar inmiddels blijkt dat ingevroren fecaliën ook effectief kunnen zijn. En mogelijk kan dit dan ook nog in capsules worden verpakt, waardoor de toediening minder belastend wordt. Het vinden van geschikte donoren is wel een punt. Donoren kunnen gezonde familieleden of gezonde vrijwilligers zijn die met een vragenlijst (zoals bij de bloedbank) worden gescreend. Aanvullend wordt door bloed- en fecesonderzoek



dragerschap van potentieel overdraagbare aandoeningen uitgesloten. “In Nederland hebben we hiervoor de NDFB opgezet, de landelijke donorfecesbank,” zei Goorhuis. “Dit is een initiatief van artsen en onderzoekers van diverse onderzoeksinstituten. Sinds mei 2016 wordt van hieruit materiaal voor poeptransplantaties uitgereikt ten behoeve van patiënten met terugkerende *Clostridium difficile*-infecties. De donoren worden goed gescreend en ondergaan regelmatig surveillanceonderzoek. Feces van deze donoren wordt verwerkt en klaar voor gebruik ingevroren.”

Concluderend zei Goorhuis dat poeptransplantatie een bewezen goede werking heeft tegen recidive na een antibioticumkuur bij patiënten met een *Clostridium*-infectie. Het verschil tussen de behandelde groep (succes meer dan 90 procent) en de controlegroep (succes 30 procent) was zelfs zo groot dat dit onderzoek om ethische redenen is stopgezet. Bijwerkingen van poeptransplantaties zijn tot op heden niet geconstateerd. Het gebruik van ‘echte poep’ is vooralsnog beter dan het gebruik van capsules, maar verder onderzoek zal dit wellicht verbeteren. En in de toekomst ziet hij het ook gebeuren dat poeptransplantatie als zelfstandige behandeling toegepast kan worden, dus niet na een voorafgaande behandeling met antibiotica. Verhalen over de heilzame werking tegen een veelheid aan andere aandoeningen verwees hij naar Fabeltjesland, of in zijn woorden ‘niet gedocumenteerde klinisch waarnemingen’.

6 februari 2018

Mark van Loosdrecht – Afvalwaterzuivering: van reiniging van water naar productie van grondstoffen

Afvalwater: in 100 jaar van sanitatie naar winning van grondstoffen

“Afvalwaterzuivering is eigenlijk natuurbeheer in een technische omgeving,” zei hoogleraar Mark van Loosdrecht van de TU Delft tijdens zijn lezing voor het Wagenings Natuurwetenschappelijk Gezelschap op 6 februari. Sinds het ‘actief-slibproces’ in 1914 voor het eerst beschreven is, heeft de afvalwaterzuivering een lange weg afgelegd: van uitsluitend sanitatie ten behoeve van de volksgezondheid tot het bijdragen aan de circulaire economie. Het onderzoek naar het winnen van grondstoffen uit afvalwater staat nog enigszins in de kinderschoenen, maar Van Loosdrecht gaf diverse voorbeelden van commerciële producten die in de toekomst de afvalwaterzuivering van kostenpost tot verdienmodel kunnen maken. De groei van de bevolking zorgde er langzaam maar zeker voor dat natuurlijke systemen de reiniging van ons huishoudelijk afvalwater niet meer aankonden. Voordat ons afvalwater via het riool de rivieren in stroomt, moet het worden schoongemaakt om vervuiling van het milieu tegen te gaan. In 1914 werd een proces geïntroduceerd waar het natuurlijk zuiveringsproces door intensieve beluchting en het vasthouden van een bacterieel slibmengsel snel en efficiënt kon worden



uitgevoerd. Het werkte, dat was duidelijk, al snapte niemand nog het proces erachter. Maar het idee van afvalwaterzuiveringsinstallaties die hun werk doen met behulp van bacteriën was geboren. Bacteriën zijn uitstekende waterschoonmakers; zij halen allerlei stoffen uit het water, van bestrijdingsmiddelen en geneesmiddelen tot ammonium, fosfaat en organische koolstof.

Het onderzoek van Mark van Loosdrecht speelt zich af op het grensvlak van twee werelden: die van de microbiologie en de procestechnologie. Zeg maar: natuurbeheer en techniek, Wageningen en Delft. Een van de grondleggers van de afvalwaterzuivering was bijvoorbeeld Gatze Lettinga, werkzaam als hoogleraar in Wageningen maar opgeleid in Delft. Van Loosdrecht zelf werkt als hoogleraar in Delft, maar is opgeleid in Wageningen. De combinatie van die twee disciplines zorgde zo'n tien jaar geleden voor een sterke verbetering van de afvalwaterzuivering. Traditionele afvalwaterzuiveringsinstallaties zeven eerst het grove vuil uit het water, waarna bacteriën de ongewenste stoffen opnemen. Aan het eind van het proces moeten de bacteriën gescheiden worden van het behandelde, schone water. Dat kan, omdat die bacteriën samenklonteren en naar de bodem zakken. Dat bezinken verloopt echter traag, het proces is daarom niet zo efficiënt en er zijn grote bezinkbakken nodig, dus veel ruimtebeslag.

In de traditionele installaties klonteren bacteriën samen in vlokken, die met een tempo van 1 meter per uur naar de bodem zinken. De vorm van de samengeklonterde bacteriën (vlokken – Van Loosdrecht vergeleek het met sneeuwvlokken) is de limiterende factor. Net zoals sneeuw langzaam naar beneden dwarrelt, dwarrelen de vlokken bacteriën langzaam naar de bodem van de zuiveringsinstallaties. “Als we van die sneeuwvlokken hagelstenen kunnen maken, zijn we een heel eind verder,” bedacht Van Loosdrecht. En hij ontdekte inderdaad een manier om de bacteriën te laten samenklonteren tot korrels, onder andere door traag groeiende bacteriën te gebruiken. Die korrels bleken met een snelheid van 40 tot 50 meter per uur te bezinken. Dat betekende dat er veel kleinere installaties nodig zijn met minder bezinkbakken om de bacteriën te scheiden van het behandelde water.

Dit nieuwe zuiveringsproces verloopt sneller en zorgt voor een betere kwaliteit van het water dat uiteindelijk terugkeert in de waterkringloop. Het kost bovendien minder energie omdat het water niet steeds van de ene bezinktank naar de andere hoeft te worden overgepompt. Van Loosdrecht: “We hebben het hier over 75 procent minder ruimtebeslag, 30 procent minder energiekosten en 25 procent minder investeringskosten.” Dit ‘one tank proces’ wordt Nereda genoemd, en is ontwikkeld door de TU Delft in samenwerking met de waterschappen en Royal HaskoningDHV. Inmiddels is deze technologie een exportproduct, en wordt toegepast in onder andere Brazilië, Ierland, Portugal en Zuid-Afrika. “De samenwerking met het bedrijfsleven is belangrijk,” zegt Van Loosdrecht. “Op die manier gaat de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke inzichten hand in hand met praktische toepassingen.” In den beginne ging het bij de afvalwaterzuivering alleen om sanitatie. Dat was rond 1900. In de loop der tijd kwamen er andere doelen bij: de bescherming van de drinkwatervoorziening, het tegengaan van milieuvervuiling, de opwekking van energie, de (terug)winning van grondstoffen, en daardoor het bijdragen aan de circulaire economie en het zogenaamde stedelijk metabolisme. Dat terugwinnen van grondstoffen is overigens niet nieuw. In de periode 1850-1920 werd in Amsterdam 16



al op commerciële basis afvalwater ingezameld om daaruit nutriënten te winnen die aan de landbouw werden verkocht. Dat gebeurde ook in bijvoorbeeld Shanghai en Praag. Uit afvalwater kan een heel scala aan (grond)stoffen worden gewonnen: schoon water, nutriënten, cellulose, warmte, energie, bioplastics, sulfaat, fosfaat, metalen, polymeren...

Van Loosdrecht wijst erop dat er vaak aan de verkeerde kant van de keten wordt begonnen. Vaak wordt eerst geprobeerd een stof uit het afvalwater te halen en op te werken, en wordt pas daarna gekeken wat je er mee kunt doen. Wat hem betreft moet dat andersom: niet redeneren vanuit de aanbodkant (het afvalwater), maar vanuit de vraagkant (een product): "Je moet kijken welke stoffen je commercieel kunt vermarkten, zodat de belastingbetaler niet voor de kosten hoeft op te draaien."

Commerciële toepassingen van het terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater zijn ook belangrijk voor derde-wereldlanden, zegt Van Loosdrecht: "Niet alle landen hebben zoals wij de financiële mogelijkheden en de regelgeving om normen te stellen aan het lozen van afvalwater, en de kosten via de waterschappen door de maatschappij te laten betalen. Maar als er geld te verdienen valt met het zuiveren van afvalwater, dan zal dit ook gaan gebeuren in landen waar de zuivering ervan tot op heden niet vanzelfsprekend is."

Er zijn allerlei commerciële toepassingen van stoffen uit afvalwater mogelijk. Neem cellulose. Zo'n 20 tot 30 procent van het gesuspendeerd organisch materiaal in afvalwater bestaat uit toiletpapier. Per persoon gebruiken we daar zo'n 10 tot 14 kilogram per jaar van. Cellulose is moeilijk afbreekbaar en de stortkosten van met cellulose vervuild slib zijn even hoog als het uitzeven van cellulose uit het afvalwater. Maar als je die cellulose uit het afvalwater terugwint, kun je die vermarkten, niet alleen voor de productie van papier, maar ook voor asfalt, isolatiematerialen of biocomposieten. En je kunt er zelfs prachtige oorbellen van maken, zoals Yuemei Lin van de TU Delft heeft gedaan.

Uit korrelslib kun je ook polymeren halen. Die lijken sterk op alginaten, zeer bruikbare grondstoffen die in de natuur slechts beperkt aanwezig zijn, in algen en zeewier. Alginaat uit zeewier is net zo duur om te winnen als polymeren uit afvalwater, maar je hoeft niet eerst de zee op om zeewier te winnen, dus daar liggen kansen. China, Japan en Zuid-Korea nemen drie kwart van de wereldproductie van alginaat uit zeewier voor hun rekening, dus als wij in onze afvalwaterzuiveringsinstallaties polymeren kunnen 'oogsten' ter vervanging van Aziatische alginaten, waarvan de productie beperkt is, hebben we op een voordelige manier een grondstof voor bijvoorbeeld de productie van textiel, voeding, papier of farmaceutische producten. Ook in de cementindustrie zijn alginaten bruikbaar, onder andere in de vorm van coating van betonvloeren. Beton droogt met zo'n coating trager maar beter (minder haarscheurtjes), betonrot treedt veel minder snel op en bouwvakkers kunnen er zonder beschermingsmiddelen mee werken. Er is al een bedrijf (NGCM, Delft Green) dat dit op commerciële schaal toepast.

Concluderend stelde Van Loosdrecht dat de microbiële ecologie nog te vaak gebaseerd is op laboratoriumsystemen van 50 jaar geleden. Bijvoorbeeld op een continue aanvoer van stoffen in een bacteriecultuur. Maar het ecosysteem is van nature veel dynamischer. "Ook bacteriën hebben een dag-nachtritme, en ook zij hebben te maken met getijden en variaties in voedselaanbod. Het gaat dus niet alleen om de groeisnelheid van bacteriën zoals je die meet in standaard



laboratoriumopstellingen met constante condities en een continue aanvoer van voedsel, maar om competitie in een dynamisch systeem. Door dat beter te bestuderen leren we ook beter begrijpen hoe microbiële ecosystemen functioneren. En daarvan kunnen we weer leren hoe mengsels van chemische stoffen in afvalwater kunnen worden omgezet in nieuwe grondstoffen. We zijn nog lang niet klaar. Er is nog veel werk te doen.”

6 maart 2018

Barend van der Meulen – Nooit meer vanzelfsprekend: de strijd om integriteit en vertrouwen in de wetenschap

Vertrouwen in de wetenschap: nooit meer vanzelfsprekend

“Wetenschappers zijn ook mensen met emoties,” zei Barend van der Meulen, hoofd Onderzoek bij het Rathenau Instituut in Den Haag, tijdens zijn lezing voor het NWG over de strijd om integriteit en vertrouwen in de wetenschap. Hij zei dit naar aanleiding van een voorbeeld dat hij aanhaalde van een redacteur van een wetenschappelijk tijdschrift die de Journal Impact Factor van het tijdschrift op een hoger niveau tilde, door als editor de eigen publicaties expliciet onder de aandacht van auteurs te brengen. Is dat ‘good editorship’ of fraude? vroeg hij retorisch. Daarover staat weliswaar niets in wetenschappelijke gedragscodes, maar het wordt door wetenschappers wel ervaren als onethisch gedrag. Het leidt tot kunstmatige indexen. “Daar moet de wetenschap wel tegen optreden,” concludeerde hij. “De wetenschap moet luisteren naar de wil van het volk,” zei een boze actievoerder bij de Oostvaardersplassen onlangs op het Journaal. “En ook al zeggen alle wetenschappers dat bijvoeren juist slecht is, ze hebben geen gelijk,” was de overheersende mening van de actievoerders. Hun uitspraken zijn een actuele illustratie van de titel van het verhaal van Barend van der Meulen over integriteit en vertrouwen in de wetenschap: ‘Nooit meer vanzelfsprekend’.

Van der Meulen hing zijn buitengewoon interessante analyse op aan het werk van twee wetenschappers: Robert Merton en John Ziman. De socioloog Robert Merton (overleden in 2003), een van de founding fathers van de wetenschapssociologie, en de bedenker van de CUDOS-normen, normen die aangeven hoe goede wetenschap beoefend moet worden. De natuurkundige John Ziman (overleden in 2005) maakte tevens naam als wetenschapssocioloog. Hij liet zien waarom wetenschappers tegenwoordig steeds meer moeite hebben om zich aan de CUDOS te houden.

Robert Merton formuleerde in zijn *‘ethos of science’* vier normen voor wetenschappelijk, universitair onderzoek:

- **Communalism:** wetenschappelijke kennis is een product van gezamenlijke inspanningen en is dus collectief eigendom.
- **Universalism:** wetenschappelijk werk moet worden beoordeeld zonder naar status of afkomst van de auteur te kijken.



- **Disinterestedness:** gezamenlijk belang gaat boven eigenbelang of groepsbelang.
- **Organized Skepticism:** wetenschappelijke claims moeten worden onderworpen aan kritisch onderzoek door collega-wetenschappers.

Merton formuleerde zijn CUDOS in 1942. In de jaren '80 veranderde er veel in het wetenschappelijk onderzoek. De overgang van de Wageningse Landbouwhogeschool naar de Landbouwuniversiteit in 1986 was niet alleen een naamsverandering. Het markeerde een kentering in de positie van de wetenschap in de samenleving. Tot dat moment was wetenschap vooral fundamenteel georiënteerd. Nu werd de 'techniek' onderdeel van de wetenschap. De status van de wetenschap veranderde hiermee. Toegepaste wetenschappen en technologie werden in de jaren '80 onderdeel van de 'echte' wetenschappen. Op dit moment zelfs staan ze vaak aan het front. "Denk bijvoorbeeld aan de nanotechnologie," zei Van der Meulen. En er veranderde meer. Voor wetenschappers werd zelfprofilering steeds relevanter, zowel voor hun carrièreplanning als voor de financiering van hun onderzoek. Van der Meulen illustreerde dat met een staatje van de aantallen promovendi, postdocs, UD's, UHD's en hoogleraren in Nederland. Naarmate je hoger op de universitaire ladder komt, zijn de aantallen kleiner. Er is dus veel concurrentie als je in de wetenschap carrière wil maken. En bij de financiering van onderzoekprojecten geldt het 'Mattheüs-effect'. Die term werd door Robert Merton geïntroduceerd, en betekent zoveel als 'wetenschappelijke credits worden vooral gegeven aan wetenschappers die al credits hebben'. Van der Meulen: "Een hoogleraar van naam krijgt eerder financiering dan een onbekende postdoc, ook al gaat het om precies hetzelfde project."

John Ziman speelde in op deze maatschappelijke ontwikkeling door de CUDOS anders te definiëren. Hij publiceerde in 2000 *'Real Science: What it Is and What it Means'*. Het wetenschappelijk proces werd meer en meer verknoopt met industriële en andere belangen. En de focus verlegde zich langzamerhand van het algemeen belang naar het eigenbelang. Van der Meulen: "De moderne wetenschapper houdt zich niet langer aan de CUDOS, lijkt het wel. Die zijn er meer voor het publiek. De normen worden aan de hand van de praktijk langzamerhand bijgesteld.

Wetenschappers zijn sterker dan voorheen geneigd hun resultaten te verdedigen in plaats van ze publiekelijk ter discussie te stellen. Het gaat steeds vaker om het eigenaarschap van kennis, om patenten, om expertise en autoriteit in de wetenschap. De 'triple helix', het samenspel tussen wetenschap, overheid en bedrijfsleven, bepaalt het wetenschappelijk landschap steeds meer. Wetenschappers worden ondernemer en privaat voordeel gaat regelmatig boven publiek voordeel."

Via het voorbeeld van een Wageningse onderzoeker die ervan beschuldigd werd dat hij conclusies in een rapport aangepast had onder druk van het ministerie van EZ, maakte van der Meulen duidelijk dat er echt iets is veranderd aan de maatschappelijke positie van de wetenschap. Beleidsgericht onderzoek kent vele definities, maar die hebben allemaal met elkaar gemeen dat het gaat om het integreren van de belangen van het beleid in het onderzoek. "Van een onderzoeker mag verwacht worden dat hij in beleidsgericht onderzoek rekening houdt met de belangen van betrokkenen. Als hij daarbij formuleringen aanpast, en niet de



conclusies, gaat hij zijn boekje niet te buiten,” stelde Van der Meulen als voorzitter van de Wageningse wetenschappelijke integriteitscommissie. Een standpunt dat niet door iedere wetenschapper zal worden gedeeld, maar dat wel aangeeft waar het in beleidsondersteunend onderzoek om draait. Waar een ‘echte’ wetenschapper de tijd heeft om het naadje van de kous te vinden, moeten we in het beleid soms genoegen nemen met ‘good enough science’. “Er moet immers beleid gemaakt worden, en als onderbouwing moeten we toch iets hebben...”. Bij normstelling voor gifstoffen of de hoogte van dijken bijvoorbeeld is het beter te werken met kennis die ‘good enough’ is, dan te wachten met normstelling en dijkversterking tot er volledige zekerheid is. In tegenstelling tot wat vaak verwacht wordt, doet dit geen afbreuk aan het vertrouwen van het publiek in de wetenschap. Ondanks alle berichten in de kranten en op sociale media over ‘wetenschap is ook maar een mening’, staat de wetenschap in de survey 2012-2015 van het Rathenau Instituut over het vertrouwen in instituties fier bovenaan. Meer dan 70 procent van de mensen geeft de wetenschap een cijfer 7 of hoger. Daarbij is het overigens wel interessant om te zien wat het publiek dan onder die betrouwbare wetenschap verstaat: *wèl* natuurwetenschappelijk onderzoek, onderzoek naar nieuwe medicijnen, medische specialismen en waterstaatkundige werken, maar *niet* sociaal-cultureel onderzoek, economisch onderzoek, voedingsonderzoek of onderzoek naar nieuwe onderwijsmethoden. En kennelijk ook niet het onderzoek naar de zin of onzin van het bijvoeren van grote grazers in de Oostvaardersplassen. Overigens maakt Van der Meulen hierbij nog wel een kanttekening. De uitslag van zo’n onderzoek is sterk gecorreleerd met de timing. Vlak na een schandaal in een bepaalde branche zal die veel lager scoren dan als er net een succes is gemeld. Van der Meulen stelde in zijn slotwoord dat Merton’s *ethos of science* een wankel fundament is, als daar het vertrouwen in de wetenschap op gebaseerd moet zijn. Hij ziet hierbij namelijk drie problemen: wetenschappers zijn ook maar mensen met emoties en een eigen carrièreplanning, zij werken aan problemen die de mensen soms persoonlijk raken, en zij doen dit binnen organisaties die ook zo hun eigen belangen hebben. “Vertrouwen in hun werk is dan ook niet vanzelfsprekend. Dat moet keer op keer verdiend worden. Daarom is het belangrijk te erkennen en te laten zien dat er ook in de wetenschap diversiteit bestaat, en dat wetenschap, helaas, niet onfeilbaar is.”

3 april 2018

Marcel Visser – Aanpassen aan een warmer wordende wereld

De koolmees in de steeds warmer wordende wereld

“Eigenlijk houden wij de burgerlijke stand van de koolmezen bij,” zei Marcel Visser van het NIOO-KNAW tijdens zijn lezing voor het NWG op dinsdag 3 april. “Wij houden precies bij wie er geboren wordt, wie waar woont, met hoeveel, en wie familie is van wie.” Maar de inventarisaties van het NIOO gaan verder dan die van de gemeentelijke burgerlijke stand, want Visser bepaalt ook van veel koolmezen de



grootte, het gewicht en het DNA-profiel. De stamboom die het NIOO heeft opgebouwd van de koolmezen op de Hoge Veluwe bijvoorbeeld gaat tot wel 17 generaties terug.

Al sinds 1955 vindt er in Nederland broedonderzoek plaats naar de koolmees. Het NIOO heeft op vier terreinen grote hoeveelheden nestkasten geplaatst voor het onderzoek. (Elders in Europa zijn zo'n 60 onderzoeksgroepen actief met koolmeesstudies.) De nestkasten worden voortdurend gemonitord zodat we alles weten van de mezen ter plaatse. Het onderzoek vindt plaats op Vlieland, de Hoge Veluwe, in Oosterhout en in het Liesbos. Zowel op rijke als arme terreinen. Op de Hoge Veluwe heeft het NIOO 450 nestkasten in eiken-beukenbossen geplaatst. Het aantal broedparen daar wisselt, van 60 tot 190 per jaar. Die fluctuatie hangt af van het voedselaanbod in de winter. 's Zomers eten koolmezen vooral insecten, 's winters bouwen ze hun darmsysteem om en eten ook beukennoten. Omdat beuken mastjaren kennen, wisselt het aanbod beukennoten jaarlijks. "Mastjaren zijn het kloppend hart van het bos," zei Marcel Visser. "Bij een mastjaar doen veel soorten het goed. Niet alleen bijvoorbeeld wilde zwijnen en muizen, maar ook koolmezen. Tijdens een mastjaar overleven meer koolmezen de winter dan tijdens een slecht beukennotenjaar."

Van 1850 tot nu is de gemiddelde temperatuur in Nederland zo'n 1,5 grad Celsius gestegen. Een van de gevolgen van deze klimaatverandering is een verschuiving in de fenologie van planten en dieren. Marcel Visser: "De wereld verandert, en de natuur verandert mee." Het tijdstip waarop dieren jongen krijgen is afhankelijk van uiteenlopende factoren. Bij reeën bijvoorbeeld is het aanbod aan jong gras in het voorjaar belangrijk voor de melkproductie van de reegeiten. Het is dus goed als zij hun jongen pas krijgen op het moment dat er voldoende gras is. Bij bijen en orchideeën gaat het om het bloeitijdstip van orchideeën die door de net uitvliegende bijen worden bestoven. Bij koolmezen gaat het om het uit het ei komen van de rupsen van de wintervlinder, als voer voor de jongen, en het uitlopen van de eiken waarop de rupsen van de wintervlinder foerageren. En bij de Amerikaanse roodborstlijster gaat het om het sneeuwvrij zijn van zijn broedgebied als hij daar arriveert.

Als de ene soort op klimaatverandering reageert door bijvoorbeeld eerder te bloeien of eerder uit te lopen, dan moet de soort die daarvan afhankelijk is ook in de tijd verschuiven. Die verschuivingen lopen echter niet altijd parallel. Sommige soorten verschuiven niet snel genoeg, en raken achterop. "In het algemeen verschuiven predatoren minder snel dan herbivoren en planten," zei Visser. "Dan spreken we van een ecologisch relatieprobleem." Bij de koolmees luistert het nauw. Op het moment dat de eiken uitlopen moeten ook de jonge wintervlinderrupsen uit het ei komen, want die foerageren op de eikenbladeren. De vlinders volgen jaarlijks de variatie in uitlopen van de eiken, die afhankelijk is van de temperatuur. De piek in de biomassa van de rupsen duurt circa twee tot drie weken. Precies in die periode moeten de koolmezen hun jongen dus zien groot te brengen. En dan komt het probleem. Door de klimaatverandering verschuift de rupsenpiek naar voren, met ongeveer 0,7 dagen per jaar. De koolmees broedt door de klimaatverandering weliswaar ook steeds vroeger, maar slechts met een tempo van 0,3 dagen per jaar.

Met andere woorden: koolmezen leggen de laatste decennia hun eieren elke tien jaar twee dagen eerder. Daarentegen verschijnen de rupsen, die het hoofdmenu van 21



de jonge vogels vormen, elke tien jaar acht dagen eerder. Daardoor schuiven de pieken van vraag naar en aanbod van rupsen langzaam uit elkaar. In 1980 viel de voedselbehoefte van jonge koolmezen nog precies in de periode van het hoogste rupsenaanbod, eind mei. Tegenwoordig valt de dag met de meeste rupsen zo'n twee weken eerder, al half mei. Dat komt er op neer dat vroege koolmezen in het voordeel zijn, omdat hun broedsel samenvalt met de rupsenpiek. Aan het einde van het seizoen overleven veel jongen niet, omdat zij uitkomen als de rupsenpiek al voorbij is. Ook een tweede legsel komt door de klimaatverandering tegenwoordig veel minder voor dan vroeger. Vroeger kreeg de helft van de koolmezen twee keer per voorjaar jongen, tegenwoordig is dat nog maar 5 procent. Marcel Visser: "Dat is dus precies het probleem dat ik eerder beschreef, namelijk dat predatoren langzamer verschuiven dan hun voedsel (planten of prooidieren)."

Die achteruitgang van het broedsucces heeft overigens nog geen gevolgen voor de populatie-omvang. De kans dat een jonge vogel tot broedvogel uitgroeit wordt groter als er minder jongen zijn. Daardoor blijft de populatie stabiel. "Het is als een loterij met een vast aantal prijzen," zegt Marcel Visser. "De kans om te winnen is groter als er minder deelnemers zijn."

Een andere soort die Marcel Visser en zijn team in dezelfde terreinen bestuderen is de bonte vliegenvanger. Bij deze soort speelt hetzelfde probleem, maar met een complicerende factor. Ook hij voedt zijn jongen met rupsen van de wintervlinder, en ook hij is dus afhankelijk van het moment waarop de jonge rupsjes uit het ei komen. Maar er is één groot verschil met de koolmees. De bonte vliegenvanger overwintert in West-Afrika, en kan daar dus niet weten hoe de temperatuur zich in Nederland ontwikkelt. Hij keert jaarlijks op dezelfde tijd terug als altijd (in april), en kan zijn broedseizoen dus niet zomaar vervroegen. De bonte vliegenvanger kan nog wel spelen met de tijd tussen de terugkomst uit Afrika en de aanvang van zijn broedtijd. Dat was vroeger een kleine drie weken, en dat heeft hij nu teruggebracht tot ongeveer een week. Maar omdat de vrouwtjes vier dagen later terugkeren dan de mannetjes, en het maken van het eerste ei ook zo'n vier dagen duurt, betekent dat dat de vrouwtjes na terugkomst onmiddellijk aan de slag moeten: niet even acclimatiseren maar gelijk een man vinden, paren, en eieren produceren. De vervroeging van het broedseizoen is bij de bonte vliegenvanger dus aan een strakke grens gebonden. De tijd van aankomst in april verandert niet (en de tijd van vertrek in september evenmin). Zij kunnen niet 'leren' van de veranderende omstandigheden in Nederland door eerder uit Afrika te vertrekken om hier te profiteren van de beste rupsentijd.

Dit soort onderzoek geeft concreet houvast voor het klimaatbeleid. In de akkoorden van Parijs is vastgelegd dat de opwarming beperkt moet blijven tot (maximaal) twee graden. "Toch is die begrenzing een slag in de lucht", stelt Marcel Visser. "In ieder geval voor de natuur. Je weet immers niet of alle soorten in staat zijn om het tempo van de klimaatverandering bij te houden. Het kan goed zijn dat voor bepaalde soorten één graad opwarming maximaal is. Het is aan de wetenschap om aan politiek en beleid uit te leggen wat de consequenties van het beleid zijn voor de biodiversiteit."



11 april 2018, 13:30 -15:30 uur

Excursie RIKILT

RIKILT is een onderdeel van Wageningen University & Research en doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en betrouwbaarheid van levensmiddelen.

In zijn boeiende inleiding vertelde directeur Robert van Gorcom over de activiteiten van RIKILT. Een groot deel van het werk wordt in opdracht van de overheid gedaan: controle van wet- en regelgeving, opsporen van fraude, advies en analyses bij voedselcalamiteiten. Ook werkt RIKILT voor private opdrachtgevers, waarbij een meldingsprotocol in acht genomen wordt: vaststelling van concentraties van stoffen boven de wettelijke norm wordt bij de overheid gemeld.

Na de inleiding volgde een rondleiding langs een aantal laboratoria waar geavanceerde analysemethoden worden ontwikkeld, waarbij gespecialiseerde onderzoekers een toelichting verzorgden.

www.rikilt.nl

11 april 2018, 16:00 - 18:30 uur

Excursie naar FrieslandCampina Innovation Centre

FrieslandCampina is een van de grootste zuivelcoöperaties ter wereld. Ze verwerkt de door de melkvee-houders aangeleverde melk, vervaardigt zuivelproducten en halffabrikaten en verkoopt deze producten wereldwijd. FrieslandCampina heeft ca. 22000 medewerkers bij vestigingen in 33 landen. Expertise op het gebied van innovatie en research & development zijn samengebracht in het Innovation Centre in Wageningen.

Site manager van het Innovation Centre, Geert Verhoeven, verzorgde een inleiding waarna een rondleiding volgde door het experience centre en het sensorisch laboratorium. Het bezoek werd afgesloten met een door FrieslandCampina aangeboden drankje.

www.frieslandcampina.com



3. Bestuur

Het bestuur was in het seizoen 2017-2018 als volgt samengesteld:

- Hans van Veen, voorzitter (bestuurslid sinds oktober 2017)
- Betty Valk, secretaris (bestuurslid sinds oktober 2014)
- Bert Jansen, publiciteit (bestuurslid sinds oktober 2015)
- Anjo Strik, ledenadministratie/website (bestuurslid sinds oktober 2014)
- Gosse Schraa, penningmeester (bestuurslid sinds oktober 2016)
- Willem Norde, vicevoorzitter (bestuurslid sinds oktober 2017)
- Gerjo Velders, lid (bestuurslid sinds oktober 2015)

Na zich zes, resp. vijf jaren te hebben ingezet voor het NWG nemen voorzitter Herman Eijsackers en vicevoorzitter Linus van der Plas afscheid van het bestuur. Herman en Linus hebben ieder op hun eigen karakteristieke manier een zeer waardevolle bijdrage geleverd aan het bestuur en aan het NWG als vereniging. Met name de soepele en humorvolle manier waarop Herman de lezingenavonden leidde, zullen we ons nog lang herinneren. Wij, en het NWG, zijn Herman en Linus veel dank verschuldigd.

Het bestuur is op de volgende data bij elkaar gekomen:

12 september 2017

19 december 2017

13 februari 2018

21 augustus 2018

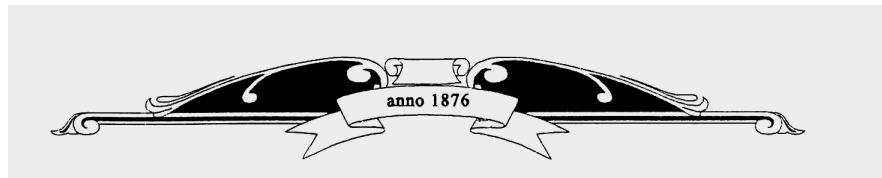
Belangrijkste aandachtspunten waren de programmering, organisatie van bijeenkomsten, interne en externe communicatie, ledenadministratie en financiën.

Bestuursleden hebben de zeven reguliere lezingen en de excursie gefaciliteerd. Lezingen werden aangekondigd in het programmaboekje, op de website en via een persbericht in de lokale en regionale media. De leden en andere belangstellenden ontvingen een email waarmee ze geattendeerd werden op de eerstvolgende lezing. Verder zijn de aankondigingen gedaan via de digitale kanalen van Wageningen UR, Ziekenhuis Gelderse Vallei, KLV, etcetera.

Verslagen van alle lezingen worden geplaatst op de website:

www.nwgwageningen.nl

Volgens een enquête, afgenomen tijdens de lezing van 6 februari 2018, wordt de NWG-website door ongeveer 60% van de leden en 50% van de niet-leden min of meer regelmatig bezocht.



4. Financiën

De financiële administratie, de uitgaven en de inkomsten over het jaar 2016-2017, werd door de kascontrolecommissie, met als leden Jaap Schouls en Henny Tax, gecontroleerd.

De commissie heeft geconstateerd dat de financiële administratie correct is uitgevoerd. Enkele beperkte overschrijdingen in de begroting zijn naar tevredenheid van de commissie door de penningmeester verdedigd.

Op de Algemene ledenvergadering van 3 oktober 2017 werd décharge verleend aan de penningmeester en het bestuur, voor het gevoerde financiële beleid. Tevens werd de begroting voor het jaar 2017/2018 goedgekeurd.

Het rekeningnummer van het NWG bij de Rabobank is: NL02 RABO 01568.78.798
