



van Melsenprijs 2022

de beste profielwerkstukken
in de natuurwetenschappen 2022

prijsuitreiking **Van Melsenprijs**

ScienceMakers Award 2022

Magazine Van Melsenprijs en
International Conference for
Young Scientists 2022

Onder redactie van Jan Marijnissen





Inhoudsopgave

Profielwerkstukken bij het Pre-University College (PUC)	3
De Van Melsenprijs	4
Voorwoord	5
Uitslag Van Melsenprijs 2022	6
De onderzoeken van de Van Melsenprijs in beeld	10
ScienceMakers Award 2022	12
PWS Componistenclassificatie: neurale netwerken en harmonische analyses	14
PWS De optimale transporttemperatuur voor poppen van drijfmestvliegen	16
PWS Eén burger, zes pootjes	18
PWS Invloed van aspirine op trombocytfuncties	20
PWS Degradatie van paracetamol	22
PWS Een ster in navigeren?	24
PWS Het ontwikkelen van een duurzaam frietbakje	26
PWS Invloed van geluid op plantengroei	28
PWS Wablief?	30
Colofon	32



Profielwerkstukken bij het Pre-University College (PUC) van de Radboud Universiteit

Bij het PUC onderdeel 'profielwerkstukken' worden vragen beantwoord die gerelateerd zijn aan profielwerkstukken in de exacte vakken. Daarnaast organiseren we jaarlijks de Van Melsenprijs voor het beste exacte profielwerkstuk en regelen we de afvaardiging van de winnaars van deze wedstrijd naar de International Conference for Young Scientists (ICYS).

Helaas brak vorig jaar in februari de oorlog in Oekraïne uit. De gezamenlijke Nederlandse universiteiten spraken met elkaar af dat wij alleen nog naar een dergelijke wedstrijd mochten als Rusland en Wit-Rusland onder neutrale vlag zouden meedoen. De voorzitter van de ICYS is een Russische hoogleraar en die wilde daar niet van weten. We hebben het nog apart nagevraagd aan de decaan van onze faculteit, maar ook die zei dat het niet mocht. Met wat we nu allemaal weten uiteraard een terechte beslissing. Om de winnaars toch iets leuks aan te bieden zijn we met ze gaan bowlen en grillen. En dat bleek ook heel gezellig. Voor komend jaar zijn we nog op zoek naar een andere internationale wedstrijd.

Vorig jaar hebben de deelnemers een kort filmpje gemaakt om te laten zien wat ze hebben gedaan. Dat bleken zulke leuke filmpjes te zijn geworden, dat we die filmpjes er hebben ingehouden. We hebben ze aan iedereen getoond tijdens de prijsuitreiking, maar als jij ze ook wil zien dan kan dat:

www.ru.nl/ise/outreach/pre-university-college-science/leerlingen/science-wedstrijden-olympiades-1/van-melsenprijs/finale-melsenprijs-2022.

Gelukkig hadden we dit jaar weer een fysieke prijsuitreiking. Alle lockdowns waren opgeheven en we mochten weer met een grote groep bij elkaar komen. Ook het Science Makers Award Gala was weer een echte bijeenkomst, we waren in het Philips stadion in Eindhoven.

Het PUC wil VO-leerlingen kennis laten maken met geavanceerde bètakennis en het doen van bètawetenschappelijk onderzoek. Daarvoor stelt de Radboud Universiteit haar state-of-the-art onderzoek, apparatuur en faciliteiten beschikbaar voor havo- en vwo-leerlingen en docenten.

Docenten verbeteren hierdoor hun kwaliteiten en zijn beter voorbereid op hun taak in de klas. Scholieren zijn door de kennismaking met de bètawereld beter voorbereid op het maken van een goed geïnformeerde en gemotiveerde studiekeuze voor een - al dan niet - bèta-studie. De Van Melsenprijs en de internationale wedstrijden zijn andere voorbeelden van activiteiten waarbij het doel van de universiteit is leerlingen kennis te laten maken met wat het betekent om zelf een onderzoeker te zijn, zodat leerlingen bewuster kiezen voor een vervolgstudie.

Daarnaast worden leerlingen vertrouwd gemaakt met wetenschap en wetenschappers, zodat misvattingen verdwijnen en de denkbeelden van leerlingen meer in overeenstemming worden gebracht met de werkelijkheid.

Heb je zelf vragen over je profielwerkstuk?

Stel je vraag via het vragenformulier op:

www.ru.nl/ise/outreach/pre-university-college-science/leerlingen/profielwerkstuk/stel-je-profielwerkstuk-vraag.

Vragen gesteld via de website worden door ons als eerste in behandeling genomen. Vragen gesteld via de website zijn het meest eenvoudig te beantwoorden, omdat dan alle gegevens meteen beschikbaar zijn (zoals telefoon en e-mailadres). Wij kunnen de scholieren bijvoorbeeld helpen bij het vinden van relevante literatuur. Wetenschappelijke tijdschriften hebben vaak een betaalmuur, waardoor scholieren geen toegang hebben. Het doorsturen van een link is daardoor niet zinvol. De Radboud Universiteit is op vele honderden tijdschriften geabonneerd, waardoor wij PDF-bestanden van gewilde artikelen kunnen doorsturen. Heb je een vraag over de opzet van je profielwerkstuk, worstel je met je onderzoeksvraag of twijfel je over je deelvragen? Stel deze vragen via de bovenstaande link! Studenten of experts binnen de Radboud Universiteit helpen je graag verder via contact over de mail of een online afspraak.

Wij kunnen helpen bij:

- Het verzinnen van een goede onderzoeksvraag (eventueel deelvragen), welke aansluit bij het onderwerp dat je hebt gekozen.
- De opzet van je onderzoeksplan en/of werkplan.
- Contacten leggen met wetenschappers in onze bètafaculteit via de mail.
- Het toesturen van volledige artikelen in PDF-vorm via e-mail.
- Het zoeken van wetenschappelijke literatuur.

Dit kan op twee manieren:

- Je kan met Google Scholar zoeken op onze computers, dan kan je meestal het hele artikel inzien en naar jezelf mailen.
- Je kan met je schoolpas hier naar de bibliotheek en daar zelf zoeken naar geschikte literatuur.
- Soms kunnen we ook iets praktisch doen, als de apparatuur voor je data-acquisitie beschikbaar is.

In andere gevallen gaan we proberen om een afspraak te maken met de afdeling waar de apparatuur die je wilt gebruiken staat. De route is altijd: jij hebt een vraag en wij kijken of je geholpen kan worden met deze vraag. Op afspraak langskomen kan ook: de verslagen waarvan de abstracts op de website staan kunnen hier worden ingezien (nooit worden verslagen gekopieerd of uitgeleend), om meer te weten te komen van bijvoorbeeld de meetmethoden die zijn gebruikt.



De Van Melsenprijs

De Van Melsenprijs is door de Radboud Universiteit Nijmegen ingesteld om de belangstelling van leerlingen voor de natuurwetenschappen te verhogen en om leerlingen te stimuleren er in uit te blinken. Alleen docenten kunnen profielwerkstukken insturen. Het inschrijfformulier is te downloaden van onze website. Iedere school mag per vak het beste profielwerkstuk insturen naar:

Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator 1
t.a.v. **PUC of Science Profielwerkstukken**
Kamer 6.18
Toernooiveld 216
6525 EC Nijmegen

*Let op!
Nieuw adres*

Inzendingen voor de Van Melsenprijs 2023 moeten uiterlijk binnen zijn op 12 maart 2023. De dag van de uitreiking van de prijzen wordt traditiegetrouw de van Melsenprijdag genoemd en deze vindt in 2023 plaats op 14 april. We zijn nog op zoek naar een nieuwe internationale wedstrijd. Uiteraard zijn hier voor de deelnemers geen kosten aan verbonden.

Docenten en leerlingen kunnen er inspiratie uit halen en het maakt ook duidelijk wat er binnen een exact profielwerkstuk allemaal mogelijk is. Leerlingen die zich beperken tot literatuuronderzoek doen zichzelf tekort. In dit magazine staan negen originele argumenten om echt onderzoek te (gaan) doen, namelijk de profielwerkstukken van de Van Melsenprijs 2022.

De inhoud van dit tijdschrift mag voor onderwijsdoeleinden worden gekopieerd; sterker nog: we moedigen dit juist aan. Ook met de uitgave van dit tijdschrift hopen wij de belangstelling bij leerlingen voor de exacte vakken te vergroten. Docenten die (delen van) het tijdschrift ter beschikking stellen aan de leerlingen helpen ons hiermee.

Veel plezier met het Van Melsenprijs- en Science Makers Award Gala tijdschrift 2022.

De medewerkers van PUC of Science Profielwerkstukken



Voorwoord

Dit jaar is voor de 29ste keer een wetenschapswedstrijd uitgeschreven door de Radboud Universiteit (RU). De profielwerkstukken van eindexamenkandidaten havo en vwo in de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie, technisch ontwerpen, informatica, informatiekunde en wiskunde of een combinatie hiervan kunnen meedingen naar de prijzen.

Er zijn in principe vier geldbedragen te winnen. De winnaars van de eerste prijs krijgen 500 euro, de winnaars van de tweede prijs 250 euro en de winnaars van de derde prijs 125 euro. Daarnaast is er een publieksprijs van 125 euro.

Maar zeker zo belangrijk als de geldprijzen is het voor de deelnemers dat de eerste, tweede en soms ook de derde prijswinnaars door de Radboud Universiteit (RU) kunnen worden uitgezonden naar een internationale wedstrijd.

De bedoeling van het organiseren van de Van Melsenprijs is het stimuleren van jonge mensen in het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek en om er in uit te blinken. Daarom is het ook een vereiste dat deelnemers echt praktisch onderzoek hebben gedaan bij het uitvoeren van het profielwerkstuk.

Het nomineren van tien verslagen wordt traditiegetrouw gedaan door de medewerkers van PUC of Science Profielwerkstukken. Daarbij wordt gelet op criteria, zoals kwaliteit (denk hierbij ook aan statistiek), niveau, originaliteit en creativiteit. Vervolgens worden de prijswinnaars geselecteerd door een vakjury die uit louter hoogleraren bestaat. De jury bestaat dit jaar uit prof. dr. R.H.P. Kleiss (*jurylid natuurkunde + voorzitter*), prof. dr. W.T.S. Huck (*jurylid scheikunde*), prof. dr. H.J.M. op den Camp (*jurylid biologie*) en prof. dr. E. Barendsen (*jurylid informatica*). Wiskunde is vacant.



Uitslag Van Melsenprijs 2022

De opening van de Van Melsenprijsdag 2022 wordt verzorgd door prof. Dr. E. (Erik) Barendsen Hoogleraar Bètavakdidactiek en directeur van het Pre-University-College of Science. Hieronder zijn speech:

"Welkom jongens en meisjes, ouders en familie, vrienden en vriendinnen en een speciaal welkom naar de speciale genodigden dit jaar. Er is een oud-winnaar van vorig jaar, er zijn oud-organisatoren en enkele hoogleraren uit de jury. Iedereen welkom op de bètafaculteit van de Radboud Universiteit.

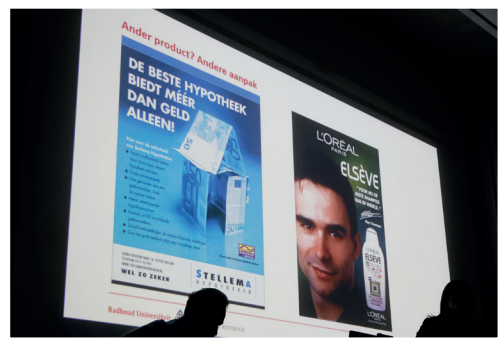
Dit jaar wordt voor de negenentwintigste keer de Van Melsenprijs uitgereikt. Jullie, genomineerden, hebben de beste profielwerkstukken van Nederland geschreven. Jullie werkstukken zijn de selectie van de selectie. Eerst heeft jullie leraar jullie werk geselecteerd als zijn of haar beste werkstuk. Dit heeft vijftig inzendingen bij het PUC opgeleverd. Daaruit zijn er negen genomineerd en dat zijn jullie. Er waren er tien genomineerd, maar helaas is er ééntje afgefallen. Aan onze jury de moeilijke taak om hieruit nummer één, twee en drie te kiezen. Omdat jullie bewezen hebben uitstekende bèta's te zijn, willen we jullie ook graag begroeten als onze nieuwe studenten. Van een paar heb ik al gehoord dat ze zich hier hebben ingeschreven. We hebben veel oud winnaars van de Van Melsenprijs onder onze studenten en die doen het allemaal goed. Kandidaten geniet van deze middag, je hebt nu al door de nominatie waardering en bewondering voor jullie prestatie afgedwongen. De vierde prijs is sowieso binnen, nu kijken wie één, twee en drie gaan worden."

prof. Dr. E. (Erik) Barendsen



De Van Melsenprijslezing wordt dit jaar gehouden door Dr. Y.F.M. (Yvette) Linders van het Radboud Kenniscentrum voor Retorica, Coördinator van Peitho. De titel is: 'Overtuigen met stijl'.

We leren dat er verschillende manieren bestaan om te overtuigen: via een centrale route, dan gebruik je argumenten, of via een perifere route, koppel het merk aan rolmodellen. Bij een ander product past een andere aanpak, bijvoorbeeld bij het aanprijzen van een hypotheek gebruik je argumenten die uitleggen dat jouw hypotheek de beste is, bij het aanprijzen van shampoo, koppel je het merk aan een mooie voetballer. We leren hoe framing werkt.



Een hypotheek verkoop je anders dan shampoo

De conclusie:

We kunnen een tekst overtuigender maken door:

- argumenten te gebruiken;
- op vuistregels in te spelen (veel argumenten, aantrekkelijkheid, deskundigheid, consensus, ...);
- zorgvuldig om te gaan met woordkeus.

Twee belangrijke voordelen van het hebben van kennis over overtuigingsprocessen en strategieën:

- je kunt je beter 'wapenen' tegen overtuigingsstrategieën;
- je kan je eigen communicatie overtuigender maken.



Advertentie die nu niet meer kan



Het publiek doet enthousiast met Yvette mee

Na deze lezing presenteren de genomineerden hun profielwerkstukken in het lokaal aan het publiek. Het publiek kan vervolgens zijn stem uitbrengen voor de publieksprijs. Hiervoor hanteren we een eenvoudig en elegant systeem. Op ieder project hangt een nummer van 1 tot en met 9. Iedereen krijgt bij het verlaten van de lezing een knikker. In de binnenstraat staat een opstelling met tien geblindeerde lange reageerbuisen. Jouw knikker stop je in de buis horend bij het project van jouw voorkeur. Het project met de meeste knikkers in zijn buis wint de publieksprijs.



Achterkant stemapparaat met van wie welke buis is, dan zien we meteen wie gewonnen heeft

Het was fijn dat we dit jaar weer een fysieke bijeenkomst mochten organiseren. Het aantal inzendingen loopt ook weer een beetje op, maar is nog niet op het oude niveau. De medewerkers van het PUC hebben er tien genomineerd. Na deze nominatie heeft één werkstuk zich teruggetrokken. Daarom staan in dit tijdschrift negen samenvattingen.

Onze jury bestaat in principe uit vijf hoogleraren, één uit ieder vakgebied. Wiskunde was dit jaar vacant. Zij hebben uit de genomineerden de nummers één, twee en drie vastgesteld.

Om zichzelf en het profielwerkstuk voor te stellen hebben de negen genomineerden ieder één filmpje van maximaal 3 minuten gemaakt. We hebben ze getoond na de lezing. Via deze link kan je ze ook allemaal zien, een aanrader, de leerlingen hebben er erg hun best op gedaan.

www.ru.nl/ise/outreach/pre-university-college-science/leerlingen/science-wedstrijden-olympiades-1/van-melsenprijs/finale-melsenprijs-2022/ Helaas bleek deelname aan de internationale profielwerkstukwedstrijd dit jaar niet mogelijk door de invasie van Rusland in Oekraïne.

Onze winnaars zijn ook dit jaar weer aangemeld bij het Science Makers Award Gala (SMAG). Dit jaar op 21 september georganiseerd in het Philips Stadion in Eindhoven. Helaas zaten voor sommige van onze winnaars examens, een practicum en verblijf in het buitenland in de weg, zodat alleen Sjoerd in het stadion was. Er bleek gelukkig veel belangstelling voor zijn profielwerkstuk waardoor hij talloze malen heeft kunnen vertellen wat hij heeft gedaan en waar dat allemaal toe heeft geleid.

Het PUC of Science feliciteert alle genomineerden en de winnaars. Uiteraard ook een proficiat voor alle begeleidende docenten, TOA's en scholen. En alle ouders voor (soms grote) steun. Hierna vindt u de bevindingen van de jury over de winnaars.

1. **Winnaar eerste prijs: Componistenclassificatie: neurale netwerken en harmonische analyses van Sjoerd Versteegh, het Vierde Gymnasium, Amsterdam**

”

*Hoe kan je
voorspellen wie
de componist
is van een
muziekstuk?”*



"Het winnende profielwerkstuk in deze editie van de Van Melsenprijs gaat over een bijzondere combinatie: informatica en muziek. En daarmee is meteen duidelijk wie de winnaar is, namelijk Sjoerd Versteegh van het Vierde Gymnasium in Amsterdam. Van harte gefeliciteerd.



Het profielwerkstuk gaat over analyseren van muziek. Dat roept bij mij allerlei gedachten op, bijvoorbeeld aan de bijzondere app die velen van ons op onze smartphone zullen hebben: Shazam. Als je in een café (of ergens anders...) zit en wilt weten welk muziknummer er wordt gespeeld, laat je Shazam luisteren. Die pikt bepaalde karakteristieke eigenschappen van de muziek op en stuurt die over het internet naar een computer die ze vergelijkt met opgeslagen karakteristieken in een database, om je zo te kunnen terugmelden waarnaar je luistert. Als je zoiets maakt moet je een slim antwoord hebben op twee uitdagingen, namelijk uitdaging (1): welke informatie is voldoende om muziek te herkennen (zeg maar, een vingerafdruk), en uitdaging (2): hoe analyseer je deze informatie op een handige manier. Denys Parsons ontdekte dat je veel klassieke muziek kunt herkennen aan de beginnoten, sterker nog: je hoeft niet de absolute toonhoogte te weten, maar alleen of de melodie omhoog gaat, omlaag gaat of hetzelfde blijft ten opzichte van de vorige noot. Hooguit tien, maar meestal minder beginnoten zijn al voldoende. Het is eigenlijk wel bijzonder dat een vingerafdruk zo simpel kan zijn.

Maar, beste Sjoerd, wat jij hebt gedaan is een stuk moeilijker. Je hebt een computerprogramma gemaakt dat van een muziekstuk voorspelt wie de componist is, zonder het stuk op te kunnen zoeken in bekende opnamen, maar door gebruik te maken van kenmerken van de muziek zelf. Je hebt wel gewerkt aan de twee uitdagingen die ik eerder noemde. Voor het analyseren (uitdaging 2) heb je neurale netwerken gebruikt, een techniek uit de kunstmatige intelligentie. Je hebt je de theorie van die netwerken zelf eigen gemaakt, wat al een hele prestatie is en ze ook zelf geprogrammeerd. Neurale netwerken bevatten zelf geen kennis, maar deze netwerken leren aan de hand van voorbeeld-data. Het probleem in kunstmatige intelligentie is dat je de goede data moet kiezen (uitdaging 1) om het systeem te laten leren. Dat heb je goed gezien en je hebt geëxperimenteerd met verschillende vingerafdrukken.

Je uiteindelijke oplossing herkent de gekozen componisten met een nauwkeurigheid van 100%. Daar valt wel een kritische kanttekening bij te maken: voor de herkenning gebruik je kunstmatige intelligentie, maar in je vingerafdrukken zit ook wat menselijke intelligentie verstopt. Nagaan hoe de rollen van die twee zich verhouden, zou interessant vervolgonderzoek kunnen zijn.

Je bent een echte autodidact: de jury was onder de indruk van hoe je literatuur en wetenschappelijke artikelen zelfstandig hebt verwerkt. Dat is echt heel knap. Je werkstuk is bovendien heel goed geschreven. Het leest heel goed en er staat precies genoeg in. De jury was daardoor aangenaam verrast, omdat de trend van de afgelopen jaren lijkt te zijn dat profielwerkstukken steeds dikker worden (hint!).

Jouw indrukwekkende onderzoek en de mooie manier waarop je dat onderzoek hebt verwoord maken jou, Sjoerd, welverdiend de winnaar van de eerste prijs in deze Van Melsencompetitie. Namens de jury wil ik je daarmee nogmaals feliciteren. En die felicitaties gelden ook voor je begeleider, Rebecca Stier en de supporters die in de zaal zitten."

Prof. dr. E. (Erik) Barendsen



2. Winnaar tweede prijs: De optimale transporttemperatuur voor poppen van drijfmestvliegen van Esmee Jacobs, Stedelijke Scholengemeenschap Nijmegen

"Waar een wandeling met een hond al niet toe kan leiden, gecombineerd met het feit dat je biologie een mooi vak vindt. Hier ben ik het overigens helemaal mee eens. Via hond Muffin en je moeder in contact met bioloog Chris Kolenberg van het bedrijf Fentini Biocontrol. Dit bedrijf houdt zich bezig met biologische bestrijdingsmiddelen. Hij had ook wel een idee voor onderzoek en zo was je profielwerkstuk geboren. Bij biologische bestrijding wordt gezocht naar natuurlijke vijanden van plaaginsecten. In dit profielwerkstuk gaat het om een natuurlijke vijand van o.a. de stalvlieg (*Stomoxys calcitrans* L.) en de huisvlieg (*Musca domestica* L.). Deze natuurlijke vijand is de drijfmestvlieg (*Hydrotia aeneascens*) en zoals de naam al aangeeft is deze heel geschikt voor stallen met drijfmest. Na een goede en uitgebreide inleiding beschrijf je een experiment waarbij gekeken wordt naar de optimale temperatuur voor het verzenden van de poppen van de drijfmestvlieg naar de gebruikers. Dit was inclusief analyses van temperaturen in varkensstallen en van de tijd die PostNL nodig heeft. De jury vond je werk origineel en goed uitgevoerd. Je hebt er veel tijd ingestoken, inclusief veel fietsen. Ondanks het feit dat er experimenten herhaald moeten worden, denkt de jury dat Chris Kolenberg zeker profijt heeft gehad van je inspanningen. Een opmerking die de jury nog wil maken is dat enige aandacht voor significante cijfers bij je t-test (tabellen in de bijlage) wel op zijn plaats is. Tot wel negen decimalen achter de komma is wat te veel van het goede.

De wandeling met de hond zorgde voor een profielwerkstuk, een nominatie voor de van Melsenprijs en vandaag een mooie tweede plek in deze competitie. Ik ga je nu de bijbehorende oorkonde uitreiken met mijn hartelijke felicitaties en wens je veel succes in je verdere carrière."

Prof. dr. H.J.M. (Huub) op den Camp

3. Winnaars derde prijs: Een burger, zes pootjes van Lynette Derksen en Shanaya Derksen, Stedelijke Scholengemeenschap Nijmegen

"Tegenwoordig staan onderwerpen als ecologie, duurzaamheid en dierenwelzijn volop, en terecht, in de belangstelling. Entomofagie, het door mensen eten van insecten als alternatief voor andere vleessoorten, is daarom een mooi onderwerp voor een profielwerkstuk zoals Lynette en Shanaya hebben gekozen.

Al eens eerder is entomofagie als onderwerp genomineerd voor de Van Melsenprijs, maar Lynette en Shanaya hebben zich bijzonder goed en degelijk verdiept in het onderwerp. Met name hun aandacht voor het welzijn van de meelwormen, ook al zijn het 'maar' insectenlarven, verdient respect.

Maar uiteindelijk heeft de jury het meest waardering voor het feit dat ze zelf als burgerproducent aan de slag zijn gegaan, wat naar hun eigen zeggen nog niet meeviel. De burgers zien er uiteindelijk heel smakelijk uit en zo vond het proefpanel ze ook! Ondanks het feit dat meelwormen geen pootjes hebben en het PWS dus eigenlijk 'Een burger, gelukkig geen pootjes' zou moeten heten, krijgen Lynette en Shanaya een welverdiende derde prijs!"

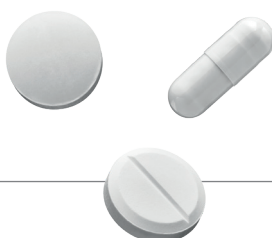
Prof. dr. R.H.P. (Ronald) Kleiss

Tot slot is de publieksprijs uitgereikt. Het profielwerkstuk met de meeste knikkers in de buis was:

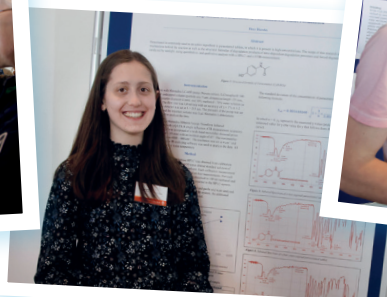
Invloed van aspirine op trombocytfuncties van Charlotte van Hamersveld, Jasmijn Remijn en Fleur Vreugdenhil. Docent: Paul van Wee. School: Corlaer College.

Alle winnaars gefeliciteerd namens het hele PUC-team.

”
Aan de slag
als burger-
producent!”



in beeld



Onderzoeken van de Van Melsenprijs



ScienceMakers Awards 2022

Na twee jaar ook weer fysiek podium voor de jonge denkers en doeners van Nederland!

Op woensdag 21 september 2022 heeft weer een succesvolle editie van ScienceMakers Awards plaatsgevonden. Na twee jaar was het gelukkig weer mogelijk om alle jongeren samen te laten komen op een fysiek event. In het Philips Stadion in Eindhoven zijn ruim honderd jonge denkers en doeners - die uitblinken op het gebied van wetenschap, techniek, maken en uitvinden - voor de achtste keer gehuldigd. Zoals altijd werd ook vanuit de Van Melsenprijs weer een winnaar afgevaardigd. Dit jaar was dat Sjoerd Versteegh, die met zijn spectaculaire profielwerkstuk 'Componistenclassificatie' [red: meer informatie over zijn PWS vind je in dit magazine] niet alleen winst behaalde bij de Van Melsenprijs. Maar óók bij de Jan Kommandeur- en de KNAW Onderwijsprijs. Daarnaast heeft hij ook deelgenomen aan de European Union Contest for Young Scientists (EUCYS), die plaatsvond van 12 tot 18 September 2022 in Leiden.

Tijdens ScienceMakers Awards ontvingen alle jongeren ook een Award voor hun bijzondere prestaties. Dit gebeurde in aanwezigheid van presentator Dennis Weening en PSV-spelers Sávio Moreira da Oliveira en André Ramalho. Verder zijn de bijzondere verhalen en unieke prestaties van de ScienceMakers van maandag 26 november tot en met vrijdag 7 oktober online uitgelicht.



De ScienceMakers Award 2022 – Hallo ScienceMaker, jij bent een vernieuwer, ik ben duurzaam, samen gaan we voor een betere toekomst

Waarom gehuldigd?

Door heel Nederland - en ook in het buitenland - vinden er elk jaar wedstrijden plaats op het gebied van wetenschap, technologie, maken en uitvinden. Tijdens deze wedstrijden maken jongeren (10-18 jaar) de meest ingewikkelde berekeningen en briljante uitvindingen. Bedenken ze toffe ideeën. En doen zij geniale ontdekkingen. Sinds 2015 huldigt Nederland dit talent tijdens ScienceMakers Awards.

Meer informatie: www.sciencemakers.nl/over-sciencemakers

Huldiging: stralend, inspirerend en speciale gasten

De weergoden waren de jonge talenten gunstig gezind: het was een prachtige, zonnige dag. Precies wat nodig was om de jongeren in het zonnetje te zetten en te laten stralen. Een mooie huldiging vanuit de eretribune: met volop blijde gezichten en een fantastische ScienceMakers Award 2022, bedacht en gemaakt door het Fablab in Groningen. Aan inspiratie geen gebrek tijdens de huldiging: presentator Dennis Weening is met alle jongeren in gesprek gegaan over wat zij hebben gedaan, bedacht en gemaakt. Hiernaast werd er een keynote verzorgd door Fabienne van de Weiden, co-founder LABELEDby., over haar passie voor duurzame productie en fashion technology.

De ScienceMakers werden nog verrast door speciale gasten tijdens de huldiging: PSV-spelers Sávio Moreira da Oliveira en André Ramalho wilden met eigen ogen zien welke talenten in 'hun' stadion gehuldigd werden. Een groepsfoto met beide spelers kon uiteraard niet ontbreken. Ook liepen de spelers nog een rondje over de Expo.

Expositie van projecten

Na de huldiging vond de Expo plaats waar veel van de ScienceMakers hun project tentoongesteld hebben. Op de drukbezochte Expo was de sfeer heel goed.

Jan Marijnissen, wedstrijdcoördinator Van Melsenprijs, op de Expo in gesprek met winnaars van de Nationale scheikundeolympiade





Presentator Dennis Weening en Sjoerd Versteegh

De jongeren werden vergezeld door onder meer ouders en leraren, en ook verschillende wedstrijdcoördinatoren waren aanwezig bij de bijzondere dag.

Ook brachten de gasten van het Jubileum van het Jongeren en Technologie netwerk Jet-Net een bezoek aan de Expo, onder meer mensen uit het technisch bedrijfsleven, om meer te horen over en te zien van de veelzijdige en interessante projecten van de ScienceMakers.

Alle winnende projecten van 2022 vind je hier:
www.sciencemakers.nl/projecten/2022

Online podium

Van maandag 26 september tot en met vrijdag 7 oktober zijn de jongeren ook online uitgelicht, via de sociamediakanalen van ScienceMakers Nederland (Instagram, Facebook, Twitter). Dit heeft een mooi bereik opgeleverd; dat hebben de jongeren dan ook dik verdiend!

In gesprek met Sjoerd!

Op 21 september zijn we ook met een aantal ScienceMakers in gesprek gegaan. Om hen beter te leren kennen én om meer te weten te komen over hun project. Ook met Sjoerd is een leuk filmpje opgenomen! Deze is te bekijken via het YouTube-kanaal van ScienceMakers Nederland.

Filmpje Sjoerd: www.youtube.com/watch?v=C71JNKf1zAM



Groepsfoto ScienceMakers 2022 met PSV-spelers



Bekijk het filmpje van Sjoerd op: www.youtube.com/watch?v=C71JNKf1zAM

”

*Verrassing! Met PSV-spelers
 Sávio Moreira da Oliveira
 en André Ramalho op de foto”*



Componisten- classificatie:

neurale netwerken
en harmonische analyses

Leerling:
Sjoerd Versteegh

Docent:
Rebecca Stier

School:
**Het 4e Gymnasium,
Amsterdam**

Inleiding

Wat kenmerkt de muziek van verschillende componisten? Muziekwetenschappers schreven er boeken over vol, maar uit onverwachte hoek komen er nu nieuwe antwoorden op deze vraag.

Artificiële neurale netwerken kunnen aan de hand van verscheidene vormen van informatie bepalen door wie een muziekstuk is geschreven. Zo heeft bijvoorbeeld Micchi (2018) in zijn onderzoek uit geluidsopnames reconstructies gemaakt van het originele notenbeeld, die via een neuraal netwerk leiden tot een classificatie van de verwachte componist. Vaak worden gehele MIDI-bestanden als input aan een algoritme gegeven (Hontanilla et al., 2013; Kong et al., 2020), maar er is ook geprobeerd een handjevol specifieke aspecten te analyseren en te verwerken tot een classificatie van de verwachte componist (Cuthbert et al., 2011; Herremans et al., 2015).

Een muziekstuk kan ook worden gereduceerd tot een reeks akkoorden. Deze akkoorden worden relatief aan de toonsoort genoteerd: een harmonische analyse. De gebruikte akkoorden, hun functie in de toonsoort en de opeenvolging daarvan zijn in een harmonische analyse heel duidelijk weergegeven. Vermoedelijk onderscheiden componisten zich onderling door in een eigen stijl kenmerkende akkoordenreeksen samen te stellen.

In dit onderzoek wordt een nieuwe stap gezet: een neuraal netwerk ontvangt harmonische analyses van muziekstukken van Bach, Beethoven en Monteverdi en bepaalt bij welke componist de betreffende analyse hoort. Daarmee wordt tevens op de proef gesteld of harmonische analyses inderdaad kenmerkend zijn voor een componist.



Sjoerd

Vraagstelling

"In welke mate kan een neuraal netwerk de componist van een klassiek muziekstuk voorspellen aan de hand van harmonische analyses van dat muziekstuk?"

Hypothese

Mijn hypothese is dat harmonische analyses kenmerkend zijn voor een componist en geschikt om componisten mee te voorspellen.

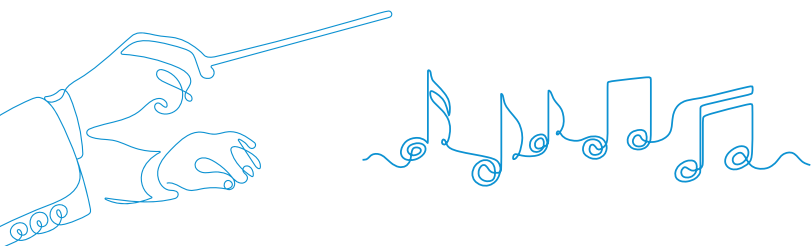
Materiaal en methode

Standaard neurale netwerken hechten geen waarde aan de volgorde waarin informatie wordt gegeven. Onderzoekers in het onderzoeksveld van tekstanalyse liepen als een van de eersten tegen dat probleem aan. De volgorde van woorden heeft invloed op de betekenis, net als bij muziek en akkoorden. Er zijn twee algoritmes ontworpen die wél de volgorde van de input hanteren: een 'long short-term memory' (LSTM-) en een 'gated recurrent unit' (GRU-)netwerk. In dit onderzoek zijn zowel een LSTM- als een GRU-netwerk gebruikt om de hypothese te testen. Het GRU-netwerk behaalde de beste resultaten. Daarom zal hier verder enkel op dit netwerk worden ingegaan.

Omdat neurale netwerken wiskundige functies zijn, werken ze alleen met getallen. Harmonische analyses moeten omgezet worden in getallen. In *figuur 1* is een fragment weergegeven van een harmonische analyse die gebruikt is voor mijn model.

m staat voor het maatnummer, b voor de tel in de maat en || representeert een korte pauze in de muziek. De toonsoort is aangegeven met letters zoals te zien in maat 4, C betekent C- groot. Daarvoor staat het stuk in F-groot, te zien aan het begin van de analyse.

Uit deze lap tekst selecteer ik alleen de relevante informatie: namelijk de reeks akkoorden zelf, te zien in *figuur 2*.



"Wat kenmerkt de muziek van verschillende componisten?"

In totaal heb ik gebruik gemaakt van 45 analyses per componist (Bach, Beethoven en Monteverdi). Het neurale netwerk heeft daardoor 135 muziekstukken om mee werken, waarvan er 108 gebruikt worden voor de trainingsfase.

Vervolgens zet ik de akkoorden om in vectoren, zodanig dat vectoren van akkoorden die op elkaar lijken dicht bij elkaar liggen in de vectorruimte. Een GRU-netwerk ontvangt al die vectoren en geeft een output.

In *figuur 3* is schematisch weergegeven hoe een harmonische analyse wordt verwerkt tot verwachte componist. Een akkoord wordt vertaald in een input vector met 128 dimensies, weergegeven met vier input nodes. De dikte van een pijl vertegenwoordigt de invloed van een getal op een ander netwerkcomponent. Het model heb ik geprogrammeerd in Python, gebruikmakend van de populaire *Python library Keras*. Het netwerk leert door middel van een vorm van *supervised learning*, waarbij de gewichten tussen de neuronen worden aangepast door middel van het *Gradient Descent Algorithm*.

Resultaten

In *figuur 4* zie je het leerproces van het GRU-model, dat het beste presteert. De oranje lijn is belangrijk hier; deze geeft het percentage correct geïdentificeerde stukken aan (*accuracy*) van stukken die het model niet is tegengekomen tijdens het leren.

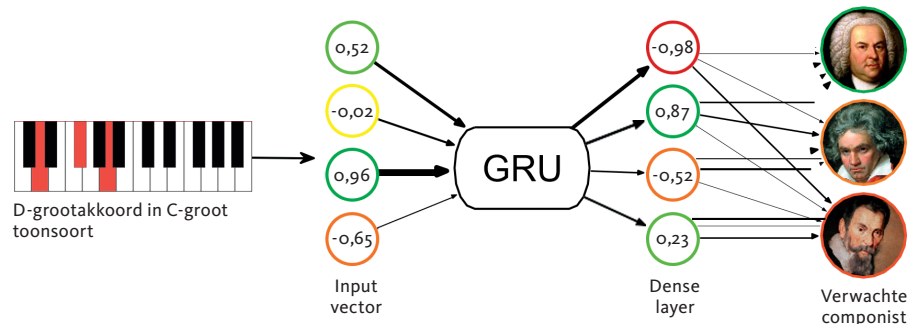
Het GRU-model behaalt een score van 100,0% op een verzameling van 27 stukken (9 per componist) die het model nog niet eerder is tegengekomen. Alle 27 stukken zijn correct geïdentificeerd als gecomponeerd door Bach, Beethoven of Monteverdi.

```
m0 b4 F: I
m1 I b2 V6 b3 V2/IV b4 IV6
m2 V b3 I || b4 IV
m3 I6 b2 ii7 b2.5 viio6 b3 I
b4 V
m4 I || b4 I C: IV
...
```

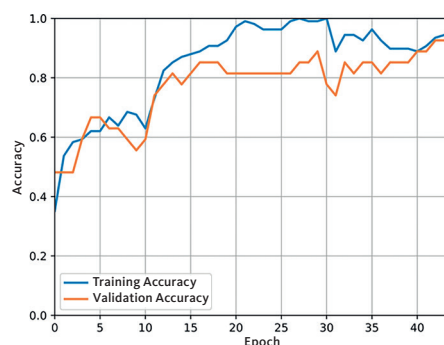
Figuur 1: Fragment van een gebruikte harmonische analyse

```
I I V6 V2/IV IV6 V I IV I6
ii7 viio6 I V I I IV ...
```

Figuur 2: De selectie van tekst uit dezelfde analyse als in *figuur 1* is weergegeven.



Figuur 3: Samenvatting van mijn model



Figuur 4: Het leerproces van het netwerk

Conclusie

Zoals te zien in de resultaten werkt de aanpak met gebruik van harmonische analyses uitstekend. Er moet wel worden opgemerkt dat 100% *accuracy* alleen een indicatie is voor de prestaties van het model op deze willekeurig geselecteerde stukken. Desondanks zijn deze resultaten uitstekend en overtreffen naar mijn kennis alle voorafgaande onderzoeken in dit onderzoeksveld.

Discussie

Hiermee is aangetoond dat harmonische analyses voldoende informatie leveren om componisten mee te classificeren. Zoals altijd in dit onderzoeksgebied is een van de limiterende factoren de hoeveelheid beschikbare informatie. Neuronale netwerken en soortgelijke algoritmes vereisen heel veel gegevens om mee te leren. Desalniettemin is gebleken dat het model het erg goed doet met de geringe hoeveelheid muziekstukken.

De optimale transporttemperatuur voor poppen van drijfmestvliegen

Leerling:
Esmee Jacobs

Docenten:
Jasper Hoogveld
& Karin Van de Meberg

School:
Stedelijke Scholengemeenschap
Nijmegen, Nijmegen

Inleiding

Er is vandaag de dag een toenemende vraag naar biologisch voedsel. De agrarische sector speelt hierop in door tegenwoordig steeds meer biologisch te produceren. Dit brengt voor veebedrijven een probleem met zich mee: veebedrijven met een biologische bedrijfsvoering kunnen geen gebruik meer maken van chemische vliegenbestrijding en zullen over moeten stappen op biologische alternatieven.

Biologische vliegenbestrijding met behulp van drijfmestvliegen is hierbij een mogelijkheid. Drijfmestvliegen behoren tot de roofvliegen. Dit zijn vliegen die jacht maken op andere insecten. De larven (maden) van de drijfmestvlieg zijn de echte predatoren. Bedrijven die gebruikmaken van drijfmestvliegen als biologische vliegenbestrijding ontvangen een koker met poppen. Deze koker wordt opgehangen in de stal en vervolgens komen de poppen uit. De volwassen vliegen leggen eitjes in de drijfmest. Binnen één tot twee dagen komen uit deze eitjes larven. De larven zijn ertoe in staat om andere vliegsoorten 'leeg te zuigen', waardoor ze sterven. Dit kunnen wel twintig individuen per dag zijn. Op deze manier stoppen de larven van de drijfmestvlieg de ontwikkeling van plaagvliegen.

Vraagstelling

Voor een optimale effectiviteit van de drijfmestvliegen is zorgvuldig transport van de poppen een belangrijk aspect. Het bedrijf Fentini Biocontrol heeft mij daarom gevraagd om onderzoek te doen naar het antwoord op de volgende vraag: "Wat is de optimale temperatuur tijdens het transport van poppen van drijfmestvliegen?"

Hypothese

Het bedrijf waarvoor dit onderzoek uitgevoerd is, heeft zelf altijd 8°C aangehouden als transporttemperatuur, aangezien de voormalig eigenaar dit had aanbevolen. De verwachting is dat de optimale transporttemperatuur rond de 8°C zal liggen. Uit het literatuuronderzoek blijkt ook dat de poppen bij te



Esmee

hoge temperaturen steeds minder uit zullen komen als gevolg van hittestress.

Materiaal en methode

Om de optimale temperatuur voor het transport te bepalen heb ik eerst zes verschillende kokers voorbereid met elk 10.000 poppen. Elke koker heb ik in een temperatuurkast met temperatuurregelaar en thermometer gedaan. De temperaturen waren als volgt: 0°C; 8°C; 16°C; 24°C; 32°C en 40°C. Toen heb ik elke dag gedurende acht dagen vijftig poppen uit alle zes de kokers gehaald en in een bakje gedaan. Dit bakje heb ik samen met een bakje met voer en een bakje met water in een kooitje geplaatst beginnend met vijftig poppen die nog helemaal niet in de temperatuurkast hebben gezeten als controleproef. Deze kooitjes plaatste ik in een andere kamer met de temperatuur van de varkensstal (26°C), want hier worden de drijfmestvliegen uiteindelijk gebruikt. Elke dag gedurende acht dagen (geteld vanaf de dag dat de poppen voor het eerst de kooien in gingen) heb ik gekeken hoeveel vliegen er in de kooien op de temperatuur van de varkensstal waren. Na twee weken op de temperatuur van de varkensstal heb ik nog een keer de vliegen in de kooien geteld als eindtelling.

Resultaten

Om meer te kunnen zeggen over de gegevens is de verzendtijd opgedeeld in twee groepen: kort transport (het gemiddelde van de poppen die 1, 2 en 3 dagen op de transporttemperatuur bewaard zijn) en lang transport (het gemiddelde van de poppen die 4, 5 en 6 dagen op de transporttemperatuur bewaard zijn). Bij kort transport horen binnenlandse verzendingen en verzendingen naar België of naar Duitsland en bij lang transport horen verzendingen naar Frankrijk, Italië en Luxemburg. Na deze opsplitsing waren de volgende grafieken te maken van de resultaten:

Zoals in de grafieken te zien is, zijn de hoogste drie temperaturen niet aan te bevelen voor een zo hoog mogelijk aantal poppen dat uitkomt. In de analyse



Figuur 1: Drijfmestvlieg

van de resultaten zijn de hoogste drie temperaturen daarom buiten beschouwing gelaten. Om te kijken of er bij de transporttemperaturen 0°C, 8°C en 16°C een significant verschil is, is er een T-toets van twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden uitgevoerd. Met behulp van deze T-toetsen zijn de P-waarden berekend. De vooraf bepaalde grens voor significante waarden is een P-waarde onder de 0,05.

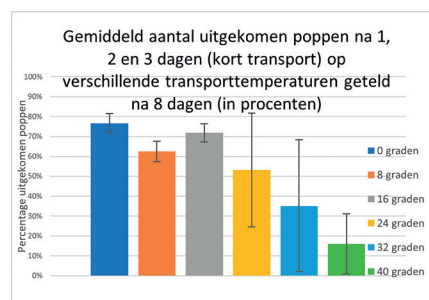
Conclusie

De T-toets wijst uit dat er een significant verschil is tussen 0°C/8°C en 0°C/16°C in het aantal poppen dat is uitgekomen binnen acht dagen op de temperatuur van de varkensstal. Hierbij is 0°C significant beter dan zowel 8°C als 16°C. De andere T-toetsen toonden aan dat er bij de rest van de vergelijkingen geen significante verschillen zijn tussen 0°C, 8°C en 16°C. Uit dit onderzoek is dus gebleken dat voor kort transport 0°C optimaal is wanneer wordt gekeken naar de poppen die binnen acht dagen zijn uitgekomen en dat bij lang transport 0°C, 8°C en 16°C optimaal zijn, omdat er geen significant verschil is tussen deze drie temperaturen. Het is bij lang transport aan te raden om de temperatuur te kiezen waar de minste kosten aan verbonden zijn.

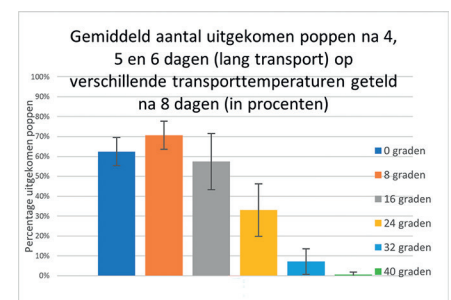


Figuur 2: Kooitje

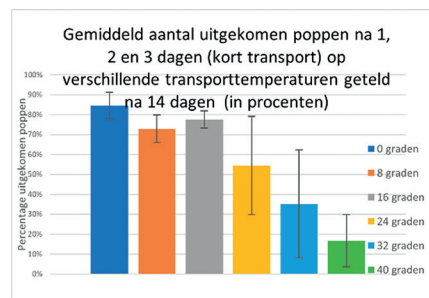
"Biologische vliegenbestrijding met behulp van drijfmestvliegen"



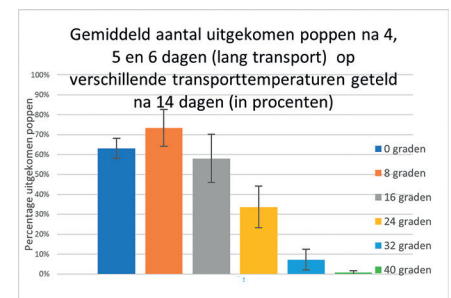
Figuur 3: Het gemiddelde percentage poppen (van de batch die 1, 2 en 3 dagen bewaard is op de verschillende transporttemperaturen) dat binnen acht dagen op de temperatuur van de varkensstal is uitgekomen



Figuur 4: Het gemiddelde percentage poppen (van de batch die 4, 5 en 6 dagen bewaard is op de verschillende transporttemperaturen) dat binnen acht dagen op de temperatuur van de varkensstal is uitgekomen



Figuur 5: Het gemiddelde percentage poppen (van de batch die 1, 2 en 3 dagen bewaard is op de verschillende transporttemperaturen) dat binnen veertien dagen op de temperatuur van de varkensstal is uitgekomen



Figuur 6: Het gemiddelde percentage poppen (van de batch die 1, 2 en 3 dagen bewaard is op de verschillende transporttemperaturen) dat binnen veertien dagen op de temperatuur van de varkensstal is uitgekomen

Discussie

De resultaten sluiten voor een deel aan bij de hypothese. Het experiment heeft echter slechts eenmaal plaatsgevonden. Om significantere resultaten te verkrijgen zou het beter zijn om het onderzoek te herhalen. Verder zou de validiteit van het onderzoek verhoogd kunnen worden door meer poppen per kooi te gebruiken. Verder onderzoek zou de invloed van de temperatuur nog beter kunnen bepalen met kleinere tussenstappen in de temperatuur. Vervolgonderzoek zou kunnen focussen op verschillende soorten verpakkingsmateriaal om de optimale temperatuur tijdens het transport te handhaven.

Eén burger, zes pootjes

Leerlingen:

**Lynette Derksen
& Shanaya Derksen**

Docent:

Jarno Verhoofstad

School:

**Stedelijke Scholen-
gemeenschap
Nijmegen, Nijmegen**

Inleiding

Voor veel mensen is een maaltijd pas echt een maaltijd als er een stuk vlees bij zit, maar de vleesproductie heeft een grote negatieve impact op het milieu. Desondanks moet de alomtegenwoordige groeiende populatie van bijna acht miljard mensen ter wereld gevoed blijven worden. Daarom wordt er telkens gezocht naar nieuwe en gunstigere manieren om de samenleving van eten te voorzien. De insectenmarkt zou hier een oplossing voor kunnen bieden.

Zo worden insecten weleens verwerkt in voedingsmiddelen, in bijvoorbeeld roze koeken of aardbeienijs. De roze kleur van de koek wordt gemaakt van luizen. Dit liet ons denken: als men het insect niet ziet, wordt het eten ervan dan aantrekkelijker? In dit onderzoek ligt de focus op één soort insect en deze verwerken we tot een smakelijke burger. Door middel van trial & error zijn we tot de conclusie gekomen dat de meelworm het meest geschikte insect is voor dit PWS.

Vraagstelling

"Hoe kan entomofagie een oplossing bieden voor het verkleinen van de ecologische voetafdruk?"

In dit onderzoek is de hoofdvraag gebaseerd op twee achterliggende gedachten. De eerste gedachte komt voort uit de drijfveer voor het onderzoek: *"Biedt de entomofagie een oplossing voor de ecologische voetafdruk?"*. De tweede gedachte realiseert de hoofdvraag: *"Hoe maak je entomofagie aantrekkelijk genoeg voor mensen?"*. Het eerste gedeelte van het PWS is beantwoord door middel van literatuuronderzoek, terwijl het tweede gedeelte beantwoord is door middel van experimenteel onderzoek.

Hypothese

Bij het denken aan vleesvervangers denkt men vaak aan burgers. Daarom is er in het experimenteel onderzoek gefocust op het maken van een insectenburger. We verwachten dat de meelwormenburger een succes zal zijn, mits de meelworm niet terug te



Lynette & Shanaya

zien is in de burger. We verwachten onder andere door literatuuronderzoek te bewijzen dat meelwormen beter zijn voor het klimaat dan vee.

Theorie

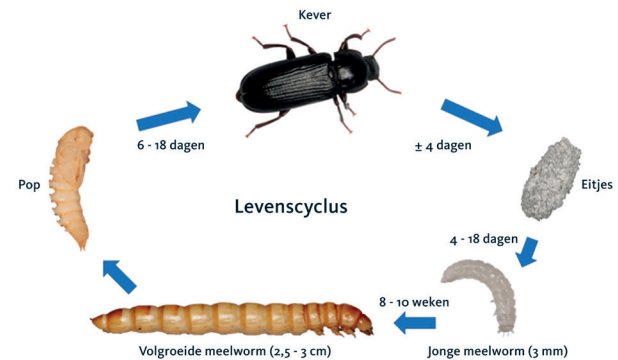
Vis en vlees veroorzaken bijna 14% van alle uitstoot van broeikasgassen. Het *Global Warming Potential* (GWP) wordt gebruikt om de mate uit te drukken waarin een broeikasgas een bijdrage kan leveren aan klimaatverandering. Volgens de *Food and Agriculture Organization of the United Nations* hebben koeien een GWP van vijf biljoen kg CO₂-eq. Omgerekend is dit per kilo koe minimaal 2,98 kg CO₂-eq. 1 kilo verse meelwormen heeft een GWP van 2,65 kg CO₂-eq. Meelwormen hebben een kleiner GWP en zullen daardoor een kleiner effect hebben op klimaatverandering. Ook is de pijnperceptie van insecten vergeleken met die van vee. Insecten hebben dezelfde pijnreceptoren als koeien en zijn daardoor in staat dezelfde pijn te voelen. Experimenten tonen echter aan dat insecten deze pijn niet hetzelfde ervaren als koeien. Wetenschappers hebben bij vliegen één poot ernstig beschadigd en deze vliegen voerden desondanks hun dagelijkse taken uit. Insecten hebben overeenkomstige voedingswaarden met vee. Insecten missen alleen lysine, maar dit is echter aan te vullen door het eten van eieren, bladgroenten of peulvruchten, zoals bruine bonen. Ten slotte bieden insecten ons ook vezels, terwijl andere dierlijke producten, zoals melk, kaas en vlees, ons dit niet bieden.

Materiaal en methode

Naar aanleiding van een aantal gidsexperimenten hebben we voor het hoofdexperiment twee burgers gemaakt. De eerste burger is gemaakt van een combinatie van vlees en meelwormen. Deze mixburger is gemaakt met gebruik van een vriezer, droogstoof, vijzel, meelwormen, gehakt, kruiden en een pan. De tweede burger bestaat voornamelijk uit meelwormen. Verder zit er ei, olie en bloem in. Voor de meelwormenburger is gebruik gemaakt van een vriezer, blender en pan.



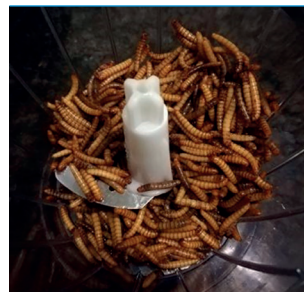
"Als je het insect niet ziet, wordt het eten ervan dan aantrekkelijker?"



Resultaten

Bij de mixburger – van vlees en meelwormen gemaakt – werd het fijnstampen van de meelwormen door ons als onprettig ervaren. Door gebruik van de kruiden rook de burger lekkerder dan voorheen. De smaak van de burger werd door een kleine groep proefpersonen goed beoordeeld en die was vergelijkbaar met de smaak van een normale hamburger. De meelwormenburger was vlot gemaakt en rook lekker. De geur is door een kleine groep proefpersonen omschreven als "ruikt net als een vleesvervanger". De smaak werd omschreven als lekker, krokant, droog en nootachtig. Daarnaast benoemde een proefpersoon dat hij wel drogere vleesvervangers in de winkel gekocht had. Verder was het opmerkelijk dat twee proefpersonen vegetarisch waren, maar graag een uitzondering maakten voor deze meelwormenburger. Tot slot vonden de proefpersonen het fijn dat er bij beide burgers niks terug te zien was van de meelworm zelf.

Figuur 1: De levenscyclus van de meelworm



Figuur 2: Meelwormen in blender



Figuur 3: Meelwormenburger



Figuur 4: Mixburger

Voedingswaarde per 100 gram	Meelwormenburger	Hamburger
Energie (kcal)	278	239
Vet (g)	24,50	18
Waarvan verzadigd (g)	5,00	7,50
Koolhydraten (g)	19,40	2,20
Waarvan suikers (g)	0,75	0,90
Vezels (g)	3,80	0,60
Eiwit (g)	29,50	16,80
Zout (g)	0,13	1,90

Tabel 1: Voedingswaardetabel

Conclusie

Beide burgers zijn goed gelukt. In het vervolg zal er bij de mixburger gebruik gemaakt worden van een blender. Bij de meelwormenburger wordt voortaan gebruikgemaakt van kokosolie en zonnebloemolie om ervoor te zorgen dat de meelwormenburger wat malser en minder droog is.

Van de meelwormenburger is ook een voedingswaardetabel gemaakt om te vergelijken met de hamburger. Hieruit is af te leiden dat de meelwormenburger wat voedingswaarde betreft hoger staat dan de hamburger. Opmerkelijk is dat van de 100 gram meelwormenburger 77,33 gram bestaat uit voedingswaarden, terwijl dat bij de hamburger maar 39,5 gram is. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de hamburger meer water bevat dan de meelwormenburger.

Discussie

In de experimenten is er met levende organisme gewerkt. Elk experiment is hierdoor eenmalig uitgevoerd. Ook waren de experimenten op kleine schaal vergeleken met bijvoorbeeld kweekbedrijven. Hierdoor waren niet altijd de juiste materialen beschikbaar en zijn er andere oplossingen gezocht. Een voorbeeld hiervan is het gebruiken van een gloeilamp als bron van warmte. Later is deze vervangen door een warmtemat. Om meelwormen te kweken voor humane consumptie moet men ook een vergunning hebben. Deze vergunning is alleen te krijgen als er aan alle factoren wordt voldaan.

De voedingswaardetabel van de meelwormenburger is gebaseerd op het onderzoek: 'Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea'. De waarden zijn niet gemeten uit onze burgers, omdat de technologie hiervoor niet tot onze beschikking stond.

Invloed van aspirine op trombocytfuncties



Charlotte, Jasmijn & Fleur

Leerlingen:
**Charlotte van Hamersveld,
Jasmijn Remijn
& Fleur Vreugdenhil**

Docent:
Paul van Wee

School:
**CorlaerCollege,
Nijkerk**

Inleiding

Wist je dat de gemiddelde jaarproductie van aspirine zo een 40.000 ton is? Het is een medicijn waar vrijwel iedereen bekend mee is. Hoofdpijn? Aspirine. Buikpijn? Aspirine. Voor tal van patiënten is het zelfs van levensbelang. Aspirine heeft namelijk een verband met trombocyten: de werkzame stof acetylsalicylzuur (ASA) is een aggregatieremmer.

In dit onderzoek is er ASA gesynthetiseerd en dat is middels uitgevoerde experimenten vergeleken met commerciële ASA. Dit is gedaan aan de hand van een zuiverheidsbepaling en Flowcytometrie.

Aan het begin van het onderzoek is bewust gekozen voor een natuurwetenschappelijk profielwerkstuk. De aangeboden mogelijkheden op het gebied van het uitvoeren van de onderzoeken heeft de doorslag gegeven voor het uiteindelijke onderwerp.

Vraagstelling

"Wat is het verschil in werking tussen zelfgesynthetiseerd acetylsalicylzuur en commercieel acetylsalicylzuur op de aggregatie en activatie van trombocyten?"

Hypothese

Het zelfgesynthetiseerde ASA zal volkomen zuiver zijn. De verwachting is dan ook dat er geen verschil zal zijn met het commerciële ASA. Dit berust op het feit dat het zelfgesynthetiseerde ASA ook de juiste enzymen kan acetyleren. De trombocyten zullen hierdoor niet in de geactiveerde toestand overgaan, waardoor er geen aggregatie kan plaatsvinden.

De activatie van trombocyten zal te maken hebben met de tromboxaan-A₂ en verscheidene stollingsfactoren. Het is logisch om te verwachten dat fibrinogeen een essentiële rol zal spelen binnen het aggregatieproces; het is immers een stollings-eiwit. Het zelfgesynthetiseerde ASA zal daardoor een remmend effect hebben op de activatie van de trombocyten, wat zorgt voor een remmend effect op de aggregatie. De mate van aggregatie past zich namelijk aan aan de mate van activatie.

Materiaal en methode

Om het antwoord op de hoofdvraag te vinden is een drietal experimenten uitgevoerd. Allereerst is ASA gesynthetiseerd. De synthese van ASA is uitgevoerd naar de methode van Onderwijsinstituut Scheikunde Universiteit Utrecht (april 2012). Ter controle van de synthese is de opbrengst berekend, deze bedroeg 65,2%.

Om te controleren of het zelfgesynthetiseerde ASA de juiste stof bevat en zuiver is, is er als tweede experiment een analyse uitgevoerd. Dit is gedaan aan de hand van papierchromatografie.

Elke stof heeft een eigen retentiefactor. Dit zal zorgen voor een 'vlek' op het chromatogram. Ligt de vlek van het zelfgesynthetiseerde ASA op eenzelfde hoogte als die van het commerciële ASA, dan betekent dit dat het zelfgesynthetiseerde ASA zuiver is. Op het chromatogram was er bij het zelfgesynthetiseerde ASA echter een tweede plek zichtbaar. Dit betekent dat de zelfgesynthetiseerde ASA verontreinigd is en per definitie niet zuiver is.

Als laatste en tevens belangrijkste experiment is er gebruik gemaakt van Flowcytometrie. Hierbij hebben wij gebruik gemaakt van de methode opgesteld door het Synapse Research Institute te Maastricht. De Flowcytometer meet de mate van lichtweerskaatsing. Dit licht wordt geëmitteerd middels fluorescerende labels die hechten aan de receptoren van een trombocyt. Hierdoor kunnen de celkenmerken van een trombocyt worden waargenomen. De celkenmerken geven de mate van inhibitie op de activatie en aggregatie van trombocyten weer. Het onderzoek is gebaseerd op het gedoneerde bloed van drie personen in vitro.

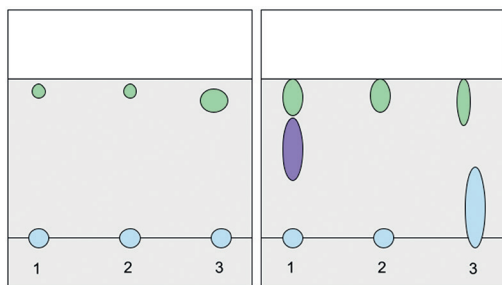
Resultaten

Het onderzoek is gericht op de resultaten verkregen bij de Flowcytometrietest. Voor het onderzoek zijn in eerste instantie verschillende activators gebruikt, echter bleek ASA enkel een inhiberende werking te hebben op arachidonzuur (AA). Er zijn verscheidene concentraties gebruikt van zowel AA als ASA. De resultaten zijn weergegeven in *Figuur 3*.

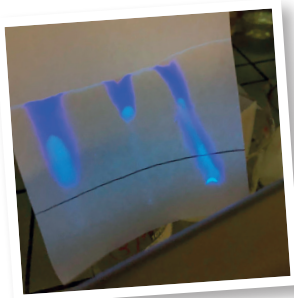


"Voor tal van patiënten is aspirine van levensbelang"

Hierin zijn het zelfgesynthetiseerde en het commerciële ASA vergeleken. Er is een lager percentage inhibitie bij het zelfgesynthetiseerde ASA te zien dan bij het commerciële ASA.



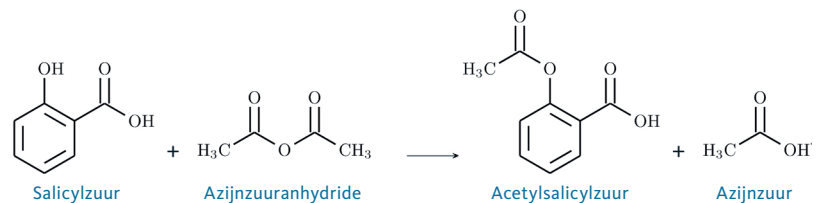
Figuur 1 - resp. papierchromatogram ethanol:water=1:1, papierchromatogram ethanol:water=25:75, 1=zelfgesynthetiseerde ASA, 2=commerciële ASA, 3=salicylzuur



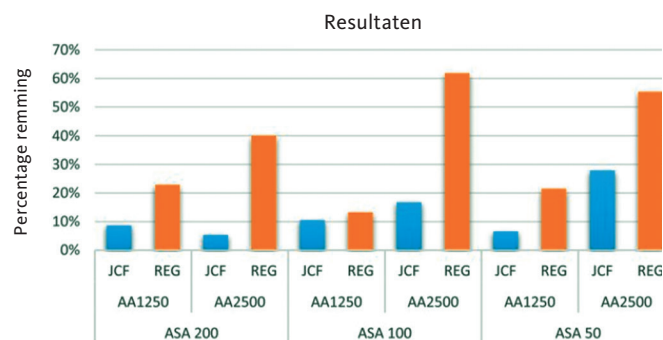
Papierchromatogram

Conclusie

Uit dit kwantitatieve onderzoek is gebleken dat er een zichtbaar verschil te vinden is tussen zelfgesynthetiseerd en commercieel ASA op de activatie en aggregatie van trombocyten. Het zelfgesynthetiseerde ASA vertoont in mindere mate inhibitie op de activatie dan wel aggregatie van trombocyten.



Figuur 2 - Reactievergelijking van de synthese van ASA



Figuur 3 - Diagram met resultaten Flowcytometrie (JCF=zelfgesynthetiseerde ASA, REG=commerciële ASA)

Discussie

De resultaten corresponderen niet met de vooraf gestelde verwachtingen. Er werd namelijk een verminderde inhibitie op de activatie en aggregatie van trombocyten gevonden. Dit gegeven is te verklaren aan de hand van verscheidene factoren. Allereerst bedroeg de opbrengst bij de synthese 65,2%, wat wordt beschouwd als een matig resultaat. Mogelijke onzuiverheden (restproducten of verontreinigingen) worden bevestigd door het papierchromatogram. Dit verklaart tevens de verminderde inhiberende remming van het zelfgesynthetiseerde ASA gemeten met de Flowcytometrietest. Zoals eerder genoemd, is dit onderzoek uitgevoerd op drie personen in vitro. Om praktische redenen is tijdens dit onderzoek geen grotere steekproef uitgevoerd. Dit maakt het onderzoek weliswaar niet te generaliseren voor een populatie, maar wel kunnen er onderbouwde hypothesen opgesteld

worden die verwachte resultaten voor een populatie kunnen uitwijzen. Op basis van drie personen kunnen weinig valide conclusies getrokken worden.

Voor een valide conclusie zal een groter aantal proefpersonen noodzakelijk zijn. Op deze manier kan het effect van outliers worden geminimaliseerd.



Degradatie van paracetamol



Floor

Leerling:
Floor Dierckx

Docent:
Jaqueline van den Berg

School:
Mencia de Mendoza
Lyceum, Breda

Inleiding

In de farmaceutische industrie wordt paracetamol als actieve stof verwerkt in paracetamoltabletten. Voor de consument is het van belang dat de effectiviteit van de actieve stof optimaal is en dat het tablet vrij is van schadelijke vervalproducten. De mate van effectiviteit van een tablet hangt dan ook nauw samen met de houdbaarheid van het tablet en de condities waaronder de tabletten worden bewaard.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om de mechanismen te achterhalen die betrokken zijn bij zowel het tijdsafhankelijke als het door zonlicht gekatalyseerde verval van paracetamol in farmaceutische tabletten. Hierbij is gebruik gemaakt van een kwantitatieve en kwalitatieve analyse door middel van een HPLC- en FTIR-opstelling.

Vraagstelling

Een HPLC-opstelling werd gebruikt om de concentratie van paracetamol in de onderzochte tabletten te bepalen. In dit experiment werd de volgende vraag onderzocht: "Wat zijn de effecten van tijd en zonlicht op de concentratie van paracetamol en het ontstaan van vervalproducten in Albert Heijn 500 mg paracetamoltabletten?" Een FTIR-opstelling werd gebruikt om de bindingen in paracetamol en daarmee de structuur van paracetamol, in de onderzochte tabletten te achterhalen.

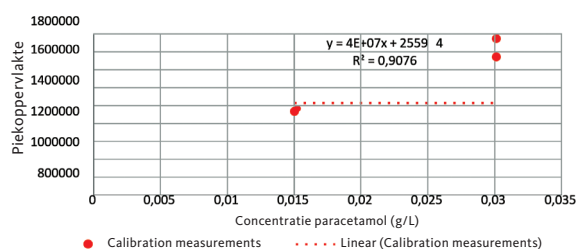
Hypothese

In het eerste experiment werd verwacht dat de concentratie van paracetamol afneemt na verloop van tijd en dat dit proces wordt versneld in aanwezigheid van zonlicht. Volgens dezelfde redenering wordt verwacht dat de concentratie van vervalproducten juist toeneemt na verloop van tijd en dat dit proces eveneens onder invloed van zonlicht wordt versneld. Voor het tweede experiment werd verwacht dat de structuur van paracetamol na verloop van tijd verandert en dat deze verandering sneller verloopt onder invloed van zonlicht.

Materiaal en methode

Voorafgaand aan beide experimenten werden van nog houdbare 500 mg Albert Heijn paracetamol-tabletten twee tabletten voor zes dagen, twee tabletten voor dertien dagen, en twee tabletten voor twintig dagen in direct zonlicht geplaatst. Ook werd er een oplossing gemaakt van een nog houdbaar tablet in 60 mL gedemineraliseerd water en in het zonlicht geplaatst. De tabletten werden samen met twee nog houdbare tabletten en twee vier jaar vervallen tabletten geanalyseerd met een HPLC- en een FTIR-opstelling. De apparatuur werd beschikbaar gesteld door de Technische Universiteit Eindhoven en Fontys Hogeschool Eindhoven. Voor de HPLC-meting werd een ijklijn gemaakt met een 100 en 50 keer verdunde standaardoplossing van 10-2 M paracetamol in 100 mL methanol. Elke kalibratie werd twee keer uitgevoerd, zodat er een ijklijn ontstond die gebaseerd was op een totaal van vier kalibraties. Voor ieder van de te onderzoeken tabletten werd ongeveer 0,1537 g opgelost in 100 mL methanol, zodat de resultaten van de chromatogrammen binnen de marges van de ijklijn vallen. Na het filtreren van de verkregen oplossingen werd er voor iedere meting 1 µL geïnjecteerd in het HPLC-systeem. Uit de verkregen chromatogrammen werden vervolgens met behulp van de opgestelde ijklijn de massapercentages (%) van paracetamol in ieder van de onderzochte tabletten bepaald. Bij de FTIR-meting werden, naast de spectra van de te onderzoeken tabletten, een referentiespectrum van 98% zuiver paracetamol en een spectrum van de eerder voorbereide paracetamoloplossing gemaakt.

Resultaten



Figuur 1: Ijklijn voor HPLC-meting met kalibraties van 100 en 50 keer verdunde standaardoplossing van 10-2 M paracetamol in 100 mL methanol. Functievoorschrift $f(x) = 40857236,28x + 255936,5173$ en $R^2 = 0,907609155$.

"De effectiviteit van paracetamol hangt nauw samen met de houdbaarheid van een tablet en de condities waaronder hij wordt bewaard"

Onderzochte tabletten	Massa-percentage (%) paracetamol
Nog houdbaar tablet	96,63 (77,99 – 115,25)
Vier jaar vervallen tablet	87,52 (74,78 – 100,25)
In zonlicht voor 6 dagen	76,67 (47,18 – 106,15)
In zonlicht voor 13 dagen	35,42 (0,31 – 70,53)
In zonlicht voor 20 dagen	61,1 (29,64 – 92,54)

Tabel 1: Massapercentages (%) paracetamol in alle onderzochte Albert Heijn 500 mg paracetamoltabletten.

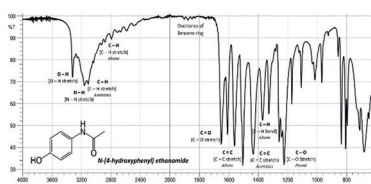
De spreiding in de waarden van de massapercentages (tabel 1) werd berekend uit de standaarddeviatie in de x-richting (concentratie van paracetamol g/L). Deze standaarddeviatie is berekend met behulp van de onderstaande formule:

$$S_{x0} = 0,003410268 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{3,814381933 \cdot 10^{11}}}$$

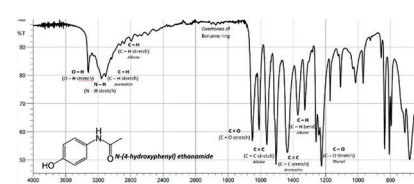
Hierin is $n = 4$, y_0 de gemeten waarde voor y (piekoppervlakte), en $\bar{y}$, verwachte waarde voor y die volgt uit de opgestelde functie $f(x)$ van de ijklijn.

Conclusie

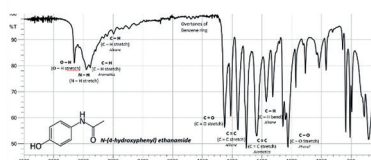
Uit de resultaten van de HPLC-metingen blijkt dat de concentratie van paracetamol in vier jaar vervallen paracetamoltabletten lager is dan de concentratie in nog houdbare tabletten. Wanneer de tabletten ongeveer twintig dagen in direct zonlicht werden geplaatst, werd een lagere concentratie van paracetamol gemeten dan in de vier jaar vervallen tabletten. Hieruit volgt dat de concentratie van paracetamol in farmaceutische tabletten afneemt na verloop van tijd en dat deze afname wordt versneld door de aanwezigheid van zonlicht. Tevens zijn uit de verkregen chromatogrammen geen vervalproducten van paracetamol af te leiden en blijkt uit de FTIR-metingen geen verandering in de structuur van paracetamol. De hypothese van experiment 2 kan daardoor voorlopig worden verworpen. Wel werd bij de FTIR-metingen een verschil in transmissie (%) door de verschillende onderzochte tabletten waargenomen. Dit bevestigt het verschil in concentratie paracetamol in de onderzochte monsters van experiment 1. Wanneer een oplossing van een nog houdbaar tablet in 60 mL gedemineraliseerd water



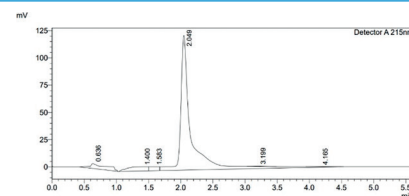
Figuur 2: Infraroodspectrum van een nog houdbaar Albert Heijn 500 mg paracetamoltablet.



Figuur 3: Infraroodspectrum van een vier jaar vervallen Albert Heijn 500 mg paracetamoltablet.



Figuur 4: Infraroodspectrum van een nog houdbaar Albert Heijn 500 mg paracetamoltablet dat twintig dagen in direct zonlicht is geplaatst.



Figuur 5: Chromatogram van een vier jaar vervallen Albert Heijn 500 mg paracetamoltablet. De retentietijd van paracetamol bedraagt ongeveer 2,0 minuten.

in zonlicht werd geplaatst, kleurde de oplossing na verloop van tijd bruin. Vermoedelijk is het paracetamol gehydrolyseerd tot 4-aminophenol en werd het 4-aminophenol in aanwezigheid van zuurstof verder geoxideerd tot een quinone-imine, zoals in een eerder onderzoek werd waargenomen door Martignac et al. (2013; Photochemical & Photobiological Sciences. Mechanistic pathways of photolysis of paracetamol in aqueous solution: an example of photo-Fries rearrangement). Het quinone-imine veroorzaakt dan de bruine kleur van de oplossing.



Discussie

De resultaten van de HPLC-metingen zijn discutabel, omdat er voorafgaand aan het experiment geen blanco chromatogram is gemaakt. Het is hierdoor aannemelijk dat de berekende concentratie van paracetamol ook methanol bevat, wat eveneens een verklaring zou kunnen zijn voor de afwijkende vorm van de verkregen chromatogrammen.

Daarnaast is het opvallend dat er in de chromatogrammen geen vervalproducten van paracetamol zijn aangetroffen. Dit kan een gevolg zijn van meten bij slechts één golflengte. In het vervolg zou het daarom beter zijn om het experiment bij meerdere golflengten uit te voeren. Bovendien zijn er meer metingen en analysemethoden nodig om de diverse mechanismen achter het verval van paracetamol in paracetamoltabletten te kunnen achterhalen.

Een ster in navigeren?

Leerlingen:

**Aniek Graafsma
& Sara Zwijnenberg**

Docenten:

**Karin van de Meeberg
René van de Veerdonk**

School:

**Stedelijke Scholen-
gemeenschap
Nijmegen, Nijmegen**

*”Toen er nog geen
GPS was, was het
ingewikkelder om
je weg te vinden”*

Inleiding

Moet je naar een onbekende bestemming? Dat is toch geen probleem? Alleen even de adresgegevens in Google Maps invoeren en met een druk op de knop is het duidelijk wat de gemakkelijkste route is. Nu is dit de normaalste zaak van de wereld, maar vroeger lag dat wel even anders! Toen er nog geen GPS was, was het een stuk ingewikkelder om je weg te vinden. En toch is het ontdekkingsreizigers uit het verre verleden behoorlijk goed gelukt de wereld in kaart te brengen. Het geheim achter hun succes ligt voor het grijpen. Het uitgangspunt van de oude navigatie-instrumenten is namelijk de terugkerende beweging van de hemellichamen aan het firmament.

In deze studie is onderzocht hoe deze vorm van navigatie precies werkt, door in te gaan op de verschillende instrumenten die men in het verleden hanteerde en de toepassing van deze techniek met een sextant in het bijzonder, waarbij er door middel van een experiment ervaring opgedaan is op dit gebied.

Vraagstelling

”Is het mogelijk om astronavigatie op nauwkeurige wijze toe te passen in Nederland met behulp van een zelfgemaakte sextant?”

Hypothese

Bij dit onderzoek is geen hypothese getoetst. Er is geprobeerd zelfstandig een sextant te bouwen, waarna deze getest is. Het is mogelijk achteraf een hypothese te formuleren, door te veronderstellen dat het ‘wel mogelijk’ of ‘niet mogelijk’ is om een nauwkeurig resultaat te verkrijgen, maar dit is verder niet relevant, omdat dit onderzoek een gesloten vraag betreft.

Theorie

Het toepassen van astronavigatie bestaat uit drie onderdelen:
Om te beginnen moet de hoogte van een hemellichaam gemeten worden. Hiermee wordt de hoek bedoeld die gevormd wordt door een (denkbeeldige)



Aniek & Sara

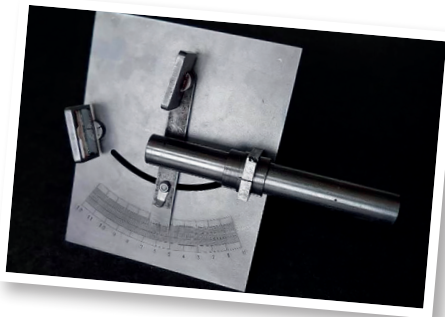
lijn te trekken vanaf de oneindig verre horizon naar de waarnemer en vervolgens een lijn van de waarnemer naar het betreffende hemellichaam. Deze hoek kan bepaald worden met behulp van een meet-instrument. Hiervoor is in dit onderzoek een sextant gebruikt. Daarnaast is het ook belangrijk om het exacte tijdstip van de meting te weten.

Vanwege het feit dat de aarde draait, is de positie van de hemellichamen ten opzichte van de waarnemer op aarde veranderlijk en daardoor afhankelijk van de tijd. In naslagwerken, zoals een *Nautical Almanac*, staan data over de positie van verschillende hemellichamen voor ieder tijdstip in het jaar genoteerd. Door deze data te combineren met tabellen uit de tabel HO249, kan voor het gebruikte hemellichaam op het tijdstip van de meting de positie aan de hemel worden bepaald. Vervolgens kan de meetlocatie worden bepaald door berekeningen uit te voeren, waarbij verschillende metingen op dezelfde locatie worden gecombineerd.

Materiaal en methode

Bouwproject: Voor het experiment bij dit onderzoek is een sextant gebouwd. Omdat dit productieproces naar een eigen ontwerp is uitgevoerd, was het noodzakelijk alle onderdelen afzonderlijk te vervaardigen en op elkaar af te stemmen. Hierdoor is er een uniek instrument ontstaan. In een staalplaat is een gradenboog gefreesd, waarop een draaiende wijzer de gemeten hoek aangeeft. Voor de fijne schaalverdeling zijn extra streepjes in de wijzer gekrast, waardoor de hoek nauwkeuriger af te lezen is. Op het frame is een kijker gemonteerd, waardoor een hemellichaam in beeld genomen kan worden, doordat het licht hiervan in twee spiegeltjes reflecteert. Omdat één van deze spiegeltjes op de wijzer gemonteerd is, is de hoek tussen de twee spiegeltjes te variëren door de wijzer te draaien. Hierdoor kan de hoogte van de kijkrichting gewijzigd worden.

Metingen: Na het voltooiën van het bouwproject zijn er meerdere metingen verricht met de sextant. Hiervoor zijn verschillende hemellichamen gebruikt, waarvan de zon het meest geschikt was voor het



Eindresultaat sextant

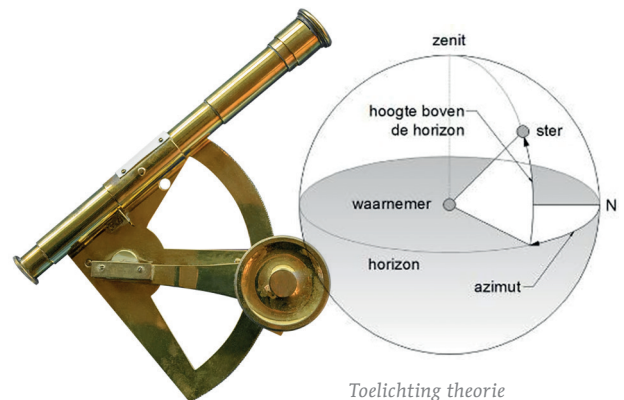
bepalen van de plaats. Het verwerken van de metingen bleek een zeer ingewikkelde kwestie. Vandaar dat hiervoor de expertise van een ervaringsdeskundige is ingeschakeld.

Door bij een eerste meting een gekozen hulppunt, de azimutlijn en de ware locatie in te tekenen in een assenstelsel is er een hoogtelijn te construeren waarop de berekende meetlocatie zich moet bevinden. Door er een soortgelijke tekening van een tweede meting met een verschillend azimut aan toe te voegen ontstaat er een snijpunt van de twee hoogtelijnen, dat de coördinaten van de locatie weergeeft. Om de nauwkeurigheid van de meting te kwantificeren kan de afwijking worden bepaald die de berekende meetlocatie heeft ten opzichte van de werkelijke meetlocatie (volgens Google Maps). Na het verrichten van de metingen bleek, naar aanleiding van een overleg met de deskundige, dat er ondanks de degelijke voorbereiding een kleine leemte in de voorkennis zat.

Hierdoor zijn er geen metingen met een significant verschil in azimut verricht, met als gevolg dat de metingen niet op de hierboven beschreven manier te combineren zijn. Daardoor kan er geen absolute afwijking worden gedefinieerd, maar gelukkig kunnen de individuele metingen wel worden geanalyseerd. Hierdoor kan er wel iets gezegd worden over de onbepaaldheid in de afwijking, met behulp van de minimale en de maximale afwijking.



Gebruik van de sextant bij de metingen in Zandvoort aan Zee



Toelichting theorie

Resultaten

Locatie 1 Friesland	Meting: 1	2	3
Verskil in hoogte tussen de true altitude op de meetlocatie en de berekende hoogte bij het hulppunt, uitgedrukt in mijl	27,5 mijl	10,5 mijl	22,5 mijl
Minimale afwijking van de sextant (t.o.v. de werkelijke locatie), in mijl	31,2 mijl	8 mijl	27,8 mijl
Maximale afwijking van de sextant (t.o.v. de werkelijke locatie), in mijl	62,4 mijl	16 mijl	55,6 mijl

Locatie 3 Zandvoort aan Zee	Meting: 1	2	3	4	5	6	7
Verskil in hoogte tussen de true altitude op de meetlocatie en de berekende hoogte bij het hulppunt, uitgedrukt in mijl	- 5,35	156,25	4,25	39,25	- 5,75	29,25	- 5,75
Minimale afwijking van de sextant (t.o.v. de werkelijke locatie), in mijl	14	X	12,4	X	4,8	X	3,88
Maximale afwijking van de sextant (t.o.v. de werkelijke locatie), in mijl	28	X	24,8	X	9,6	X	7,76

Figuur 1: Metingen per locatie, in mijl

Conclusie

Doordat in dit onderzoek niet één duidelijke locatie als resultaat is verkregen, is er geen absolute conclusie te trekken over de nauwkeurigheid van de meting, maar er valt wel iets te zeggen over de onzekerheid. Wanneer er gekeken wordt naar de vier relevante metingen in Zandvoort aan Zee (meting 1, 3, 5 en 7), kan er gezegd worden dat de afwijking respectievelijk tussen de 14 en 28 mijl; 12,4 en 24,8 mijl; 4,8 en 9,6 mijl en 3,88 en 7,76 mijl in ligt. Door deze vier resultaten te middelen, kan gesteld worden dat de algemene afwijking tussen de 8,77 en 17,54 mijl in ligt. Bij professioneel gebruik van een sextant is men tevreden met een afwijking van 10 mijl. Aangezien deze waarde binnen de marge van de in dit onderzoek verkregen afwijking valt, kan hieruit geconcludeerd worden dat het gelukt is een nauwkeurig resultaat te verkrijgen door astronavigatie met behulp van een zelfgemaakte sextant in Nederland.

Discussie

Zoals in de meeste onderzoeken, is ook bij deze studie ruimte voor verbetering. Er zijn een aantal aspecten te noemen die de zekerheid van de getrokken conclusie in twijfel trekken. Op deze punten kan meer diepgang verkregen worden in een vervolgonderzoek. Zo is de conclusie maar op weinig metingen gebaseerd, waardoor er een kans bestaat dat de conclusie op toeval berust. Ook is het de moeite van het proberen waard om opnieuw metingen te verrichten en deze op de juiste manier te combineren, zodat er een absolute conclusie getrokken kan worden over de afwijking. Verder zijn er nog factoren in de fabricage van de sextant die mogelijk een afwijking veroorzaken, zoals de eindige nauwkeurigheid van de gebruikte machines en gereedschappen in de staalwerkplaats.

Het ontwikkelen van een duurzaam frietbakje

Leerlingen:

**Bas Liebe,
Bram Liebe
& Mark Helmes**

Docenten:

**Bas de Bruin
& Ton Hilderink**

School:

**Ludger College,
Doetinchem**



Inleiding

Sinds 3 juli 2021 geldt er binnen de Europese Unie een verbod op verschillende soorten wegwerp-plastics. De voorraad plastic bekertjes, bestek en frietbakjes mag niet meer vernieuwd worden.

Nadat de huidige voorraad opgebruikt is, moeten snackbars en andere verkopers van plastic verpakkingen op zoek naar andere materialen. Plastics die binnen enkele weken in de natuur worden afgebroken, zogenaamde biodegradable plastics, worden wel toegestaan, mits ze geen schadelijke stoffen achterlaten. Natuurlijke stoffen, zoals hout en bamboe, zijn ook toegestaan.

Vraagstelling

"Wat is een geschikte vervanging voor de verboden wegwerpplastics waarvan frietbakjes tot op heden gemaakt werden?"

Hypothese

Wij verwachtten dat we een duurzaam en afbreekbaar alternatief van plastic konden maken. Allereerst hebben we hiervoor bepaald welke materialen het best gebruikt konden worden. Hierbij hebben we onder andere gelet op de stoffeïenschappen van het materiaal, de beginstoffen die we nodig hadden, de reactie en eventuele bijproducten. Een ideaal frietbakje zou stevig zijn, uit duurzame materialen bestaan, geen extreem hoge of lage temperaturen of gevaarlijke katalysatoren nodig hebben en zo min mogelijk schadelijke bijproducten opleveren. Daarnaast moest het frietbakje hitte-, olie- en waterbestendig zijn en makkelijk op grote schaal in een vorm te gieten of persen zijn.

We hebben geëxperimenteerd met melkzuurplastic, zetmeelplastic en karton. Het melkzuur- en zetmeelplastic zijn allebei met een polycondensatiereactie te vormen door ze op te lossen in water en de oplossing te verhitten. Bij het verhitten van het melkzuur verdampte het meeste ervan echter en het plastic dat



Bas, Bram & Mark

achterbleef was plakkerig en onbruikbaar. Voornamelijk met het zetmeel hebben we veel experimenten gedaan: we hebben gevarieerd met katalysatoren, de verhouding tussen water en zetmeel, de verhitings tijd en de omstandigheden waarin de vloeistof opdroogde. Al deze factoren waren van invloed op het eindproduct. Een te grote hoeveelheid van het bindmiddel zorgde voor een brokkelig plastic, te lang koken zorgde ervoor dat het uit elkaar viel, enzovoort.

Materiaal

Benodigdheden TPS

- Zetmeel
- Glycerol
- Zoutzuur (0,1M)
- Natronloog (0,1M)
- Gedestilleerd water
- Brander
- Driepoot
- Gaas
- Tang
- Drie druppelpipetten
- Petrischaal
- Maatbeker (50 mL)
- Roerstaaf

Benodigdheden bakje

- Mal
- Gekookte rijst
- Karton
- Blender
- Water

Methode

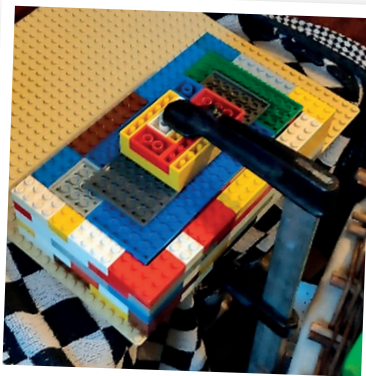
Om het bakje te creëren hebben we een mengsel van 2,5 gram zetmeel, 25 mL water en 3 mL glycerol met zoutzuur als katalysator 10 minuten verhit. Het glycerol trad hier als bindmiddel op. Dit zetmeel was te flexibel om een bakje van te vormen, maar we ontdekten per toeval dat het waterafstotend was en goed aan papier hechtte. Daarom hebben we onderzoek gedaan naar het gebruik van zetmeelplastic als bescherm laag van een materiaal dat minder goed tegen water kan: karton.

Voor het produceren van het karton hebben we eerst 30 gram papier in stukken gescheurd en vervolgens vermengd met een minieme hoeveelheid water en



”Wat is een geschikte vervanging voor de wegwerpplastics waarvan frietbakjes werden gemaakt?”

gekookte rijst. Dit mengsel is in een mal gemaakt van Lego samengeperst in de gewenste vorm, waarna het drie dagen op kamertemperatuur heeft gedroogd. Vervolgens is dit karton met het hiervoor genoemde zetmeel-plastic bedekt om het te beschermen tegen vocht.



Conclusie

Het eindresultaat was een bijzonder sterk en bruikbaar frietbakje gemaakt van gerecycled karton. Het is biologisch afbreekbaar en deels bestand tegen vocht en vet. Het materiaal is zelfs zo sterk dat het een val van vijftien meter zonder schade doorstond. Sterker nog: wij hebben enige zorgen over de afbreekbaarheid van het materiaal. Het breekt immers wel af, maar is dankzij zijn stevigheid erg moeilijk te breken zonder gereedschap.

Discussie

Wij zijn tevreden over het eindproduct, hoewel het anders is geworden dan we hadden verwacht. Toen we aan dit project begonnen, dachten we dat we het bakje uit alleen plastic konden laten bestaan, maar daarvoor was het plastic niet stevig genoeg. Ook zijn er nog een paar verbeterpunten voor het bakje. Zo zou het bakje dunner moeten zijn en moeten de zij-kanten beter aangepast worden, zodat er geen scheuren in ontstaan. Ook kan er waarschijnlijk minder water gebruikt worden.



Invloed van geluid op plantengroei



Merel, Danique & Mattanja

Leerlingen:

**Merel de Graaf,
Danique Verhoeven
& Mattanja 't Hoen**

Docent:

Bernhard Klok

School:

**Penta College Scala
Molenwatering,
Spijkenisse**

Inleiding

In enkele onderzoeken is aangetoond dat geluid en muziek een grote invloed op plantengroei en de ontkieming van planten blijken te hebben. Wel vermelden wetenschappers dat er meer studies nodig zijn om deze resultaten te bevestigen en om het reactiemechanisme uit te leggen. Bovendien beweren wetenschappers dat hun experimenten slechts de basis vormen voor onderzoek naar reactiemechanismen van planten op geluid..

Deze wetenschappelijke onderzoeken hebben ons zeer nieuwsgierig gemaakt naar het effect van geluid op plantengroei, vooral omdat beide onderzoeken de basis vormen voor verder onderzoek. Er is nog heel weinig over dit onderwerp bekend.

Vraagstelling

Onze hoofdvraag luidt: *"Wat is de invloed van verschillende soorten tonen op plantengroei?"*

Om het groeimechanisme van planten goed te kunnen begrijpen, hebben wij de volgende deelvragen onderzocht:

- Hoe groeien planten?
- Welke factoren spelen een rol bij de groei van planten?
- Hoe reageren planten op veranderingen in hun omgeving?
- Hoe kunnen verschillende soorten tonen en de kennis van hoe planten reageren op verschillende soorten tonen gebruikt worden in de praktijk?

Hypothese

Het is eerder aangetoond dat planten op omgevingsgeluiden kunnen reageren. Daarom verwachten wij dat de planten die worden blootgesteld aan geluidstonen een afwijkend groeiproces zullen vertonen ten opzichte van de controlegroep. Wij denken dat de planten beter zullen groeien naarmate de toon hoger wordt.

Materiaal en methode

Literatuurstudie

Ons onderzoek bestaat voor een deel uit een literatuurstudie. In de literatuurstudie hebben we vooral onderzoek gedaan naar de groei van planten en hoe planten reageren op hun omgeving. Dit hebben we gedaan door informatie op internet te zoeken over deze onderwerpen. Met de kennis die we op hebben gedaan, kunnen we de processen die in het praktische onderzoek plaatsvinden mogelijk beter begrijpen.

Inhoud praktisch onderzoek

Naast de literatuurstudie doen we ook een praktisch onderzoek, waarbij wij zelf de invloed van verschillende tonen op de plantengroei testen. We doen dit met behulp van graslelies, omdat deze plant snel groeit en daardoor is de groei gemakkelijk te meten.

Om dit te onderzoeken gebruiken we een onderzoeksgroep en een controlegroep. De graslelies uit de onderzoeksgroep stellen we bloot aan verschillende tonen. De graslelies uit de controlegroep laten we daarentegen in stilte (enkel omgevingsgeluiden) groeien. We laten de planten groeien en kijken na enkele dagen naar de verschillen.

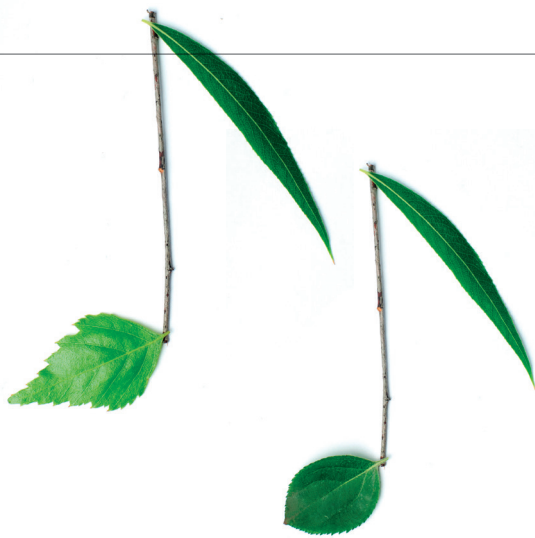
Opzet praktisch onderzoek

De planten uit de onderzoeksgroep en de controlegroep zetten we in twee aparte bakken. De bakken zijn omgeven door houten omhulsels, zodat het geluid van de onderzoeksgroep niet te horen is in de bak van de controlegroep. Doordat er houten omhulsels om de planten heen staan, kan er geen daglicht bij de planten komen. Daarom bevestigen we in de houten omhulsels lampen. Alle planten groeien in dezelfde omstandigheden en alle variabelen zijn hierbij gelijk, op de omgevingsgeluiden na natuurlijk. In één van de twee bakken sluiten we namelijk een speaker op een toongenerator aan. Hiermee kunnen we de planten blootstellen aan verschillende toonhoogtes.

We hebben drie onderzoeken uitgevoerd:

1. **Het vooronderzoek:** hierbij onderzoeken we of de planten wel kunnen groeien in onze opstelling.

*"Gaan planten
beter groeien
naarmate de toon
hoger wordt?"*



Figuur 1: Links een plant uit de controlegroep, zonder zijwortels, rechts een plant uit de onderzoeksgroep met zijwortels

2. **Onderzoek 1:** hierbij stellen we de onderzoeksgroep bloot aan een toon van 700 hertz.
3. **Onderzoek 2:** hierbij stellen we de onderzoeksgroep bloot aan een toon van 2000 hertz.

Resultaten

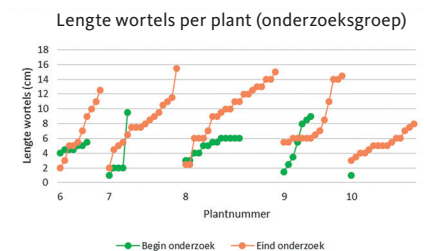
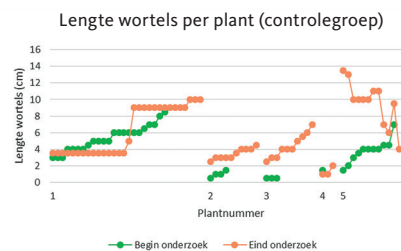
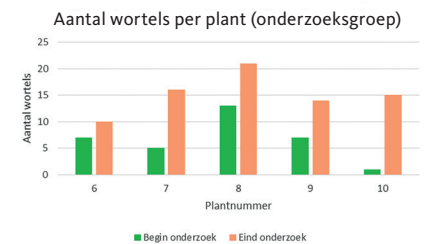
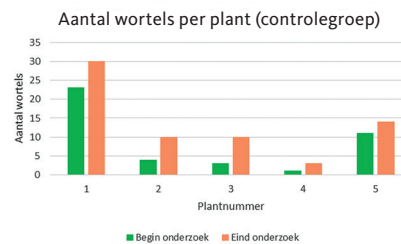
Ons vooronderzoek was succesvol: de planten konden prima groeien in de door ons gemaakte opstelling. De onderzoeken konden beginnen!

Bij ons eerste onderzoek (700 hertz) kwamen wij geen opvallende verschillen tegen. Niets duidde op een uitzonderlijke plantengroei. Daarom besloten wij bij ons tweede onderzoek de frequentie te verhogen naar 2000 hertz. Nu kwamen wij wel heel opvallende verschillen tussen de controle- en de onderzoeksgroep tegen.

Op gebied van bladeren zagen wij geen afwijkende groei. Bij de wortels zagen we dit wel: de planten in de onderzoeksgroep hadden een grotere toename van het aantal wortels. Het aantal wortels in de controlegroep nam toe met 59,5% en in de controlegroep met wel 130%. Daarnaast namen de wortels uit de onderzoeksgroep sneller in lengte toe. Als laatst kwamen wij een heel opvallend verschil tegen: de wortels uit de onderzoeksgroep waren begonnen met het vormen van zijwortels. Zijwortels zijn een soort vertakkingen uit de oorspronkelijke wortels. Dit is op de afbeeldingen hierboven te zien. Links zien we een plant uit de controlegroep en rechts een plant uit de onderzoeksgroep.

Conclusie

- Een toon met een frequentie van 2000 hertz zorgt voor een sterkere toename van het aantal wortels bij planten die zijn blootgesteld aan deze toon.
- Een toon met een frequentie van 2000 hertz zorgt voor een buitengewoon snelle groei in lengte van de wortels van planten die aan deze toon zijn blootgesteld.
- Een toon met een frequentie van 2000 hertz zorgt ervoor dat planten (meer) zijwortels vormen, wanneer zij aan deze toon worden blootgesteld.
- Hoe hoger de frequentie van een toon, hoe meer positieve invloed deze heeft op de wortelgroei van planten die aan deze toon worden blootgesteld. Zo heeft een frequentie van 700 hertz vrijwel geen invloed en een frequentie van 2000 hertz juist heel veel.



Discussie

Onze verwachtingen waren voor een deel juist. Het klopt inderdaad dat naarmate de toon hoger wordt, de planten zich sneller ontwikkelen. Een hoge toon zorgt echter niet per se voor een snellere groei van de gehele plant, maar voor een snellere groei van specifiek de wortels.

Tijdens ons onderzoek zijn veel wij opvallende uitkomsten tegengekomen. Wij wisten aan het begin niet heel goed wat wij moesten verwachten, omdat er nog zo weinig onderzoek is geweest naar de invloed van geluid op planten. Toen wij waarnamen dat de planten uit de onderzoeksgroep ineens opvallend veel zijwortels hadden gevormd, waren wij dan ook erg verrast. Wij wisten eerst niet dat deze planten überhaupt

in staat waren zijwortels te vormen. Des te meer verrast waren wij toen we de vele vertakkingen zagen. Deze bevindingen kunnen heel goed gebruikt worden bij bijvoorbeeld duinen. Met een frequentie van 2000 hertz kunnen we namelijk duinplanten kweken met een uitzonderlijk groot wortelnetwerk, waardoor ze het zand nog beter vast kunnen houden.

Verder onderzoek zou uitgevoerd kunnen worden met nog meer verschillende frequenties om te kijken welke frequentie de ideale omstandigheden voor plantengroei vormt. Bovendien kan ons onderzoek met andere planten uitgevoerd worden. Zouden we deze resultaten ook terugzien bij bijvoorbeeld onderwaterplanten, groenten en bloemen?

Wablief?

Leerlingen:

**Imar Laheij,
Bart Bloemsaat
& Dirk van Rossum**

Docent:

Martijn Leisink

School:

**Stedelijk Gymnasium
Nijmegen, Nijmegen**

Inleiding

We leven in een wereld waarin we steeds ouder worden en hoewel oud worden voor sommigen vlekkeloos gaat, brengt het voor de meesten grote beperkingen met zich mee. Een van deze beperkingen is het (geleidelijke) verlies van het gehoor: 12% van de 75-plussers geeft zelf aan beperkingen te hebben met horen. Zij ondervinden hierdoor heel veel hinder; niet alleen horen zij de deurbel niet meer, ook de gesprekken met (klein)kinderen en vrienden gaan veel moeizamer. Een gesprek voeren wordt uitputtend.

In ons profielwerkstuk hebben we gekeken hoe mensen met gehoorproblemen geholpen kunnen worden. Slechthorendheid kan verschillende oorzaken hebben, van acute gehoorschade door een harde knal tot een aangeboren afwijking van het gehoororgaan. Afhankelijk van waar het probleem zich bevindt moet een passende oplossing gevonden worden. Om dit te kunnen doorgronden kijken we ten eerste naar de anatomie van het oor en de biofysica van het gehoor, doen we ten tweede literatuuronderzoek naar de moderne hulpmiddelen en de wetenschappelijke doorbraken die de moderne technieken verder kunnen helpen en ten slotte hebben we zelf twee soorten geluidsfilters gebouwd, één analoog en één digitaal 'Butterworth' filter. Om deze filters te kunnen begrijpen duiken we in de natuur- en wiskunde die zich hierin schuilhoudt. Uiteindelijk hopen we met dit profielwerkstuk een gebalanceerde mix te krijgen tussen theorie en praktijk die voor het algemene publiek toegankelijk is. Hiermee hopen we een bijdrage te leveren aan een toegankelijker maatschappij voor iedereen

Vraagstelling

"Hoe kan men slechthorenden helpen met hun gehoorproblemen door middel van een vorm van audiofiltering?"

Hypothese

We vergelijken uiteindelijk concreet de werking van een analoog en digitaal Butterworth-filter. Onze



Imar, Bart & Dirk

hypothese luidt: *"Digitale methoden om slechthorendheid te verhelpen werken beter dan analoge methoden."*

Theorie

Om een goed filter te bouwen is het noodzakelijk om te weten waar de problemen ontstaan en waarin zij zich uiten. We bekijken de twee primaire soorten gehoorverlies: perceptief en conductief gehoorverlies. Perceptief gehoorverlies is de bekende ouderdomsdooftheid; door het slijten van de trilhaartjes in het slakkenhuis treedt er vooral gehoorverlies op bij de hoge tonen (*figuur 1*). Conductief gehoorverlies treedt op wanneer de geluidssignalen niet goed worden overgebracht binnen het oor, denk hierbij aan een beschadiging van de gehoorbeentjes of het binnenoor. Gehoorverlies kan worden vastgesteld aan de hand van een audiogram. Hierin meet men de gevoeligheid per frequentie. Wij hebben ervoor gekozen om ons in dit onderzoek te focussen op perceptief gehoorverlies, wat het vaakst voorkomt.

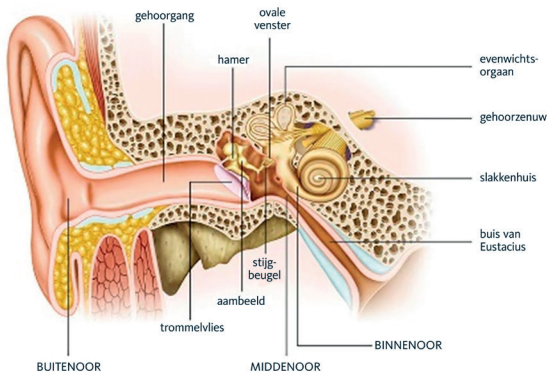
We focussen ons er voornamelijk op om het gebied waar de menselijke spraak zich bevindt, te versterken. Wanneer we kijken naar de menselijke klanken zich bevinden in een audiogram, vormen zij een banaan-vormig gebied, de zogeheten 'spraakbanaan'.

Materiaal en methode

We bouwen een digitaal en analoog Butterworth-filter. Dit filter heeft een goede frequentie-respons zonder te oscilleren vóór de zogeheten cutoff-frequentie. Het analoge filter bestaat uit een elektrische schakeling met als centraal element een OPAMP (operational amplifier). Het digitale filter is geschreven in Python en rekent naast de gefilterde audio ook de frequentie-respons van het filter uit. Een Butterworth-filter heeft een bepaalde orde, en hoe hoger die orde, hoe sneller de verzwakking vanaf de cutoff-frequentie. Deze verzwakking kunnen we berekenen door middel van de volgende formule:

$$G_x = -10 \log_{10} \left(1 + \left(\frac{\omega_x}{\omega_c} \right)^{2n} \right)$$



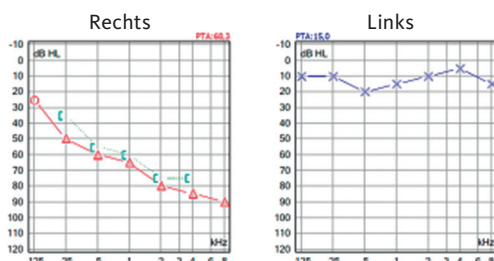


"12% van de 75-plussers geeft aan beperkingen te hebben met horen"

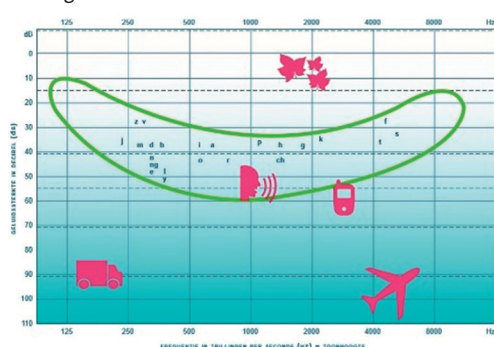
Resultaten

Wanneer we het gefilterde en ongefilterde signaal van het analoge high-passfilter bekijken, zien we dat de amplitude van het signaal met een factor 5 afneemt.

Het digitale band-passfilter werkte ook goed. Het was uiteindelijk in staat om een audiofragment van ruim 2 minuten van Cd-kwaliteit door te rekenen in minder dan 6 seconden, wat het geschikt maakt om real time te werken. De frequentierespons van het filter is scherp en te zien in *figuur 3*.



Audiogram



Conclusie

Het analoge high-passfilter en digitale band-passfilter hebben allebei hun sterke en zwakke punten. Het digitale filter heeft als voordelen dat het filterdomein makkelijk aan te passen is, in ons geval aan het spraakgebied (300 tot 3000 Hz). Maar alle ruis die zich binnen het frequentiedomein bevindt, zal niet door dit filter worden gedempt. Omdat het filter draait op een computer, is het mogelijk om de instellingen van het filter aan te passen via een extern device. Dit is een van de grootste pluspunten voor het digitale filter.

Het analoge filter daarentegen is minder makkelijk te variëren, maar het is technologisch wel eenvoudiger dan het digitale filter. Het high-passfilter zal de achtergrondgeluiden met een frequentie lager dan 2000 Hz platdrukken. Denk hierbij aan het zoemen van de koelkast of airco.

We kunnen concluderen dat pass-bandfilters een goed hulpmiddel zijn om slechthorenden te helpen. Het digitale filter is hierin de betere optie om slechthorenden te helpen door het flexibele bereik en de mogelijkheid om extra functies toe te voegen.

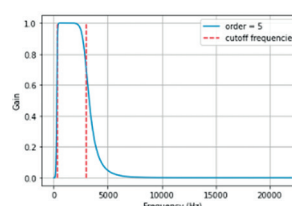
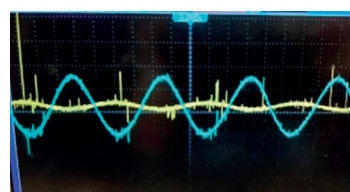
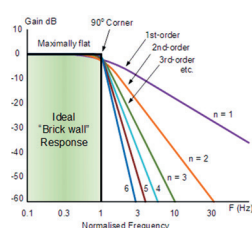
Figuur 1: Een audiogram met perceptief gehoorverlies in enkel het rechteroor

Figuur 2: De spraakbanaan

Discussie

De grootste tekortkoming van de door ons gebouwde filters is het feit dat ze al het geluid binnen een bepaalde frequentieband doorlaten, wat betekent dat ze ruis van deze frequenties niet dempen. Ook zijn de filters niet in staat om onderscheid te maken tussen verschillende geluidsbronnen. Hoewel onze hersenen perfect in staat zijn om richting te horen en verschillende geluidsbronnen van elkaar te onderscheiden, verlies je een deel van dit vermogen wanneer het geluid rechtstreeks in het oor wordt ingebracht. Mogelijke oplossingen hiervoor zijn onder andere: ruisonderdrukking, spraakherkenning, richtmicrofoons en directioneel filteren. Ook kan de functionaliteit van de filters worden uitgebreid, want waarom zou je je gehoorapparaat niet als draadloze oortjes kunnen gebruiken? Moderne gehoorapparaten kunnen al via bluetooth verbinden met je mobiele telefoon.

Het doel van ons PWS was om 'een bijdrage te leveren aan een toegankelijker maatschappij voor iedereen'. Zoals verwacht kon worden, zijn we niet tot wereldschokkende inzichten gekomen, maar dat was dan ook niet het doel van ons PWS. We wilden het grotere publiek kennis laten maken met de uitdagingen binnen de audiologie en de oplossingen daarvoor. We wilden laten zien dat je geen natuurkunde gestudeerd hoeft te hebben om iets te begrijpen van audiofiltering. Onze filters worstelen met dezelfde problemen als de moderne hoortoestellen. En dat inzicht is wat dit PWS zijn maatschappelijke waarde geeft.



Colofon

Tijdschrift Van Melsenprijs 2022

Onder redactie van
Jan Marijnissen

Vormgeving
Floor Taayke Grafisch ontwerp

Fotografie
Gerard Verschooten, Jan Marijnissen, Radboud Universiteit,
deelnemers aan de Van Melsenprijs, ScienceMakers, Shutterstock.

Jury Van Melsenprijs
Prof. dr. H.J.M. (Huub) op den Camp (Biologie)
Prof. dr. R.H.P. (Ronald) Kleiss (Natuurkunde + voorzitter)
Prof. dr. W.T.S. (Wilhelm) Huck (Scheikunde)
Prof. dr. E. (Erik) Barendsen (Informatica)

Tekst
Jan Marijnissen

Samenvattingen
Alle deelnemers aan de Van Melsenprijs

Controle en tekstbewerking
Vera van den Boer, Robin Jansen, Jan Marijnissen

Dit is een uitgave van
Het Pre-University College of Science
Radboud Universiteit
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
Mercatorgebouw 1, Kamer 6.18
Toernooiveld 216
6525 EC Nijmegen

ISSN: 1872-5201

