

# Onderzoek van onderwijs: mogelijke middelen om NLT-modules leerdoelgerichter te maken

Auteur: Dennis Groenveld

Datum: 13.8.21

Studie: MSc Science Education and Communication

Vakken: Natuurkunde en Natuur, Leven en Technologie (NLT)

Module: Onderzoek van Onderwijs

Omvang: 10 ECTS

Begeleiders: Dr. Ir. H.J. Pol en Dr. J.J. Wietsma

## Samenvatting

Natuur, Leven en Technologie (NLT)-modules maken gebruik van leerdoelen. Het blijkt dat de manier waarop deze leerdoelen gedefinieerd en gebruikt worden per module erg verschillend kan zijn. In de eerste fase van dit onderzoek wordt geanalyseerd hoe drie NLT-modules hierin van elkaar verschillen. Daarvoor is een analyse-instrument opgesteld in de vorm van een leerdoelen-checklist waarmee de kwaliteit van opgestelde leerdoelen en de mate van leerdoelgerichtheid in lesmateriaal in kaart worden gebracht. A.d.h.v. deze analyse zijn suggesties tot verbeteringen opgesteld die deels zijn veralgemeeniseerd om doorgaans onderwijs binnen natuurkunde en NLT leerdoelgerichter te maken.

In de tweede fase van dit onderzoek wordt voor één van de geanalyseerde NLT-modules, genaamd "Summer in the city", leerdoelgerichter lesmateriaal opgesteld. Daarvoor zijn o.a. een verbeterde leerdoelenlijst en nieuwe formulelijst opgesteld. Verder is er een lessenserie over technisch ontwerpen opgesteld en getest. Om te onderzoeken hoe effectief deze lessenserie is in het behalen van de daarbij behorende leerdoelen, is een beoordelingsinstrument in de vorm van een ontwerp-test ontwikkeld en gebruikt (Cronbach's Alpha  $\alpha = 0,56$ ). Hiermee is o.a. bepaald dat de leerlingen uit de testgroep hun ontwerpvaardigheden significant hebben verbeterd tijdens deze lessenserie (effect size  $d = 1,06$ )

## Inhoud

Samenvatting.....	2
Voorwoord .....	6
H1 Inleiding.....	7
1.1 Onderzoek naar leerdoelgerichtheid van NLT-modules binnen de lerarenopleiding voor natuurkunde.....	7
1.2 Onderzoeksvragen.....	8
1.2.1 Deelvraag 1: in hoeverre is huidig NLT-materiaal leerdoelgericht opgesteld? .....	8
1.2.1.1 Drie NLT-modules voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid .....	8
1.2.1.2 Twee algemene vaardigheden voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid .....	12
1.2.2 Deelvraag 2: wat zijn mogelijke middelen om ontwerponderwijs binnen NLT leerdoelgericht te maken? .....	13
H2 Fase 1: onderzoek naar leerdoelgerichtheid binnen bestaande NLT-modules .....	15
2.1 De leerdoelen-checklist: een beoordelingsinstrument voor het beoordelen van de kwaliteit van leerdoelen en leerdoelgerichtheid binnen een lessenserie.....	15
2.1.1 Leerintenties (inhoud en gedrag) en succescriteria (voorwaarden en prestaties) .....	16
2.1.2 SMART-principe of SMART-doelen.....	18
2.1.3 De leerdoelen-checklist .....	19
2.2 Methode Fase 1: analyse van NLT-modules met de leerdoelen-checklist.....	20
2.3 Analyse van NLT-modules .....	21
2.3.1 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Door een ZOETE appel heen bijten” .....	21
2.3.1.1 Toelichting werkwijze .....	21
2.3.1.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen .....	22
2.3.1.3 Analyse van de algemene vaardigheid “onderzoeken” .....	22
2.3.1.4 Analyse van de docentenhandleiding van deze module .....	23
2.3.1.5 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen.....	24
2.3.2 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Hart en vaten” .....	24
2.3.2.1 Toelichting werkwijze .....	24
2.3.2.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen binnen hoofdstuk 1 t/m 7 van de leerlingenhandleiding.....	25
2.3.2.3 Analyse van de algemene vaardigheid “onderzoeken” .....	25
2.3.2.4 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen.....	26
2.3.3 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Summer in the city” .....	27
2.3.3.1 Toelichting werkwijze .....	27

2.3.3.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen behorend tot hoofdstuk 1 t/m 4 van de leerlinghandleiding.....	27
2.3.3.3 Analyse van de algemene vaardigheid “onderzoeken”.....	29
2.3.3.4 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen.....	29
2.4 Conclusies fase 1 .....	29
2.4.1 Conclusies wat betreft de inhoudelijke leerdoelen .....	29
2.4.2 Conclusies wat betreft de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” .....	30
2.4.3 Conclusies wat betreft de afdekking van het examenprogramma .....	31
H3 Fase 2: onderzoek naar mogelijke middelen om onderwijs binnen NLT leerdoelgericht te maken .....	32
3.1 Een verbeterde leerdoelenlijst en formulelijst voor de NLT-module “Summer in the city” .....	33
3.2 Bewezen effectieve didactiekvormen voor leerdoelgericht onderwijs .....	34
3.2.1 Activerende didactiek i.c.m. samenwerkend leren .....	35
3.2.2 Formatief toetsen i.c.m. feedback .....	35
3.3 Een testinstrument om ontwerpvaardigheden van leerlingen in beeld te brengen .....	36
3.4 Lessenserie omtrent de algemene vaardigheid “ontwerpen” .....	37
3.4.1 De introductieles over de ontwerpcyclus.....	37
3.4.2 Hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” van NiNa Nieuwe Natuurkunde.....	37
3.4.3 De ontwerpopdracht .....	38
3.4.4 Beoordeling ontwerpopdracht.....	39
3.5 Resultaten fase 2 .....	40
3.5.1 Resultaten verbeterde leerdoelenlijst voor de NLT-module “Summer in the city” .....	40
3.5.2 Resultaten lessenserie “ontwerpen” .....	40
3.5.3 Resultaten van de ontwerptest.....	41
3.6 Conclusies en discussie fase 2 .....	42
3.6.1 Conclusies en discussie over de verbeterde leerdoelenlijst en formulelijst voor de NLT-module “Summer in the city” .....	42
3.6.2 Conclusies en discussie over de ontwikkelde ontwerptest.....	43
3.6.3 Conclusies en discussie over de lessenserie “ontwerpen” .....	43
H4 Overkoepelende reflectie, discussie en visie .....	45
H5 Referenties.....	47
Bijlage 1: De modulescan-checklist .....	49
Bijlage 2: De modulescan-checklist ingevuld per module.....	51
Bijlage 3: Schematische weergave van modulescans met modulescan-checklist .....	91
Bijlage 4: A taxonomy for learning, teaching and assessing .....	93
Bijlage 5: Checklist taxonomie van Bloom .....	95

Bijlage 6: Overzicht en analyse van leerdoelen per NLT-module.....	99
Bijlage 7: Ontwerpvaardigheden-test “Ontwerp zelf een matras!”.....	132
Bijlage 8: PowerPoint-presentatie van de ontwerpcyclus .....	136
Bijlage 9: Hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” van NiNa Nieuwe Natuurkunde .....	143
Bijlage 10: Verbeterde leerdoelenlijst en nieuwe formulelijst voor de docentenhandleiding van de NLT-module “Summer in the city” .....	149
Bijlage 11: Programma van Eisen ter beoordeling van de nieuwe ontwerpopdracht binnen de NLT- module “Summer in the city”, ter ondersteuning van zowel docent (beoordeling) als leerling (checklist) .....	156
Bijlage 12: Resultaten van leerlingen voor de ontwerpopdracht .....	158

## Voorwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de inspiratie van en het kunnen sparren met verschillende mensen om mij heen, zowel in persoonlijke als professionele sfeer. Daarvoor wil ik hier in ieder geval expliciet mijn begeleiders in dit proces bedanken. Henk Pol, voor al zijn enthousiasme, brainstorms, tijd en expertise op het gebied van onderzoeksvaardigheden en statistiek. Rudy Jonker, voor zijn aanstekelijke optimisme en frisse blik, het delen van zijn ervaringen in NLT- en ontwerponderwijs en het gezamenlijk voorbereiden en begeleiden daarvan. En tot slot Jan Jaap Wietsma, voor het delen van zijn expertise en ervaringen op het gebied van NLT-onderwijs en het opdoen van nieuwe inzichten in hoe je leerdoelen op verschillende manieren en niveaus kunt gebruiken in het onderwijs.

# H1 Inleiding

## 1.1 Onderzoek naar leerdoelgerichtheid van NLT-modules binnen de lerarenopleiding voor natuurkunde

Ik ben vorig schooljaar begonnen aan de lerarenopleiding. Daarbij moest ik o.a. stages lopen als stagiair docent natuurkunde. Daarnaast werd ik ook direct halftijds aangesteld als docent natuurkunde en Natuur, Leven en Technologie (NLT). Deze halftijdse aanstelling mocht ik als onbevoegde invullen zolang ik parallel daaraan ook werkte aan het behalen van mijn eerstegraads leraarsbevoegdheid in de natuurkunde middels deze lerarenopleiding. In Nederland mag je met zo'n bevoegdheid namelijk ook in het vak NLT lesgeven. Deelname in een NLT-team is daarom onderdeel van het natuurkunde-docentschap. Zelf ben ik daarin dus ervaringsdeskundige, ik heb zelfs meer NLT-lessen gegeven dan natuurkunde lessen.

Verder bestaan er ook enkele belangrijke overeenkomsten tussen natuurkunde en NLT. Als je de domeinen van de examenprogramma's van de bèta vakken naast elkaar legt, zie je namelijk binnen domein A "Vaardigheden" dat de subdomeinen A1 t/m A9 voor NLT en natuurkunde, en verder zelfs voor biologie en scheikunde, op elkaar zijn afgestemd en vergelijkbaar zijn geformuleerd, zowel voor havo als vwo (SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (SLO, 2020d); College voor Toetsen en Examens (CvTE), z.d.). Het gaat daarbij om de volgende vaardigheden:

- (1) Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)
- (2) Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

Bij mijn onderzoek zullen de twee vaardigheden "onderzoeken" en "ontwerpen", ofwel subdomeinen A5 en A6 hierbinnen, centraal staan, zie ook de beschrijving in deze inleiding onder deelvraag 1.

Op deze manier doe ik dus onderzoek dat zowel voor NLT als voor natuurkunde relevant is. Daarbij krijg ik een beter inzicht in hoe ik op verschillende manieren en bij verschillende vakken aan deze vaardigheden kan werken. Tot slot heb ik in periode 3 en 4 meer ruimte en mogelijkheden binnen mijn NLT-groepen om dit onderzoek te doen.

In de lerarenopleiding leerde ik dat het expliciet en specifiek benoemen, gebruiken en toetsen van leerdoelen heel belangrijk is. Doordat leerlingen en docent dankzij het werken met leerdoelen helder hebben waar zij naartoe werken, worden lesmateriaal en lessen overzichtelijker en doelgerichter. Hierdoor kunnen de leerlingen ook beter het nut inzien van de verschillende lesonderdelen, namelijk dat die bedoeld zijn om de leerdoelen te bereiken (SLO, 2019a).

Ondertussen heb ik als docent NLT negen verschillende NLT-modules eenmaal of meermaals volledig behandeld met een klas. Tijdens deze NLT-lessen heb ik ervaren dat er veel mooi lesmateriaal voorhanden is. Helaas bleek het leerdoelgericht werken daarbij echter niet in alle NLT-modules even goed georganiseerd te zijn. Het viel mij tijdens het lesgeven in deze modules erg op dat verschillende NLT-modules vaak verschillend omgaan met het benoemen, gebruiken en toetsen van leerdoelen. Bij sommige NLT-modules zijn er bv. slechts enkele globalere leerdoelen opgesteld, terwijl er bij andere NLT-modules heel veel leerdoelen zijn opgesteld op een meer les-specifieke manier. Verder beschrijven sommige docenthandleidingen van NLT-modules goed welke leerdoelen bij welke hoofdstukken of paragrafen van die module horen, hoe leerlingen daarmee kunnen oefenen en hoe zij daarop getoetst worden. Andere NLT-modules laten dat weer na op één van deze punten. Het moge duidelijk zijn dat er hierdoor verschillen zijn ontstaan in de mate van leerdoelgerichtheid tussen verschillende NLT-modules en dat er hier en daar ruimte bestaat om deze modules leerdoelgerichter te maken. Dit inzicht leidde tot de hoofdvraag van dit onderzoek in de volgende paragraaf.

## 1.2 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

*Wat zijn mogelijke middelen om NLT-modules leerdoelgerichter te maken?*

Deze hoofdvraag zal middels twee deelvragen in respectievelijk twee fases worden beantwoord. De eerste fase richt zich op de analyse van alle soorten leerdoelen en leerdoelgerichtheid in lesmateriaal. In de tweede fase wordt met de conclusies van die analyse gekeken welke middelen gebruikt kunnen worden om onderwijs leerdoelgerichter te maken, met nadruk op ontwerponderwijs.

### 1.2.1 Deelvraag 1: in hoeverre is huidig NLT-materiaal leerdoelgericht opgesteld?

Om deze vraag te beantwoorden zal er in de eerste fase van dit onderzoek een beoordelingsinstrument opgesteld worden om leerdoelen en lesmateriaal binnen NLT-modules te analyseren op leerdoelgerichtheid. Dit instrument zal bestaan uit een checklist van belangrijke punten op het gebied van leerdoelgerichtheid waaraan leerdoelen of lesmateriaal in het algemeen moet voldoen, genaamd de "leerdoelen-checklist". Deze leerdoelen-checklist zal vervolgens gebruikt worden om zowel de inhoudelijke leerdoelen alsook de algemene leerdoelen of vaardigheden te analyseren op leerdoelgerichtheid.

Vanwege de grootte van dit onderzoek moest de analyse van deze eerste fase van het onderzoek beperkt worden tot een analyse van drie NLT-modules en slechts twee van de tien vaardigheden uit domein A van het examenprogramma NLT. Daarvoor zijn de volgende NLT-modules gekozen:

1. Door een ZOETE appel heen bijten
2. Hart en vaten
3. Summer in the city

En is gekozen om de analyse van leerdoelen omtrent vaardigheden te beperken tot de volgende twee vaardigheden uit domein A van het examenprogramma NLT:

1. Onderzoeksvaardigheden (subdomein A5)
2. Ontwerpvaardigheden (subdomein A6)

In de paragraaf 1.2.1.1 en 1.2.1.2 worden deze keuzes nader toegelicht.

#### 1.2.1.1 Drie NLT-modules voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid

Naast het gegeven dat de drie hierboven gekozen NLT-modules voor nadere analyse in fase 1 plaatsvinden in het laatste gedeelte van mijn studie- en schooljaar, vielen mij ook gelijk de verschillen in het gebruik van leerdoelen tussen deze modules op. De eerste module benoemt bijvoorbeeld slechts twaalf leerdoelen terwijl binnen de andere modules meer dan vijftig leerdoelen zijn gedefinieerd. Verder verschillen de beschrijvingen in docentenhandleidingen, die zouden moeten aansluiten op deze leerdoelen, ook van elkaar. Deze verschillen maken genoemde modules interessant voor dit onderzoek.

Het is echter wenselijk dat deze eerste persoonlijke ervaringen met het gebruik van leerdoelen binnen NLT-modules ook systematisch in beeld kunnen worden gebracht. Daarom zal nu een hulpmiddel worden ontwikkeld om lesmateriaal op dit gebruik van leerdoelen te scannen. Vervolgens zullen daarmee twintig NLT-modules gescand worden. A.d.h.v. de vergelijking van die scans zal worden gekeken welke verschillen in het gebruik van leerdoelen tussen die NLT-modules direct opvallen, en of de gemaakte keuze van drie NLT-modules voor nadere analyse in fase 1 logisch is voor dit onderzoek.

Omdat het gebruik van leerdoelen per NLT-module verschilt, zal ook de omzetting van deze leerdoelen naar een NLT-les door een docent per module verschillen. Idealiter krijgt een NLT-docent bij het onderzoeken van nieuwe NLT-modules, die hij bv. wil toevoegen aan het NLT-curriculum bij hem op school, aan het begin van zijn onderzoek in korte tijd een goed globaal beeld van wat hij kan verwachten omtrent de wijze waarop leerdoelen daarin gebruikt worden. Hetzelfde is van belang bij het kiezen van NLT-modules voor nadere analyse in dit onderzoek.

Zoals uit fase 1 van dit onderzoek zal blijken is het snel verkrijgen van zo'n beeld op dit moment zeker niet voor elke NLT-module vanzelfsprekend. Ook daarom wordt hiervoor nu een korte checklist opgesteld met als doel dat een NLT-docent binnen gemiddeld ongeveer 15 minuten kan scannen hoe een NLT-module in grote lijnen is opgezet wat betreft het gebruik van leerdoelen. Deze checklist zal vanaf nu de "modulescan-checklist" worden genoemd en is te vinden in bijlage 1.

De modulescan-checklist kan worden gezien als een extra hulpmiddel voor NLT-docenten naast bestaande hulpmiddelen zoals de docentenhandleiding van een NLT-module. In deze checklist wordt de gebruiker meermaals gevraagd leerdoelen in te delen naar een leerdoelentype, bv. globaal versus lesspecifiek. Het is belangrijk om hierbij te vermelden dat een NLT-docent die een NLT-module voor het eerst onderzoekt zulke leerdoelentypes niet altijd goed kan bepalen, daarvoor moet hij zich eigenlijk eerst goed inlezen in de lesstof. Toch is de verwachting dat er ook d.m.v. van eerste inschattingen hiervan een voldoende globaal beeld ontstaat van hoe een NLT-module is opgebouwd wat betreft het gebruik van leerdoelen, althans voor dit onderzoek.

Het vergelijken van scans die worden uitgevoerd met de modulescan-checklist van verschillende NLT-modules brengt voor een NLT-docent verschillende voordelen met zich mee. Naast het sneller verkrijgen van meer inzicht in het gebruik van leerdoelen op zich, kan hij als gevolg daarvan bv. makkelijker een keuze maken welke NLT-modules hij wil opnemen in het NLT-curriculum op zijn school, bv. door te kijken welke stijl van het gebruik van leerdoelen het beste bij hem past. Verder geeft zo'n scan hem meer inzicht in hoe hij de leerdoelen binnen desbetreffende NLT-module kan verwerken in zijn lessen.

Voor dit onderzoek zullen twintig NLT-modules worden gescand met de modulescan-checklist in bijlage 1, waaronder tien NLT-modules binnen het vwo-curriculum en tien NLT-modules binnen het havo-curriculum. Daarin zullen in ieder geval alle modules worden gescand die in het NLT-curriculum van de onderzoeksschool zijn opgenomen en beschikbaar zijn op de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.). Als aanvulling daarop zijn er verder nog verschillende modules gescand die in het verleden op de onderzoeksschool zijn gegeven, daar gaan worden gegeven of op aanraden van NLT-collegae.

Bij het opstellen van de te scannen modulelijst hieronder is ervoor gezorgd dat de vwo- en havo-modules samen respectievelijk het vwo- en havo-eindexamenprogramma dekken volgens het module overzichtscentrum op de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.) voor cohorten die op 1 augustus 2020 zijn begonnen met het NLT-curriculum. In het genoemde overzichtscentrum kan een selectie aan modules worden aangevinkt en volgt daaruit direct een overzicht van de daarmee afgedekte domeinen waarbij aangegeven wordt of die samen aan het desbetreffende eindexamenprogramma voldoen. Voor onze selectie van te scannen modules is dat dus gecontroleerd en daaraan voldaan. Op deze manier is er voor gezorgd dat alle domeinen van het eindexamenprogramma NLT (i.e. domein B t/m E voor havo en domein B t/m F voor vwo) worden mee gescand. Deze twintig module-scans worden meegewogen in de keuze van de drie modules voor nader onderzoek in het volgende hoofdstuk ofwel fase 1 van dit onderzoek.

Lijst van te scannen NLT-modules voor vwo met de modulescan-checklist:

1. Aarde in evolutie
2. Blue energy
3. Hart en vaten
4. Hersenen en Leren
5. Medicijnen: van molecuul tot mens
6. Modelleren vwo (voorheen: Dynamisch modelleren)
7. Moleculaire Gastronomie
8. Ruimte voor rivier
9. Summer in the city
10. Technisch ontwerpen in de biomedische technologie

Lijst van te scannen NLT-modules voor havo met de modulescan-checklist:

1. De bodem leeft
2. Door de ZOETE appel heen bijten
3. Een waarheid als een koe
4. Forensisch onderzoek
5. Het beste ei
6. Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium
7. Leven met robots
8. Lijmen en hechting
9. Maak het verschil!
10. Medische beeldvorming

In bijlage 2 zijn de scans van deze modules a.d.h.v. de modulescan-checklist (bijlage 1) te vinden. In bijlage 3 is hiervan een schematisch overzicht gemaakt. Bij het opstellen van dit schematische overzicht zijn de volgende overwegingen gemaakt of vielen de volgende bijzonderheden op tijdens het scannen van de modules ofwel bij het opstellen van bijlage 2:

1. In de meeste modules wordt expliciet opgesomd welke subdomeinen in domein A, “Vaardigheden”, van het examenprogramma NLT behandeld worden binnen desbetreffende module. Bij de module “Forensisch onderzoek” gebeurt hier echter wat opmerkelijks. In de docentenhandleiding daarvan wordt het volgende gesteld: "Voor de betreffende onderdelen uit domein A van het examenprogramma geldt dat dergelijke vaardigheden door leerlingen in een continuproces zijn en worden aangeleerd. Deze module levert daar dus ook een bijdrage aan." Dit onderzoek probeert inzicht te verkrijgen in hoe subdomeinen of eindtermen worden vertaald naar leerdoelgericht onderwijs waarin zowel algemene leerdoelen of vaardigheden alsook inhoudelijke leerdoelen aan bod komen. Daarvoor is het wel nodig dat er binnen de module gespecificeerd wordt welke vaardigheden vooral getraind worden binnen het bijbehorende lesmateriaal. Aangezien dat binnen deze module dus niet gebeurt, in tegenstelling tot alle andere gescande NLT-modules, leent deze module zich dus minder goed voor nadere analyse in fase 1.
2. Het verschil tussen kerndoelen en andere leerdoelen wordt binnen de modules op verschillende manieren duidelijk gemaakt. In de module “Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium” worden leerdoelen ter verdieping bijvoorbeeld gemarkeerd met een asterisk (\*). Waarschijnlijk zijn alle andere leerdoelen dus kerndoelen. In andere modules, bv. in de module “Hart en vaten”, wordt simpelweg in de docentenhandleiding beschreven welke hoofdstukken in de leerlingenhandleiding optioneel zijn (i.e. “keuzehoofdstukken”

binnen de module “Hart en vaten” zijn) en welke niet. Bij dit soort modules is aangenomen dat leerdoelen binnen de overige hoofdstukken kerndoelen zijn.

3. Soms verschillen leerdoelen in docentenhandleiding en leerlingenhandleiding erg veel van elkaar. Een voorbeeld hierbij is dat de leerlingenhandleiding van de module “Leven met robots” specifiekere leerdoelen bevat dan de docentenhandleiding. Verder zijn er in de leerlingenhandleiding voor hoofdstuk 4 van deze module wel leerdoelen gespecificeerd en de docentenhandleiding niet. Het is onduidelijk waarom niet alle leerdoelen binnen deze leerlingenhandleiding terug te vinden zijn in de docentenhandleiding. Ook binnen de modules “Aarde in evolutie”, “Blue energy”, “Hersenen en Leren”, “Door de zoete appel heen bijten” en “Een waarheid als een koe” zijn onlogische verschillen gevonden tussen de leerdoelen in de daarbij behorende docentenhandleiding en leerlingenhandleiding.

In de puntsgewijze vergelijking van modulescans m.b.v. bijlage 3 vallen de volgende punten op:

1. Er lijkt geen verband te bestaan tussen het jaar van de gescande docentenhandleiding of leerlingenhandleiding en één van de andere punten in de modulescan-checklist.
2. Op de modules “Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium” en “Medische beeldvorming” na worden in alle leerlingenhandleidingen duidelijk leerdoelen genoemd. Verder worden er in alle docentenhandleidingen duidelijk leerdoelen genoemd.
3. Het aantal leerdoelen dat binnen een NLT-module gedefinieerd wordt is per module erg verschillend, variërend tussen een minimum van 9 leerdoelen in de module “Een waarheid als een koe” en een maximum van 145 leerdoelen in de module “Moleculaire gastronomie”.
4. In 30% van al het lesmateriaal worden de verschillen tussen globale leerdoelen en lesspecifieke leerdoelen duidelijk. Dit wordt duidelijk voor ongeveer evenveel inhoudelijke leerdoelen als voor algemene leerdoelen of vaardigheden.
5. De verhouding tussen globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke leerdoelen verschilt erg van module tot module. Daarbij is geen duidelijk patroon of duidelijke tendens waar te nemen.
6. Bij ongeveer de helft van de modules (elf van de twintig) worden leerdoelen per hoofdstuk opgesomd, bij de rest (negen van de twintig) wordt er geen verdeling van leerdoelen naar hoofdstukken of paragrafen gemaakt. Bij geen van de modules worden leerdoelen opgedeeld naar paragrafen.
7. Bij slechts twee modules, “Een waarheid als een koe” en “Het beste ei”, worden er expliciete verwijzingen naar gebruikte formules gemaakt in de leerdoelen. In geen van de modules worden expliciete verwijzingen gemaakt waarmee wordt aangegeven welke opgaven er bij welke leerdoelen horen.
8. Slechts binnen drie modules, namelijk binnen “Hart en vaten”, “Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium” en “Leven met robots”, wordt duidelijk aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn en welke niet. Daarbij zijn er vooral lesspecifieke kerndoelen opgesteld.

De handleidingen van de drie modules die zijn uitgekozen voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid in het volgende hoofdstuk, ofwel voor fase 1 van dit onderzoek, verschillen van elkaar op de volgende punten in de modulescan-checklist:

- De jaren waarin de handleidingen van de modules zijn opgesteld of aangepast variëren flink van elkaar, tussen het jaar 2010 en 2020.
- “Door een ZOETE appel heen bijten” heeft één van de kleinste hoeveelheden van gedefinieerde leerdoelen in de module. Daarentegen behoren “Hart en vaten” en “Summer in the city” beiden tot de top 3 van modules die de meeste leerdoelen hebben gedefinieerd.

- In de module “Door een ZOETE appel heen bijten” zijn er geen duidelijke lesspecifieke leerdoelen opgesteld. In de modules “Hart en vaten” en “Summer in the city” wel.
- In de module “Hart en vaten” zijn vooral lesspecifieke leerdoelen opgesteld. In de modules “Summer in the city” en “Door een ZOETE appel heen bijten” zijn vooral globale leerdoelen opgesteld.
- De leerdoelen binnen “Door een ZOETE appel heen bijten” zijn allemaal onder elkaar opgesomd in de handleidingen, dus zonder een verdeling naar paragraaf of hoofdstuk in de module. De leerdoelen binnen de modules “Hart en vaten” en “Summer in the city” zijn opgedeeld naar hoofdstuk.
- In de module “Hart en vaten” wordt duidelijk aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn en welke niet. In “Summer in the city” en “Door een ZOETE appel heen bijten” wordt dit niet duidelijk aangegeven.

Deze verschillen maken genoemde modules tot interessante kandidaten voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid in fase 1 van dit onderzoek.

#### *1.2.1.2 Twee algemene vaardigheden voor nadere analyse op leerdoelgerichtheid*

De gekozen drie NLT-modules voor nadere analyse in fase 1 zullen in ieder geval geanalyseerd worden op het algehele gebruik van inhoudelijke leerdoelen. Echter is er dus wat betreft de analyse van algemene leerdoelen of vaardigheden binnen deze modules voor gekozen deze te beperken tot de volgende twee subdomeinen binnen het domein “Vaardigheden” (domein A) in het examenprogramma NLT:

1. Onderzoeksvaardigheden ofwel “onderzoeken” (subdomein A5): “De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.” Tips hoe je dit kunt bereiken en toetsen in de lessen zijn gegeven in de handreiking voor het SE NLT (SLO, 2020a; SLO, 2020b). Deze vaardigheid wordt in alle drie onderzochte NLT-modules uitgebreid uitgewerkt en is o.a. daarom belangrijk om mee te nemen in de analyse;
2. Ontwerpvaardigheden ofwel “ontwerpen” (subdomein A6): “De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.” Tips hoe je dit kunt bereiken en toetsen in de lessen, inclusief een werkinstructie (verslag) technisch ontwerpen, zijn gegeven in de handreiking voor het SE NLT (SLO, 2020a; SLO, 2020c). Zoals uit de analyse zal blijken wordt deze vaardigheid niet getraind in de gekozen modules. Dit was vooraf echter niet bekend of aangegeven in het module overzichtscentrum op de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.). Echter zal hieronder blijken dat het van belang is dat er in deze modules voor deze vaardigheid ruimte wordt gecreëerd. Het creëren van deze ruimte zal onder deelvraag 2 en in fase 2 van het onderzoek nader worden uitgewerkt. Voor de rode draad van dit onderzoek blijft het echter van belang dat hier gemeld wordt dat deze vaardigheid dus wel meegenomen is in de analyses in fase 1, maar dat er op dit thema dus niets noemenswaardigs te analyseren bleek.

Wat betreft het domein vaardigheden is het bij de meeste ervaren NLT-docenten bekend dat de subdomeinen onderzoeksvaardigheden (A5) en ontwerpvaardigheden (A6) eigenlijk nooit

gezamenlijk binnen één NLT-module uitgebreid worden getraind of opgenomen, maar dat er vaak een keuze wordt gemaakt om dat voor één of geen van beiden te doen. Dat komt omdat er niet genoeg tijd is om deze beide complexe vaardigheden goed uit te diepen binnen de tijdsduur die is gereserveerd voor het geven van één NLT-module. Dit onderzoek gaat echter uit van een startende docent en zijn eerste ervaringen met het geven van NLT-modules.

Zoals zal blijken uit de analyse van fase 1 van dit onderzoek besteden alle NLT-modules die daarin zijn geanalyseerd veel aandacht aan onderzoeksvaardigheden maar helemaal niet aan ontwerpvaardigheden. Beide vaardigheden staan centraal in het examenprogramma NLT en moeten dus getraind worden tijdens het NLT-curriculum van een bepaald cohort. Het is dus waardevol voor NLT-scholen die deze modules geven dat de betreffende docenten bewust zijn welke van deze algemene vaardigheden zij willen trainen in een NLT-module en bij voorkeur daartussen kunnen kiezen. Dit blijkt o.a. uit de handreiking voor het schoolexamen NLT waarin het volgende wordt gesteld: “Doordat er overlap zal zijn tussen de vaardigheden die in verschillende modules aan bod komen, zal het docententeam een plan moeten maken hoe de verschillende modules de vaardigheden uit het A-domein toetsen.” (SLO, 2020a). Als docenten binnen een module kunnen kiezen welke subdomeinen getraind en getoetst gaan worden krijgen docententeams dus ook meer keuzevrijheid in de samenstelling van het Programma van Toetsing en Afsluiting (PTA) voor het NLT-curriculum op hun school. Hierdoor kan het doel in het bovenstaande citaat gemakkelijker behaald worden.

Op de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.) wordt er per module slechts globaal aangegeven welke subdomeinen worden afgedekt. Wat betreft domein A wordt er daarin helaas helemaal niet gespecificeerd om welke subdomeinen dat dan gaat. Op dit punt moet het docententeam dus zelf beslissen welke subdomeinen er afgedekt gaan worden per module in het curriculum, waarin de hierboven beschreven keuzevrijheid dus van belang zal zijn. Ook de onderzoeksschool heeft voor NLT nog niet scherp welke subdomeinen van domein A in welke modules getraind en getoetst worden. Dit domein moet nog worden ingepast in het PTA en de conclusies die volgen uit fase 1 van dit onderzoek zal dat proces vereenvoudigen.

Zoals hiervoor gebleken zijn deze subdomeinen ofwel eindtermen dus hetzelfde voor zowel NLT als natuurkunde. Voor NLT wordt geen syllabus uitgegeven en daarmee bestaan er dus ook geen algemene specificaties bij deze definities van subdomeinen A5 en A6. Het is aan de scholen zelf om na te denken over specificaties bij NLT-subdomeinen, op deze manier krijgen zij meer vrijheid bij de invulling van NLT in het curriculum. Natuurlijk kunnen de specificaties van subdomeinen A1 t/m A9 in de natuurkunde-syllabus daarbij als inspiratie gebruikt worden.

Na de analyse in fase 1 zullen conclusies getrokken worden over de leerdoelgerichtheid binnen de geanalyseerde NLT-modules specifiek en NLT-materiaal in het algemeen. Daarbij zullen er suggesties tot verbeteringen worden opgesteld. Deze suggesties kunnen worden meegenomen bij het leerdoelgericht opstellen van nieuw lesmateriaal, zowel in het algemeen als specifiek per geanalyseerde NLT-module, bv. bij een herziening van één van die modules. Deze suggesties zullen vervolgens ook verwerkt worden in fase 2 van dit onderzoek.

### 1.2.2 Deelvraag 2: wat zijn mogelijke middelen om ontwerponderwijs binnen NLT leerdoelgericht(er) te maken?

Om deze deelvraag te beantwoorden zal in fase 2 van dit onderzoek o.a. een case study gedaan worden waarin wordt onderzocht en getest hoe zowel bestaande als nieuwe onderdelen binnen de NLT-module “Summer in the city” leerdoelgericht(er) opgesteld kunnen worden.

In deze case study zal eerst gekeken worden hoe de suggesties in fase 1 vertaald kunnen worden naar een verbeterde leerdoelen- en formulelijst voor deze module. Vervolgens wordt onderzocht welke wetenschappelijk bewezen effectieve lesmethoden passen bij leerdoelgericht onderwijs, met nadruk op ontwerponderwijs. Daarmee zal er o.a. een lessenserie “ontwerpen” worden opgezet binnen deze module waarin de algemene vaardigheid “ontwerpen” zal worden getraind. De keuze om de algemene vaardigheid “ontwerpen” in deze deelvraag als uitgangspunt te nemen is o.a. gemaakt omdat de algemene vaardigheid “onderzoeken” al uitgebreid is uitgewerkt in de in fase 1 geanalyseerde NLT-modules en het merendeel van de NLT-modules op de onderzoeksschool. Dit geldt echter niet voor de vaardigheid “ontwerpen”, waarvoor het dus praktisch is gebleken om wel ruimte binnen deze modules te creëren. Daarnaast bestond er de wens op de onderzoeksschool om zo’n dergelijke lessenserie te ontwikkelen binnen deze module.

Als onderdeel van deze lessenserie “ontwerpen” zal er in fase 2 ook een test ontwikkeld worden om de ontwerpvaardigheden van leerlingen in kaart te brengen. Deze test zullen leerlingen vervolgens voorafgaand, tijdens en na deze lessenserie maken. Op die manier kan worden gekeken of delen van de lessenserie effectief zijn gebleken in het behalen van de daarbij behorende leerdoelen en dus hoe de ontwerpvaardigheden van leerlingen zich gedurende deze lessenserie ontwikkelen.

Vele producten, conclusies en suggesties die voortkomen uit dit onderzoek naar leerdoelgerichtheid binnen NLT-modules kunnen ook gebruikt worden binnen de ontwikkeling van het schoolvak(-materiaal) natuurkunde. Specifieke voorbeelden daarvan zijn o.a. de genoemde ontwerpvaardigheden-test en -lessenserie.

## H2 Fase 1: onderzoek naar leerdoelgerichtheid binnen bestaande NLT-modules

Steeds meer scholen gaan van leeraanbod-georiënteerd onderwijs over naar onderwijs dat meer is gericht op formatieve toetsing a.d.h.v. leerdoelen, ofwel leerdoelgericht onderwijs. Het opstellen en uitvoeren van leerdoelgericht onderwijs kan worden opgedeeld in de volgende vijf fases:

1. Het opstellen van de leerdoelen die moeten worden bereikt met het geplande onderwijs
2. Het uitkiezen en voorbereiden van lesactiviteiten om die leerdoelen te bereiken
3. Het uitvoeren van de voorbereide lesactiviteiten, waaronder het delen van deze leerdoelen met de leerlingen aan het begin van deze uitvoering
4. Het voorbereiden van toetsing en evaluatie om te kijken of de aan het begin opgestelde leerdoelen zijn bereikt, ook om rekening te houden met het opstellen van nieuwe leerdoelen voor vervolgonderwijs
5. Het uitvoeren van deze toetsing en evaluatie

Dankzij het werken met leerdoelen als uitgangspunt zoals beschreven in voorgaande vijf fases wordt het voor docent en leerlingen helder waar zij naartoe werken en worden lesmateriaal en lesactiviteiten overzichtelijker en doelgerichter. Hierdoor kunnen de leerlingen ook beter het nut inzien van de verschillende lesactiviteiten, namelijk dat die bedoeld zijn om de opgestelde leerdoelen te bereiken (SLO, 2019a; Bransford et al., 2000). Bij het analyseren van lesmateriaal op leerdoelgerichtheid in deze fase zal worden uitgegaan van deze vijf fases.

Voor het schoolvak natuurkunde is op verschillende niveaus al duidelijk gemaakt wat de leerdoelen zijn van het onderwijs en hoe deze worden bereikt. Denk daarbij aan de eindtermen in het examenprogramma natuurkunde en de suggesties om die te bereiken in de syllabus. Daarnaast is ook de belangrijkste toetsing van deze leerdoelen bij voorbaat vastgelegd, namelijk in het centrale eindexamen natuurkunde dat aan het einde van het schoolcurriculum wordt gegeven. NLT is een schoolexamen-vak en wordt niet centraal getoetst. Ook de opzet van het vak, met veel verschillende modules die door de school en NLT-sectie gekozen kunnen worden, biedt op zich geen garantie dat het examenprogramma NLT voldoende wordt geconcretiseerd en getoetst. Zoals in de inleiding is gebleken blijkt dit met nadruk te gelden voor het vaardigheden-domein (domein A) binnen dit examenprogramma. Daardoor is het nog onvoldoende duidelijk wat NLT-onderwijs leerlingen eigenlijk precies oplevert.

In deze eerste fase van mijn onderzoek ontwerp en test ik een beoordelingsinstrument waarmee de kwaliteit van leerdoelen en leerdoelgerichtheid in NLT-modules kan worden geanalyseerd.

### 2.1 De leerdoelen-checklist: een beoordelingsinstrument voor het beoordelen van de kwaliteit van leerdoelen en leerdoelgerichtheid binnen een lessenserie

In deze paragraaf zal een leerdoelen-checklist worden ontwikkeld waarmee lessenseries kunnen worden geanalyseerd op leerdoelgerichtheid. Het uitgangspunt dat in het achterhoofd gehouden is bij het opstellen van deze checklist en bijbehorende analyses, is in hoeverre het beschikbare materiaal al leerdoelgericht is en hoe dit een startende docent, zoals ikzelf, begeleidt om zijn onderwijs hiermee leerdoelgericht op te stellen.

De analyse op leerdoelgerichtheid van lesmateriaal met deze leerdoelen-checklist wordt bereikt door de gedefinieerde leerdoelen daarin puntsgewijs naast deze checklist te leggen. Daarbij wordt telkens gekeken of die leerdoelen en het bijbehorende lesmateriaal op het desbetreffende punt in die checklist voldoende of onvoldoende scores m.b.t. het hierboven genoemde uitgangspunt. Daarbij

wordt telkens beargumenteerd waarom dat dan zo is. Dit zal tijdens de analyse in deze fase gedemonstreerd worden op de drie NLT-modules die hiervoor in de inleiding van dit onderzoek zijn geselecteerd.

Middels de analyse met de leerdoelen-checklist wordt onderzocht in hoeverre leerintenties (inhoud en gedrag) en succescriteria (voorwaarden en prestaties) afgedekt worden in de opgestelde leerdoelen en het bijbehorende lesmateriaal. De criteria om dat te doen worden ontwikkeld in paragraaf 2.1.1. Verder zal er bij het opstellen van deze checklist ook rekening gehouden worden met het SMART-principe zoals beschreven in paragraaf 2.1.2. De uiteindelijke leerdoelen-checklist die hieruit volgt is te vinden in paragraaf 2.1.3.

### 2.1.1 Leerintenties (inhoud en gedrag) en succescriteria (voorwaarden en prestaties)

Het begrip leerintenties is te omschrijven als het beoogde gedrag dat men wil bereiken om bepaalde leerstof eigen te maken. Daarin kan die leerstof, inclusief de lesactiviteiten om die leerstof eigen te maken, worden benoemd als de “inhoud” van het bijbehorende onderwijs (OnderwijsArena, 2020; SLO, 2019b; Tyler, 1949). Verder kan het beoogde gedrag dat leerlingen moeten aanleren, ofwel de vaardigheden die zij ontwikkelen op basis van die inhoud, kortweg worden benoemd als “gedrag”.

Dit gedrag is op te delen in verschillende beheersingsniveaus volgens de door Anderson en Krathwohl herziende Taxonomie van Bloom (2001). Het is van belang dat er binnen het onderwijs rekening gehouden wordt dat deze beheersingsniveaus zoveel mogelijk op elkaar aansluiten (Anderson & Krathwohl, 2001; OnderwijsArena, 2020; SLO, 2019b; Tyler, 1949). Aan de hand van deze beschrijvingen van deze twee begrippen, “inhoud” en “gedrag”, zullen in deze paragraaf criteria worden opgesteld waarop leerdoelen kunnen worden beoordeeld.

Bij het opstellen van goede leerdoelen wordt niet alleen rekening gehouden met leerintenties. De voorwaarden die moeten gelden om die leerintenties succesvol waar te maken moeten worden gedefinieerd, denk daarbij bv. aan vereiste voorkennis of vaardigheden van leerlingen om met bepaalde inhoud aan de slag te kunnen gaan. Verder moet er nagedacht worden over hoe de kennis en het gedrag dat leerlingen aanleren getoetst kan worden om te garanderen dat de leerdoelen zijn behaald, ofwel welke prestatie zij moeten kunnen leveren en aan welke criteria die prestatie moet voldoen (Anderson & Krathwohl, 2001; OnderwijsArena, 2020; SLO, 2019c; Tyler, 1949). Ook a.d.h.v. deze “voorwaarden” en “prestaties” zullen in deze paragraaf criteria worden opgesteld waarop de kwaliteit van leerdoelen kan worden beoordeeld.

Hoe verschillende onderdelen binnen één leerdoel kunnen worden opgedeeld over deze vier punten (“inhoud”, “gedrag”, “voorwaarden” en “prestaties”), is te zien a.d.h.v. het voorbeeld in onderstaande tabel 1, overgenomen uit de themasessie “Leerdoeldenken” van OnderwijsArena (2020). Hierin zie je dat je zelfs de definitie van een leerdoel kunt analyseren op leerdoelgerichtheid. Daarnaast kan de kwaliteit van leerdoelen geanalyseerd worden a.d.h.v. deze vier punten door te kijken naar de relatie van leerdoelen met elkaar, met aansluitende leerstof en opgaven, en met toetsingsinstrumenten die het onderwijs aanbiedt. Met al deze niveaus zal rekening gehouden worden in de leerdoelen-checklist en dus de analyse.

# LEERINTENTIE en SUCCESCRITERIA

LEERINTENTIE		SUCCESCRITERIA	
inhoud	gedrag	voorwaarde	prestatie
<i>de stelling van Pythagoras</i>	<i>berekenen</i>	<i>rechthoekige driehoek waarvan de lengte van twee zijden is gegeven</i>	<i>de lengte van de derde zijde</i>
<i>Leerdoel: De leerling kan van een rechthoekige driehoek waarvan de lengte van twee zijden is gegeven, de lengte van de derde zijde berekenen met behulp van de stelling van Pythagoras.</i>			

Tabel 1. Bron: OnderwijsArena (2020)

Nu volgt puntsgewijs de opstelling van criteria ter beoordeling van de kwaliteit van leerdoelen a.d.h.v. deze vier punten (“inhoud”, “gedrag”, “voorwaarden” en “prestaties”), die zullen worden samengevat in de leerdoelen-checklist in paragraaf 2.1.3:

1. Inhoud: bij welke leerstofinhoud (bijvoorbeeld hoofdstuk, paragraaf, te trainen vaardigheid en/of opdracht) hoort het leerdoel en wat moeten de leerlingen kunnen? Er zal wat betreft dit punt in de te analyseren NLT-modules gekeken worden naar de volgende criteria (Anderson & Krathwohl, 2001; OnderwijsArena, 2020; SLO, 2019b; Tyler, 1949):
  - a) Of er expliciet en specifiek genoemd wordt bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald moet worden;
  - b) Of de inhoud daarbij gedefinieerd is in een samenvattend en/of overkoepelend begrip of samenvattende en/of overkoepelende korte zin (bijvoorbeeld de naam van een gebruikte methode, treffende paragraaf of te trainen (algemene) vaardigheid);
  - c) Of de kernpunten van de module worden goed gedekt door dit (les)specifieke leerdoel, evt. i.c.m. met de andere (les)specifieke leerdoelen die zijn opgesteld;
2. Gedrag: hierbij hoort altijd een handelingswerkwoord en is het verstandig één van de werkwoorden te kiezen zoals gedefinieerd bij het gewenste beheersingsniveau binnen de zes beheersingsniveaus in de herziende taxonomie van Anderson en Krathwohl (2001). Die beheersingsniveaus zijn geordend van “lagere orde denken” naar “hogere orde denken”, aansluitend bij de diepgang van leerdoelen. Bij een lagere orde leerdoel, behorend bij het beheersingsniveau “onthouden” (“remember”), hoort bijvoorbeeld het werkwoord “herinneren” (“recalling”): relevante kennis ophalen vanuit het langetermijngeheugen. Onthouden is dan het juiste werkwoord dat in het leerdoel genoemd kan worden. Zie voor een compleet overzicht van de beheersingsniveaus en werkwoorden bijlage 4 in het ontwikkeldossier van dit schooljaar (Anderson & Krathwohl, 2001). Wat betreft de analyse op indeling of opbouw van leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende taxonomie van Bloom is vooral dit document gebruikt. Het is daarbij goed om te realiseren dat de originele en herziende taxonomie in principe hetzelfde zijn maar dat de herziende taxonomie als het ware meer specificaties en voorbeelden geeft bij elk beheersingsniveau. Bij het analyseren en kiezen van handelingswerkwoorden in een leerdoel is verder gekeken naar een Nederlandse uitwerking van de originele taxonomie van Bloom, namelijk de

“Checklist 'taxonomie van Bloom’”, dat is opgesteld door de SLO (SLO, 2019b), zie bijlage 5. Let op: in de “Checklist 'taxonomie van Bloom’” in bijlage 5 zijn beheersingsniveaus 5 en 6 wel omgedraaid. In dit onderzoek zal de volgorde van beheersingsniveaus zoals gedefinieerd in het werk van Anderson en Krathwohl (2001) aangehouden worden. In de leerdoelen binnen een NLT module moet hieruit zowel:

- a) een expliciete en logische opbouw of samenhang zitten volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001), alsook:
  - b) een juiste keuze gemaakt zijn van de daarbij gekozen handelingswerkwoorden, zoals gedefinieerd in diezelfde taxonomie (zie bijlage 4)  
Op beide punten zal worden geanalyseerd, waarbij in methode deel 2 dus suggesties voor verbeteringen zullen worden gedaan.
3. Voorwaarden: op basis van welke voorwaarden moeten leerlingen het leerdoel kunnen behalen? Een voorwaarde kan vergeleken worden met de essentiële voorkennis en/of gegeven basis of beginsituatie en gegevens die de leerlingen nodig hebben om het leerdoel te behalen. Als de voorwaarde niet is genoemd, wordt er eigenlijk dus vanuit gegaan dat de leerlingen zonder enige voorkennis of gegevens het leerdoel kunnen behalen. Dit is vaak niet het geval: om bijvoorbeeld de stelling van Pythagoras te kunnen gebruiken binnen een rechthoekige driehoek om een onbekende zijde te berekening, is de voorwaarde dat de andere twee zijdes binnen die driehoek bekend zijn, zie ook tabel 1 uit themasessie “Leerdoeldenken” van OnderwijsArena (2020) hierboven. In veel leerdoelen worden dit soort voorwaarden echter helaas niet gedefinieerd. Verder is het belangrijk dat bij expliciet genoemde voorwaarden ook de specificiteit op orde is, waarbij er bijvoorbeeld verwezen kan worden naar eerder behandelde leerdoelen die de voorkennis of basis daarvoor vormen. De leerdoelen in de NLT-modules zullen dus ook worden geanalyseerd op:
- a) het benoemen van voorwaarden en;
  - b) de specificiteit van genoemde voorwaarden, o.a. in de vorm van verwijzingen naar eerdere leerdoelen binnen de module die de voorkennis of basis voor deze leerdoelen vormen.
4. Prestatie: welke prestatie of welk product moeten de leerlingen leveren of welke vaardigheid moeten zij kunnen laten zien en wat zijn de criteria daarvoor? Het is logisch dat die prestatie of dat product zoveel mogelijk gemeten moet kunnen worden (zie ook het SMART-principe hieronder) door de docent, zodat deze kan evalueren of de leerdoelen ook echt behaald worden (SLO, 2019c). De leerdoelen binnen een NLT module zullen daarom worden geanalyseerd op:
- a) de criteria van de prestatie. Zijn deze expliciet, specifiek en kort en bondig in of bij het leerdoel genoemd?
  - b) de meetbaarheid van die prestatie. Worden er suggesties gedaan om de prestatie te meten op de opgestelde criteria. Zo niet, welke suggesties kunnen er worden gedaan?

### 2.1.2 SMART-principe of SMART-doelen

De SMART-doelen worden in vele werkgebieden gebruikt om criteria op te stellen en richting te geven aan projecten in het algemeen. SMART-doelen kunnen dus ook gebruikt worden om criteria op te stellen en richting te geven aan onderwijsactiviteiten in het algemeen, inclusief de leerdoelen die daarbij horen. Daarmee kan er voor elk leerdoel gecontroleerd worden of deze specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden genoeg is ten opzichte van het geplande onderwijs dat bedoeld is om het leerdoel te behalen. Deze controle wordt nog niet voldoende uitgevoerd middels

de eerder opgestelde criteria die opgesteld waren a.d.h.v. leerintenties en succescriteria. Daarom zullen er in aanvulling daarop extra criteria worden opgesteld a.d.h.v. deze SMART-doelen om deze controle alsnog te waarborgen. Een beschrijving van SMART-doelen die zijn gericht op leerdoelen specifiek is opgesteld door de SLO (2019c). Deze beschrijvingen zullen deels worden gebruikt bij het opstellen van die extra criteria en zijn als volgt:

1. “Specifiek: het leerdoel is in termen van concreet gedrag beschreven.” De eerder beschreven analyse volgens leerintenties en succescriteria dekt dit punt, vooral middels het analysepunt “gedrag” waarin verwezen wordt hoe gedrag geconcretiseerd kan worden m.b.v. de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom.
2. “Meetbaar: dat gedrag is meetbaar, dat wil zeggen, het valt te beoordelen aan de hand van vooraf te stellen criteria.”
3. “Acceptabel: het gedrag is voor leerlingen en docenten de moeite waard.”
4. “Realistisch: het doel is haalbaar, niet te laag of te hoog gegrepen en sluit aan op de zone van naaste ontwikkeling van de leerlingendoelgroep.” Dit punt volgt al uit “gedrag” in de eerdere analyse, waarin gekeken wordt of het leerdoel op een logische manier past in de opbouw van beheersingsniveaus volgens de herziende Taxonomie van Bloom.
5. “Tijdgebonden: het doel is binnen een bepaalde tijd te bereiken en voorzien van een deadline.”

Punten 1, 2 en 4 hiervan overlappen grotendeels met de eerder opgestelde criteria en zullen daarom niet (nogmaals) meegenomen worden in de analyse. De overige twee SMART-doelen, punt 3 en 5, worden als volgt meegenomen als criteria in de leerdoelen-checklist:

a) Tijdgebonden:

- i. er wordt expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om het leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Dit is nodig voor de leerling en docent om een goede inschatting te maken van de planning die gemaakt moet worden om het leerdoel te bereiken. Dit punt zal eerst geanalyseerd worden omdat deze nodig is voor het laatste criterium in de analyse: de analyse volgens het punt “acceptabel” hieronder.

b) Acceptabel: hierbij zal worden gecontroleerd of het leerdoel:

- i. relevant genoeg is voor het desbetreffende thema binnen een NLT module en of
- ii. dit leerdoel niet onevenredig veel tijd kost of ongepast is in vergelijking met de samenhang van de overige leerdoelen. Het benodigde overzicht van de samenhang van leerdoelen zal duidelijk worden uit de analyse van het “gedrag”, zoals beschreven onder leerintentie (punt 1 van de analyse). Waar het bij de analyse op “gedrag”-beschrijvingen vooral gaat om een logische plek binnen de verzameling van alle leerdoelen in één NLT module, is bij dit punt (“acceptabel”) vooral de relevantie van dit leerdoel t.o.v. de andere leerdoelen van belang.

### 2.1.3 De leerdoelen-checklist

Samenvattend wordt elk leerdoel, rekening houdend met de bijbehorende leerstof, in de analyse op de twaalf punten in de volgende leerdoelen-checklist geanalyseerd:

1. Inhoud (1): er wordt expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald moet worden;
2. Inhoud (2): de inhoud binnen inhoudelijk leerdoelen is gedefinieerd in een samenvattend en/of overkoepelend begrip of samenvattende en/of overkoepelende korte zin (bijvoorbeeld de naam van een gebruikte methode, treffende paragraaf of te trainen (algemene)

vaardigheid). Aanvulling voor de vaardigheden “onderzoeken” of “ontwerpen”: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in specifiekere vaardigheden die passen bij “ontwerpen” of het doen van (natuurwetenschappelijk) onderzoek;

3. Inhoud (3): de kernpunten van de module worden goed gedekt door dit (les)specifieke leerdoel, evt. i.c.m. met de andere (les)specifieke leerdoelen die zijn opgesteld.
4. Gedrag (1): er zit een expliciete en logische opbouw of samenhang tussen dit leerdoel en de (daarbij bijbehorende) andere leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001), beginnend bij 1 “onthouden” en eindigend bij 6 “creëren” (zie bijlage 4);
5. Gedrag (2): er is in het leerdoel een keuze gemaakt voor een bijpassend handelingswerkwoord, dus een werkwoord zoals gedefinieerd onder het betreffende beheersingsniveau in diezelfde taxonomie (zie bijlage 4);
6. Voorwaarde (1): er wordt een voorwaarde (essentiële voorkennis en/of gegeven basis of beginsituatie en gegevens die de leerlingen nodig hebben om het leerdoel te behalen) benoemd in het leerdoel;
7. Voorwaarde (2): de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) wordt waar mogelijk versterkt met verwijzingen naar eerdere leerdoelen binnen de module die de voorkennis of basis (voorwaarde) voor dit leerdoel vormen;
8. Prestatie (1): er wordt benoemd welke prestatie of welk product de leerlingen moeten leveren of welke vaardigheid zij moeten kunnen laten zien. Daarbij worden er expliciet, specifiek en kort en bondig criteria benoemd in of bij het leerdoel;
9. Prestatie (2): er worden suggesties gedaan om de prestatie te meten. Deze suggesties kunnen onder het leerdoel gemaakt worden, bijvoorbeeld in de vorm van opgaven, met een expliciete verwijzing naar dit leerdoel;
10. Tijdgebonden: er wordt expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om het leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): het leerdoel is relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen een NLT module;
12. Acceptabel (2): het leerdoel kost niet onevenredig veel tijd en is niet ongepast in vergelijking met de samenhang van de overige leerdoelen die duidelijk wordt uit punt 3 van deze checklist (“Gedrag (1)”)

## 2.2 Methode Fase 1: analyse van NLT-modules met de leerdoelen-checklist

Bij het analyseren van NLT-modules op leerdoelgerichtheid a.d.h.v. de punten in de leerdoelen-checklist, opgesteld in voorgaande paragraaf, kan geanalyseerd worden op welke gebieden de leerdoelen en het lesmateriaal in die modules verbeterd kunnen worden op het gebied van leerdoelgerichtheid. Dit geldt zowel voor de inhoudelijke als algemene leerdoelen, globaal en lesspecifiek. In de inleiding zijn de volgende drie NLT-modules gekozen om te analyseren met deze leerdoelen-checklist, hieronder opgesomd inclusief vermelding van welke subdomeinen per module afgedekt worden en in welke verhouding volgens de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.):

1. Door een ZOETE appel heen bijten. Subdomeinen B1, B2 en E3 in het examenprogramma volgens de verhouding 2:1:3
2. Hart en vaten. Subdomeinen B1 en D1 in het examenprogramma volgens de verhouding 2:3
3. Summer in the city. Subdomeinen B1, B2, C1 en D1 in de verhouding 2:1:2:1

Uit deze analyse zal duidelijk worden op welke punten deze modules nog onvoldoende scoren op het gebied van leerdoelen en leerdoelgerichtheid. Wat betreft domein A (“Vaardigheden”) van het

examenprogramma NLT zal deze analyse zich toespitsen tot hoe leerdoelgericht de vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” in deze modules zijn opgenomen. Tot slot zal er in de analyse per module worden geëvalueerd hoe de daarvoor geselecteerde subdomeinen van het examenprogramma zijn verwerkt in desbetreffende module, en hoe daarin wordt getoetst of de daarbij behorende eindtermen ook daadwerkelijk worden behaald.

Deze analyse volgt in de volgende paragraaf. Daarin zullen per module ook gelijk suggesties voor verbetering op het gebied van leerdoelgerichtheid worden opgesteld, volgend uit deze analyse.

## 2.3 Analyse van NLT-modules

In deze paragraaf worden de werkwijzen en belangrijkste resultaten van de analyse per NLT-module nader toegelicht. De algemene methode van de gehele analyse is al uitvoerig beschreven, zie daarvoor o.a. paragraaf 2.2.

Een overzicht van de te analyseren leerdoelen en het langslopen van deze leerdoelen(groepen) met de leerdoelen-checklist uit paragraaf 2.1.3, dat ten grondslag ligt aan deze analyse, is per NLT-module te vinden in bijlage 6. Bij het opstellen van deze gehele paragraaf en bijlage is dus het volgende uitgangspunt in het achterhoofd gehouden: in hoeverre is het beschikbare materiaal al leerdoelgericht, en hoe begeleidt dit materiaal een startende docent om zijn onderwijs hiermee leerdoelgericht op te stellen?

### 2.3.1 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Door een ZOETE appel heen bijten”

#### 2.3.1.1 Toelichting werkwijze

Naast de leerdoelen die in het begin van de leerlingenhandleiding worden opgesomd, zie bijlage 6, worden er in de gehele leerlingenhandleiding geen enkele leerdoelen genoemd. Er worden in de gehele module dus slechts twaalf globale leerdoelen genoemd. Verder wordt er in de docentenhandleiding niet meer dan een samenvatting daarvan gegeven. In de analyse van de leerdoelen in deze module zal dus worden uitgegaan van deze leerdoelen in de leerlingenhandleiding. Om te schetsen hoe de inhoudelijke leerdoelen daarvan zijn gedefinieerd, leerdoelen 1 t/m 7 van deze module in bijlage 6, worden hieronder drie leerdoelen daarvan geanalyseerd a.d.h.v. de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist van dit onderzoek. Leerdoel 1 en 2 zijn gekozen omdat deze leerdoelen de context van deze module omvatten. Leerdoel 6 is gekozen omdat de leerstof rondom dit leerdoel de grootste inhoud van deze module omvat.

Vervolgens zal gekeken worden in welke mate de eindtermen van de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” behandeld worden in deze module middels de algemene leerdoelen van deze module, leerdoelen 8 t/m 12 van deze module in bijlage 6. Deze algemene leerdoelen zullen ook middels de leerdoelen-checklist worden geanalyseerd.

Wat betreft de algemene vaardigheden in deze NLT module wordt er vooral veel aandacht besteed aan (het opstellen, uitvoeren, verslagleggen en presenteren van) experimenten ofwel experimenteel onderzoek. Dat is ook zeker terug te zien aan de vele practica in deze module die daarop zijn gericht. Deze vaardigheden vallen allemaal onder de algemene vaardigheid “onderzoeken” en daartoe zijn dus veel globale leerdoelen gedefinieerd, namelijk leerdoelen 8 t/m 12: alle algemene leerdoelen van de module.

Aan andere algemene vaardigheden, zoals “ontwerpen”, wordt weinig tot geen expliciete aandacht besteed. Wat betreft ontwerpvaardigheden zijn bijvoorbeeld ook geen leerdoelen of noemenswaardige opdrachten opgesteld in de module. Deze vaardigheid kan verder dus ook niet worden geanalyseerd.

### *2.3.1.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen*

Alle geanalyseerde inhoudelijke leerdoelen scoren onvoldoende op punt 1 van de leerdoelen-checklist: deel 1 van de "Inhoud". Het zou beter zijn om specifiek te noemen bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden. Dit kan op verschillende manieren. Een voor de hand liggende manier is om tussen haakjes achter elk leerdoel te benoemen welke paragraaf of paragrafen opgesteld zijn in de module om dat leerdoel te behalen. Dit is in ieder geval gemakkelijk te realiseren voor de inhoudelijke leerdoelen. Vervolgens kunnen die leerdoelen gemakkelijk gestructureerd worden, door ze bv. op chronologische volgorde te zetten. Nog overzichtelijker zou zijn om die leerdoelen ook per hoofdstuk te ordenen en een evt. expliciete opdeling te maken tussen globale leerdoelen (aan het begin van het hoofdstuk) en lesspecifieke leerdoelen (direct daaronder).

Helaas geldt voor de inhoudelijke leerdoelen verder dat er wel verschillende opgaven bestaan m.b.t. tot de leerdoelen, maar dat er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt worden naar die betreffende leerdoel (of andersom). Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en onduidelijk voor docent en leerling. De docent kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoende om te meten of dit leerdoel is behaald en voor de leerling wordt het moeilijker om te controleren of hij voor zichzelf een leerdoel behaald heeft. Bij een herziening van de module moet de verbinding tussen een leerdoel en de daarbij behorende opgaven daarom expliciet benoemd worden. Een manier om dat te doen is door achter een leerdoel tussen haakjes de nummers te noemen van de bijbehorende opgaven.

Verder scoort het merendeel van de leerdoelen onvoldoende op één van de gedragspunten (punten 4 of 5 van de leerdoelen-checklist). Er wordt vaak geen logische plek gekozen of aangegeven waar in de module dat leerdoel wordt behandeld. Meer specifiek: er is geen samenhang of koppeling van het ene leerdoel met de andere leerdoelen (volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom van Anderson en Krathwohl (2001)) en er bestaat ook geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen globale leerdoelen en de (daarbij bijbehorende) specifiekere leerdoelen volgens de beheersingsniveaus 1 t/m 6. Dat komt vooral omdat er simpelweg geen specifieke leerdoelen per thema of les bestaan! Bij een herziening van deze module moeten dus lesspecifieke leerdoelen worden opgesteld, ook om de "Inhoud" van leerdoelen duidelijker te maken (zie ook het begin van deze paragraaf). Daarbij zal er aandacht moeten worden besteed aan de keuzes voor de bijbehorende handelingswerkwoorden. Op die manier wordt de samenhang tussen (globale en lesspecifieke) leerdoelen volgens de beheersingsniveaus 1 t/m 6 pas echt expliciet en logisch.

Een groot gemis bij deze module is dat er bij veel essentiële onderdelen van de inhoud in de module geen (les)specifieke leerdoelen zijn genoemd (punt 3 van de leerdoelen-checklist). In de analyse van leerdoel 6 worden daar enkele voorbeelden van genoemd. Een ander voorbeeld daarbij zijn de practica waarbij geen inhoudelijke leerdoelen worden genoemd. Welk practicum doe je nou precies waarom? Een antwoord op die vraag in de vorm van leerdoelen mist.

Er wordt bij geen van de leerdoelen duidelijk benoemd wat de voorkennis of voorwaarde is die benodigd is om het leerdoel te behalen. Bij de meeste leerdoelen is dat een duidelijk gemis omdat dat leerdoelen van hogere beheersingsniveaus zijn: daarbij zijn zeker voorwaarden nodig en zouden die dus wel degelijk genoemd moeten worden, evt. in de vorm van een verwijzing naar een eerder leerdoel.

### *2.3.1.3 Analyse van de algemene vaardigheid "onderzoeken"*

Bij de algemene vaardigheid "onderzoeken" wordt goed benoemd welke prestatie de leerlingen moet leveren om het betreffende leerdoel te behalen. Daarbij zijn zelfs rubrieken opgesteld om de

leerling en docent inzicht te geven op welke punten daarbij gelet moet worden. Een erg mooi schoolvoorbeeld van hoe dit zou moeten.

Bij dit algemene leerdoel wordt in het leerplan van de docentenhandleiding voldoende geschetst hoeveel tijd nodig is voor welk onderdeel. Daaruit kan herleid worden hoeveel tijd er ongeveer per algemeen leerdoel is gereserveerd. Helaas geldt voor de inhoudelijke leerdoelen dat er niet expliciet wordt aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om een specifiek leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Wel wordt er in de docentenhandleiding beschreven hoeveel tijd er per hoofdstuk besteed zou moeten worden. Echter is de link van die informatie met een (specifieker) leerdoel dan nog steeds onduidelijk. Daardoor geldt er voor de inhoudelijke leerdoelen dat het ook niet duidelijk wordt hoe de verdeling van tijd over de verschillende leerdoelen is en of dat een logische verdeling zou kunnen zijn. In een herziening van deze module moet daarom specifiek aangegeven worden hoeveel tijd er per thema en in ieder geval per paragraaf nodig is: op die manier is gemakkelijker te herleiden hoeveel tijd er per leerdoel nodig is en krijgt de docent meer inzicht in de verdeling van tijd over de verschillende leerdoelen.

#### *2.3.1.4 Analyse van de docentenhandleiding van deze module*

Omdat er in de leerlinghandleiding van deze module relatief weinig leerdoelen zijn opgesomd wordt de docentenhandleiding nader geanalyseerd. Een minder complete samenvatting van de leerdoelen zoals genoemd in deze module (zie voorgaande paragraaf) staat ook genoemd in de docentenhandleiding van deze module, verspreid over de hoofdstukken 3 en 6, “Leerdoelen” en “Vaardigheden”. Naast die samenvatting worden er geen expliciete suggesties gedaan wat een docent kan doen met deze leerdoelen of de leerdoelen in de leerlinghandleiding. De analyse en suggesties tot verbeteringen van de leerdoelen van deze module zijn te vinden in de voorgaande twee paragrafen. Wel worden er in de docentenhandleiding suggesties gedaan voor docenten die gebruikt zouden kunnen worden i.c.m. de leerdoelen, al is de verbinding van de leerdoelen met die suggesties vaak onduidelijk. Hieronder volgt een toelichting op die suggesties.

In de hoofdstukken 4 en 8 van de docentenhandleiding, “Contexten” en “Leerplan”, wordt een globaal overzicht geschetst van de leerstof. Daarbij wordt het volgende genoemd: “In de lessen moeten theorie en practica tot een geheel gemaakt worden.” Helaas worden er geen suggesties gegeven hoe dat doel bereikt kan worden, iets dat juist mooi zou kunnen door de bovengenoemde leerdoelen uit te breiden naar alle hoofdstukken, expliciet met elkaar te verbinden, en per leerdoel te benoemen in welk hoofdstuk of welke paragraaf dat leerdoel behandeld wordt.

Verder wordt in hoofdstuk 7 “vakkennis” de voorkennis samengevat die de leerlingen zouden moeten hebben. Helaas wordt dit slechts heel globaal samengevat met de zin “Leerlingen hebben geen specifieke vakkennis nodig, anders dan wat zij geleerd hebben tot en met Havo-3.” Hier moet een duidelijk overzicht van die belangrijke onderwerpen die in Havo-3 behandeld zijn. Deze benodigde voorkennis voor deze module wordt dus helaas niet gespecificeerd, iets dat o.a. nuttig zou zijn geweest bij het opstellen van nieuwe leerdoelen binnen dit onderzoek. Wel wordt er genoemd dat hoofdstuk 3 van de leerlinghandleiding over enzymen versneld kan worden doorlopen (of zelfs kan worden overgeslagen) als in het vak Scheikunde dit thema al is behandeld. Datzelfde geldt voor hoofdstuk 5 van de leerlinghandleiding over genetica: dat kan ook versneld worden doorlopen (of zelfs kan worden overgeslagen) als dat thema al is behandeld bij het vak Biologie.

Tot slot wordt er in hoofdstuk 9 “Toelichting bij leerlingopdrachten” ook niet voldoende beschreven hoe de opdrachten binnen de module aansluiten bij de leerdoelen. Er worden slechts algemene tips gegeven en er wordt geschetst hoe de practica bij de leerstof passen.

Samenvattend draagt de docentenhandleiding van deze module dus niet voldoende bij aan het leerdoelgerichter maken van de module.

#### *2.3.1.5 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen*

In deze module worden de subdomeinen B1, B2 en E1 volgens de NLT database afgedekt in een verhouding 2:1:3. Hoe deze verdeling tot stand gekomen is, hoe dit wordt getoetst, of waarom subdomein E1 bijvoorbeeld zo intensief wordt afgedekt en subdomein E2 helemaal niet, is helaas volstrekt onduidelijk voor een startende docent. Voor een docent die deze module geeft is het echter wel belangrijk dat dit wel duidelijk wordt. Alleen daarmee zal het voor hem duidelijk worden waar hij naar toe moet werken, hoe dat bereikt wordt middels de inhoud van deze module en welke punten in deze module extra aandacht verdienen in het licht van het examenprogramma. In een herziening van deze module moet de keuze en verhouding van subdomeinen en diens toetsing worden verantwoord en worden toegelicht.

### 2.3.2 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Hart en vaten”

#### *2.3.2.1 Toelichting werkwijze*

Allereerst zullen de nieuwe inhoudelijke leerdoelen van de leerdoelen en vaardigheden van deze module, zoals genoemd in de docentenhandleiding en te vinden in bijlage 6, worden geanalyseerd. Om het overzicht te bewaren en vanuit tijdsoverwegingen is daarbij gekozen om deze leerdoelen gezamenlijk per hoofdstuk te analyseren middels de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist. Om diezelfde reden zullen de keuze-hoofdstukken ook buiten beschouwing worden gelaten. Een gezamenlijke analyse van meerdere leerdoelen tegelijk omdat die tot dezelfde groep behoren, zoals hetzelfde subdomein, thema of hoofdstuk, ging tijdens de analyse van de eerste NLT module, “Door een ZOETE appel heen bijten”, ook goed. De verwachting is dus dat de leerdoelen van deze module middels deze samenvoeging ook effectief geanalyseerd kunnen worden. Daarbij zullen er waar nodig wel aanmerkingen per leerdoel gemaakt worden om diepgang in de analyse te kunnen waarborgen.

Binnen de algemene leerdoelen en vaardigheden van deze module, benoemd in paragraaf 6.1 t/m 6.3 van de docentenhandleiding en te vinden in bijlage 6, zal alleen gekeken worden naar de subdomeinen “onderzoeken” en “ontwerpen”. Aangezien in deze module bewust is gekozen om het subdomein “ontwerpen” niet te behandelen, wordt dus alleen het subdomein “onderzoeken” geanalyseerd. In de docentenhandleiding van deze module wordt deze vaardigheid (“onderzoeken”) benoemd als “subdomein A2-1”, waarschijnlijk naar een oudere versie van het examenprogramma NLT, en als volgt beschreven: “Onderzoeken: voor de groepsopdracht moeten de leerlingen een vraagstelling in de context van een beroepsgroep en onderzoek naar hart en vaten maken. Deze vraagstelling moet worden beantwoord m.b.v. relevante begrippen en theorie in het artikel”. Tijdens de analyse zal echter uitgegaan worden van de beschrijving van deze vaardigheid zoals te vinden subdomein A5 van het huidige NLT examenprogramma: “Onderzoeken. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.” De analyse van deze algemene vaardigheid wordt opnieuw gedaan door de twaalf punten in de leerdoelen-checklist langs te lopen.

De voorkennis van deze module staat samengevat in hoofdstuk 7 van dezelfde docentenhandleiding. Er zal tijdens de analyse ook gekeken worden hoe er in de leerdoelen naar deze voorkennis gerefereerd wordt.

### *2.3.2.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen binnen hoofdstuk 1 t/m 7 van de leerlinghandleiding*

In deze module (“Hart en vaten”) staan de leerdoelen geordend per hoofdstuk. Dat is al een stuk beter dan bij de module “Door een ZOETE appel heen bijten”. Het was echter nog beter geweest om daarbij te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald.

In het algemeen geldt dat het dankzij de in de leerdoelen gebruikte begrippen duidelijk wordt welke leerstof bij de leerdoelen aansluit. Alleen in hoofdstuk 4 wordt het bij de begrippen of methodes die in de leerdoelen genoemd worden niet altijd duidelijk welke leerstof daar precies bij aansluit. Echter gaat het hier dus vooral om een uitzondering. Wel is het zo dat in zowel dit hoofdstuk als in hoofdstuk 5 meerdere belangrijke punten in de leerstof helaas niet in de leerdoelen worden benoemd. Ook dit draagt bij aan die onduidelijke verbinding tussen de leerstof en gebruikte begrippen in de leerdoelen. Om deze reden wordt het verder niet duidelijk welke voorwaarden er nu precies nodig zijn om de leerdoelen die wel zijn gedefinieerd te behalen. Het wordt a.d.h.v. de leerstof in deze hoofdstukken echter snel duidelijk dat er wel meer van dat soort voorwaarden nodig zijn. Om deze verschillende punten op te lossen moeten meer (les)specifieke leerdoelen opgesteld worden voor deze twee hoofdstukken.

Verder maken de auteurs van deze module in hoofdstuk 4 en 5 niet duidelijk wat er precies verwacht wordt in de lessen m.b.t. het punt “Gedrag”. Omdat dus niet de gehele leerstof van dit hoofdstuk goed wordt afgedekt met de huidige leerdoelen, wordt het als gevolg daarvan ook niet duidelijk of er bijvoorbeeld meer beheersingsniveaus nodig zijn om die leerstof goed te beheersen. Verder wordt het in deze hoofdstukken ook niet in alle leerdoelen duidelijk om welk beheersingsniveau het nu eigenlijk gaat, bijvoorbeeld a.d.h.v. de gebruikte handelingswoorden. Ook hierom zouden er dus meer (les)specifieke leerdoelen opgesteld moeten worden. Daarbij moet worden getracht om duidelijk per leerdoel aan te geven om welk beheersingsniveau het gaat, o.a. middels slim gebruik van de handelingswerkwoorden.

Daarnaast geldt in alle hoofdstukken dat er wel voldoende opgaven bestaan die aansluiten bij de leerdoelen. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald. Het is voor een docent overzichtelijker als deze verbinding expliciet gemaakt wordt, bv. door in de leerdoelen tussen haakjes aan te geven in welke opgaven een bepaald leerdoel wordt getest.

Ook geldt dat er in alle hoofdstukken niet expliciet aangegeven wordt hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om de daarbij behorende leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Daardoor kan er o.a. niet worden ingeschat of de opgestelde leerdoelen (en de bijbehorende leerstof) wel relevant genoeg zijn voor het desbetreffende thema binnen de NLT module.

Tot slot mag je verwachten dat er in latere hoofdstukken van de module of verderop binnen een hoofdstuk meer leerdoelen van een hoger beheersingsniveau gedefinieerd worden. Zoals bijvoorbeeld te zien is in de analyse van hoofdstuk 7 is dit nu niet het geval. Nu wordt er vooral gewerkt op beheersingsniveau 2 van de herziende Taxonomie van Bloom (bijlage 4 en 2), met kleine uitstapjes naar beheersingsniveau 3. Er zal dus meer leerstof en daarbij behorende leerdoelen van hogere beheersingsniveaus ingebouwd moeten worden (op de vaardigheid “onderzoeken” hieronder na), des te meer omdat deze module zich richt op 5 en 6 vwo.

### *2.3.2.3 Analyse van de algemene vaardigheid “onderzoeken”*

Er zijn omtrent deze algemene vaardigheid meerdere globale en specifieke leerdoelen opgesteld in de docentenhandleiding van deze module. Het was wel even zoeken welke leerdoelen en

vaardigheden in de docentenhandleiding nu eigenlijk allemaal hierbij hoorden, nu opgesomd in bijlage 6. Dit zou dus in de toekomst iets verduidelijkt kunnen worden om te voorkomen dat docenten die de docentenhandleiding slechts inkijken voor de leerdoelen en vaardigheden van deze module op het gebied van de onderzoeksvaardigheden de helft van de beschreven leerdoelen en vaardigheden die daaronder vallen zouden kunnen missen.

De huidige centrale beschrijving van de vaardigheid “onderzoeken” in de docentenhandleiding is dus als volgt: “Onderzoeken: voor de groepsopdracht moeten de leerlingen een vraagstelling in de context van een beroepsgroep en onderzoek naar hart en vaten maken. Deze vraagstelling moet worden beantwoord m.b.v. relevante begrippen en theorie in het artikel”. Daarin wordt het dus niet duidelijk naar wat voor soort product de leerlingen eigenlijk toewerken. Een PowerPoint- of poster-presentatie misschien? Of misschien toch een artikel? Nu wordt dat dus niet duidelijk. Zoals dit nu is gedefinieerd kan men denken dat ze slechts een artikel moeten bestuderen en daarmee een vraagstelling moeten maken en beantwoorden. In de groepsopdracht wordt de verwachte prestatie vervolgens gelukkig wel duidelijk beschreven: daarin wordt beschreven dat de leerlingen met hun groepje een artikel schrijven. Dit gegeven had dus duidelijker terug moeten komen in de definitie van de vaardigheid “onderzoeken” zoals hierboven nogmaals is geciteerd. Gelukkig is dit gemakkelijk aan te passen en wordt er ook in deze huidige definitie in de docentenhandleiding (zie hierboven) al wel verwezen naar de groepsopdracht.

Verder kunnen er nog iets meer specifiekere leerdoelen opgesteld worden en kan er meer aandacht besteed worden aan de keuze van handelingswoorden, ook binnen de bestaande leerdoelen en vaardigheden. Nu zijn er namelijk niet genoeg bijpassende handelingswerkwoorden voor de vaardigheid “onderzoeken”, behorend bij o.a. beheersingsniveau 3 en 4 (toepassen en analyseren), opgesteld in de bestaande leerdoelen en vaardigheden. Er had bv. gekozen kunnen worden om handelingen als “een plan van aanpak uitlijnen” of “bewijzen voor conclusies aangeven” te beschrijven. “onderzoeken” op zich is een handelingswerkwoord uit beheersingsniveau 4. Nu zijn in de opbouw daarnaartoe nog te weinig of te globale handelingswerkwoorden gedefinieerd, iets dat dus op te lossen is middels de definitie van specifiekere leerdoelen.

Tot slot wordt er niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om te werken aan de vaardigheid “onderzoeken” of de daarbij behorende leerdoelen en vaardigheden. Het zou een startende docent helpen als dit in de toekomst wel gebeurt, omdat hij dit in het curriculum moet plannen en er nu dus minder gemakkelijk gecontroleerd en dus gegarandeerd kan worden of die tijdsbesteding wel in juiste verhouding staat met de overige leerstof en leerdoelen binnen deze module.

#### *2.3.2.4 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen*

In deze module worden de subdomeinen B1 en D1 volgens de NLT database afgedekt in een verhouding 2:3. Hoe deze verdeling tot stand gekomen is, hoe dit wordt getoetst, of waarom subdomein D1 bijvoorbeeld zo intensief wordt afgedekt en subdomein D2 helemaal niet, is helaas volstrekt onduidelijk voor een startende docent. De definitie van subdomein D2 is als volgt: “Bescherming en veiligheid: De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot de bescherming van het menselijk lichaam”. Men kan zich dus voorstellen dat dit domein wel degelijk aan bod zou moeten komen of komt in deze module, bv. tijdens het bespreken van verschillende risicofactoren voor atherosclerose.

Voor een docent die deze module geeft is het belangrijk dat de keuze van deze subdomeinen duidelijk wordt beargumenteerd. Alleen daarmee zal het voor hem duidelijk worden waar hij naar toe moet werken, hoe dat bereikt wordt middels de inhoud van deze module en welke punten in deze module extra aandacht verdienen in het licht van het examenprogramma. In een herziening van deze module wordt aangeraden om de keuze en verhouding van subdomeinen en diens toetsing te verantwoorden en toe te lichten.

### 2.3.3 Analyse en suggesties voor verbetering van de NLT-module “Summer in the city”

#### 2.3.3.1 Toelichting werkwijze

Allereerst zullen de inhoudelijke leerdoelen van bovenstaande leerdoelen en vaardigheden van deze module, punten 2 en 3 in de leerdoelenlijst van deze module zoals te vinden in bijlage 6, worden geanalyseerd. Om het overzicht te bewaren en vanuit tijdsoverwegingen is daarbij gekozen om de vier punten 2.1 (algemene inhoudelijke leerdoelen) t/m 2.4 (deel IV luchtkwaliteit) daarvan per punt te analyseren middels de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist van dit onderzoek, zie daarvoor ook deelvraag 4 van de analyse. De (computer)practica, punten 2.6 t/m 2.9, en de specifieke vakvaardigheden, de leerdoelen van punt 3, zullen worden meegenomen in die vijf punten, afhankelijk onder welke van deze vier punten en dus onder welk deel van de module zij vallen. De voorkennis staat samengevat in punt 7 van diezelfde leerdoelenlijst. Tijdens dit deel van de analyse zal er ook gekeken worden hoe er in de leerdoelen naar deze voorkennis gerefereerd wordt.

De algemene leerdoelen en vaardigheden van deze module staan verspreid over de punten 1, 2.5 (slotopdracht), 4, 5 en 6 van de docentenhandleiding van deze module, zie bijlage 6. Bij de analyse daarvan zal alleen gekeken worden in welke mate de eindtermen van de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” worden behandeld in deze module. Bij deze module is het echter zo dat er duidelijk gekozen is om te werken aan de onderzoeksvaardigheden van de leerling, hoofdzakelijk middels de slotopdracht in hoofdstuk 5 van de leerlingenhandleiding. De eerder genoemde punten 1, 2.5 (slotopdracht), 4, 5 en 6 van de docentenhandleiding zijn vooral om die slotopdracht heen gebouwd. Ontwerpvaardigheden worden in deze module niet getraind en kunnen daarom ook niet geanalyseerd worden. De analyse van de onderzoeksvaardigheden wordt opnieuw bereikt door de twaalf punten in de leerdoelen-checklist langs te lopen, waarbij per punt dus gekeken wordt naar de leerdoelen en vaardigheden onder punten 1, 2.5, 4, 5 en 6 van de vorige paragraaf.

Een gezamenlijke analyse van meerdere leerdoelen tegelijk omdat die tot dezelfde groep behoren, zoals hetzelfde subdomein of thema, ging tijdens de analyse van de voorgaande twee NLT-modules ook erg goed. Bij de tweede module, NLT “Hart en vaten”, leidde deze manier van werken zelfs tot nieuwe inzichten omdat het hierdoor duidelijk werd dat leerdoelen eigenlijk altijd ten opzichte van elkaar moeten worden beschouwd. Omdat de leerdoelen binnen deze module al deels zo geordend zijn en dit gemakkelijk uit te breiden is, is de verwachting dat zij middels deze samenvoeging ook effectiever geanalyseerd kunnen worden. Daarbij zullen er hier ook wel nog aanmerkingen per leerdoel gemaakt worden, mits dat van belangrijke toegevoegde waarde is.

#### 2.3.3.2 Analyse van de inhoudelijke leerdoelen behorend tot hoofdstuk 1 t/m 4 van de leerlingenhandleiding

In deze module is een poging gedaan om het merendeel van de inhoudelijke leerdoelen te ordenen per hoofdstuk. Dat is al een stuk overzichtelijker voor een startende docent dan bij de module “Door een ZOETE appel heen bijten”. Echter zijn de verwijzingen naar de vier inhoudelijke hoofdstukken die daarbij horen, ofwel de inleiding en deel I t/m III van de leerlingenhandleiding, fout: de delen in de

docentenhandleiding waaronder de leerdoelen zijn opgesomd komen niet overeen met de delen in de leerlingenhandleiding. Gelukkig is deze fout gemakkelijk te herstellen.

Helaas is het wel zo dat meerdere inhoudelijke leerdoelen ook nog verspreid staan over de specifieke vakvaardigheden in de docentenhandleiding, punt 3 in de leerdoelenlijst zoals te vinden in bijlage 6. Aangezien het daarin niet om precies dezelfde leerdoelen gaat als inhoudelijke leerdoelen in punt 1 van diezelfde paragraaf, was het nog overzichtelijker geweest voor een startende docent deze leerdoelen allemaal samen te vatten onder punt 1, evt. met een verwijzing bij welke vakken de leerdoelen direct aansluiten tussen haakjes achter betreffende leerdoelen. Tot slot zou er een vermelding gemaakt moeten worden bij de leerdoelen(delen) in welke paragraaf ze worden behaald, vooral omdat deel I t/m III van de leerlingenhandleiding erg veel informatie bevatten en het zonder zulke verwijzingen alsnog teveel een zoektocht wordt om uit te vinden welke leerdoelen in de verschillende delen nou precies horen bij welk deel van de leerstof. Hierbij valt te denken aan een opsomming van alle inhoudelijke leerdoelen, geordend per paragraaf.

In het algemeen geldt gelukkig wel dat het dankzij de in de leerdoelen gebruikte begrippen duidelijker wordt welke leerstof bij de leerdoelen aansluit. Wel is het zo dat veel van de leerstof deel I van de leerlingenhandleiding niet specifiek genoeg naar voren komt in de genoemde leerdoelen of voorkennis. Belangrijke begrippen en natuurkundige wetten waarmee de leerlingen voor het eerst kennis maken en moeten toepassen in de vele opgaven van dit deel worden zelfs compleet achterwege gelaten of onvoldoende benoemd in de leerdoelen van de docentenhandleiding. Veel van die onderwerpen kunnen daarbij zelfs niet aangenomen worden als beheerste voorkennis in 5 vwo. Aangezien deel I van de leerlingenhandleiding de meeste leerstof van de module omvat, wordt de leerstof in deze module dus niet voldoende afgedekt met de huidige selectie aan leerdoelen en benoemde voorkennis. In een herziening van deze module zullen dus meer (les)specifieke leerdoelen en voorkennispunten opgesteld worden.

Omdat dus niet de gehele leerstof van de module goed wordt afgedekt met de huidige leerdoelen wordt het als gevolg daarvan ook niet duidelijk of er bijvoorbeeld meer beheersingsniveaus nodig zijn om die leerstof goed te beheersen. Hiertoe zouden dus opnieuw om meer (les)specifieke leerdoelen op te stellen.

De handelingswerkwoorden binnen de leerdoelen in deze module zijn volgens de beheersingsniveaus in bijlage 4 logisch gekozen. In de delen III en IV van de inhoudelijke leerdoelen in de docentenhandleiding bestaan echter dus veel leerdoelen die om onlogische redenen informatie van verschillende thema's samenvoegen onder één leerdoel. Vaak worden er daarbij ook verschillende beheersingsniveaus op onlogische volgorde samengevoegd, zie ook de voorbeelden in bijlage 6. Verschillende thema's en beheersingsniveaus lopen daardoor regelmatig door elkaar heen binnen één leerdoel. Het is hierdoor onduidelijk of de beheersingsniveaus binnen de huidige leerdoelen op een logische volgorde doorlopen kunnen worden. Het zou overzichtelijker zijn dit soort leerdoelen op te splitsen in meerdere leerdoelen, bestaande uit één à twee zinnen per leerdoel, (nu loopt dit op tot wel vijf zinnen in één leerdoel). Daardoor kunnen de docent en leerling deze vervolgens per thema één voor één langs lopen op volgorde van de beheersingsniveaus.

Tot slot geldt in het algemeen dat er voldoende opgaven bestaan die aansluiten bij de inhoudelijke leerdoelen en dat de gereserveerde tijdsbesteding, doch hier en daar wat optimistisch, toch voldoende is. Echter worden er bij de opgaven geen verwijzingen gemaakt naar de leerdoelen of de voorkennis die daarbij horen. Dit maakt het geheel onoverzichtelijk en onduidelijk voor een docent. Hij kan hierdoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald en of de voorkennis van de leerlingen voor die opgaven wel

voldoende is. Deze verbinding moet dus expliciet worden gemaakt, bv. door in de leerdoelen en voorkennispunten tussen haakjes aan te geven in welke opgaven ze worden getest, of duidelijk per paragraaf te benoemen welke leerdoelen en voorkennis daarbij horen.

### *2.3.3.3 Analyse van de algemene vaardigheid “onderzoeken”*

Deze algemene vaardigheid “onderzoeken” is op zich erg goed vertegenwoordigd in de leerdoelen van deze module. De leerdoelen zijn daarbij ook voldoende gedefinieerd, ze scoren zelfs op elf van de twaalf punten in de leerdoelen-checklist voldoende.

Het was echter wel even zoeken welke leerdoelen en vaardigheden in de docentenhandleiding nu eigenlijk allemaal onder deze algemene vaardigheid vallen en welke leerstof, opgaven en practica bedoeld zijn om deze leerdoelen te behalen of vaardigheden te trainen. Docenten die de docentenhandleiding slechts inkijken voor de leerdoelen en vaardigheden op het gebied van de onderzoeksvaardigheden kunnen nu velen daarvan missen omdat ze verspreid staan over zoveel verschillende kopjes. Verder wordt het wat betreft de gevonden leerdoelen dus niet duidelijk welk materiaal hij kan gebruiken om dat leerdoel te behalen. Beide punten kunnen op een simpele manier verbeterd worden. Het gemakkelijker vinden van alle leerdoelen die onder onderzoeksvaardigheden vallen kan bereikt worden door al die leerdoelen en vaardigheden simpelweg op te sommen onder het kopje “onderzoeksvaardigheden”. Daarbij kan er dan per leerdoel vermeld worden in welke paragraaf, opgaven of practica deze behaald wordt, zodat de docent snel ziet welk materiaal hij kan gebruiken bij die leerdoelen.

### *2.3.3.4 Geanalyseerde leerdoelen in relatie met gemaakte keuzes, afdekking en toetsing van subdomeinen*

In deze module worden de subdomeinen B1, B2, C1 en D2 volgens de NLT database afgedekt in een verhouding 2:1:2:1. Hoe deze verdeling tot stand gekomen is of hoe dit wordt getoetst wordt helaas helemaal niet genoemd en is dus onduidelijk voor een startende docent.

Voor een docent die deze module geeft is het belangrijk dat de keuze van deze subdomeinen duidelijk wordt beargumenteerd. Alleen daarmee zal het voor hem duidelijk worden waar hij naar toe moet werken, hoe dat bereikt wordt middels de inhoud van deze module en welke punten in deze module extra aandacht verdienen in het licht van het examenprogramma. In een herziening van deze module moet de keuze en verhouding van subdomeinen en diens toetsing worden verantwoord en worden toegelicht.

## 2.4 Conclusies fase 1

### 2.4.1 Conclusies wat betreft de inhoudelijke leerdoelen

In geen van de geanalyseerde drie NLT-modules zijn de leerdoelen geordend per paragraaf. Omdat het niet direct duidelijk wordt welk leerdoel in de leerlingenhandleidingen of docentenhandleidingen bij welke paragraaf in de module hoort, moet de betreffende docent onnodig veel zoekwerk doen om dit zelf uit te zoeken en dus extra voorbereidingstijd hieraan spenderen. Hetzelfde is te zien in docentenhandleidingen van veel andere NLT-modules.

Daarnaast is het zo dat de inhoudelijke leerdoelen regelmatig verspreid staan over verschillende hoofdstukken in de docentenhandleiding. Dit bemoeilijkt het zoeken van de docent naar de leerdoelen die horen bij een bepaalde paragraaf in een module. Op die verschillende plekken in de docentenhandleiding worden daarbij regelmatig dezelfde leerdoelen dubbel maar wel op een andere manier gedefinieerd. Dit soort leerdoelen worden soms zelfs weer anders gedefinieerd in de leerlingenhandleiding, waardoor er dan zelfs drie verschillende definities bestaan voor hetzelfde

leerdoel. Dit bemoeilijkt de keuze welke leerdoelen de docent wil gebruiken bij een specifieke paragraaf in de module.

Doordat leerdoelen op verschillende plekken in verschillende handleidingen zijn gedefinieerd bestaat verder het risico dat de docent niet alle leerdoelen vindt die wel voor een bepaalde paragraaf zijn bedoeld. Hij zou dan de keuze kunnen maken om zelf leerdoelen op te gaan stellen. Ook dit leidt tot onnodig veel extra inspanning van de betreffende NLT-docent.

Bovenstaande voorbeelden zijn gemakkelijk op te lossen door één hoofdstuk in de docentenhandleiding en leerlingenhandleiding op te nemen met daarin alle inhoudelijke leerdoelen in de module, geordend per paragraaf. Globalere leerdoelen kunnen daarbij evt. aan het begin van dat hoofdstuk of aan het begin van een inhoudelijk hoofdstuk worden genoemd. Daarnaast kunnen ook per paragraaf eerst de voorkennis-punten benoemd worden.

Een groot gemis bij de geanalyseerde modules is dat er bij veel essentiële onderdelen van de inhoud geen les-specifieke leerdoelen zijn genoemd. Belangrijke begrippen en bv. natuurkundige wetten waarmee de leerlingen voor het eerst kennis maken en moeten toepassen in opgaven worden soms compleet achterwege gelaten of onvoldoende benoemd in de leerdoelen van de docentenhandleiding. Veel van die onderwerpen kunnen daarbij niet aangenomen worden als beheerste voorkennis of worden niet op die manier gespecificeerd wanneer dat wel kan worden aangenomen.

Omdat niet de gehele leerstof binnen de geanalyseerde modules overal even goed wordt afgedekt met de huidige selectie aan leerdoelen in de docentenhandleidingen, wordt het als gevolg daarvan niet altijd duidelijk of er bijvoorbeeld meer beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom van Anderson en Krathwohl (2001) nodig zijn om die leerstof goed te beheersen. Hiertoe moeten meer (les)specifieke leerdoelen worden opgesteld. Verder wordt er regelmatig geen logische plek gekozen of aangegeven waar een leerdoel wordt behandeld in een module. Er is daardoor dan ook geen samenhang of koppeling van leerdoelen onderling volgens die beheersingsniveaus. Wat betreft de opbouw van leerdoelen lopen tot slot binnen een module ook regelmatig verschillende thema's en beheersingsniveaus door elkaar heen.

Verder worden bij de opgaven binnen modules geen verwijzingen gemaakt naar de leerdoelen of voorkennis die daarbij horen. Ook dit maakt het geheel onoverzichtelijk voor een docent. Hij kan hierdoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald en of de voorkennis van de leerlingen voor die opgaven wel voldoende is. Deze verbinding moet dus expliciet worden gemaakt, bv. door in de leerdoelen en voorkennispunten tussen haakjes aan te geven in welke opgaven ze worden getest, of duidelijk per paragraaf te benoemen welke leerdoelen en voorkennis daarbij horen.

Tot slot wordt niet voor alle leerdoelen of paragrafen specifiek genoeg aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt moet worden om de daarbij behorende leerstof te beheersen.

Veel van deze opgedane inzichten zijn toe te passen bij de herziening van andere bestaande modules of bij het opstellen van nieuw NLT-materiaal.

#### 2.4.2 Conclusies wat betreft de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen”

De algemene vaardigheid “ontwerpen” wordt in geen van de modules expliciet behandeld. De algemene vaardigheid “onderzoeken” wordt daarentegen in alle modules uitgebreid behandeld. Daarbij zijn soms zelfs rubrieken opgesteld om de leerling en docent inzicht te geven op welke punten daarbij gelet moet worden. In de geanalyseerde modules geldt samenvattend dat de

algemene vaardigheid “onderzoeken” wel uitgebreid en voor een startende docent duidelijk is uitgewerkt.

Het kost echter wel nog veel zoekwerk om te achterhalen welke leerdoelen en vaardigheden in de docentenhandleidingen eigenlijk allemaal bij deze algemene vaardigheid “onderzoeken” horen en welke leerstof, opgaven en practica hiervoor bedoeld zijn. Dit komt vooral doordat die informatie verspreid staat over veel paragrafen. Docenten kunnen daardoor o.a. een deel van deze informatie gemakkelijk over het hoofd zien. Het is aan te raden om voor een algemene vaardigheid als “onderzoeken”, dat dus een geheel subdomein binnen het examenprogramma voorstelt, in de docentenhandleiding één hoofdstuk op te stellen waarin al deze informatie wordt samengevat.

#### 2.4.3 Conclusies wat betreft de afdekking van het examenprogramma

In de modules is gekozen om verschillende subdomeinen van het NLT examenprogramma af te dekken in een bepaalde verhouding (te vinden op de NLT moduledatabase van de Vereniging NLT (z.d.), zie ook paragraaf 2.2). Hoe de keuze van die subdomeinen en de verhoudingen daartussen tot stand zijn gekomen of hoe dit in de modules wordt getoetst wordt helaas in geen van deze modules gespecificeerd of verantwoord. Voor een startende docent die deze modules geeft is het echter belangrijk dat dit wel wordt gedaan. Alleen daarmee zal het voor hem duidelijk worden welke globale doelen (eindtermen) het belangrijkste zijn in de module, hoe die bereikt worden middels de inhoud van desbetreffende module en welk lesmateriaal daarin dus extra aandacht verdient in het licht daarvan en dus in het licht van het examenprogramma. Daarom moeten in herzieningen van deze modules deze keuzes worden verantwoord en daarbij worden toegelicht hoe dit wordt gewaarborgd en getoetst.

### H3 Fase 2: onderzoek naar mogelijke middelen om onderwijs binnen NLT leerdoelgericht te maken

Idealiter zouden verschillende docenten van verschillende scholen nu de conclusies van fase 1 op verschillende manieren testen in hun eigen onderwijs. De organisatie hiervan past echter niet binnen de scope van dit onderzoek. Wat hier wel binnen past is het onderzoeken op welke manieren deze conclusies verwerkt kunnen worden in het onderwijs en hoe dit wordt ontvangen door leerlingen a.d.h.v. een case study. Daarom volgt er in deze tweede fase van het onderzoek een case study waarin onderzocht wordt hoe je NLT-onderwijs leerdoelgericht kunt maken, o.a. a.d.h.v. de conclusies in fase 1.

Deze case study zal o.a. bestaan uit het leerdoelgericht opstellen en testen van verschillende bestaande onderdelen van de NLT-module "Summer in the city". Hiervoor zullen de suggesties in fase 1 worden gebruikt. Middels het opstellen hiervan wordt aangetoond op welke manieren en dus met welke middelen NLT-modules in het algemeen leerdoelgericht kunnen worden gemaakt. Er is gekozen om uit het grote aanbod van NLT-modules juist de module "Summer in the city" te gebruiken in deze case study om de volgende twee redenen:

- Deze module wordt verspreid gegeven over de laatste twee kwartelen van schooljaar 2020-2021 op het Twents Carmelcollege locatie de Thij. Dit past perfect bij de planning van dit onderzoek.
- Op de Thij bestaat de wens binnen de sectie NLT om een ontwerpopdracht in te bouwen in deze module a.d.h.v. een uitgebreide lessenserie. Hiervoor zijn in deze laatste twee kwartelen veel lessen gereserveerd om die lessenserie binnen deze module uit te voeren en dus te testen. Dit past goed bij dit onderzoek, waarin de algemene vaardigheid "ontwerpen" als één van de centrale leerdoelen is gekozen. In fase 1 is gebleken dat er nog geen aandacht wordt besteed aan het ontwikkelen van ontwerpvaardigheden in deze module en dat het voor de sectie NLT op de Thij dus inderdaad van belang is dat er middelen binnen deze module worden ontwikkeld om die vaardigheden van leerlingen leerdoelgericht te kunnen trainen.

In paragraaf 3.1 worden de suggesties in fase 1 hoe je NLT-onderwijs leerdoelgericht kunt maken, met nadruk op de specifieke suggesties voor de module "Summer in the city", gebruikt om een verbeterde leerdoelenlijst en formulelijst voor de docentenhandleiding van "Summer in the city" op te stellen.

In paragraaf 3.2 wordt middels literatuuronderzoek onderzocht welke bewezen effectieve didactiekvormen voor leerdoelgericht onderwijs gekozen kunnen worden om deze module te verbeteren. Deze didactiekvormen kunnen samen met de leerdoelenlijst en formulelijst van paragraaf 3.1 gebruikt worden om tot een leerdoelgerichte versie van de NLT-module "Summer in the city" te komen.

Vanaf paragraaf 3.3 wordt voor onze case study een lessenserie opgezet en getest waarin de beschreven didactiekvormen voor leerdoelgericht onderwijs in paragraaf 3.2 verwerkt worden. Waar fase 1 zich nog op alle soorten leerdoelen richtte, zal fase 2 zich vanaf paragraaf 3.3 specialiseren op het algemene leerdoel "ontwerpen" ofwel ontwerpvaardigheden. Voor deze verdere specialisatie is gekozen omdat "ontwerpen" een omvangrijke en complexe vaardigheid is, de omvang van dit onderzoek beperkt is en vanwege de genoemde wens op de Thij om een ontwerpopdracht op te zetten. Paragraaf 3.2 zal om die reden ook goed passend gemaakt worden voor het gebruik in ontwerp-onderwijs.

Het werken met inhoudelijke of algemene leerdoelen verloopt in de praktijk erg verschillend: je hebt voor minder algemene leerdoelen relatief veel meer lessen en middelen nodig om stappen vooruit te maken. Om deze reden moet je dus een ander soort onderzoek doen om te kijken hoe deze stappen gemaakt kunnen worden. Vanaf paragraaf 3.3 worden daarvoor verschillende instrumenten ontwikkeld en getest om de koppeling van de algemene vaardigheid “ontwerpen” met NLT-lessen in beeld te brengen en te verbeteren.

In paragraaf 3.4 zal er een lessenserie “ontwerpen” worden ontworpen en getest. Tijdens die lessenserie zal worden geobserveerd hoe de leerlingen hun ontwerpvaardigheden gebruiken of ontwikkelen. Relevante observaties van gebruik en ontwikkelingen m.b.t. deze vaardigheden tijdens deze ontwerplessen zullen in deze fase worden genoemd en meegenomen in de resultaten.

Om te kijken hoe succesvol verschillende onderdelen van de lessenserie “ontwerpen” zijn, zal er voor, tijdens en na deze lessenserie een test worden afgenomen om de ontwerpvaardigheden van leerlingen in kaart te brengen. Deze tests zullen respectievelijk de pre-test, tussentijdse test en post-test worden genoemd. De test die hiervoor gebruikt wordt, wordt ontwikkeld en getest in paragraaf 3.3. Op deze manier worden de ontwerpvaardigheden van de testgroep-leerlingen van onze case study in beeld gebracht en kan er gekeken worden of zij significant beter scoren na bepaalde interventies in de vorm van onderdelen uit de lessenserie, en dus of die onderdelen significant bijdragen aan de ontwikkeling van ontwerpvaardigheden van de leerling.

In paragraaf 3.5 worden de belangrijkste resultaten opgesomd en in paragraaf 3.6 volgen de conclusies en discussie daarover.

De ethische commissie heeft het gebruik van observaties van de ontwerplessen en het uitvoeren en anoniem verwerken van de pre-test, tussentijdse test en post-test voor deze fase van het onderzoek bekeken en goedgekeurd.

### 3.1 Een verbeterde leerdoelenlijst en formulelijst voor de NLT-module “Summer in the city”

A.d.h.v. de suggesties tot verbetering van leerdoelgerichtheid in fase 1, voor NLT-modules in het algemeen en de module “Summer in the city” specifiek, is er een verbeterde leerdoelenlijst en een formulelijst opgesteld voor deel 1 en 2 van de module, zie bijlage 10.

Hoofdstuk 4, de practica en de eindopdracht over “onderzoeken” in deze module zijn niet gegeven op de Thij en daarom ook niet uitgewerkt in deze leerdoelenlijst. Hoofdstuk 2 en 3 (ofwel deel 1 en 2 van de module) vormen echter het grootste deel van deze module en deze verbeterde leerdoelenlijst geeft dus een goed beeld van een leerdoelgerichtere versie van dit onderdeel in de docentenhandleiding.

De belangrijkste wijzigingen die in deze verbeterde leerdoelenlijst zijn doorgevoerd zijn:

- Het opsplitsen van globalere leerdoelen in lesspecifiekere leerdoelen. Daarmee kan een docent makkelijker zijn lessen inrichten en weten leerlingen beter wat er per les van hun wordt verwacht;
- Het ordenen van leerdoelen per paragraaf i.p.v. per hoofdstuk. Hiermee kan een docent makkelijker het lesmateriaal binnen een paragraaf opsplitsen over zijn lessen en weten leerlingen beter wat er per paragraaf van hun wordt verwacht;
- Het opstellen van lesspecifiekere leerdoelen in meerdere specifiekere leerdoelen waarbij beter rekening wordt gehouden met de volgorde van beheersingsniveaus volgens de herziende Taxonomie van Bloom van Anderson en Krathwohl (2001) (zie ook bijlage 4 en 2).

In de nieuwe leerdoelen worden bv. niet langer handelingswerkwoorden van beheersingsniveau 1 (reproductie) samen met handelingswerkwoorden van beheersingsniveau 3 (toepassen) in één leerdoel samen genoemd;

- Het expliciet benoemen welke opgaven bij welke leerdoelen binnen een paragraaf horen. Daardoor kunnen docent en leerlingen beter kiezen welke opgaven zij willen gebruiken om een bepaald leerdoel te behalen.

Daarnaast is er voor het overzicht van leerling en docent een lijst opgesteld met alle in de module gebruikte formules, zie ook bijlage 10. Daarmee hoeft een docent die deze module geeft niet meer de leerlingenhandleiding door te spitten om te zoeken welke formules gebruikt worden om de leerdoelen te behalen en creëert zo dus sneller een geheel overzicht van de module voor zichzelf. De leerling kan deze formulelijst op zijn beurt gebruiken als hulpmiddel bij het maken van opgaven en (diagnostische) toets of zelfs als checklist om te kijken waar nog evt. kennishiaten liggen. Deze lijst kan verder (deels) worden toegevoegd als bijlage op de theoretische toets. Enkele formules in deze formulelijst komen niet voor in de leerlingenhandleiding maar worden wel veronderstelt als voorkennis.

### 3.2 Bewezen effectieve didactievormen voor leerdoelgericht onderwijs

Het behalen van leerdoelen wordt pas optimaal bereikt als er bij de koppeling tussen leerdoelen en les gebruik wordt gemaakt van wetenschappelijk bewezen effectieve didactievormen. Bij het uitkiezen van zulke (nieuwe) lesmethodes is vooral gebruik gemaakt van het werk van Hattie (2012). Hij heeft o.a. in 2012 een top 150 van leerstrategieën gepubliceerd, zie appendix C in zijn onderzoek. Om een passend voorbeeld daarin te noemen: het gebruiken van leerdoelen staat daarin op plek 48 ("Goals"). Dat geeft aan dat dit onderzoek naar leerdoelgerichtheid erg relevant is. Het bepalen van de effectiviteit van de onderzochte leerstrategieën is gedaan middels de berekening van effect sizes (Coe, 2002), een maat die ook gebruikt zal worden om de effectiviteit te bepalen van de lessenserie "ontwerpen" die binnen dit onderzoek zal worden opgezet.

De waarde van een effect size geeft aan hoeveel standaarddeviaties een gemiddelde score door het gebruik van een bepaalde didactievorm of lesactiviteit kan verbeteren. Een effect size boven de 0,4 wordt daarbij beschouwd als effectief. Ter illustratie een citaat uit een eerder werk van Hattie (2009): "een effect size van  $d=0,5$  wordt geassocieerd met het vooruitgaan van leerlingen-prestaties met twee tot drie jaar, het verbeteren van de leersnelheid met 50%, of een correlatie tussen een bepaalde variabele (bijv. hoeveelheid huiswerk) en prestatie van ongeveer  $r=0,50$ " (Hattie, 2009).

Verder is het gebruik van effect sizes vooral handig om didactievormen en lesactiviteiten onderling met elkaar te vergelijken. Het eerder genoemde voorbeeld van het gebruik van leerdoelen heeft bijvoorbeeld een effect size van 0,50 (Hattie, 2012).

Bij het komen tot voorstellen om eerdergenoemde koppeling tussen leerdoelen en les te verbeteren zal er in de analyse van de laatste NLT-module ("Summer in the city") gekeken worden naar een combinatie van de volgende didactievormen, die in de volgende twee subparagrafen nader zullen worden toegelicht:

- (1) Activerende didactiek
- (2) Samenwerkend leren (i.c.m. activerende didactiek)
- (3) Formatief toetsen
- (4) Feedback (i.c.m. formatief toetsen)

### 3.2.1 Activerende didactiek i.c.m. samenwerkend leren

Bij opdrachten waarin het centrale leerdoel “ontwerpen” aan bod komen, één van de centrale leerdoelen in dit onderzoek, wordt in het algemeen meer autonomie van de leerlingen verwacht. De docent neemt daarbij een meer coachende rol aan. Daarbij is het belangrijk dat leerlingen geactiveerd worden en geen passieve houding gaan aannemen. Dit is één van de redenen waarom gekozen is voor activerende werkvormen als één van de didactiekvormen die wordt gebruikt bij het komen tot voorstellen binnen dit onderzoek om bestaande NLT opdrachten te verbeteren en/of nieuwe NLT opdrachten op te stellen.

Deze didactiekvormen zijn efficiënter als die heel leerdoelgericht wordt opgesteld. Daarnaast weet de leerling daarmee waarom hij/zij een bepaalde werkvorm i.c.m. een opdracht uitvoert en gaat daarom gemotiveerder daarmee aan de slag, want hij ziet op deze manier in dat de opdracht nut heeft voor hem. Verder bepalen de leerdoelen welke activerende werkvormen het beste gekozen kunnen worden (Hoogeveen & Winkels, 2006).

Voor het gebruiken van activerende didactiek in lessen is gekeken naar de werkvormen die aangeboden worden in “Het didactisch werkvormenboek” van Hoogeveen en Winkels (2006). Van de volgende werkvormen, die allen deel zijn van de 21 eerstgenoemde activerende werkvormen in dit boek, is regelmatig gebruik gemaakt in de lessen (Hoogeveen & Winkels, 2006): *redeneren, denktijd, klassikaal problematiseren, denk-tweetallen, denken-delen-uitwisselen, vragen stellen, doorvragen, advocaat van de duivel, samenvatten, reflectie, doel formuleren, check-duo's, voorkennis activeren, denkvragen, inschakelen van goede leerlingen, nadenken met tijdlimiet, woordwolk, memoriseren* (soms door gezamenlijk oefenen op het bord, bv. om de stof van een voorgaande les te herhalen aan het begin van een les) en *schematiseren* (o.a. het maken van mindmaps en concept maps).

Meerdere van deze activerende methodes vinden plaats in de vorm van samenwerkend leren omdat leerlingen daarin in groepjes moeten werken of met elkaar discussies aangaan. Samenwerkend leren is volgens Hattie (2009) één van de “high impact learning strategies” in vergelijking met zelfstandig werken, met een effect size van 0.59. Dit overtuigt mij dat die activerende werkvormen inderdaad ook bewezen effectief zijn.

### 3.2.2 Formatief toetsen i.c.m. feedback

Formatief toetsen en het geven van feedback staan volgens Hattie (2012) respectievelijk in de top 5 en top 10 van alle bestaande “high impact learning strategies” met een effect size van 0,90 en 0,75. Om formatieve toetsing succesvol te laten zijn moet deze leerstrategie natuurlijk plaatsvinden met terugkoppeling naar de leerling, dus middels feedback: anders leren zij simpelweg niet van hun fouten. Formatieve toetsing en feedback zouden om die reden dus zoveel mogelijk hand in hand moeten gaan.

Daarnaast is formatieve toetsing ook essentieel voor de docent om feedback te krijgen van de leerlingen. Werken zijn lessen en lesstrategieën goed? Worden de leerdoelen daarmee bereikt. Feedback werkt bij formatieve toetsing dus in het optimale geval ook beide kanten op: van de docent naar de leerling (zoals hierboven genoemd) en van de leerlingen naar de docent. In dit onderzoek zal er om die redenen met beide rekening gehouden worden.

Verder is formatief toetsen in het licht van dit onderzoek nodig om de beginsituatie, voortgang en eindsituatie van het leerproces van de leerlingen in kaart te brengen. Alleen zo kan ook geëvalueerd worden of de te testen voorstellen die voortkomen uit dit onderzoek daadwerkelijk effect zullen hebben.

De docent kan gemakkelijker en beter formatief toetsen door leerdoelgerichte vragen te stellen. Met leerdoelen als uitgangspunt worden namelijk o.a. (onbewuste en ongewenste) formatieve vragen over bijzaken makkelijker vermeden. Daardoor blijft er automatisch meer tijd en aandacht over om leerdoelen omtrent hoofdzaken te behalen.

In het begin van dit onderzoek is er overwogen om ook differentiatie-methoden te gebruiken om de leerdoelen te koppelen aan de les. Dit onderzoek is echter niet groot genoeg om naast bovenstaande methoden ook deze methode in het licht van dit doel te onderzoeken en toe te passen. Voor de uitvoering van goede differentiatie vormen formatief toetsen en activerende didactiek echter een belangrijke basis. Dit is één van de overwegingen geweest om voor die methoden te kiezen in dit onderzoek. Differentiatie-methoden zijn echter heel goed te combineren met het werken met leerdoelen en daarom zeer geschikt om in een vervolgonderzoek te gebruiken om de koppeling van nieuwe en verbeterde leerdoelen met de les te testen.

### 3.3 Een testinstrument om ontwerpvaardigheden van leerlingen in beeld te brengen

De test die is ontwikkeld om de ontwerpvaardigheden van leerlingen te scoren zal vanaf hier kortweg de “ontwerptest” genoemd worden. De ontwerptest is binnen dit onderzoek ontwikkeld en bestaat uit minder gestructureerde toetsen ofwel open vragen. De leerling doorloopt bij het maken van deze test een verhaallijn die opgesteld is om de leerling te activeren en die ervoor zorgt dat leerlingen bij elke fase van de ontwerpcyclus de kans krijgen om te laten zien dat ze die betreffende fase kennen. De eerste vraag van de test wordt daarbij gebruik als opstartvraag en wordt niet meegenomen in de analyse en beoordeling van de test. De ontwerptest en bijbehorende rubriek ter beoordeling daarvan zijn te vinden in bijlage 7.

Voor het beoordelen van de ontwerptest wordt gebruik gemaakt van het labelen van betekenisvolle tekstfragmenten volgens analysemethode 9 zoals opgesteld door van Donk & van Lanen (2016), in de vorm van een rubriek, zie bijlage 7. De mate van samenhang ofwel interne consistentie tussen de vragen is bepaald middels de Cronbach’s Alpha. Hiervoor is de test gemaakt door een testgroep van 51 leerlingen uit 4 havo en 4 vwo die het profielvak NLT in hun curriculum hadden. De Cronbach’s Alpha was daarbij 0,56. Dit betekent dat de interne consistentie van de ontwerptest hoog genoeg is voor dit onderzoek en dus gebruikt kan worden om de ontwerpvaardigheden van leerlingen in kaart te brengen middels een pre-test, tussentijdse test en post-test.

De ontwikkelde lessenserie “ontwerpen” is gebruikt in twee 4 vwo klassen die het profielvak NLT in hun curriculum hadden bestaande uit 32 leerlingen. Bij 25 leerlingen daarvan is na expliciete toestemming succesvol de pre-test, tussentijdse test en post-test doorgevoerd. De data zijn vervolgens anoniem verwerkt. In de analyse van deze data is gekeken naar de gemiddelde vraagscore per leerling, de bijbehorende standaarddeviatie en de p-waarde van de gepaarde t-toetsen waarmee wordt bepaald of de gemiddelde vraagscore per leerling voor deze drie testen onderling significant van elkaar verschillen (van Geloven, 2019). Tot slot is gekeken naar de effect size van de lessenserie tussen de pre-test en de tussentijdse test en post-test om de effectiviteit van de ontwikkelde lessenserie “ontwerpen” in kaart te brengen (Coe, 2002). De resultaten zijn te vinden in paragraaf 3.5, “Resultaten fase 2”.

Tijdens de dataverzameling van beide testgroepen, analyse daarvan en conclusies die daaruit getrokken kunnen worden is rekening gehouden met de veel voorkomende valkuilen die beschreven worden in hoofdstuk 7.5.2 van het boek “Praktijkonderzoek in de school” (van Donk & van Lanen, 2016).

### 3.4 Lessenserie omtrent de algemene vaardigheid “ontwerpen”

De lessenserie “ontwerpen” bestaat uit de volgende vier onderdelen of fases die in deze paragraaf worden toegelicht:

1. Een introductieles van 40 minuten. De PowerPoint-presentatie daarvan is te vinden in bijlage 8
2. Twee lessen van 40 minuten waarin hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” van NiNa Nieuwe Natuurkunde wordt doorlopen (Sonneveld & Vermeer, 2007), zie bijlage 9
3. Zeven lessen van 80 minuten waarin de leerlingen zelf de ontwerpcyclus doorlopen a.d.h.v. een zelfgekozen ontwerp opdracht
4. Beoordeling ontwerp opdracht binnen de module, bestaande uit de beoordeling van een ontwerpverslag en de presentatie van het prototype middels een beoordelingstabel bestaande uit een programma van eisen, zie bijlage 11

#### 3.4.1 De introductieles over de ontwerpcyclus

Voor de introductieles is een schermopname gemaakt van een PowerPoint-presentatie waarin de ontwerpcyclus wordt geïntroduceerd en stapsgewijs de zes fases daarvan worden uitgelegd. Daarbij worden verschillende ontwerpen uit de praktijk en het dagelijkse leven als voorbeeld genomen om te kijken hoe één of meerdere fases daarvoor doorlopen zouden kunnen worden. De PowerPoint-presentatie is te vinden in bijlage 8. De schermopname daarvan is op aanvraag beschikbaar.

Alvorens de leerlingen deze schermopname te zien kregen maakten zij eerst de pre-ontwerptest en werden vervolgens de leerdoelen van de gehele lessenserie “ontwerpen” geïntroduceerd:

- Je kunt de ontwerpcyclus uitleggen en de zes fases daarvan benoemen (les 1)
- Je kunt de afzonderlijke fases van de ontwerpcyclus uitleggen (les 1)
- Je kunt de afzonderlijke fases van de ontwerpcyclus herkennen in (deels) beschreven ontwerpprocessen (les 1 t/m 3)
- Je kunt de afzonderlijke fases van de ontwerpcyclus bewust doorlopen in een ontwerp opdracht (les 4 t/m 10)

#### 3.4.2 Hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” van NiNa Nieuwe Natuurkunde

Het tweede onderdeel van de lessenserie bestaat uit twee lessen van 40 minuten waarin hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” van het project NiNa Nieuwe Natuurkunde van stichting natuurkunde.nl wordt doorlopen, zie bijlage 9 (Sonneveld & Vermeer, 2007). Aan het begin van de eerste les hiervan is de voorkennis geactiveerd door de vier leerdoelen van deze lessenserie, zie o.a. paragraaf 3.4.1, nog eens te laten zien. Direct daarop volgend werd om en om een leerling uitgekozen die de eerstvolgende fase van de ontwerpcyclus moest benoemen en kort uitleggen, beginnend bij fase 1. Zo is gebruik gemaakt van activerende werkvormen zoals beschreven in paragraaf 3.2.1 (voorkennis activeren, vragen stellen en memoriseren).

In de eerste les van dit onderdeel van de lessenserie maakten de leerlingen vervolgens de opgaven in hoofdstuk 2 van de startmodule “Technisch Ontwerpen” via Socrative. Daarvoor zijn die opgaven van te voren in Socrative gekopieerd en konden zij bijbehorende tekst in die startmodule gebruiken als naslagwerk. Het afmaken van de opgaven vormde het huiswerk voor de tweede les. Door op deze manier vragen te stellen en met de opgaven leerlingen te laten redeneren is opnieuw gebruik gemaakt van activerende werkvormen zoals beschreven in paragraaf 3.2.1.

In de tweede les werden de opgaven één voor één uitgebreid besproken a.d.h.v. de gegeven antwoorden van leerlingen. Op deze manier is gebruik gemaakt van formatieve toetsing i.c.m.

feedback zoals beschreven in paragraaf 3.2.2 en activerende werkvormen (o.a. vragen stellen) zoals beschreven in paragraaf 3.2.1.

### 3.4.3 De ontwerpopdracht

De ontwerpopdracht bestaat uit zeven lessen die hieronder één voor één kort worden toegelicht. Bij die toelichtingen is het van belang om te realiseren dat de eerste twee lessen bewust zijn ingericht naar het principe van cyclus zooming: het inzoomen op verschillende delen van de ontwerpcyclus d.m.v. daarvoor geschikte lesactiviteiten, waarbij de nadruk nog vooral ligt op de expliciete verbinding van die activiteiten met een gekozen deel of fase van de ontwerpcyclus. De focus ligt daarbij op het systematisch aanleren ontwerpvaardigheden in het algemeen en minder op de natuurwetenschappelijke inhoud, waar vanaf les 3 de nadruk op komt te liggen. Op deze manier leren ze eerst de ontwerpcyclus in het algemeen beter kennen en wordt er geoefend met divergent denken (Geuzebroek-Frederik & Vrijman-Van Putten, 2007).

Bij de onderstaande beschrijvingen van deze lessen is het verder belangrijk om te realiseren dat de leerlingen van de testschool beschikken over voorkennis van het bouwen en programmeren van Arduino en verschillende Arduino-modules en -onderdelen en dat de lessen uit blokken van 80 minuten bestaan. Verder hebben zij beschikking over een materialentabel waarin alle materialen (zoals verschillende sensoren en actuatoren) staan opgesomd en zijn er bij elke les zowel twee docenten alsook een TOA aanwezig die bedreven zijn met het werken met die onderdelen en het programmeren daarvan. Daarnaast kunnen zij optioneel op afspraak in tussenuren of in het middagprogramma individueel verder werken aan de ontwerpopdracht.

#### *Les 1*

In les 1 worden de leerlingen verdeeld in groepjes van drie waarin zij de ontwerpopdracht zullen maken en wordt gewerkt aan fase 1 van de ontwerpcyclus: probleemanalyse. Hiervoor moesten zij in de les een mind map maken van de belangrijkste probleemstellingen in de NLT-module "Summer in the city", de activerende werkvorm schematiseren uit paragraaf 3.2.1. Als huiswerk voor les 2 moesten zij a.d.h.v. die probleemstellingen en mind map drie mogelijke onderwerpen kiezen voor hun ontwerpopdracht.

#### *Les 2*

In les 2 wordt er per groep klassikaal één onderwerp gekozen uit de bedachte onderwerpen van les 1. Dit gebeurt klassikaal om de groepjes een volledig beeld te schetsen van de context waarbinnen de ontwerpopdracht plaatsvindt. Alvorens dit te doen maken de leerlingen de tussentijdse ontwerptest.

Voor deze les wordt de leerlingen verder gevraagd om zich in te lezen in het door hun gekozen onderwerp voor de ontwerpopdracht en informatie te verzamelen over zowel de achtergrond van de probleemstellingen die zij proberen op te lossen als over al bestaande oplossingen die daarvoor zijn bedacht. Deze opdracht wordt ook meegegeven als huiswerk. Waar mogelijk beginnen groepjes in deze les al met de ontwerpcyclus.

#### *Les 3*

In les 3 wordt de leerling gevraagd om als herhaling en afsluiting van les 2 kort en bondig hun onderwerp voor de ontwerpopdracht te beschrijven in hun ontwerpverslag a.d.h.v. de verzamelde informatie, inclusief de bijbehorende probleemstellingen als gevolg van klimaatverandering die hun uiteindelijke ontwerp probeert op te lossen.

De leerling wordt er daarbij op gewezen dat zij de probleemstelling zoveel mogelijk expliciet moeten laten aansluiten op de context van de module “Summer in the city” die zij daarvoor hebben leren kennen.

Verder wordt de leerling gevraagd om tijdens de resterende lestijd en als huiswerk een programma van eisen en wensen op te stellen die in les 4 gecontroleerd zal worden.

De docent neemt in deze les vooral een begeleidende rol aan, waarbij o.a. wordt gelet op de beschrijvingen daarvan volgens figuur 235 van het “Handboek natuurkundedidactiek” van Kortland et al. (2019).

#### *Les 4*

In les 4 worden alle groepjes gecontroleerd op het programma van eisen en wensen dat zij in les 3 hebben gemaakt. Parallel daaraan krijgen de leerlingen de opdracht om te werken aan de ideeëntabel om hen te inspireren om bij hun programma van eisen en wensen deeloplossingen te bedenken. Als huiswerk wordt de opdracht meegegeven om deze ideeëntabel af te maken. Waar mogelijk wordt een begin gemaakt met het nadenken over welke materialen er nodig zijn om de bedachte deeloplossingen te realiseren en worden deze evt. ook al tijdens de les getest.

#### *Les 5*

In les 5 worden de leerlingen vooral vrijgelaten om de rest van de ontwerpopdracht zelf in te vullen. Daarbij worden zij waar nodig gemotiveerd om bv. een taakverdeling te maken of na te denken over welke materialen zij nodig hebben voor bepaalde deeloplossingen en hoe verschillende deeloplossingen moeten samenkomen in een ontwerpvoorstel. Vervolgens worden de leerlingen gemotiveerd om al deeloplossingen te gaan bouwen, programmeren en testen.

Daarnaast worden de leerlingen herinnert dat zij ook buiten de lessen om kunnen werken aan hun ontwerpopdracht op school, zowel tussen de lessen door als tijdens de middagprogramma’s. Voor begeleiding daarbij of voor het gebruik van nieuwe materialen moeten zij dan natuurlijk wel een afspraak maken.

#### *Les 6*

In les 6 werken de leerlingen verder aan het realiseren van bedachte deeloplossingen en ontwerpvoorstellen en zullen zij waar nodig opnieuw aangespoord worden om een slimme taakverdeling te maken.

Het doel van deze les is om richting het einde een begin te maken van het prototype. Als huiswerk wordt meegegeven om in ieder geval een uiteindelijk ontwerpvoorstel op papier te krijgen en verder waar mogelijk verder te werken aan het realiseren van een prototype.

#### *Les 7*

In les 7 wordt het uiteindelijke prototype gebouwd en getest.

#### 3.4.4 Beoordeling ontwerpopdracht

De beoordeling van de ontwerpopdracht bestaat uit de zowel de beoordeling van een ontwerpverslag als van de presentatie van het prototype per leerlingengroepje. Hiervoor is een beoordelingstabel waarin een programma van eisen is verwerkt, bestaande uit o.a. alle onderdelen van de ontwerpcyclus en dus de leerdoelen behorende bij deze ontwerpopdracht. Deze beoordelingstabel is te vinden in bijlage 11 en is opgesteld in samenwerking met Rudy Jonker, docent NLT op de Thij.

Naast een hulp voor de docent bij de beoordeling van de ontwerpopdracht dient dit programma van eisen voor het verslag en de prototype in de beoordelingstabel ook als een herhaling van de leerdoelen van de ontwerpcyclus. Leerlingen zijn tijdens de ontwerpopdracht meermaals hiernaar verwezen om vanaf het begin tot en met het einde de leerdoelen m.b.t. de ontwerpcyclus scherp te houden en zo nog leerdoelgerichter les te geven.

Zoals te zien in de beoordelingstabel wordt de beoordeling van de ontwerpopdracht zowel gebruikt voor het vormen van een cijfer binnen de NLT-module “Summer in the city” als voor een cijfer binnen de NLT-module “Digitale techniek”, gegeven door Rudy Jonker. De ontwerpopdracht telt dus op verschillende manieren mee voor twee verschillende NLT-modules die bewust vervlochten zijn in de opgestelde ontwerpopdracht van dit onderzoek. Hoe en waarom deze modules precies vervlochten zijn is verder niet van belang voor dit onderzoek.

### 3.5 Resultaten fase 2

#### 3.5.1 Resultaten verbeterde leerdoelenlijst voor de NLT-module “Summer in the city”

De leerdoelenlijst en formulelijst in bijlage 10 zijn gedurende de module opgebouwd waarbij er per les gekeken is aan welke leerdoelen en formules gewerkt zouden worden. De ervaring van de docent hiermee is dat deze lijsten de inhoud van de module veel overzichtelijker maakten en leerlingen gemakkelijker en effectiever begeleid konden worden bij inhoudelijke vragen over de leerstof en opgaven.

De lessen konden m.b.v. deze leerdoelen- en formulelijst als leidraad bv. een stuk makkelijker worden opgezet: er hoefde slechts gekeken te worden of de leerdoelen van afgelopen lessen voldoende naar voren waren gekomen, hoeveel extra tijd daar in de aankomende lessen evt. nog voor nodig was en welke komende leerdoelen en formules op die lijsten er in die aankomende lessen evt. verwerkt konden worden. De inhoudsopgave lag daarmee voor de meeste lessen dus grotendeels vast, wat het onderzoeken, selecteren en opstellen van nieuw lesmateriaal voor die lessen gericht en daardoor efficiënter maakte.

De uiteindelijke verzameling van leerdoelen en formules is gedeeld met de leerlingen als hulpmiddel bij het leren voor de toets. Enkele leerlingen zijn tijdens de lessen gevraagd wat hun ervaringen hiermee zijn. Zij gaven daarbij aan het te gebruiken als een soort van samenvatting van alle kennis en een checklist om te kijken wat ze al kenden en aan welke onderwerpen ze nog extra aandacht moesten besteden. Zij gaven daarnaast aan het fijn te vinden dat ze zo makkelijker konden oefenen met hoe zij de formules van de module uiteindelijk moeten kunnen toepassen.

Het deel van de formulelijst dat aansloot bij de uitgevraagde thema's op de theoretische toets van deze module is uiteindelijk gebruikt als bijlage in die toets. Het gemiddelde cijfer voor die toets was een 6,6. Hiermee was de docent erg tevreden, rekening houdend met het feit dat veel van het onderwijs online plaats moest vinden als gevolg van de coronacrisis. In dat opzicht lag dit gemiddelde toetscijfer dus in lijn met de hierboven beschreven eerste ervaringen met de leerdoelenlijst en formulelijst.

#### 3.5.2 Resultaten lessenserie “ontwerpen”

Aan verschillende leerlingengroepjes is toestemming gevraagd om anoniem resultaten van hun producten voor de ontwerpopdracht mee te nemen in dit onderzoek. Voor de ontwerpfase essentiële onderdelen daarin zijn in bijlage 12 opgenomen en zullen worden meegenomen om observaties en ervaringen van docenten, die nu beschreven zullen worden, kracht bij te zetten. Verder is de hoop dat deze resultaten andere docenten mogen inspireren in hun eigen ontwerponderwijs.

Wat opvalt aan de ontwerpen van leerlingen is dat de prototypes voor 4 vwo NLT relatief complex zijn en in het algemeen erg goed voldoen aan de vooraf gestelde ontwerpisen. Rekening houdend hiermee hebben binnen de testgroep op één na alle ontwerpgroepen uiteindelijk succesvol werkende prototypes gebouwd. Goed om daarbij te realiseren is dat de basis van de gebruikte “Digitale techniek” inclusief het gebruikte Arduino platform in gemiddeld 10 lessen van 40 minuten hybride onderwijs is aangeleerd middels de NLT-module “Digitale techniek” die op deze school mede wordt ontwikkeld. Verder was er ook intensieve begeleiding aanwezig van twee NLT-docenten en een TOA met ervaring met deze techniek. Daarnaast mochten de groepjes in tussenuren, middagprogramma’s of buiten schooltijd vrijwillig aan deze opdracht verder werken waar ongeveer de helft van de groepjes dankbaar gebruik van heeft gemaakt.

De docenten is verder opgevallen dat leerlingen gedurende de ontwerpopdracht ernaar neigden om snel naar een ontwerpvoorstel en prototype toe te werken. Daarbij besteedden zij relatief weinig aandacht aan de eerste fasen van de ontwerpcyclus. Dit is ook vooral te zien aan de programma’s van eisen van de ontwerpen in bijlage 12. De docenten hebben daartoe tijdens de ontwerplezen begeleidende gesprekken gevoerd met leerlingen waarin getracht werd leerlingen divergenter te laten denken. Dit bleken leerlingen echter vaak moeilijk te vinden, iets dat dus goed te zijn is de opgestelde programma’s van eisen en deels ook in de deelopwerkingen en ideeëntabellen. Verder zijn de programma’s van eisen vaak erg kwalitatief opgesteld terwijl het beter is om die eisen en wensen daarin zo kwantitatief als mogelijk op te stellen (Geuzebroek-Frederik & Vrijman-Van Putten, 2007). Bij sommige groepjes, zoals in de ideeëntabel bij het ontwerpen van de ventilator op zonne-energie voor snel opwarmende geparkeerde auto’s te zien is, ging dat al wel redelijk goed.

Er werd ook relatief minder aandacht besteed aan het opstellen en overwegen van verschillende deelopwerkingen. Wel hebben de leerlingen overwegend goed onthouden dat zij daartoe het beste een ideeëntabel kunnen opstellen om hen in dit proces te begeleiden. Van alle ontwerpen in bijlage 12 op één na hebben groepjes zo’n ideeëntabel opgesteld. Slechts enkele groepjes hebben die deelopwerking beschreven, bijvoorbeeld zoals bij het groepje dat de slimme drinkbeker heeft ontworpen, zie ook bijlage 12. Bij die groepjes viel het op dat het divergente denken vaak ook moeizamer is verlopen of in ieder geval moeilijker waar te nemen was.

Ook de testfase verliep in het algemeen goed. Slechts bij een enkel groepje verliep deze fase slecht, o.a. door slechte communicatie binnen de groep. Deze testfase wordt in de ontwerpverslagen ook overwegend goed beschreven. Wel is het zo dat er relatief weinig groepjes in de evaluatie tot duidelijke of bruikbare voorstellen tot verbeteringen zijn gekomen.

Het gemiddelde cijfer voor het deel van de ontwerpopdracht behorende bij de ontwerpcyclus, ofwel punt 1 t/m 4 uit het programma van eisen ter beoordeling van de ontwerpopdracht bijlage 11, was een 7,3. Ook hiermee waren de docenten tevreden. In dit opzicht lag dit cijfer dus in lijn met de hierboven beschreven resultaten en zorgde niet voor verrassingen.

### 3.5.3 Resultaten van de ontwerptest

De gemiddelde vraagscore, standaarddeviatie, gepoolde standaarddeviatie en effect size per ontwerptest zijn te vinden in tabel 2. De gemiddelde vraagscore is ook nog gevisualiseerd in figuur 1. Verder zijn de p-waarden van de gepaarde t-toetsen tussen de ontwerptesten opgesomd in tabel 3. Deze resultaten van de tussentijdse test en post-test t.o.v. de pre-test laten zien dat de ontwerpvaardigheden van de leerlingen in de testgroep significant zijn verbeterd.

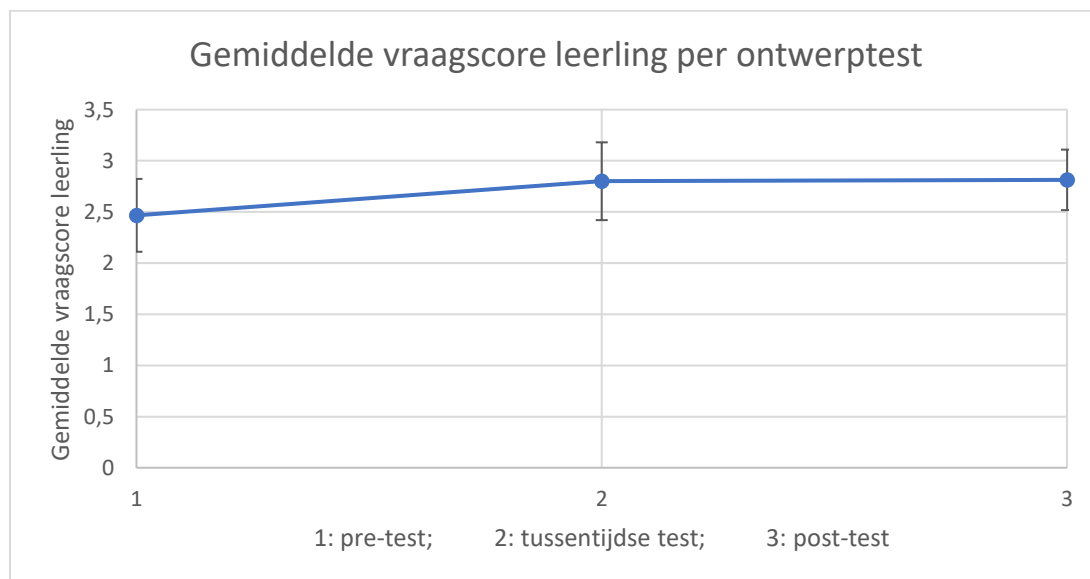
De lessenserie “ontwerpen” heeft als geheel een effect size van 1,06. Volgens Hattie is dat te interpreteren als dat meer dan 84% van de leerlingen hun ontwerpvaardigheden hebben verbeterd tijdens de lessenserie “ontwerpen” (Hattie, 2009).

	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Gepoolde standaarddeviatie	Effect size t.o.v. pre-test
Pre-test	2,466667	0,355903	-	-
Tussentijdse test	2,8	0,380058	0,368178701	0,90535746
Post-test	2,813333	0,295597	0,327142511	1,05968089

Tabel 2: gemiddelde vraagscore, standaarddeviatie, gepoolde standaarddeviatie en effect size per ontwerptest

	Tussentijdse test t.o.v. pre-test	Post-test t.o.v. pre-test	Post-test t.o.v. tussentijdse test
Gepaarde t-test	0,00133	0,000828	0,843037

Tabel 3: p-waardes van de gepaarde t-toetsen tussen de ontwerptesten



Figuur 1: gemiddelde vraagscore per ontwerptest

### 3.6 Conclusies en discussie fase 2

#### 3.6.1 Conclusies en discussie over de verbeterde leerdoelenlijst en formulelijst voor de NLT-module “Summer in the city”

De docent en enkele leerlingen van de testgroep gaven aan eerste positieve ervaringen te hebben gehad met het gebruik van de opgestelde leerdoelen- en formulelijst in bijlage 10, vooral m.b.t. het creëren van meer overzicht over de inhoud in de module. Voor het goed beoordelen van deze lijsten in de lessen zouden echter onafhankelijke docenten het gebruik hiervan moeten testen in hun lessen. Daarbij moeten leerlingen systematisch moeten worden gevraagd naar hun ervaringen daarmee. Dat is in dit onderzoek niet gebeurt en hiervoor is dus vervolgonderzoek nodig. Daarin voldoet een korte vragenlijst met enkele gesloten vragen waarschijnlijk om de ervaringen van

leerlingen met deze lijsten in beeld te krijgen. Het ligt echter niet binnen de scope van dit onderzoek om zo'n evaluatie-instrument te ontwikkelen en testen.

De nieuwe leerdoelen van deze module omtrent de lessenserie "ontwerpen", zie ook bijlage 10, zijn wel goed behaald afgaande op de resultaten van de leerlingen van de daarbij behorende ontwerpopdracht. Zie hiervoor verder paragraaf 3.6.3. Het gaat hier dus wel om de resultaten van een case study. Echter schetsen deze resultaten een mooi beeld hoe succesvol het leerdoelgericht werken met leerdoelen kan functioneren.

### 3.6.2 Conclusies en discussie over de ontwikkelde ontwerp-test

De mate van samenhang ofwel interne consistentie tussen de vragen in de ontwerp-test is bepaald middels de Cronbach's Alpha. Hiervoor is de test gemaakt door een testgroep van 51 leerlingen uit 4 havo en 4 vwo die het profielvak NLT in hun curriculum hadden. De Cronbach's Alpha was daarbij 0,56 en dus hoog genoeg voor dit onderzoek. Voor grootschaliger gebruik van deze ontwerp-test moet er echter gemikt worden op een Cronbach's Alpha rond de 0,8 en moet er meer onderzoek gedaan worden naar de gevoeligheid, validiteit en betrouwbaarheid van deze test.

De ontwerp-test is in staat om een significante groei van ontwerpvaardigheden waar te nemen in de vorm van een hoge effect size van verschillende onderdelen in de lessenserie. Voor een eerste versie van deze test zijn deze resultaten positief. Echter is het dus aan te raden dat deze test en bijbehorende rubriek worden bijgeschaafd voor het gebruik in nieuwe groepen, waarbij vervolgens opnieuw gekeken wordt of er een hogere Cronbach's Alpha is gerealiseerd. De verwachting is dat enkele herhalingen van voorgaande op testgroepen van minimaal vijftig leerlingen de Cronbach's Alpha relatief snel kan opkrikken. Tot slot zou er gewerkt kunnen worden aan een bredere scoreschaal in de rubriek om de ontwerpvaardigheden van leerlingen en evt. groei daarin gedetailleerder in beeld te krijgen. Op die manier zou een significante groei van ontwerpvaardigheden beter waargenomen kunnen worden en zouden lesactiviteiten om die vaardigheden te trainen dus beter kunnen worden beoordeeld.

### 3.6.3 Conclusies en discussie over de lessenserie "ontwerpen"

Door de significante verbetering in de gemiddelde score en hoge effect size tussen de pre-test en tussentijdse test kan geconcludeerd worden dat de introductieles i.c.m. de twee lessen waarin werd geoefend met het materiaal van NiNa erg effectief zijn gebleken in het aanleren van ontwerpvaardigheden van leerlingen. De aansluitende ontwerpopdracht heeft deze groei en effect size niet significant verbeterd. Echter hebben de leerlingen-producten van deze ontwerpopdracht wel inzichtelijk gemaakt dat de bijbehorende leerdoelen voor de lessenserie "ontwerpen" goed zijn behaald. Verder was de score van de tussentijdse test al erg hoog en is de gevoeligheid van de ontwikkelde ontwerp-test misschien (nog) niet hoog genoeg om extra verbeteringen op ontwerpvaardigheden, bij wijze van het verschil tussen goede ontwerpvaardigheden en uitstekende ontwerpvaardigheden, waar te nemen.

De eisen die aan deze ontwerpopdracht zijn gesteld zijn voor een 4 vwo NLT-klas van een redelijk hoge moeilijkheidsgraad. Een dergelijke opdracht zou ook goed aan een 5 vwo of 6 vwo NLT-klas gegeven kunnen worden. Echter is het met een goede voorbereiding en begeleiding dus gebleken dat dit ook al uitstekend in een 4 vwo NLT-klas te doen is.

Naast alle beschreven positieve resultaten en observaties van de ontwerpopdracht was het achteraf gezien dus wel beter geweest om daarin meer aandacht te besteden aan het divergente denken van de leerling. Daarnaast zouden leerlingen beter begeleid moeten worden om hun programma's van eisen vooral kwantitatief (meetbaar) i.p.v. kwalitatief (niet meetbaar) op te stellen (Geuzebroek-

Frederik & Vrijman-Van Putten, 2007). Verder zouden leerlingen bij een herhaling van een dergelijke ontwerpopdracht beter begeleid moeten worden in de evaluatie van de testfase en het komen tot verbetervoorstellen. Voor al deze zaken was het achteraf gezien een goed idee geweest om leerdoelen op te stellen. Echter zou het werken met dit soort leerdoelen van een hoger beheersingsniveau, namelijk beheersingsniveau 4 in bijlage 4 (Anderson & Krathwohl, 2001), misschien niet eens aan het licht zijn gekomen zonder het leerdoelgericht werken en de bijbehorende goede resultaten tijdens de lessenserie “ontwerpen”. Alle voorgaande overwegingen benadrukken nog eens het belang van het opzetten van goede leerdoelen en leeractiviteiten die daar expliciet op aansluiten.

## H4 Overkoepelende reflectie, discussie en visie

De hoofdvraag van dit onderzoek was: “wat zijn mogelijke middelen om NLT-modules leerdoelgericht te maken?”. Om een volledig antwoord op deze onderzoeksvraag te kunnen geven is deze opgedeeld in de volgende twee deelvragen:

- Deelvraag 1: in hoeverre is huidig NLT-materiaal leerdoelgericht opgesteld?
- Deelvraag 2: wat zijn mogelijke middelen om ontwerponderwijs binnen NLT leerdoelgericht te maken?

Het antwoord op deze twee deelvragen is respectievelijk gegeven in vorm van de specifieke conclusie- en discussiepunten in fase 1 en 2 van dit onderzoek. Deze vormen samen een belangrijk deel van het antwoord op de hoofdvraag. Om de hoofdvraag van dit onderzoek volledig te beantwoorden, volgen er in dit hoofdstuk een overkoepelende reflectie, discussie en visie over het geheel van deze twee fasen. Hiermee wordt tegelijkertijd het onderzoek afgesloten.

Iets dat al opvalt binnen fase 1 maar vooral tussen fase 1 en 2 is het verschil in omgang tussen inhoudelijke leerdoelen en algemene leerdoelen of vaardigheden. Meerdere lesspecifieke inhoudelijke leerdoelen kunnen binnen een les behaald worden. Daarentegen zijn er vaak veel lessen nodig om algemene vaardigheden aan te leren, denk daarbij aan de lessenserie “ontwerpen” die in fase 2 is ontwikkeld. Hierbij wordt de theorie over die algemene vaardigheden beschouwd als inhoudelijk en het zelfstandig toepassen daarvan in een dergelijke opdracht als de algemene vaardigheid zelf.

In dit onderzoek, de opgestelde leerdoelen-checklist en de analyse op leerdoelgerichtheid, is als uitgangspunt gekozen dat het voor een startende docent NLT op lesniveau duidelijk moet zijn hoe er wordt gewerkt aan inhoudelijke leerdoelen. Er kan echter bewust gekozen worden om in plaats hiervan slechts met globalere (niet lesspecifieke) leerdoelen te werken, denk daarbij aan de leerdoelen zoals opgesteld in de leerlingenhandleiding van de NLT-module “Door een ZOETE appel heen bijten”. Een argument daarvoor is dat leerlingen door lange leerdoelenlijsten door de bomen misschien het bos niet meer zien en gedemotiveerd raken om dergelijke lijsten als hulpmiddel te gebruiken.

Een voorbeeld: stel dat een NLT-module o.a. bestaat uit honderd nieuwe begrippen die de leerling eigen moet maken. Dan zouden daarvoor honderd lesspecifieke inhoudelijke leerdoelen kunnen worden opgesteld. Overzichtelijker zou het zijn om een begrippenlijst hiervoor op te stellen en één globaal leerdoel dat stelt dat een leerling alle begrippen in die lijst moet kunnen uitleggen.

De balans tussen de hoeveelheid lesspecifieke en globalere leerdoelen is dus iets waarmee rekening gehouden moet worden. Die balans is echter helaas tegelijkertijd iets dat nog weinig tot niet onderzocht wordt en weinig handreikingen voor te vinden zijn. De hoop is dat dit onderzoek, waaronder de opgestelde leerdoelenchecklist in fase 1 en deze reflectie op de analyse op leerdoelgerichtheid daarmee, een aanleiding kunnen vormen om meer onderzoek daarnaar te doen.

Dit onderzoek is er dus van uitgegaan dat er in het lesmateriaal in ieder geval rekening gehouden moet worden dat leerdoelen op lesspecifiek niveau aangeboden moeten kunnen worden. Een startende docent NLT die aan de slag gaat met het bijbehorende lesmateriaal kan daarmee makkelijker zelf inschatten en kiezen welke balans tussen globale en lesspecifieke leerdoelen het beste is voor zijn lessen. Hij hoeft daarvoor namelijk niet langer eerst zelf alle leerdoelen van de grond af op te bouwen, iets dat een tijdrovende taak vormt om goed uit te voeren. Het aanbieden van leerdoelenlijsten met expliciet dit doel helpt zo dus ook bij flexibilisering en maatwerk van het

aangeboden onderwijs: de docent kan daarmee bv. een klas of leerling die meer moeite blijkt te hebben met bepaalde thema's makkelijker tegemoet komen, bv. door deze te laten werken met meer lesspecifieke leerdoelen binnen die thema's.

Eén van de begeleiders van dit onderzoek, Jan Jaap Wietsma, is ervaringsdeskundige in het ontwikkelen van NLT-modules dankzij meerdere auteurschappen en samenwerkingen met andere auteurs daarin. Met hem is gebrainstormd over hoe leerdoelen normaal gesproken worden opgesteld bij de ontwikkeling van NLT-modules. Hij gaf daarin aan dat er bij die ontwikkeling vaak sprake is van een "backwards design": eerst wordt de leerstof van een NLT-module opgesteld en pas daarna worden er leerdoelen hiervoor opgesteld. Hierdoor ontstaat echter het risico dat lesmateriaal minder leerdoelgericht opgesteld wordt. Als er van te voren leerdoelen zouden worden opgesteld kan er bv. gemakkelijker rekening gehouden worden met de beheersingsniveaus van die leerdoelen en de aansluiting daartussen. Op die manier kan vooraf inzichtelijk gemaakt worden of er in de op te stellen leerstof bepaalde voorkennis mist om hogere beheersingsniveaus aan te leren. Ook wordt bij het vooraf opstellen van leerdoelen gemakkelijker inzichtelijk gemaakt welke leerdoelen nou eigenlijk essentiële leerdoelen ofwel kerndoelen zijn en welke leerdoelen eerder behoren tot optionele verdieping voor de leerling.

Het is aan te raden om inzichtelijk te maken wat kerndoelen zijn en wat optionele leerdoelen zijn binnen een NLT-module middels diens docentenhandleiding. Dit geldt met name voor NLT-modules omdat startende docenten NLT met behulp daarvan moeten kiezen welke onderdelen van een module zij de leerling willen aanleren en welke niet. NLT-modules zijn vaak namelijk te groot om in het geheel te behandelen tijdens de reguliere lestijd. Dit is in het algemeen goed bekend bij NLT-docenten. Echter is dus vaak minder goed bekend welke leerstof en dus welke leerdoelen nou eigenlijk als essentieel worden geacht. Hierdoor kan het zijn dat een docent een deel van de module overslaat die eigenlijk behoort tot de essentie of basiskennis van de module. Daarom is het verduidelijken van kerndoelen in de docentenhandleiding een advies bij het opstellen en herzien van docentenhandleidingen. Omdat hoofdauteurs daarvan vaak precies weten welke leerstof zij als essentieel en basis achten en welke niet, is dat voor hen gemakkelijk te realiseren, bv. door simpelweg achter deze leerdoelen tussen haakjes aan te geven: "(kerndoel)".

Tot slot is het goed om te benoemen dat een onderwijsonderzoek als deze valt of staat met goed gedefinieerde doelen. Voor zowel een analyse van bestaand onderwijs als het verbeteren daarvan zullen deze onderzoeksdoelen gekoppeld moeten worden aan (bestaande) leerdoelen binnen dat onderwijs. Alleen met de definitie van zulke leerdoelen wordt het startpunt van een dergelijke analyse of verbetering namelijk duidelijk. Dit benadrukt nog eens het belang van doelen in het algemeen en leerdoelen in onderwijs(ontwikkeling) specifiek.

## H5 Referenties

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning teaching and assessing*. New York: David McKay Company, Inc., 12-14 & 66-88

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* (uitgebreide ed.). Washington, D.C.: National Academy Press

Coe, R. J. (2002, 12-14 september). *It's the Effect Size, Stupid. What effect size is and why it is important*. School of Education, University of Durham. Geraadpleegd op 1 juli 2021, van <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00002182.htm>

College voor Toetsen en Examens (z.d.). *Examenprogramma natuur, leven en technologie havo vanaf schooljaar 2013-2014*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van [https://www.examenblad.nl/examenstof/natuur-leven-en-technologie-havo-2/2020/f=/examenprogramma\\_nlt\\_hav0\\_2014.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/natuur-leven-en-technologie-havo-2/2020/f=/examenprogramma_nlt_hav0_2014.pdf)

College voor Toetsen en Examens (z.d.). *Examenprogramma natuur, leven en technologie vwo vanaf schooljaar 2014-2015*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van [https://www.examenblad.nl/examenstof/natuur-leven-en-technologie-vwo-2/2020/f=/examenprogramma\\_nlt\\_vwo\\_2015.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/natuur-leven-en-technologie-vwo-2/2020/f=/examenprogramma_nlt_vwo_2015.pdf)

College voor Toetsen en Examens (z.d.). *Examenprogramma natuurkunde havo vanaf CE 2015*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van [https://www.examenblad.nl/examenstof/natuurkunde-havo-2/2021/havo/f=/examenprogramma\\_natuurkunde\\_havo\\_2014\\_2015.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/natuurkunde-havo-2/2021/havo/f=/examenprogramma_natuurkunde_havo_2014_2015.pdf)

College voor Toetsen en Examens (z.d.). *Examenprogramma natuurkunde vwo vanaf CE 2016*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van [https://www.examenblad.nl/examenstof/natuurkunde-vwo-2/2021/f=/examenprogramma\\_natuurkunde\\_vwo\\_2015\\_2016.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/natuurkunde-vwo-2/2021/f=/examenprogramma_natuurkunde_vwo_2015_2016.pdf)

Geuzebroek-Frederik, I., & Vrijman-Van Putten, M. (Red.). (2007). *Ontwerpen moet je doen: creativiteit en motivatie met technisch ontwerpen*. Groningen: Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON), 12-13 & 32

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Londen; New York: Routledge, 7-8 & 212

Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers, maximizing impact on learning*. Londen; New York: Routledge, 251-254

Heinrich, R., Molenda, M., Russel, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional Media and technologies for learning* (7e ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 58-61

Hoogeveen, P., & Winkels, J. (2006). *Het didactische werkvormenboek, variatie en differentiatie in de praktijk* (7e druk). Assen: Koninklijke Van Gorcum, 31-36

Kortland, K., Mooldijk, A., & Poorthuis, H. (Red.) (2019). *Handboek natuurkundendidactiek* (3e druk). Amsterdam: Epsilon Uitgaven, 284-296

OnderwijsArena (2020, 28 januari 2021). *Leerdoelen en succescriteria*. Themasessie "Leerdoeldenken" Online. Themasessie live bijgewoond op 28 januari 2021 en geraadpleegd op 11 mei 2021, van [https://bit.ly/OA\\_Leerdoeldenken](https://bit.ly/OA_Leerdoeldenken)

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2019a, 15 januari). *Fase 1: het formuleren en verhelder van leerdoelen en succescriteria*. Instrument In gesprek met collegas over leerdoelen en succescriteria. Geraadpleegd op 10 juni, van <https://www.slo.nl/@6275/instrument-gesprek/>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2019b, 18 juli). *Taxonomie van Bloom: Checklist 'taxonomie van Bloom'*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.slo.nl/instrumenten/@11562/taxonomie-bloom/>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2019c, 17 september). *Welke leerdoelen stellen we?* Formuleren van doelstellingen in het kader van 'waarheen leren zij?'. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.slo.nl/?ActLbl=welke-leerdoelen-stellen-we&ActItmIdt=14774>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2020a, 10 september 2020). *Toetsen in het schoolexamen*. Handreiking SE NLT. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.slo.nl/handreikingen/havo-vwo/handreiking-se-nlt/toetsen-schoolexamen/>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2020b, 10 september). *A5: Onderzoeken*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.slo.nl/handreikingen/havo-vwo/handreiking-se-nlt/examenprogramma/domein-a/a5-onderzoeken/>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2020c, 10 september 2020). *A6: Ontwerpen*. Geraadpleegd op 11 mei 2021, van <https://www.slo.nl/handreikingen/havo-vwo/handreiking-se-nlt/examenprogramma/domein-a/a6-ontwerpen/>

SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (2020d, 10 september 2020). *Domein A: Vaardigheden*. Geraadpleegd op 12 augustus 2021, van <https://www.slo.nl/handreikingen/havo-vwo/handreiking-se-nlt/examenprogramma/domein-a/>

Sonneveld, W., & Vermeer N.-J. (2007). *Technisch Ontwerpen Startmodule* (versie 29 jan 2007). Enschede: Stichting natuurkunde.nl, 5-10

Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press

Van Donk, C., & van Lanen, B. (2016). *Praktijkonderzoek in de school* (3e, herziende druk). Bussum: Uitgeverij Coutinho, 237-253

Van Geloven, N. (2019). *T-Toets*. Wiki Statistiek, Amsterdam UMC, locatie AMC. Geraadpleegd op 1 juli 2021, van <https://wikistatistiek.amc.nl/index.php/T-toets>

Vereniging NLT (z.d.). *Module overzichtscentrum*. NLT moduledatabase. Geraadpleegd op 5 augustus 2021, van <https://module-database.betavak-nlt.nl/nl/dashboard/school-modulecentrum/6D092EA7-D7D1-E311-A709-00115D010D32/cohorts/#/? k=k7db8k>

## Bijlage 1: De modulescan-checklist

De modulescan-checklist				
1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar:		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding:	Leerlingen-handleiding:	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen:	Globale algemene leerdoelen:	Lesspecifieke leerdoelen:

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Bijlage 2: De modulescan-checklist ingevuld per module

<b>Modulescan Aarde in evolutie</b>				
1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 1.0, 26-06-2012. Docentenhandleiding versie mei 2012</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	<b>Docentenhandleiding</b>	<b>Leerlingenhandleiding</b>	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 31	Leerlingenhandleiding: 18	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	<b>Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven</b>	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 11	Globale algemene leerdoelen: 16	Lesspecifieke leerdoelen: 10

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Blue energy

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: leerlingenhandleiding versie 1.3, 30 november 2020? Docentenhandleiding geüpdatete versie 1.3, december 2020		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docentenhandleiding	Leerlingenhandleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 20	Leerlingenhandleiding: 41	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 41	Globale algemene leerdoelen: 6	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan voor Hart en vaten

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 1.3, januari 2015. Leerlingenhandleiding versie 1.2, augustus 2013</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 88	Leerlingen-handleiding: 12	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 14	Globale algemene leerdoelen: 12	Lesspecifieke leerdoelen: 62

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen: 11	Globale algemene kerndoelen: 12	Lesspecifieke kerndoelen: 46

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Hersenen en leren

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 2.0 januari 2017. Docentenhandleiding versie 2, 2016</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 69	Leerlingen-handleiding: 47	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 8	Globale algemene leerdoelen: 5	Lesspecifieke leerdoelen: 56

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Medicijnen: van molecuul tot mens

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2, 2017?</i> <i>Leerlingenhandleiding versie 2.0, juni 2017</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 43	Leerlingen-handleiding: 32	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 2	Globale algemene leerdoelen: 13	Lesspecifieke leerdoelen: 28

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Modelleren vwo

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.0, oktober 2019. Leerlingenhandleiding versie 2.0, januari 2019.</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 38	Leerlingen-handleiding: 7	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 0	Globale algemene leerdoelen: 38 leerdoelen <i>m.b.t. leren modelleren (= algemene vaardigheid)</i>	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Moleculaire gastronomie

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding gehercertificeerde versie 2.0, december 2019. Leerlingenhandleiding versie 2.0, 2019</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 145	Leerlingen-handleiding: 18	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 20	Globale algemene leerdoelen: 13	Lesspecifieke leerdoelen: 122

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Ruimte voor de rivier

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.0, 2017.</i> <i>Leerlingenhandleiding versie 2.0, juni 2017</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 22	Leerlingen-handleiding: 14	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 11	Globale algemene leerdoelen: 11	Lesspecifieke leerdoelen: 1

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan van Summer in the city

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.0, augustus 2010. Leerlingenhandleiding 2.0, januari 2020</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 78	Leerlingen-handleiding: 20	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 34	Globale algemene leerdoelen: 24	Lesspecifieke leerdoelen: 16

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

# Modulescan Technisch ontwerpen in de biomedische technologie

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.1, augustus 2017. Leerlingenhandleiding versie 2.1, mei 2014</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 49	Leerlingen-handleiding: 36	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 0	Globale algemene leerdoelen: 32 ( <i>leerdoelen binnen de module richten zich alle tot ontwerpen</i> )	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan De bodem leeft

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 1.2, 2014.</i> <i>Leerlingenhandleiding versie 1.2, 2014</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	<b>Docentenhandleiding</b>	<b>Leerlingenhandleiding</b>	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 47	Leerlingenhandleiding: 42	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	<b>Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven</b>	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 7	Globale algemene leerdoelen: 4	Lesspecifieke leerdoelen: 36

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan van Door een ZOETE appel heen bijten

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.1, 2014?</i> <i>Leerlingenhandleiding versie 2.1, 2019?</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	<b>Docentenhandleiding</b>	<b>Leerlingenhandleiding</b>	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 16	Leerlingenhandleiding: 12	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	<b>Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven</b>
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 7	Globale algemene leerdoelen: 5	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Een waarheid als een koe

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>docentenhandleiding versie 2.0, 2017.</i> <i>Leerlingenhandleiding versie 2.0, 2017?</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 9	Leerlingen-handleiding: 9	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 9	Globale algemene leerdoelen: 0	Lesspecifieke leerdoelen: 4

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Forensisch onderzoek

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 2.0, november 2014. Docentenhandleiding versie 2.0, november 2014</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 22	Leerlingen-handleiding: 9	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 17	Globale algemene leerdoelen: 0	Lesspecifieke leerdoelen: 9

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Het beste ei

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 2.1, januari 2014. Docentenhandleiding versie 2.1, najaar 2017</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docentenhandleiding	Leerlingenhandleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 18	Leerlingenhandleiding: 17	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 4	Globale algemene leerdoelen: 8	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 1.0, juni 2017.</i> <i>Docentenhandleiding versie 1.0, 2018</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	<b>Docentenhandleiding</b>	Leerlingenhandleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 43	Leerlingenhandleiding: 0	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	<b>Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven</b>
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 0	Globale algemene leerdoelen: 3	Lesspecifieke leerdoelen: 33

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen: 0	Globale algemene kerndoelen: 3	Lesspecifieke kerndoelen: 28

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Leven met robots

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 1.0, mei 2016.</i> <i>Docentenhandleiding versie 1.0, mei 2016</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 16 (incompleet t.o.v. leerlingen-handleiding)	Leerlingen-handleiding: 19 (m.u.v. keuze-hoofdstukken)	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 0	Globale algemene leerdoelen: 4	Lesspecifieke leerdoelen: 18

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen: 0	Globale algemene kerndoelen: 4	Lesspecifieke kerndoelen: 18

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Lijmen en hechting

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 1.1, november 2015. Docentenhandleiding versie 1.1, 2013?</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 41	Leerlingen-handleiding: 29	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 5	Globale algemene leerdoelen: 12 (lijkt op ongegronde kopie van examen-programma NLT domein A)	Lesspecifieke leerdoelen: 24

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Maak het verschil

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 2.0, januari 2017. Docentenhandleiding versie 2.0, 2019?</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	Docenten-handleiding	Leerlingen-handleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docenten-handleiding: 10	Leerlingen-handleiding: 19	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 17	Globale algemene leerdoelen: 1	Lesspecifieke leerdoelen: 2

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

## Modulescan Medische beeldvorming

1	In welk jaar zijn de leerlingenhandleiding en docentenhandleiding van de NLT-module opgesteld of herzien?	Jaar: <i>leerlingenhandleiding versie 2.0, januari 2021. Docentenhandleiding versie juli 2020</i>		
2	In welke handleidingen of andere onderdelen van het NLT-materiaal zijn de leerdoelen gedefinieerd? Omcirkel:	<b>Docentenhandleiding</b>	Leerlingenhandleiding	Anders
3	Hoeveel leerdoelen (incl. hoofdstukvragen vooraf, (vak)vaardigheden, eindtermen en voorkennispunten, excl. concepten) zijn er in de docentenhandleiding, leerlingenhandleiding of op andere plekken gedefinieerd?	Docentenhandleiding: 28	Leerlingenhandleiding: 0	Anders:
4	Wordt het verschil tussen globale inhoudelijke leerdoelen (i.e. o.a. leerdoelen die beschrijven wat er na de gehele module of over meer dan twee lessen* inhoudelijk beheerst moet worden)/globale algemene leerdoelen (module-overkoepelende vaardigheden als ontwerpen en onderzoeken) en lesspecifieke leerdoelen (i.e. leerdoelen die binnen één of twee lessen* behaald kunnen worden) duidelijk a.d.h.v. de docentenhandleiding? Omcirkel:	Ja, het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	Ja, het verschil tussen globale algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt duidelijk aangegeven	<b>Nee, het verschil tussen globale inhoudelijke/algemene en lesspecifieke leerdoelen wordt niet duidelijk aangegeven</b>
5	Hoeveel globale inhoudelijke, algemene en lesspecifieke leerdoelen zijn er opgesteld? (Let op: dubbele leerdoelen of leerdoelen die hetzelfde omschrijven, zoals gedefinieerd in punt 4, moeten hier als één leerdoel worden geteld. Als er onzekerheid bestaat over het verschil tussen globaal en lesspecifiek, kies dan globaal)	Globale inhoudelijke leerdoelen: 10	Globale algemene leerdoelen: 18	Lesspecifieke leerdoelen: 0

6	Op welk niveau worden leerdoelen gebruikt? Ofwel zijn leerdoelen gestructureerd per paragraaf, hoofdstuk of bestaat er alleen een complete opsomming van leerdoelen zonder dit onderscheid? Omcirkel:	Per paragraaf	Per hoofdstuk	Complete opsomming
7	Wordt expliciet vermeld welke formules en opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen? Omcirkel:	Ja, opgaven worden vermeld	Ja, formules worden vermeld	Nee
8a	Wordt er aangegeven welke leerdoelen kerndoelen zijn, ofwel welke leerdoelen in ieder geval moeten worden opgenomen in de NLT-lessen behorende bij deze module? Omcirkel:	Ja	Nee	
8b	En zo ja, hoeveel globale inhoudelijke, globale algemene en lesspecifieke kerndoelen bevat de module?	Globale inhoudelijke kerndoelen:	Globale algemene kerndoelen:	Lesspecifieke kerndoelen:

*\*ervan uitgaande dat één lesuur 40 tot 60 minuten duurt*

### Bijlage 3: Schematische weergave van modulescans met modulescan-checklist

In tabel 1 van deze bijlage vindt u een overzicht van de met de modulescan-checklist (zie bijlage 1) gescande NLT-modules in bijlage 2. Daarin stellen de modulenummers de volgende modules voor:

1. Aarde in evolutie (vwo)
2. Blue energy (vwo)
3. Hart en vaten (vwo)
4. Hersenen en Leren (vwo)
5. Medicijnen: van molecuul tot mens (vwo)
6. Modelleren vwo (voorheen: Dynamisch modelleren)
7. Moleculaire Gastronomie (vwo)
8. Ruimte voor rivier (vwo)
9. Summer in the city (vwo)
10. Technisch ontwerpen in de biomedische technologie (vwo)
11. De bodem leeft (havo)
12. Door de zoete appel heen bijten (havo)
13. Een waarheid als een koe (havo)
14. Forensisch onderzoek (havo)
15. Het beste ei (havo)
16. Lab-on-a-chip – werken met een micro-laboratorium (havo)
17. Leven met robots (havo)
18. Lijmen en hechting (havo)
19. Maak het verschil! (havo)
20. Medische beeldvorming (havo)

# gescande module / Scanpunt in checklist	Jaar versie docenten- handleiding / leerlingen- handleiding	Leerdoelen te vinden in docenten- handleiding (ja/nee) / leerlingen- handleiding (ja/nee)	Aantal leerdoelen in docenten- handleiding / leerlingen- handleiding	Het verschil tussen globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen is duidelijk (ja/nee) / globale inhoudelijke en lesspecifieke leerdoelen is duidelijk (ja/nee)	Aantal globale inhoudelijke leerdoelen / algemene leerdoelen / lesspecifieke leerdoelen	Leerdoelen zijn gestructureerd per paragraaf / per hoofdstuk / in een complete opsomming	Expliciete vermelding welke formules bij de opgestelde leerdoelen horen (ja/nee) / opgaven bij de opgestelde leerdoelen horen (ja/nee)	Vermelding van welke leerdoelen kerndoelen zijn (ja/nee) en zo ja: aantal globale inhoudelijke / globale algemene / lesspecifieke kerndoelen
1	2012/2012	Ja / Ja	31 / 18	Ja / Nee	11 / 16 / 10	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
2	2020/2020?	Ja / Ja	20 / 41	Nee / Nee	41 / 6 / 0	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
3	2013/2015	Ja / Ja	88 / 12	Ja / Ja	14 / 12 / 62	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Ja: 11/12/46
4	2016/2017	Ja / Ja	69 / 47	Nee / Ja	8 / 5 / 56	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
5	2017?/2017	Ja / Ja	43 / 32	Ja / Ja	2 / 13 / 28	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
6	2019/2019	Ja / Ja	38 / 7	Nee / Nee	0 / 38 / 0	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
7	2019/2019	Ja / Ja	145 / 18	Ja / Nee	20 / 13 / 122	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
8	2017/2017	Ja / Ja	22 / 14	Nee / Nee	11 / 11 / 1	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
9	2010/2020	Ja / Ja	78 / 20	Ja / Ja	34 / 24 / 16	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
10	2017/2014	Ja / Ja	49 / 36	Nee / Nee	0 / 32 / 0	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
11	2014/2014	Ja / Ja	47 / 42	Ja / Nee	7 / 4 / 36	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
12	2014/2019?	Ja / Ja	16 / 12	Nee / Nee	7 / 5 / 0	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
13	2017/2017?	Ja / Ja	9 / 9	Ja / Nee	9 / 0 / 4	Complete ops.	Ja / Nee	Nee
14	2014/2014	Ja / Ja	22 / 9	Nee / Nee	17 / 0 / 9	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
15	2017/2014	Ja / Ja	18 / 17	Nee / Nee	4 / 8 / 0	Complete ops.	Ja / Nee	Nee
16	2018/2017	Ja / Nee	43 / 0	Nee / Ja	0 / 3 / 33	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Ja: 0/3/28
17	2016/2016	Ja / Ja	16 / 19	Nee / Nee	0 / 4 / 18	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Ja: 0/4/18
18	2013?/2015	Ja / Ja	41 / 29	Nee / Nee	5 / 12 / 24	Per hoofdstuk	Nee / Nee	Nee
19	2019?/2017	Ja / Ja	10 / 19	Nee / Nee	17 / 1 / 2	Complete ops.	Nee / Nee	Nee
20	2020/2021	Ja / Nee	28 / 0	Nee / Nee	10 / 18 / 0	Complete ops.	Nee / Nee	Nee

Tabel 1 bijlage 3: overzicht van de met de modulescan-checklist (bijlage 1) gescande NLT-modules in bijlage 2

## Bijlage 4: A taxonomy for learning, teaching and assessing

### 5.1 THE COGNITIVE PROCESS DIMENSION

<b>CATEGORIES &amp; COGNITIVE PROCESSES</b>	<b>ALTERNATIVE NAMES</b>	<b>DEFINITIONS AND EXAMPLES</b>
<b>1. REMEMBER—Retrieve relevant knowledge from long-term memory</b>		
<b>1.1 RECOGNIZING</b>	Identifying	Locating knowledge in long-term memory that is consistent with presented material (e.g., Recognize the dates of important events in U.S. history)
<b>1.2 RECALLING</b>	Retrieving	Retrieving relevant knowledge from long-term memory (e.g., Recall the dates of important events in U.S. history)
<b>2. UNDERSTAND—Construct meaning from instructional messages, including oral, written, and graphic communication</b>		
<b>2.1 INTERPRETING</b>	Clarifying, paraphrasing, representing, translating	Changing from one form of representation (e.g., numerical) to another (e.g., verbal) (e.g., Paraphrase important speeches and documents)
<b>2.2 EXEMPLIFYING</b>	Illustrating, instantiating	Finding a specific example or illustration of a concept or principle (e.g., Give examples of various artistic painting styles)
<b>2.3 CLASSIFYING</b>	Categorizing, subsuming	Determining that something belongs to a category (e.g., concept or principle) (e.g., Classify observed or described cases of mental disorders)
<b>2.4 SUMMARIZING</b>	Abstracting, generalizing	Abstracting a general theme or major point(s) (e.g., Write a short summary of the events portrayed on a videotape)
<b>2.5 INFERRING</b>	Concluding, extrapolating, interpolating, predicting	Drawing a logical conclusion from presented information (e.g., In learning a foreign language, infer grammatical principles from examples)
<b>2.6 COMPARING</b>	Contrasting, mapping, matching	Detecting correspondences between two ideas, objects, and the like (e.g., Compare historical events to contemporary situations)
<b>2.7 EXPLAINING</b>	Constructing models	Constructing a cause-and-effect model of a system (e.g., Explain the causes of important 18th-century events in France)
<b>3. APPLY—Carry out or use a procedure in a given situation</b>		
<b>3.1 EXECUTING</b>	Carrying out	Applying a procedure to a familiar task (e.g., Divide one whole number by another whole number, both with multiple digits)
<b>3.2 IMPLEMENTING</b>	Using	Applying a procedure to an unfamiliar task (e.g., Use Newton's Second Law in situations in which it is appropriate)

## 5.1 THE COGNITIVE PROCESS DIMENSION (CONTINUED)

CATEGORIES & COGNITIVE PROCESSES	ALTERNATIVE NAMES	DEFINITIONS AND EXAMPLES
<b>4. ANALYZE</b> —Break material into its constituent parts and determine how the parts relate to one another and to an overall structure or purpose		
<b>4.1 DIFFERENTIATING</b>	Discriminating, distinguishing, focusing, selecting	Distinguishing relevant from irrelevant parts or important from unimportant parts of presented material (e.g., Distinguish between relevant and irrelevant numbers in a mathematical word problem)
<b>4.2 ORGANIZING</b>	Finding coherence, intergrating, outlining, parsing, structuring	Determining how elements fit or function within a structure (e.g., Structure evidence in a historical description into evidence for and against a particular historical explanation)
<b>4.3 ATTRIBUTING</b>	Deconstructing	Determine a point of view, bias, values, or intent underlying presented material (e.g., Determine the point of view of the author of an essay in terms of his or her political perspective)
<b>5. EVALUATE</b> —Make judgments based on criteria and standards		
<b>5.1 CHECKING</b>	Coordinating, detecting, monitoring, testing	Detecting inconsistencies or fallacies within a process or product; determining whether a process or product has internal consistency; detecting the effectiveness of a procedure as it is being implemented (e.g., Determine if a scientist's conclusions follow from observed data)
<b>5.2 CRITIQUING</b>	Judging	Detecting inconsistencies between a product and external criteria, determining whether a product has external consistency; detecting the appropriateness of a procedure for a given problem (e.g., Judge which of two methods is the best way to solve a given problem)
<b>6. CREATE</b> —Put elements together to form a coherent or functional whole; reorganize elements into a new pattern or structure		
<b>6.1 GENERATING</b>	Hypothesizing	Coming up with alternative hypotheses based on criteria (e.g., Generate hypotheses to account for an observed phenomenon)
<b>6.2 PLANNING</b>	Designing	Devising a procedure for accomplishing some task (e.g., Plan a research paper on a given historical topic)
<b>6.3 PRODUCING</b>	Constructing	Inventing a product (e.g., Build habitats for a specific purpose)

## Bijlage 5: Checklist taxonomie van Bloom

niveau/ beoogd eindgedrag	Omschrijving	wat de leerling doorgaans moet doen bij dit niveau	voorbeeldvragen bij dit niveau	wat de leerling zou kunnen maken bij dit niveau	Vragen op dit niveau:	
					pas ik toe	zou ik kunnen toepassen
reproducere	Een kennisvraag vraagt naar parate objectieve kennis.	feiten of gebeurtenissen reproducere	<i>In welke landen is op 1-1-2002 de euro ingevoerd?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een "spiekbriefje"</li> <li>• een tabel</li> <li>• een lijst met belangrijke gebeurtenissen</li> <li>• een feitenoverzicht</li> <li>• een tijdsbalk</li> <li>• een kaart</li> <li>• een schema of mindmap</li> <li>• een woordenlijst</li> <li>• een begrippenlijst met omschrijvingen</li> <li>• een quiz met feitenvragen</li> </ul>		
		noemen of opsommen	<i>Wat zijn de belangrijkste bodemschatten in Zuid- Afrika?</i>			
		een begrip definiëren	<i>Wat verstaan we onder "werkloosheid"?</i>			
		dingen beschrijven	<i>Wat is een tachograaf en hoe wordt die gebruikt?</i>			
		feitelijke verbanden leggen	<i>Wie was Albert Einstein en wat was zijn betekenis voor de Natuurkunde?</i>			
		dingen herkennen, aanwijzen, onderstrepen, aankruisen	<i>Waar zitten de nieren?</i>			
inzicht hebben in	Over inzichtvragen moet je meestal even nadenken: je moet eerder verworven kennis en inzichten aanboren en in eigen woorden omschrijven, samenvatten, uitleggen of toelichten.	selecteren en samenvatten	<i>Welke geografische factoren zijn van invloed op de economische positie van Rotterdam?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een samenvatting</li> <li>• een lijst met belangrijke gebeurtenissen</li> <li>• een tijdbalk</li> <li>• een grafische voorstelling van zaken</li> <li>• een stroomschema</li> <li>• een tabel met oorzaak- gevolg of overeenkomsten - verschillen</li> <li>• een quiz met doordenkvragen</li> </ul>		
		een verklaring, bewijs of onderbouwing geven	<i>Hoe kwam Hitler aan de macht?</i>			
		in eigen woorden weergeven	<i>Hoe planten spinnen zich voort?</i>			
		in een tekening of schema weergeven	<i>Hoe zit de menselijke bloedsomloop in elkaar?</i>			
		gevolgen voorspellen	<i>Wat gebeurt er met de werkloosheid als de inflatie stijgt?</i>			
		voorbeelden geven	<i>Geef een voorbeeld van een understatement.</i>			
		Uitleggen	<i>Wat bedoelde Hamlet toen hij zei "To be or not to be, that is the question?"</i>			

		grote lijnen aangeven	<i>Hoe is het Koninkrijk der Nederlanden ontstaan?</i>			
		beschrijven	<i>Wat is het periodiek systeem der elementen?</i>			
		verschillen en overeenkomsten aangeven	<i>Hoe zou een regeerakkoord tussen socialisten en liberalen eruit kunnen zien?</i>			
toepassen	Bij toepassingsvragen moet je eerder verworven kennis en inzichten in een nieuwe situatie gebruiken om een probleem op te lossen.	een plan van aanpak uitlijnen	<i>Hoe zou de regering van Italië de werkloosheid kunnen bestrijden?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een werkstuk</li> <li>• een model waarmee je uitlegt hoe iets werkt</li> </ul>		
		oplossingen voorstellen	<i>Hoe kunnen we het fileprobleem oplossen?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een handleiding</li> <li>• een spel waarin ideeën van het te bestuderen object naar voren komen</li> </ul>		
		een hypothese opstellen, een test of experiment uitvoeren	<i>Waarom bloeit een hortensia in de ene tuin blauw en in de andere roze?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een presentatie</li> <li>• een demonstratie</li> </ul>		
		aantonen dat	<i>Bewijs dat er niet een grootst priemgetal is.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een voorstelling</li> <li>• een poster</li> <li>• een expositie</li> </ul>		
		laten zien hoe	<i>Hoe kun je een computer gebruiken bij het leren?</i>			
		een probleemsituatie met kennis van zaken aanpakken	<i>Hoe zou je eerste hulp verlenen aan dit slachtoffer met ademhalingsproblemen?</i>			
		concrete gevallen toetsen aan abstracte definities	<i>Welke landen zijn volgens deze definitie socialistisch?</i>			
		een opgave oplossen of berekening maken	<i>Wat is de snelheid waarmee een kogel van 1 kg de grond raakt als die op aarde op 1 meter hoogte wordt losgelaten en je de luchtweerstand mag verwaarlozen?</i>			
analyseren	Bij een analysevraag moet je een ingewikkeld probleem zien te vereenvoudigen om er met jouw kennis en inzicht vat op te krijgen. Je ontleedt het bijvoorbeeld in deelproblemen, herleidt het tot een patroon of een onderliggend probleem, of	in delen splitsen	<i>Welke milieurisico's brengt een kerncentrale met zich mee?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een onderzoeksverslag</li> <li>• een beschouwing</li> <li>• een overzicht waarin de kritische stappen worden weergegeven</li> </ul>		
		patronen beschrijven	<i>Welke oorzaken kun je na het bestuderen van de Russische en Amerikaanse revoluties aangeven voor het ontstaan van revoluties?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een grafische voorstelling</li> <li>• een vragenlijst om aan informatie te komen</li> </ul>		
		bewijzen voor conclusies aangeven	<i>Onderbouw of weerleg de volgende stelling: de perceptie van de kwaliteit van de gezondheidszorg door het publiek, stemt niet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een checklist</li> <li>• een tabel</li> <li>• een documentaire</li> </ul>		

	concentreert je op relevante aspecten, zoals belangrijke kenmerken, oorzaken of gevolgen. Een analysevraag vergt doorgaans kritische en gedegen (voor)onderzoek.		<i>overeen met de objectieve kwaliteit.</i>			
		classificeren	<i>Is milieuvervuiling primair een technisch, economisch of politiek probleem?</i>			
		onderzoeken	<i>Heeft het regeringsbeleid in de periode 2002-2004 wezenlijk bijgedragen aan het drastisch reduceren van de werkloosheid in die periode?</i>			
		Vergelijken	<i>Vergelijk deze cursus "Actief Leren" met de adviezen van de studentenpsychologen van de Universiteit Leiden.</i>			
creëren (synthese)	Creatievragen zijn erop gericht met je kennis en inzicht nieuwe ideeën, producten of zienswijzen tot stand te brengen. Dat vergt creativiteit. Bij synthesevragen zijn uiteenlopende antwoorden mogelijk.	Ontwerpen	<i>Ontwerp de ideale stad.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een kunstwerk</li> <li>• een film of video</li> <li>• een toneelstuk of cabaret</li> <li>• een lied of compositie</li> <li>• een krant of site</li> <li>• een omslag voor een cd, boek, tijdschrift, .....</li> <li>• een spel of simulatie</li> <li>• een creatief essay</li> <li>• een PowerPointpresentatie</li> </ul>		
		Scheppen	<i>Schrijf een toneelstuk dat jouw leven weergeeft.</i>			
		samenstellen	<i>Schrijf een regeerakkoord op basis van je eigen politieke overtuigingen, als je 50/50 moet samenwerken met een andere politieke partij.</i>			
		Schrijven	<i>Schrijf een artikel voor een zaterdagkrant over jouw oplossing voor het fileprobleem.</i>			
		ontwikkelen	<i>Ontwikkel een computersimulatie waarmee je de oplossing van een derdegraads vergelijking kunt benaderen.</i>			
		voorspellen en extrapoleren	<i>Wat zou er gebeuren als het gebruik van soft drugs zou worden verboden?</i>			

		kennis op verschillende terreinen combineren	<i>Wat zijn de potentiële economische gevolgen van de uitbraak van een ernstige ziekte in de veehouderij?</i>			
evalueren	Een evaluatievraag vraagt naar een beargumenteerd oordeel en standpunt. Bij een evaluatie-vraag verantwoord je een handelwijze, bepaal je de waarde van iets of iemand; je kiest uit verschillende mogelijkheden de beste oplossing voor een probleem, je beoordeelt een kunstwerk of je ontwikkelt en verdedigt een eigen mening.	concluderen	<i>Zou de oorspronkelijke evolutietheorie van Darwin naar hedendaagse maatstaven stand houden?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een betoog</li> <li>• een overredende toespraak</li> <li>• een bijdrage aan een debat</li> <li>• een lijstje met criteria waarmee je je werk kunt beoordelen.</li> <li>• een oordeel of vonnis een advies</li> </ul>		
		beargumenteren	<i>Is het huidige economische systeem in Nederland het definitieve systeem?</i>			
		waarde aangeven	<i>Wie is de beste parlementariër - en waarom?</i>			
	Evaluatievragen doen een beroep op kennis en inzicht, maar ook op persoonlijke overtuigingen en zijn dus op uiteenlopende manieren te beantwoorden.	bekritisieren	<i>Wat zijn de zwakke punten van de troonrede van dit jaar?</i>			
		kiezen en de keuze verantwoorden	<i>Zou invoering van de doodstraf een goede zaak zijn?</i>			
		Besluiten	<i>Hoeveel maanden celstraf zou je geven aan iemand die schuldig is aan een verkeersongeval met dodelijke afloop?</i>			

## Bijlage 6: Overzicht en analyse van leerdoelen per NLT-module

Auteur: Dennis Groenveld

Datum: 4.5.21

Studie: MSc Science education and communication

Module: Onderzoek van Onderwijs

### Inhoud

Door een ZOETE appel heen bijten .....	101
Leerdoelen van deze module, zoals genoemd in het voorwoord van de leerlingenhandleiding ...	101
Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid in de leerlingenhandleiding van deze module .....	101
Toelichting werkwijze.....	101
Uitwerking leerdoel 1.....	102
Uitwerking leerdoel 2.....	103
Uitwerking leerdoel 6.....	104
Uitwerking leerdoel onderzoeksvaardigheden .....	105
Hart en vaten.....	106
Leerdoelen, vaardigheden en voorkennis van deze module, zoals genoemd in de docentenhandleiding .....	106
Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid in deze module.....	112
Toelichting werkwijze.....	112
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 1.....	112
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 2.....	113
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 3.....	114
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 4.....	115
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 5.....	116
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 6.....	117
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 7.....	117
Uitwerking onderzoeksvaardigheden .....	118
Summer in the city .....	119
Leerdoelen, vaardigheden en voorkennis van deze module, zoals genoemd in de docentenhandleiding .....	119
Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid binnen deze module.....	123
Toelichting werkwijze.....	123
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 1 of inleiding van de leerlingenhandleiding .....	124
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 2 of deel I van de leerlingenhandleiding.....	125

Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 3 of deel II van de leerlingenhandleiding .....	127
Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 4 of deel III van de leerlingenhandleiding .....	128
Uitwerking onderzoeksvaardigheden .....	130

## Door een ZOETE appel heen bijten

Leerdoelen van deze module, zoals genoemd in het voorwoord van de leerlingenhandleiding

*Wat moet je kennen en kunnen aan het eind van deze module:*

1. *verwoorden (uitleggen aan onderbouwleerlingen) wat biotechnologie inhoudt, wat de maatschappelijke betekenis is, wat de wetenschappelijke grondslag is, wat nut en noodzaak zijn, en wat de kansen en bedreigingen zijn van de biotechnologie;*
2. *een eigen mening geven (reflectie) onderbouwd met argumenten/ voorbeelden van emotionele aard, ethische aard en wetenschappelijke aard over biotechnologie en haar maatschappelijke betekenis;*
3. *gangbare technieken binnen de biotechnologie toelichten zoals DNA-isolatie, DNA-fingerprinting, recombinant-DNA-techniek en PCR-methode;*
4. *verschillen aangeven in de organisatie van DNA bij eukaryoten, bacteriën en virussen.*

*Hiervoor is het nodig dat je beschikt over moleculairbiologische en chemische basiskennis zoals:*

5. *kennis van de bouw van het chromatide en de relatie van DNA met chromosoom en erfelijke eigenschappen;*
6. *de eiwitsynthese: van DNA via RNA naar eiwitten;*
7. *de structuur van eiwitten.*

*Daarnaast draagt deze module bij aan algemene doelen van NLT zoals:*

8. *Het schrijven van een werkplan voor een experiment (zie ► werkinstructie werkplan experiment in de NLT Toolbox en beoordelingsmatrix).*
9. *Het schrijven van een practicumverslag van een uitgevoerd experiment (zie ► werkinstructie practicumverslag in de NLT Toolbox en beoordelingsmatrix).*
10. *Het uitvoeren van een basaal DNA-experiment met behulp van een voorschrift.*
11. *Het communiceren en rapporteren over de opzet en resultaten van het experiment; gebruik van Word, Excel (en een digitale camera).*
12. *Voorstellen doen voor verbetering van de experimentele opzet voor een volgende keer en suggesties geven t.a.v. verbetering van het leerproces (reflectie).*

*Opmerking: bovenstaande leerdoelen zijn gekopieerd uit de leerlingenreader van de NLT-module 'Door een ZOETE appel heen bijten', incl. opmaak*

Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid in de leerlingenhandleiding van deze module

Toelichting werkwijze

Naast de leerdoelen in de voorgaande paragraaf worden er in de gehele leerlingenhandleiding geen enkele leerdoelen genoemd. Er worden in de leerlingenhandleiding dus slechts twaalf globale leerdoelen genoemd. Verder wordt er in de docentenhandleiding niet meer dan een samenvatting daarvan gegeven, waarover later meer. In de analyse van de leerdoelen in deze module zal dus worden uitgegaan van de leerdoelen in de leerlingenhandleiding. Om te schetsen hoe de inhoudelijke leerdoelen daarvan zijn gedefinieerd, leerdoelen 1 t/m 7 hierboven, worden hieronder nu drie leerdoelen daarvan geanalyseerd. Dat zal ik doen a.d.h.v. de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist van dit onderzoek (zie daarvoor ook deelvraag 4 van de analyse). Leerdoel 1 en 2

heb ik gekozen omdat dit leerdoel de context van deze module omvat. Leerdoel 6 heb ik gekozen omdat de leerstof rondom dit leerdoel de grootste inhoud van deze module omvat.

Vervolgens zal gekeken worden in welke mate de eindtermen van de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” behandeld worden in deze module middels de algemene leerdoelen van deze module (leerdoelen 8 t/m 12 hierboven). Deze algemene leerdoelen zullen daarbij ook middels de leerdoelen-checklist worden geanalyseerd.

Wat betreft de algemene vaardigheden in deze NLT module wordt er vooral veel aandacht aan het (opstellen, uitvoeren, verslagleggen en presenteren van) experimenten ofwel experimenteel onderzoek. Dat is ook zeker terug te zien aan de vele practica in deze module die daarop zijn gericht. Deze vaardigheden vallen allemaal onder de algemenere vaardigheid “onderzoeken” en daartoe zijn dus veel globale leerdoelen gedefinieerd, namelijk leerdoelen 8 t/m 12: alle algemene leerdoelen van de module.

Aan andere algemene vaardigheden, zoals “ontwerpen”, wordt weinig tot geen expliciete aandacht besteed. Wat betreft ontwerpvaardigheden zijn bijvoorbeeld ook geen leerdoelen of noemenswaardige opdrachten opgesteld in de module. Deze vaardigheid kan verder dus ook niet worden geanalyseerd.

Uitwerking leerdoel 1: je kunt verwoorden (uitleggen aan onderbouwleerlingen) wat biotechnologie inhoudt, wat de maatschappelijke betekenis is, wat de wetenschappelijke grondslag is, wat nut en noodzaak zijn, en wat de kansen en bedreigingen zijn van de biotechnologie

13. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden;
14. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud wordt opgehangen aan de definitie biotechnologie;
15. **Inhoud (3): voldoende:** het wordt d.m.v. dit en volgend leerdoel duidelijk wat er van de leerlingen wordt verwacht omtrent het kernbegrip biotechnologie;
16. **Gedrag (1): voldoende:** de plek van dit leerdoel is wel logisch gekozen in samenhang met de andere leerdoelen (volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom). Uitwerking van dit globale leerdoel in meerdere specifieke leerdoelen met een logische volgorde daartussen had dit effect kunnen versterken.
17. **Gedrag (2): onvoldoende:** er is in het leerdoel wel een keuze gemaakt voor een bijpassend werkwoord, dus een werkwoord zoals gedefinieerd onder het betreffende beheersingsniveau in diezelfde taxonomie (zie bijlage 4), namelijk het werkwoord “verwoorden”. Echter behoort dit werkwoord bij beheersingsniveau 2 “Interpreteren” (“interpreting”), dat ook duidelijk wordt a.d.h.v. de voorbeeldwerkwoorden die daar worden genoemd (“parafraseren” (“paraphrasing”) is een synoniem van “verwoorden”). Beheersingsniveau 1 wordt in de definitie van dit leerdoel nu geheel overgeslagen;
18. **Voorwaarde (1): voldoende:** er wordt niet benoemd vanaf wanneer of met welke voorkennis dit leerdoel behaald kan worden. Echter behoort dit leerdoel bij beheersingsniveau 1 en/of 2, en is er voor deze module bij beheersingsniveau 1 geen voorkennis nodig;
19. **Voorwaarde (2): zie “Voorwaarde 1”;**
20. **Prestatie (1): voldoende:** er wordt bij dit leerdoel een criterium benoemd om vorm te geven wat de leerling moet kunnen. Ze moeten namelijk de genoemde aspecten van biotechnologie kunnen uitleggen aan middelbare scholieren;
21. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar dit leerdoel. Dit maakt het geheel

erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;

22. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om dit specifieke leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Wel wordt er in de docentenhandleiding beschreven hoeveel tijd er per hoofdstuk besteed zou moeten worden. Echter is de link van die informatie met dit leerdoel geheel onduidelijk, zowel voor een docent die dit vak geeft als voor de leerling;
23. **Acceptabel (1): voldoende:** het leerdoel is relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen een NLT module;
24. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie "Tijdgebonden";

Uitwerking leerdoel 2: je kunt een eigen mening geven (reflectie) onderbouwd met argumenten/ voorbeelden van emotionele aard, ethische aard en wetenschappelijke aard over biotechnologie en haar maatschappelijke betekenis

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud wordt opgehangen aan de definitie biotechnologie;
3. **Inhoud (3): voldoende:** zie ook punt 3 van deze checklist bij het vorige leerdoel;
4. **Gedrag (1): voldoende:** de plek van dit leerdoel is wel logisch gekozen in samenhang met de andere leerdoelen (volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom), met nadruk op leerdoel 1 waarop dit leerdoel een vervolg vormt;
5. **Gedrag (2): voldoende:** er is in het leerdoel een keuze gemaakt voor het bijpassende werkwoord "een mening geven". Daarvoor moet een leerling minimaal verschillende gelezen standpunten kunnen "in eigen woorden weergeven" en "verschillen en overeenkomsten aangeven" (van verschillende standpunten), beide werkwoorden die passen bij beheersingsniveau 2 van bijlage 5. Dit beheersingsniveau is een passend vervolg nadat een leerling aan de slag is geweest met leerdoel 1;
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** de voorwaarde zou moeten zijn dat de leerling eerst kennis heeft gemaakt met verschillende standpunten/meningen over dit onderwerp. Anders zou dit leerdoel namelijk van een veel hoger beheersingsniveau zijn geweest. Deze voorwaarde wordt helaas nergens benoemd;
7. **Voorwaarde (2):** zie voorwaarde (1);
8. **Prestatie (1) voldoende:** er worden bij dit leerdoel criteria benoemd om vorm te geven wat de leerling moet kunnen;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar dit leerdoel. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om dit specifieke leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Wel wordt er in de docentenhandleiding beschreven hoeveel tijd er per hoofdstuk besteed zou moeten worden. Echter is de link van die informatie met dit leerdoel geheel onduidelijk, zowel voor een docent die dit vak geeft als voor de leerling;
11. **Acceptabel (1): voldoende:** het leerdoel is relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen een NLT module;
12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie "Tijdgebonden";

Uitwerking leerdoel 6: je beschikt over basiskennis van de eiwitsynthese: van DNA via RNA naar eiwitten

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud wordt opgehangen aan de definities eiwitsynthese, DNA en RNA. Brede definities maar voldoende voor dit punt;
3. **Inhoud (3): onvoldoende:** dit globale leerdoel beslaat het grootste deel van de inhoud van deze hele module. Daarin worden er helemaal geen (les)specifieke leerdoelen genoemd, bv. aansluitend bij belangrijke begrippen als transcriptie en translatie. Bij dit leerdoel zouden nog veel meer van dit soort (les)specifieke leerdoelen genoemd kunnen worden. Het is een gemis voor docent en leerlingen dat dit hier nu niet gebeurt.
4. **Gedrag (1): onvoldoende:** de plek van dit leerdoel is wel logisch gekozen in samenhang met de andere globale leerdoelen (volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom), met nadruk op leerdoel 5 die de (globale) voorkennis voor dit leerdoel vormt. Er bestaat echter geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen dit globale leerdoel en de (daarbij bijbehorende) specifiekere leerdoelen volgens de beheersingsniveaus 1 t/m 6. Dat komt omdat er simpelweg geen specifieke leerdoelen per thema of les bestaan! Bij de voorgaande twee leerdoelen in de analyse van deze module vormde dat nog geen probleem. Om leerdoel 6 te behalen heb je echter bijna de helft van de theorie in de leerlingenhandleiding nodig en is het onverstandig om daarin geen logische opbouw van die theorie te maken a.d.h.v. specifiekere leerdoelen;
5. **Gedrag (2): onvoldoende:** er is in dit leerdoel een keuze gemaakt voor het algemene werkwoord “heeft (basis)kennis van”, dat het beste valt te plaatsen bij beheersingsniveaus 1 en 2. Echter bestaat er dus geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen dit globale leerdoel en de (daarbij bijbehorende) specifiekere leerdoelen volgens de beheersingsniveaus 1 t/m 6 omdat er simpelweg geen specifieke leerdoelen per thema of les bestaan, zie ook Gedrag (1). Er zijn daardoor automatisch ook onvoldoende werkwoorden uit hogere beheersingsniveaus gebruikt in de (missende) leerdoelen omtrent het thema eiwitsynthese.
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** er wordt niet benoemd vanaf wanneer of met welke voorkennis delen van dit leerdoel behaald kunnen worden. Aangezien dit leerdoel zich minimaal uitstrekt over beheersingsniveau 1 t/m 3 is er vanzelfsprekend wel voorkennis nodig, bv. in de vorm van specifieke leerdoelen die benodigd zijn om dit globale leerdoel te kunnen behalen. Deze zijn dus helaas niet aanwezig;
7. **Voorwaarde (2):** zie “Voorwaarde 1”;
8. **Prestatie (1): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar dit leerdoel. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;
9. **Prestatie (2):** zie Prestatie (1);
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om dit specifieke leerdoel of de daarbij behorende leerstof te beheersen. Wel wordt er in de docentenhandleiding beschreven hoeveel tijd er per hoofdstuk besteed zou moeten worden. Echter is de link van die informatie met dit leerdoel geheel onduidelijk, zowel voor een docent die dit vak geeft als voor de leerling;
11. **Acceptabel (1): voldoende:** het leerdoel is relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen een NLT module;

12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie “Tijdgebonden”;

Uitwerking leerdoel onderzoeksvaardigheden (subdomein A5): de kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden

Ter herinnering: deze leerdoelen waren als volgt gedefinieerd:

“Daarnaast draagt deze module bij aan algemene doelen van NLT zoals:

8. *Het schrijven van een werkplan voor een experiment (zie ► werkinstructie werkplan experiment in de NLT Toolbox en beoordelingsmatrix).*
9. *Het schrijven van een practicumverslag van een uitgevoerd experiment (zie ► werkinstructie practicumverslag in de NLT Toolbox en beoordelingsmatrix).*
10. *Het uitvoeren van een basaal DNA-experiment met behulp van een voorschrift.*
11. *Het communiceren en rapporteren over de opzet en resultaten van het experiment; gebruik van Word, Excel (en een digitale camera).*
12. *Voorstellen doen voor verbetering van de experimentele opzet voor een volgende keer en suggesties geven t.a.v. verbetering van het leerproces (reflectie).”*

Opmerking: bovenstaande leerdoelen zijn gekopieerd uit de leerlingenreader van de NLT-module ‘Door een ZOETE appel heen bijten’, incl. opmaak

Hieronder zullen deze leerdoelen samen worden geanalyseerd middels de leerdoelen-checklist:

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welke delen van de module deze leerdoelen behandeld en behaald moeten worden;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud is in alle leerdoelen gedefinieerd in het samenvattende begrip experimenteren en/of verschillende benoemde onderzoeksactiviteiten zoals *het schrijven van een werkplan voor een experiment* en *communiceren en rapporteren over de opzet en resultaten van het experiment*.
3. **Inhoud (3): voldoende:** de algemene vaardigheid wordt voldoende beschreven in deze specifiekere leerdoelen;
4. **Gedrag (1): onvoldoende:** er zit geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen deze leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001), beginnend bij 1 “onthouden” en eindigend bij 6 “creëren” (zie bijlage 4). Een voorbeeld daarbij is de onlogische volgorde tussen leerdoel 8 en 10: eerst wordt er een leerdoel gedefinieerd omtrent het schrijven van een werkplan voor een experiment (beheersingsniveau 3 of 4) en daarna wordt een leerdoel opgesteld omtrent het volgen van een werkplan (beheersingsniveau 1);
5. **Gedrag (2): voldoende:** er zijn in de leerdoelen passende keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoorden, dus een werkwoord zoals gedefinieerd onder het betreffende beheersingsniveau in diezelfde taxonomie (zie bijlage 4). Echter is er vervolgens geen rekening gehouden met de consequenties van die keuzes (zie vorig punt: Gedrag (1) en onderstaande punten);
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** er worden geen voorwaarden benoemd in deze leerdoelen, bv. in de vorm van verwijzingen naar andere leerdoelen. Echter wordt er wel op een hoog beheersingsniveau gestart met het eerste algemene leerdoel van de module (leerdoel 8). Het zou goed zijn geweest als deze keuze ergens in de docentenhandleiding zou worden toegelicht;

7. Voorwaarde (2): zie voorwaarde (1);
8. Prestatie (1): er wordt regelmatig benoemd welke prestatie of welk product de leerlingen moeten leveren of welke vaardigheid zij moeten kunnen laten zien. Daarbij worden er expliciet, specifiek en kort en bondig criteria benoemd in of bij het leerdoel. Voorbeelden hiervan zijn de verwijzingen naar de werkinstructies voor het schrijven van een werkplan en practicumverslag voor een experiment in leerdoel 8 en 9;
9. Prestatie (2): er worden bij enkele leerdoelen suggesties gedaan om de prestaties te meten. Deze suggesties worden dan in het leerdoel gemaakt, bijvoorbeeld in de vorm van verwijzingen naar de beoordelingsmatrices in leerdoel 8 en 9. Dit had wel nog beter gespecificeerd kunnen door aan te geven welke beoordelingsmatrices er daarmee precies worden bedoeld (dit zijn de beoordelingsformulieren voor een practicumverslag en de eindopdracht in de docentenhandleiding);
10. Tijdgebonden: voldoende: in het leerplan van de docentenhandleiding wordt voldoende geschetst hoeveel nodig is voor welk onderdeel. Daaruit kan herleid worden hoeveel tijd er ongeveer per leerdoel is gereserveerd;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn zeker relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen een NLT module;
12. Acceptabel (2): voldoende: het leerdoel kost niet onevenredig veel tijd en is niet ongepast in vergelijking met de samenhang van de overige leerdoelen.

## Hart en vaten

### Leerdoelen, vaardigheden en voorkennis van deze module, zoals genoemd in de docentenhandleiding

In deze module staan de leerdoelen, vaardigheden en voorkennis alleen in de docentenhandleiding. De docent wordt dus vrijgelaten om te beslissen hoe hij die leerdoelen wil gebruiken of delen in zijn lessen. Hieronder volgen alle leerdoelen, vaardigheden en voorkennis-punten in de docentenhandleiding.

## 3. Leerdoelen

### 3.1 Hoofdvraag en leerdoelen over de gehele module

Wat is de normale functie van hart en vaten en hoe verandert deze functie in aanloop naar en als gevolg van een hartinfarct?

&

Welke wetenschappelijke en technische methoden worden ingezet bij risicoreductie en het behandelen van het hartinfarct?

### 3.2 Vragen en leerdoelen per hoofdstuk

#### Hoofdstuk 1 – Acute situatie hartstilstand

Hoofdstukvraag: Wat is een hartinfarct? Hoeveel mensen in Nederland krijgen het en wat moet je doen als iemand bij jou in de buurt als gevolg van een hartinfarct een hartstilstand krijgt? (Je hoeft niet de exacte getallen te onthouden, wel moet je een globaal beeld kunnen schetsen.)

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- In het kort uitleggen wat (het verschil tussen) een hartstilstand en een hartinfarct is.
- De verschillende stappen uit de keten van overleving benoemen.
- Benoemen welke handelingen in de 6 minuten campagne centraal staan en uitleggen waarom.
- Uitleggen welke processen hartmassage, mond-op-mond beademing en de AED van het lichaam 'overnemen'.

#### Hoofdstuk 2 – Het hart en vaatstelsel

Hoofdstukvraag: Welke plaats heeft het orgaansysteem 'hart en vaten' in het lichaam en hoe draagt dit systeem bij aan de homeostase in ons lichaam?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- De verschillende orgaansystemen benoemen.
- Het begrip homeostase uitleggen aan de hand van het hart.
- De verschillende onderdelen van het hart benoemen.
- De Nederlandse en Engels/Latijnse termen rond hart en vaten door elkaar heen gebruiken.
- De pompcyclus van het hart beschrijven.
- De begrippen systole en diastole in eigen woorden uitleggen.
- De duur van de diastole en de systole uitrekenen aan de hand van de hartfrequentie van een dier.

### **Hoofdstuk 3 – Elektrische activatie van het hart**

Hoofdstukvraag: Hoe ontstaat de elektrische geleiding in het hart en hoe zorgt de elektrische impuls voor een juiste contractievolgorde van het hart (excitatie-contractiekoppeling)?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Benoemen in welke volgorde de elektrische impuls door het hart loopt.
- De relatie benoemen tussen de elektrische impuls en de contractie van het hart.
- Uitleggen wat een membraanpotentiaal is.
- Uitleggen wat de chemische en de elektrische gradiënt is.
- De Nernstpotentiaal berekenen en de membraanpotentiaal berekenen m.b.v. Nernstpotentialen (formules hoeven niet uit het hoofd).
- Uitleggen hoe een actiepotentiaal ontstaat in het hart met behulp van de natrium- en kaliumkanalen.
- Kort benoemen hoe de stroom van cel op cel door het hart loopt.

### **Hoofdstuk 4 – Electrocardiografie**

Hoofdstukvraag: Hoe komt een ECG met behulp van de Einthovenafleidingen tot stand en hoe kun je een ECG interpreteren?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Uitleggen waarom welke golf positief of negatief is (a.d.h.v. de termen dipool en richting van de stroom).
- Uitleggen hoe de vectoren tot stand komen in de Einthovenafleidingen.
- Uitleggen hoe het ECG voortkomt uit de Einthovenafleidingen.

### **Hoofdstuk 5 – Het hart als pomp**

Hoofdstukvraag: Waarmee wordt de pompkracht van het hart bepaald en met welke formules, grafieken en diagrammen kun je dit in beeld brengen?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Uitleggen wat je kunt afleiden uit een Wiggersdiagram.
- De arbeid bij samentrekking uit een gegeven p-V-diagram uitrekenen.
- Een andere druk-volumelus bij een gegeven lus tekenen.
- Weten dat de cardiac output wordt bepaald door de slagfrequentie en het slagvolume.
- Vertellen door welke parameters de cardiac output gereguleerd wordt.
- De begrippen preload, afterload en contractiliteit in eigen woorden uitleggen.

### **Hoofdstuk 6 – Bloedvaten en druk**

Hoofdstukvraag: Bloedvaten hebben op verschillende plaatsen in het lichaam een andere functie en daarbij ook een andere bouw. Hoe heeft de bouw van de vaten verband met de functie van de vaten en met de uiteindelijke bloeddruk die er heerst?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Opnoemen welke verschillen er zijn tussen de verschillende vaten.
- Uitleggen wat er bedoeld wordt met de termen compliantie en elasticiteit.
- Uitleggen met behulp van de termen compliantie en elasticiteit wat het verschil is tussen slagaders en aders. Daarnaast moeten ze kunnen verklaren welk gevolg het

verschil in compliantie en elasticiteit tussen slagaders en aders heeft voor de bloedverdeling in het lichaam.

- Uitleggen wat systolische en diastolische druk is.
- De Mean Arterial Pressure (MAP) uitrekenen wanneer de systolische en diastolische druk bekend is (de formules moeten ze ook weten).
- Opsommen welke parameters de MAP reguleren.

### **Hoofdstuk 7 – Atherosclerose, hartinfarct en hartritmestoornissen**

Hoofdstukvraag: Wat zijn de oorzaken en gevolgen van een hartinfarct?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Uitleggen wat atherosclerose is.
- De rol van cholesterol en de verschillende lipoproteïnen in het atherosclerotische proces benoemen.
- Uitleggen waarom HDL-cholesterol goed is en waarom LDL-cholesterol niet goed is.
- Uitleggen hoe een hartinfarct tot stand komt en ook de rol van een kwetsbare plaque hierin noemen.
- Uitleggen in welke omstandigheden iemand eerder last heeft van verstopte kransslagaders en waarom dit is.
- Rekenen met de wet van Poiseuille en met behulp hiervan redeneren dat bij een halvering van de diameter van een bloedvat de volumestroom 16 keer lager wordt.
- Uitleggen welke gevolgen een hartinfarct (verstopte kransslagader) heeft voor het hart zelf.
- Uitleggen hoe hartritmestoornissen kunnen ontstaan na een hartinfarct.
- Uitleggen wat ventrikelfibrilleren is en welke gevolgen dit heeft voor de patiënt.
- Uitleggen hoe iemand na een hartinfarct last kan krijgen van hartfalen.
- Uitleggen waarom in het geval van hartfalen het compensatiegedrag van het lichaam zo nadelig is.

### **Hoofdstuk 8 – keuzehoofdstuk: Risicofactoren**

Hoofdstukvraag: Wat zijn de risicofactoren voor het krijgen van hart- en vaatziekten en wat betekenen deze risicofactoren eigenlijk voor jou persoonlijk?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Opnoemen welke verschillende categorieën risicofactoren er zijn.
- Verklaar waarom je door roken een groter risico op hart- en vaatziekten hebt. Dit aan de hand van de stoffen die in tabaksrook zitten.
- Uitleggen waarom overgewicht nadelig is voor hart en vaten.
- Uitleggen waarom je met een hoog cholesterolgehalte een groter risico hebt op harten vaatziekten. En dan vooral ook welke lipoproteïnen hier een rol in spelen.
- Benoemen waardoor mensen met veel stress een grotere kans hebben op het krijgen van hart- en vaatziekten. Wat heeft de grootste invloed?
- Opzoeken in de tabel hoe groot het risico is dat iemand binnen 10 jaar overlijdt aan hart- en vaatziekten.
- Uitleggen wat een risicoschatting voor iemand individueel betekent.

### **Hoofdstuk 9 – keuzehoofdstuk: Behandelmethoden**

Hoofdstukvraag: Welke behandelmethoden zijn er beschikbaar om in te zetten bij hartproblemen? (Zowel medicijnen als technische behandelmethodes.)

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Uitleggen waarom er veel verschillende medicijnen beschikbaar zijn en op welke mechanismen in het lichaam de medicijnen ingrijpen.
- De verschillende medicijnen, beschikbaar voor hartfalen, indelen aan de hand van de vergelijking met een ziek paard (figuur 9-1).
- Aan de hand van figuur 9-1 uitleggen welk nadeel het specifieke medicijn heeft.
- Het principe van de werking van nitraten uitleggen.
- Uitleggen welke effecten nitraten hebben (zie vraag 9-2).
- Uitleggen wat nitraattolerantie is en wat je er aan kunt doen.

- De verschillende operatietechnieken kort beschrijven (dotter, stent, bypass en ICD).

## **Hoofdstuk 10 – keuzehoofdstuk: Toekomstig wetenschappelijk onderzoek**

Hoofdstukvraag: Welke wetenschappelijke onderzoeken lopen er op dit moment voor harten vaatziekten en wat betekenen al deze ontwikkelingen voor jou en voor de maatschappij?

Na dit hoofdstuk kan de leerling:

- Een beeld schetsen van de nieuwste onderzoeken die gedaan worden op het gebied van hart en vaten.
- Het belang van deze nieuwe onderzoeken aangeven (voor zichzelf en voor een patiënt).

## **6. Vaardigheden**

### **6.1 Algemene vaardigheden**

In de module komen vrijwel alle NLT-vaardigheden aan bod. De bètaprofielvaardigheden en vakspecifieke vaardigheden zitten door de hele module verweven. In de groepsopdracht komen vooral de profieloverstijgende vaardigheden aan bod, de vakspecifieke vaardigheden komen vooral aan bod door het doen van de practica.

Hieronder lichten we toe welke vaardigheden er sterk uitspringen.

### **6.2 A1: profieloverstijgende vaardigheden**

Subdomein A1-1: Informatievaardigheden: in de groepsopdracht leren de leerlingen informatie zoeken vanuit het perspectief van een bepaalde beroepsgroep. Daarnaast leren ze de informatie te selecteren en te beoordelen op betrouwbaarheid.

Subdomein A1-2: Communiceren: de leerlingen leren schriftelijk communiceren door middel van het schrijven van een artikel. Daarnaast leren ze communiceren vanuit een bepaalde beroepsgroep die werkt aan hart en vaten.

Subdomein A1-3: Reflecteren op leren: de leerlingen krijgen feedback op hun geschreven artikel. Aan de hand van de feedback herschrijven ze het artikel.

Subdomein A1-4: Studie en beroep: voor de groepsopdracht kiezen de leerlingen een beroepsgroep uit. Ze kunnen naar interesse één beroepsgroep uitdiepen en dit verwerken in de groepsopdracht. Daarnaast lezen ze één of meerdere artikelen van andere groepjes. Zo krijgen de leerlingen specifieke informatie over een (aantal) beroepsgroepen.

### **6.3 A2: Bèta-profielvaardigheden**

Subdomein A2-1: Onderzoeken: voor de groepsopdracht moeten de leerlingen een vraagstelling in de context van een beroepsgroep en onderzoek naar hart en vaten maken. Deze vraagstelling moet worden beantwoord m.b.v. relevante begrippen en theorie in het artikel.

### **6.4 A3: Vakspecifieke vaardigheden**

Subdomein A3-1: Technisch-instrumentele vaardigheden: de leerlingen kunnen met behulp van Coach 6 een ECG maken. Daarnaast hebben de leerlingen een eerste kennismaking met een reanimatiepop en een oefen Automatische Externe Defibrillator (AED) bij een reanimatiepracticum.

Subdomein A3-2: Vaktaal, conventies en notaties: de leerlingen kunnen een aantal termen m.b.t. hart en bloedvaten in de Nederlandse en Engelse/Latijnse versie door elkaar gebruiken.

Vakspecifieke vaardigheden: Domein F: Biomedische technologie en biotechnologie: de leerlingen kunnen ontwikkelingen op het gebied van biomedische technologie en biotechnologie analyseren en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Naast domein F bevat deze module ook veel biofysische en biochemische elementen (domein E).

Deze vaardigheid komt in alle hoofdstukken van de module aan de orde. In eerste instantie leren de leerlingen hoe het hart en de bloedvaten in een normale situatie werken. De theorie die ze hier leren passen ze vervolgens toe in de nieuwe situatie van het hartinfarct.

Daarnaast passen ze dezelfde theorie ook toe bij het schrijven van het artikel voor de groepsopdracht.

## 7. Vakkennis

Deze module vraagt voorkennis van alle monobètavakken (zie tabel op blz. 16). Als de leerlingen al deze vakken in hun pakket hebben is er voldoende voorkennis om de gehele module te doen. Maar de meeste leerlingen missen Biologie (NT) of Natuurkunde (NG). Zij zullen wat meer moeite hebben met bepaalde onderdelen. In de leerlingenreader wordt in principe alles volledig uitgelegd, maar het is handig om aan te wijzen waar ontbrekende voorkennis staat in het boek van het vak dat zij missen, of om NT-leerlingen stukjes die ontbrekende voorkennis veronderstellen, aan NG-leerlingen te laten uitleggen (en omgekeerd voor Biologiekennis).

In onderstaande paragrafen wordt uitgelegd waar welke leerlingen waarschijnlijk wat meer moeite mee hebben. Daar zult u als docent wat meer tijd en aandacht aan moeten besteden. Als docent is het dus van belang te weten hoe de samenstelling van de klas is wat betreft NT- en NG-leerlingen om het lesprogramma samen te stellen.

Tot slot vindt u in dit hoofdstuk een aantal ideeën hoe u het knelpunt van verschillende voorkennis kunt aanpakken.

### 7.1 Biologie

Het is handig als de leerlingen al kennis van de anatomie en de fysiologie van het hart en de bloedvaten hebben. Dit is gedeeltelijk in de onderbouw behandeld en wordt herhaald in hoofdstuk 2 van deze module. Afhankelijk van de achtergrond van de leerlingen (NT of NG) kan aan dit hoofdstuk meer of minder aandacht geschonken worden.

**Tip: als leerlingen allemaal Biologie hebben, schenk er dan niet teveel aandacht aan. Dan is er meer ruimte voor de andere hoofdstukken.**

Daarnaast is gebleken dat het voor hoofdstuk 3 (Elektrische activatie van het hart) erg handig is als de leerlingen bij Biologie het onderwerp impulsgeleiding hebben gehad.

Wanneer deze stof al behandeld is bij Biologie zal het eenvoudiger zijn voor de leerlingen om de actiepotentiaal in het hart te snappen. Wanneer leerlingen geen Biologie hebben zal hier extra aandacht aan besteed moeten worden.

**Tip: hoofdstuk 3 is ook pittig voor leerlingen die met Biologie 'impulsgeleiding' al wel hebben gehad. De extra uitleg voor NT-leerlingen hier zal de NG-leerlingen geen kwaad doen.**

Leerlingen die geen Biologie in hun pakket hebben zullen waarschijnlijk deze module in eerste instantie niet zo heel erg leuk vinden. Gebleken is uit de evaluatie dat deze leerlingen aan het eind van de module het toch heel leuk vonden. Met name omdat gaandeweg blijkt dat er meer Natuurkunde in naar voren komt dan ze in eerste instantie denken. Daarnaast kunnen deze leerlingen met de groepsopdracht een wat meer technisch of natuurkundig onderwerp kiezen.

Al met al is deze module voor leerlingen die geen Biologie hebben een leuke kijk in de keuken wat ze met hun interesses (de meer technische vakken) kunnen doen in het voor hen in eerste instantie medisch/biologisch vakgebied.

### 7.2 Scheikunde

Zowel in het profiel NG als NT hebben de leerlingen allemaal Scheikunde. De voorkennis op dit gebied is dan ook gelijk. De Nernstvergelijking in het hart wordt in hoofdstuk 3 uitgelegd. Het is handig als de leerlingen vanuit de Scheikunde hier al bekend mee zijn. Dit maakt het voor de leerlingen eenvoudiger om het toe te passen op het hart.

### 7.3 Natuurkunde

Alle leerlingen kennen de wet van Ohm waarschijnlijk uit de onderbouw. Deze wet wordt gebruikt in hoofdstuk 7 bij de wet van Poiseuille. Als de leerlingen dit met Natuurkunde hebben gehad zullen ze de wet van Poiseuille sneller begrijpen.

Leerlingen die geen Natuurkunde hebben, zullen waarschijnlijk de meeste moeite hebben met de druk-volumelus (pV-diagram). Voor hen is het lastig in te zien dat het door de lus omsloten oppervlak een maat is voor de energie die het hart moet leveren per slag. In de leerlingenreader wordt het wel volledig uitgelegd, maar hier geldt dat de leerlingen zonder natuurkunde extra/meer uitleg van de docent nodig hebben.

**Tip: Het is een idee om de leerlingen die Natuurkunde hebben en de pV-lus snel snappen het uit te laten leggen aan de leerlingen die geen Natuurkunde hebben en extra uitleg nodig**

hebben.

Voor leerlingen zonder Natuurkunde is deze module zeker te doen. Er zal bij sommige onderdelen wat meer uitleg en tijd nodig zijn.

#### 7.4 Wiskunde B

NG-leerlingen die wiskunde A hebben gekozen in plaats van wiskunde B, zullen wat meer moeite hebben met de formele kanten van de module.

In hoofdstuk 3 wordt de Nernstvergelijking behandeld. Hierin komt een natuurlijk logaritme voor. Voor de leerlingen die dit begrip niet kennen, is het moeilijk om in de tijd van de module dit uit te leggen. Het uitleggen van de knop op de rekenmachine zodat ze de formule kunnen invullen en uitrekenen is voor deze module voldoende.

Vak	Vakkennis voorkennis	II-instructie
Biologie	Anatomie en fysiologie hart en bloedsomloop Impulsgeleiding	Eindexamenstof VWO (NG)
Scheikunde	Reactie- en evenwichtsvergelijking Nernstvergelijking	Eindexamenstof VWO
Natuurkunde	Wet van Ohm, elektriciteitsleer eenheidslading, potentiaal, druk, arbeid, pV-diagram	Eindexamenstof VWO (NT)
Wiskunde B	Natuurlijke logaritme (in de wet van Nernst)	

#### 7.5 Ideeën

Er is onvoldoende ervaring om de perfecte oplossing voor het voorkennis knelpunt in deze docentenhandleiding te beschrijven. Wel zijn er verschillende ideeën om dit aan te pakken. Afhankelijk van de klas en de voorkeur van de docent kan één of meerdere van onderstaande tips worden uitprobeernd. Elk manier heeft zijn voordelen maar ook nadelen.

- Binnen een klas differentiëren. De leerlingen met Biologie gaan sneller door een bepaald deel (bijv. hoofdstuk 2) en krijgen daardoor meer tijd voor een natuurkundig onderdeel (PV-lus).
- Leerlingen met Natuurkunde leggen het natuurkundig onderdeel uit aan de leerlingen zonder Natuurkunde.
- Leerlingen met Biologie leggen het biologiegedeelte uit aan de leerlingen zonder Natuurkunde.
- De leerlingen zonder Natuurkunde hoeven de natuurkundige onderdelen niet diepgaand te snappen (alleen globaal). Dit verschil in diepgang kan leiden tot twee verschillende eindtoetsen (bijv. een NG-versie en een NT-versie), met een of twee vragen die alleen voor de mensen met Natuurkunde of voor de mensen met Biologie zijn.
- Binnen de groepsopdracht kan een vak in meer of mindere mate naar voren komen.
- Gebruik de Biologie- en Natuurkundeboeken met de voorkennis in de les.
- Extra tijd en uitleg in de lessen reserveren voor de moeilijke punten.

Tot slot staan er een stuk later in de docentenhandleiding nog de volgende doelen bij de groepsopdracht genoemd:

##### 9.1.1. Doelen (bij de groepsopdracht)

- Leerlingen inzicht geven aan de verscheidenheid van onderzoek aan hart en vaten.
- Leerlingen de keuzevrijheid te geven om zich te verdiepen in een onderwerp dat zij interessant vinden.
- Leerlingen samen laten werken.

- Leerlingen inzicht geven hoe het schrijven van een artikel in de wetenschappelijke wereld er aan toe gaat.
- Leerlingen leren waar een artikel aan moet voldoen (schrijven artikel).
- Leerlingen leren hoe men op een goede manier kritiek op een artikel geeft en ook hoe men die kritiek kan ontvangen en verwerken (feedback geven en ontvangen).

Opmerking: bovenstaande leerdoelen zijn gekopieerd uit de leerlingenreader van de NLT-module 'Door een ZOETE appel heen bijten', incl. opmaak

## Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid in deze module

### Toelichting werkwijze

Allereerst zullen de nieuwe inhoudelijke leerdoelen van bovenstaande leerdoelen en vaardigheden, hoofdstuk van de docentenhandleiding hierboven, worden geanalyseerd. Om het overzicht te bewaren en vanuit tijdsoverwegingen is daarbij gekozen om deze leerdoelen per hoofdstuk te analyseren middels de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist van dit onderzoek (zie daarvoor ook deelvraag 4 van de analyse). Om diezelfde reden zullen de keuze-hoofdstukken ook buiten beschouwing worden gelaten. In die analyse zullen de hoofdstukvragen mee worden genomen als globale leerdoelen voor dat hoofdstuk. Een gezamenlijke analyse van meerdere leerdoelen tegelijk omdat die tot dezelfde groep behoren, zoals hetzelfde subdomein, thema of hoofdstuk, ging tijdens de analyse van de eerste NLT module, "Door een ZOETE appel heen bijten", ook goed. De verwachting is dus dat de leerdoelen van deze module middels deze samenvoeging ook effectief geanalyseerd kunnen worden. Daarbij zullen er waar nodig wel aanmerkingen per leerdoel gemaakt worden om diepgang in de analyse te kunnen waarborgen.

Binnen de algemene leerdoelen en vaardigheden van deze module, benoemd in paragraaf 6.1 t/m 6.3 van de docentenhandleiding van de voorgaande paragraaf, zal alleen gekeken worden naar de subdomeinen "onderzoeken" en "ontwerpen". Aangezien in deze module bewust is gekozen om het subdomein "ontwerpen" niet te behandelen, wordt dus alleen het subdomein "onderzoeken" geanalyseerd. Daartoe worden ook nog de doelen in paragraaf 9.1.1 van diezelfde docentenhandleiding genoemd, zie ook voorgaande paragraaf. In de docentenhandleiding van deze module wordt deze vaardigheid ("onderzoeken") benoemd als "subdomein A2-1", waarschijnlijk naar het oude examenprogramma NLT, en als volgt beschreven: "Onderzoeken: voor de groepsopdracht moeten de leerlingen een vraagstelling in de context van een beroepsgroep en onderzoek naar hart en vaten maken. Deze vraagstelling moet worden beantwoord m.b.v. relevante begrippen en theorie in het artikel". Dit zal tijdens de analyse ook worden vergeleken met subdomein A5 van het NLT examenprogramma: "Onderzoeken. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden." De analyse van de algemene vaardigheid "onderzoeken" wordt opnieuw gedaan door de twaalf punten in de leerdoelen-checklist langs te lopen.

De voorkennis staat samengevat in hoofdstuk 7 van de vorige paragraaf. Er zal tijdens de analyse gekeken worden hoe er in de leerdoelen naar deze voorkennis gerefereerd wordt.

### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 1

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;

2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. Inhoud (3): voldoende: het wordt d.m.v. de leerdoelen duidelijk wat er van de leerlingen wordt verwacht omtrent de thema's in dit hoofdstuk;
4. Gedrag (1): voldoende: er wordt vooral gewerkt op beheersingsniveau 1 van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001). Daarbij worden stapjes gemaakt naar beheersingsniveau 2. Dit is een logische keuze voor een inleidend hoofdstuk;
5. Gedrag (2): voldoende: er zijn goede keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoorden in de leerdoelen, bijvoorbeeld "noemen" voor beheersingsniveau 1 en "uitleggen" voor beheersingsniveau 1 en 2;
6. Voorwaarde (1): voldoende: er wordt niet benoemd vanaf wanneer of met welke voorkennis deze leerdoelen behaald kunnen worden. Echter behoort dit leerdoel bij beheersingsniveau 1 en/of 2, en is er voor deze module bij die beheersingsniveaus geen voorkennis nodig;
7. Voorwaarde (2): voldoende: zie voorwaarde (1);
8. Prestatie (1): voldoende: voor beheersingsniveaus 1 en 2 geldt dat "noemen" en "uitleggen" van onderdelen in de module prestaties op zich zijn;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie "Tijdgebonden";

#### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 2

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. Inhoud (3): voldoende: het wordt d.m.v. de leerdoelen duidelijk wat er van de leerlingen wordt verwacht omtrent de thema's in dit hoofdstuk;
4. Gedrag (1): voldoende: er wordt in dit hoofdstuk nog steeds vooral gewerkt op beheersingsniveau 1 en 2 van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001). Daarbij wordt één uitstapje gemaakt naar beheersingsniveau 3 in het laatste leerdoel. Daarbij is de volgorde van leerdoelen wat betreft de beheersingsniveaus logisch gekozen;
5. Gedrag (2): voldoende: er zijn goede keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoorden in de leerdoelen, bijvoorbeeld "benoemen" voor beheersingsniveau 1, "uitleggen" voor beheersingsniveau 1 en 2 en "berekenen" voor beheersingsniveau 3;
6. Voorwaarde (1): voldoende: er wordt niet benoemd vanaf wanneer of met welke voorkennis deze leerdoelen behaald kunnen worden. Echter behoren deze leerdoelen dus vooral bij beheersingsniveau 1 en/of 2, en is er voor deze module bij deze beheersingsniveaus geen voorkennis nodig. Het laatste leerdoel (beheersingsniveau 3) vloeit daarbij op een logische

manier uit de leerdoelen daarvoor. Om die reden hoeft er bij dit leerdoel dus ook geen expliciete voorwaarde benoemd te worden;

7. Voorwaarde (2): voldoende: zie voorwaarde (1);
8. Prestatie (1): voldoende: voor beheersingsniveaus 1, 2 en 3 geldt dat “benoemen” en “uitleggen” van onderdelen in de module en daarbij evt. simpele “berekeningen doen” prestaties op zich zijn;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar de leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie “Tijdgebonden”;

### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 3

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. Inhoud (3): voldoende: het wordt d.m.v. de leerdoelen duidelijk wat er van de leerlingen wordt verwacht omtrent de thema's in dit hoofdstuk;
4. Gedrag (1): voldoende: er wordt in dit hoofdstuk vooral gewerkt op beheersingsniveau 1, 2 en 3 van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001). Daarbij is de volgorde van leerdoelen onderling wat betreft de beheersingsniveaus logisch gekozen;
5. Gedrag (2): voldoende: er zijn goede keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoorden in de leerdoelen, bijvoorbeeld “benoemen” voor beheersingsniveau 1, “uitleggen” voor beheersingsniveau 1 en 2 en “berekenen” voor beheersingsniveau 3;
6. Voorwaarde (1): voldoende: er wordt niet benoemd vanaf wanneer of met welke voorkennis deze leerdoelen behaald kunnen worden. Echter geldt voor de leerdoelen bij beheersingsniveau 1 en/of 2 dat er voor deze module geen voorkennis nodig is. De leerdoelen op beheersingsniveau 3, waarbij berekeningen moeten worden gedaan, vloeien daarbij op een logische manier uit de leerdoelen daarvoor. Daarom hoeven er bij deze leerdoelen dus ook geen expliciete voorwaarden benoemd te worden;
7. Voorwaarde (2): voldoende: zie voorwaarde (1);
8. Prestatie (1): voldoende: voor beheersingsniveaus 1, 2 en 3 geldt dat “benoemen” en “uitleggen” van onderdelen in de module en daarbij evt. simpele “berekeningen doen” prestaties op zich zijn;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar de leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;

11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie "Tijdgebonden";

#### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 4

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. **Inhoud (2): onvoldoende:** het wordt bij de begrippen of methodes die in de leerdoelen genoemd worden niet altijd duidelijk welke leerstof precies daarbij aansluit. Daarbij is er regelmatig teveel ruimte voor verkeerde interpretaties van de gebruikte begrippen.  
Voorbeelden:
  - Er bestaat geen leerdoel over het uitleggen van wat een ECG is en waarvoor het kan worden gebruikt;
  - In het eerste leerdoel onder de hoofdstukvraag wordt gepraat over golven in het algemeen. Er wordt echter in geen van de leerdoelen duidelijk dat hiermee de depolarisatie- en repolarisatiegolven bedoeld worden en wat er met die begrippen überhaupt bedoeld wordt. Verder is de hele context van dit leerdoel onduidelijk: gaat het om golven in de zee waarop je kunt surfen of over elektrische golven in het hart die zich bewegen van de ene hartcellen richting de andere?
  - Bij het tweede leerdoel onder de hoofdstukvraag: hier wordt het niet duidelijk wat vectoren zijn en of het hier gaat om krachtvectoren of iets anders.
3. **Inhoud (3): onvoldoende:** veel van de belangrijke inhoud van dit hoofdstuk wordt helaas niet in de leerdoelen benoemd. Zie ook voorgaande voorbeelden. Ander voorbeeld hierbij:
  - Er bestaat geen leerdoel over het uitleggen van wat een ECG is en waarvoor het kan worden gebruikt;
4. **Gedrag (1): onvoldoende:** er wordt volgens de leerdoelen in dit hoofdstuk vooral gewerkt op beheersingsniveau 2 van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001). Helaas wordt de gehele leerstof van dit hoofdstuk echter niet goed afgedekt met deze leerdoelen en wordt het dus ook niet duidelijk of er bijvoorbeeld niet meer beheersingsniveaus nodig zijn om die leerstof goed te beheersen. Zie verder ook de beschrijving onder "Inhoud (2)";
5. **Gedrag (2): onvoldoende:** zie "Gedrag (1)";
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** er worden geen voorwaarden genoemd en het wordt a.d.h.v. de huidige leerdoelen bij dit hoofdstuk niet duidelijk of er evt. wel voorwaarden nodig zijn en zo ja, welke specifieke voorwaarden dat dan zijn. Het wordt a.d.h.v. de leerstof in dit hoofdstuk zelfs snel duidelijk dat er wel voorwaarden nodig zijn. Enkele voorbeelden van zulke voorwaarden: kennis van de anatomie, excitatie-contractiekoppeling en contractievolgorde van het hart (leerdoelen in hoofdstuk 2 en 3 van de leerlingenhandleiding). Zie verder ook "Gedrag (1)";
7. **Voorwaarde (2): onvoldoende:** zie "Voorwaarde (1)";
8. **Prestatie (1): onvoldoende:** zie "Gedrag (1)";
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan wel verschillende opgaven m.b.t. dit leerdoel. Echter worden er bij die opgaven geen verwijzingen gemaakt naar de leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgaven die hij uitkiest samen voldoen om te meten of dit leerdoel is behaald. Zie verder ook "Gedrag (1)";

10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. **Acceptabel (1): onvoldoende:** de leerdoelen die er zijn, zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module. Echter missen er leerdoelen: zie “Gedrag (1)”;
12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie “Tijdgebonden”;

#### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 5

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. **Inhoud (3): onvoldoende:** meerdere belangrijke punten in dit hoofdstuk worden helaas niet in de leerdoelen benoemd. Daarbij vallen bv. de volgende inhoudelijke punten op:
  - Het opstellen van een druk-volume lus (of (p,V)-diagram) a.d.h.v. een Wiggersdiagram;
  - Het verbinden van de verschillende onderdelen (punten en lijnen) in een druk-volume lus met de verschillende fases van de hartcyclus;
  - Nieuwe druk-volumelussen tekenen a.d.h.v. een gegeven lus als de preload, afterload of contractiliteit verandert;
  - Het opstellen van een ESPVR-lijn en de betekenis daarvan;
  - Een leerdoel over de regulatie van de contractie (figuur 5-8 in de leerlinghandleiding)

Op het laatste punt na zitten deze punten nu ongeveer samengevat in het leerdoel “*Een andere druk-volumelus bij een gegeven lus tekenen*”. Echter is dit leerdoel dus veel te breed en onduidelijk en missen de specifiekere leerdoelen.

4. **Gedrag (1): onvoldoende:** zie ook “Inhoud(3)”, met nadruk op de daargenoemde voorbeelden. Doordat verschillende specifiekere leerdoelen missen mist ook een expliciete en logische opbouw of samenhang tussen de leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001) (zie bijlage 4);
5. **Gedrag (2): onvoldoende:** zie ook “Gedrag (1)”. Daarbij kan ook opnieuw gekeken worden naar het leerdoel “*Een andere druk-volumelus bij een gegeven lus tekenen*”. Daarin wordt “tekenen” gebruikt als handelingswerkwoord. Hoe dit handelingswerkwoord nu gebruikt wordt lijkt het hier te gaan om beheersingsniveau 2 (begrijpen). Zoals in “Inhoud (3)” is terug te lezen gaat het hier echter dus minimaal om beheersingsniveau 3 (toepassen);
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** er worden geen voorwaarden genoemd in de leerdoelen;
7. **Voorwaarde (2): onvoldoende:** aanvulling op “Voorwaarde (1)”: de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) wordt niet versterkt met verwijzingen naar eerdere leerdoelen binnen de module die de voorkennis of basis (voorwaarde) voor dit leerdoel vormen. Voorbeeld: de verschillende fases van de hartcyclus worden in de leerdoelen niet expliciet gekoppeld aan de Wiggersdiagram of druk-volumelussen;
8. **Prestatie (1): voldoende:** er worden verschillende prestaties of producten (tekening of berekening) genoemd die de leerlingen moeten kunnen leveren;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er worden geen suggesties gedaan om de prestatie te meten, bijvoorbeeld in de vorm van verwijzingen naar opgaven die bijbehorende prestaties meten of met een expliciete verwijzing binnen die opgaven naar dit leerdoel;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;

11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie "Tijdgebonden";

#### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 6

1. Inhoud (1): onvoldoende: er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. Inhoud (3): voldoende: de kernpunten van dit hoofdstuk worden voldoende gedekt door de leerdoelen in dit hoofdstuk. De leerdoelen zijn daarbij voldoende specifiek;
4. Gedrag (1): voldoende: er zit een expliciete en logische opbouw of samenhang tussen de leerdoelen binnen dit hoofdstuk volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001), beginnend bij 1 "onthouden" en eindigend bij 3 "toepassen";
5. Gedrag (2): voldoende: er zijn in de leerdoelen goede keuzes gemaakt voor volgens de beheersingsniveaus bijpassende handelingswerkwoorden. Voorbeelden daarvan zijn "opnoemen", "uitleggen", "uitrekenen" en "verklaren";
6. Voorwaarde (1): voldoende: de leerdoelen binnen dit hoofdstuk bouwen duidelijk op elkaar, zie ook het volgende punt;
7. Voorwaarde (2): de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) wordt voldoende versterkt met eerdere leerdoelen binnen hetzelfde hoofdstuk. Dus ook in dit opzicht zit er een juiste opbouw in de leerdoelen van dit hoofdstuk;
8. Prestatie (1): voldoende: er worden verschillende prestaties of producten (opsomming of berekening) genoemd die de leerlingen moeten kunnen leveren;
9. Prestatie (2): onvoldoende: er worden geen suggesties gedaan om de prestatie te meten, bijvoorbeeld in de vorm van verwijzingen naar opgaven die bijbehorende prestaties meten of met een expliciete verwijzing binnen die opgaven naar dit leerdoel;
10. Tijdgebonden: onvoldoende: er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie "Tijdgebonden";

#### Uitwerking leerdoelen hoofdstuk 7

1. Inhoud (1): onvoldoende: er wordt wel expliciet en specifiek genoemd bij welk hoofdstuk van de module de leerdoelen worden behandeld. Het was echter beter geweest om te vermelden in welke paragraaf de leerdoelen worden behaald;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in samenvattende begrippen of overkoepelende methodes;
3. Inhoud (3): voldoende: de kernpunten van dit hoofdstuk worden voldoende gedekt door de leerdoelen in dit hoofdstuk. De leerdoelen zijn daarbij voldoende specifiek;
4. Gedrag (1): voldoende: er zit een expliciete en logische opbouw of samenhang tussen de leerdoelen binnen dit hoofdstuk volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001), beginnend bij 1 "onthouden" en eindigend bij 3 "toepassen";
5. Gedrag (2): onvoldoende: er zijn in de leerdoelen redelijke keuzes gemaakt voor volgens de beheersingsniveaus bijpassende handelingswerkwoorden. Voorbeelden daarvan zijn

“benoemen”, “uitleggen”, “rekenen met” en “redeneren”. Echter zijn op twee leerdoelen na alle twaalf leerdoelen van dit hoofdstuk gebaseerd op het handelingswerkwoord “uitleggen”. Je zou verwachten dat vooral in deze latere hoofdstukken er meer leerdoelen gedefinieerd zouden worden met handelingswerkwoorden van een hoger beheersingsniveau. In de laatste twee leerdoelen zou men bv. kunnen kiezen voor handelingswerkwoorden als “laten zien” of “toon aan dat”, aangezien deze twee leerdoelen zich duidelijk op het toepassingsniveau (beheersingsniveau 3) bevinden;

6. Voorwaarde (1): voldoende: de leerdoelen binnen dit hoofdstuk bouwen duidelijk op elkaar, zie ook het volgende punt;
7. Voorwaarde (2): de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) wordt voldoende versterkt met eerdere leerdoelen binnen hetzelfde hoofdstuk. Dus ook in dit opzicht zit er een juiste opbouw in de leerdoelen van dit hoofdstuk;
8. Prestatie (1): voldoende: er worden verschillende prestaties of producten (uitleg of berekening) genoemd die de leerlingen moeten kunnen leveren;
9. Prestatie (2): onvoldoende: er worden geen suggesties gedaan om de prestatie te meten, bijvoorbeeld in de vorm van verwijzingen naar opgaven die bijbehorende prestaties meten of met een expliciete verwijzing binnen die opgaven naar dit leerdoel;
10. Tijdgebonden: onvoldoende: er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie “Tijdgebonden”;

#### Uitwerking onderzoeksvaardigheden

1. Inhoud (1): voldoende: er wordt expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module deze vaardigheid beoefend of behaald wordt, namelijk de groepsopdracht;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud is de algemene vaardigheid “onderzoeken” en wordt meermaals benoemd. Dit wordt nog eens gespecificeerd met de tekst “onderzoek naar hart en vaten”;
3. Inhoud (3): voldoende: het kernpunt “onderzoeken”, dat in de groepsopdracht wordt getraind, wordt in globale lijnen goed gedekt en beschreven door dit leerdoel ofwel deze vaardigheid.
4. Gedrag (1): voldoende: er zit een voldoende logische opbouw of samenhang tussen deze vaardigheid en de andere (specifiekere) leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001). De algemene profieloverstijgende vaardigheden, zoals te lezen in paragraaf 6.2 van de docentenhandleiding, en de specifieke doelen bij de groepsopdracht, zie paragraaf 9.1.1 van die docentenhandleiding, belichten dus samen genoeg de verschillende aspecten van de groepsopdracht en dus de vaardigheid “onderzoeken”;
5. Gedrag (2): onvoldoende: binnen de algemene vaardigheden en doelen van de groepsopdracht, zoals gedefinieerd in de docentenhandleiding, komen niet genoeg bijpassende handelingswerkwoorden voor de vaardigheid “onderzoeken”, behorend bij o.a. beheersingsniveau 3 en 4 (toepassen en analyseren), aan bod. Er had bv. gekozen kunnen worden om handelingen als “een plan van aanpak uitlijnen” of “bewijzen voor conclusies aangeven” te beschrijven, het liefst in specifiekere leerdoelen. “Onderzoeken” is dus een handelingswerkwoord uit beheersingsniveau 4. Nu zijn in de opbouw daarnaartoe dus te weinig of te globale handelingswerkwoorden gedefinieerd, iets dat op te lossen is middels de definitie van specifiekere leerdoelen;

6. Voorwaarde (1): voldoende: de leerdoelen behorend bij deze vaardigheid bouwen voldoende op elkaar voort en vormen zodoende elkaars voorwaarden. Verder is het logisch genoeg dat deze groepsopdracht voortbouwt op de kennis die is verkregen in hoofdstuk 1 t/m 7 waarbij het deze keer de uitdaging voor de leerlingen is om zelf te kiezen welke leerdoelen van die hoofdstukken zij nodig hebben;
7. Voorwaarde (2): voldoende: de leerdoelen behorend bij deze vaardigheid bouwen voldoende op elkaar voort en vormen zodoende elkaars voorwaarden;
8. **Prestatie (1): onvoldoende:** in de huidige beschrijving wordt niet duidelijk naar wat voor soort product de leerlingen toewerken. In de groepsopdracht wordt dat vervolgens wel duidelijk beschreven: de leerlingen schrijven namelijk met hun groepje een artikel. Dit had duidelijk terug moeten komen in de definitie van de vaardigheid “onderzoeken” zoals gegeven in deze module. Zoals dit nu is gedefinieerd kan men denken dat ze slechts een artikel moeten bestuderen en daarmee een vraagstelling moeten maken en beantwoorden;
9. Prestatie (2): voldoende: onder de groepsopdracht worden suggesties gedaan om de prestatie, ofwel het artikel, te beoordelen;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** er wordt niet expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om deze leerdoelen of de daarbij behorende leerstof te beheersen;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. **Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk:** zie “Tijdgebonden”.

## Summer in the city

### Leerdoelen, vaardigheden en voorkennis van deze module, zoals genoemd in de docentenhandleiding

In de leerlingenhandleiding is ervoor gekozen om een uitgeklede versie te presenteren aan de leerlingen van de leerdoelen, vaardigheden en voorkennis zoals gepresenteerd in de docentenhandleiding. Het is niet duidelijk waarom daarvoor is gekozen. In de analyse van de leerdoelen, vaardigheden en voorkennis zal daarom alleen gekeken worden naar de docentenhandleiding: op die manier wordt de analyse vollediger. Uiteindelijk kan de docent natuurlijk zelf kiezen van welke leerdoelen en vaardigheden hij wel of niet gebruik wil maken. Hieronder volgen alle leerdoelen, vaardigheden en voorkennis-punten in de docentenhandleiding, opgedeeld over de punten 1 t/m 7.

**Let op:** bij de onderstaande leerdoelen en vaardigheden komen “Deel I” t/m “Deel IV” helaas niet overeen met “Deel I” t/m “Deel III” van de module. Tijdens de analyse zal ik steeds duidelijk maken welk deel van de leerdoelen overeenkomt met welk deel en hoofdstuk van de leerlingenhandleiding.

### **1. Algemene / onderwijskundige leerdoelen**

#### **1.1 Deel I Sociale vaardigheden richting professionaliteit**

- De leerling traint vertelvaardigheden.
- De leerling traint luistervaardigheden.
- De leerling traint het stellen van vragen.
- De leerling traint het herhalen / samen vatten wat verteld is, in eigen woorden.
- De leerling traint het maken van aantekening / notulen uit gesprekken.

#### **1.2 Deel II Algemene inhoudelijke vakvaardigheden**

- De leerling traint theorie samenvatten.
- De leerling traint theorie en uitwerkingen van opdrachten te schematiseren.

### 1.3 Deel III Onderzoeksvaardigheden

- De leerling traint (digitale) bronnen scannend, op hoofdpunten, te lezen.
- De leerling traint zélf nadenken richting kennis, voorafgaand aan het bestuderen van theorie.
- De leerling traint verbeeldingskracht over – en het ervaren van natuurlijke processen als bron van kennis.
- De leerling traint het opstellen van hypothesen als basis voor hiervoor genoemde twee punten.
- De leerling maakt kennis met moderne onderzoekstechnieken, en traint daar zelf over na te denken, alsmede over het voor een onderzoek benodigde materiaal, de praktische kanten en beperkingen ervan.

## 2. Inhoudelijke leerdoelen

### 2.1 Deel I Algemene inhoudelijke leerdoelen

- De leerling ontwikkelt een basiskennis over de meest actuele stand van rondom het thema 'stadsklimaat', met de nadruk op het vraagstuk van het Urban Heat Island (UHI). Vooral de Nederlandse steden Rotterdam en Amsterdam worden ook dieper uitgewerkt, waarbij lopend onderzoek en lopende projecten in het kader van te nemen maatregelen, een duidelijke plek innemen.
- De leerling ontwikkelt een duidelijk beeld van de inhoudelijke overlap van met name de schoolvakken Natuurkunde, Scheikunde en Aardrijkskunde, betreffende dit thema.

### 2.2 Deel II De stad - basisbegrippen

- De leerling begrijpt dat er naast zichtbare verschillen tussen stedelijk gebied en het platteland ook voelbare verschillen zijn: een verhoogde temperatuur in de stad.
- De leerling herkent het begrip Urban Heat Island en kan in heldere bewoording uitleggen wat dit begrip inhoudt.
- De leerling herkent de stralingsbalans; ze kent de elementen van deze balans en waardoor ze veroorzaakt worden.
- De leerling kent de verschillende soorten straling die we onderscheiden in de module en past op deze stralingsbalans de wetten en processen toe die besproken zijn in de module.
- De leerling herkent de energiebalans; ze kent de elementen van deze balans. De leerling past op deze energiebalans de wetten en processen toe die besproken zijn in de module.
- De leerling kent de invloed van verschillend landgebruiktype op beide balansen en past deze kennis toe in de vorm van opdrachten en practica. De leerling kan uiteindelijk zelf een goede inschatting maken van het albedo en hitte-eilandeffect bij aangegeven verschillen in landgebruik.

### 2.3 Deel III Microklimaat

- De leerling herkent het begrip *microklimaat* en kan de belangrijkste vier aspecten hiervan opnoemen (straling, temperatuur, wind en relatieve vochtigheid). De leerling begrijpt hoe de mens veranderingen in het microklimaat kan opmerken aan de hand van metingen. De leerling kent het begrip *gevoelstemperatuur* en kan deze kennis toepassen in opgaven.
- De leerling kent de invloed van de ruimtelijke verdeling van een stad op de in- en uitgaande straling en de klimatologie van een stad (warmte, vochtigheid, windsnelheid).
- De leerling herkent resultaten uit studies naar de verschillen in temperatuur in grote steden en hij/zij kan mogelijke oorzaken hiervan aangeven.
- De leerling kent de invloed van de ruimtelijke verdeling van de stad op de windrichting en windsnelheid. De leerling kent de begrippen *wrijvingssnelheid* en *ruwheidslengte* en kan hiervan een schatting maken voor verschillende situaties. De leerling herkent het logaritmisch windprofiel en kan hiermee het windprofiel schetsen. Hij/zij kent het effect van de wind op de gevoelstemperatuur, en kan deze kennis toepassen in opgaven met behulp van een omreken tabel. De leerling kent het begrip *wind chill*.

- De leerling kent de begrippen *relatieve luchtvochtigheid* en *(verzadigings)dampdruk* en kan deze kennis toepassen in opgaven. Hij/zij kent de invloed van de relatieve luchtvochtigheid op de gevoelstemperatuur, en kan deze kennis toepassen in opgaven met behulp van een omreken tabel. De leerling kent het begrip *heat index*.

#### **2.4 Deel IV Luchtkwaliteit**

- De leerling kent de opbouw van de atmosfeer, de opeenvolgende lagen (troposfeer/ stratosfeer) en de gassen die zich in de atmosfeer bevinden. Hij/zij kent de begrippen *concentratie* en *volume mengverhoudingen* en kan deze kennis toepassen in opgaven.

- De leerling kent het *broeikas effect* en de stappen van het *Chapman mechanisme* en kan deze beschrijven. De leerling kent de gevolgen van deze processen voor het klimaat en de gezondheid van mensen.

- De leerling begrijpt dat er naast natuurlijke processen ook veel effecten van menselijke activiteit te merken zijn in de atmosfeer. De leerling kent de oorzaken en de gevolgen van: de emissie van broeikasgassen, de toename en afname van de concentratie CFK's in de stratosfeer en de uitstoot van fijnstof. De leerling kent de bijbehorende natuurkundige en scheikundige wetten en reacties, en kan deze kennis toepassen in opdrachten en practica.

- De leerling kent het begrip *smog*, de verschillen tussen zomer- en wintersmog en de bijbehorende natuurkundige en scheikundige wetten en processen.

- De leerling kent de invloed van transport door de wind op smogvorming. Hij/zij kent de begrippen *advectie* en *turbulentie*. Tevens begrijpt de leerling wat het begrip verblijftijd inhoudt en kan hij/zij de juiste formules om deze verblijftijd te berekenen toepassen.

#### **2.5 Slotopdracht: Stadsklimaat in eigen stad**

- De leerling beseft dat er ook steden zijn die geen problemen hebben. De leerling kent de oorzaken van deze probleemloze situatie en kan deze kennis toepassen op de situatie in Nederland.

- De leerling kent enkele maatregelen om het stadsklimaat te verbeteren en kan met toepassing van de kennis uit de voorgaande delen van de module beredeneren waarom deze wel of niet effect zullen hebben.

- De leerling doet ervaring op met het doen van metingen in het veld en de voorbereiding die daarbij komt kijken.

- De leerling maakt kennis met het *Local Climate Zone* concept en met de formule voor de *urban heat island index*.

#### **2.6 Practicum 1:**

- De leerling kent twee eigenschappen die belangrijk zijn voor lokale meteorologie (albedo en waterbeschikbaarheid).

- De leerling weet wat voor invloed deze eigenschappen hebben op de temperatuur

#### **2.7 Practicum 2:**

- De leerling kent 3 methoden om de luchtvochtigheid mee uit te drukken (relatieve vochtigheid, dauwpunt en natteboltemperatuur)

- De leerling kan rekenen met de formules voor (verzadigings)dampdruk die gepresenteerd worden in tekst en het practicum

- De leerling weet waarom de verdamping van water voor afkoeling zorgt

#### **2.8 Computerpracticum 1:**

- De leerling begrijpt het belang van binnentemperaturen en kan deze verklaren.

- De leerling maakt kennis met de voor- en nadelen van crowdsourced data.

#### **2.9 Computerpracticum 2:**

- De leerling begrijpt dat de vervuiling gemodelleerd kan worden doormiddel van een gaussische verdeling en kan uitleggen wat de oppervlakte onder deze curve inhoudt.

- De leerling weet wat de invloed is van stabiliteit op de concentratie van de vervuilende stof in de pluim

### **3. Specifieke vakvaardigheden**

De vakvaardigheden die in deze module worden toegepast zijn van zeer uitlopende aard. Hieronder volgen ze per vakgebied:

#### **Theorie en opdrachten**

##### **3.1 Aardrijkskunde (tussen haakjes het domein uit de VWO-examenstof waarvoor de opgedane kennis relevant is)**

- Geografische informatie/kaarten interpreteren (A)
- de kenmerken van landschapszones op aarde en de veranderingen hierin beschrijven, analyseren en aan elkaar relateren (C);
- Mondiaal milieuvraagstuk: gat in de ozonlaag en smog (C)
- Ruimtelijke inrichting: planning van een stad die klaar is voor klimaatverandering (E)

##### **3.2 Natuurkunde (tussen haakjes het domein uit de VWO-examenstof waarvoor de opgedane kennis relevant is):**

- Leerling kan het elektromagnetisch spectrum en de gevolgen ervan voor de stralingsbalans beschrijven. (E3)
- Thermische processen: werken met diverse formules op het gebied van warmte- en vochthuishouding in de atmosfeer (D2)
- Werken met de diverse faseovergangen die plaatsvinden in de atmosfeer (exotherm/endotharm)

##### **3.3 Scheikunde (tussen haakjes het domein uit de VWO-examenstof waarvoor de opgedane kennis relevant is):**

- Leerling kan de reacties van ozon beschrijven en kent de scheikundige notatie van de diverse gassen in de atmosfeer (B)
- Rekenen met volume mengverhoudingen (B).

##### **3.4 Wiskunde:**

- Werken met logaritmische functies (windprofiel) en exponentiële functies (verblijftijd) en de grafieken ervan
- Gebruik van integralen in computerpracticum 2
- Werken met de gaussische verdeling (kansrekening).

#### **4. Vakoverstijgende vaardigheden:**

##### **4.1 - A1: Taalvaardigheden**

De leerling kan adequaat schriftelijk (diverse samenvattende opdrachten) en mondeling (slotopdracht met een postersessie) communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

##### **4.2 - A2: Reken-/wiskundige vaardigheden**

De leerling kan op het gebied van scheikunde, natuurkunde en wiskunde formules gebruiken om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

##### **4.3 - A3/A4: Informatie/technische vaardigheden**

De leerling kan met behulp van de computer informatie selecteren, beoordelen en presenteren en de apparatuur die benodigd is in de practica hanteren (thermometer, ventilator, etc.)

##### **4.4 - A5: Onderzoeksvaardigheden**

De leerling kan een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken (practica 1 en 2).

#### 4.5 - A7: Maatschappij, studie en beroep

Doormiddel van een interview met een onderzoeker van het KNMI kan de leerling zich een beeld vormen welke beroepen mogelijk zijn in het verlengde van deze module.

##### 5. Praktische opdrachten

- Leerlingen zijn vertrouwd met eenvoudige meetapparatuur en practicumopstellingen.
- Leerlingen zijn in staat, in het kader van onderzoek, meetresultaten te verzamelen en te registreren in tabelvorm of grafiekvorm.
- Leerlingen kunnen juiste conclusies uit de meetresultaten trekken.
- Leerlingen kunnen zelfstandig op internet de benodigde gegevens opzoeken.
- Leerlingen kunnen de gedane metingen en practica juist evalueren.
- Leerlingen kunnen de connectie leggen tussen de theorie op stadsniveau en de processen op microniveau in de practica.

##### 6. Overig

- Leerlingen kunnen in groepjes en klassikaal overleggen en tot overeenkomst komen.
- Leerlingen kunnen overweg met eenvoudige computerprogramma's en toepassingen zoals Excel.

##### 7. Voorkennis

###### 7.1 Aardrijkskunde

- Stand van de aarde t.o.v. de zon en het ontstaan van seizoenen.
- Broeikaseffect, de oorzaak en de gevolgen.

###### 7.2 Scheikunde

- Basiselementen uit het periodiek systeem.
- Schrijfwijze van de belangrijkste elementen en moleculen uit de atmosfeer
- Rekenen met concentraties en scheikundige reacties
- Endotherme en exotherme reactie

###### 7.3 Natuurkunde

- Eenvoudige formules en wetten met betrekking tot energie, optiek en straling.

###### 7.4 Wiskunde

- Berekening van oppervlaktematen en inhoudsmaten van bekende voorwerpen en figuren zoals bol, cilinder en cirkel.
- De eigenschappen van eenvoudige periodieke functies.

Opmerking: bovenstaande leerdoelen zijn gekopieerd uit de leerlingenreader van de NLT-module 'Door een ZOETE appel heen bijten', incl. opmaak

#### Analyse van leerdoelen, vaardigheden en leerdoelgerichtheid in deze module

##### Toelichting werkwijze

Allereerst zullen de nieuwe inhoudelijke leerdoelen van bovenstaande leerdoelen en vaardigheden, punten 2 en 3 hierboven, worden geanalyseerd. Om het overzicht te bewaren en vanuit tijdsoverwegingen is daarbij gekozen om de vier punten 2.1 (algemene inhoudelijke leerdoelen) t/m 2.4 (deel IV luchtkwaliteit) per punt te analyseren middels de twaalf punten in de opgestelde leerdoelen-checklist van dit onderzoek, zie daarvoor ook deelvraag 4 van de analyse. De (computer)practica, punten 2.6 t/m 2.9, en de specifieke vakvaardigheden, de leerdoelen van punt 3, zullen worden meegenomen in die vijf punten, afhankelijk onder welke van deze vier punten en dus onder welk deel van de module zij vallen. De voorkennis staat samengevat in punt 7 van de vorige

paragraaf. Tijdens dit deel van de analyse zal er ook gekeken worden hoe er in de leerdoelen naar deze voorkennis gerefereerd wordt.

De algemene leerdoelen en vaardigheden van deze module staan verspreid onder de punten 1, 2.5 (slotopdracht), 4, 5 en 6 van de vorige paragraaf. Bij de analyse daarvan zal alleen gekeken worden in welke mate de eindtermen van de algemene vaardigheden “onderzoeken” en “ontwerpen” behandeld worden in deze module. Bij deze module is het echter zo dat er duidelijk gekozen is om te werken aan de onderzoeksvaardigheden van de leerling, hoofdzakelijk middels de slotopdracht in hoofdstuk 5 van de leerlingenhandleiding. De punten 1, 2.5 (slotopdracht), 4, 5 en 6 van de vorige paragraaf zijn vooral om die slotopdracht heen gebouwd. Ontwerpvaardigheden worden in deze module niet getraind en daarom ook niet geanalyseerd worden. De analyse van de onderzoeksvaardigheden wordt opnieuw bereikt door van de twaalf punten in de leerdoelen-checklist langs te lopen, waarbij per punt dus gekeken wordt naar de leerdoelen en vaardigheden onder punten 1, 2.5, 4, 5 en 6 van de vorige paragraaf.

Een gezamenlijke analyse van meerdere leerdoelen tegelijk omdat die tot dezelfde groep behoren, zoals hetzelfde subdomein of thema, ging tijdens de analyse van de voorgaande twee NLT-modules ook erg goed. Bij de tweede module, NLT “Hart en vaten”, leidde deze manier van werken zelfs tot nieuwe inzichten omdat hierdoor omdat het daar duidelijk werd dat leerdoelen eigenlijk altijd ten opzichte van elkaar moeten worden betracht. Omdat de leerdoelen binnen deze module al deels zo geordend zijn en dit makkelijk uit te breiden is, is de verwachting dat zij middels deze samenvoeging ook effectiever geanalyseerd kunnen worden. Daarbij zullen er wel nog steeds aanmerkingen per leerdoel gemaakt worden, mits dat van belangrijke toegevoegde waarde is.

Uitwerking leerdoelen punt 2.1, 3.1 (eerste leerdoel) en 7 van de vorige paragraaf: hoofdstuk 1 of inleiding (inclusief benoemde voorkennis) van de leerlingenhandleiding

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module het leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden. Er wordt niet aangegeven welke paragraaf van de module bij welk van deze leerdoelen hoort. Verder is het erg verwarrend dat er in de docenthandleiding gesproken wordt over “Deel I” van de “Inhoudelijke leerdoelen”. Dit suggereert dat het aansluit bij deel I van de leerlingenhandleiding maar dat klopt dus niet: bij deel I van de leerlingenhandleiding hoort deel II van de “Inhoudelijke leerdoelen” in de docenthandleiding. Hierdoor kan een NLT-docent die deze module geeft de gesuggereerde leerdoelen voor de inleiding compleet over het hoofd zien of bv. denken dat alleen de twee leerdoelen in deel I van de docenthandleiding bij deel I van de leerlingenhandleiding horen en de zes leerdoelen die hier eigenlijk voor bedoeld zijn, te vinden in deel II van die docenthandleiding, volledig over het hoofd zien;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud is gedefinieerd in samenvattende en overkoepelende begrippen (bv. “stadklimaat” en “het Urban Heat Island (UHI)”) en een overkoepelende korte zin (“een duidelijk beeld van de inhoudelijke overlap van met name de schoolvakken Natuurkunde, Scheikunde en Aardrijkskunde”);
3. **Inhoud (3): onvoldoende:** het eerste leerdoel van de vakspecifieke vaardigheden voor Aardrijkskunde is een essentiële voorwaarde voor oriëntatieopdracht 1 en de rest van de module maar wordt niet verondersteld als voorkennis of uitgewerkt in dit hoofdstuk of in andere hoofdstukken;
4. **Gedrag (1): voldoende:** er wordt in de inleiding begonnen met basiskennis, passen bij de het laagste beheersingsniveau van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001) (zie bijlage 4);

5. Gedrag (2): voldoende: er is in het leerdoel een keuze gemaakt voor een bijpassend handelingswerkwoord (“ontwikkelt een beeld van .../basiskennis”);
6. Voorwaarde (1): onvoldoende: deze leerdoelen vormen de voorwaarde voor de komende hoofdstukken. Echter is de veronderstelde voorkennis, genoemd per schoolvak in de inleiding en punt 7 van de vorige paragraaf, incompleet. De voorkennis van leerlingen m.b.t. lengte- en breedtegraden is namelijk essentieel bij deze module en al nodig bij oriëntatieopdracht 1, maar wordt nergens benoemd. Mocht deze kennis niet behandeld worden bij Aardrijkskunde en dus voorkennis zijn zou hiervoor een aparte paragraaf voor moeten worden ingericht. Verder komt de voorkennis zoals benoemd in punt 7 van de vorige paragraaf (voorkennis in docentenhandleiding) niet overeen met de genoemde voorkennis in de inleiding van de leerlingenhandleiding en wordt het niet duidelijk waarom dat zo is;
7. Voorwaarde (2): voldoende: de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) wordt versterkt met het expliciet benoemen van de schoolvakken waarvan kennis op bepaalde thema’s (genoemd in het hoofdstuk) is vereist;
8. Prestatie (1): onvoldoende: er worden geen prestaties benoemd die de leerlingen moeten kunnen leveren;
9. Prestatie (2): onvoldoende: er bestaan wel verschillende deelopgaven m.b.t. het eerste leerdoel maar niet m.b.t. het tweede leerdoel. Verder worden er bij de opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Hij kan daardoor niet effectief controleren of de module-opgave(n) die hij uitkiest voldoen om te meten of een gewenst leerdoel is behaald;
10. Tijdgebonden: onvoldoende: uit het leerplan van de docentenhandleiding wordt niet duidelijk hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt per paragraaf en bijbehorende opgaven. In eerste instantie lijkt dat misschien wel zo, maar als je goed kijkt zie je in kolom “Hoofdstuk” van de tabel in dit leerplan dat de nummering of benoemingen van practica, paragrafen en hoofdstukken onduidelijk en onjuist door elkaar worden gehaald. Verder is de 30 minuten die waarschijnlijk bedoeld is voor de inleiding en oriëntatieopdracht 1 veel te kort. Alleen het maken van oriëntatieopdracht 1 (zonder nabespreking) kost al meer dan 30 minuten, o.a. omdat de voorkennis van leerlingen m.b.t. lengte- en breedtegraden weer moet worden geactiveerd;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie “Tijdgebonden”;

Uitwerking leerdoelen punt 2.2, 2.6, 3.1 (tweede leerdoel), 3.2 (eerste twee leerdoelen) en 7.3 van de vorige paragraaf: hoofdstuk 2 of deel I van de leerlingenhandleiding, incl. practicum 1

1. Inhoud (1): onvoldoende: er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module welk leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden. Er wordt niet aangegeven welke paragraaf van de module bij welk van deze leerdoelen hoort. Verder is het erg verwarrend dat er in de docentenhandleiding gesproken wordt over “Deel II” van de “Inhoudelijke leerdoelen”. Dit suggereert dat het aansluit bij deel II van de leerlingenhandleiding maar dat klopt dus niet: bij deel I van de leerlingenhandleiding hoort deel II van de “Inhoudelijke leerdoelen” in de docentenhandleiding. Hierdoor kan een NLT-docent die deze module geeft de gesuggereerde leerdoelen voor deel I van de leerlingenhandleiding over het hoofd zien;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud is gedefinieerd in samenvattende en overkoepelende begrippen (bv. “straling”, “stralingsbalans” en “energiebalans”);

3. **Inhoud (3): onvoldoende:** veel van de leerstof in dit deel van de module komt niet specifiek genoeg naar voren in de genoemde leerdoelen. Belangrijke begrippen en natuurkundige wetten waarmee de leerlingen voor het eerst kennis maken en moeten toepassen in de vele opgaven van dit deel worden compleet achterwege gelaten of onvoldoende benoemd in de leerdoelen van de docentenhandleiding. Voorbeelden daarvan zijn de wetten van Wien en Stefan-Boltzmann, de kwadratenwet, het elektromagnetische spectrum, stralingsspectra, stralingsvermogen en -intensiteit, kortgolvlige en langgolvlige straling, de zonneconstante en zonshoogte, de (antropogene, voelbare, latente en bodem) warmtestroom, thermische geleidbaarheid, soortelijke warmte. Veel van deze onderwerpen kunnen niet aangenomen worden als beheerste voorkennis in 5 vwo en worden in ieder geval ook niet als dergelijk benoemd in de docentenhandleiding;
4. **Gedrag (1): onvoldoende:** zie "Inhoud (3)". Er zit wel een logische volgorde van beheersingsniveaus zit in de globale leerdoelen die hier zijn gedefinieerd, echter missen er dus o.a. teveel les-specifieke leerdoelen;
5. **Gedrag (2): voldoende:** wat betreft de globale leerdoelen die hier gedefinieerd zijn, zijn er in de leerdoelen logische keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoorden, dus werkwoorden zoals gedefinieerd onder het betreffende beheersingsniveau in diezelfde taxonomie (zie bijlage 4). Daarbij geldt dus dat er een logische volgorde van beheersingsniveaus zit in de globale leerdoelen en dus de handelingswerkwoorden die hier zijn gedefinieerd. De eerste inhoudelijke leerdoelen beginnen bv. vooral met handelingswerkwoorden zoals "(her)kennen" en "begrijpen", passend bij beheersingsniveau 1, en latere inhoudelijke leerdoelen richten zich expliciet meer op het handelingswerkwoord "toepassen", passend bij beheersingsniveau 3. Verder komen er in de specifieke vakvaardigheden nog andere handelingswerkwoorden als "werken met formules" en "analyseren" naar voren. Deze leerdoelen zijn echter vooral hoofdstuk overstijgend en kan de docent later bv. als aanvulling gebruiken (om bv. verschillende hoofdstukken met elkaar in verbandingen te brengen). De genoemde handelingswerkwoorden passen om die reden ook goed hierbij: die passen bij hogere beheersingsniveaus (niveau 3/4) waarvoor vaak meer van de basiskennis beheerst moet worden;
6. **Voorwaarde (1): onvoldoende:** zie "Inhoud (3)";
7. **Voorwaarde (2): onvoldoende:** er wordt niet verwezen naar de benodigde voorkennis om met de thema's in deel I van de leerlingenhandleiding bezig te kunnen gaan, zie ook "Inhoud (3)";
8. **Prestatie (1):** er wordt niet specifiek benoemd welke prestatie of welk product de leerlingen moeten leveren of welke vaardigheid zij moeten kunnen laten zien. Dit wordt wel in globale lijnen gedaan maar specifiekere verwijzingen naar bv. bepaalde formules of opgaven die leerlingen moeten kunnen beheersen bij een bepaald leerdoel missen;
9. **Prestatie (2): onvoldoende:** er bestaan goede opgaven m.b.t. de leerdoelen. Echter worden er bij de opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Deze kan hierdoor niet effectief controleren of de module-opgave(n) die hij uitkiest voldoen om te meten of een gewenst leerdoel wordt behaald;
10. **Tijdgebonden: onvoldoende:** uit het leerplan van de docentenhandleiding wordt niet duidelijk hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt per paragraaf en bijbehorende opgaven. In eerste instantie lijkt dat misschien wel zo, maar als je goed kijkt zie je o.a. in kolom "Hoofdstuk" van de tabel in dit leerplan dat de nummering of benoemingen van practica, paragrafen en hoofdstukken onduidelijk en onjuist door elkaar worden gehaald. Verder lijkt er in dat leerplan gesuggereerd te worden dat een leerling in 300 minuten ofwel zes 50 minuten-

lessen (vaak twee schoolweken) deel I van de leerlingenhandleiding in zijn geheel kan doorlopen, incl. het geheel zelfstandig(!) bestuderen van de theorie en het maken van alle bijbehorende 20 opgaven en het klassikaal nabespreken van al die opgaven. Of en hoe een docent keuzes kan maken in die leerstof en opgaven om binnen de tijdsaanduidingen in het leerplan te blijven, wordt niet benoemd en blijft dus geheel onduidelijk;

11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): onvoldoende aandacht aan besteed/onduidelijk: zie "Tijdgebonden";

Uitwerking leerdoelen punt 2.3, 2.7, 2.8, 3.1 (m.u.v. derde leerdoel), 3.2 (tweede leerdoel) en 3.4 (eerste leerdoel) van de vorige paragraaf: hoofdstuk 3 of deel II van de leerlingenhandleiding, incl. practicum 2 en computerpracticum 1

1. Inhoud (1): onvoldoende: er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module welk leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden. Er wordt niet aangegeven welke paragraaf van de module bij welk van deze leerdoelen hoort. Verder is het erg verwarrend dat er in de docentenhandleiding gesproken wordt over "Deel III" van de "Inhoudelijke leerdoelen". Dit suggereert dat het aansluit bij deel III van de leerlingenhandleiding maar dat klopt dus niet: bij deel II van de leerlingenhandleiding hoort deel III van de "Inhoudelijke leerdoelen" in de docentenhandleiding. Hierdoor kan een NLT-docent die deze module geeft de gesuggereerde leerdoelen voor deel II van de leerlingenhandleiding over het hoofd zien;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud is gedefinieerd in samenvattende en overkoepelende begrippen (bv. "microklimaat", "gevoelstemperatuur" en "wrijvingsnelheid");
3. Inhoud (3): voldoende: de kernpunten van dit deel van de module worden goed gedekt door de leerdoelen. De leerdoelen zijn daarbij specifiek genoeg opgesteld om te gebruiken in de lessen;
4. Gedrag (1): onvoldoende: er zit geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen de leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001) (zie bijlage 4). Daarbij is het verder zo dat in dit deel veel leerdoelen bestaan uit meerdere leerdoelen die zijn samengevoegd in één leerdoel. Vaak wordt er daarbij teveel informatie samengevoegd: het zou overzichtelijker zijn dit soort leerdoelen op te splitsen in meerdere leerdoelen zodat de docent en leerling deze vervolgens één voor één langs kunnen lopen. Voorbeelden van dit soort leerdoelen zijn bv. leerdoel 1 onder punt 2.3 in de voorgaande paragraaf, waar de thema's microklimaat (stadklimaat) en toepassing van kennis van de gevoelstemperatuur worden samengevoegd, en leerdoel 4 onder datzelfde punt, waar de begrippen ruwheidslengte en het begrip wind chill voor onduidelijke redenen zijn samengevoegd. Dit soort samenvoegingen moeten gedaan worden om duidelijke en logische redenen, wat hier niet gedaan is, maar het zou dus nog beter zijn om ze op te splitsen in meerdere leerdoelen die docent en leerling vervolgens één voor één langs kunnen lopen;
5. Gedrag (2): voldoende: er zijn in de leerdoelen passende keuzes gemaakt wat betreft de handelingswerkwoorden binnen de verschillende thema's, vaak beginnend met beheersingsniveau 1 (bv. "herkennen", "kennen" en "opnoemen") via beheersingsniveau 2 (bv. "invloed kennen" en "verschillen en oorzaken aangeven") eindigend met beheersingsniveau 3 (bv. "toepassen"). Wel kunnen de thema's zelf beter van elkaar gescheiden worden, zie daarvoor vooral "Gedrag (1)";

6. Voorwaarde (1): voldoende: er worden voldoende voorwaarden benoemd in de vorm van (delen) van leerdoelen binnen dit deel van de module of begrippen die behandeld zijn in eerdere delen van de module;
7. Voorwaarde (2): onvoldoende: de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) zou zeker kunnen worden versterkt door bij de leerdoelen verwijzingen te maken naar eerdere leerdoelen binnen de module die de voorkennis of basis voor de leerdoelen in dit deel vormen. Een voorbeeld hierbij: bij leerdoelen waar gesproken wordt over in- en uitgaande straling kan een verwijzing worden gegeven naar het leerdoel of de paragraaf over albedo's in het vorige deel van de module;
8. Prestatie (1): voldoende: er wordt voldoende benoemd welke prestatie of producten leerlingen moeten kunnen leveren, bv. het schetsen van een logaritmisch windprofiel of het toepassen van bepaalde kennis met omrekenstabellen;
9. Prestatie (2): onvoldoende: er bestaan goede opgaven m.b.t. de leerdoelen. Echter worden er bij de opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen. Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Deze kan hierdoor niet effectief controleren of de module-opgave(n) die hij uitkiest voldoen om te meten of een gewenst leerdoel wordt behaald;
10. Tijdgebonden: voldoende: uit het leerplan van de docentenhandleiding wordt niet duidelijk hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt per paragraaf en bijbehorende opgaven. In eerste instantie lijkt dat misschien wel zo, maar als je goed kijkt zie je o.a. in kolom "Hoofdstuk" van de tabel in dit leerplan dat de nummering of benoemingen van practica, paragrafen en hoofdstukken onduidelijk en onjuist door elkaar worden gehaald. Echter zijn de tijdsinschattingen in dit deel per thema wel veel passender;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): voldoende: er wordt voldoende tijd vrijgemaakt voor de leerdoelen en leerstof in dit hoofdstuk;

Uitwerking leerdoelen punt 2.4, 2.9, 3.1 (derde leerdoel), 3.3, 3.4, 7.1 en 7.2 (m.u.v. het laatste punt) van de vorige paragraaf: hoofdstuk 4 of deel III van de leerlingenhandleiding, incl. computerpracticum 2

1. Inhoud (1): onvoldoende: er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module welk leerdoel behandeld en behaald zou moeten worden. Er wordt niet aangegeven welke paragraaf van de module bij welk van deze leerdoelen hoort. Verder is het erg verwarrend dat er in de docentenhandleiding gesproken wordt over "Deel IV" van de "Inhoudelijke leerdoelen". Dit suggereert dat het aansluit bij deel IV van de leerlingenhandleiding maar dat klopt dus niet: bij deel III van de leerlingenhandleiding hoort deel IV van de "Inhoudelijke leerdoelen" in de docentenhandleiding. Hierdoor kan een NLT-docent die deze module geeft de gesuggereerde leerdoelen voor deel III van de leerlingenhandleiding over het hoofd zien;
2. Inhoud (2): voldoende: de inhoud is gedefinieerd in samenvattende en overkoepelende begrippen (bv. "volume mengverhoudingen", "Chapman mechanisme" en "zomer- en wintersmog");
3. Inhoud (3): voldoende: de kernpunten van dit deel van de module worden goed gedekt door de leerdoelen. De leerdoelen zijn daarbij specifiek genoeg opgesteld om te gebruiken in de lessen;
4. Gedrag (1): onvoldoende: er zit geen expliciete en logische opbouw of samenhang tussen de leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens

Anderson en Krathwohl (2001) (zie bijlage 4). Dat komt o.a. doordat er in dit deel veel leerdoelen bestaan uit meerdere leerdoelen die zijn samengevoegd in één leerdoel. Vaak wordt er daarbij teveel informatie van verschillende beheersingsniveaus onlogisch samengevoegd (i.e. verschillende thema's en verschillende beheersingsniveaus lopen regelmatig door elkaar heen binnen één leerdoel): het zou overzichtelijker zijn dit soort leerdoelen op te splitsen in meerdere leerdoelen zodat de docent en leerling deze vervolgens één voor één langs kunnen lopen op volgorde van de beheersingsniveaus. Voorbeelden van dit soort leerdoelen zijn bv. leerdoel 2 onder punt 2.4 in de voorgaande paragraaf, waar de thema's broeikas effect en het Chapman mechanisme worden samengevoegd, en het laatste leerdoel onder datzelfde punt, waar de thema's turbulentie en de toepassing verblijftijd-formules voor onduidelijke redenen zijn samengevoegd. Dit soort samenvoegingen moeten gedaan worden om duidelijke en logische redenen, wat hier dus niet gedaan is, maar het zou dus nog beter zijn om ze op te splitsen in meerdere leerdoelen die docent en leerling vervolgens één voor één langs kunnen lopen (zoveel mogelijk op volgorde van de beheersingsniveaus);

5. Gedrag (2): voldoende: er zijn in de leerdoelen passende keuzes gemaakt wat betreft de handelingswerkwoorden binnen de verschillende thema's, vaak beginnend met beheersingsniveau 1 (bv. "kennen" en "begrijpen") via beheersingsniveau 2 (bv. "invloed kennen" en "verschillen kennen" en "oorzaken en gevolgen kennen") eindigend met beheersingsniveau 3 (bv. "toepassen"). Wel kunnen de thema's zelf dus nog beter van elkaar gescheiden worden, zie daarvoor vooral "Gedrag (1)";
6. Voorwaarde (1): voldoende: er worden voldoende voorwaarden benoemd in de vorm van (delen) van leerdoelen binnen dit deel van de module of begrippen die behandeld zijn in eerdere delen van de module. Verder is voor dit deel de voorkennis uit verschillende vakken ook beter op orde, met nadruk middels de verwijzing naar punt 7.2 uit de voorgaande paragraaf;
7. Voorwaarde (2): onvoldoende: de specificiteit van de genoemde voorwaarde(s) zou zeker kunnen worden versterkt door bij de leerdoelen verwijzingen te maken naar eerdere leerdoelen binnen de module die de voorkennis of basis voor de leerdoelen in dit deel vormen. Een voorbeeld hierbij: er wordt bij dit deel helemaal niet verwezen naar de voorkennis onder punt 7.2 van de vorige paragraaf terwijl die voorkennis hier essentieel is;
8. Prestatie (1): onvoldoende: er wordt niet specifiek benoemd welke prestatie of welk product de leerlingen moeten leveren of welke vaardigheid zij moeten kunnen laten zien. Dit wordt wel in globale lijnen gedaan maar specifiekere verwijzingen naar bv. bepaalde formules of opgaven die leerlingen moeten kunnen beheersen bij een bepaald leerdoel missen. Verder zijn deze globalere benoemingen van prestaties soms onduidelijk, bv. in de verwijzingen naar natuurkundige wetten bij meerdere thema's in dit deel van de module, terwijl er in dit deel van de module maar bij één thema duidelijk natuurkundige wetten gebruikt worden, namelijk bij het thema "verblijftijd". Zijn er misschien nog andere natuurkundige wetten die leerlingen hier moeten kunnen toepassen? Dit wordt op dit moment niet duidelijk uit de gedefinieerde prestaties;
9. Prestatie (2): onvoldoende: er bestaan goede opgaven m.b.t. de leerdoelen. Echter worden er bij de opgaven geen verwijzingen gemaakt naar deze leerdoelen (of andersom). Dit maakt het geheel erg onoverzichtelijk en daardoor onduidelijk voor een docent. Deze kan hierdoor niet effectief controleren of de module-opgave(n) die hij uitkiest voldoen om te meten of een gewenst leerdoel wordt behaald;
10. Tijdgebonden: voldoende: uit het leerplan van de docentenhandleiding wordt niet duidelijk hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt per paragraaf en bijbehorende opgaven. In eerste instantie

lijkt dat misschien wel zo, maar als je goed kijkt zie je o.a. in kolom “Hoofdstuk” van de tabel in dit leerplan dat de nummering of benoemingen van practica, paragrafen en hoofdstukken onduidelijk en onjuist door elkaar worden gehaald. Echter zijn de tijdsinschattingen in dit deel per thema wel veel passender;

11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT module;
12. Acceptabel (2): voldoende: er wordt voldoende tijd vrijgemaakt voor de leerdoelen en leerstof in dit hoofdstuk;

Uitwerking leerdoelen punt 1, 2.5 (3<sup>e</sup> leerdoel), 4 (4.1, 4.3 en 4.4), 5 en 6 van de vorige paragraaf: onderzoeksvaardigheden, vooral a.d.h.v. van hoofdstuk 5 van de leerlingenhandleiding: de slotopdracht

1. **Inhoud (1): onvoldoende:** er wordt niet expliciet en specifiek genoemd bij welk deel van de module de leerdoelen onder deze punten worden behandeld en behaald. Of andersom: bij de eindopdracht worden geen verwijzingen gemaakt naar de belangrijkste leerdoelen onder deze punten. Verder staan deze leerdoelen erg verspreid over de docentenhandleiding. Samen zal dat ervoor zorgen dat een docent die deze module geeft een deel van deze leerdoelen niet zal vinden en dus niet zal gebruiken;
2. **Inhoud (2): voldoende:** de inhoud in de leerdoelen is gedefinieerd in specifiekere vaardigheden die passen bij doen van (natuurwetenschappelijk) onderzoek, bv. “informatie selecteren, beoordelen en presenteren”, “het doen van metingen in het veld” en “een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken”;
3. **Inhoud (3): voldoende:** voldoende kernpunten van “onderzoeken” worden op een duidelijke manier gedekt door specifieke leerdoelen;
4. **Gedrag (1): voldoende:** er zit voldoende expliciete en logische opbouw of samenhang tussen deze leerdoelen volgens de beheersingsniveaus van de herziende Taxonomie van Bloom volgens Anderson en Krathwohl (2001) (zie bijlage 4). Een voorbeeld daarbij is het leerdoel “De leerling kan een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoeren (beheersingsniveau 3), de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken (beheersingsniveau 4) en hieruit conclusies trekken (beheersingsniveau 5)”;
5. **Gedrag (2): voldoende:** er zijn in de leerdoelen keuzes gemaakt voor bijpassende handelingswerkwoord, zie ook het voorbeeld bij “Gedrag (1)”;
6. **Voorwaarde (1): voldoende:** omdat in deze module ervoor gekozen is dat de onderzoeksvaardigheden vooral getraind worden in de practica en de slotopdracht die aan het einde van de inhoudelijke delen in de module staan, geldt impliciet dat de kennis en vaardigheden in die delen de voorwaarde daarvoor vormen. Verder leggen meerdere leerdoelen onder punten 1, 2.5 (3<sup>e</sup> leerdoel), 4 (4.1, 4.3 en 4.4), 5 en 6 van de vorige paragraaf de benodigde basis om onderzoeksvaardigheden te trainen en vormen zij dus ook deels de basis;
7. **Voorwaarde (2): voldoende:** zie “Voorwaarde (1)”;
8. **Prestatie (1): voldoende:** er wordt benoemd welke prestatie of welk product de leerlingen moeten leveren of welke vaardigheid zij moeten kunnen laten zien. Dit is bv. duidelijk terug te zien in de volgende twee leerdoelen:
  - De leerling kan een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken

- De leerling kan adequaat schriftelijk (diverse samenvattende opdrachten) en mondeling (slotopdracht met een postersessie) communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen;
9. Prestatie (2): voldoende: er worden suggesties gedaan om de prestatie te meten, bv. middels de volgende twee leerdoelen:
- De leerling kan een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken (practica 1 en 2)
  - De leerling kan adequaat schriftelijk (diverse samenvattende opdrachten) en mondeling (slotopdracht met een postersessie) communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen
10. Tijdgebonden: voldoende: er wordt in het leerplan van de docentenhandleiding expliciet aangegeven hoeveel tijd er vrijgemaakt wordt om de belangrijkste leerdoelen te behalen. In die leerdoelen wordt verwezen wordt om welke opdrachten van de module het gaat waardoor die geogde tijdsinschatting van het leerplan te achterhalen is;
11. Acceptabel (1): voldoende: de leerdoelen zijn relevant genoeg voor het desbetreffende thema binnen de NLT-module. Dit komt o.a. omdat het hier gaat om een algemene vaardigheid die expliciet vermeld staat in het examenprogramma;
12. Acceptabel (2): voldoende: de leerdoelen kosten niet onevenredig veel tijd en zijn niet ongepast in vergelijking met andere leerdoelen binnen deze module. Dit komt o.a. omdat het hier gaat om een algemene vaardigheid die expliciet vermeld staat in het examenprogramma en er om die reden dus veel uren aan besteed mogen worden;

## Bijlage 7: Ontwerpvaardigheden-test “Ontwerp zelf een matras!”

**Duur: 10-15 min**

Stel je krijgt van een bekend groot matrassenbedrijf de opdracht om een nieuw matras te ontwerpen. Daarbij wensen ze een donzen topper voor extra comfort (topper = extra dun matrasje bovenop het hoofdmatras). Ze beloven je erg veel geld als het je lukt om tot een goed ontwerp van dit nieuwe matras te komen.

*Vraag 1: Wat zijn de eerste stappen die jij zou ondernemen om de gegeven ontwerpopdracht uit te voeren?*

Op een bepaald moment in het ontwerpproces ben je in gesprek met een potentiële toekomstige klant. Hij is veganist en zegt dat hij nooit een matras zou kopen waarin dons is verwerkt, daar moeten ten slotte ganzen en eenden voor worden geplukt! Dit zet je aan het denken.

*Vraag 2: Hoe zou jij deze informatie meenemen in het ontwerpproces van het nieuwe matras?*

*Vraag 3: Waar zou je verder op letten bij het ontwikkelen van jouw eerste testmatras, voordat je deze de eerste keer gaat bouwen?*

Na wat nader onderzoek heb je scherp welke materialen je kunt gaan gebruiken voor jouw matras.

*Vraag 4: Hoe ga jij een keuze maken tussen die materialen?*

De directeur van het matrassenbedrijf komt op bezoek. Hij ziet dat je nog geen eerste matras hebt gemaakt en vraagt hoe het proces loopt.

*Vraag 5: Wat zeg je tegen hem of laat je hem zien?*

Het eerste matras is geproduceerd!

*Vraag 6: Hoe ga je bepalen of dit eerste matras voldoende is als eindproduct?*

Je hebt uiteindelijk het eerste matras getest.

*Vraag 7: Wat zijn nu eventuele logische vervolgstappen?*

## Rubriek bij de ontwerpvaardigheden-test "Ontwerp zelf een matras!":

Vragen / Punten	1	2	3	4	Voorbeeldantwoord
Vraag 1	1: het is geen logisch antwoord op de vraag: er wordt geen rekening gehouden met de ontwerpcyclus.	2: het is een logisch antwoord op de vraag: er wordt rekening gehouden met de eerste twee fasen van de ontwerpcyclus in de vorm van ontwerpvragen of eisen of wensen.	3: er wordt rekening gehouden met de eerste twee fasen van de ontwerpcyclus in de vorm van ontwerpvragen en eisen of wensen.	4: er wordt rekening gehouden met de eerste twee fasen van de ontwerpcyclus in de vorm van ontwerpvragen en eisen en wensen.	<i>"Ik zou eerst alle informatie verzamelen. Dat is bijvoorbeeld welke materialen moet ik gebruiken? (fase 1) Hoe groot moet het matras zijn? (fase 2) Deze stappen ga ik dan uitwerken"</i>
Vraag 2	1: het is geen logisch antwoord op de vraag: er wordt geen rekening gehouden met de ontwerpcyclus.	2: het is een logisch antwoord op de vraag: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van de aangegeven wens van de klant of die van de opdrachtgever.	3: er wordt expliciet rekening gehouden met de wensen van de klant en de opdrachtgever. Of iets in de trant van: "het programma van eisen en wensen bijstellen".	4: er wordt expliciet rekening gehouden met de wensen van de klant en de opdrachtgever en eisen in het algemeen, daarbij wordt er expliciet beargumenteerd hoe de verschillende wensen tegen elkaar afgewogen kunnen worden (bv. met een voorbeeld), evt. met terugkoppeling naar de opdrachtgever.	<i>"Ik zou eerst overleggen met het bedrijf, als ze het goed vinden zou ik er wel rekening mee houden en op zoek gaan naar een soortgelijke stof dat niet gemaakt is van dieren. Als ik het niet zou vinden zou ik alsnog anders kiezen want dat was in eerste instantie de wens van het bedrijf"</i>
Vraag 3	1: het is geen logisch antwoord op de vraag of er wordt onvoldoende rekening gehouden met	2: het is een logisch antwoord op de vraag: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus	3: er wordt rekening gehouden met minimaal twee (nieuwe) eisen bij het werken	4: er wordt expliciet rekening gehouden met (nieuwe) eisen in het algemeen, waarbij er evt. een voorbeeld wordt genoemd.	<i>"Of je aan de eisen voldoet van wat het resultaat moet worden"</i>

	de ontwerpcyclus.	s in de vorm van fase 2 en 3: er wordt rekening gehouden met een (nieuwe) eis (naast de wens voor een donzen toppe) bij het werken richting een (deel)uitwerking.	richting een (deel)uitwerking.		
Vraag 4	1: het is geen logisch antwoord op de vraag of er wordt niet genoeg rekening gehouden met fase 3 en 4 in de ontwerpcyclus of het antwoord is te vaag (bv.: "kies welk materiaal het beste (niet specifiek genoeg) of goedkoopste is")	2: het is een logisch antwoord op de vraag en er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van fase 3 en 4: er wordt bij het kiezen expliciet rekening gehouden met andere eisen of wensen. Logisch rekening houden met hogere fasen zoals het testen van zo'n eis ("testen of het comfortabel ligt") ook 2 punten toekennen	3: er wordt bij het kiezen expliciet rekening gehouden met eisen in het algemeen of met wensen in het algemeen.	4: er wordt bij het kiezen expliciet rekening gehouden met eisen in het algemeen en dit wordt verduidelijkt met het noemen van een voorbeeld. Het liefst wordt daarbij verwezen naar het gebruiken van een ideeëntabel/morfologisch schema	"Door naar de eisen te kijken: juist hard of zacht? Dik of dun? Welke voorkeur heeft de klant voor materiaal? Etc. etc."
Vraag 5	1: het is geen logisch antwoord op de vraag: er wordt	2: het is een logisch antwoord op de vraag:	3: fase 3 wordt gedeeltelijk gedeeld met	4: fase 4 wordt gedeeltelijk gedeeld met de directeur. Voor een vager	"Ik laat aan hem het ontwerp zien in schetsvorm en

	geen rekening gehouden met de ontwerpcyclus.	fase 1 of 2 worden gedeeltelijk gedeeld met de directeur.	de directeur. Het is duidelijk dat het om fase 3 gaat (bij twijfel 2 punten toekennen)	antwoord als “alles tot nu toe laten zien” (zonder voorbeelden) 3 punten toekennen	<i>de verschillende stoffen en types matrassen</i>
Vraag 6	1: het is geen logisch antwoord op de vraag: er wordt geen rekening gehouden met de ontwerpcyclus. (Mooi voorbeeldantwoord voor 1 punt van een leerling: “hij mag niet zeiken. volgens mij ben ik hier namelijk lang mee bezig geweest”)	2: het is een logisch antwoord op de vraag: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van fase 6: testen of evaluatie of analyse van de testresultaten.	3: er wordt gereflecteerd op de eisen, liefst met eisen in het algemeen. Ook: “testen en kijken of er iets beter kan” of “testen en feedback” of “kijken of matras aan alle eisen voldoet”	4: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van fase 6 waarbij er gereflecteerd wordt op deeluitwerkingen of gemaakte product-/ontwerpvoorstellen in het algemeen door expliciete vermelding van eisen in het algemeen of verbeterpunten	<i>“Je gaat hem testen zo vaak mogelijk en als die door de eisen komt kan je hem aan de directeur laten zien en anders maak je aanpassingen in het ontwerpvoorstel”</i>
Vraag 7	1: het is geen logisch antwoord op de vraag: er wordt geen rekening gehouden met de ontwerpcyclus.	2: het is een logisch antwoord op de vraag: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van evaluatie of analyse van de testresultaten (bv. ook: “Ik zou een enquête afnemen”). Of: “het matras op de markt brengen”	3: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van evaluatie of analyse van de testresultaten i.c.m. (reflectie op) fase 2 of 3 of 4. Of: er wordt voorgesteld om verbeterpunt en te verbeteren (waarbij vergeten wordt eerst te evalueren)	4: er wordt rekening gehouden met de ontwerpcyclus in de vorm van evaluatie of analyse van de testresultaten i.c.m. fase 2 of 3 of 4 waarbij er wordt voorgesteld om evt. iets opnieuw te ontwerpen of iets te verbeteren en vervolgens opnieuw te gaan testen/een testmatras te maken en daarbij evt. te evalueren. Of: “als er iets verbeterd kan worden de ontwerpcyclus opnieuw beginnen”	<i>“Een enquête afnemen om de testresultaten te analyseren in het licht van de eisen. De dingen die niet helemaal goed zijn aan het matras veranderen en dan weer opnieuw testen en analyseren etc. etc., net zo lang tot het matras perfect is”</i>

# De ontwerpcyclus

Dennis Groenveld

## Leerdoelen bij de ontwerpcyclus

- Je kunt de ontwerpcyclus uitleggen en de zes fasen daarvan benoemen (les 1)
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus uitleggen (les 1)
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus herkennen in (deels) beschreven ontwerpprocessen (les 1 t/m 3)
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus bewust doorlopen in een ontwerpopdracht (les 4 t/m 10)

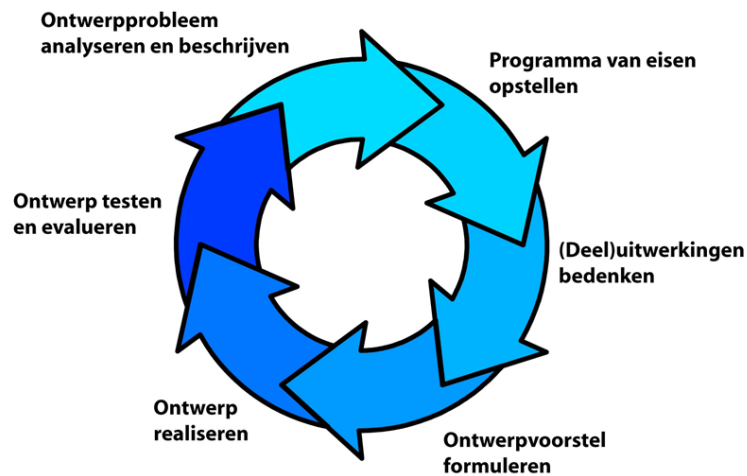
## Waarom en wanneer willen we ontwerpen?

- Nieuwe producten worden ontworpen omdat mensen ergens een (nieuwe) behoefte aan hebben
- Voorbeelden van zulke ontworpen producten zijn:
  - Een telefoon
  - Een koffiezetapparaat
  - Een vacuümverpakking die koffie langer vers houdt
  - Een couveuse
  - Een suikervrije frisdrank voor suikerpatiënten
  - Een fiets
  - Een kantoorgebouw

## Ontwerpen is een deel van het gehele productontwikkelproces

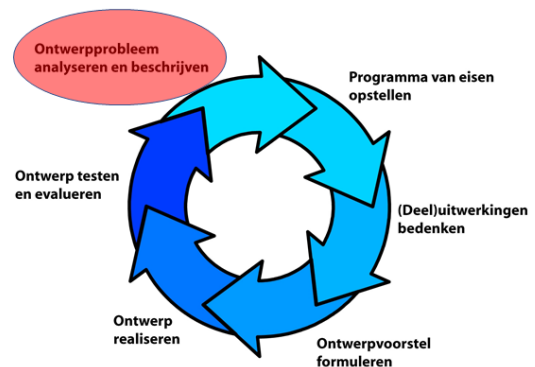
- Met alleen een ontwerp heb je nog geen nieuw product. Het moet bijvoorbeeld ook nog geproduceerd en verkocht worden
  - De fabrikant moet het snel, vaak in grote aantallen en goedkoop kunnen maken
  - Reclamemakers maken een mooie reclamespot voor het product
  - De overheid stelt eisen op het gebied van milieu, veiligheid en kwaliteit
- Al dit soort ontwikkelstappen samen, dus van het ontwerpen t/m de verkoop, noem je het **productontwikkelproces**
- *Wij ons alleen bezig met het ontwerpproces zelf, dus niet met factoren zoals een fabrikant, reclamemaker of overheid*

## De ontwerpcyclus: een slim model voor het doorlopen van het ontwerpproces



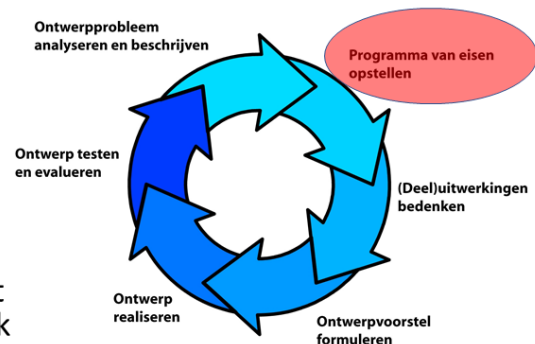
### Fase 1 Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem

- Hier stel je jezelf vragen om er achter te komen hoe het probleem precies in elkaar zit
  - *Wie hebben dit probleem?*
  - *Waar wordt het door veroorzaakt?*
  - *Zijn er problemen die hier op lijken?*
  - *Ken je daar al (deel)oplossingen van?*
- Met deze vragen kun je bijvoorbeeld een mindmap maken om het probleem nog beter in beeld te krijgen



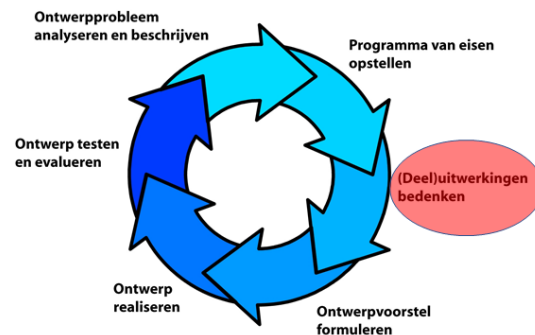
## Fase 2 Het opstellen van een programma van eisen en wensen waaraan het ontwerp moet voldoen

- Een programma van eisen en wensen (PvE) kun je opvatten als een lijst waarop alle toetsbare voorwaarden staan waaraan het product moet voldoen
- Eisen zijn voorwaarden die verplicht zijn
- Wensen zijn voorwaarden die gewenst zijn. Wensen zijn dus minder belangrijk dan eisen. Normaal gesproken probeer je zoveel mogelijk wensen te realiseren zonder enige eis daarvoor op te offeren



## Fase 3 Het bedenken van deeltautwerkingen

- Het bedenken van deeltautwerkingen voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen
- Je doet dit met behulp van een ideeëntabel. Op de volgende slide vind je een voorbeeld daarvan bij het ontwerpen van een inbraakbeveiligingssysteem



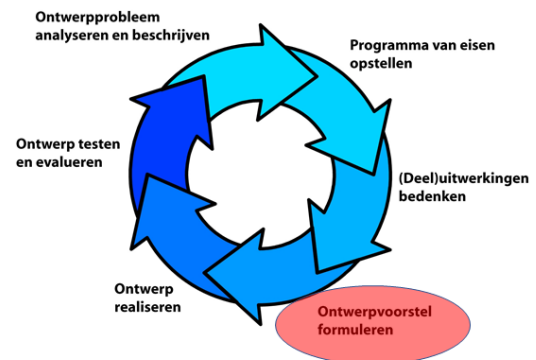
## Ideeëntabel of morfologisch schema bij het ontwerpen van een inbraakbeveiligingssysteem

**Hoofdtak:** huis beveiligen tegen inbrekers

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 beveiligen deuren	sloten	klemmen	dievenklauwen	dubbele deuren
2 beveiligen ramen	traliës voor ramen	sloten	klemmen	dievenklauwen
3 registreren inbreker	bewegingsalarm	camera's	alarm op deuren en ramen	geluidsopname
<b>eigenschappen</b>				
4 stevig	staal	titanium	dik hout	hard plastic
5 gebruiksvriendelijk	geen scherpe randen/haken	duidelijke handleiding	soepel te bedienen	gebruik van hefboomen

## Fase 4 Het formuleren van een ontwerpvoorstel

- Je kiest de beste deeltuitwerkingen in je ideeëntabel
- De deeltuitwerkingen moeten daarbij zo goed mogelijk bij elkaar passen
- Je kijkt bij het maken van je keuze steeds terug naar je PvE



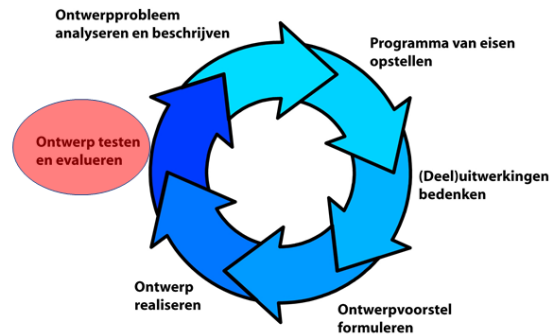
## Fase 5 Het realiseren van het ontwerp

- De bouwhandleiding voor jouw ontwerp is gemaakt in fase 4: het formuleren van een ontwerpvoorstel
- Nu maak je hiermee een prototype: het eerste testexemplaar



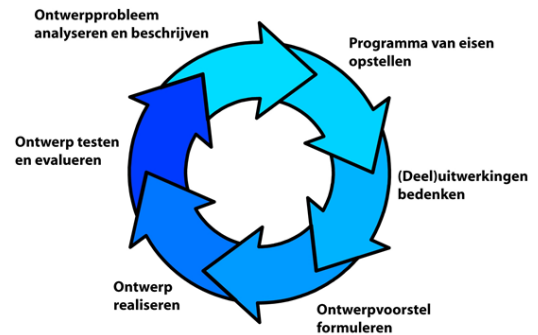
## Fase 6 Het testen en evalueren van het ontwerp

- Testen van het prototype
- Evaluatie: in hoeverre het product voldoet aan de gestelde eisen en wensen?
- Als er eisen en wensen bestaan waaraan niet of onvoldoende is voldaan, wordt nagedacht over oplossingen en verbetervoorstellen



## Tot slot ga je de ontwerpcyclus opnieuw doorlopen

- Na fase 6 ga je de ontwerpcyclus opnieuw doorlopen om je ontwerp beter te maken. Dit doe je a.d.h.v. de verbetervoorstellen
- Afhankelijk van je verbetervoorstellen sla je nu één of meerdere stappen in de ontwerpcyclus over
- Dit doe je net zolang tot je product goed genoeg is. Op school doorloop je de ontwerpcyclus vaak één of twee keer



## Technisch Ontwerpen Startmodule

### 2 Wat houdt technisch ontwerpen in?

Ontwerpers bedenken en ontwikkelen nieuwe producten. Voorbeelden van producten zijn o.a. een walkman, een koffiezetapparaat, een couveuse, een drankje, een verpakking, een fiets, een verfsoort, een kantoorgebouw. Producten worden ontworpen omdat mensen er behoefte aan hebben. Zo is er bijvoorbeeld een vacuümverpakking ontworpen omdat mensen behoefte hebben aan koffie die langer vers blijft.

Paragraafvraag	Wat doet een ontwerper?
----------------	-------------------------

#### Instap

#### De start is een probleem

Ontwerpers gaan bij hun ontwerp uit van een probleem. Veel suikerpatiënten bijvoorbeeld mogen geen frisdrank met suiker. Voor dit probleem hebben ontwerpers suikervrije dranken ontwikkeld.



Uit dit en voorgaande voorbeelden kun je afleiden dat ontwerpers in heel verschillende vakgebieden werken. Een nieuwe constructie wordt ontworpen door een bouwkundige, een nieuwe drank door een levensmiddelen-technoloog. Voor de aanpak van een bepaald probleem gebruik je vaak specialistische vakkennis.

Ontwerpers bedenken en ontwikkelen ook plannen voor de fabricage van een ontwerp. Daarom wordt het ontwerp uitgewerkt in technische tekeningen met een overzicht van de gebruikte materialen en bewerkingstechnieken. Ontwerpers fabriceren het uiteindelijke product niet zelf, dat wordt uitbesteed aan de productieafdeling van een bedrijf.

#### Waarmee moet je als ontwerper rekening houden?

Naast de opdrachtgever heeft de ontwerper te maken met wensen en eisen van een aantal verschillende betrokkenen. Bij ontwerpen moet je rekening houden met veel verschillende aspecten.

Voor de *consument* moet het product gebruiksvriendelijk en niet te duur zijn.

De *vormgever* zal bijvoorbeeld gaan werken aan een handige en aantrekkelijke vorm van het product.

De *fabrikant* moet het snel, vaak in grote aantallen en goedkoop kunnen maken. Hij zal ook rekening houden met de duurzaamheid van het product.

De *ondernemer* wil met dit product zoveel geld verdienen dat hij de gemaakte productiekosten ruimschoots terugverdient.

De *overheid* stelt eisen op het gebied van milieu, veiligheid en kwaliteit.

Met alleen een ontwerp heb je nog geen nieuw product. Het moet bijvoorbeeld ook geproduceerd en verkocht worden. Bij technisch ontwerpen houden we ons alleen bezig met het ontwerpproces zelf.

Het ontwerpen van een product staat niet op zichzelf maar maakt deel uit van het *productontwikkelingsproces*.

Een onderneming geeft pas opdracht tot een ontwerp als het ontwerpprobleem en de *taken* en *eigenschappen* van het nieuwe product zijn vastgelegd. Ook moet de onderneming eerst bepalen voor welke gebruikers het ontwerp is bedoeld, in welke aantallen het zal worden geproduceerd en op welke kostprijs en verkoopprijs de onderneming mikt.

Een plan voor een nieuwe ondernemingsactiviteit bevat naast het productontwerp o.a. :

- plannen voor het fabricageproces;
- de inrichting van de fabriek;
- de milieueisen;
- de distributie;
- de marktbenadering;
- soms zelfs een geheel nieuwe productie- en verkooporganisatie.

### Hoe kun je leren ontwerpen?

Ontwerpen gaat het best als je het systematisch aanpakt. Je leert dit al doende, door de verschillende fasen (stappen) van het ontwerpproces een aantal malen te doorlopen. Daarbij maken we gebruik van de zogenaamde "ontwerpcyclus". Deze cyclus bestaat uit 6 fasen.



- Fase 1** **Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem.**  
Als je een probleem analyseert stel je jezelf vragen om er achter te komen hoe het probleem precies in elkaar zit. Voorbeelden van dergelijke vragen zijn: Wie hebben dit probleem? Waar wordt het door veroorzaakt? Zijn er problemen die hier op lijken? Ken je daar oplossingen van? Door de antwoorden op deze vragen zo nauwkeurig mogelijk op te schrijven, krijg je goed zicht op het ontwerpprobleem. Een geschikte methode om in deze fase te gebruiken is weergegeven in §3.
- Fase 2** **Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen.**  
Een programma van eisen (PvE) kun je opvatten als een lijst waarop alle toetsbare voorwaarden staan waaraan het product moet voldoen.

- Fase 3**     **Het bedenken van deelsluitwerkingen voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen. Je doet dit met behulp van een ideeëntabel.**  
 Een *deelsluitwerking* is een voorstel om een stuk van het probleem op te lossen. Als in het programma van eisen bijvoorbeeld staat dat het voorwerp licht moet zijn, dan kun je als deelsluitwerking voor deze eis noemen dat het voorwerp van karton gemaakt moet worden, of van een lichte plasticsoort, of dat het materiaal uitgehold moet worden, etc.
- Een *taak* is een handeling die het voorwerp moet kunnen uitvoeren. Een taak heeft te maken met de bedoelingen van het product en kan zijn: snijden, optillen, schoonmaken, bewaren, etc.
- Een *eigenschap* is iets anders dan een taak. Het is een kenmerk van het product die het gedrag ervan onder verschillende omstandigheden bepaalt. Voorbeelden van eigenschappen zijn de kleur van het voorwerp, de afmetingen van het voorwerp, het gewicht van het voorwerp, de gebruikersvriendelijkheid, etc.
- Een *ideeëntabel* is een tabel waarin je voor elke taak en eigenschap minstens drie verschillende ideeën voor (deel)sluitwerkingen kunt noteren. Aan het eind van deze paragraaf staat een voorbeeld van een ideeëntabel.
- Fase 4**     **Het formuleren van een ontwerpvoorstel op grond van de optimale combinatie van deelsluitwerkingen.**  
 Een ontwerpvoorstel formuleren betekent dat je met behulp van tekeningen en tekst laat zien hoe het product er precies uit komt te zien, waar het van gemaakt is, etc.
- Om dit te bereiken heb je de optimale (= best haalbare) combinatie van deeloplossingen gekozen uit de ideeëntabel. Let op: dit betekent niet dat *per taak/eigenschap* de beste deeloplossing is gekozen. Het gaat erom dat alle gekozen deeloplossingen het best bij elkaar passen!
- Fase 5**     **Het realiseren van het ontwerp; het maken van een prototype.**  
 Een prototype is een handgemaakte eerste versie van het product, een soort proefproduct. In deze fase wordt het ontwerp dus echt uitgevoerd (gerealiseerd).
- Fase 6**     **Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig verbetervoorstellen doen.**  
 Als het prototype klaar is, kan het getest worden. Bij het evalueren van de testresultaten wordt bekeken in hoeverre het product voldoet aan de gestelde eisen. Wordt aan sommige eisen onvoldoende voldaan, dan wordt bekeken waar dat aan ligt. Je bent het probleem dan opnieuw aan het analyseren. Om voorstellen voor verbetering te doen moet de ontwerpcyclus (gedeeltelijk) opnieuw doorlopen worden.

#### **Opgaven**

Je hebt de 6 fasen van de ontwerpcyclus nu één keer gezien. Om goed te begrijpen wat de bedoeling is moet je er dieper over nadenken. Daarvoor dienen de volgende opdrachten.

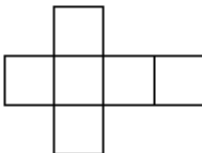
Opgave 1 hoort bij ontwerpfase 1, opgave 2 bij fase 2 enzovoort. Lees steeds eerst het verhaal bij die fase nog een keer door en beantwoord dan de vragen.

“Ik wil mensen graag aan het denken zetten over de ethische gevolgen van een technisch ontwerp. Iedere nieuwe techniek heeft maatschappelijke gevolgen.”

**Hoe kan techniek bepalen wat ik kies en waar ik ga of sta?**

“Een goed voorbeeld zijn de laag overhangende snelwegen in New York, die begin vorige eeuw werden gebouwd. Nadere studie onthulde dat de architect racistische ideeën had. Die bruggen werden precies gebouwd tussen het stadsgedeelte met de parken voor blanke rijken en het arme stadsgedeelte, waar de zwarte bevolking woonde. De bruggen bleken zo laag gebouwd, dat er geen bussen onderdoor konden, het armelui-vervoer. Zo kon hij met een ontwerp bewerkstelligen dat er minder zwarten uit het arme gedeelte naar de parken kwamen.”

Bron: Delta.08 10-03-2005



### 1 Fase 1

Je wilt een nieuw slot voor je fiets ontwerpen. In de tekst over fase 1 staan vier vragen. Beantwoord die voor dit product.

### 2 Fase 2

Een eis waaraan een goed slot voor je fiets moet voldoen is dat het niet in bijvoorbeeld 15 seconde is door te zagen met een ijzerzaag.

- Verzin nog een eis waaraan een goed fietsslot moet voldoen.

Lees hiernaast het gedeelte uit een interview met professor Van den Hoven, techniekfilosoof en ethicus aan de TU Delft.

- Bedenk zelf ook een voorbeeld waarbij *ethische eisen* van invloed zijn op een ontwerp.

### 3 Fase 3

Een fiets heeft een duur zadel, met vering, dat bevestigd is op een speciale zadelpen die werkt als een schokbreker. De zwarte bekleding van het zadel is van vochtwerend materiaal gemaakt met een schuimrubber vulling.

- Welk probleem heeft de zadelmaker proberen op te lossen?
- Voor welke *taak* van het zadel zijn hierboven oplossingen genoemd?
- Welke *eigenschap* heeft het zadel hierdoor?
- Welke drie *deeluitwerkingen* zijn hierboven genoemd om deze taak te verrichten?

### 4 Fase 4

Je hebt de opdracht om een doosje te ontwerpen dat door de klant uit één stuk karton te vouwen is en eenvoudig in elkaar te zetten is *zonder* lijm of ander bevestigingsmateriaal.

Je hebt een ruimtelijke tekening van je ontwerp gemaakt, maar de klant vindt dit niet voldoende.

- Welke andere tekeningen zal de klant nog meer van je willen hebben?
- Welke aanwijzingen wil hij dat je bij je tekeningen opschrijft?

### 5 Fase 5

Iemand heeft een kubusvormig doosje ontworpen in opdracht van de klant uit opdracht 4. Hiernaast zie je een uitslag van zijn ontwerp.

Waar zal deze ontwerper achter komen als hij zijn prototype gaat bouwen?

### 6 Fase 6

Test de pen waarmee je schrijft.

- Welke eisen stel jij aan een goede pen? Schrijf er minstens 4 op.
- Voldoet jouw pen aan jouw eisen? Heb je een voorstel om te verbeteren?

### Hoe werk je met de ontwerpcyclus?

Technisch ontwerpen is *cyclisch* proces. Je doorloopt de ene fase na de andere tot je de cyclus rond bent. Soms blijkt echter dat je eerdere fasen niet goed genoeg hebt uitgewerkt en moet je enkele fasen terug. Daarna doorloop je een aantal fasen opnieuw, maar dan grondiger en meer volledig.

Bij het uitwerken van je technische ontwerp wil je misschien in grote stappen vooruit of juist terug. Dat komt in de praktijk van ontwerpers ook regelmatig voor. Doe dat gerust: je ontwerp zal er beter van worden. Je doorloopt een ontwerpcyclus dus niet alleen maar voorwaarts, maar soms ook kriskras vooruit en achteruit.

## 7 De hele cyclus?

- Beschrijf kort elke fase van de ontwerpcyclus die je met het doen van de startopdracht in §1 hebt doorlopen.
- Heb je de cyclus één keer doorlopen? Ben je voor-en achteruit gegaan? Probeer zo volledig mogelijk te antwoorden.

### Meer over de ideeëntabel

Bij de stap 'deeluitwerkingen bedenken' werk je met een ideeëntabel.

- Eerst geef je zo beknopt mogelijk de *hoofdtak* van het product weer. Anders gezegd: wat het product in de eerste plaats moet kunnen.
- Dan vul je in de linkerkolom de *deeltaken* (afgeleid van de hoofdtak) en *eigenschappen* (die gaan over vormgeving, ergonomie, milieu, manier van produceren enz.) van het ontwerp in. Je kunt deze afleiden uit het programma van eisen.
- Vervolgens ga je per taak/eigenschap drie of vier deeluitwerkingen bedenken. Je kunt je ideeën opschrijven of tekenen.

Ergonomie: wetenschap die zich bezighoudt met de manier waarop mensen taken zo efficiënt en prettig mogelijk uitvoeren. Het gaat beter als je overal gemakkelijk bij kunt, je weinig hoeft te bukken, als er rekening gehouden is met de vorm van je lichaam, etc.

Hieronder zie je een voorbeeld van een gedeeltelijk ingevulde ideeëntabel voor het ontwerp van een inbraakalarm. Om makkelijker op ideeën te komen zet je een deeltaak/eigenschap om in een "hoe kun je" vraag. Bij dit voorbeeld zoek je uitwerkingen voor de vragen "Hoe kun je deuren en ramen beveiligen?" of "Hoe kun je een inbreker registreren?". Dit soort vragen worden door ontwerpers HKJ-vragen genoemd. *HKJ = Hoe kun je?*

### Hoofdtak: huis beveiligen tegen inbrekers

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 beveiligen deuren	sloten	klemmen	dievenklauwen	dubbele deuren
2 beveiligen ramen	tralies voor ramen	sloten	klemmen	dievenklauwen
3 registreren inbreker	bewegingsalarm	camera's	alarm op deuren en ramen	geluidsopname
<b>eigenschappen</b>				
4 stevig	staal	titanium	dik hout	hard plastic
5 gebruiksvriendelijk	geen scherpe randen/haken	duidelijke handleiding	soepel te bedienen	gebruik van hefboomen

In de volgende fase zoek je de optimale combinatie van uitwerkingen, hieruit formuleer je het *ontwerpvoorstel*. Daarbij moet je wel steeds terugkijken naar het programma van eisen (PvE).

## 8 Een ideeëntabel van een broodrooster

Hoe kun je?

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 verwarmen				
2 schakelen				
3 transporteren				

Hierboven zie je een gedeeltelijk ingevulde ideeëntabel voor een ontwerp van een broodrooster, met een extra hulpmiddel: de HKJ-vraag.

- Wat is de hoofdtak?
- Geef minstens 3 uitwerkingen per genoemde deeltaak. Maak gebruik van de HKJ-vraag.

### Afsluiting

Zoals je ziet, komt er heel wat kijken bij het maken van een (technisch) ontwerp. De komende paragrafen zul je gaan oefenen met delen van de cyclus. In sommige opdrachten analyseer je het probleem, maak je een programma van eisen en bedenk je de uitwerkingen. In andere opdrachten test en evalueer je bestaande opdrachten en doe je voorstellen ter verbetering. Er zijn ook opdrachten waarin je iets gaat bouwen.

## Bijlage 10: Verbeterde leerdoelenlijst en nieuwe formulelijst voor de docentenhandleiding van de NLT-module “Summer in the city”

### Verbeterde leerdoelenlijst voor de docentenhandleiding

#### Hoofdstuk 2

##### *Paragraaf 2.3.1, slide-opdrachten 1 t/m 4 les 2 deel 2 (slide 21)*

- Je kunt uitleggen wat het **elektromagnetisch spectrum** is
- Je kunt de belangrijkste soorten elektromagnetische golven van zonlicht benoemen
- Je kunt de totale **stralingsenergie over een bepaalde tijd** berekenen als het **vermogen** van die straling bekend is

##### *Paragraaf 2.3.2, slide-opdrachten 5 en 6 les 2 deel 2 (slide 21)*

- Je kunt uitleggen wat de **absorptie-, reflectie- en transmissie-fractie** van een object zijn en begrijpt het verband hiertussen

##### *Paragraaf 2.3.3, slide-opdrachten les 3 (slide 28), keuze-opdracht 2C en opdracht 2 t/m 4*

- Je kunt uitleggen wat **kortgolvlige** en **langgolvlige straling** is en welke soort meer energie heeft
- Je kunt middels de **wet van Wien** berekenen wat de temperatuur van een **zwarte straler** moet zijn als de **Planckkromme (stralingsspectrum)** van die zwarte straler is gegeven
- Je kunt middels de wet van Wien berekenen welke golflengte het meest voorkomt in de uitgezonden straling ( $\lambda_{\max}$ ) van een object als de temperatuur van dat object bekend is
- Je kunt het vermogen van een oppervlak (**P**) van een (zwarte) straler berekenen met de **wet van Stefan-Boltzmann**
- Je kunt met de **kwadratenwet** berekenen welke intensiteit straling (**I**) je van een object ontvangt als het totaal uitgezonden vermogen van dat object bekend is

##### *Paragraaf 2.3.4, opdracht 1 en 5 t/m 7*

- Je kunt uitleggen waarom de zonnestraling die het aardoppervlak bereikt bepaald wordt door de volgende vier elementen:
  - **Zonneconstante** ofwel **Top Of Atmosphere (TOA)** (zonnestraling bovenop de atmosfeer)
  - De toestand van de atmosfeer en wolken
  - De **zonshoogte** ofwel instralingshoek van de zonnestraling, afhankelijk van breedtegraad en datum en tijd
  - Hoelang er daglicht is (ofwel: welk seizoen het is)
- Je kunt m.b.v. leerdoel 1 i.c.m. een website om de **lengtegraad, breedtegraad** en **zonshoogte** (EN: “altitude”) te bepalen (bijvoorbeeld <https://www.suncalc.org/>) voorspellingen doen voor de temperatuur in een stad op een gegeven dag en tijd

##### *Paragraaf 2.3.5 t/m 2.3.7, opdracht 8, 9 (zie hiervoor formule in slide 38) en 11*

- Je kunt de formules voor netto kortgolvlige, langgolvlige en totale straling opstellen en gebruiken om verschillen in temperaturen op aarde te verklaren
  - De formule voor de netto totale straling wordt ook wel de stralingsbalans genoemd
- Je kunt uitleggen wat de **albedo** van een materiaal is en hoe dit begrip de **stralingsbalans** (i.e. netto totale straling) aan het aardoppervlak beïnvloedt
- Je kunt uitleggen welke factoren er verder een invloed uitoefenen op de stralingsbalans aan het aardoppervlak

*Paragraaf 2.4, opdracht 13, voorbeeldopdracht in slide 51, opdracht 16 t/m 20*

*Let op: opdracht 19 is extra belangrijk*

- Je herkent de **energiebalans** en je kunt de elementen van deze balans uitleggen (**(1) netto straling aardoppervlak** en de **(2) antropogene, (3) voelbare, (4) latente** en **(5) bodem warmtestroom**)
- Je kunt op de energiebalans de wetten en processen toepassen die besproken zijn in de module → **Zie ook de specifiekere leerdoelen hieronder!**
- Je kent de invloed van verschillend land- materiaalgebruik op de stralings- en energiebalans en past deze kennis toe in de vorm van opdrachten, bv. middels de **Bowen-verhouding**
- Uiteindelijk kun je na hoofdstuk 2 zelf een goede inschatting maken van het albedo en **hitte-eilandeffect** bij aangegeven verschillen in landgebruik

Specifiekere leerdoelen voor paragraaf 2.4 omtrent de wetten en processen in de energiebalans zijn de volgende leerdoelen uit natuurkunde (voorkennis):

- Een definitie voor de **warmtestroom** geven
- De stofeigenschap **thermische geleidbaarheid** ofwel **warmtegeleidingscoëfficiënt** uitleggen en opzoeken in de Binas
- De warmtestroom door een voorwerp uitrekenen, als de stof van dat voorwerp en het temperatuurverschil tussen de zijden van dat voorwerp bekend zijn
- Met de formule voor warmtestroom uitrekenen wat de thermische geleidbaarheid van een voorwerp is, als de warmtestroom van dat voorwerp en het temperatuurverschil tussen de zijden van dat voorwerp bekend zijn
- De formule voor **soortelijke warmte** gebruiken om temperatuurverschillen in een bepaalde stof en de daarvoor benodigde warmte te voorspellen
- De smeltwarmte en **verdampingswarmte** gebruiken om te voorspellen hoeveel warmte er nodig is om iets te laten smelten of verdampen

## Hoofdstuk 3

### *Paragraaf 3.1*

De leerling kent het begrip **microklimaat** en kan de belangrijkste vier aspecten hiervan opnoemen (straling, temperatuur, wind en relatieve vochtigheid) (hoofdstuk 2 en paragraaf 3.1)

### *Paragraaf 3.2, opdracht 22 t/m 25*

De leerling:

- kent de invloed van de ruimtelijke verdeling van een stad op de in- en uitgaande straling en dus op het microklimaat van een stad (warmte/temperatuur, vochtigheid, windrichting en windsnelheid) (vooral paragraaf 3.2)
- kan mogelijke oorzaken voor de verschillen in temperatuur in grote steden aangeven (hoofdstuk 2 en paragraaf 3.2)

### *Paragraaf 3.3, opdracht 26 t/m 28*

De leerling kent:

- de begrippen **wrijvingsnelheid** en **ruwheidslengte** en kan hiervan een schatting maken voor verschillende situaties (paragraaf 3.3)
- het **logaritmisch windprofiel** en kan hiermee een windprofiel schetsen en de wrijvingskracht van de wind op het oppervlak berekenen in opgaven (paragraaf 3.3)

### *Paragraaf 3.4, opdracht 29 t/m 31*

- De leerling kent de begrippen **relatieve luchtvochtigheid** en **(verzadigings)dampdruk** en kan deze kennis toepassen in opgaven (paragraaf 3.4)

Paragraaf 3.5, opdracht 32 t/m 34

De leerling kent:

- het begrip **gevoelstemperatuur** en kan deze kennis toepassen in opgaven (paragraaf 3.5)
- de invloed van de wind en relatieve luchtvochtigheid op de gevoelstemperatuur en kan deze kennis toepassen in opgaven met behulp van een omreken tabel (paragraaf 3.5)
- de begrippen **heat index** en **wind chill** en kan de waardes daarvan berekenen en/of bepalen (paragraaf 3.5)

Nieuwe eindopdracht over ontwerpen, opdracht 1 t/m 8 uit startmodule Technisch Ontwerpen NiNa H2

- Je kunt de ontwerpcyclus uitleggen en de zes fasen daarvan benoemen
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus uitleggen
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus herkennen in (deels) beschreven ontwerpprocessen
- Je kunt de afzonderlijke fasen van de ontwerpcyclus bewust doorlopen in een ontwerpopdracht

Nieuwe formulelijst voor de docentenhandleiding

Genummerde formules in de leerlingenhandleiding

**Stralingswet van Stefan-Boltzmann:  $P = A \cdot \sigma \cdot T^4$**  (1)

met P: vermogen [W]  
A: oppervlak van het stralende lichaam [m<sup>2</sup>]  
 $\sigma$ : constante van Stefan Boltzman:  $5,67 \cdot 10^{-8}$  [W / (m<sup>2</sup> \* K<sup>4</sup>)]  
T: Temperatuur [K]

**Verschuivingwet van Wien:  $\lambda_{\max} \cdot T = kw$**  (2)

met  $\lambda_{\max}$ : de golflengte met maximale intensiteit [m]  
T: temperatuur van de zwarte straler [K]  
kw: de constante van Wien:  $2,90 \cdot 10^{-3}$  [m \* K]

**$A = K_r / K_{in}$**  (3)

met A: albedo [-]  
 $K_r$ : gereflecteerde kortgolvlige straling [W/m<sup>2</sup>]  
 $K_{in}$ : inkomende kortgolvlige straling [W/m<sup>2</sup>]

**$K^* = K_{in} - K_r = K_{in} \cdot (1 - A)$**  (4)

met  $K^*$ : netto kortgolvlige straling aan het aardoppervlak [W / m<sup>2</sup>]

**$L^* = L_{in} - L_{uit}$**  (5)

met  $L^*$ : netto langgolvlige straling aan het aardoppervlak [W / m<sup>2</sup>]  
 $L_{in}$ : inkomende langgolvlige straling [W/m<sup>2</sup>]  
 $L_{uit}$ : uitgaande langgolvlige straling [W/m<sup>2</sup>]

**$Q^* = K^* + L^* = K_{in} - K_r + L_{in} - L_{uit}$**  (6)

Met  $Q^*$ : Netto straling aardoppervlak [W m<sup>-2</sup>]

$$Q^* + Q_{\text{ant}} - H - L_vE - G = 0 \quad (7)$$

De grootte van de processen  $Q^*$ ,  $H$ ,  $L_vE$  en  $G$  worden uitgedrukt in **fluxdichtheid**, ofwel energiestromen per tijdseenheid en oppervlak [ $J s^{-1} m^{-2}$ ] of [ $W m^{-2}$ ].

Met	$Q^*$ :	Netto straling aardoppervlak [ $W m^{-2}$ ]
	$Q_{\text{ant}}$ :	Antropogene warmteflux [ $W m^{-2}$ ]
	$H$ :	Energie die wordt gebruikt om de atmosfeer vlak boven het aardoppervlak op te warmen [ $W m^{-2}$ ]
	$L_vE$ :	Energie die wordt gebruikt om water te verdampen [ $W m^{-2}$ ]
	$G$ :	Energie die wordt gebruikt om de bodem te verwarmen [ $W m^{-2}$ ]

$$Q = c * m * \Delta T \quad (8)$$

Met	$Q$ :	toegevoegde warmte [J]
	$c$ :	soortelijke warmte [ $J / (kg * K)$ ]
	$m$ :	massa [kg]
	$\Delta T$ :	temperatuurverandering [K]

$$\beta = H / L_vE \quad (9)$$

Met	$\beta$ :	Bowen-verhouding [-]
-----	-----------	----------------------

Tabel 2.1 Vuistregels Bowen-verhouding:

Oppervlak	Bowen-verhouding $\beta$ ( $H / L_vE$ )
Wateroppervlak	1/5
Goed van water voorzien oppervlak	1/3
Redelijk van water voorzien oppervlak	1/1
Slecht van water voorzien oppervlak	3/1

$$U^* = U_{\text{in}} - U_{\text{uit}} \quad (10)$$

Met	$U^*$ :	lokale netto energieverandering door wind of verplaatsing van lucht [ $W m^{-2}$ ]
	$U_{\text{in}}$ :	inkomende energie door wind of verplaatsing van lucht [ $W m^{-2}$ ]
	$U_{\text{uit}}$ :	uitgaande energie door wind of verplaatsing van lucht [ $W m^{-2}$ ]

$$\text{De globale energiebalans a.d.h.v. formules (7):} \quad Q^* - H - L_vE - G = 0 \quad (11)$$

$$\text{De lokale energiebalans a.d.h.v. formules (7) en (10):} \quad Q^* = H + L_vE + G + U^* \quad (12)$$

$$\text{Formule voor het berekenen van het windprofiel middels de windsnelheid:} \quad U = \frac{u_*}{k} \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \quad (13)$$

met	$U$ :	windsnelheid [m/s]
	$u_*$ :	wrijvingsnelheid [m/s]
	$k$ :	von Karman constante: 0.4 [-]
	$z$ :	hoogte vanaf het aardoppervlak [m]
	$z_0$ :	ruwheidslengte [m]
	$\ln$ :	natuurlijke logaritme.

Tabel 0.2 Overzicht van verschillende landschapstypen en de ruwheidslengte ervan:

Landschapstijl	Ruwheidslengte
	$z_0$ (m)
Wateroppervlak	0.00002
Compleet open terrein met rustig oppervlak	
Vlakke wegen op vliegvelden, bewegend gras	0.0024
Open landbouwzone zonder omheiningen of hagen en zeer verspreide gebouwen	0.03
Landbouwzone met sommige huizen en tot 8 meter hoge hagen met een minimumafstand van 500 meter	0.1
Grote steden met hoge gebouwen	0.8
Grote steden met hoge gebouwen en wolkenkrabbers	1.6

$$F_w = \rho u_*^2 = \rho U^2 C_w A \text{ met } C_w = \frac{k^2}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2} \quad (14)$$

met  $F_w$ : wrijvingskracht per vierkante meter [N/m<sup>2</sup>]  
 $U$ : windsnelheid [m/s]  
 $u_*$ : wrijvingsnelheid [m/s]  
 $A$ : één vierkante meter grondoppervlak [m<sup>2</sup>]  
 $\rho$ : dichtheid van de lucht [kg/m<sup>3</sup>]  
 $C_w$ : wrijvingscoëfficiënt [-]

$$RV = e / e_s * 100\% \quad (15)$$

Met:  $RV$ : relatieve vochtigheid [-]  
 $e$ : dampdruk [Pa]  
 $e_s$ : verzadigingsdampdruk [Pa]

$$e_s = e_0 * e^{\frac{L}{R_v} \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)} \quad (16)$$

Met:  $T_0 = 273$  [K]  
 $e_0 = 611$  [Pa]  
 $\frac{R_v}{L} = 5423$  [K]

$$T_{\text{windchill}} = 13.12 + 0.6215 * T_{\text{lucht}} - 11.37 * (W * 3.6)^{0.16} + 0.3965 * T_{\text{lucht}} * (W * 3.6)^{0.16} \quad (17)$$

Met:  $T_{\text{windchill}}$ : gevoelstemperatuur [°C]  
 $T_{\text{lucht}}$ : luchttemperatuur op 1,5m hoogte [°C]  
 $W$ : windsnelheid [m/s]

Tabel 0.3 Gevoelstemperatuur als gevolg van wind chill (bron: KNMI, JAG/TI methode):

Windsnelheid		Luchttemperatuur (°C)							
(km/u)	(m/s)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
0	0.0	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
10	2.8	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39
20	5.6	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43
30	8.3	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46
40	11.1	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48
50	13.9	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49
60	16.7	-2	-9	-16	-22	-30	-36	-43	-50
70	19.5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51
80	22.2	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52

Tabel 0.4 Gevoelstemperatuur als gevolg van de heat index (bron: KNMI, methode Steadman):

RV	Luchttemperatuur (°C)						
(%)	20	25	30	35	40	45	50
0	18	23	27	32	36	40	44
10	18	23	28	33	38	43	49
20	18	24	28	34	40	46	56
30	19	24	29	35	43	52	61
40	19	25	30	37	46	59	
50	19	25	31	39	51	61	
60	20	25	31	42	56		
70	20	25	32	45			
80	20	26	34	50			
90	20	26	36				
100	20	26	38				

Andere gebruikte formules

$$v_{\text{licht}} = c = 3,0 * 10^8 \text{ m/s}$$

$$P = E / t$$

Met: P: vermogen [W]  
E: energie [J]  
t: tijd [s]

$$P = Q / t$$

Met P: warmtestroom [W]  
Q: warmte [J]  
t: tijd [s]

$$P = \lambda * A * \Delta T / d$$

Met P: warmtestroom [W]  
 $\lambda$ : thermische geleidbaarheid/warmtegeleidingscoëfficiënt (Binas tabel 8) [W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>]  
A: oppervlakte van de dwarsdoorsnede [m<sup>2</sup>]  
 $\Delta T$ : temperatuurverandering [K]  
d: dikte van het materiaal [m]

$$f = N / t$$

Met:	f:	frequentie	[Hz]
	N:	aantal trillingen of golven	[-]
	t:	tijd	[s]

$$I = P / A$$

Met:	I:	stralingsintensiteit	[W/m <sup>2</sup> ]
	P:	vermogen	[W]
	A:	oppervlakte	[J]

$$\text{Kwadratenwet: } I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Met:	I:	stralingsintensiteit	[W/m <sup>2</sup> ]
	P:	vermogen	[W]
	r:	afstand tussen straler en ontvanger	[m]

$$K_{in, onbewolkt} = 0,7 * \sin(\text{zonshoogte}) * Z$$

Met:	$K_{in, onbewolkt}$ :	kortgolvlige straling	[W/m <sup>2</sup> ]
	zonshoogte:	hoek van inval zonnestraling	[°]
	Z:	zonneconstante/Top of atmosphere (TOA)	[W/m <sup>2</sup> ]

$$t + r + a = 1$$

Met	t:	transmissiefractie [-]
	r:	reflectiefractie [-]
	a:	absorptiefractie [-]

$$Q_{smelt} = m * c_{smelt}$$

Met	$Q_{smelt}$ :	smeltwarmte [J]
	$c_{smelt}$ :	benodigde warmte om 1 kg van vaste stof om te zetten in 1 kg vloeistof [-]
	m:	massa [kg]

$$Q_{verdamp} = m * c_{verdamp}$$

Met	$Q_{verdamp}$ :	verdampingswarmte [J]
	$c_{verdamp}$ :	benodigde warmte om 1 kg vloeistof om te zetten in 1 kg gas [-]
	m:	massa [kg]

Bijlage 11: Programma van Eisen ter beoordeling van de nieuwe ontwerpopdracht binnen de NLT-module “Summer in the city”, ter ondersteuning van zowel docent (beoordeling) als leerling (checklist)

Namen leerlingen: \_\_\_\_\_

		Niet aanwezig	onvoldoende	voldoende	goed
<b>Beoordelingstabel met programma van eisen voor ontwerpverslag en prototype bij de ontwerpopdracht voor “Summer in the city” en “Digitale techniek”</b>					
<b>1.</b>	<p>Summer in the city - match tussen ontwerp en context module</p> <p><i>Er is op een goede en volledige manier uitgelegd hoe dit ontwerp een probleem oplost dat ontstaat als gevolg van klimaatverandering. Er wordt duidelijk beschreven wat dit probleem in essentie is en hoe dit prototype dat probleem verhelpt of reduceert</i></p>	0	0	1	2
<b>2.</b>	<p>Summer in the city - ontwerpcyclus - 1e deel</p> <p><i>Er wordt op een heldere manier een probleemanalyse gedaan en een pakket van eisen beschreven. Er wordt hierbij gebruik gemaakt van de aangeleverde informatie (zie voor de onderdelen van de ontwerpcyclus bijv. de PowerPoint van meneer Groenveld)</i></p>	0	0	1	2
<b>3.</b>	<p>Summer in the city - ontwerpcyclus - 2e deel</p> <p><i>De deeltuitwerkingen en het ontwerpvoorstel laten duidelijk zien dat er met deeltuitwerkingen is gewerkt en dat er verschillende alternatieve oplossingen voor de deeltuitwerkingen zijn overwogen. Het ontwerpvoorstel (o.a. tekening, arduino code) is een duidelijke samenvoeging van de verschillende deeltuitwerkingen</i></p>	0	0	1	2
<b>4.</b>	<p>Summer in the city - ontwerpcyclus - 3e deel</p> <p><i>Er is een duidelijk ontwerp en er wordt uitgelegd of het ontwerp voldoet aan de eisen. Als het ontwerp niet aan het pakket van eisen voldoet laat je zien dat je een idee hebt waarom het niet werkt zoals het zou moeten (en dat is niet dat je te weinig tijd hebt, want dat is geen eigenschap van je ontwerp)</i></p>	0	0	1	2
<b>5.</b>	<p>Digitale techniek - deel 1 - input en output</p> <p><i>Er wordt duidelijk uitgelegd wat de input- en outputkant is van het prototype. Er wordt duidelijk uitgelegd wat het systeem meet en wat het systeem voor effect heeft op zijn omgeving</i></p>	0	0	1	2
<b>6.</b>	<p>Digitale techniek - deel 2 - data</p> <p><i>Er wordt duidelijk uitgelegd hoe er data verwerkt wordt en opgeslagen wordt in je prototype. Als je prototype informatie verstuurt wordt dat hier ook goed uitgelegd</i></p>	0	0	1	2

<p><b>7.</b> Digitale techniek - deel 3 - ontwerp</p> <p><i>Er is een werkend prototype of anders in ieder geval een prototype waarvan de groep mondeling kan uitleggen waarom het technisch niet werkt. Hierbij wordt de factor tijd niet als reden gebruikt</i></p>	0	0	4	8
Totaal				

## Bijlage 12: Resultaten van leerlingen voor de ontwerpopdracht

### Inhoud

Bijlage 12: Resultaten van leerlingen voor de ontwerpopdracht .....	158
Een automatische zonnewering .....	160
Programma van eisen.....	160
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	160
Ontwerpvoorstel .....	160
Prototype.....	161
Zelfverkoelend insectenhotel.....	162
Programma van eisen.....	162
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	163
Ontwerpvoorstel .....	164
Prototype.....	164
Een zelfverkoelend eetbord .....	164
Programma van eisen.....	164
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	165
Ontwerpvoorstel .....	166
Prototype.....	166
Zweetdetector .....	167
Programma van eisen.....	167
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	168
Ontwerpvoorstel .....	168
Prototype.....	169
Een zelfvullend waterbakje voor vogels.....	170
Programma van eisen.....	170
Deeluitwerkingen .....	170
Ontwerpvoorstel .....	171
Prototype.....	171
Testen .....	172
Een slimme vuilnisbak .....	173
Programma van eisen.....	173
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	173
Prototype.....	174
Testen .....	175
Een ventilator op zonne-energie voor snel opwarmende geparkeerde auto's .....	176

Programma van eisen.....	176
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	177
Ontwerpvoorstel .....	178
Prototype.....	178
Testen .....	179
Blauwalg detector .....	180
Programma van eisen.....	180
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	180
Ontwerpvoorstel .....	181
Prototype.....	182
Testen .....	182
Een slimme drinkbeker.....	184
Programma van eisen.....	184
Deeluitwerkingen .....	185
Ontwerpvoorstel .....	186
Prototype en testen .....	187
Een duurzaam ventilator system.....	188
Programma van eisen.....	188
Deeluitwerkingen/ideeëntabel .....	188
Ontwerpvoorstel en testen .....	189

## Een automatische zonnewering

### Programma van eisen

#### Eisen:

- Het product moet constant werken.
- Het product moet tegen normale weeromstandigheden kunnen, denk aan koude en warme tempraturen, regen, hagel en windstoten.
- Het product moet ook handmatig omlaag kunnen worden gedaan.
- De gebruiker van het product moet zelf kunnen instellen bij welke intensiteit van licht de zonnewering omlaag moet.

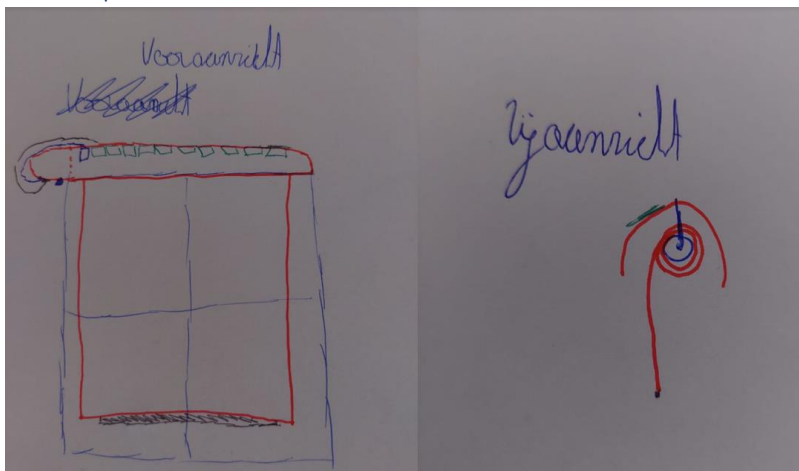
#### Wensen:

- De zonnewering moet de ideale hoeveelheid licht doorlaten, het moet niet te donker in huis zijn, maar ook niet te licht.
- Het product moet weinig tot geen onderhoud nodig hebben.
- Er moet rekening gehouden met de prijs kwaliteit verhouding. Het product moet niet te duur zijn, terwijl het ook goedkoper kan voor bijna hetzelfde effect. Dit geldt ook andersom, het product kan beter iets duurder zijn, maar ook merkbaar beter.
- Het product moet zo groen mogelijk, het liefst moet de zonnewering kunnen werken op zonne-energie en de productie van het product moet ook zo groen mogelijk zijn.
- Het product moet gemakkelijk te installeren zijn.

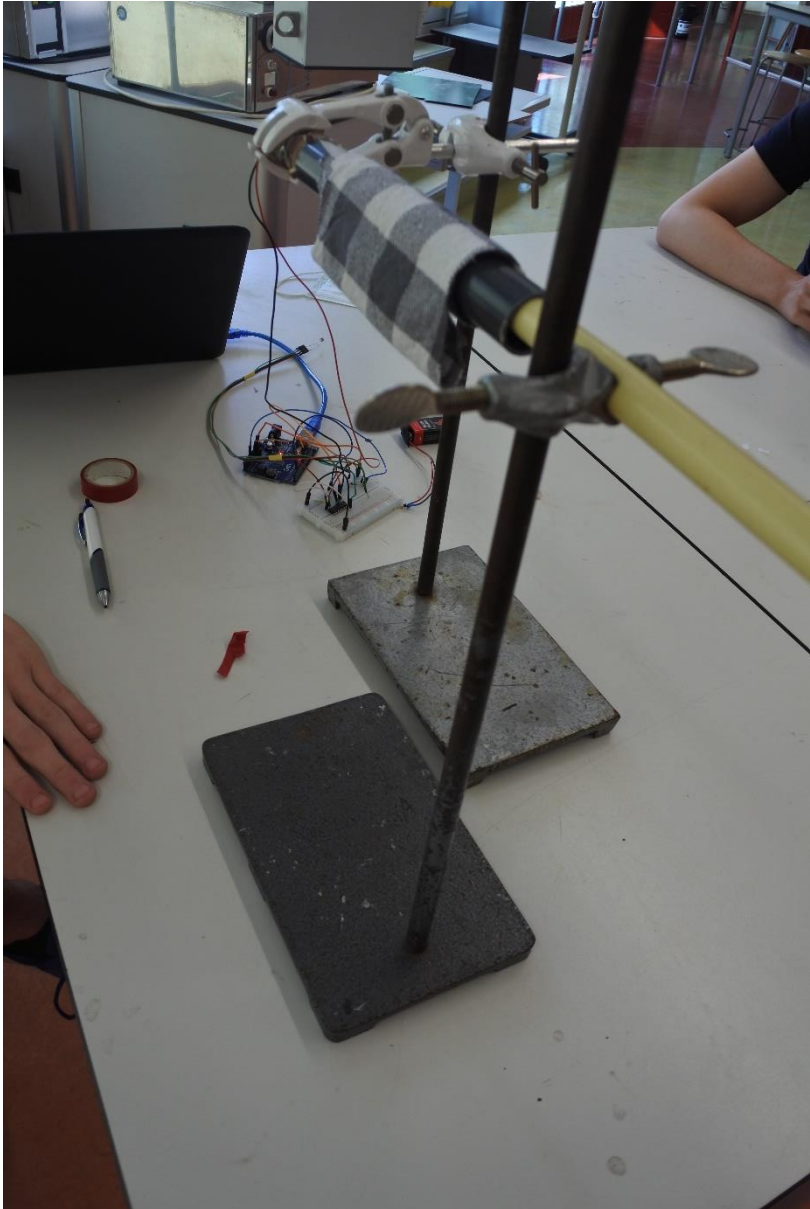
### Deeluitwerkingen/ideeëntabel

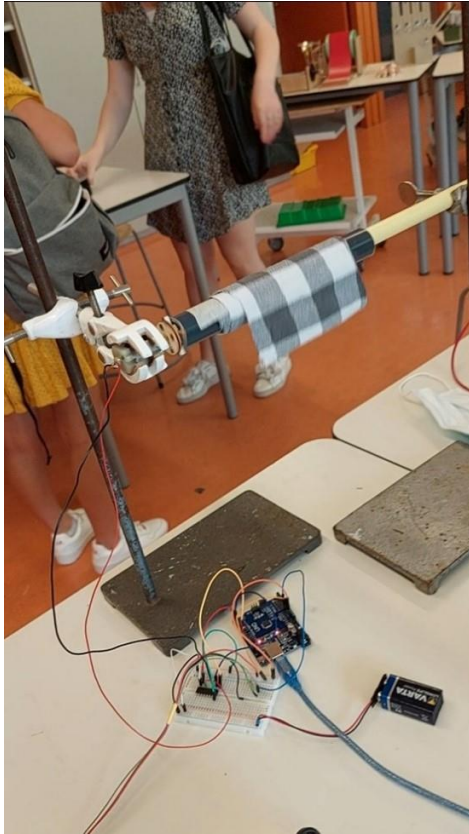
<b>Uitwerkingen:</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Omhoog / omlaag kunnen</b>	Automatisch aan de hand van licht	Via een knop	Via een hendel	Via Bluetooth	Via Wifi	Via spraak
<b>Lichtintensiteit verminderen</b>	Waterafstotend schaduwdoek	Rolgordijn	Rolluik	Zonwerende doek	Screen	Luifel
<b>Materiaal roller</b>	ijzer	Metaal	Aluminium	Plastic	Hout	
<b>Materiaal overkapping roller</b>	ijzer	Metaal	Aluminium	Plastic	Hout (betonplex)	
<b>Stroom</b>	Zonenergie	(oplaadbare) Batterij	Elektriciteit			

### Ontwerpvoorstel



Prototype





## Zelfverkoelend insectenhotel

Programma van eisen

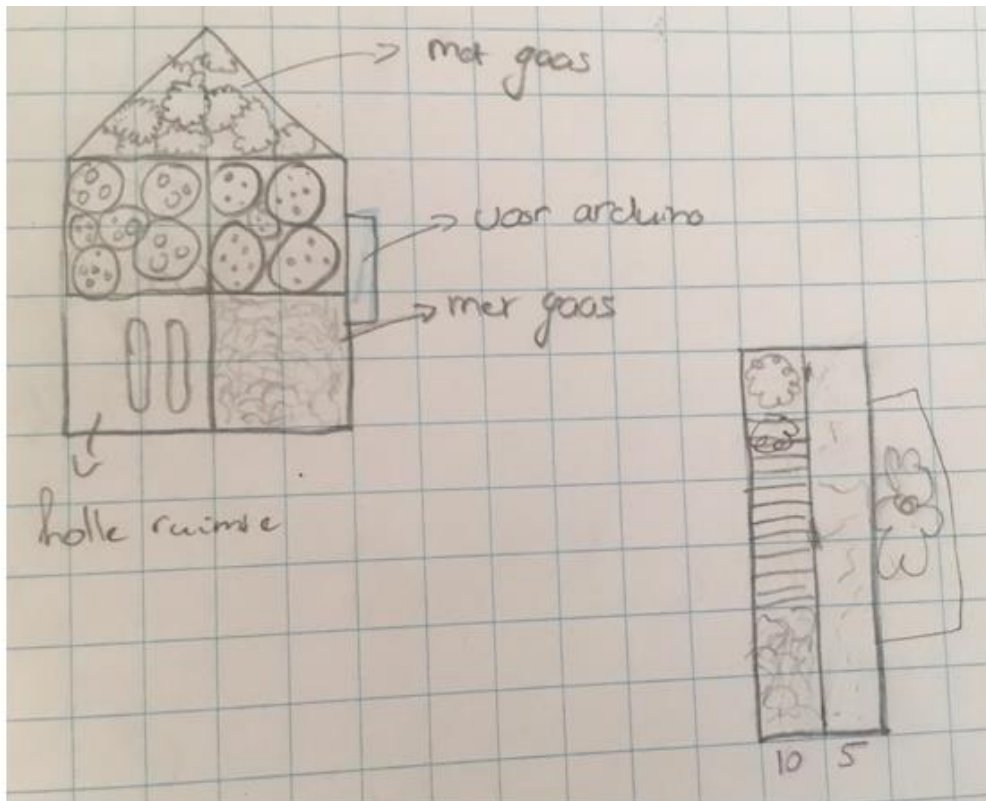
Eisen	Wensen
Temperatuursensor	Een leuk uitziend insectenhotel
Koelsysteem die aanslaat bij te hoge temperaturen	Mooie afwerking van het insectenhuisje
Stroom (powerbank)	
Insectenhotel	

Deeluitwerkingen/ideeëntabel

**Hoofdtak:** Het beschermen van insecten.

Deeltaken	Uitwerkingen			
	1	2	3	4
1. Verkoeling	Propeller	Verkoelsysteem		
2. Aantrekkelijk voor insecten	Verschillende nestmateriaal	Eén kant van de constructie dicht		
3. Registreren warmteactiviteit	Arduino	Code	Temperatuursensor	Energiebron
4. Het nestelen van insecten	Insectenhotel	Een mini-bos van bamboestokjes.		
Eigenschappen				
5. Stevige constructie	Hout	MDF		
6. Gebruiksvriendelijk	Duidelijke handleiding	Geen scherpe randen/haken	Makkelijk te gebruiken	
7. Waterbestendig	Waterafstotende verf	Plastic laag omheen		

## Ontwerpvoorstel



## Prototype



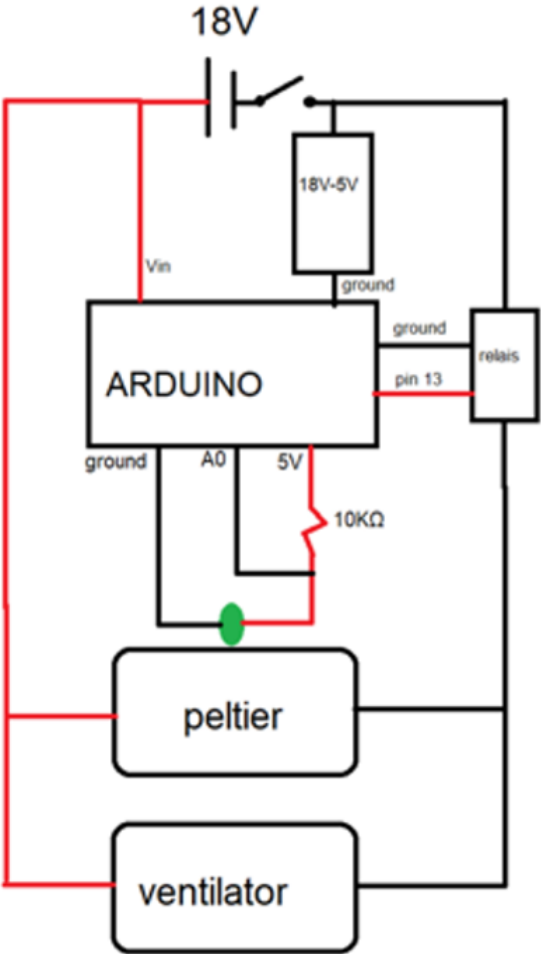
Een zelfverkoelend eetbord  
Programma van eisen

<b>Eisen:</b>	<b>Wensen:</b>
Afwasbaar dus hygiënisch	Makkelijk bruikbaar
Snel te gebruiken (klanten niet laten wachten)	Gaat lang mee
Makkelijk verplaatsbaar voor bedienen van het eten in bijvoorbeeld een restaurant.	Het ziet er leuk uit voor de klant (denk aan een klant in een restaurant)
Veilig voor de klanten	Niet te zwaar

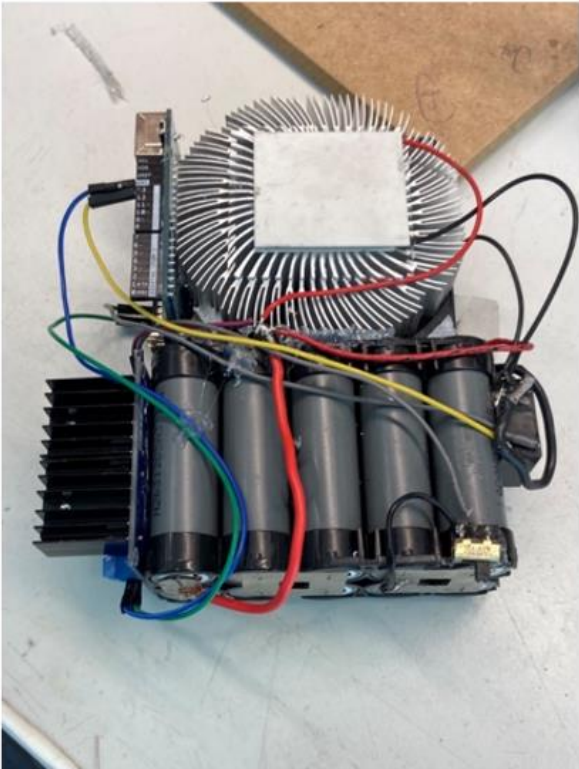
#### Deeluitwerkingen/ideeëntabel

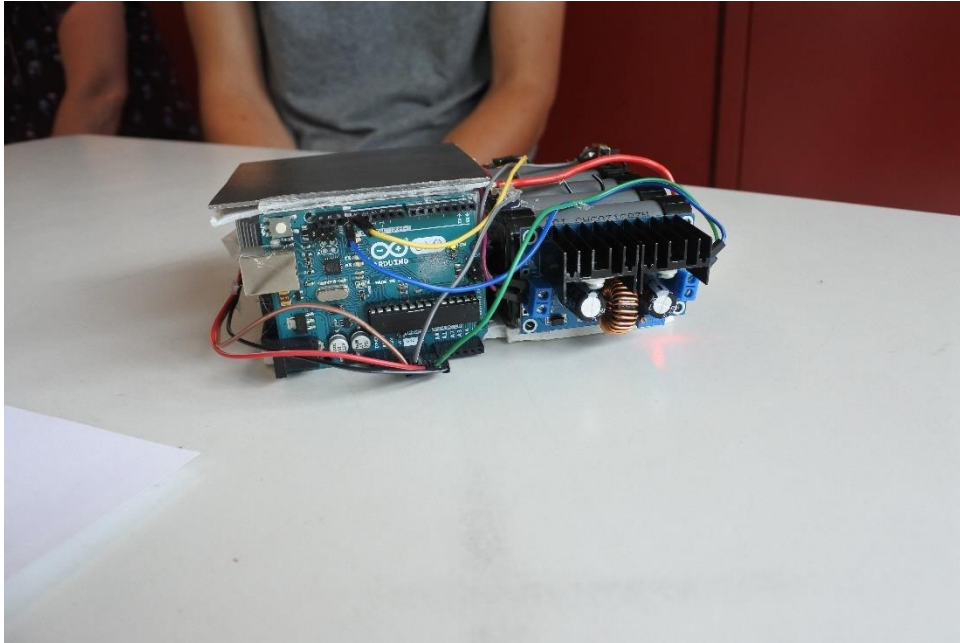
	<b>Deeluitwerking 1:</b>	<b>Deeluitwerking 2:</b>	<b>Deeluitwerking 3:</b>
<b>Eis 1:</b>	Een metaal gebruiken als plaat zodat je het kan afwassen en dus schoon blijft dus hygiënisch is.	Totaal water dicht maken zodat je hem in een vaatwasser kunt doen. Zorgt voor minder werk voor het restaurant zelf.	
<b>Eis 2:</b>	Veel energie gelijk toevoegen zodat er enorm veel warmte en kou ontstaat. Denk hierbij aan een elektrische schok maar wel dat het veilig is.	Een ander warm of juist koud object gebruiken -> peilter module	
<b>Eis 3:</b>	Batterijen gaan gebruiken zodat je niet met draden zit.	Wel een draad gebruiken maar dan op kunnen rollen aan een deel van het ontwerp zodat je met verplaatsen niet met dat draad zit. Want draad is wel minder ingewikkeld.	
<b>Eis 4:</b>	Geen stekkers buiten het ontwerp of in ieder geval dat er niks mee gebeurt als er vloeistof op komt. En waterdicht zijn of alleen de plaat?	Een soort ventilator onder de peilter module zodat de warmte van de onderkant gelijk verdwijnt.	Een soort omvang om de warme onderkant door een niet geleidende stof te gebruiken. zodat het niet warm is om aan te pakken.

Ontwerpvoorstel



Prototype





## Zweetdetector

Programma van eisen

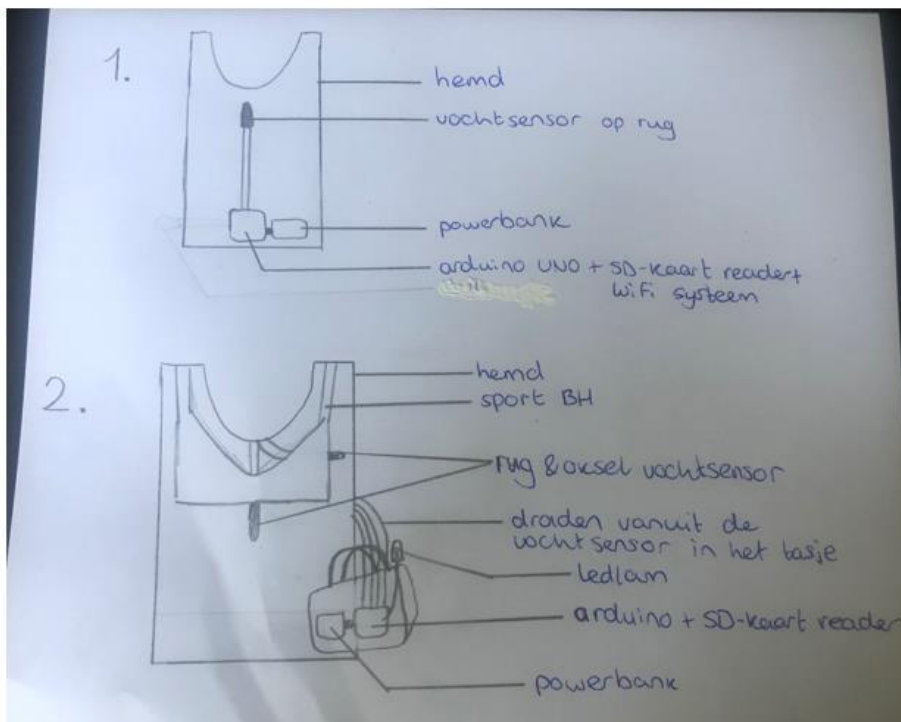
### Pakket van eisen en wensen

Eisen	Wensen
Vochtmetre die zweet kan detecteren	Aangesloten op wifi netwerk die je berichten kan sturen als je veel zweet.
Het ontwerp moet in kleding passen	Comfortabel in kleding --> zacht en niet te groot (in een bh/hemd maken)
Plek waar de informatie over zweet wordt opgeslagen (micro SD-kaart)	Niet opvallen
Materiaal dat tot onze beschikking is op school	
Stevig materiaal	
Output die je laat weten dat je zweet.	

## Deeluitwerkingen

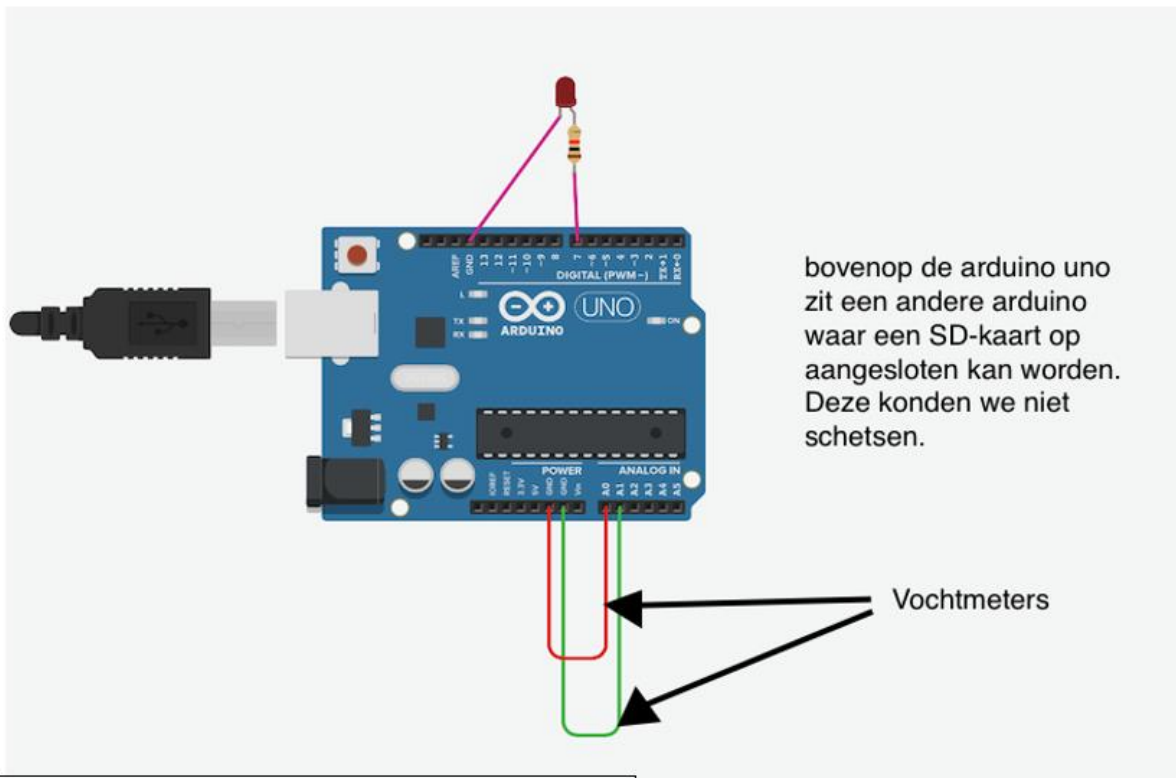
Deeltaken	Uitwerking 1	Uitwerking 2	Uitwerking 3
<b>1.Vocht detecteren</b>	Vochtsensor die onder de oksel zweet detecteert (vochtsensor van 2 koperen draadjes, hout, krimpkousje, gipsverband)	2 vochtsensoren  (Zelfde sensoren als uitwerking 1)	
<b>2. In kleding passen</b>	In bh-band maken.	In een soort band om de rug/in kleding die je met klittenband vastmaakt.	In een hemd maken (systeem onder de oksels/rug maken)
<b>3.Informatie opslaan</b>	Micro SD-kaart + micro SD-kaart reader	SD-cart reader boven op de <u>arduino UNO</u> + micro SD kaart.	
<b>4. Output</b>	Via wifi een bericht verzenden	Een lampje dat gaat branden als het vochtgehalte hoog wordt.	

### Ontwerpvoorstel



Afbeelding 1

Beide ontwerpvoorstellen geschetst

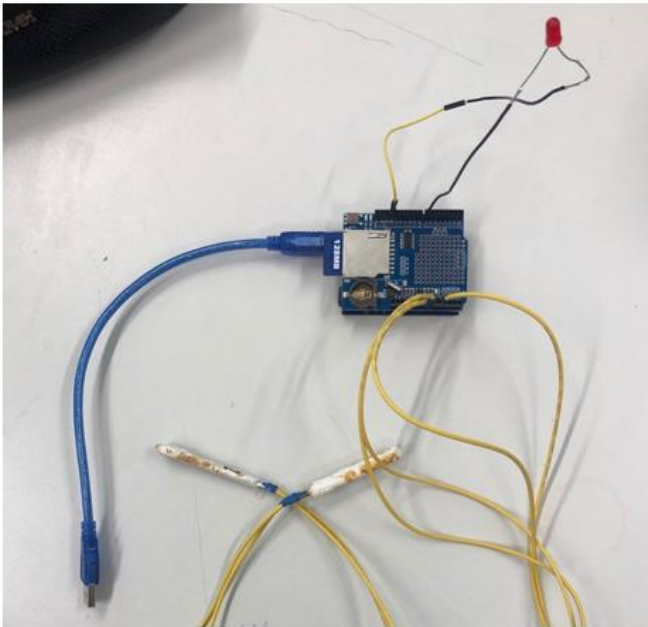


bovenop de arduino uno zit een andere arduino waar een SD-kaart op aangesloten kan worden. Deze konden we niet schetsen.

Vochtmeters

Afbeelding 2  
Het definitieve prototype geschetst in tinkercad.

Prototype



Afbeelding 3  
Het geschetste prototype in het echt.

Afbeelding 4  
Het complete prototype

## Een zelfvullend waterbakje voor vogels

Programma van eisen

### Eisen:

- Een gewichtssensor moet kunnen detecteren dat het bakje leeg is.
- Het bakje moet zich kunnen hervullen.
- Het bakje moet goed bereikbaar zijn voor de vogels.
- Het bakje moet de vogels niet afschrikken. (door geluid of uiterlijk)

### Wensen:

- Het regent vaak, waardoor de watertank zichzelf kan hervullen.
- Het ontwerp gaat lang mee.
- Veel vogels maken gebruik/drinken uit het bakje.

### Deeluitwerkingen

2x vierkant houten plaat

Functie: voorkant en achterkant huisje.

2x rechthoek houten plaat

Functie: zijkanten huisje.

2x grote rechthoek houten plaat

Functie: Bovenkant en onderkant huisje.

2x dakgoot

Functie: hier kan het water in vallen dat doorstroomt naar de tank.

1x watertank

Functie: opslag drinkwater.

1x drinkbakje

Functie: drinkbakje voor de vogels.

1x aluminiumfolie

Functie: beschermen van de Arduino tegen lekkage en hitte.

1x Arduino

Functie: het 'brein' dat alle componenten aanstuurt.

1x gewichtssensor

Functie: meet het gewicht van het bakje, en geeft een signaal door als het gewicht onder een bepaalde waarde komt.

1x Double channel relay

Functie: Verbind de Arduino met het pompje en de batterijen en controleert de stroomtoevoer van de batterijen.

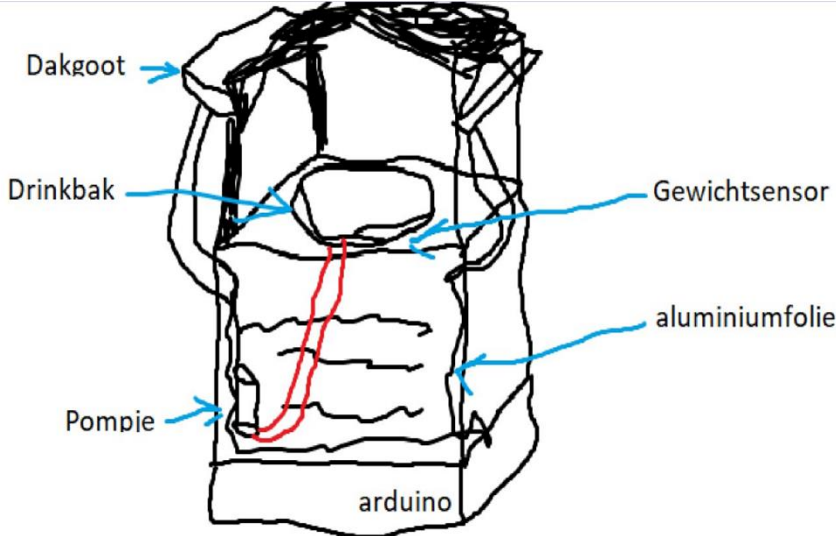
1x Pompje

Functie: pompt water in het bakje.

2x batterijen (9V)

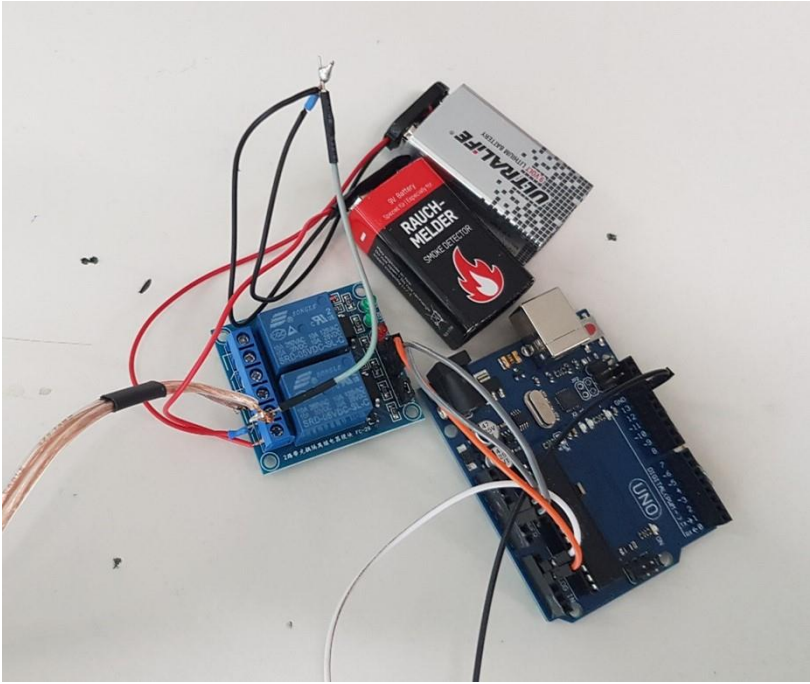
Functie: energiebron voor de Arduino en het pompje.

Ontwerpvoorstel

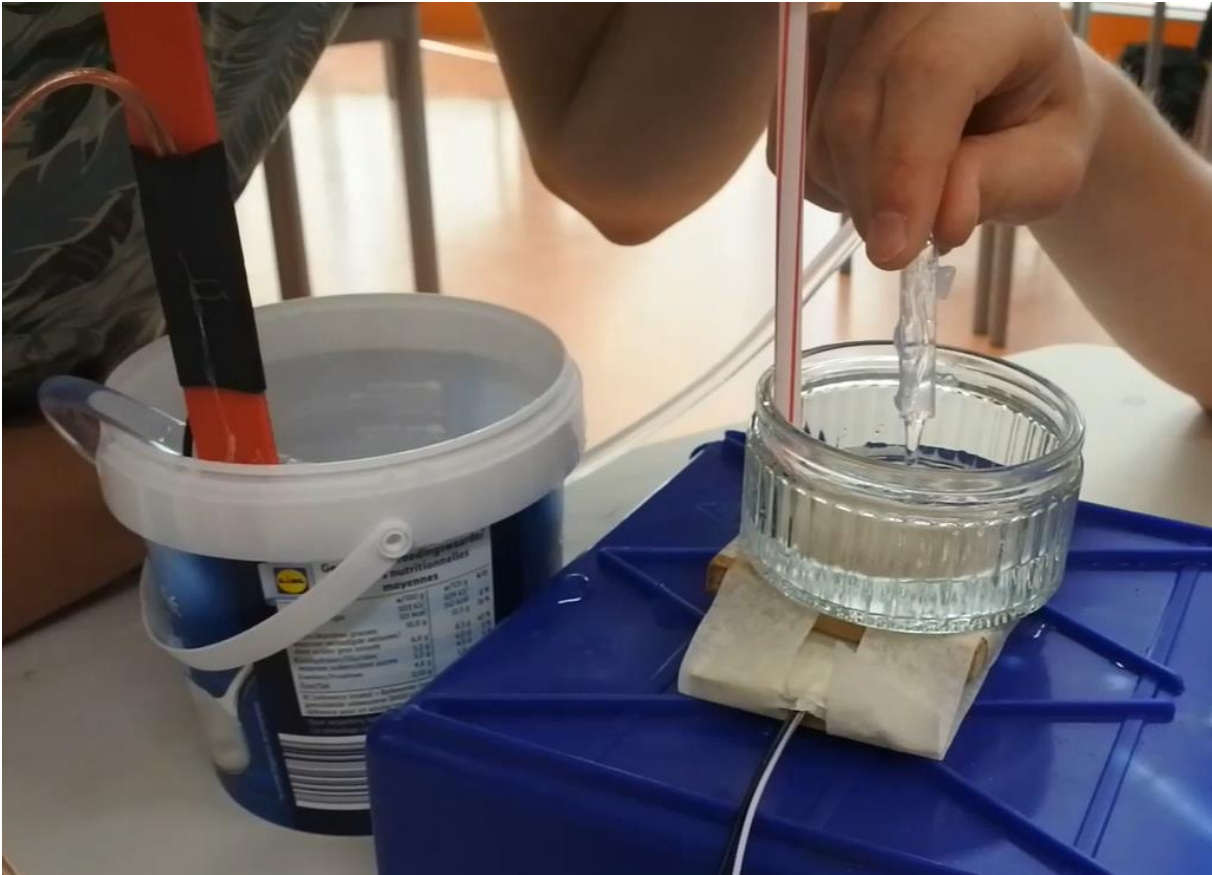


Prototype





Testen



## Een slimme vuilnisbak

### Programma van eisen

Eisen
Het product moet klein en compact zijn
Prullenbak moet makkelijk te legen zijn
Het product moet stevig zijn
Vochtigheidsmeter
Thermometer
Bestand tegen weersomstandigheden
Airconditioner
Luchtverfrisser
De Arduino moet afgezonderd zijn van het afval

### Deeluitwerkingen/ideeëntabel

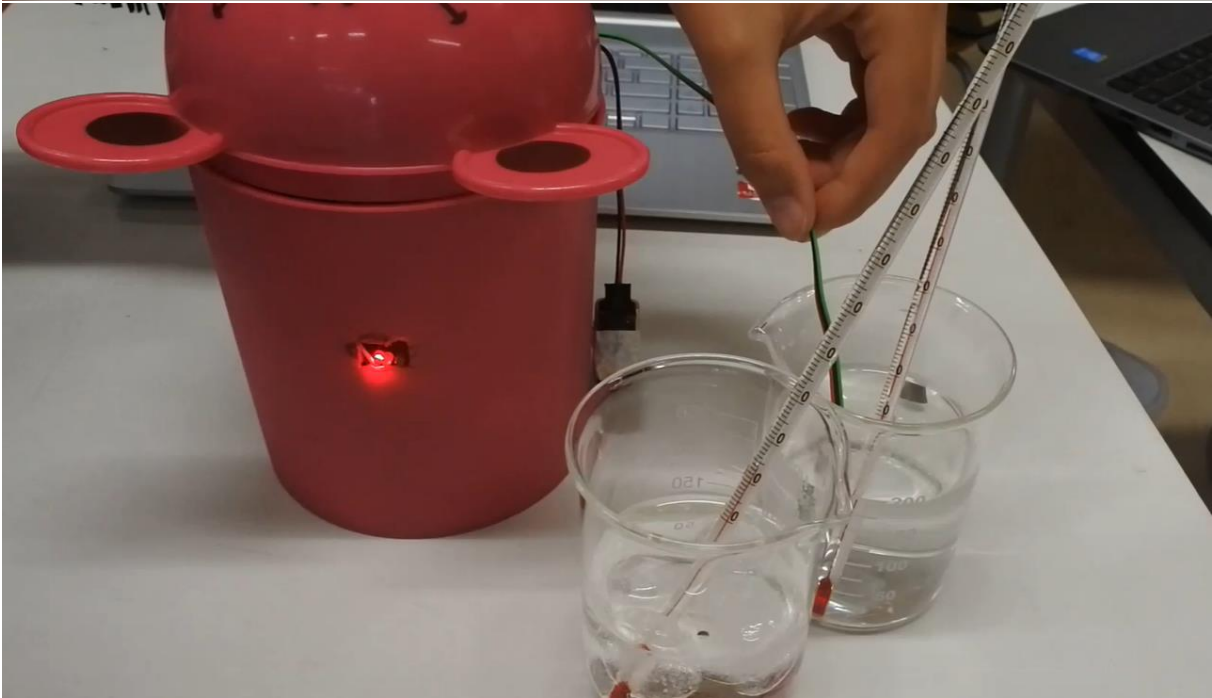
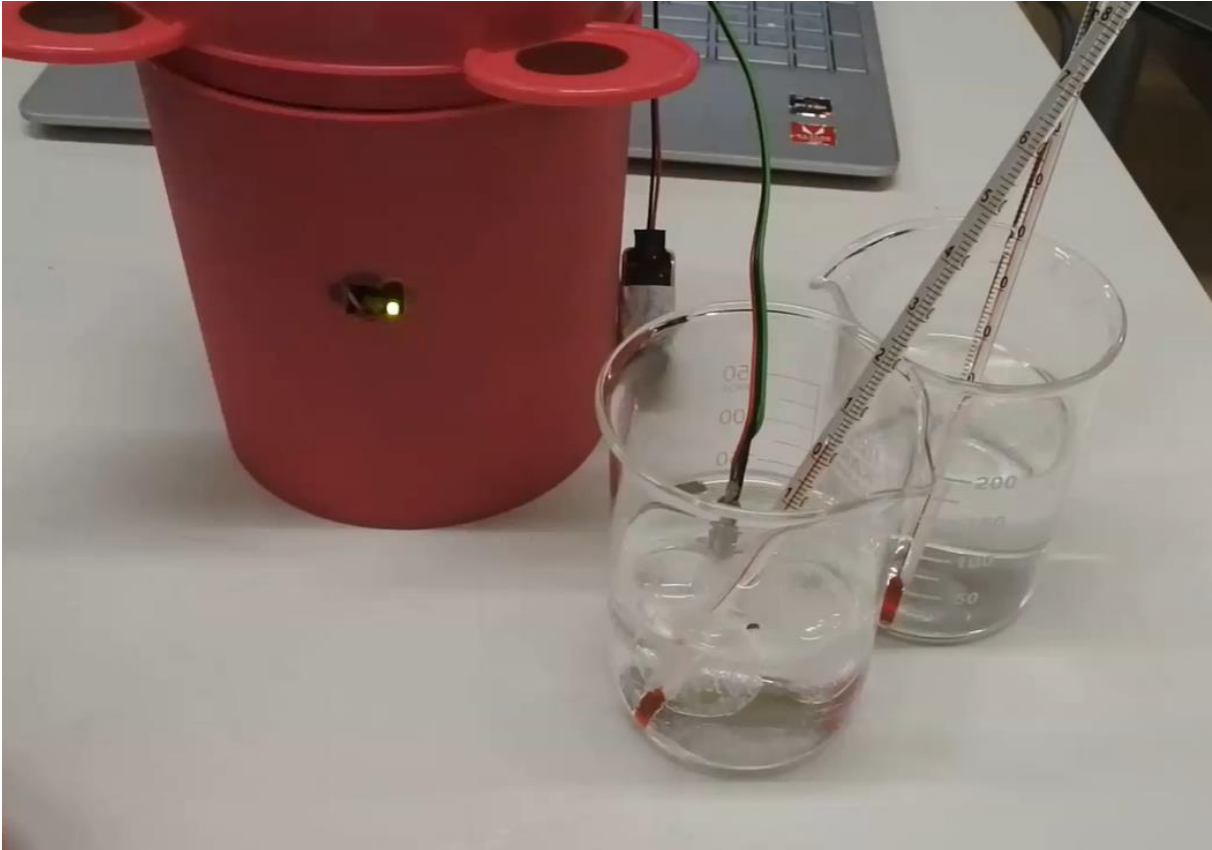
**Hoofdtak:** Prullenbakken niet meer laten stinken.

Deeltaken	Uitwerkingen			
	1	2	3	4
1. Meten wanneer prullenbak vol zit.	Vochtigheidsmeter	Sensor	SD-kaart.	
2. Meten wanneer prullenbak stinkt.	Vochtigheidsmeter	Thermometer		
3. Aangeven dat prullenbakken opgehaald moeten worden.	Alarm op telefoon	Lichtjes	Berichtje naar telefoon	
4. Zorgen dat er schone lucht bij komt.	Airco	Luchtverfrisser		
5. Arduino moet afgezonderd zijn van het afval	Klein en compact bakje in de prullenbak	Eventueel bakje buiten de prullenbak		
Eigenschappen				
Stevig	Hard plastic.			
Gebruiksvriendelijk	Geen harde randen	Duidelijke handleiding	Makkelijk te plaatsen	Makkelijk te gebruiken voor iedereen

Prototype



Testen



Een ventilator op zonne-energie voor snel opwarmende geparkeerde auto's

Programma van eisen

## Fase 2: Pakket van eisen

- De ventilator moet werken op schone energie.
- De ventilator moet aan gaan vanaf een bepaalde temperatuur.
- De ventilator moet de hele auto koel maken.
- De ventilator moet aan en uit kunnen.
- De ventilator moet een klein formaat zijn.
- De ventilator moet stabiel kunnen staan.

Deeluitwerkingen/ideeëntabel

Taak:	Idee 1:	Idee 2:	Idee 3:
Koele lucht blazen	Met water.	Met lucht.	-
Hij moet aan Kunnen	Een aanknop maken.	Hij gaat automatisch aan boven een bepaalde temperatuur.	Via een app de ventilator aan zetten.
Hij moet uit kunnen	Een uitknop maken.	Hij gaat automatisch uit onder een bepaalde temperatuur.	Via een app de ventilator uit zetten.
Boven 23 graden gaat moet het rode lichtje branden	Temperatuurmeter in arduino programmeren en als hij boven de 23 graden meet dan moet het rode lichtje branden.	De arduino moet aan het zonnepaneel aangeven als het 23 graden is dat die dan geen zonne-energie meer opslaat.	-
Onder 23 graden moet het groene lichtje branden	Temperatuurmeter in arduino programmeren en als hij onder de 23 graden meet dan moet het groene lichtje branden.	De arduino moet aan het zonnepaneel aangeven als het minder dan 23 graden is dat die dan geen zonne-energie meer opslaat en dan het groene lichtje gaat branden.	-
De zonne-energie moet worden opgeslagen	De zonne-energie opslaan in een oplaadbare batterij.	De zonne-energie omzetten in waterstof.	De zonne-energie gelijk gebruiken.
De lucht moet worden verspreid	Een torenventilator gebruiken. (Langwerpig)	Een propeller gebruiken. (Rond)	-
De arduino moet energie krijgen.	De computer gebruiken.	Een powerbank gebruiken.	Een batterij gebruiken.
De ventilator moet energie krijgen	Powerbank gebruiken.	Twee zonnepanelen gebruiken.	Een batterij gebruiken.

De tekst die rood is, die hebben wij uitgevoerd en/of in ons ontwerp verwerkt.

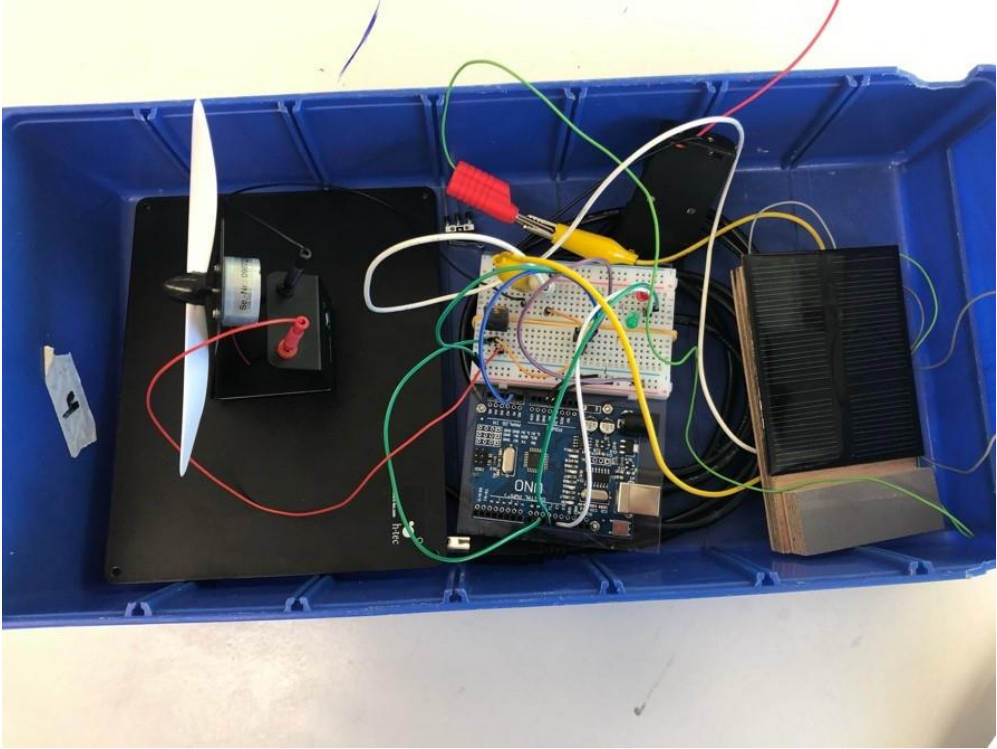
Eigenschap:	Idee 1:	Idee 2:	Idee 3:
Klein formaat	Geen grote materialen gebruiken.	Proberen zo kleine mogelijk te houden, en ook de kleinste onderdelen.	Zo weinig mogelijke materialen gebruiken en ook kleine.
Werken op schone energie	Zonnepanelen gebruiken.	Waterstof gebruiken.	Windenergie gebruiken.
Je moet hem goed weg/vast kunnen zetten en hij moet niet gaan schuiven.	Handige vorm maken.	Antislip aan de onderkant.	Een groot vlak plaatje gebruiken waar de ventilator met behulp van een magneet op vast blijft zitten.

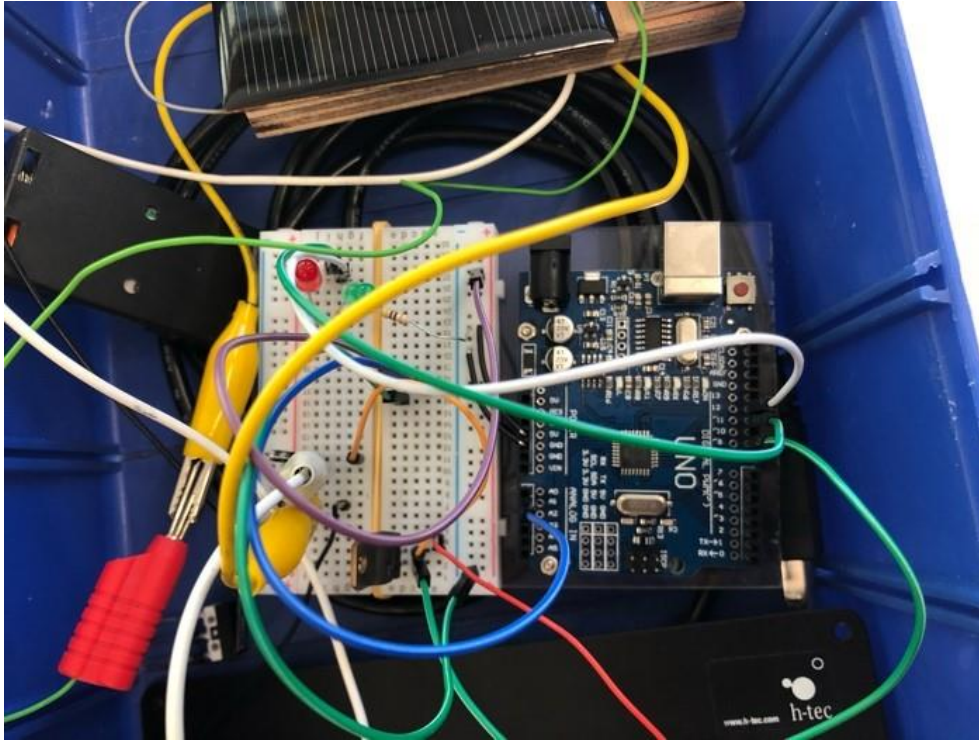
Ontwerpvoorstel

Schets

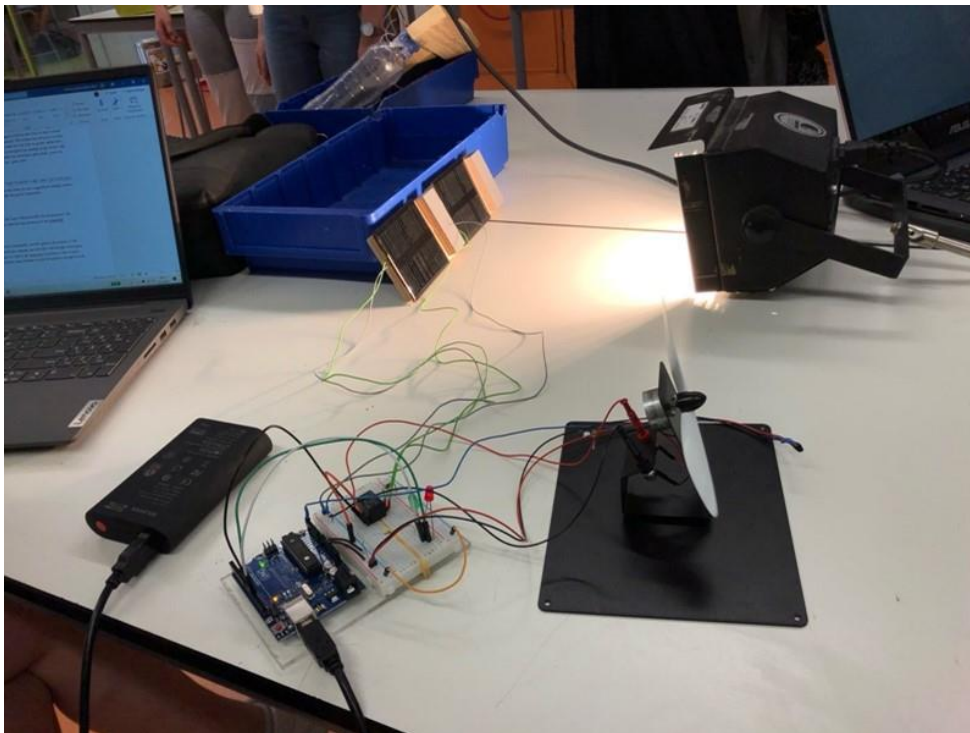


Prototype





Testen



## Blauwalg detector

### Programma van eisen

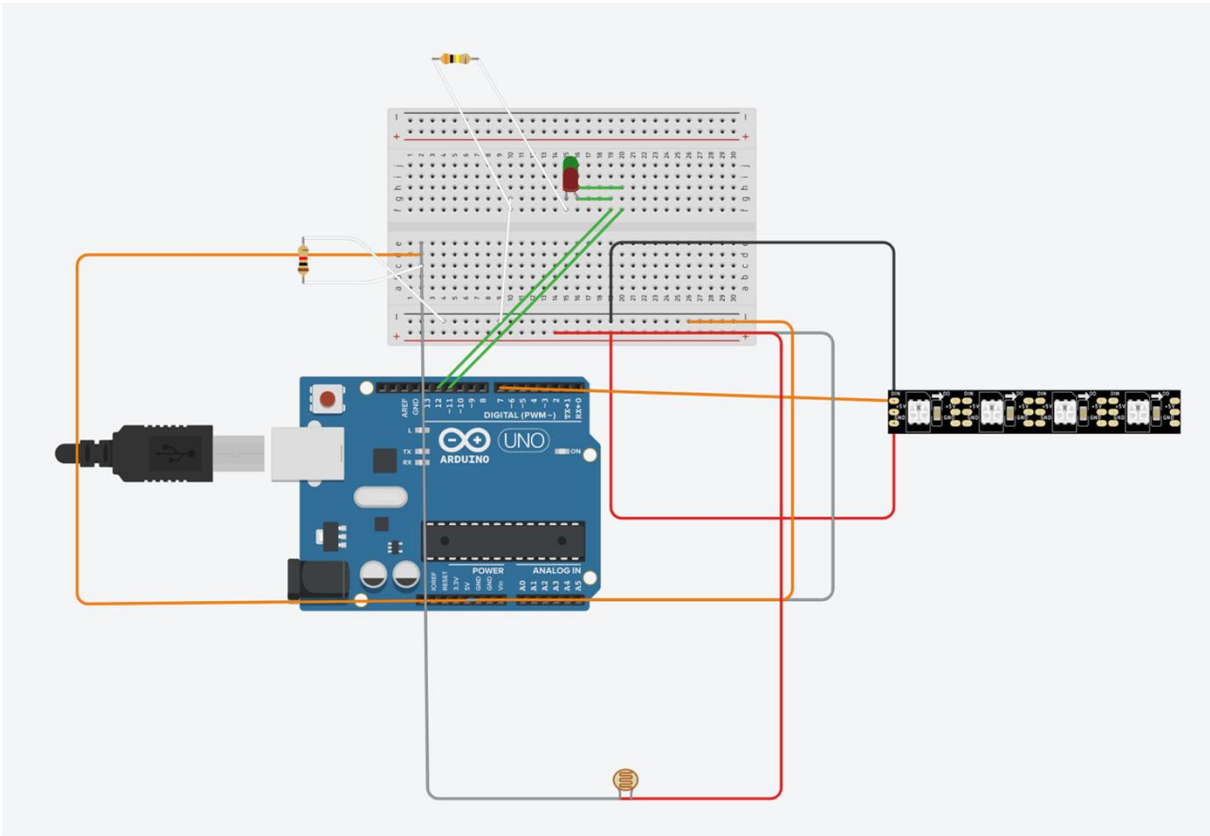
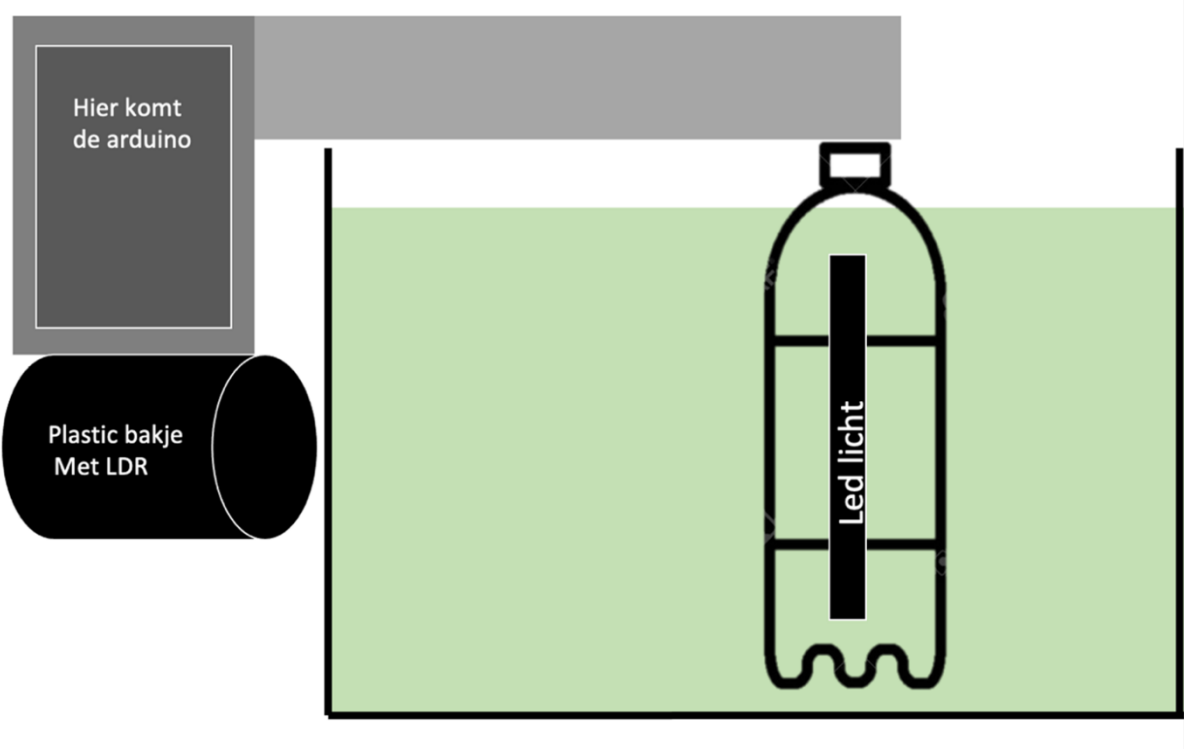
#### Fase 2: Pakket van eisen

Eisen	Wensen
Roestvrij	Niet te opvallend
waterdicht	Geen geluidsoverlast
Iets wat blauwalg constateert	
stevig	
Input - output	

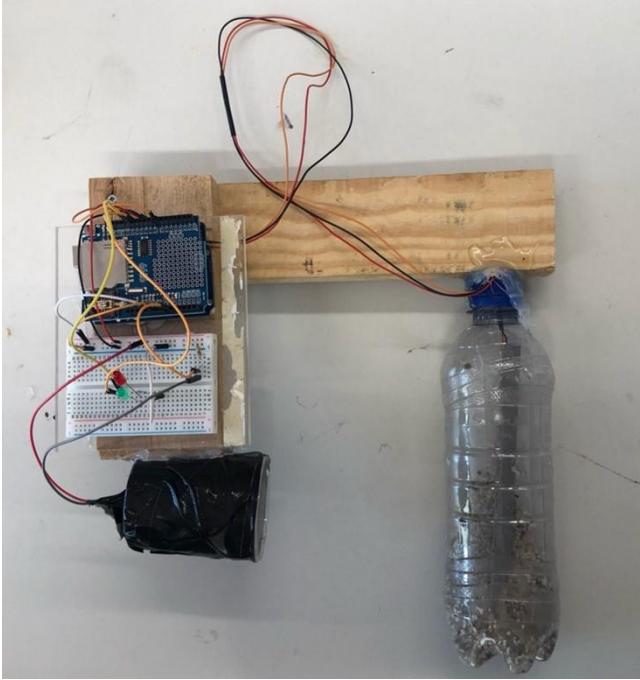
#### Deeluitwerkingen/ideeëntabel

Deeltaken	Uitwerkingen			
	1	2	3	4
Registeren aantal blauwalg (input)	<b>Temperatuuropname</b>	<b>Meting hoeveelheid bacteriën in water</b>	<b>Chlorofyl-A gehalte bepalen</b>	<b>Doorlaatbaarheid water meten d.m.v. licht</b>
Output	<b>Alarm op je telefoon</b>	<b>Led lichtjes (groen en rood)</b>	<b>Signalen gaan naar de gemeente</b>	
Stevig	<b>Hout</b>	<b>Metaal</b>	<b>Plastic</b>	<b>Kunststof</b>
Roestvrij	<b>Hout</b>	<b>Roestvrijstaal</b>	<b>Plastic</b>	<b>Kunststof</b>
Waterdicht	<b>Plastic flesjes</b>	<b>Ervoor zorgen dat het niet onderwater hoeft</b>		

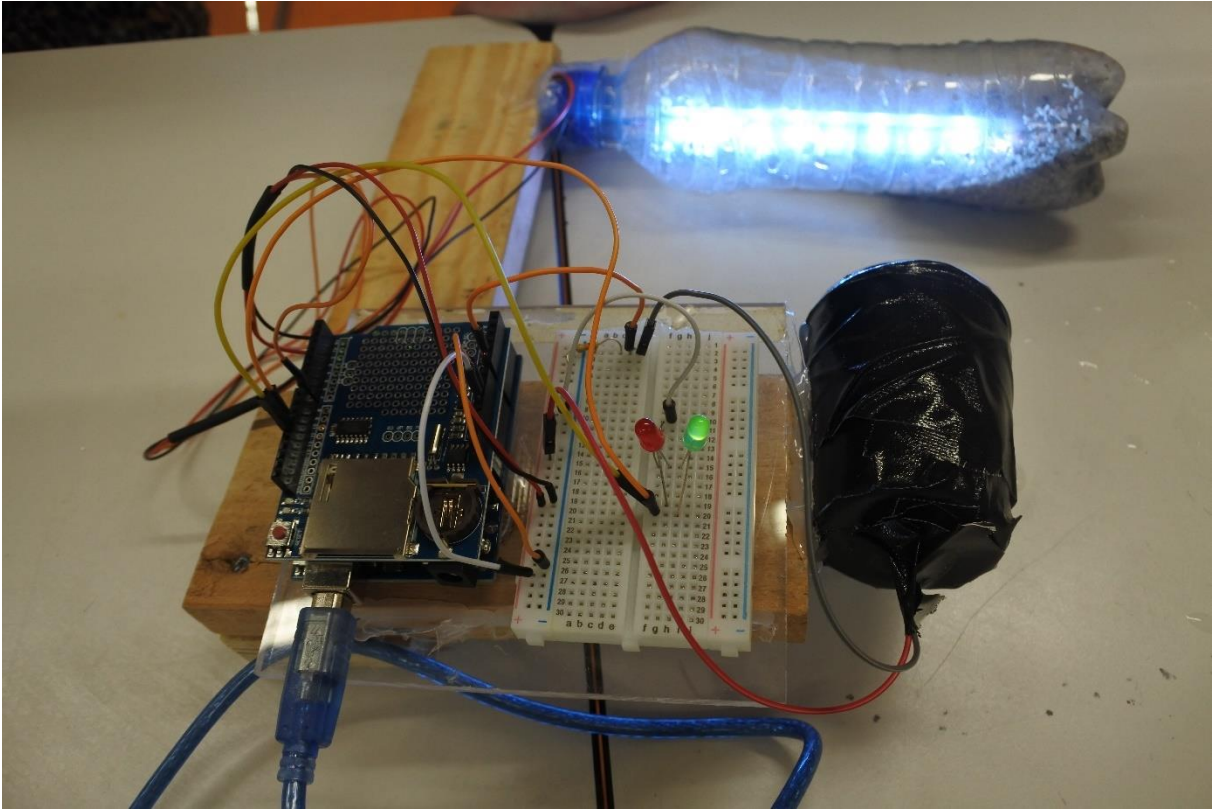
Ontwerpvoorstel

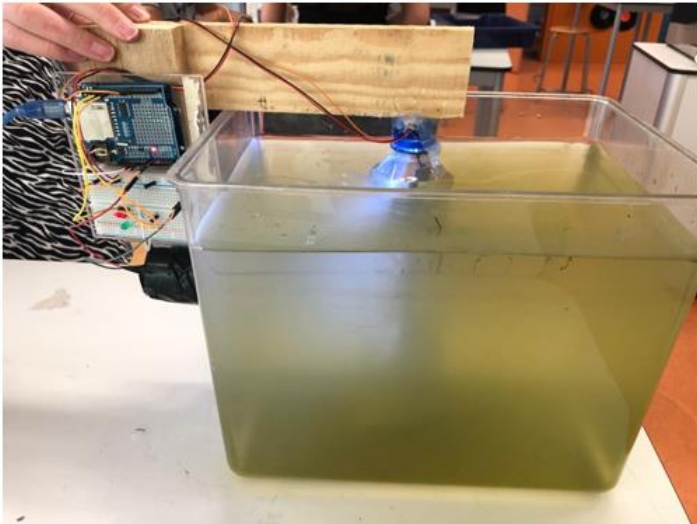


Prototype

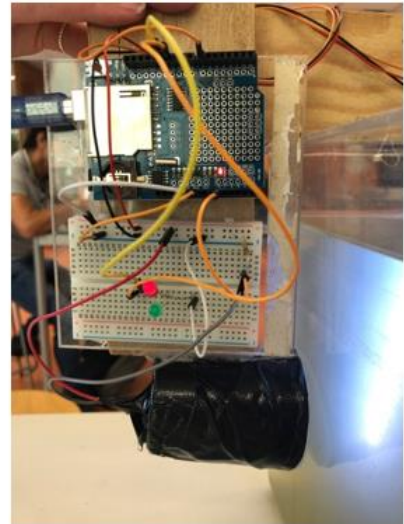


Testen

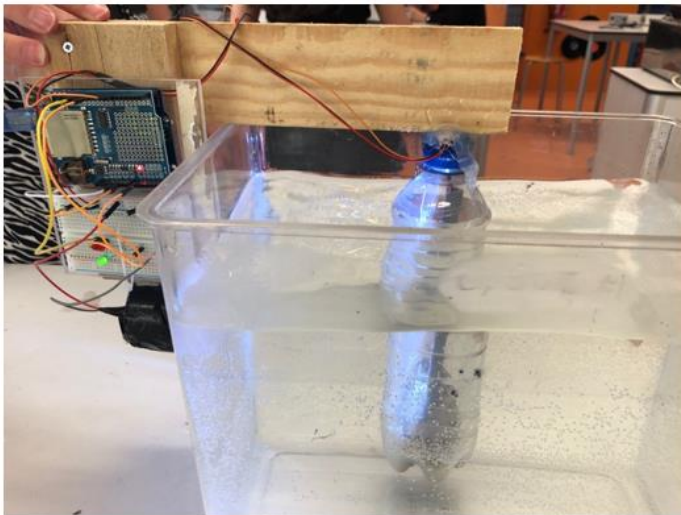




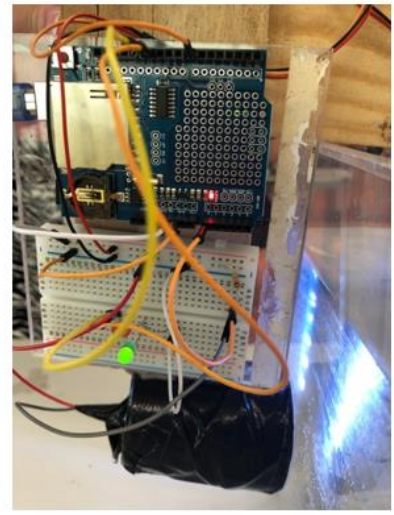
*Afbeelding 3: ontwerp in water met blauwalg.*



*Afbeelding 4: rode LED brandt*



*Afbeelding 5: ontwerp in schoon water.*



*Afbeelding 6: Groene LED brandt*

## Een slimme drinkbeker

### Programma van eisen

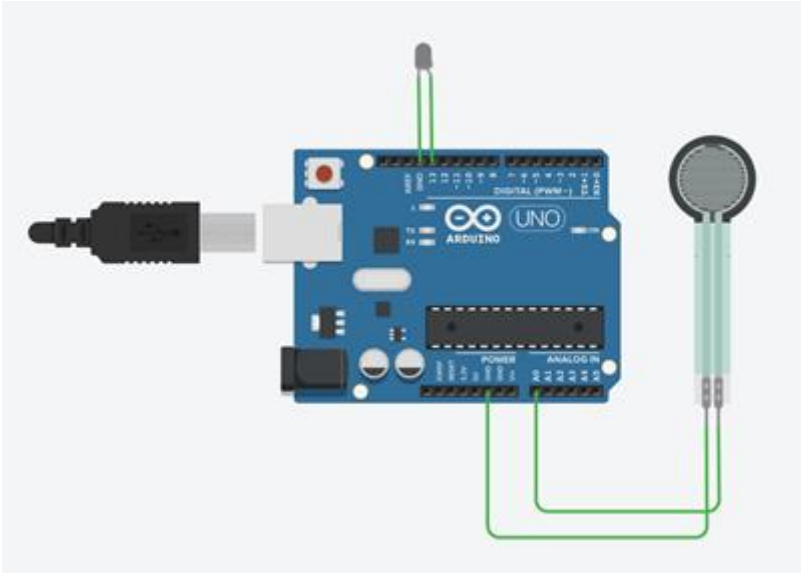
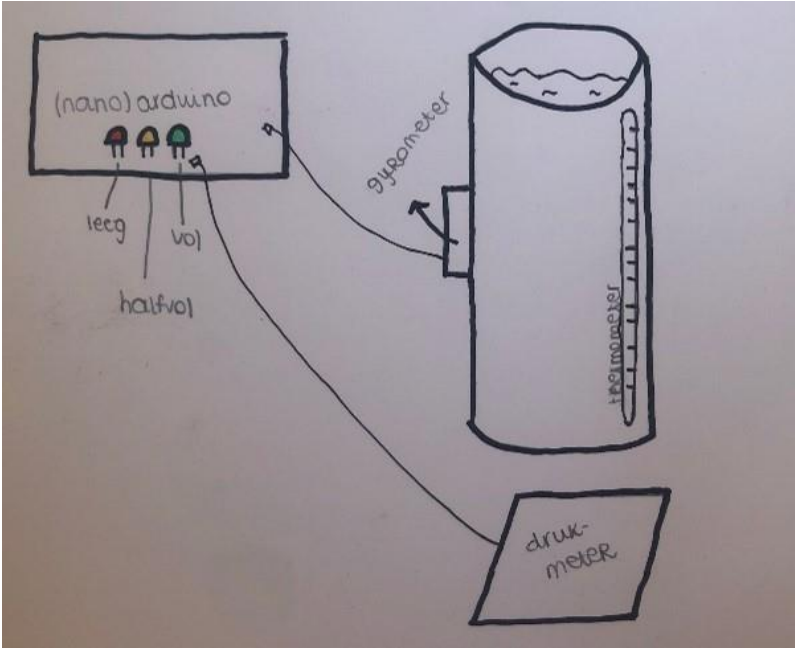
#### **Onze eisen**

- Iets dat de hoeveelheid water en hoeveelheid beweging meet.
- Duidelijk signaal geven als je wat moet drinken.
- Meter die duidelijk is, en nauwkeurig meet hoeveel je hebt gedronken.
- Geeft zelf aan hoeveel water je per dag drinkt als persoonlijk doel.
- Element dat de tijd duidelijk heeft, waardoor we kunnen rekenen.
- Goede afwerking, door de arduino en dergelijke bijvoorbeeld onder de fles te kunnen verwerken.
- Een goede curve maken, met de eerste meetwaarden die we straks gaan meten.
- Zorgen dat de arduino los kan werken van de laptop.
- Makkelijk gebruik en duidelijke signalen, voor iedereen toegankelijk.
- Het toevoegen van een SD-kaart die gegevens onthoudt.

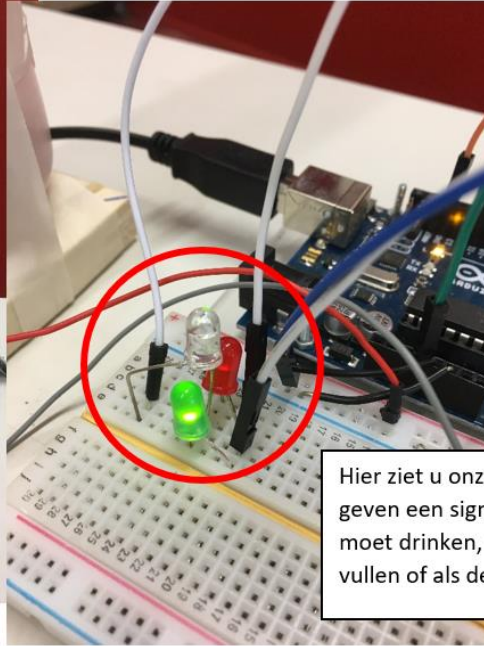
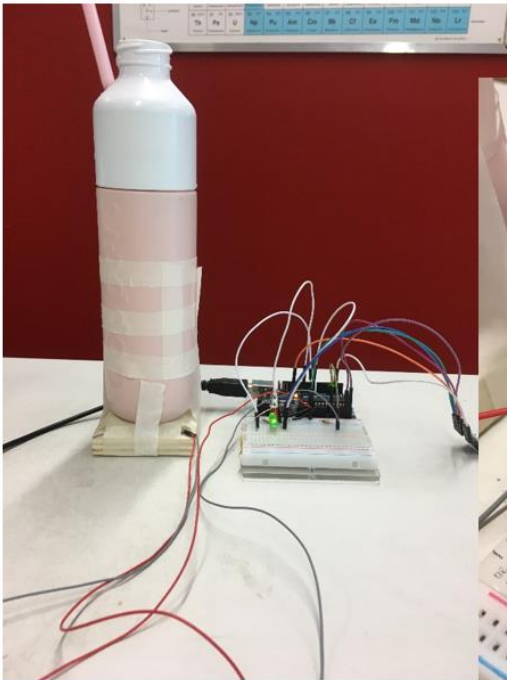
## Deeluitwerkingen

- Sensor die meet hoeveel water uit de fles gaat OF een gyroscoopsensor met sensor die bewegingen van de fles vastlegt. Uiteindelijk willen we de gyrometer aan de drukmeter verbinden, waardoor de gyrometer kan aangeven dat de fles ongeveer stil staat, zodat we een goed kloppende meting kunnen doen met de drukmeter. De drukmeter meet dan pas als de gyrometer aangeeft dat de fles stilstaat. Hierdoor gaan de aangesloten ledjes niet onnodig aan.
- Temperatuur moet gemeten worden vanaf de buitenkant van de fles. Dit willen we oplossen door bijvoorbeeld een klein bandje te maken dat om de fles kan, waar een thermometer aan zit. Ook zouden we kunnen kijken of we de temperatuur van een actuele site kunnen halen, omdat als de thermometer in je tas hebt, hij de precieze temperatuur kunt meten. Ook kan je een lijst geven met liters bij de bepaalde temperaturen. Met de gemeten buiten temperatuur willen we verschillende curves maken, die we verwerken in de code, waardoor de hoeveelheid water die je moet drinken past bij de temperatuur in je omgeving.
- We willen een drukmeter gaan gebruiken om de hoeveelheid water in de drinkbeker te meten. De maken we dan aan de onderkant van de beker, en als de drinkbeker dan recht op staat (seintje van de gyrometer) dan kan de drukmeter gaan meten.
- De drukmeter willen we in verbinden zetten met een paar lampjes, die bijvoorbeeld aangaan als je nog wat moet drinken, als je bijna bij je doel bent, of als de fles gevuld moet worden of als je de drinkbeker hebt leeg gedronken. De lampjes zijn ook een soort motivatie, om de lampjes te laten branden, moet je eerst drinken.
- Om te kunnen rekenen hoeveel iemand nog moet drinken, willen we graag een RTC gaan gebruiken. Deze Real Time Clock houdt rekening met de tijd, en weet precies welke dag/maand/jaar/uur het is. Dit is handig, want zo kan er nooit een fout ontstaan bij het rekenen met de curve die wij erbij hebben bedacht.
- Om de fles mooi te gaan afwerken willen we een nano-arduino gaan gebruiken. Dit is gewoon een kleinere arduino, die gewoon mooier is voor de afwerking. Eventueel kunnen we deze dan onder de fles gaan verwerken. Maar dit is iets waar we pas later aan kunnen denken, omdat we eerst de code en losse elementen moeten laten werken.
- enen met de hoeveelheid water en de tijd willen we een curve gaan maken. Deze curve moet aangepast kunnen worden aan de buiten temperatuur. Door een curve te maken en deze in de code te verwerken, kan de arduino zelf rekenen hoeveel je nog moet drinken (bijvoorbeeld) per uur of per dag.
- Om de arduino los te laten werken van de laptop, moeten we er een accu aanmaken en hebben we een SD-kaart nodig. Zo kan de arduino op zichzelf gaan werken, want zo is die natuurlijk ook makkelijk om mee te nemen.

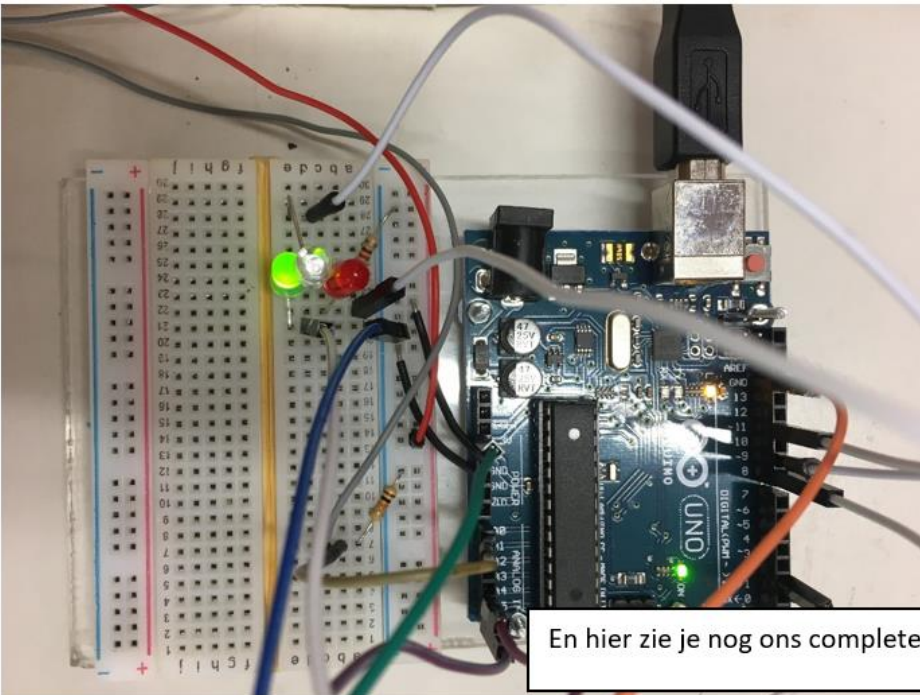
Ontwerpvoorstel



## Prototype en testen



Hier ziet u onze ledjes. Deze ledjes geven een signaal als je nog wat moet drinken, de fles opnieuw moet vullen of als de fles vol zit.



En hier zie je nog ons complete arduino bordje.

## Een duurzaam ventilator system

### Programma van eisen

#### Pakket van eisen en wensen:

1.	Het ontwerp moet er mooi uitzien ( <i>geschikt als decor</i> )	Een wens
2.	Waterstof aanmaken	Een eis
3.	Temperatuur sensor instellen op 25 graden Celsius	Een eis
4.	Energie waar de waterstof cel apparaat op werkt moet van het zonnepaneel komen	Een eis
5.	Ventilator moet werken mits het warmer is dan 25 graden Celsius, dan moet er waterstof worden geproduceerd.	Een eis

### Deeluitwerkingen/ideeëntabel

#### Ideeëntabel:

Deeltaken	Uitwerkingen			
	1	2	3	4
Programmeren	Arduino aanpak: wat willen we?	Code schrijven	BME testen	Code aansluiten en testen anders terug naar stap 2
Een werkende waterstof opstelling	De onderdelen verzamelen en in elkaar zetten	Waterstof cel apparaat testen	Aansluiten aan het project	
Prototype bouwen	Waterstof werkend maken	Arduino code maken	Ventilator aansluiten	Alles aansluiten aan elkaar
<b>Eigenschappen</b>				
Handig	Overzichtelijk, niet te veel draden	Kan handmatig nog dingen veranderen	Kunnen aan de hand met de code alles regelen	
Gebruiksvriendelijk	Draden/opstelling Netjes	Veilige geïsoleerde draden		

**Hoofzaak:** Een werkend project hebben met een ventilator en een waterstof cel apparaat, die voldoet aan de eisen die in fase 2 zijn vermeld.

Ontwerpvoorstel en testen

