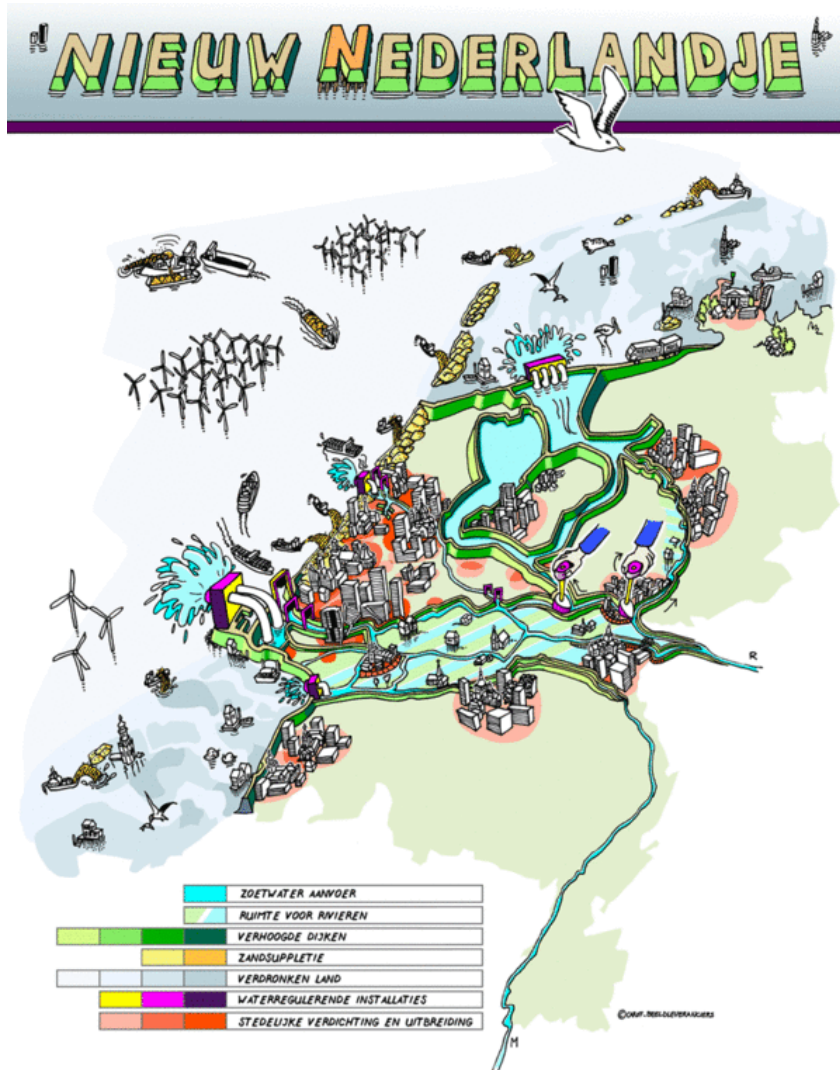


# Concept Mapping in het aardrijkskunde onderwijs

*Een ontwerponderzoek*



Student: D.J.R. Bogaarts  
Studentnummer: 5544335  
Begeleider: Tim Favier  
Universiteit: Universiteit Utrecht  
Master: Geografie, Educatie & Communicatie  
Cursus: Masterthesis  
Datum: 20-08-2019

*Figuur 1 op het voorblad: Nieuw Nederlandje. Bron: Delft Integraal (Wassink, 2018).*

*Alle schema's en foto's in het onderzoek zijn door de onderzoeker vervaardigd, tenzij anders staat vermeld.*

## Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis “*Concept Mapping in het aardrijkskundeonderwijs*” met als thema: “Klimaatverandering en de gevolgen voor West-Nederland”. De keuze voor dit onderwerp is gebaseerd op het artikel “Nieuw Nederlandje”. Het artikel beschrijft welke maatregelen Nederland in de toekomst zou kunnen nemen gelet op de (sneller) stijgende zeespiegel als gevolg van de wereldwijde klimaatverandering (Wassink, 2018). Het artikel diende als inspiratie voor het thema van de werkvorm.

Deze masterthesis bestaat uit een ontwerponderzoek naar ontwerpprincipes van een werkvorm voor het vervaardigen van concept maps. Het gaat over werkvormen waarin leerlingen leren hoe zij een concept map kunnen gebruiken en hoe zij kunnen deelnemen aan de werkvorm concept mapping. Deze thesis gaat over werkvormen waarin leerlingen de onderlinge processen en relaties tussen verschillende (aardrijkskundige) concepten leren begrijpen. Veel geografische en geologische processen zijn beter te duiden wanneer deze in een schema worden weergegeven. Voor een lezer is een schema een andere manier van het verwerken van informatie dan het lezen van een tekst.

Dit ontwerponderzoek is met hulp van vele mensen tot stand gekomen. Allereerst zou ik graag mijn scriptiebegeleider, Dhr. Favier, willen bedanken voor zijn wijze raad en feedback op zowel het proces als de inhoud. Daarnaast wil ik graag de professionals bedanken voor het delen van hun ervaringen en hun expertise. Ook wil ik graag mijn collega's en leerlingen bedanken voor hun waardevolle meningen en medewerking. Bovendien wil ik graag mijn ouders, familie, vrienden en kennissen bedanken voor het geduld en medeleven. Ten slotte wil ik graag mijn vriendin bedanken voor haar steun en toeverlaat tijdens het schrijven van mijn thesis.

Naaldwijk, augustus 2019.

Daan Bogaarts

## Samenvatting

Geografisch relationeel leren denken kan worden gezien als een hogere orde denken vaardigheid. Het leren leggen van relaties tussen concepten is een belangrijke vaardigheid binnen het schoolvak aardrijkskunde in het voortgezet onderwijs. Betekenisvol aardrijkskundeonderwijs kan met behulp van uitdagende en interactieve werkvormen worden vormgegeven. Concept mapping werkvormen zouden kunnen helpen bij het stimuleren van het geografisch relationeel leren denken van leerlingen. Op deze manier kunnen zowel de leerstrategie als het leerrendement van de leerlingen worden verhoogd. Om een concept mapping werkvorm te creëren, biedt een ontwerponderzoek uitkomst. Dit onderzoek is een ontwerponderzoek naar ontwerpprincipes van een educatief ontwerp voor het maken van een concept mapping werkvorm. De onderzoeker heeft getracht deze ontwerpprincipes te achterhalen door middel van de volgende onderzoeksvraag:

**“Welke ontwerpprincipes van een educatief ontwerp voor het maken van concept mapping werkvormen kunnen worden ontwikkeld om het relationeel leren denken van leerlingen te stimuleren in betekenisvol aardrijkskundeonderwijs?”**

Door het uitvoeren van een ontwerponderzoek is een antwoord gevonden op de onderzoeksvraag. Het onderzoek is verdeeld in twee fasen: een oriëntatiefase en een ontwerpfasen. In de oriëntatiefase is de opzet en de aanpak van het ontwerponderzoek vormgegeven. Hierin staan de deelvragen van zowel de oriëntatiefase als de ontwerpfasen weergegeven. Deze zijn beantwoord in de resultaten van zowel de oriëntatiefase als de ontwerpfasen.

Met behulp van relevante literatuur zijn voorlopige ontwerpprincipes opgesteld. Tijdens de ontwerpfasen zijn deze aangevuld. In de ontwikkelingsfasen van de concept mapping werkvorm zijn de voorlopige ontwerpprincipes geoperationaliseerd. Daarna zijn deze gebruikt om voorbeeldlesmateriaal te ontwikkelen door middel van het voorleggen, evalueren en aanpassen van het lesmateriaal aan de scriptiebegeleider, experts, aardrijkskundedocenten en leerlingen.

Naar aanleiding van het ontwerponderzoek kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan voor het ontwikkelen van toekomstig lesmateriaal dat het geografisch relationeel denken van leerlingen tracht te stimuleren. De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- Het gebruik van een goede website is essentieel om een concept mapping werkvorm te construeren.
- Het opstellen van een leerlijn van de onderbouw tot en met de bovenbouw om de implementatie van de concept mapping werkvorm te bewerkstelligen.
- Een cursus over schematiseerwerkvormen binnen het voortgezet onderwijs aanbieden, zodat docenten kennis opdoen over het schematiseren en de toepassing daarvan in hun lessen waardoor ook docenten uit andere vakgebieden de concept mapping werkvormen toe gaan passen.

## Summary

Geospatial relational thinking can be seen as a high order thinking skill. Learning to establish relationships between concepts is an important skill within the geography school subject in secondary education. Meaningful geography education can be designed with the help of challenging and interactive teaching methods. Concept mapping methods could help to stimulate students' geospatial relational thinking. In this way, both the learning strategy and the learning efficiency of the students can be increased. To create a concept mapping method, a design study offers a solution. This research is a design research into the design principles of an educational design for creating a concept mapping method. The researcher has attempted to discover these design principles through the following research question:

**"Which design principles of an educational design for creating concept mapping methods can be developed to stimulate pupils' relational learning in meaningful geography education?"**

By conducting a design study, an answer was found to the research question. The research is divided into two phases: an orientation phase and a design phase. The design and an approach of the design research were given in the orientation phase. It contains the sub-questions of both the orientation phase and the design phase. These have been answered in the results of both the orientation phase and the design phase.

Preliminary design principles have been drawn up with the help of relevant literature. These were described during the design phase. The provisional design principles were operationalized during the development phases of the concept mapping method. They were then used to develop exemplary teaching material by submitting, evaluating and adapting the material to the thesis supervisor, experts, geography teachers and students.

Following the design research, a number of recommendations can be made for the development of future teaching material that seeks to stimulate the relational thinking of students. The most important recommendations are:

- The use of a good website is essential to construct a concept mapping method.
- The preparation of a learning line from the lower years up till the upper years to realize the implementation of the concept mapping method.
- Offer a course on schematization methods within secondary education, so that teachers gain knowledge about schematization and the application in their lessons, so that teachers from other disciplines also apply the concept mapping methods.

# Inhoud

Voorwoord .....	3
Samenvatting.....	4
Summary .....	5
Inleiding .....	8
1.1. Aanleiding .....	8
1.2. Doelstelling .....	8
1.3. Vraagstelling .....	8
1.4. Onderzoeksopzet.....	8
1.5. Maatschappelijke relevantie.....	9
1.6. Wetenschappelijke relevantie .....	9
2. Oriëntatiefase.....	10
2.1. Kenmerken van ontwerponderzoek .....	10
2.2. Aanpak van de oriëntatiefase .....	12
2.3. Aanpak van de ontwerpfase .....	12
3. Resultaten van de oriëntatiefase .....	15
3.1 Typen schema's.....	15
3.2 Typen relaties en schema's binnen het schoolvak aardrijkskunde .....	18
3.3 Relationeel denken in het aardrijkskundeonderwijs.....	21
3.4 Verschillende typen schematiseerwerkvormen.....	23
3.5 De meerwaarde van concept mapping werkvormen in het onderwijs volgens de literatuur.....	24
3.6 Uitdagingen bij het maken en uitvoeren van concept mapping werkvormen volgens de literatuur. ....	28
3.7 De integratie van concept mapping werkvormen in de lessen aardrijkskunde. ...	29
3.8 Voorlopige ontwerpprincipes.....	30
4. Resultaten ontwerpfasen .....	31
4.1 Ontwikkelfase 0: van de operationalisering van de theorie naar een productvoorstel .....	31
4.2 Ontwikkelfase 1: van een productvoorstel tot een globaal uitgewerkt product. ...	35
4.3 Ontwikkelfase 2: van een globaal uitgewerkt product naar een gedeeltelijk uitgewerkt product. ....	38
4.4 Ontwikkelfase 3: Van een gedeeltelijk uitgewerkt product tot een volledig uitgewerkt product .....	43

4.5	Ontwikkelfase 4: Van een volledig uitgewerkt product tot een definitief product.....	47
4.6	Definitief product .....	51
5	Conclusie .....	60
6	Discussie.....	62
6.1	Sterkten.....	62
6.2	Zwakten .....	63
6.3	Aanbevelingen .....	63
7	Bibliografie .....	64
8	Bijlagen .....	67
A.	Topiclijst interviews met experts.....	67
B.	Interview met Marjolein Cox op vrijdag 03-05-2019 .....	68
C.	Interview met Tom Wils op donderdag 09-05-2019 .....	71
D.	Interview met Jan Karkdijk op dinsdag 14-05-2019 .....	74
E.	Evaluatie-matchboard.....	76

# Inleiding

In deze inleiding staan de aanleiding, doel- en vraagstelling, de onderzoeksopzet, de maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie en ten slotte de leeswijzer van de thesis aan bod.

## 1.1. Aanleiding

In de schoolboeken van het schoolvak aardrijkskunde staan vaak teksten waarin moeilijke concepten en relaties daartussen naar voren komen. De teksten zijn een verbale vorm van informatie. Om leerlingen te helpen om de teksten begrijpend te kunnen lezen, kan een schema uitkomst bieden. Een voorbeeld van zo'n schema is een *concept map*. Daarin worden relaties tussen concepten overzichtelijk neergezet. Onder andere Novak en Cañas hebben al veel onderzoek gedaan naar concept maps, maar er zijn nog weinig onderzoeken gedaan naar de mogelijkheden binnen het schoolvak aardrijkskunde. Concept maps kunnen handig zijn bij het verwerken van kennis over een bepaald thema. Echter, er is nog weinig bekend over de kenmerken van ontwerpprincipes voor het maken van concept mapping werkvormen voor het schoolvak aardrijkskunde. *Concept mapping* betekent het vervaardigen van *concept maps*. Uit de literatuur kunnen didactische principes herleid worden voor het maken van concept maps, maar deze zijn niet specifiek gericht op het schoolvak aardrijkskunde. Daarnaast zijn de principes niet gericht op het ontwerpen van een concept mapping werkvorm. Bovendien rijst de vraag hoe deze principes over het ontwerpen van concept mapping werkvormen gebruikt kunnen worden in de praktijk.

## 1.2. Doelstelling

Dit onderzoek heeft twee doelstellingen. Het eerste doel is een educatief ontwerp voor het aardrijkskundeonderwijs te maken dat bestaat uit verschillende concept mapping werkvormen. Het tweede doel is kennis te ontwikkelen over de kenmerken van concept maps, in de vorm van ontwerpprincipes.

## 1.3. Vraagstelling

Om gericht onderzoek te kunnen doen naar de ontwerpprincipes voor het maken van concept mapping werkvormen in het aardrijkskundeonderwijs is een goede onderzoeksvraag cruciaal. De vraagstelling van dit onderzoek is:

*“Welke ontwerpprincipes van een educatief ontwerp voor het maken van concept mapping werkvormen kunnen worden ontwikkeld om het relationeel leren denken van leerlingen te stimuleren in betekenisvol aardrijkskundeonderwijs?”*

## 1.4. Onderzoeksopzet

In de onderzoeksopzet wordt de inhoud van de hoofdstukken beschreven. Het onderzoek was gericht op het toepassen van ontwerpprincipes voor het maken van schema's in betekenisvol aardrijkskundeonderwijs om zo het relationeel leren denken van de leerlingen over een bepaald thema te stimuleren. In dit onderzoek stond het



thema: “*klimaatverandering en de gevolgen voor West-Nederland*” centraal. Het onderwerp leende zich perfect voor het vervaardigen van concept mapping werkvormen vanwege de diverse relaties tussen de concepten. Door de leerlingen deze relaties in een concept map te laten verwerken, werd het leerproces voor hen inzichtelijk. Een logische aanpak om dit te onderzoeken, was de keuze voor een ontwerponderzoek. Het onderzoek bestond uit een oriëntatiefase en een ontwerpfase. Voor het onderzoeken van de ontwerpprincipes was, in deze thesis, ervoor gekozen om het onderzoek vorm te geven aan de hand van de handleidingen van Stichting Leerplanontwikkeling (SLO). In de oriëntatiefase in hoofdstuk 2 is de aanpak van het onderzoek en de keuze voor een ontwerponderzoek nader toegelicht. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de oriëntatiefase beschreven. In hoofdstuk 4 is de ontwerpfase opgenomen en in hoofdstuk 5 zijn de resultaten van de ontwerpfase beschreven. In hoofdstuk 6 zijn op basis van het onderzoek conclusies getrokken. In hoofdstuk 7 zijn de discussie en aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek opgenomen.

### 1.5. Maatschappelijke relevantie

Dit ontwerponderzoek is voor zowel docenten als leerlingen van belang. Lesgevende aardrijkskundedocenten kunnen na het lezen van dit onderzoek beter begrijpen hoe leerprocessen bij leerlingen verlopen wanneer zij werken met werkvormen waarin leerlingen relaties tussen concepten moeten leggen. In dit onderzoek worden ontwerpprincipes ontwikkeld die aardrijkskundedocenten handvatten kunnen geven, zodat zij zelf schema's kunnen ontwikkelen en daarbij werkvormen kunnen maken. Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek weten aardrijkskundedocenten hoe zij het relationeel leren denken van leerlingen kunnen stimuleren en naar een hoger niveau kunnen tillen.

### 1.6. Wetenschappelijke relevantie

Het maken van schema's wordt vaak gebruikt in academische disciplines, zoals accountancy, financiën, ontwerpen, statistiek, biologie, verpleegkunde, medicijnen, begrijpend lezen en diergeneeskunde (Davies, 2010). Echter, er is nog weinig kennis over de aard en de kenmerken van goede aardrijkskundige schema's. Dit onderzoek draagt bij aan de ontwikkeling van theoretische kennis over de aard van aardrijkskundige concept mapping werkvormen. In deze thesis wordt algemene theorie over concept mapping en de kern van het schoolvak aardrijkskunde samengebracht en omgezet naar theorie voor het ontwikkelen van ontwerpprincipes van concept mapping werkvormen voor het schoolvak aardrijkskunde.

## 2. Oriëntatiefase

De aanpak van het onderzoek valt uiteen in drie delen. In 2.1 wordt besproken wat de doelen en de kenmerken zijn van ontwerponderzoek in het algemeen. In 2.2 komt de aanpak van de oriëntatiefase van dit onderzoek aan bod en worden de deelvragen opgesteld. In 2.3 wordt de aanpak van de ontwerpfase van dit onderzoek toegelicht en worden de deelvragen opgesteld.

### 2.1. Kenmerken van ontwerponderzoek

Een ontwerponderzoek is “een systematische benadering van (onderwijs)problemen, waarin door middel van geïntegreerde ontwerp- en onderzoeksactiviteiten een tweeledig doel wordt nagestreefd: praktijkverbetering en kennisgroei (van den Akker, 1999). Ontwerponderzoek is opgezet om zowel in de praktijk, met bepaalde kenmerken van innovatie, als in de wetenschap, te leiden tot een continue verbetering van het onderwijs (Bereiter, 2002, p. 321). Dit type onderzoek wordt gedefinieerd als “het systematisch ontwerpen, testen en evalueren van interventies met als doel om op onderzoek gebaseerde verbeteringen voor de lespraktijk te implementeren”. Daarmee kan de kennis over de kenmerken van interventies en de processen worden vergaard door andere professionals om zelf lesmateriaal te ontwikkelen (Plomp & Nieveen, 2013, p. 16). De navolgbaarheid van de verslaglegging is een belangrijk criterium voor de kwaliteit van het onderzoek.

Een eerste kenmerk van ontwerponderzoek is dat het een handig middel is om een interventie te ontwerpen, zoals programma's, onderwijsleerstrategieën en lesmaterialen, producten en systemen. Daarnaast kan een ontwerponderzoek een oplossing voor een complex onderwijsprobleem bieden en de kennis van de kenmerken van interventies vergroten. Bovendien kunnen onderwijsinterventies worden ontworpen, bijvoorbeeld over leerprocessen, leeromgevingen en dergelijke, met als doel om theorieën te ontwikkelen of te valideren (Plomp & Nieveen, 2013).

Een tweede kenmerk is dat de uitkomsten van een ontwerponderzoek direct gebruikt kunnen worden in de onderwijspraktijk. Omdat ontwerponderzoek veelal wordt uitgevoerd in realistische klassensituaties is het een uitdaging om te streven naar algemeen geldende theorieën en methoden. Elke klas kent zijn eigen dynamiek. Ook het niveau van de leerlingen binnen een klas kan behoorlijk verschillen. Kort gezegd, de uitkomsten van het ontwerponderzoek zijn niet automatisch te generaliseren voor de gehele populatie. Het gaat vooral om formatieve en summatieve evaluatie. Er wordt steeds de vraag gesteld wat de kwaliteit is van het ontwerp en hoe het ontwerp verbeterd kan worden. Er wordt gebruik gemaakt van *walkthrough*, *micro-evaluaties* en *try-out* om het ontwerp steeds beter te maken (Valcke, 2010).

Een derde kenmerk van ontwerponderzoek is dat het bijdraagt aan de theorievorming. Een goed rapport over een ontwerponderzoek bevat een uitgebreide beschrijving en (methodische) verantwoording van de genomen stappen, gemaakte keuzes en resultaten.

Een vierde kenmerk is dat toekomstige gebruikers al in een vroegtijdig stadium worden betrokken bij het ontwerpproces om fouten of onjuistheden in het ontwerp te signaleren. Dit wordt gedaan om de relevantie, consistentie, uitvoerbaarheid en effectiviteit van het onderzoek te waarborgen.

Om het ontwerponderzoek te structureren, is het curriculaire spinnenweb een goed middel, zie figuur 2. In het curriculaire spinnenweb wordt vanuit een visie geredeneerd. De visie en de negen onderdelen verwijzen naar het leerproces van de leerling(en). Tijdens de cycli van ontwerpen, testen en evalueren worden verschillende aspecten van het educatief ontwerp aangepast: leerdoelen, leerinhoud, leeractiviteiten etc. De visie vormt het centrale punt in het web waarmee de negen onderdelen samenhangen. Elk onderdeel van het curriculaire spinnenweb heeft een kernvraag met betrekking tot het onderwijzen van leerlingen en het leren door leerlingen (SLO, 2016).

**Figuur 2: Curriculaire spinnenweb**



**Bron: (SLO, 2016).**

De oriëntatiefase (hoofdstuk 3) start met het onderzoeken naar het gebruik van schema's, modellen, concept maps en mind maps in het onderwijs. In de ontwerpfase (hoofdstuk 4) komen progressieve cycli van ontwerpen, testen en formatief evalueren aan bod. Door het toepassen van formatieve evaluatie kan nagegaan worden op welke criteria een ontwerp verbeterd kan worden door te letten op de relevantie, consistentie, uitvoerbaarheid en effectiviteit van een product (SLO, 2015). De relevantie gaat over de vraag of het product voorziet in een behoefte en of het is gebaseerd op recente inzichten. Consistentie houdt in dat het product logisch in elkaar zit en of het in het gehele onderzoek op dezelfde wijze wordt gerapporteerd. Het product is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld, uitvoerbaar in de praktijk en de effectiviteit is gewaarborgd. Het uitgangspunt is dat het definitieve product leidt tot gewenste resultaten (SLO, 2015). Er kunnen verschillende evaluatiemethoden, zoals *screening*, *focusgroep*, *walkthrough*, *micro-evaluatie* en de *try-out* worden toegepast tussen de verschillende ontwikkelfasen: *oriëntatiefase*, *productvoorstel*, *globaal uitgewerkt product*, *gedeeltelijk uitgewerkt product*, *volledig product* en *definitief product* (SLO, 2015).

## 2.2. Aanpak van de oriëntatiefase

In de oriëntatiefase is de literatuur over de volgende onderwerpen bestudeerd en met elkaar in verband gebracht:

- Algemene literatuur over concept mapping;
- Literatuur over geografisch denken;
- Literatuur over betekenisvol aardrijkskundeonderwijs.

De deelvragen die in de oriëntatiefase aan bod komen, staan hieronder vermeld.

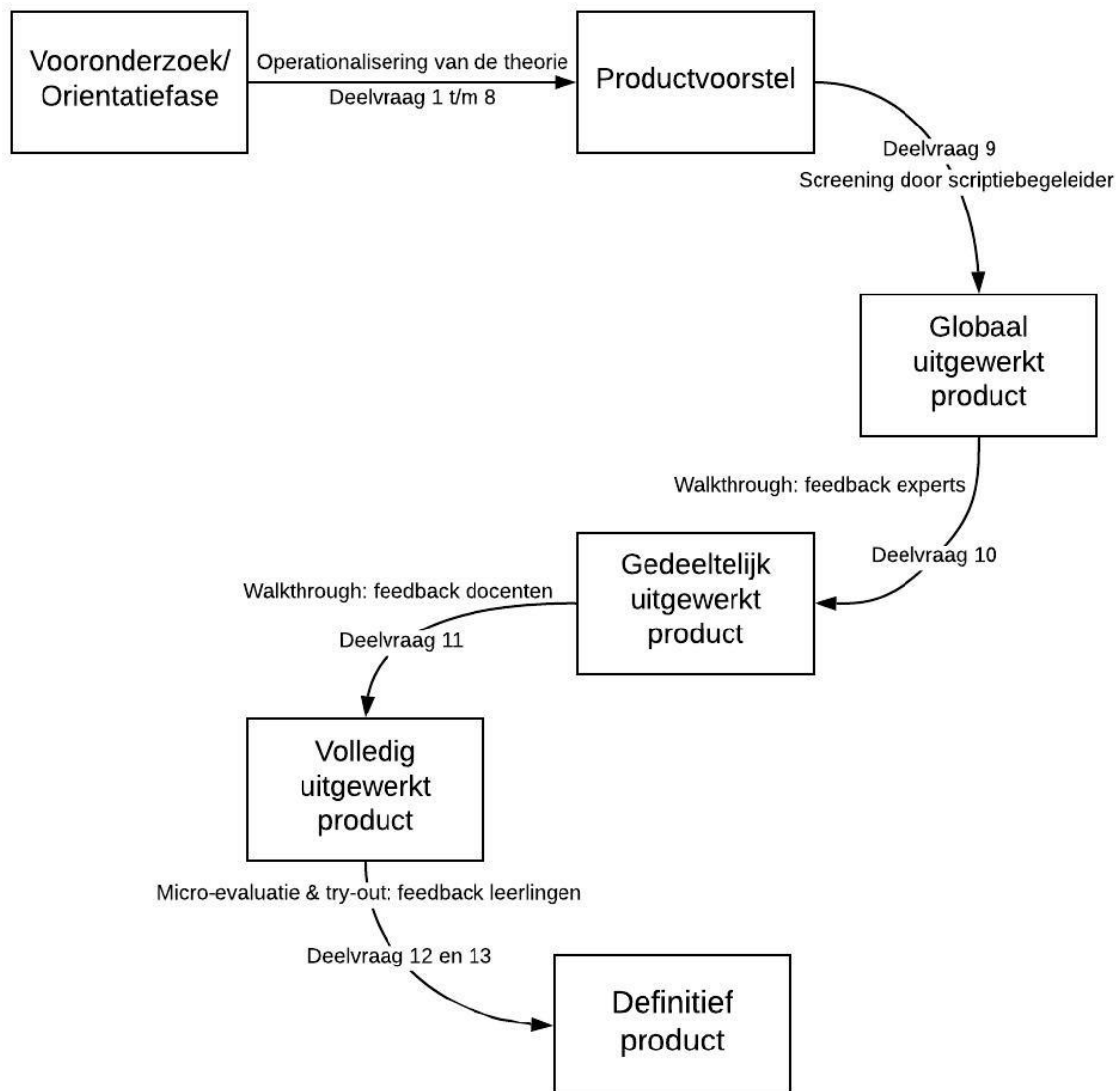
- 1 Welke typen schema's kunnen worden onderscheiden?
- 2 Welke typen schema's en relaties zijn typisch voor het schoolvak aardrijkskunde?
- 3 Wat betekent de term relationeel denken in het aardrijkskundeonderwijs?
- 4 Wat zijn verschillende typen concept mapping werkvormen?
- 5 Wat zijn, volgens de literatuur, de meerwaarde van concept mapping werkvormen voor het leren van leerlingen?
- 6 Wat zijn, volgens de literatuur, uitdagingen bij het maken en uitvoeren van concept mapping werkvormen?
- 7 Hoe kunnen concept mapping werkvormen geïntegreerd worden in de lessen aardrijkskunde?
- 8 Welke voorlopige ontwerpprincipes kunnen worden gebruikt om het productvoorstel vorm te geven?

## 2.3. Aanpak van de ontwerpfase

Aan het einde van de oriëntatiefase worden de voorlopige ontwerpprincipes opgesteld. Met behulp van de voorlopige ontwerpprincipes is een productvoorstel gemaakt, wat bekeken is door de scriptiebegeleider TF. De scriptiebegeleider is verbonden aan de Universiteit Utrecht en gespecialiseerd op het gebied van vakdidactiek aardrijkskunde. De onderzoeker vergelijkt het ontwerp met een lijst van vereiste kenmerken van het product (SLO, 2015). Vervolgens worden na de *screening* met de scriptiebegeleider bepaalde keuzes in het productvoorstel heroverwogen. Op basis daarvan wordt het globaal uitgewerkt product gemaakt dat van feedback wordt voorzien. In dit onderzoek is dat de *walkthrough*. De experts MC, TW en JK reageren, in interviews met de onderzoeker, op het aangepaste productvoorstel (SLO, 2015). Expert MC is verbonden aan de Rijksuniversiteit Leuven en heeft een dissertatie geschreven over het gebruik van causale modellen om het systeemdenken van leerlingen te stimuleren. Expert TW is verbonden aan de lerarenopleiding aardrijkskunde aan de Hogeschool Rotterdam en Fontys in Tilburg. Expert JK is docent aardrijkskunde en verbonden aan de Universiteit Utrecht. Aan de hand van de feedback van de experts wordt het gedeeltelijk uitgewerkt product ontwikkeld. De onderzoeker heeft de volgende *walkthrough* met docenten aardrijkskunde gedaan door het gedeeltelijk uitgewerkt product voor te leggen. Docent WB (40 jaar leservaring) is een eerstegraad docent aan het ISW Hoogeland te Naaldwijk eerstegraad aardrijkskunde. Docent KB (1 jaar leservaring) is een docent in opleiding aan de lerarenopleiding aardrijkskunde aan de Hogeschool Rotterdam. Docenten BD (3 jaar leservaring) en TvK (20 jaar leservaring) zijn beide

tweedegraads docent aardrijkskunde aan het ISW Hoogeland. Het gedeeltelijk uitgewerkt product wordt bijgesteld naar aanleiding van de feedback van docenten aardrijkskunde. Daarna volgen een *micro-evaluatie* en een *try-out*. Hierin gebruikt de doelgroep delen van het product (SLO, 2015). In figuur 3 wordt per ontwikkelfase beschreven aan wie het product is voorgelegd en welke evaluatiemethoden er tussen de ontwikkelfasen zijn gehanteerd.

**Figuur 3: ontwikkelfasen bij het ontwerpen van een product.**



Bron: (SLO, 2015).

De deelvragen die in de ontwerpfasen aan bod komen, staan hieronder vermeld:

9. Hoe kunnen de inzichten uit de theorie gebruikt worden bij het maken van een productvoorstel voor een concept mapping werkvorm over klimaatverandering?
10. Wat vindt de scriptiebegeleider van het productvoorstel, en hoe kan het verbeterd worden tot een globaal uitgewerkt product (ontwikkelfase 1)?

11. Wat vinden de experts van het globaal uitgewerkt product, en hoe kan het verbeterd worden tot een gedeeltelijk uitgewerkt product (ontwikkelfase 2)?
12. Wat vinden de docenten aardrijkskunde van het gedeeltelijk uitgewerkt product, en hoe kan het verbeterd worden tot een volledig uitgewerkt product (ontwikkelfase 3)?
13. Hoe verliep de uitvoering van het volledig uitgewerkt product in een klassensituatie, en hoe kan het verbeterd worden tot een definitief product (ontwikkelfase 4)?

## 3. Resultaten van de oriëntatiefase

In deze fase worden de deelvragen uit de aanpak van de oriëntatiefase (2.2) van het onderzoek uitgewerkt met behulp van wetenschappelijke literatuur.

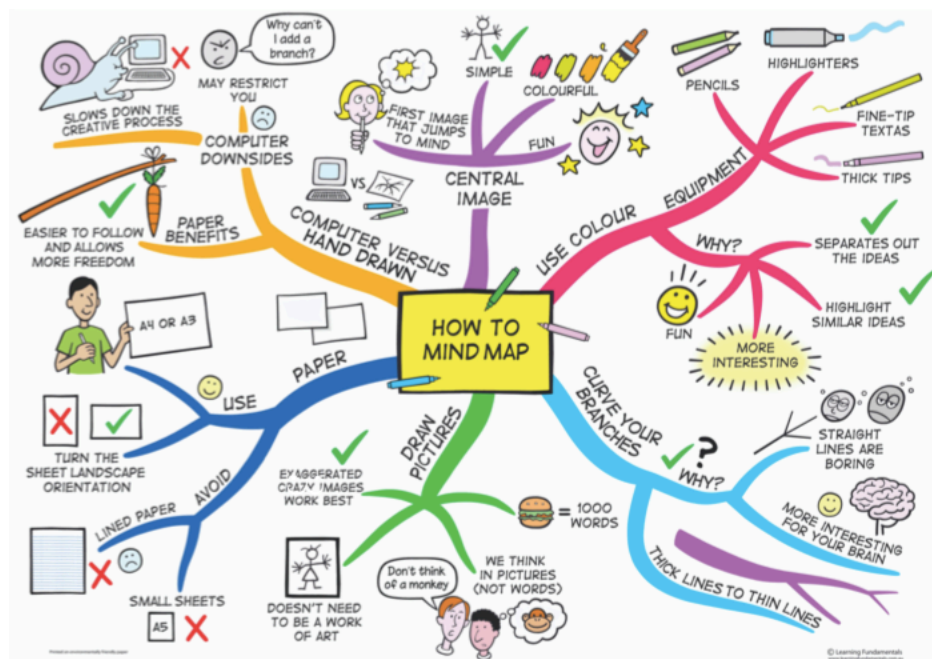
### 3.1 Typen schema's

In 3.1 is gekozen om een breed scala aan schema's te bespreken, zodat de kenmerken en de verschillen tussen de schema's duidelijk worden.

#### 3.1.1 Mind maps

*Mind maps* zijn de meest bekende vormen van het ordenen van (voor)kennis over een bepaald verschijnsel. Deze worden ook wel *spindigrammen* genoemd. Een *mind map* is een uitgebreid spinnenweb waarin een structuur met behulp van kleuren en afbeeldingen wordt gebruikt om informatie te categoriseren (Roberts M. , 2013). Het maken van een mind map wordt gezien als een vrije werkvorm waarin spontane ideeën en gedachtegangen nodig zijn om hem te creëren (zie figuur 4). Het doel is om creatieve verbindingen tussen ideeën te maken. Het gaat erom dat het leerlingen helpt om overeenkomsten tussen concepten te bedenken en te ontdekken (Davies, 2010). Mind maps worden gebruikt voor het maken van een overzicht van een thema aan de start of aan het einde van een onderzoek, het uitsorteren en categoriseren van informatie of ideeën, het aanmoedigen van analytisch denken over een onderwerp of een probleem en het beter kunnen onthouden van kenmerken van een onderwerp in plaats van het maken van notities (Roberts M. , 2013). Een nadelig kenmerk van het gebruik van mind maps is dat zij gelimiteerd zijn, vanwege het feit dat categorieën en subcategorieën van de informatie en ideeën worden uitgelicht, maar niet de relaties daartussen worden uitgelegd (Roberts M. , 2013).

Figuur 4: Hoe maak je een mind map?

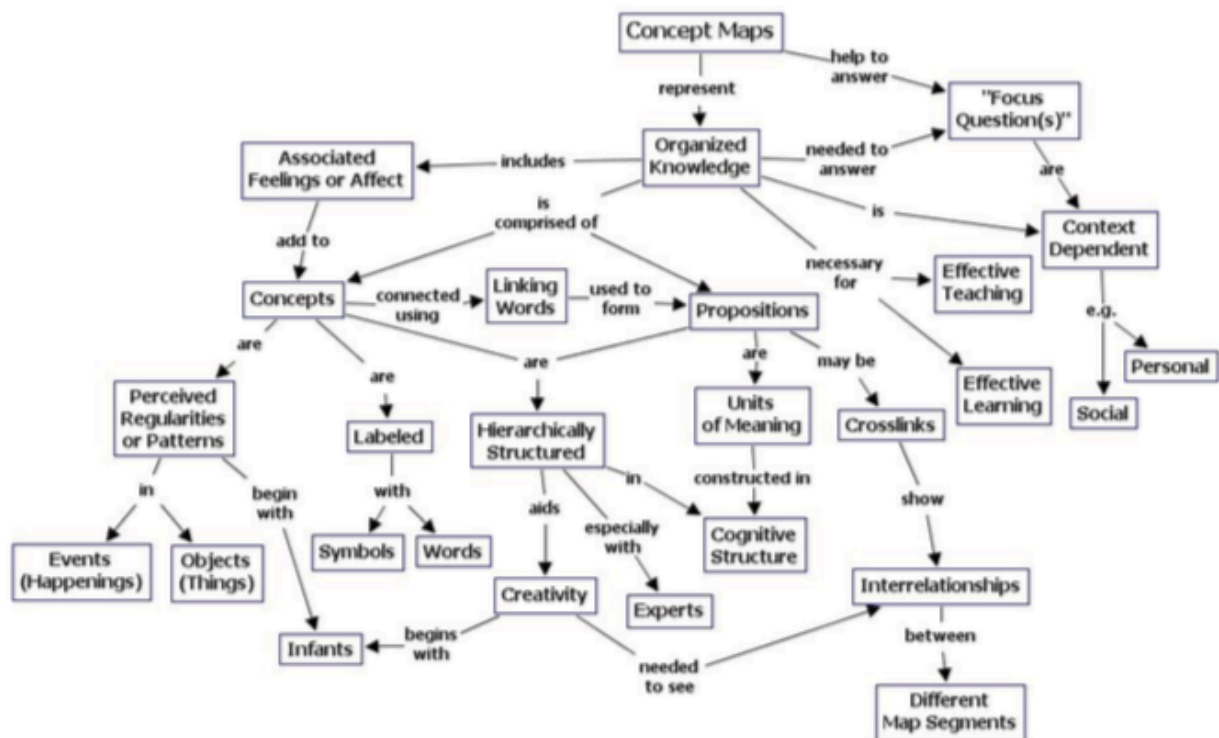


Bron: (Genovese, 2019).

### 3.1.2 Concept maps

Een concept map is een overzichtelijke weergave van een (complex) vraagstuk waarin alle verbanden en processen tussen concepten worden weergegeven in een schema (Novak & Cañas, 2008). Concept maps zijn boxen met concepten, die verbonden zijn met lijnen waar verbindingswoorden tussen staan. Deze woorden geven de relatie tussen de concepten aan. Concepten kunnen worden gedefinieerd als waargenomen regelmatige gebeurtenissen, objecten, opnames of terugkerende evenementen die worden geduid met één enkel begrip (Novak & Cañas, 2008). Concepten zijn meestal hiërarchisch georganiseerd. Dat wil zeggen dat een concept map zo is opgebouwd dat het van een meer algemeen concept naar meer specifieke concepten vertakt. Boven een concept map staat meestal een centrale vraag die met behulp van een concept map uiteen wordt gezet. Onder aan de concept map worden voorbeelden of kenmerken genoemd, die te maken hebben met de beantwoording van de centrale vraag (Fiedler & Salas, 2006, p. 4). Een concept map kan betrekking hebben op een bepaalde situatie of gebeurtenis die mensen proberen te begrijpen door het organiseren van kennis (Novak & Cañas, 2007). Novak specificeert concept maps als “het opnemen van concepten en verbindende lijnen tussen verschillende concepten die relaties aangeven”. Figuur 5 laat zien welke verschillende typen relaties een concept map kan bevatten. De eerste relatie die in de figuur staat, zijn twee voorbeelden van hiërarchische relaties (“Organised knowledge is comprised of concepts” en “Organised knowledge is comprised of propositions”). De tweede relatie is de object-eigenschap relatie (Concepts are labeled with Symbols and Words en Focus Question(s) are content dependent). De derde relatie is de taxonomische relatie (objecten en klassen). Een concreet voorbeeld daarvan is de relatie: Content dependent e.g. social en personal. Tot slot behoren alle relaties met: “represents”, “aids”, “needed to see” en “aids to” tot de functionele relaties.

Figuur 5: een voorbeeld van een concept map.



Bron: (Novak & Cañas, 2007).



### 3.1.3 Causale modellen en diagrammen

*Causale modellen* worden gebruikt om systeemdenken te bevorderen en om causale relaties gestructureerd te visualiseren (Cox, Steegen, & Elen, 2018, p. 35). Causale modellen worden ook wel *oorzaak-gevolg-schema's* genoemd. Ze zijn een middel om relationeel denken in kaart te brengen door middel van boxen met concepten (*variabelen*) en lijnen (*causale verbindingen*). Een symbool (+ of -), die aan de lijnen kan worden toegevoegd, geeft aan wanneer het effect toe- of afneemt (Cox, Steegen, & Elen, 2018). De richting van de pijl tussen twee kwantitatieve variabelen kan worden weergegeven met plus- of minsymbolen, voor respectievelijk een evenredig (positief) verband en een omgekeerd (negatief) verband. Voor kwalitatieve variabelen is dat geen optie, omdat de redenatie: "Hoe hoger/meer klimaat, hoe hoger/lager de bevolkingsdichtheid", niet kan worden gezegd (Kreeftenberg & Favier, 2019). Het analyseniveau van een causaal model is gekoppeld aan een klasse.

Een *causaal diagram* is een soort schema, dat de potentie heeft om individuele leerlingen kennis helpt te visualiseren om hogere orde denkvaardigheden te bevorderen (Cox, Steegen, & Elen, 2018). Een causaal diagram bevat boxen met oorzaken en gevolgen. Het analyseniveau van een causaal diagram is gekoppeld aan een object. Bij de pijlen kan "leidt tot" of "en daarom" worden opgenomen (Kreeftenberg M. , 2017). In figuur 6 is te zien dat causale diagrammen niet vergelijkbaar zijn met causale modellen.

**Figuur 6: causaal model (boven) en causale diagrammen (onder) die een verklaring geven voor de ruimtelijke geleiding in de bevolkingsdichtheid in China.**



Bron: (Kreeftenberg & Favier, 2019)

### 3.1.4 Verschillen tussen typen schema's

In tabel 1 en 2 staan vier schematiseervormen die op basis van het doel, de relatie, het abstractieniveau, de knooppunten en verbindingselementen zijn weergegeven (Davies, 2010, p. 289). De verschillen tussen de typen schema's zijn in de tabellen beter te duiden.

Tabel 1: Doel, structuur en abstractieniveau van vier schematiseervormen.

Soort schema	Doel	Relaties	Abstractieniveau
Mind map	Associaties tussen ideeën / onderwerpen oproepen	Diverse relaties, niet helder geformuleerd	Hoge algemeenheid
Concept map	Verschillende typen relaties tussen concepten laten zien	Diverse relaties, wel helder geformuleerd	Gemiddelde algemeenheid
Causaal model	Oorzaak-gevolg laten zien voor een klasse binnen een gebied	Oorzaak-gevolg-relaties	Gemiddelde algemeenheid
Causaal diagram	Oorzaak-gevolg laten zien voor een concreet gebied	Oorzaak-gevolg-relaties	Lage algemeenheid

Bron: (Davies, 2010) & (Cox, Steegen, & Elen, 2018).

Tabel 2: Knooppunten, verbindingselementen en verbindingselementen van vier schematiseervormen.

Soort schema	Knooppunten	Verbindingselementen
Mind map	Plaatjes, woorden, figuren	Lijnen, lijndiktes, kleur, schaduw, zoals woorden en kleuren
Concept map	Concepten	Pijlen en lijnen die verschillende typen relaties voorstellen met woorden
Causaal model	Variabelen (gekoppeld aan een klasse)	Pijlen met plus of minsymbolen. zonder woorden
Causaal diagram	Oorzaken en gevolgen (gekoppeld aan een object)	Pijlen met woorden, zoals "daarom" en "leidt tot"

Bron: (Davies, 2010) & (Cox, Steegen, & Elen, 2018) & (Kreeftenberg & Favier, 2019).

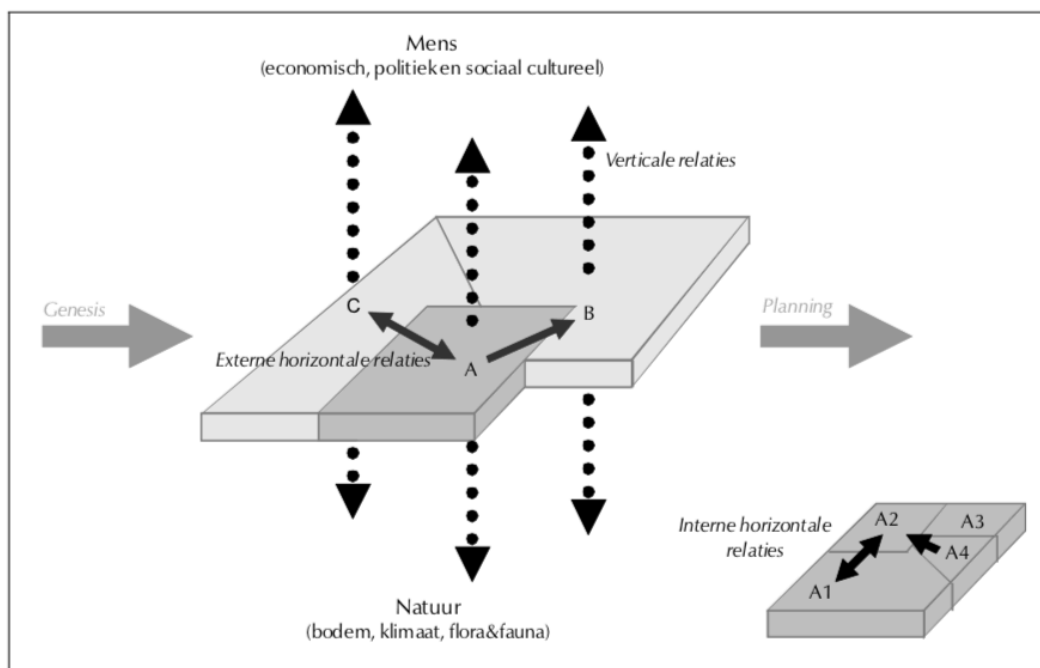
## 3.2 Typen relaties en schema's binnen het schoolvak aardrijkskunde

### 3.2.1 Typen relaties binnen het schoolvak aardrijkskunde.

Van der Schee onderscheidt twee typen geografische relaties: horizontale en verticale relaties. Verticale relaties vinden plaats binnen één regio, zoals de relaties tussen fysisch geografische kenmerken van gebieden (bodem, klimaat, geologie, hydrologie, ecologie etc.) en tussen sociaal geografische kenmerken van gebieden

(demografie, sociologie, cultuur, politiek). Menselijke en natuurlijke relaties zijn ook verticale relaties. Wanneer regio's zijn gevestigd in netwerken en als er stromen van mensen, goederen, geld, water, lucht etc. tussen regio's plaatsvinden of er een uitwisseling van een hoeveelheid tussen de ene en de andere regio plaatsvindt, dan spreekt men van horizontale relaties. Horizontale relaties gaan over de reikwijdte van een aardrijkskundig begrip tussen twee gebieden. Doordat er stromen bestaan tussen twee of meer gebieden, zijn die gebieden onderling met elkaar verbonden. De uitstroom vanuit regio A is verbonden met de instroom in regio B. De hoeveelheid steenkool die in de Rotterdamse haven wordt overgeslagen, is groter geworden nadat de steenkoolmijnen in het Ruhrgebied in Duitsland sloten. Verticale relaties vinden plaats binnen één gebied, zie figuur 7 (Favier & Van der Schee, 2014). Een voorbeeld daarvan is het grote aantal vrachtauto's in de regio Westland en de glastuinbouw die daar aanwezig is. De verticale en horizontale relaties zijn belangrijke elementen binnen het Nederlandse aardrijkskundeonderwijs. Leerlingen leren relateren over verschijnselen en processen binnen én tussen gebieden. 60 procent van de opgaven van het eindexamen aardrijkskunde gaat over relaties leggen tussen gebieden. Relationeel denken is daarom zo belangrijk in het aardrijkskundeonderwijs. Leerlingen vinden het lastig, gezien het feit dat ze moeite hebben met het leggen van relaties. Uit het geografisch analysemodel (zie figuur 7) kan worden geconcludeerd dat geografische relaties altijd betrekking hebben op één of meerdere gebieden. Dit kenmerk onderscheidt een geografische relatie van ieder andere willekeurige relatie. Uit het geografisch analysemodel kan nog een derde type relatie waargenomen worden, namelijk de hiërarchische relatie. Hierbij gaat het om de relatie tussen een geografische geheel en de onderdelen daarvan. Een voorbeeld daarbij is Nederland (het land als geheel) dat kan worden opgesplitst in provincies (twaalf onderdelen). Tussen een willekeurige provincie en het geheel Nederland is altijd een samenhang. De provincies kunnen niet los worden gezien van het land als geheel (Kreeftenberg M. , 2017, pp. 23-24).

Figuur 7: Het geografisch analysemodel van Van der Schee.

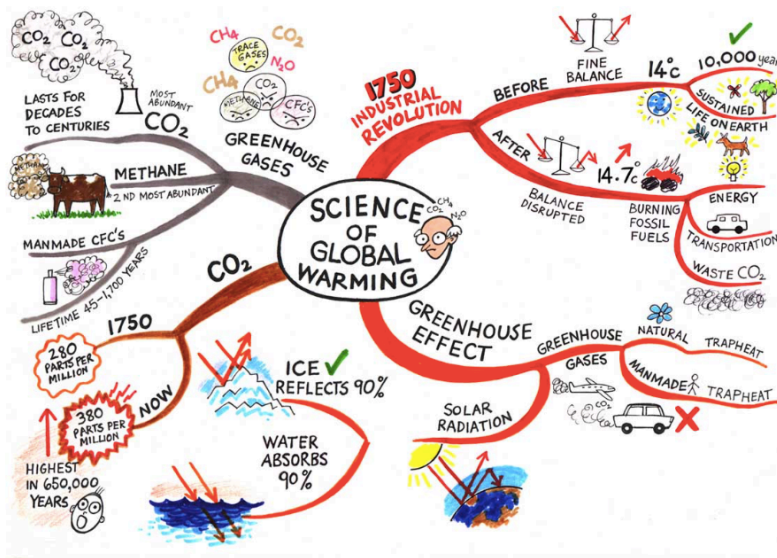


Bron: (Blankman & Bakker, 2017, p. 41)

### 3.2.2 Typen schema's binnen het schoolvak aardrijkskunde.

De verschillende typen schema's binnen het schoolvak aardrijkskunde zijn belangrijke middelen om kennis te structureren. Figuur 8 geeft een mind map weer van de wetenschap achter het ontstaan van klimaatverandering. Zo wordt er geredeneerd dat het broeikaseffect, de Industriële Revolutie, CO<sub>2</sub> en broeikasgassen onderdeel uitmaken van de opwarming, terwijl de concepten geen verband houden met elkaar. In een mind map zijn geen duidelijke horizontale en verticale relaties waar te nemen.

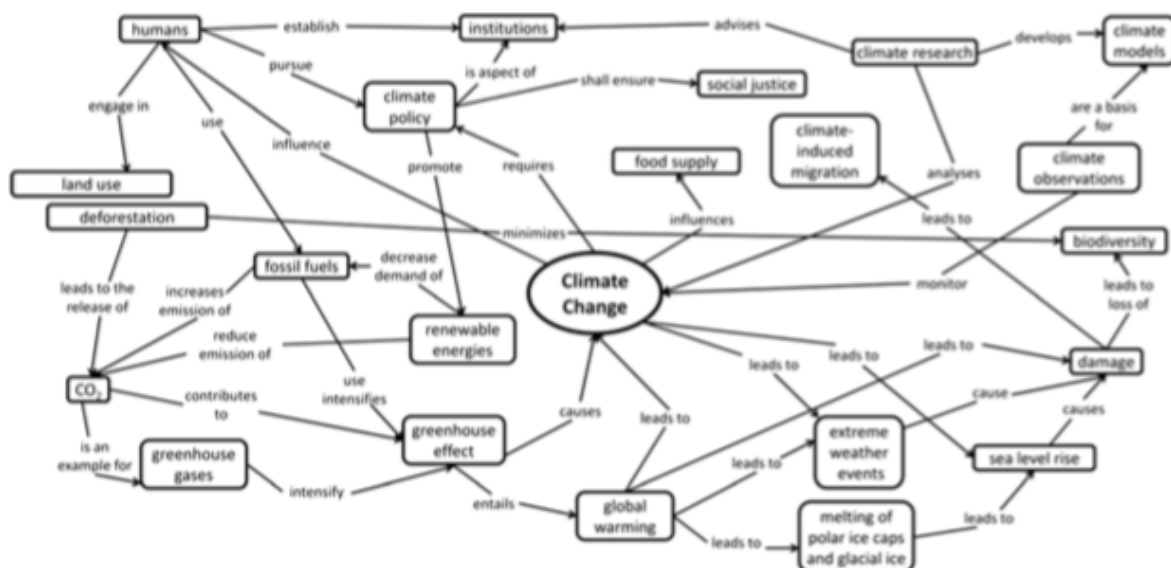
Figuur 8: mind map over het ontstaan van wereldwijde klimaatverandering.



Bron: (Genovese, 2019)

In figuur 9 staat klimaatverandering centraal in een concept map. Er worden, naast andere soorten relaties (zie 3.1.2) verticale relaties gelegd tussen verschillende onderdelen van klimaatverandering, zoals 'causes', 'use intensifies' en 'leads to'.

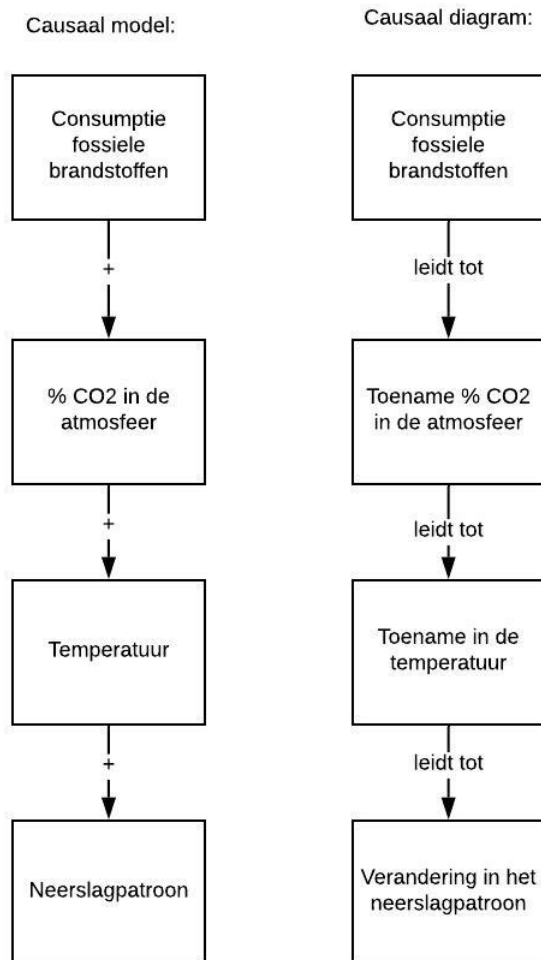
Figuur 9: een voorbeeld van een aardrijkskundige concept map over klimaatverandering.



Bron: (Eggert, Nitsch, Boone, Nuckles, & Bogeholz, 2016).

In figuur 10 zijn een causaal diagram en een causaal model over het onderwerp klimaatverandering opgenomen. In beide schema's staan alleen verticale relaties. Het verschil tussen beide schema's is in figuur 10 goed te zien. Bij een causaal model geven de symbolen (+ en -) tussen de boxen met concepten (variabelen) de relatie aan. Bij een causaal diagram geven de woorden "leidt tot" een verbinding aan tussen de oorzaak en het gevolg in de box die naast een variabele ook een positieve of een negatieve terugkoppeling (toe- of afname) kunnen laten zien.

**Figuur 10: een voorbeeld van een aardrijkskundig causaal model over klimaatverandering.**



**Bron: persoonlijke communicatie, Favier (2019).**

### 3.3 Relationeel denken in het aardrijkskundeonderwijs

Volgens Kreeftenberg kan schematiseren bijdragen aan het versterken van het geografisch relationeel denken. Dat kan worden beschouwd als een hogere orde denkvaardigheid over relaties tussen bepaalde effecten in een geografisch systeem. Veel processen rondom het relationeel denken kunnen worden ondergebracht in de categorieën "analyseren", "evalueren" en "creëren" van de herziende versie van de taxonomie van Bloom, zie figuur 11 (Favier & Van der Schee, 2014).

Figuur 11: Herziene versie van de taxonomie van Bloom




Bron: (School aan zet, 2018).

De taxonomie van Bloom (1956) is een houvast om de gedragsdimensie te koppelen aan een inhoudsdimensie (Valcke, 2010). Typische processen op analysereniveau zijn de herkenning en de interpretatie van correlaties tussen twee patronen in concept maps en het organiseren van kennis over relaties. Een proces op evaluatieniveau is het evalueren van de maatregelen op het geografisch systeem. Op het niveau van het creëren staat het bedenken van oplossingen voor vraagstukken, waarbij rekening wordt gehouden met het gedrag van het systeem (Favier & Van der Schee, 2014). In dit onderzoek staat het analysereniveau uit de taxonomie van Bloom centraal. De leerlingen kunnen het fenomeen klimaatverandering op mondiaal, nationaal, regionaal en lokaal schaalniveau met behulp van een concept map analyseren. Het analyseren van de gegevens over klimaatverandering levert de leerling de benodigde kennis op die hij nodig heeft om leerdoelen te begrijpen en te kunnen behalen. Voor de leerlingen is het goed om eerst een analyse van een concept map te maken. Favier & Van der Schee geven aan dat bij geografisch relationeel denken de focus ligt op causale verbanden, ook wel oorzaak-gevolg relaties genoemd. In dat geval is het nuttiger leerlingen hun kennis over relaties te laten structureren in zogeheten causale modellen. Deze geven de variabelen weer in boxen, en de relaties tussen de variabelen worden weergegeven met pijlen. In concept maps kunnen verschillende relaties bestaan tussen betreffende concepten. Het is met name een nuttig middel wanneer complexe systemen gevisualiseerd moeten worden waarbij verschillende directe en indirecte relaties bestaan of waarbij interacties en terugkoppelingsmechanismen een rol spelen (Kreeftenberg M. , 2017). Uit onderzoek van zowel Kreeftenberg als Cox komt naar voren dat de leerdoelen van het lesmateriaal aansluiten bij de hogere orde denkniveaus van Bloom (analyseren, evalueren en creëren). Redeneren over relaties is een belangrijk onderdeel van relationeel denken. Dit moet in de leerlingenopdracht of de betreffende les verwerkt worden. Om de relaties te kunnen begrijpen, moeten leerlingen deze structureren in een schema. Bovendien moet het lesmateriaal opbouwend zijn in complexiteit (Kreeftenberg M. , 2017, p. 5).

### 3.4 Verschillende typen schematiseerwerkvormen

Wanneer leerlingen relaties in een schema kunnen verwerken, dan is de verwachting dat zij die relaties kunnen begrijpen, onthouden en de verschillende onderdelen analyseren. Mind mapping helpt leerlingen om overeenkomsten tussen concepten te bedenken en te zoeken. Concept mapping helpt leerlingen om de relaties tussen concepten en de betekenis van de concepten zelf te begrijpen en de concepten in het juiste domein te plaatsen (Davies, 2010). Het maken van een goede concept map is lastig voor leerlingen: het vraagt om inhoudelijke kennis én concept mapping vaardigheden (Cox, Steegen, & Elen, 2018). Zo dient het niveau van de leerlingen van tevoren bekend te zijn om de werkvorm in de praktijk te brengen. Hoe lager het niveau is, hoe meer structuur de docent moet bieden aan de werkvorm (Roberts M. , 2013). Het helpt om het visualiseren van relaties (tekenen met blokken en pijlen) af te wisselen met het verbaliseren van die relaties (benoemen van generalisaties en regels). Schema's van beginners zijn vaak een tussenvorm van een concept map. Het lijkt meer op een causaal model of een causaal diagram waarin veel onduidelijk gedefinieerde elementen staan. Het is daarom belangrijk om de conventies van het schematiseren te bespreken met leerlingen: Wat kun je het beste opnemen in de blokken? En hoe kun je het beste de pijlen tekenen? (**voorlopig ontwerpprincipie 1**). De vraag is wat je precies bespreekt en hoe je dat doet. De docent kan leerlingen stapsgewijs laten oefenen met schematiseren door de complexiteit van de stof toe te laten nemen (**voorlopig ontwerpprincipie 2**). De vraag hierbij is wat een logische opbouw is in de complexiteit die aansluit bij het niveau van de leerlingen. Ook is het mogelijk om de mate van structuur af te bouwen om meer de focus te verleggen van het ontwerpen van een werkvorm die van docent gestuurd naar meer leerling gestuurd gaat, zonder ingrijpende veranderingen (**voorlopig ontwerpprincipie 3**). In tabel 3 staan verschillende mogelijkheden voor de mate van structuur die docenten kunnen bieden tijdens schematiseerwerkvormen (Kreeftenberg M. , 2017).

Tabel 3: mate van structuur bij schematiseerwerkvormen.

Mate van structuur	Docent- en leerling activiteiten	
Veel structuur (docent-gestuurd)  	Pas concept mapping toe als een activiteit met de hele klas. Maak als klas een concept map en gebruik deze als springplank om de relaties tussen de concepten en ideeën te bespreken.	
	Doe concept mapping als een kleine groepsactiviteit. Geef de leerlingen een probleem, case study of vraag over een sleutelbegrip. Verdeel ze in kleine groepen van 4-5 leerlingen. Laat elke groep een concept map maken, terwijl ze de eerder geleerde informatie analyseren in dit nieuwe scenario. Laat de groepen hun conclusies presenteren voor de klas.	
	Leerlingen maken een <i>skelet</i> van een concept map compleet. De boxen met variabelen of oorzaken en gevolgen zijn gegeven. Leerlingen tekenen pijlen tussen de boxen.	Leerlingen vullen een <i>skelet</i> van een concept map in. De structuur is gegeven, met lege boxen en pijlen. Leerlingen kiezen de concepten uit een lijst en vullen deze in de lege boxen in. De verbindingswoorden en relaties kunnen ook worden gegeven.
	Leerlingen kiezen concepten, variabelen uit een lijst en zetten ze zelf in de juiste volgorde, en tekenen dan pijlen. De leerlingen krijgen de concepten digitaal. Zij kunnen deze opnemen in de boxen in hun concept map.	
Weinig structuur (leerling-gestuurd)	Leerlingen maken <i>zelf</i> een concept map en presenteren die aan de klas. Ze krijgen feedback van andere leerlingen en van de docent.	

Bron: (Kreeftenberg & Favier, 2019) & (BYU Center for Teaching and Learning, 2019)

De vraag is wat een logische afbouw in de mate van structuur is die aansluit bij het niveau van de leerlingen. Het is makkelijker voor de leerlingen om een concept map digitaal te maken dan op papier. Concept maps digitaal construeren, biedt voordelen: ze kunnen sneller aangepast, uitgebreid, herstructureerd en verfijnd worden. Bepaalde onderdelen kunnen beter benadrukt worden met verschillende kleuren. Er kan met schaalniveaus gewerkt worden, commentaar toegevoegd worden, de presentaties van concept maps zijn duidelijker en de concept maps kunnen geëxporteerd worden (Valcke, 2010, p. 215). Het gebruik van een computertool om leerlingen zelf concept maps te laten maken, zodat ze beter aanpassingen kunnen maken, is raadzaam (**voorlopig ontwerpprincipe 4**).

### 3.5 De meerwaarde van concept mapping werkvormen in het onderwijs volgens de literatuur

Novak onderscheidt drie manieren van leren. Hij benadrukt dat de drie typen kennis op een betekenisvolle manier moet worden verworven. De eerste vorm van leren is "*representational learning*" dat verwijst naar het leren van symbolen, tekens en namen. "*Concept learning*" is het leren hoe je een betekenis kunt geven aan begrippen. "*Propositional learning*" betekent dat de leerlingen relaties tussen begrippen, veronderstellingen, hypothesen of stellingen leren (Valcke, 2010, p. 211). Ebbens en Ettekoven beschrijven drie vormen van leren, die gekoppeld kunnen worden aan de werkvorm concept mapping: "leren gericht op beheersing, beklijving en wendbaar gebruik".

#### 3.5.1. Leren gericht op beheersing (onthouden en begrijpen).

Het gaat hier om het aanleren en het begrijpen van feiten en begrippen en het beheersen van vaardigheden (Ebbens & Ettekoven, 2009, p. 183). De vorm van leren vraagt veel sturing van de docent. De docent staat centraal en is helder. De docent geeft veel structuur aan de leeractiviteiten van de leerlingen, zowel op de leerinhoud als op het leerproces. De docent geeft de leerlingen mogelijkheden om te oefenen. De docent geeft de leerlingen directe (gevraagde en ongevraagde) feedback op hun prestaties, maar vooral op wat goed gaat (Ettekoven & Ebbens, 2009, pp. 23-24). De docent geeft uitleg over concept maps en hij bespreekt een concept map voor de klas. De docent kan ook elke leerling een strookje met een concept geven, een skelet van een schema op het bord projecteren en zijn leerlingen vragen om de concepten op de juiste plek in het schema te zetten. In tabel 3 is deze manier van werken aangeduid als docent gestuurd. De docent bepaalt namelijk hoe de opdracht verloopt.

#### 3.5.2. Leren gericht op beklijving (integreren).

Beklijven vindt plaats wanneer leerlingen nieuwe kennis koppelen aan bestaande (voor)kennis, zodat een verbinding ontstaat (Ebbens & Ettekoven, 2009, p. 183). Het leren gericht op het beklijven, dient te worden gezien als verbinding tussen leren gericht op beheersing en wendbaar gebruik. De benadering houdt in dat een geleidelijke verandering van leren gericht op de beheersing (met veel verantwoordelijkheid voor het leren van de leerlingen bij de docenten) tot leren gericht op wendbaar gebruik te komen (met veel verantwoordelijkheid voor het leren bij de leerlingen), via het leren gericht op beklijving (met een beperkte verantwoordelijkheid van leerlingen voor hun leren). In de praktijk blijkt dat deze fase vaak niet geleidelijk gaat, omdat de docent de verantwoordelijkheid voor het leren van de leerlingen niet of niet helemaal wil overdragen aan de leerling (Ettekoven &



Ebbens, 2009, p. 32). Om te voorkomen dat het leerproces bij de leerlingen te docent gestuurd wordt of te leerling gestuurd wordt, kan de docent de leerlingen in groepjes zetten. Daarna geeft hij instructie en vervolgens geeft de docent een groepje leerlingen de tabel waarin de concepten staan. Leerlingen kiezen de concepten, variabelen of oorzaken en gevolgen en zetten ze zelf op de juiste plaats in de concept map. In tabel 3 is deze activiteit als kleine groepsactiviteit opgenomen.

### *3.5.3. Leren gericht op wendbaar gebruik (creatief toepassen).*

Bij het leren gericht op wendbaar gebruik kan de docent de leerlingen meer verantwoordelijkheid geven door zelf minder structuur te geven. De docent kan zich overbodig maken door de leerlingen zelfstandig of in tweetallen te laten werken. De docent dient dan wel eerst de informatie, vaardigheden, (leer)doel(en) en/of kaders en randvoorwaarden (tijd en eindresultaat) van de opdracht mee te geven, zodat de leerlingen aan het leren kunnen blijven. De docent motiveert de leerlingen om aan de opdracht te beginnen. De docent begeleidt de leerlingen tijdens het leerproces. De docent maakt de leerlingen duidelijk wat er aan het einde van de opdracht van hen wordt verwacht en hoe deze opdracht wordt beoordeeld (Ettikoven & Ebbens, 2009, pp. 23-24). Het leren gericht op het *wendbaar gebruik* van het geleerde bestaat uit het *toepassen* van het geleerde. Het gaat niet alleen om de kennis van de leerling, maar ook of hij het geleerde in een nieuwe situatie kan toepassen (Ebbens & Ettikoven, 2009, p. 183). In tabel 3 staan deze voorbeelden in de vier kolommen onder de docent- en leerling activiteiten.

### *3.5.4. Structureren van kennis*

In de literatuur bestaat veel kennis en wetenschappelijk bewijs over de waarde en het gebruik van concept mapping werkvormen (Roberts M. , 2013). Volgens Roberts is concept mapping is een goede werkvorm om een probleem of onderwerp inzichtelijk te maken, omdat het meer gestructureerd is en minder afbeeldingrijk is dan mind mapping. Alhoewel beide werkvormen vaak met elkaar worden verward, ligt bij concept mapping niet de nadruk op het spontaan bedenken van relaties tussen concepten, maar juist op de relaties tussen de concepten. Concept mapping heeft een hiërarchische structuur met bovenaan een abstracte vraag en onderaan concrete voorbeelden (Valcke, 2010, p. 212). In de educatieve context wordt beweerd dat betekenisvol leren het beste plaatsvindt door nieuwe concepten te koppelen aan bestaande kennis. Concept maps geven inzicht in de elementen van leren om te relateren hoe cognitieve kennis structureel wordt ontwikkeld door de leerling (Davies, 2010, p. 285). De constructie van een theoretisch kloppende concept map behoeft een actieve betrokkenheid en organisatorisch vermogen van leerlingen. Daarnaast dienen zij om te kunnen gaan met geanalyseerde data, het maken van correlaties van de belangrijkste informatie en de samenstelling van ideeën. Dit dynamische proces stimuleert betekenisvol leren (Kostovich & al., 2007), omdat het maken van concept maps leerlingen in staat stelt om de relaties tussen concepten te begrijpen. Daarbij leren de leerlingen de definities van de concepten zelf en het domein waar ze bij horen (Novak & Cañas, 2008). Concept mapping helpt leerlingen om de relaties tussen, en de betekenis van, de concepten zelf te begrijpen (Davies, 2010). Daarnaast helpt concept mapping leerlingen bij het synthetiseren en integreren van informatie, ideeën en concepten (BYU Center for Teaching and Learning, 2019).

### 3.5.5. Onthouden van kennis

Kennis dient gezien te worden als een structuur waarin constant nieuwe verbinden worden gelegd (Novak J. D., 2010, p. 23). Ausubel had in 1963 een assimilatietheorie van betekenisvol leren beschreven. Het idee achter die theorie is het verschil tussen “rote learning” en “meaningful learning”. Bij rote learning is er geen inspanning om nieuwe ideeën te koppelen aan bestaande ideeën in een cognitieve structuur, terwijl de leerling bij betekenisvol leren ervoor kiest om nieuwe concepten en stellingen met bestaande relevante ideeën in zijn of haar cognitieve structuur te integreren (Novak J. D., 2010, pp. 21-22). Het fundamentele idee in Ausubels cognitieve psychologie is dat leren plaatsvindt door de assimilatie van nieuwe concepten en stellingen in bestaande concepten en kaders die door de leerling worden geïntegreerd. Het is raadzaam om een concept map langzaam uit te breiden om de kennisstructuur van de leerling uit te breiden (**voorlopig ontwerp** principe 5). Om een betere manier te vinden om het conceptuele begrip van kinderen te onderzoeken, ontstond het idee om de kennis van kinderen weer te geven in de vorm van een concept map (Novak & Cañas, 2008). Het vervaardigen van een concept map helpt bij het ontwikkelen van hogere orde denkniveau. Bij het vervaardigen van een concept map wordt het volledige bereik van de linker- en rechterhersenhelft gebruikt. Daardoor vindt er een uitwisseling van informatie plaats. De leerstof wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen van de hersenen en dat helpt het geheugen om kennis te herinneren (BYU Center for Teaching and Learning, 2019). Het effect van herhaling verhoogt de prestaties bij het oproepen van kennis (Fiedler & Salas, 2006). De leerlingen leren dieper na te denken over een onderwerp om de lesstof te begrijpen (Roberts M. , 2013). In een onderzoek van Haugwit en Sandmann uit 2009 werd de invloed van het gebruik van concept maps op de kennisverwerving in biologielessen onderzocht. Naast concept mapping werden samenvattingen als interventiestrategie gebruikt. In alle gevallen bleek dat concept mapping een hoger effect had op het leerrendement (Valcke, 2010, p. 213).

### 3.5.6. Organiseren van kennis

Concept mapping is een goede manier om informatie te organiseren die gerelateerd is aan een probleem of onderwerp. De constructie van concept maps helpt om informatie die we al weten over een onderwerp te bundelen en tegelijkertijd nieuwe informatie te integreren als we leren en kennis uitbreiden (Akinsanya & Williams, 2004, pp. 43-44). Organiseren van het materiaal is essentieel voor integratie van nieuwe concepten. Het helpt leerlingen een evaluatie te maken van aannames (BYU Center for Teaching and Learning, 2019). Concept mapping kan bovendien zorgen voor het aanmoedigen van leerlingen wanneer zij een planning moeten maken voor een taak, presentatie of een toets. Zij kunnen alle kennis als een samenhangend, compleet en begrijpelijk geheel neerzetten en de connecties tussen concepten laten zien (Akinsanya & Williams, 2004, pp. 42-43).

### 3.5.7. Relateren van kennis

Leren relateren van concepten is een belangrijke vaardigheid voor leerlingen om nieuwe kennis te koppelen aan bestaande kennis. Docenten kunnen concept mapping gebruiken om de kennis van leerlingen uit te breiden. Leerlingen leren relationeel denken door begrippen aan elkaar te verbinden en de relatie tussen de concepten aan te geven (Novak & Cañas, 2008). Concept mapping helpt leerlingen om relaties, lesmateriaal en vaktaal te begrijpen (Fiedler & Salas, 2006, pp. 13-15) & (BYU Center for Teaching and Learning, 2019). Concept mapping stimuleert het aanleren van het vermogen om relaties tussen concepten te leggen (Roberts M. ,

2013). Concept mapping kan bovendien als leerstrategie worden gebruikt. Nieuwe concepten kunnen geclassificeerd worden onder bredere concepten, zodat de vooruitgang van het bekende naar het onbekende wordt geboekt. Het maken van concept maps zorgt ervoor dat concepten uiteengerafeld en gerelateerd worden om verbanden tussen bekende en onbekende concepten te leggen (Akinsanya & Williams, 2004, p. 42).

#### *3.5.8. Visualiseren van kennis*

Uit onderzoek van Liu, Chen en Chang in 2010 is gebleken dat de positieve invloed van concept mapping het grootst is bij zwakke leerlingen. De onderzoekers keken naar de impact van het gebruik van concept mapping leerstrategie op het niveau van begrijpend lezen bij scholieren. Als opdracht moesten ze teksten uit Engelse tijdschriften lezen. De onderzoekers stelden vast dat leerlingen, die via concept mapping hun begrijpend lezen ondersteunden, betere leesstrategieën hanteren, luisteren, herlezen en actief de betekenis van concepten opzoeken. Het maken van schema's helpt leerlingen bij het visueel leren onthouden door beelden te koppelen aan concepten (Fiedler & Salas, 2006, pp. 13-15). Veel leerlingen vinden visuele weergaven van complexe relaties makkelijker te begrijpen en te onthouden dan tekstuele presentaties (Roberts M. , 2013).

#### *3.5.9. Motiveren om nieuwe kennis te leren*

Het leren, creëren en het gebruiken van kennis zijn de voorwaarden voor het scheppen van nieuwe kennis. Onderwijs bestaat uit vijf elementen die bovenstaande voorwaarden kan faciliteren, te weten leerling, docent, kennis, context en evaluatie. Leerervaringen of invalshoeken op leren, leidt tot een hogere motivatie (Fiedler & Salas, 2006, pp. 13-15). Het vervaardigen van een concept map vraagt een actieve deelname van de leerlingen (Roberts M. , 2013). Concept mapping moedigt leerlingen aan creatief na te denken over een onderwerp. Dit verhoogt de motivatie om meer te weten te komen over een onderwerp (BYU Center for Teaching and Learning, 2019).

#### *3.5.10. Toepassen van schematiseeropdrachten om betekenisvol te leren*

Novak en Gowin (1984) stelden voor dat het maken van concept maps door leerlingen kan worden gezien als een strategie om betekenisvol leren te bewerkstelligen. Betekenisvol leren stimuleert het koppelen van de voorkennis van leerlingen aan nieuwe concepten en ideeën (Kostovich & al., 2007). Betekenisvol leren ligt ten grondslag aan de constructieve integratie van denken, voelen en handelen, die leiden tot betrokkenheid en verantwoordelijkheid (Novak J. D., 2010, p. 23). Betekenisvol aardrijkskundeonderwijs hangt nauw samen met "*Powerful Geographical Knowledge*" beschreven door de Australische onderwijs-geograaf Alaric Maude. Hij heeft onderzocht dat *powerful geographical knowledge* ertoe zal leiden dat leerlingen hun kennis met hulp van modellen en theorieën kunnen structureren waardoor zij nieuwe kennis beter kunnen gebruiken. Maude onderscheidt vijf typen kennis die samen *powerful geographical knowledge* vormen:

- a. nieuwe geografische perspectieven waarmee leerlingen naar de wereld kunnen kijken (Maude, 2016). Een voorbeeld is kennis van wat een feedbackmechanisme in het klimaat is, en hoe het werkt.

- b. Concepten, modellen en theorieën die leerlingen kunnen gebruiken om te analyseren, uit te leggen en te begrijpen (Maude, 2016). Dit is de kennis over klimaatverandering, als een complex systeem.
- c. Inzicht in hoe geografische kennis wordt gecreëerd en waar de kennis vandaan komt (Maude, 2016). Dit houdt in hoe je kennis over klimaatverandering kunt structureren.
- d. Kennis van vraagstukken waarmee leerlingen kunnen participeren in actuele maatschappelijke discussies (Maude, 2016). Dit gaat over de kennis over de gevolgen van klimaatverandering voor laaggelegen (kust)gebieden, zoals West-Nederland.
- e. Kennis van de diversiteit van mensen en gebieden in de wereld (Maude, 2016). Vooral de kennis van de diversiteit van gebieden in de wereld is belangrijk om de maatregelen voor een laaggelegen (kust)gebied te kunnen bedenken.

### 3.6 Uitdagingen bij het maken en uitvoeren van concept mapping werkvormen volgens de literatuur.

De eerste uitdaging bij het vervaardigen van concept maps door leerlingen is het gevaar van misconcepties. Wanneer je als docent denkt dat leerlingen misconcepties hebben over een onderwerp, dan is het raadzaam om te beginnen met concept mapping werkvorm die meer docent gestuurd is dan leerling gestuurd (**voorlopig ontwerpprincipe 6**). Een vereiste voor het maken is dat de leerlingen een instructie krijgen om ervoor te zorgen dat zij niet met misconcepties in hun eigen concept maps blijven zitten. De uitdaging zit in het onthullen van hiaten in het begrijpen van relaties door het maken van misverstanden (Roberts M. , 2013). Een tweede uitdaging is het zoeken naar onderwijstijd in het bestaande curriculum. Het feit dat concept maps een tijdrovende bezigheid zijn om te creëren door leerlingen, vraagt van de docent een flexibele planning. De beoordeling van de concept maps, die door leerlingen zijn gemaakt, door docenten is tijdrovend. Het verbetert de kwaliteit van de discussies tussen leerlingen en tussen de leerling en de docent over de inhoud van de lesstof tijdens het klassikaal nabespreken (Roberts M. , 2013). Organiseer als docent een nabespreking over de concept mapping werkvorm (**voorlopig ontwerpprincipe 7**). De vraag is hoe de docent het beste de nabespreking kan inrichten in de les. Ook hier is sprake van een keuze van een docent gestuurde of meer een leerling gestuurde nabespreking. De docent kan zijn gemaakte concept map laten zien om te bespreken, maar de leerlingen kunnen ook hun concept maps presenteren voor de klas. Het is afhankelijk van het niveau van de leerlingen welke keuze de docent maakt. De inschatting van de moeilijkheidsgraad kan als derde uitdaging worden gezien. Vraag de leerlingen om voorafgaand aan het bespreken van een onderwerp een concept map te maken. Wanneer de docent de informatie bespreekt, kunnen ze vervolgens hun concept map toevoegen of wijzigen om hun begrip van het onderwerp weer te geven (BYU Center for Teaching and Learning, 2019). Concept maps kunnen door teveel overlappende lijnen en verbindingswoorden meer verwarring zaaien dan dat zij duidelijkheid scheppen. Gecompliceerde concept maps zijn niet makkelijk te onthouden wanneer de docent teveel concepten aan de leerlingen overhandigt. Stem de complexiteit van de te maken concept map af op het niveau van de leerling (**voorlopig ontwerpprincipe 8**). Het maken van een concept map op basis van een tekst is makkelijker voor leerlingen dan het maken van een

causaal diagram of causaal model op basis van een tekst. Bij een concept map staan de concepten al in de tekst, maar bij een causaal diagram of model moeten leerlingen zelf de oorzaken en de gevolgen uit de tekst herleiden. Wanneer leerlingen weinig of geen ervaring hebben, is het aan te raden om te beginnen met een concept map (**voorlopig ontwerpprincipe 9**). Echter, niet alle aardrijkskundige onderwerpen en problemen zijn geschikt om in een concept map te verwerken (Roberts M. , 2013). De laatste uitdaging is het feit dat de docent voldoende kennis dient te hebben van het onderwerp om een werkvorm concept mapping te ontwerpen, zoals het opstellen van een goede centrale vraag, zelf de werkvorm uit te proberen om een correctiemodel te produceren of aan te passen én zijn leerlingen feedback te kunnen geven op het ontwerpproces, de ingeleverde concept maps en de presentaties van de concept maps (Roberts M. , 2013). Om de concept mapping werkvorm te maken, legt Valcke in vijf stappen uit welke handvatten er zijn. Ten eerste is de keuze voor het thema van belang om te bepalen of het onderwerp überhaupt kan worden gebruikt bij het maken van een concept map. Ten tweede is het opstellen van de centrale vraag bij het onderwerp belangrijk. Ten derde dient de concept map zo klein mogelijk te worden opgezet door het uitbannen van irrelevante concepten. Ten vierde staat het hiërarchisch ordenen van de relaties tussen de concepten centraal. Ten slotte is het verbinden van de concepten met lijntjes, pijlen en markeringen de laatste handeling voor het maken van een concept map (Valcke, 2010, p. 212).

### 3.7 De integratie van concept mapping werkvormen in de lessen aardrijkskunde.

Een concept mapping werkvorm kan met behulp van het directe instructiemodel worden opgezet. Voorafgaand dient de docent zijn verwachtingen naar de leerlingen uit te spreken, een heldere wijze van werken te hebben, veel mogelijkheden voor de leerlingen om te oefenen te bieden en directe feedback op de individuele prestaties van de leerlingen te geven om de leerlingen te motiveren (Ebbens & Ettekoven, 2009, p. 30). Er zijn zeven les fasen te onderscheiden bij de directe instructie. Lesfase 0 begint voorafgaand aan de les, oftewel de voorbereiding van de les. De docent stelt heldere en betekenisvolle doelen op, maakt een taakanalyse en plant de leeractiviteiten (Ebbens & Ettekoven, 2009, pp. 35-38). Lesfase 1 t/m 6 gebeurt tijdens het uitvoeren van de les. Tijdens lesfase 1 richt de docent de aandacht op de doelen van de les door aan te sluiten bij de voorkennis van de leerlingen (Ebbens & Ettekoven, 2009, pp. 39-41). De docent biedt duidelijke, interessante en nieuwe prikkels (Valcke, 2010, p. 210). Lesfase 2 houdt in dat de leerlingen worden voorzien van informatie waarin de docent de belangrijkste onderdelen van het leren voordoet (Ebbens & Ettekoven, 2009, pp. 41-46). Concept mapping laat de essentie van de leerstof zien en bezit kenmerken als expertise en bekwaamheid waardoor de kans op imitatie wordt versterkt (Valcke, 2010, p. 210). Bij lesfase 3 gaat de docent na of de belangrijkste concepten en vaardigheden zijn overgekomen door middel van de terugkoppeling/ feedback op gedrag (Ebbens & Ettekoven, 2009, pp. 46-50) & (Valcke, 2010). In lesfase 4 geeft de docent instructie op de zelfwerkzaamheid van de leerlingen. De docent houdt rekening met de hoeveelheid nieuwe kennis die verwerkt dient te worden. Is die te omvangrijk, dan zal het leren beperkt blijven. Het herhalen van het gewenste gedrag is noodzakelijk. In lesfase 5 voorziet de docent de leerlingen van geleide of zelfstandige oefening en begeleidt de leerlingen daarbij (Ebbens & Ettekoven, 2009, pp. 50-60). De docent geeft de leerlingen de kans zich te meten met het antwoordmodel. In de praktijk gebeurt dit in de laatste lesfase (6)

die in het teken staat van het afsluiten van de les op kernbegrippen (Ebbens & Ettehoven, 2009, pp. 61-64). Aan het einde van een les is het belangrijk dat de leerlingen feedback krijgen op het leerproces door de doelen van de les te evalueren.

### 3.8 Voorlopige ontwerpprincipes.

Op basis van de literatuur zijn er acht (voorlopige) ontwerpprincipes herleid:

1. Bespreek de conventies van het schematiseren met de leerlingen (zie 3.4).
2. Laat de complexiteit van de lesstof toenemen in de loop van de lessenserie (zie 3.4).
3. Bouw de mate van structuur af (zie 3.4).
4. Maak gebruik van online tools, zodat leerlingen de concept maps sneller kunnen aanpassen, uitbreiden, herstructureren en verfijnen (zie 3.4).
5. Verdeel een concept map in stukken om ervoor te zorgen dat de kennisstructuur van de leerling in tact blijft (zie 3.5.5).
6. Doe eerst een docent gestuurde concept mapping werkvorm voordat de leerling meer verantwoordelijkheid krijgt (zie 3.6).
7. Organiseer een nabespreking om eventuele misconcepties alsnog uit de concept maps te halen (zie 3.6).
8. Laat de complexiteit van de opdracht aansluiten bij het niveau van de leerlingen (zie 3.6).
9. Begin met het maken van een concept map wanneer leerlingen weinig of geen ervaring hebben met schematiseren (zie 3.6).

## 4. Resultaten ontwerpfase

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de ontwerpfase in de leidende vorm besproken. Het hoofdstuk is als volgt ingedeeld:

4.1: ontwikkelfase 0: van de operationalisering van de theorie tot een productvoorstel.

4.2: ontwikkelfase 1: van een productvoorstel tot een globaal uitgewerkt product.

4.3: ontwikkelfase 2: van een globaal uitgewerkt product tot gedeeltelijk uitgewerkt product.

4.4: ontwikkelfase 3: van een gedeeltelijk uitgewerkt product tot een volledig uitgewerkt product.

4.5: ontwikkelfase 4: van een volledig uitgewerkt product tot een definitief product.

4.6: definitief product.

### 4.1 Ontwikkelfase 0: van de operationalisering van de theorie naar een productvoorstel

Ontwikkelfase 0 is de beginfase van de ontwerpfase: het verwerken van de theorie naar een productvoorstel. In een productvoorstel zijn de inzichten uit de theorie gebruikt voor het maken van een schematiseerwerkform over klimaatverandering.

#### 4.1.1 Afbakening doelgroep en onderwerp

De doelgroep van het onderzoek is een tweede klas van het Voortgezet Wetenschappelijk Onderwijs (VWO). De keuze voor deze doelgroep is gemaakt vanwege het analytisch vermogen en het kennisniveau van deze leerlingen. Leerlingen die het VWO volgen, kunnen meer kennis verwerken en relaties leggen tussen concepten. Het onderwerp klimaatverandering is een heel breed onderwerp waar leerlingen moeite mee hebben, omdat het een aardrijkskundig verschijnsel is waar veel concepten met elkaar samenhangen.

#### 4.1.2 Leerinhoud

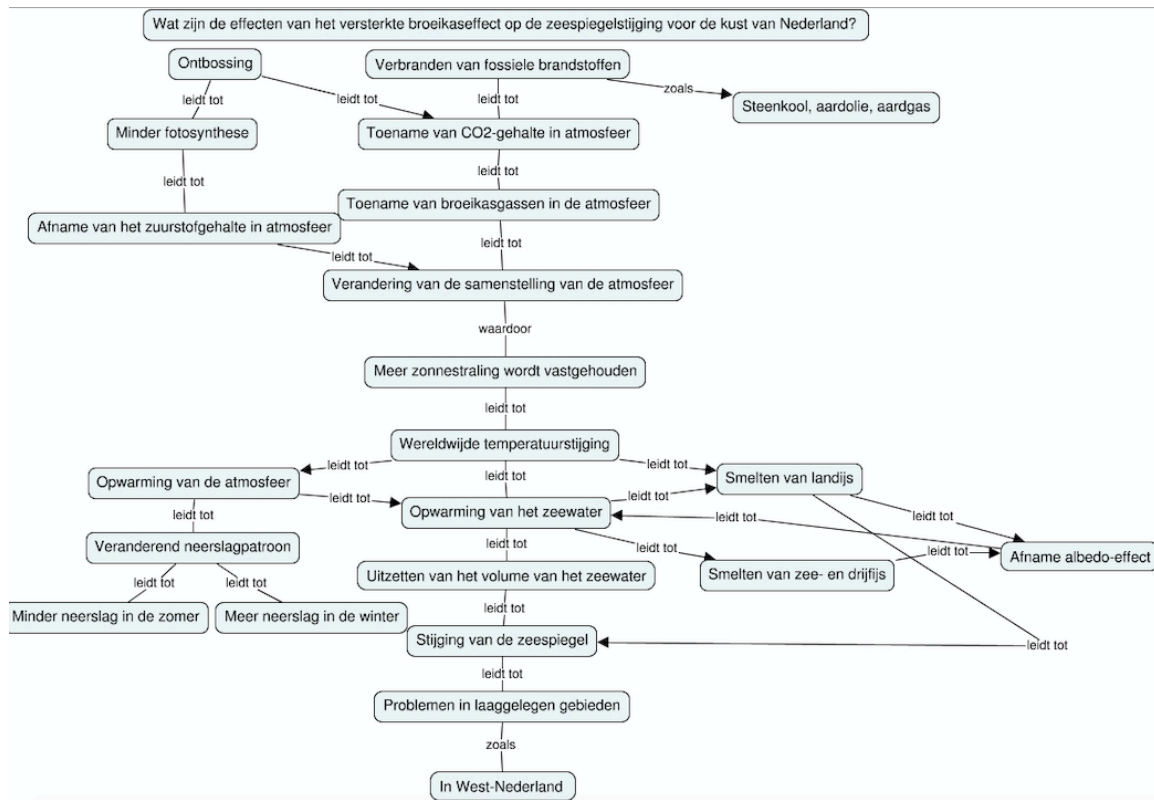
In het productvoorstel komen de volgende zaken aan de orde:

1. de oorzaken van klimaatverandering op mondiaal schaalniveau, en de effecten daarvan op laaggelegen gebieden, zoals West-Nederland.
2. de gevolgen van klimaatverandering op nationaal schaalniveau.
3. de maatregelen die genomen kunnen worden op regionaal en lokaal schaalniveau (Westland).

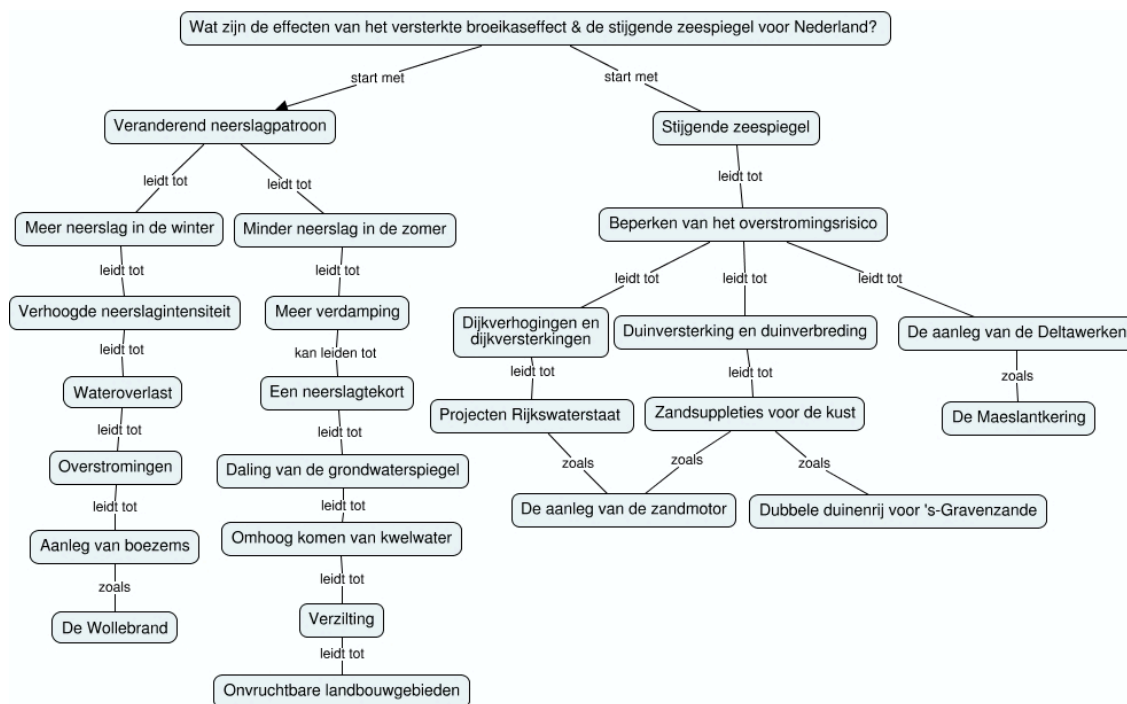
De schematiseerwerkform concept mapping past goed bij het thema klimaatverandering, omdat leerlingen met behulp van deze werkform de kennis in één overzicht zien. Er zijn door de onderzoeker drie verschillende schema's gecreëerd die aansluiten bij de bovenstaande drie onderwerpen. De eerste versie van schema 1 (figuur 12) richt zich op de effecten van ontbossing en het versterkt broeikas effect op de zeespiegelstijging voor de kust van Nederland. Schema 2 (figuur 13) gaat in op het versterkt broeikas effect i.c.m. het veranderend

neerslagpatroon en de zeespiegelstijging en schema 3 (figuur 14) beschrijft dezelfde processen als schema 2, maar dan op een regionaal en lokaal schaalniveau.

**Figuur 12: Schema 1 - klimaatverandering op mondiaal schaalniveau.**

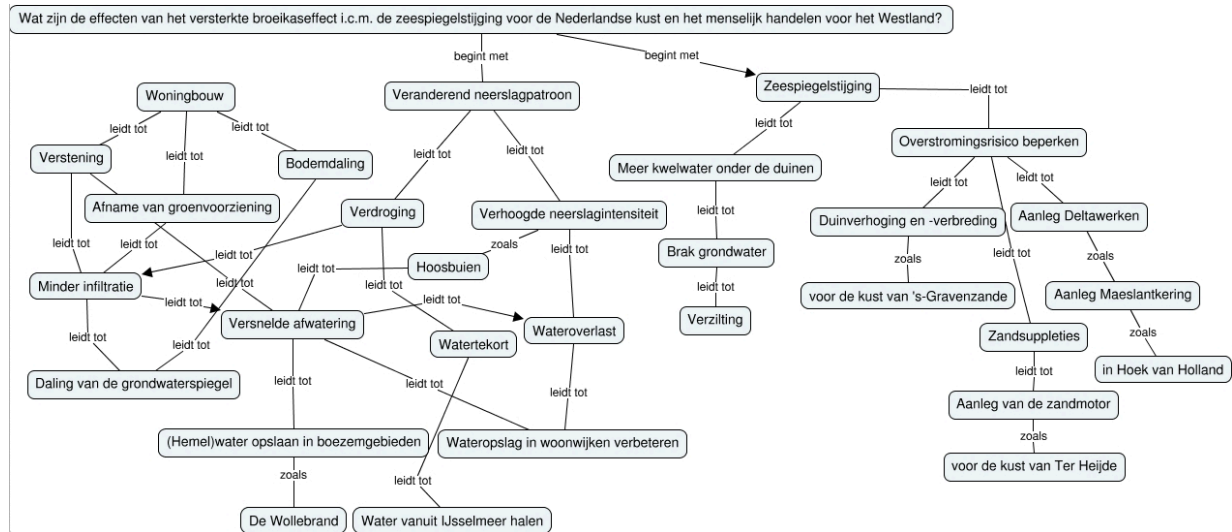


**Figuur 13: Schema 2 – klimaatverandering op nationaal schaalniveau.**





**Figuur 14: Schema 3 - Klimaatverandering op regionaal en lokaal schaalniveau.**



### 4.1.3 Leerdoelen

In het productvoorstel zijn de volgende leerdoelen opgesteld op basis van de taxonomie van Bloom:

- De leerlingen kunnen de oorzaken van klimaatverandering op mondiaal schaalniveau beschrijven en verklaren.
- De leerlingen kunnen de gevolgen van klimaatverandering voor laaggelegen kustgebieden, zoals West-Nederland op nationaal schaalniveau beschrijven en verklaren.
- De leerlingen kunnen de maatregelen tegen de gevolgen van klimaatverandering, die genomen dienen te worden op nationaal en lokaal schaalniveau bij het beschermen van de laaggelegen kustgebieden om het overstromingsrisico te beperken, benoemen.

### 4.1.4 Leeractiviteiten

in de eerste les leren de leerlingen hoe de schematiseerwerkvorm is opgebouwd (operationalisatie van ontwerpprincipie 1). Het gaat om het leren begrijpen wat het doel van het maken van een schema is, hoe een schema werkt, uit welke onderdelen een schema bestaat en wat de meerwaarde is van het maken ervan. Na de uitleg kunnen de leerlingen stapsgewijs oefenen met schematiseren door de complexiteit in de lesstof toe te laten nemen (operationalisatie van ontwerpprincipie 2). Dat kan de docent doen door te starten met een geheel of gedeeltelijk ingevuld schema. Tijdens de volgende les kan de docent dan meer concepten en/ of relaties weglaten en door de leerlingen zelf laten invullen (operationalisatie van ontwerpprincipie 3). Om een voorbeeld te geven van een schema begint de docent met een concept map, omdat de leerlingen nog geen tot weinig ervaring hebben met schematiseren (operationalisatie van ontwerpprincipie 9). De leerlingen weten dat zij de komende lessen gaan experimenteren met het maken van schema's, omdat het een lessenserie betreft. In de tweede les kunnen de leerlingen oefenen met het maken van een schema. Dit kan door een schema in stukken te verdelen, zodat de leerlingen niet afhaken vanwege de moeilijkheidsgraad. Het is aan te bevelen dat leerlingen een bestaand schema uitbreiden (operationalisatie van ontwerpprincipie 5).

De leerlingen gaan vervolgens in groepjes aan de slag met het invullen van een leeg schema met behulp van gegeven concepten. Zij zullen moeten overleggen en discussiëren over de inhoud van het schema. De leerlingen krijgen de concepten en verbindingswoorden en zullen met elkaar moeten afstemmen hoe het schema ingevuld moet worden. Om enige structuur te geven, kan de docent ervoor kiezen om het begin- en eindpunt van het schema prijs te geven. Mocht de docent zien dat de leerlingen er helemaal niet uitkomen, dan kan hij besluiten om een deel van het schema te geven. Door leerlingen die de opdracht niet weten te voltooien meer op weg te helpen dan andere leerlingen is de docent van plan om gedifferentieerd les te geven (**voorlopig ontwerpprincipe 10**). Aan het einde van de les zou de docent een aantal leerlingen kunnen uitnodigen om hun ingevulde schema te presenteren. In de derde les kunnen de leerlingen in tweetallen een concept map maken achter een device, zodat zij zelf online een schema maken (operationalisatie van ontwerpprincipe 4). De leerlingen krijgen de concepten in een tabel waarmee zij een schema moeten vormgeven. De docent is van plan om de verbindingswoorden in een tabel te zetten, zodat de leerlingen de juiste concepten met behulp van de juiste verbindingswoorden aan elkaar moeten relateren. Echter, dit kan alleen als de leerlingen de complexiteit van het te maken schema aan kunnen (operationalisatie van ontwerpprincipe 8). Aan het einde van de les zouden de leerlingen hun gemaakte keuzes kunnen presenteren. Zodoende haalt de docent eventuele misconcepties uit het schema van de leerlingen. Deze nabespreking is een goede manier om de misconcepties te verbeteren (operationalisatie van ontwerpprincipe 7).

#### *4.1.5 Leermiddelen*

De leermiddelen die worden gebruikt zijn tabellen met concepten, een leeg schema, een potlood en een gum. De docent start de werkvorm eerst op papier, zodat de leerlingen het schema zelf kunnen invullen (**voorlopig ontwerpprincipe 11**). Zodra de leerlingen weten hoe schematiseren werkt op papier, krijgen zij een device, bijvoorbeeld een chromebook, zodat zij op internet kunnen oefenen met het maken van een schema. Via <https://cmapcloud.ihmc.us/cmmaps/myCmaps.html> kunnen leerlingen een schema maken. Een groot voordeel van het maken van een schema op een device is dat de leerlingen hun schema kunnen opslaan, bewerken en uit kunnen printen of mailen naar de docent.

#### *4.1.6 Rol van de docent*

In les 1 legt de docent uit hoe leerlingen leren schematiseren. Hij besteedt aandacht aan het klassikaal invullen van een schema. De docent is van plan om tijdens de eerste les veel uit te leggen over het doel en de uitvoering van de werkvorm om tijdens de tweede les minder uit te hoeven leggen en in de derde les de leerlingen nog meer zelfverantwoordelijkheid en zelfredzaamheid te geven (operationalisatie van ontwerpprincipe 6). In les 2 geeft de docent de instructie aan groepjes leerlingen over het invullen van een leeg schema met behulp van een tabel met de concepten. Na de instructie fungeert de docent als vraagbaak en geeft hij tussentijds feedback wanneer hij de klas rondloopt. In les 3 gaan de leerlingen in tweetallen aan de slag met het maken van een schema. De docent is van plan om zowel de concepten als de verbindingswoorden in een tabel te overhandigen. Daarna zal de docent, net als in les 2, tussentijds feedback geven wanneer de leerlingen vastlopen. Aan het einde van de les kunnen leerlingen hun schema presenteren aan hun klasgenoten en ontvangen zij zowel feedback van hun klasgenoten als van de docent.

## 4.2 Ontwikkefase 1: van een productvoorstel tot een globaal uitgewerkt product.

In ontwikkefase 1 heeft de scriptiebegeleider TF een screening gemaakt van het productvoorstel. Op basis van deze screening wordt de feedback verwerkt in het globaal uitgewerkt product.

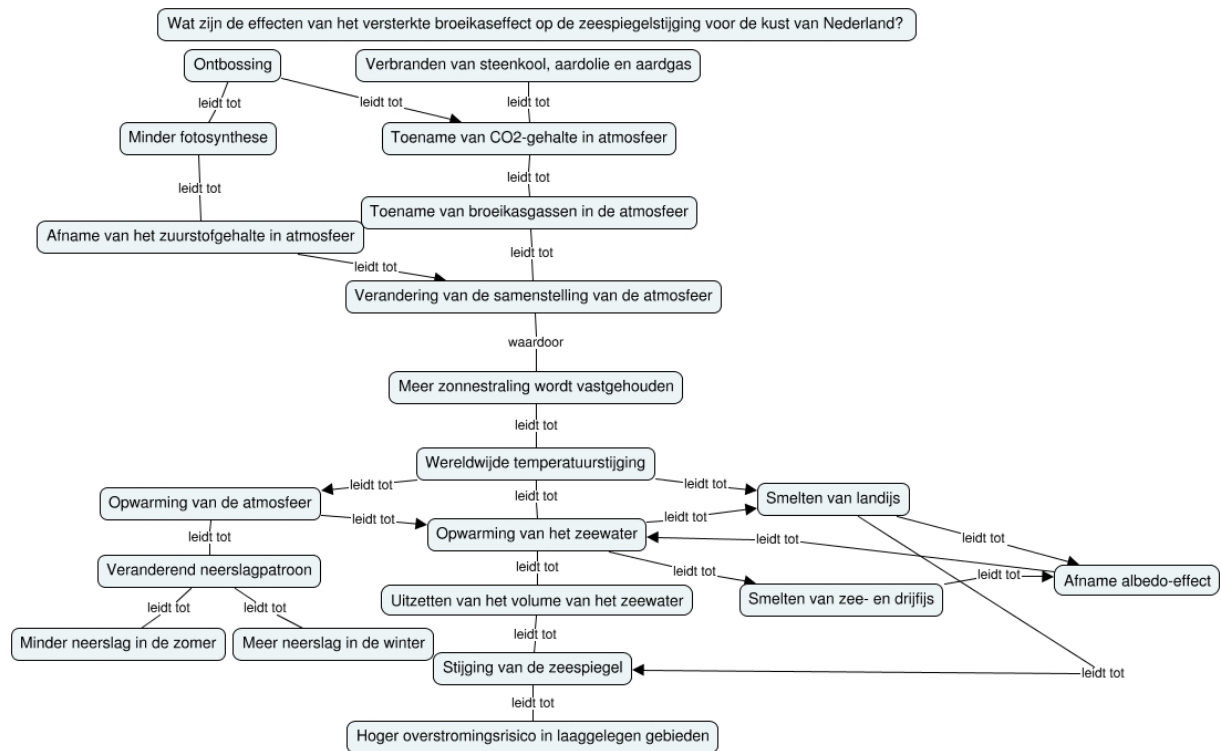
### 4.2.1 Beoogde doelgroep en onderwerp

De scriptiebegeleider vond dat de werkvorm concept mapping meer toegepast dient te worden op de doelgroep. Als de werkvorm gericht is op de leerlingen uit tweede klas van het VWO, dan dient de werkvorm sterk versimpeld te worden. Voor de bovenbouwleerlingen van het VWO zou de werkvorm wellicht meer van toepassing zijn, omdat hun abstractieniveau hoger is. De scriptiebegeleider gaf de volgende feedback: “Er moet een keuze gemaakt worden voor de onderbouw of voor de bovenbouw van het VWO of de inhoud van de schema’s moet sterk versimpeld worden. Er dient meer structuur door de docent te worden aangeboden”. Volgens de scriptiebegeleider is het beter om een klas in de bovenbouw te nemen, omdat de leerlingen beter in staat zullen zijn om relaties te leggen tussen concepten. De aanpassing die de onderzoeker heeft gedaan op basis van de feedback van de scriptiebegeleider is de keuze van de doelgroep te veranderen van een tweede klas naar een vijfde klas van het VWO. Bovendien komt het onderwerp klimaatverandering van mondiaal tot lokaal schaalniveau ook aan bod in de methode van de vijfde klas van het VWO.

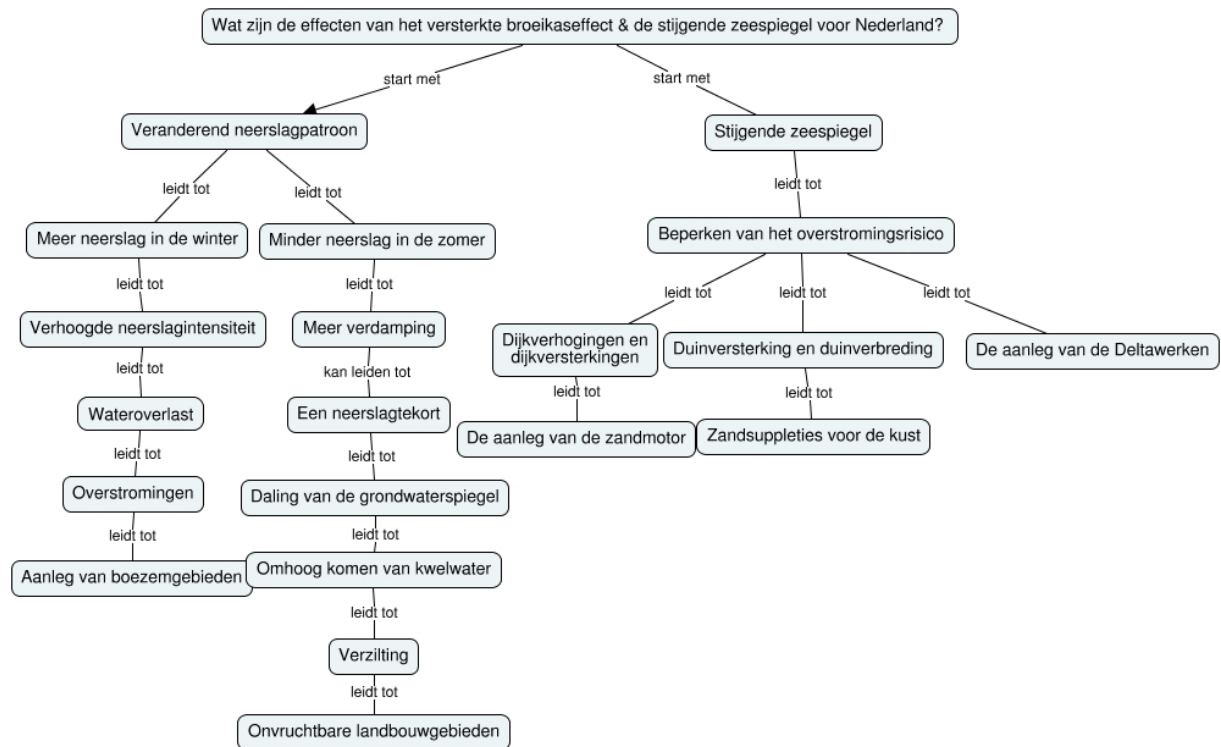
### 4.2.2 Leerinhoud

Volgens de scriptiebegeleider hadden de schema’s in het productvoorstel vooral kenmerken van een causaal diagram, omdat de meeste boxen oorzaken en gevolgen bevatten en bij de meeste pijlen “leidt tot” is opgenomen. Daarnaast waren er een aantal taxonomische relaties opgenomen in de vorm van een concept map. Daardoor was het schema geen consistent geheel. De scriptiebegeleider vond dat het beter was om een keuze te maken voor een werkvorm waarin leerlingen een causaal diagram óf een concept map maken (**voorlopig ontwerpprincipie 12**). Het productvoorstel is, zoals het nu staat beschreven, een werkvorm over causale diagrammen, omdat tussen de concepten de verbindingswoorden “leidt tot” staan. Om concept maps te maken, dienen de schema’s te bestaan uit losstaande concepten die door verbindingswoorden aan elkaar worden gekoppeld. Om het productvoorstel consistent te houden, dient de inhoud van het schema’s niet te veranderen, maar wel de benaming van de schema’s. Wanneer je een concept map maakt, dan moeten de boxen alleen concepten bevatten, zoals bijvoorbeeld “de zeespiegelstijging” (concept) “leidt tot verhoging van” (verbindingswoorden) “het overstromingsrisico” (concept). In een causaal diagram zouden de boxen alleen oorzaken en gevolgen moeten bevatten. Bijvoorbeeld “stijging van de zeespiegel” (concept) “leidt tot” (verbindingswoorden) “een toename van het overstromingsrisico” (concept). Op basis van deze opmerking heeft de onderzoeker besloten om alle schema’s om te zetten in causale diagrammen. Daarnaast dienen er geen pijlen vanuit de centrale vraag naar de boxen te worden getrokken. Bovendien dienen alle concepten oorzaak-gevolg relaties te bevatten. Op basis van deze opmerkingen heeft de onderzoeker de schema’s aangepast, zie figuur 15 t/m 17.

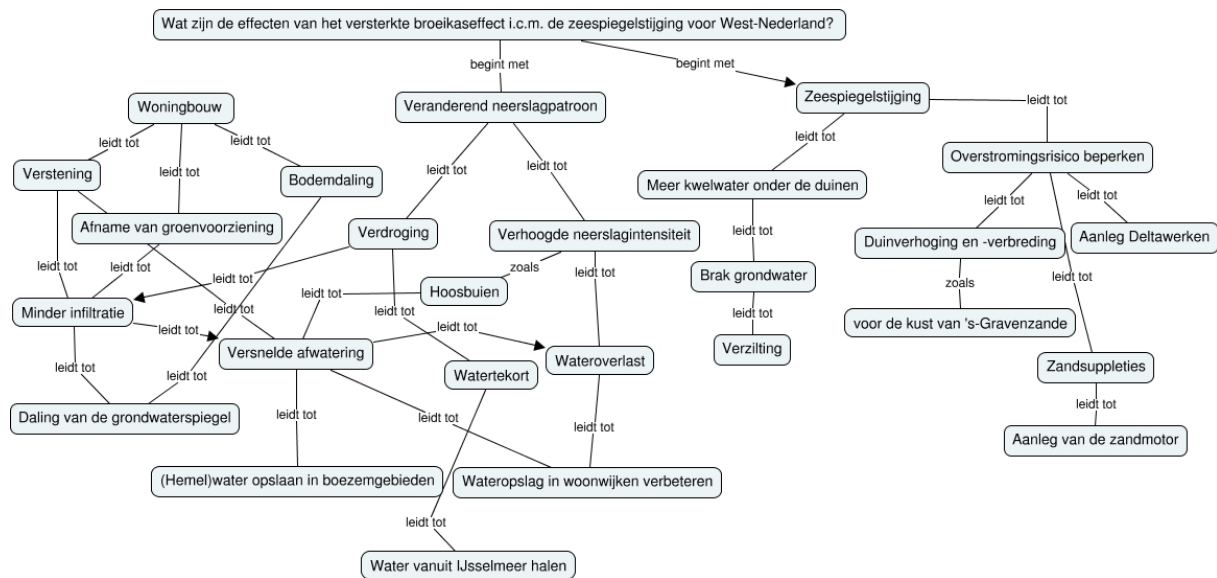
**Figuur 15: schema klimaatverandering op mondiaal schaalniveau n.a.v. gesprek met scriptiebegeleider TF.**



**Figuur 16: schema klimaatverandering op nationaal schaalniveau n.a.v. gesprek scriptiebegeleider met TF.**



**Figuur 17: schema klimaatverandering op regionaal en lokaal schaalniveau n.a.v. gesprek scriptiebegeleider met TF.**



### 4.2.3 Leeractiviteiten

De scriptiegeleider gaf de volgende feedback op de leeractiviteiten: “de schema’s zijn te uitgebreid. Om de bruikbaarheid van de werkvorm te verhogen, dient een keuze gemaakt te worden tussen het maken van een concept mapping werkvorm of een werkvorm die gericht is op het maken van causale diagrammen”. In grote lijnen zijn de concept maps in het productvoorstel causale diagrammen, want in vrijwel alle boxen staan oorzaken en gevolgen. Daarnaast vond de scriptiebegeleider de opbouw van de werkvorm van docent gestuurd naar meer leerling gestuurd, volgens ontwerpprincipe 6, geschikt. Uitgaande van het feit dat de leerlingen nog geen enkele ervaring hebben in het maken van schema’s dient de docent in de eerste les meer achtergrondinformatie verstrekken over het doel van de werkvorm. Daarnaast is het van belang dat de inhoud van de werkvorm niet te abstract is. Hoe abstracter de inhoud van de werkvorm, hoe ouder de leerlingen dienen te zijn. Een leerling in de bovenbouw heeft over het algemeen een hoger abstractieniveau dan een leerling in de onderbouw. Volgens de scriptiebegeleider is het beter om de causale diagrammen te vereenvoudigen om de bruikbaarheid in de onderbouw te verhogen. De onderzoeker kan dit op twee manieren bewerkstelligen. De volgorde van de leeractiviteiten bij het vervaardigen van een schema door leerlingen zou een lessenserie kunnen zijn waarin de opbouw van de werkvorm van algemeen naar specifiek en van mondiaal naar lokaal schaalniveau is opgenomen (**voorlopig ontwerpprincipe 13**). De onderzoeker kan ook een kleinere opzet maken door de leerlingen maximaal vier of vijf concepten te geven om te bekijken of het de leerlingen lukt om deze met elkaar relateren (**voorlopig ontwerpprincipe 14**). Hoe abstracter en algemener de begrippen, hoe moeilijker het is voor de leerlingen om relaties te leggen. Hoe minder concepten de leerlingen krijgen, hoe beter de werkvorm is te begrijpen voor leerlingen.

### 4.3 Ontwikkelfase 2: van een globaal uitgewerkt product naar een gedeeltelijk uitgewerkt product.

In ontwikkelfase 2 is een walkthrough uitgevoerd met drie experts (afgekort tot MC, TW en JK), waarbij de experts hun mening hebben gegeven over het globaal uitgewerkt product. De topiclijst en de samenvattingen van de interviews die met de experts zijn gehouden, zijn terug te vinden in de bijlagen A t/m E. Op basis daarvan is het globaal uitgewerkt product aangepast tot een gedeeltelijk uitgewerkt product.

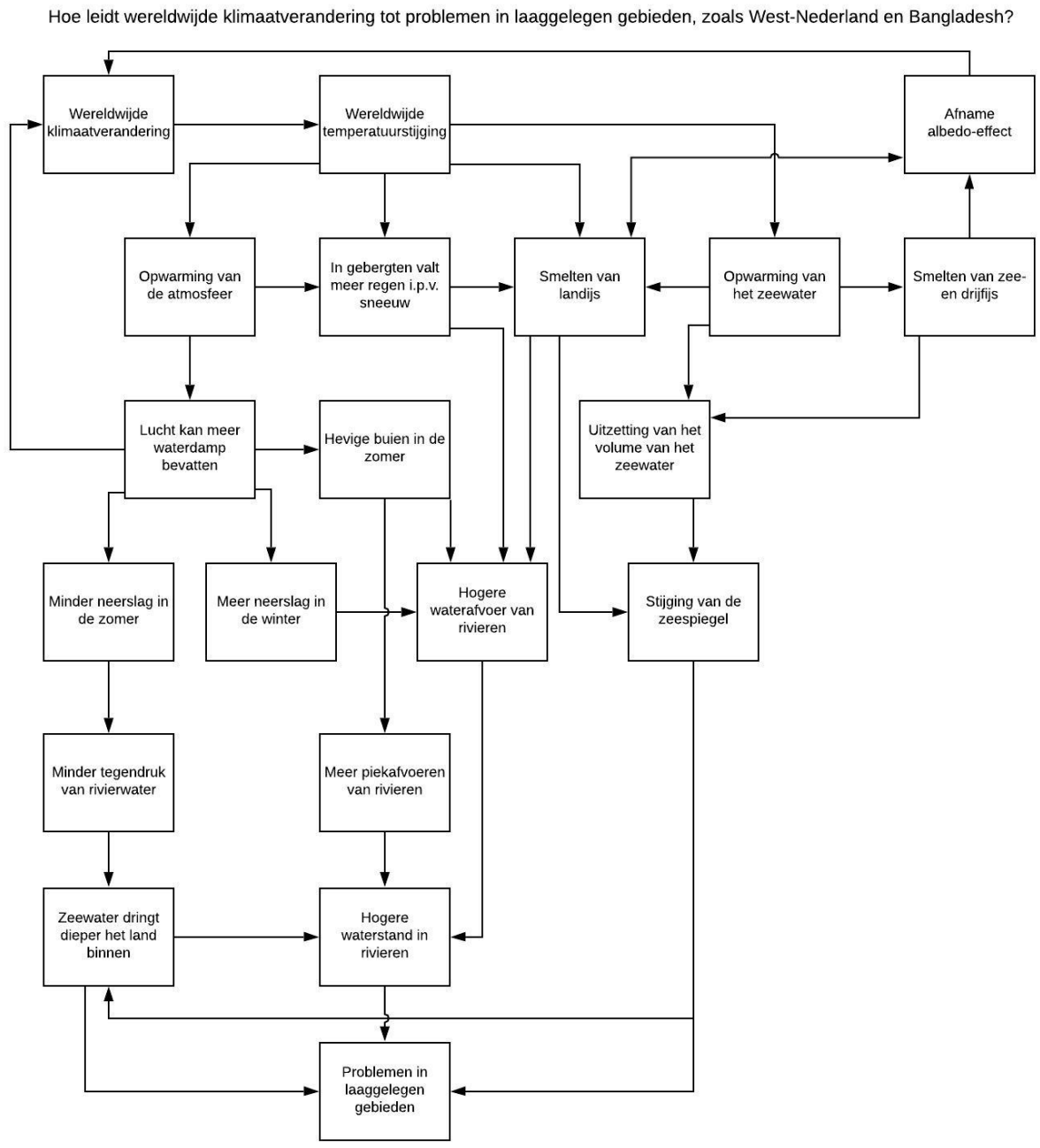
#### 4.3.1 *Beoogde doelgroep en onderwerp*

Expert JK vond dat de concept mapping werkvorm uitermate geschikt was voor een bovenbouwklas, zoals de vijfde klas van het VWO. Echter, hij gaf aan dat de werkvorm met een aantal aanpassingen ook goed uitvoerbaar zou kunnen zijn in een derde of vierde klas van zowel het havo als het VWO. Leerlingen uit de derde klas kennen de werkvorm concept mapping hoogstwaarschijnlijk nog niet, maar zij kunnen het tijdens hun schoolloopbaan wel langer toepassen dan leerlingen uit de vijfde klas. Experts MC en TW denken dat de moeilijkheidsgraad van de werkvorm te hoog is voor een leerling van de tweede klas van het VWO. Op basis van deze opmerkingen is de keuze van de beoogde doelgroep een derde klas van het VWO geworden. Bovendien is de werkvorm versimpeld door het onderwerp meer te specificeren op de wereldwijde klimaatverandering in combinatie met de zeespiegelstijging, het veranderend neerslagpatroon en de veranderingen in de afvoer van het rivierwater.

#### 4.3.2 *Leerinhoud*

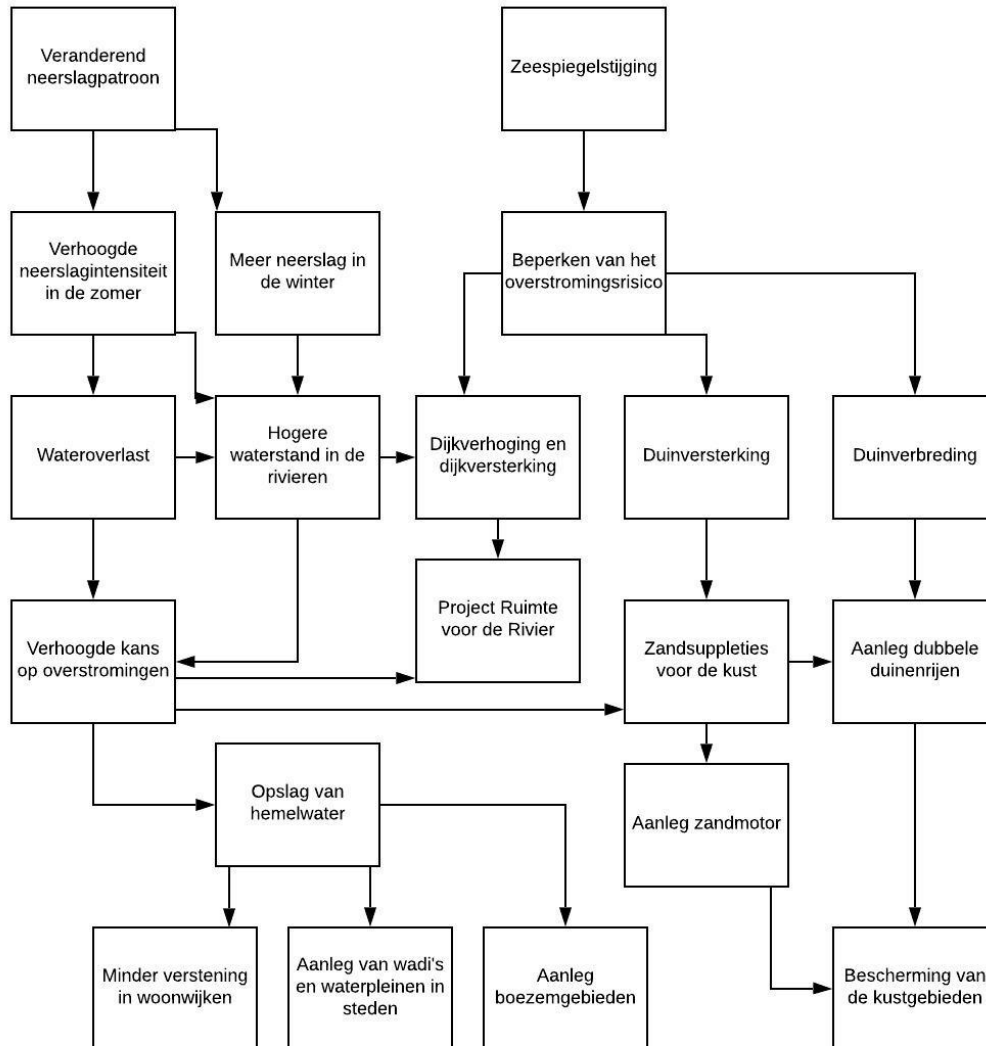
Expert JK gaf de volgende feedback: “Als je kiest voor het maken van een werkvorm over causale diagrammen, dan hoef je de verbindingswoorden “leidt tot” niet op te nemen in het schema. Kies je ervoor om een concept map te maken, dan dien je wel verbindingswoorden op te nemen. De pijlen geven de relatie weer tussen concepten, die dan relateert met woorden”. Expert JK vond dat de werkvorm te breed is opgezet, waardoor de consistentie in het geding kwam. Hij deed de volgende aanbevelingen: “Het is een logische keuze om de oorzaken en gevolgen van de wereldwijde klimaatverandering te bespreken alvorens de maatregelen tegen overstromingsrisico’s door de wereldwijde zeespiegelstijging en de rivieren in schema’s te verwerken. Om de bruikbaarheid van de werkvorm te waarborgen, is het beter wanneer het schema zich richt op de overstromingsrisico’s van laaggelegen gebieden waarbij de concepten verzilting en verdroging buiten beschouwing kunnen worden gelaten. Door het toevoegen van het veranderend neerslagpatroon en de wereldwijde temperatuurstijging zal, zowel de zeespiegelstijging, als de afvoer van de grote rivieren worden besproken, omdat het zeewater en het rivierwater met elkaar zijn verbonden. De binnendringing van zeewater kan gebeuren wanneer rivierwater minder tegendruk geeft. Het veranderend neerslagpatroon zal in de werkvorm kunnen blijven, omdat het fluviaatiele gedeelte zeker moeten worden benoemd. Het proces van het veranderend neerslagpatroon is tot en met de Alpen aanwezig, omdat tegenwoordig meer neerslag in de vorm van regen in plaats van sneeuw valt en de gletsjers door de temperatuurstijging sneller smelten. Het schema zou kunnen worden gesplitst in een fluviaatiele en marien gedeelte om beide onderdelen daarna samen te voegen in een schema. De maatregelen die genomen worden als antwoord op de klimaatverandering, zullen in het schema worden opgenomen”. De onderzoeker heeft de opmerkingen verwerkt in figuur 18 en 19.

Figuur 18: Klimaatverandering op mondiaal en nationaal schaalniveau n.a.v. interview met MC, TW & JK.



**Figuur 19: Klimaatverandering op nationaal, regionaal en lokaal schaalniveau n.a.v. interview met MC, TW & JK.**

Welke maatregelen dienen laaggelegen gebieden te nemen tegen de gevolgen van wereldwijde klimaatverandering, zoals de zeespiegelstijging en het veranderend neerslagpatroon?





### 4.3.3 Leeractiviteiten

Volgens expert TW is het beter om duidelijk het schaalniveau aan te geven in het schema, zodat leerlingen leren redeneren op het juiste schaalniveau. Op mondiaal schaalniveau spelen terugkoppelingsmechanismen een belangrijke rol in het klimaatsysteem die weer effect hebben op de klimaatverandering op nationaal schaalniveau. Op basis van deze opmerking zijn door de onderzoeker bij elk schema de processen op het juiste schaalniveau gevoegd.

De leerlingen kunnen de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering op mondiaal, nationaal, regionaal en lokaal schaalniveau in het schema zetten, doordat alle concepten oorzaak-gevolg-relaties bevatten. Op deze manier vormt de leerling met behulp van dit schema, oftewel een causaal diagram, een beeld over de impact van klimaatverandering op zijn eigen omgeving. Naar aanleiding van deze opmerking zijn de schema's veranderd naar conceptuele diagrammen. De keuze voor een causaal diagram is niet definitief, omdat de concepten nu niet op zichzelf staan. Voor een aantal concepten staan nog woorden als "meer", "minder", "hoger", "lager", "stijging" en "daling". De onderzoeker heeft op basis van deze opmerking ervoor gekozen om de keuze voor een causaal diagram voor te leggen aan de docenten aardrijkskunde. Expert JK gaf de volgende feedback: "De werkvorm dient een logische opbouw te hebben om het leerproces van de leerlingen te stimuleren, want anders haken de leerlingen voortijdig af. De moeilijkheidsgraad zit in deze fase in het invullen van een conceptueel diagram". Hierop heeft de onderzoeker besloten om de schema's meer op elkaar af te stemmen door de onderwerpen zeespiegelstijging en veranderend neerslagpatroon elk apart in figuur 19 op te nemen. De keuze om de centrale vraag boven de schema's te zetten, zoals in de literatuur beschreven staat, evenals de eerste pijlen vanuit de centrale vraag, wordt achterwege gelaten, omdat het invullen van het schema de centrale vraag al beantwoordt. De effectiviteit van de werkvorm zal volgens expert JK toenemen wanneer de oorzaken en de gevolgen van de wereldwijde zeespiegelstijging worden uitgelegd aan de leerlingen en worden opgenomen in het conceptueel diagram, zie figuur 18. Bovendien is Nederland, volgens expert JK, niet het enige land wat last heeft van de wereldwijde zeespiegelstijging, want ook Bangladesh heeft ermee te maken. De onderzoeker heeft besloten om zowel Nederland als Bangladesh als laaggelegen gebieden te kenmerken en op te nemen in de centrale vraag, zie figuur 18.

### 4.3.4 Leermiddelen

Volgens expert JK is: [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com) gebruiksvriendelijker voor het construeren van de schema's dan: <https://cmapcloud.ihmc.us/cmaps/myCmaps.html>. Expert JK gaf de volgende feedback: "Maak een schema via de website: <https://lucidchart.com>. Als docent kun je het beste een betaald account aanmaken, zodat je 60 schema's kunt maken, in plaats van de drie schema's van de gratis versie. Voor leerlingen is een gratis account wel handig". Op basis van deze feedback heeft de onderzoeker ervoor gekozen om de schema's te maken via de website: [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com). Volgens expert MC is het nodig de voorkennis van de leerlingen over het onderwerp klimaatverandering aan te spreken en daarmee hun motivatie voor de werkvorm te verhogen. Expert MC gaf de volgende feedback: "Gebruik figuren, filmpjes en teksten om de aandacht van de leerlingen op de werkvorm te richten" (**voorlopig ontwerpprincipe 15**). De onderzoeker heeft besloten om op zoek te gaan naar kwalitatief filmmateriaal, teksten en foto's die horen bij het onderwerp klimaatverandering. De aanpassingen die de onderzoeker heeft gedaan, zijn het vervaardigen van een lessenserie, het schrijven van teksten inclusief figuren en het

zoeken naar filmpjes passend bij het onderwerp. Bij elke les in de lessenserie wordt met behulp van teksten uit de methode en teksten, filmpjes en foto's van internet, de aandacht van de leerlingen op het onderwerp gevestigd. De onderzoeker is van plan om in de eerste les de concepten in de tekst dikgedrukt te maken om ervoor te zorgen dat leerlingen deze gaan gebruiken tijdens het invullen van het schema. Op die manier stuurt de docent in de eerste les de leerlingen aan. In de andere teksten kan de docent kiezen of hij de concepten dikgedrukt maakt of dat hij de concepten in de tabel plaatst. Volgens expert TW is de werkvorm zeer effectief wanneer er een duidelijke hiërarchie te zien is. Concepten op hetzelfde (schaal)niveau moeten op dezelfde laag staan. Er kunnen boxen gemaakt worden waarin de schaalniveaus worden aangegeven. De onderzoeker heeft deze opmerking getracht in de schema's te voegen, maar kwam tot de conclusie dat het lastig is om de concepten op hetzelfde schaalniveau op eenzelfde laag in het schema te zetten, omdat het schema dan onoverzichtelijk zou worden.

#### *4.3.5 Rol van de docent*

Expert MC gaf aan dat de docent het leerproces van de leerling kan sturen door een hoge mate van structuur te bieden. "Hoe meer handvatten de docent geeft aan de leerlingen, hoe meer docent gestuurd de werkvorm wordt. Daarnaast kan de docent aan het einde van de les zijn schema aan de leerlingen laten zien als antwoordmodel. Echter, het antwoordmodel van de docent is niet leidend, maar biedt wel houvast om de relaties tussen de concepten te duiden". Expert JK gaf aan dat de leerlingen hun schema via de mail met de docent kunnen delen. De docent kan zijn concept map als een antwoordmodel gebruiken tijdens de evaluatie". Expert JK gaf feedback op de sturing van de docent om het leerrendement zo hoog mogelijk te maken. "Wanneer de docent zijn schema's laat zien aan de leerlingen, heeft dat het minste leereffect, omdat de leerlingen het minste kennis opnemen door naar de leerstof te kijken. Als de leerling alleen de concepten invult, heeft het meer leereffect, omdat de leerlingen dan kunnen puzzelen welke concepten waar horen en welke zij aan het einde overhouden. Het meeste leerrendement heeft het zelf vervaardigen van een schema door leerlingen. Dan moeten de leerlingen met elkaar overleggen om een schema te maken. Om de leerlingen op weg te helpen, kan de docent ervoor kiezen om de eerste vier à vijf concepten te geven en dan de leerlingen het schema verder af te laten maken. Expert TW zei: "Wanneer de moeilijkheidsgraad van de werkvorm te hoog is, zal de meerderheid van de leerlingen afhaken en andersom zal dit ook gelden. Daarom is het belangrijk dat de werkvorm goed aansluit bij het niveau van de leerling. Uiteindelijk is de docent degene die de inschatting moet maken welke moeilijkheidsgraad hij kiest om de werkvorm te laten slagen in de lespraktijk". Op basis van deze opmerkingen heeft de onderzoeker besloten om een lessenserie te maken rondom de werkvorm concept mapping waarbij de opbouw van een docent gestuurde naar een leerling gestuurde werkvorm is te zien (zie tabel 3).

#### 4.4 Ontwikkefase 3: Van een gedeeltelijk uitgewerkt product tot een volledig uitgewerkt product

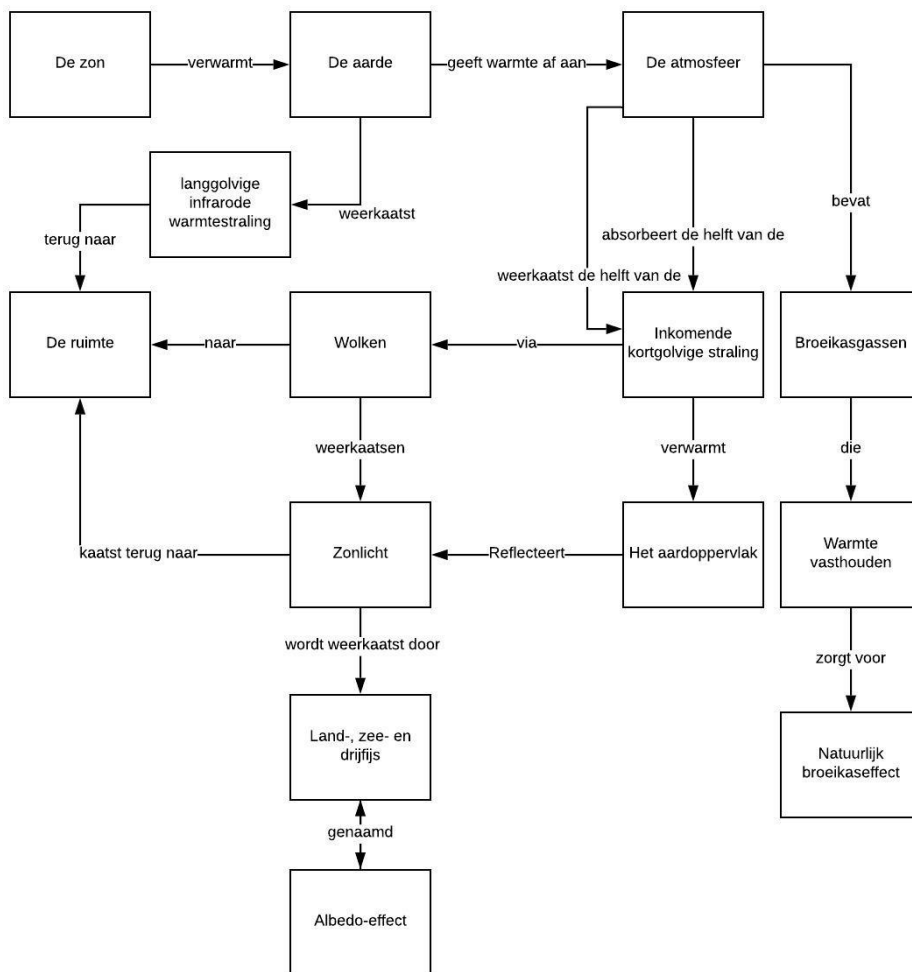
Deze ontwikkelingsfase wordt de micro-evaluatie genoemd. Tijdens deze ontwikkelingsfase zijn de onderdelen van het gedeeltelijk uitgewerkt product aangescherpt en verbeterd om tot een volledig uitgewerkt product te komen. In deze ontwikkelingsfase gaven vier aardrijkskundedocenten feedback op de werkvorm en de bijbehorende instructie. De uitwerking kan als volledig uitgewerkt product worden beschouwd.

##### 4.4.1 Uiteindelijke doelgroep en onderwerp

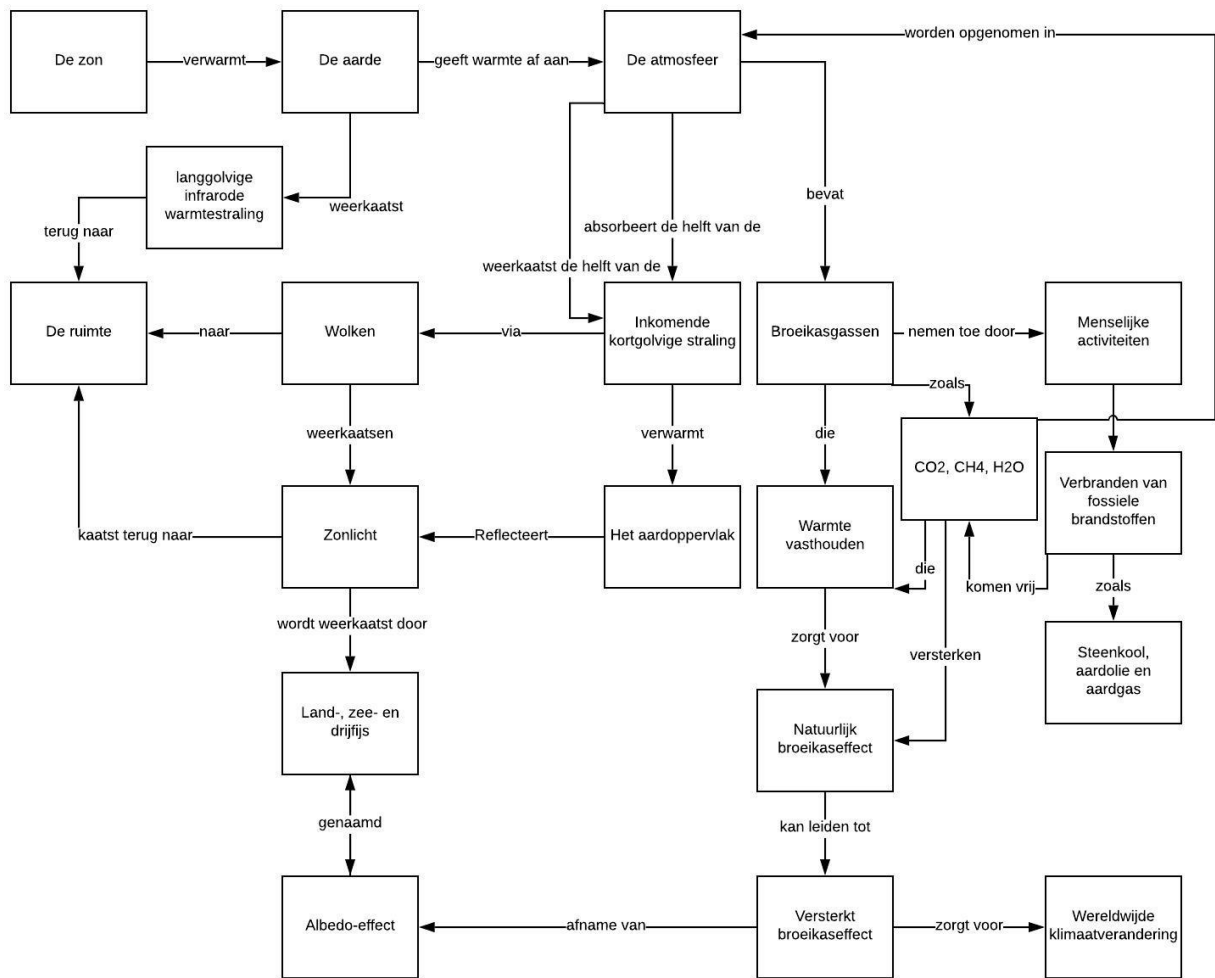
De uiteindelijke doelgroep is een derde klas van het VWO bestaande uit 24 leerlingen. De lessen sloten goed aan bij het onderwerp in de derde klas: "Ruimteschip aarde". In dit onderwerp staat klimaatverandering centraal. In de methoden wordt ingegaan op het natuurlijk broeikas effect en de versterking daarvan.

##### 4.4.2 Leerinhoud

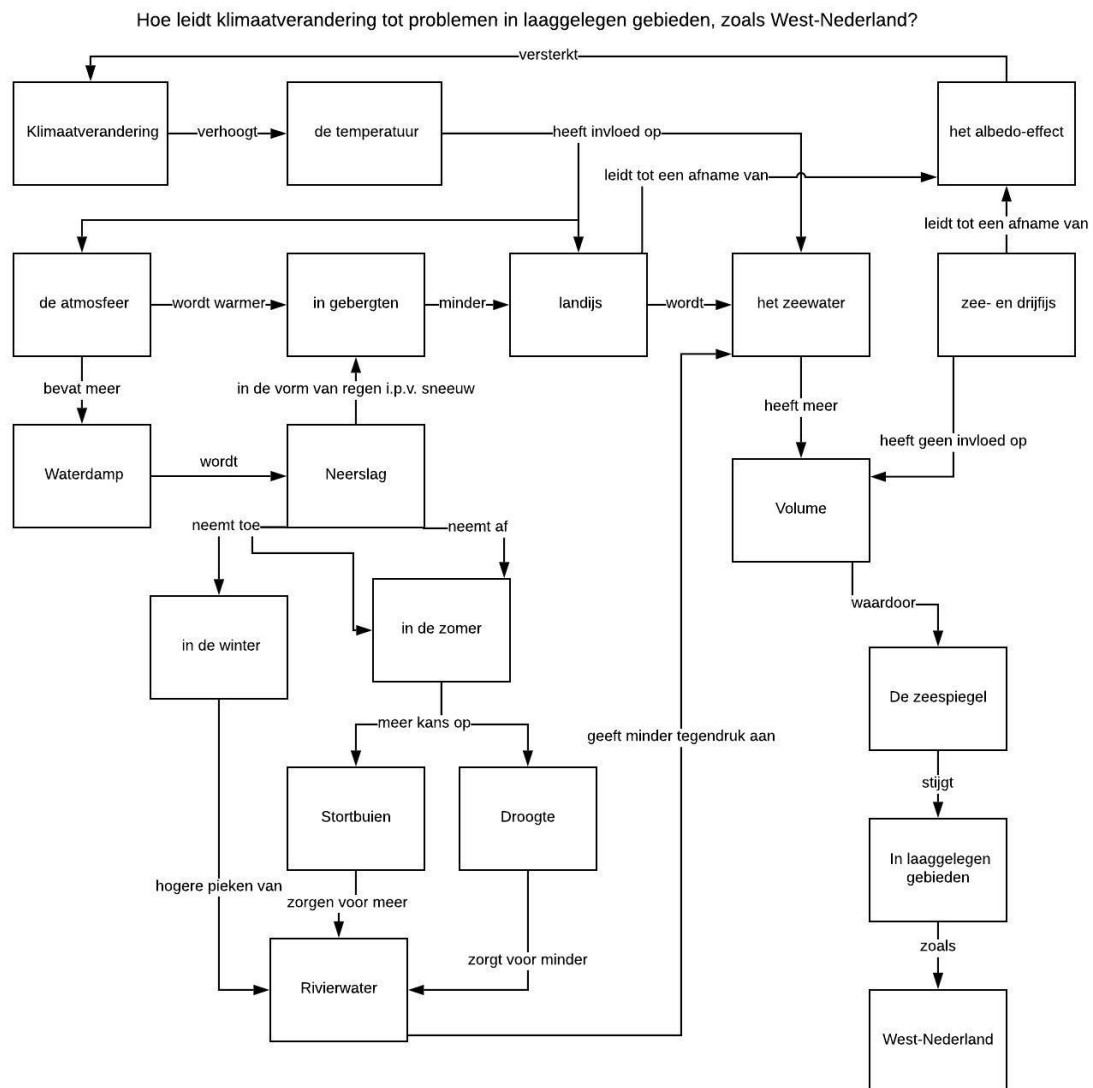
Figuur 20: concept map over het natuurlijk broeikas effect n.a.v. feedback aardrijkskundedocenten.



Figuur 21: concept map over het versterkt broeikaseffect n.a.v. feedback aardrijkskundedocenten.



**Figuur 22: concept map over de effecten van klimaatverandering in laaggelegen gebieden n.a.v. feedback aardrijkskundedocenten.**



#### 4.4.3 Leeractiviteiten

Zowel de schema's als de instructiehandleiding (zie definitief product) bij de werkvorm is voorgelegd aan aardrijkskundedocenten. Volgens docent WB kan de werkvorm worden aangepast aan het niveau van de leerlingen door concepten te vereenvoudigen en/of weg te laten (operationalisatie van ontwerpprincipie 14). Docent WB was van mening dat deze werkvorm heel handig is bij het inzichtelijk maken van verschillende relaties tussen concepten, waardoor het leerproces van de leerlingen wordt verbeterd. Daarnaast gaf docent WB aan dat de werkvorm specifiek dient te worden beschreven: "Het zou beter zijn om verbindingswoorden tussen de concepten te zetten en losstaande concepten te gebruiken, waardoor de werkvorm voor de leerlingen begrijpelijker wordt". Op basis van deze opmerking heeft de onderzoeker besloten om de causale diagrammen om te zetten in concept maps (operationalisatie van ontwerpprincipie 12). Na deze opmerking worden de schema's in de thesis concept maps genoemd.

Volgens WB is het beter om de werkvorm te laten beginnen bij het natuurlijk broeikas effect, zodat de leerlingen een beter beeld krijgen over de manier waarop dat versterkt wordt. Het is daarna makkelijker om een link te leggen tussen het natuurlijk en het versterkte broeikas effect. De leerlingen kunnen de concepten met de gevolgen van het versterkt broeikas effect in een concept map zetten. Dit zijn maximaal zes concepten (zie figuur 20 en 21). Ten slotte zal de onderzoeker in de lessenserie een laatste concept map creëren met de maatregelen die kunnen worden genomen in laaggelegen gebieden tegen de gevolgen van klimaatverandering (operationalisatie van ontwerpprincipes 13). Bovendien vond docent WB het taalgebruik van de teksten aan de matige kant. Hij heeft alle teksten tekstueel aangepast. De onderzoeker heeft deze opmerkingen grotendeels overgenomen om de leesbaarheid te waarborgen. De aanpassingen zijn opgenomen in het definitief product. Volgens docent KB diende de instructiehandleiding specifieker te worden beschreven wanneer aardrijkskundedocenten het in hun lespraktijk willen gaan gebruiken. De instructiehandleiding zou voor docenten gedetailleerder moeten zijn. Docent KB gaf aan dat een stappenplan of een chronologische volgorde van de uitvoering in de handleiding moet worden gevoegd. De onderzoeker heeft de opmerkingen doorgevoerd in het definitief product. Docenten BD en TvK gaven aan dat de opbouw van de werkvorm goed is. Docent WB vindt de werkvorm nog niet uitvoerbaar, omdat de instructie mist. “Met een goede instructie kan elke aardrijkskundedocent de werkvorm uitvoeren”. Docent KB had veel inhoudelijke opmerkingen voor het gebruik van het product in de onderwijspraktijk. “Voor alle docenten met weinig tijd of die weinig innovatief zijn ingesteld, zou de docentenhandleiding korter en bondiger moeten worden beschreven. Met behulp van korte en bondige informatie zou een aardrijkskundedocent sneller kunnen beslissen of hij de werkvorm zal toepassen”. Docent TvK vindt het beter wanneer de teksten voor de leerlingen kort en duidelijk zijn om zo de bruikbaarheid te verhogen. Docent BD gaf aan dat de tekst uitvullen meer bijdraagt aan de leesbaarheid. “De leesteksten zouden een andere opmaak kunnen krijgen om de aandacht van de leerlingen meer te kunnen vestigen op de inhoud, waarbij de vorm hetzelfde blijft” (operationalisatie van ontwerpprincipes 15). Docent BD vraagt zich af of deze opdracht ook alleen op papier kan worden gemaakt om zo meer de regie in de handen van de docent te houden. “Met behulp van een device zouden de leerlingen wellicht sneller afgeleid raken”. Bovendien vraagt docent BD zich af of de docent van elk tweetal dezelfde presentatie toegezonden krijgt of dat alle presentaties verschillend zijn. De onderzoeker heeft op basis van deze opmerkingen de instructiehandleiding aangepast, tabellen opgenomen met docent- en leerling activiteiten en de teksten ingekort.

#### *4.4.4 Leermiddelen*

Volgens docent WB was het beter om eerst de theorie van het maken van een concept map uit te leggen alvorens over te stappen van papier op digitaal. Volgens hem zou de hoeveelheid informatie voor de leerlingen in een korte tijd teveel worden. Om te voorkomen dat de leerlingen teveel informatie zouden krijgen in een korte tijd, is de werkvorm aangepast door de eerste les op papier uit te werken. Door elke leerling een concept map te geven in plaats van het laten zien van de concept map op het bord, bewaren de leerlingen beter het overzicht (operationalisatie van ontwerpprincipes 11).

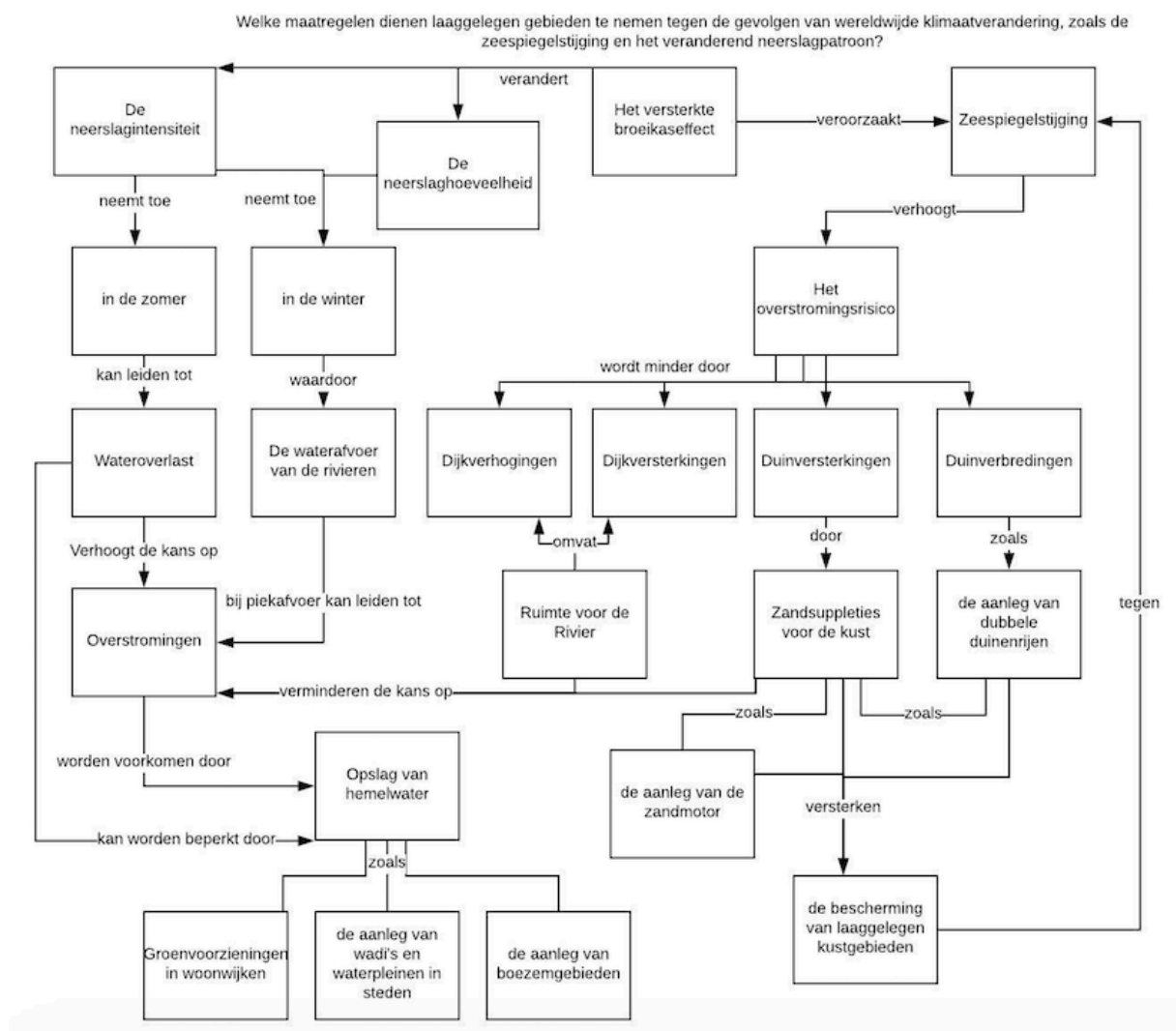
## 4.5 Ontwikkefase 4: Van een volledig uitgewerkt product tot een definitief product.

In de laatste ontwikkelingsfase van de ontwerpfase is een *try out* uitgevoerd met een derde klas van het VWO. Na de try-out worden de leerlingen van de derde klas in groepjes van vier leerlingen bevraagd welke (eventuele) verbeteringen de onderzoeker door kan voeren om de werkvorm een volgende keer beter te kunnen laten verlopen.

### 4.5.1 Leerinhoud

Figuur 20 t/m 22 blijven behouden zowel qua inhoud als vormgeving behouden. Figuur 23 is toegevoegd aan de try-out om de maatregelen op de wereldwijde klimaatverandering in een concept map te zetten. De concept map van figuur 22 brengt namelijk de problemen in laaggelegen gebieden in kaart, maar niet de maatregelen. De onderzoeker vond dat de concept map anders te groot en niet overzichtelijk zou zijn.

**Figuur 23: Concept map over de gevolgen van klimaatverandering voor laaggelegen gebieden en de maatregelen tegen klimaatverandering.**



#### 4.5.2 Leeractiviteiten

In de eerste les maakten de leerlingen kennis met de werkvorm concept mapping door middel van een tekst en een filmpje over het natuurlijk broeikaseffect. De docent legde daarna het gebruik van concept maps uit en gaf instructie bij het analyseren van de concept map over het natuurlijk broeikaseffect. De leerlingen vergaarden kennis over het nut en de werkwijze van concept maps. Daarna oefenden zij in groepjes van vier met het invullen van de concept map over het versterkte broeikaseffect. De leerlingen kregen, na het kijken van het filmpje en het lezen van tekst 2 (die definitief product) zes concepten die zij in de concept map van het natuurlijk broeikaseffect moesten verwerken om vervolgens het versterkt broeikaseffect op een logische wijze uit het natuurlijk broeikaseffect te laten ontstaan. De leerlingen vonden het een makkelijke opdracht, omdat de concepten al gegeven waren en logisch in de concept map konden worden ingevuld. In de tweede les kregen de leerlingen instructie voor het invullen van een lege concept map over de effecten van klimaatverandering. Zij wisten hoe een concept map was opgebouwd en welke kenmerken een concept map had. De leerlingen hadden achtergrondinformatie gehad over de oorzaken van de wereldwijde klimaatverandering. Deze les leerden zij over de mogelijke gevolgen daarvan voor laaggelegen kustgebieden. Vervolgens kregen zij de opdracht om een concept map in te vullen met behulp van de concepten die zij vooraf hadden gekregen van de docent. De leerlingen gingen in groepjes van vier aan de slag met het invullen van de concept map (zie foto 1). De leerlingen vonden het moeilijk om alle concepten in te vullen, ondanks dat het raamwerk, inclusief de verbindingswoorden van de concept map, al was gegeven. Daarop besloot de docent om enkele groepjes die vastliepen op weg te helpen door een aantal concepten prijs te geven (operationalisatie van ontwerpprincipe 10).

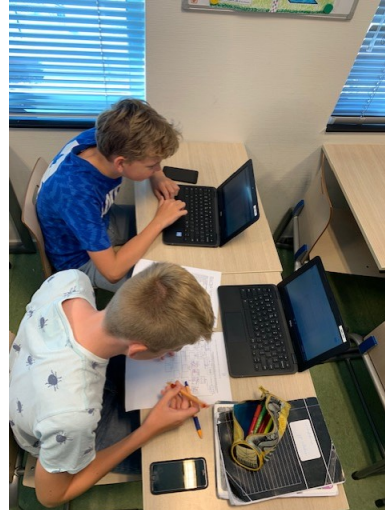
Foto 1: leerlingen van 3 VWO werken aan een concept map op papier tijdens les 1.





Aan het eind van de les wisselden de leerlingen hun concept map uit met een ander groepje, die dan feedback gaf op de gemaakte keuzes. Een leerling van elk groepje keek dan mee met de ingevulde concept map van een ander groepje (zie foto 2).

Foto 2 (links): leerlingen geven elkaar feedback over de ingevulde concept map tijdens les 2 en foto 3 (rechts): leerlingen in tweetallen aan de slag met een chromebook



In de derde les kregen de leerlingen een instructie over het maken van een concept map op een device, een tekst en een tabel met de concepten. De docent doet het inloggen en de start van de concept map voor op het smartbord. Daarna gingen zij in tweetallen achter een chromebook aan de slag met het maken van een concept map over de maatregelen die laaggelegen gebieden kunnen nemen tegen de gevolgen van klimaatverandering (zie foto 3). De concept map begint bij zeespiegelstijging en het veranderende neerslagpatroon. Alleen de begrippen “veranderend neerslagpatroon”, “zeespiegelstijging” en de “Bescherming van de kustgebieden” zijn gegeven om de leerlingen op weg te helpen. Daartussen dienen de leerlingen zelf relaties aan te brengen tussen de concepten. De concept map eindigt met concrete voorbeelden van veiligheidsmaatregelen die genomen kunnen worden m.b.t. de zeespiegelstijging en het veranderende neerslagpatroon voor West-Nederland. De leerlingen maakten een gratis account aan op [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com). Het bleek al snel dat de leerlingen de opdracht te moeilijk vonden. De hoeveelheid concepten bleek voor de leerlingen teveel. Nadat de docent het begin van de concept map prijs had gegeven, was het voor de groepjes duidelijk hoe de andere concepten in het schema moesten worden geïmplementeerd. Aan het einde van de les kregen de leerlingen feedback van de docent en medeleerlingen op de gemaakte concept maps.

De feedback van de leerlingen uit de derde klas van het VWO op de concept mapping werkvorm, is in een aantal punten samen te vatten. De pluspunten van de werkvorm waren volgens groep 1 dat het een keer iets anders was, het goed te doen was wanneer zij de tekst met dikgedrukte woorden kregen en het interessant was om een keer op een andere manier te leren. Groep 2 vond de andere manier van lesgeven goed, omdat het zorgde voor een goede afwisseling tijdens de les. Groep 3 vond de werkvorm leerzaam en creatief. Groep 4 vond het goed om op een andere manier een tekst te begrijpen en dat de werkvorm bij de eigen leerstrategie past. Groep 5 vond de werkvorm leerzaam, omdat je een samenvatting van de leerstof maakt. Groep 6 vond het goed dat ze al een voorbeeld kregen van een concept map

voordat ze er zelf een moesten maken. De aandachtspunten van de werkvorm waren volgens groep 1 dat het in de laatste les (het zelf maken van de concept map) echt te moeilijk was. Volgens groep 2 was de werkvorm na de tweede les te ingewikkeld. Groep 3 vond de werkvorm te moeilijk, saai, niet leuk, teveel tijd kosten en teveel werk in één les. Groep 4 en 5 hadden geen verbeterpunten. Groep 6 vond de moeilijkheidsgraad van de werkvorm concept mapping te hoog. De tips voor de werkvorm zijn volgens groep 1 dat het de volgende keer handiger is om bij een vierde klas uit te voeren. Groep 2 vond dat de leerlingen beter voorbereid moeten worden en dat de werkvorm nog beter uitgelegd moet worden. Groep 3 had de tip om een cijfer aan de werkvorm te verbinden, zodat er harder zou worden gewerkt. Groep 4 vond de werkvorm chaotisch verlopen en boven het niveau van een leerling in de derde klas van het VWO. Groep 5 gaf aan dat de docent het skelet van de map direct aan het begin van de tweede en derde les dient te geven, omdat het anders te moeilijk is. Groep 6 gaf aan dat de docent ook bij de tweede en derde les een tekst met de dikgedrukte concepten erin moet geven.

#### *4.5.3 Rol van de docent*

De leerlingen hebben aan het begin van de werkvorm veel structuur nodig. In de eerste les is de werkvorm veelal docent gestuurd. Naarmate de leerlingen weten hoe zij een concept map dienen te vervaardigen, kan de docent meer een begeleidende rol aannemen. De werkvorm wordt in de tweede les steeds meer leerling gestuurd wanneer de leerlingen een concept map moeten invullen met behulp van concepten. Ze krijgen tussentijds feedback van andere leerlingen en de docent. De gebruikte bronnen (foto's, afbeeldingen en filmpjes) zijn een andere belangrijke voorwaarde om de werkvorm vorm en inhoud te geven. De geboden structuur is een belangrijke voorwaarde om de werkvorm in de praktijk te laten werken. Als een docent teveel sturing geeft, dan gaat het leerrendement van de leerling verloren. Wanneer een docent te weinig sturing geeft, dan kan het leereffect van de leerling ook verloren gaan, omdat de leerling dan niet actief betrokken is bij zijn leerproces. Ook zijn de complexiteit en de opbouw van de leerstof belangrijke voorwaarden. Zodra het te moeilijk is voor de leerlingen, haken zij af. Het inkaderen van het onderwerp is van belang om de werkvorm niet te complex en/of uitgebreid te maken. Daarom is het voor leerlingen belangrijk dat bepaalde boxen zijn ingevuld met concepten, zodat de concept map qua moeilijkheidsgraad te behappen is voor de leerlingen. Hoe hoger de complexiteit van de concepten, hoe hoger het denkniveau van de leerling dient te zijn. De werkvorm dient te zijn voorzien van een instructie, handvatten voor de begeleiding bij de uitvoering en een reflectie of evaluatie van de concept map aan het eind van de les door de docent.

## 4.6 Definitief product

Het definitief product is tot stand gekomen na het doorlopen van alle ontwikkelfasen.

### Les 1: wat is het natuurlijk broeikaseffect en hoe wordt het door menselijke activiteiten versterkt?

Tijd	Docentactiviteit	Leerlingactiviteit
5 min	Uitleg concept map plus vb. van natuurlijk broeikaseffect	Kijken en luisteren
5 min	Tekst 1 uitdelen en lezen en filmpje laten zien	Lezen, kijken en luisteren
5 min	Uitleg concept map natuurlijk broeikaseffect	Aandachtig kijken en luisteren
5 min	Tekst 2 uitdelen en lezen en filmpje kijken	Lezen, kijken en luisteren
5 min	Concept map en zes concepten uitdelen	Concept map bekijken
5 min	Korte instructie bij het invullen van de concept map	Luisteren
10 min	Rondlopen, vragen beantwoorden	Concept map invullen
10 min	Concept map versterkt broeikaseffect evalueren	Vragen beantwoorden

#### Tekst 1: Wat is het natuurlijk broeikaseffect?

De zon verwarmt de aarde. Zonder de **atmosfeer** zou het te koud zijn op aarde. Dit komt doordat de atmosfeer **broeikasgassen** bevat die de **warmte** vasthouden. De **zonnestrallen** die de aarde ontvangt van de zon bereikt de aarde in de vorm van **inkomende kortgolvlige straling**. De ene helft van de zonnestrallen weerkaatst, door **de wolken** die in de atmosfeer hangen, terug naar **de ruimte**. De andere helft bereikt **het aardoppervlak**, wat **absorptie** wordt genoemd. Door **reflectie** zal een deel van



de **zonnestrallen** die het aardoppervlak bereiken terug naar de ruimte weerkaatsen durch middel van **land-, zee-, en drijfijs**. Dit noemen we het **albedo-effect**. Uiteindelijk zal er iets minder dan de helft van de zonnestrallen effectief het aardoppervlak opwarmen. Door deze opwarming zal de aarde op haar beurt warmte beginnen uit te stralen. Dit gebeurt in de vorm van **langgolvlige infrarode warmtestraling**. Een deel van deze straling ontsnapt via de atmosfeer naar de ruimte. Het andere deel van de stralen wordt gevangen door de broeikasgassen die aanwezig zijn in de atmosfeer. Deze

zonnestrallen worden vervolgens naar alle richtingen gestuurd en bereiken opnieuw de aarde. Zo vindt er tussen het aardoppervlak en de atmosfeer een continue uitwisseling van langgolvlige infrarode warmtestraling plaats. Dit veroorzaakt een opwarming. De atmosfeer zorgt voor een warmte-isolerende werking waardoor de gemiddelde temperatuur 15°C aan het aardoppervlak is. Dit is het **natuurlijk broeikaseffect**. Zonder het broeikaseffect zou het zo'n 33°C kouder zijn op aarde.

Bron tekst 1 en afbeelding 1: (WWF, 2013).

**Tabel 1: Concepten natuurlijk broeikaseffect.**

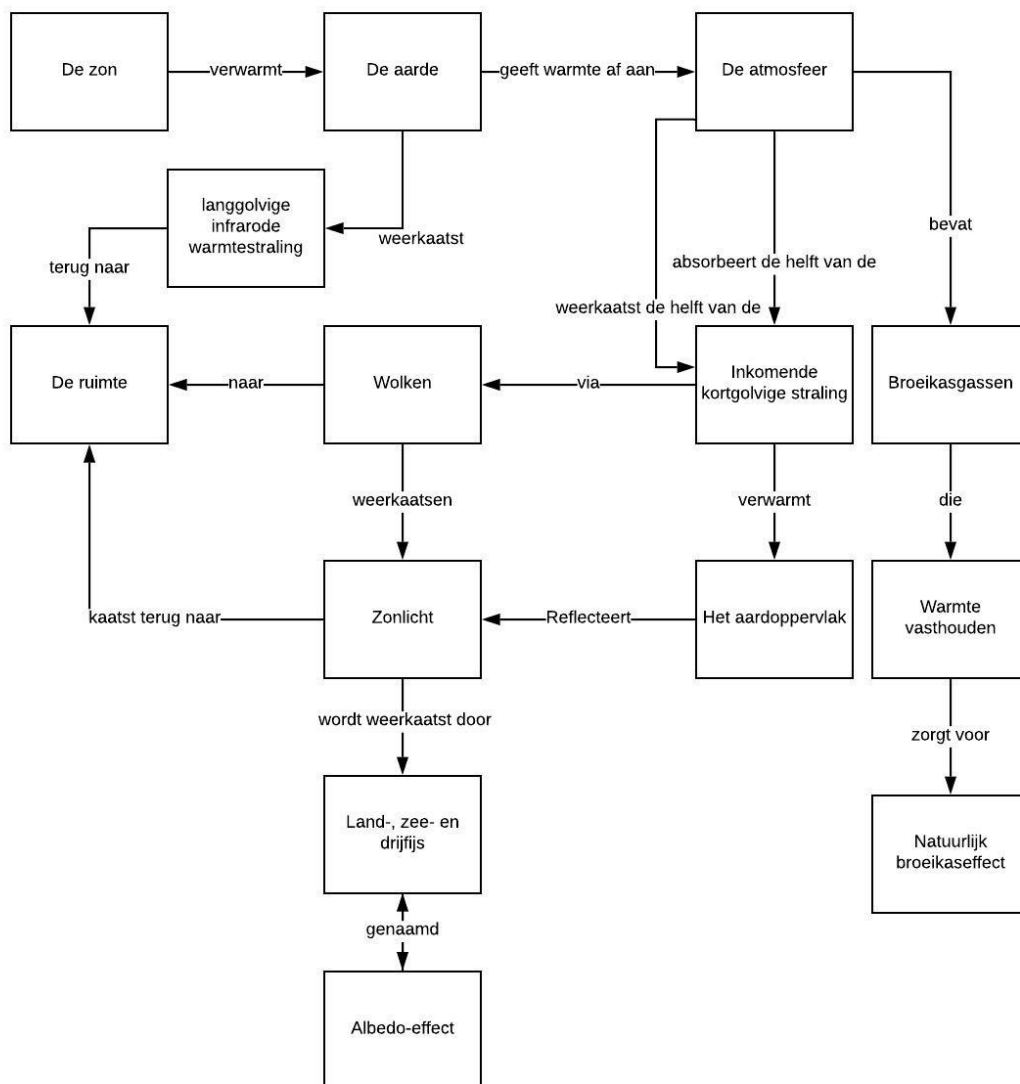
De atmosfeer	Het aardoppervlak
Broeikasgassen	Inkomende kortgolvlige straling
Warmte	Wolken
De zon	Langgolvlige infrarode warmtestraling
De aarde	Land-, zee- en drijfijs
De ruimte	Albedo-effect
Het natuurlijk broeikaseffect	Zonnestrallen
Absorptie	Reflectie

Lees tekst 1 en bekijk daarna het filmpje over het natuurlijk broeikaseffect:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=Zbl9uTaBM0U](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=Zbl9uTaBM0U)

**Bekijk de concept map over het natuurlijk broeikaseffect in figuur 1.**

**Figuur 1: Het natuurlijk broeikaseffect in een concept map.**



Lees tekst 2 en bekijk het filmpje over het versterkt broeikas effect:

<https://www.youtube.com/watch?v=nRePbJtegN4&feature=youtu.be>

### Tekst 2: Wat is het versterkt broeikas effect?

De mens verstoort het natuurlijk broeikas effect van de aarde. We verwarmen onze huizen, rijden rond met de auto, vliegen de wereld rond, werken in fabrieken en nog veel meer. Voor al deze **menselijke activiteiten** worden massaal **fossiele brandstoffen verbrand**, zoals **aardgas, steenkool en aardolie**. Fossiele brandstoffen zijn gevormd uit planten- en dierlijke resten die lang geleden bedolven raakten door sedimenten. Het gevolg is een proces van inkleding. De gassen die hierbij vrijkomen, kunnen niet meer ontsnappen en blijven gevangen onder de sedimentpakketten. Onder bijzondere omstandigheden zullen de planten- en dierlijke resten na miljoenen jaren worden samengeperst tot steenkool, aardolie of aardgas. Nu haalt de mens deze fossiele brandstoffen in grote hoeveelheden naar boven om ze te verbranden. Bij deze verbranding komen grote hoeveelheden van het broeikasgas koolstofdioxide (**CO<sub>2</sub>**) en methaan (**CH<sub>4</sub>**) vrij in de atmosfeer. Ook waterdamp (**H<sub>2</sub>O**) is een broeikasgas. De natuur kan deze broeikasgassen opnieuw opslaan in oceanen en in planten, maar omdat de mens zulke grote hoeveelheden in de atmosfeer brengt, vindt deze opslag in onvoldoende mate plaats. De koolstofcyclus raakt verstoord en de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer blijft toenemen. Deze broeikasgassen houden steeds meer warmte vast. Op die manier wordt het natuurlijk broeikas effect een **versterkt broeikas effect**. Daardoor is de temperatuur aan het aardoppervlak in de laatste 150 jaar gestegen met 0,74°C. Wetenschappers waarschuwen dat we deze temperatuurstijging moeten beperken tot een maximum van 2,0 °C in het jaar 2100. Een temperatuurstijging van meer dan 2,0 °C zal enorme nadelige gevolgen hebben, zoals **wereldwijde klimaatverandering**. De stijging van de temperatuur zal kunnen leiden tot het sneller afnemen van landijs, waardoor de zeespiegel stijgt. De opwarming van de atmosfeer kan leiden tot een veranderend neerslagpatroon in de zomer en in de winter.

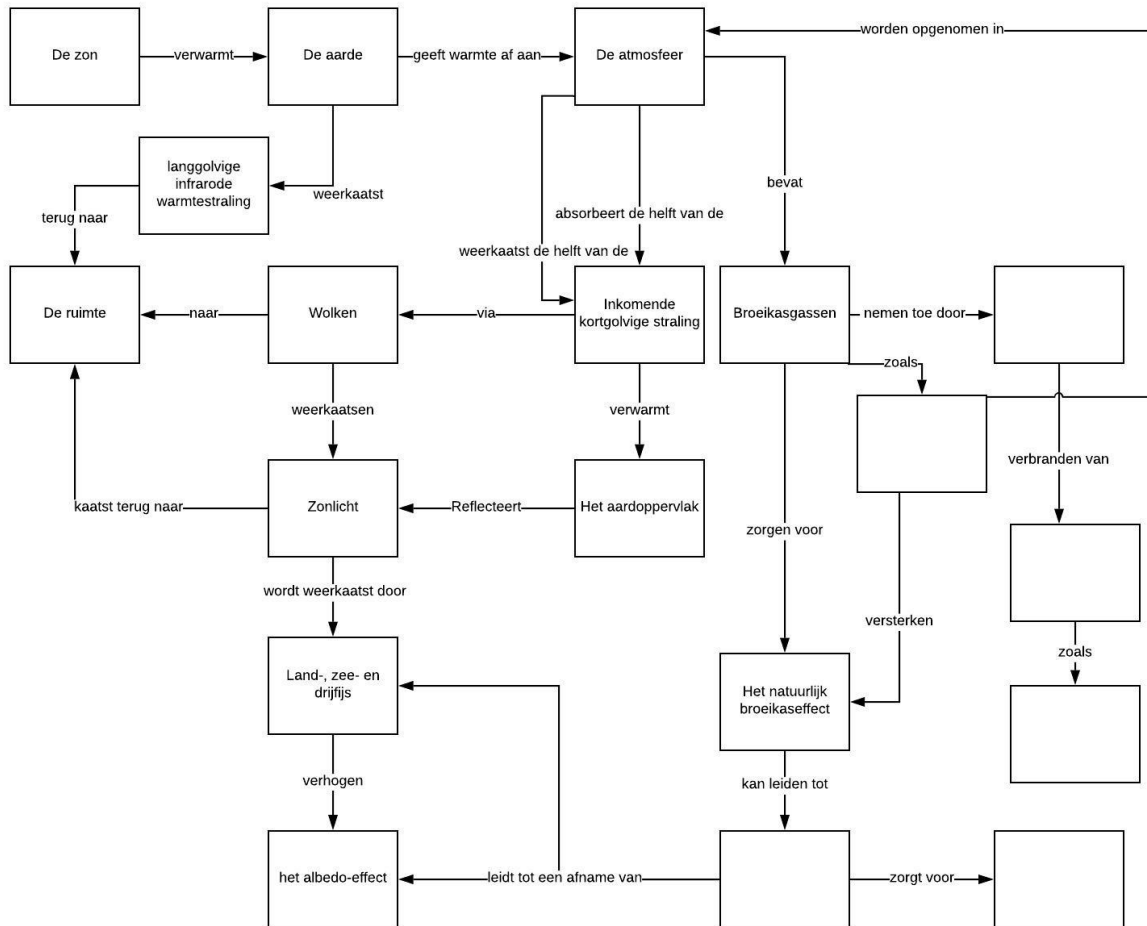
Bron: (WWF, 2013).

**Tabel 2: Concepten versterkt broeikas effect.**

De atmosfeer	Het aardoppervlak
Broeikasgassen	Inkomende kortgolvlige straling
Warmte vasthouden	Wolken
De zon	Langgolvlige infrarode warmtestraling
De aarde	Land-, zee- en drijfijs
De ruimte	Albedo-effect
Natuurlijk broeikas effect	Zonlicht
Menselijke activiteiten	Verbranden van fossiele brandstoffen
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O	Versterkt broeikas effect
Steenkool, aardolie en aardgas	Wereldwijde klimaatverandering

Maak van het natuurlijke broeikaseffect een versterkt broeikaseffect met behulp van de concepten uit tabel 2.

**Figuur 2: Skelet map versterkt broeikaseffect.**



## Lesvoorbereiding les 2: het invullen van een lege concept map.

Tijd	Docentactiviteit	Leerlingactiviteit
5 min	Herhalen les 1	Luisteren, vragen beantwoorden
5 min	Programma les 2 toelichten	Aandachtig kijken en luisteren
10 min	Teksten 3 en 4 uitdelen en filmpje klimaatverandering laten zien. Tabel 3 met concepten op het bord zetten.	Lezen, kijken en luisteren
5 min	Groepjes van vier leerlingen maken.	In groepjes van vier zitten
15 min	Concept maps aan de leerlingen overhandigen. Rondlopen, vragen beantwoorden.	Concept map invullen. Met elkaar overleggen, vragen stellen
10 min	Concept map per groepje evalueren voor de klas.	Presenteren, feedback geven

### Tekst 3: Welke positieve en negatieve terugkoppelingen hebben effect op de wereldwijde klimaatverandering?

Het albedo-effect zorgt voor een positieve terugkoppeling in het klimaat op aarde. Wanneer de aarde opwarmt, smelt er meer landijs. Hierdoor daalt het albedo van de aarde, omdat het witte ijsoppervlak plaats heeft gemaakt voor het donkere wateroppervlak en het vasteland met als gevolg dat de temperatuur van het zeewater toeneemt waardoor het water uit gaat zetten. Daardoor wordt er minder zonlicht weerkaatst naar de atmosfeer. Zo wordt meer inkomende kortgolvlige straling geabsorbeerd door de aarde, waardoor het aardoppervlak sneller opwarmt. Ook de aanwezigheid van waterdamp in de atmosfeer zorgt voor een positieve terugkoppeling. Als de gemiddelde temperatuur stijgt, komt er meer waterdamp in de atmosfeer, want warme lucht kan meer vocht bevatten dan koude lucht. Hierdoor wordt het broeikaseffect versterkt waardoor de temperatuur verder stijgt. Wolken hebben zowel een positieve als een negatieve terugkoppeling op het klimaat, omdat zij inkomende kortgolvlige straling reflecteren (afkoelend effect). Anderzijds absorberen wolken langgolvlige infrarode warmtestraling die de aarde terug naar de atmosfeer stuurt (verwarmend effect). Zo kunnen verschillende soorten wolken (grootte, vorm, vochtigheidsgraad, hoogte) bijdragen aan de opwarming of afkoeling van het klimaat.

Bron tekst 3: (WWF, 2013)

### Tekst 4: Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland?

Wereldwijd is de gemiddelde temperatuur met circa 0,7°C toegenomen. De opwarming heeft in de afgelopen 30 jaar een waarneembaar effect op veel ecosystemen. De zeespiegel is in de 20e eeuw wereldwijd gemiddeld met zo'n 17 cm gestegen. Recent onderzoek wijst op: een mogelijke zeespiegelstijging van 2,5 tot 3,0 meter deze eeuw, veranderingen in windpatronen, de stijgende temperatuur en afnemende ijsmassa's in het Noordpoolgebied met als gevolg een veranderend zoutgehalte van de oceanen, extreem weer waaronder droogte, hevige neerslag in de vorm van stortbuien, hittegolven. Veel van deze veranderingen hebben ingrijpende veranderingen op rivierafvoeren (in de winter een hogere afvoer en in de zomer een lagere afvoer). In de afgelopen eeuw is de temperatuur in Nederland met circa 1°C gestegen. Momenteel zijn er in Nederland (nog) geen ernstige problemen die door klimaatverandering worden veroorzaakt, behalve dan meer en extremere neerslag.

Tekst 4: <https://www.klimaatplein.com/hoe-groot-huidige-effecten-klimaatverandering-nederland>

Als voorbereiding op het invullen van de concept map kun je het filmpje: <https://www.youtube.com/watch?v=OO10caEmLSM> bekijken. Vul de lege concept map "hoe wereldwijde klimaatverandering zorgt voor problemen in laaggelegen gebieden" af met behulp van de concepten uit tabel 3.

**Tabel 3: Concepten gevolgen van klimaatverandering**

De zeespiegel	Waterdamp
Temperatuur	Stortbuien
Het albedo-effect	In de zomer
De atmosfeer	In de winter
In gebergten	Rivierwater
Landijs	Neerslag
Het zeewater	Droogte
Zee- en drijfijis	In laaggelegen gebieden
Volume	West-Nederland

**Figuur 3: Skelet map gevolgen van klimaatverandering voor laaggelegen gebieden, zoals West-NL.**





### Lesvoorbereiding 3: het maken van een concept map.

Tijd	Docentactiviteit	Leerlingactiviteit
5 min	Herhalen les 2	Aandachtig kijken en luisteren
5 min	Programma en leerdoelen les 3 toelichten	Aandachtig kijken en luisteren
5 min	Filmpje Bangladesh laten zien	Aandachtig kijken en luisteren
5 min	Tekst 5 en 6 sturen via de mail	E-mail openen en teksten lezen
5 min	Verwijzen naar lucidchart	Account aanmaken in lucidchart
5 min	Korte instructie bij het maken van de concept map	Programma verkennen
15 min	Rondlopen, vragen beantwoorden	Concept map maken
5 min	Concept maps opslaan en naar de docent sturen, evalueren van één van de inzendingen met de klas.	Feedback geven en vragen beantwoorden

Klik op de link en bekijk het onderstaande filmpje over de situatie in Bangladesh: [https://www.youtube.com/watch?v=9-Rev\\_gwFwx](https://www.youtube.com/watch?v=9-Rev_gwFwx) De leerlingen maken een gratis account aan op [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com). Daarna krijgen de leerlingen de teksten 5 en 6 en de concepten van de docent via hun schoolmail die zij in moeten vullen in de boxen van de concept map.

#### Hoe maak je een concept map?

Ga naar [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com). Klik op aanmelden / sign in. Vul hier jouw e-mailadres in. Kies een makkelijk te onthouden wachtwoord. Sleep links een “box” in de ruimte die je gaat gebruiken. Klik op de box en vul “versterkt broeikaseffect” in. Trek een pijl naar de volgende box en vul daarin het concept “zeespiegelstijging” in. Zet tussen beide concepten het verbindingswoord “veroorzaakt”. De eerste relatie tussen twee concepten is gelegd. Probeer nu de andere concepten in te voegen in jouw concept map door ze met elkaar te relateren met behulp van de teksten 5 en 6.

#### Tekst 5: de gevolgen van wereldwijde klimaatverandering.

In het vierde rapport van het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) staat dat in het jaar 2100 de zeespiegel 9 tot 48 centimeter hoger zal zijn dan in 1990. De stijging wordt toegerekend aan een combinatie van factoren: de uitzetting van het zeewater (ongeveer 75% van het totaal). Zeewater neemt zijn kleinste volume in bij 4 °C en naarmate het warmer wordt, zet het meer uit. Het smelten van de gletsjers en landijs (25% van het totaal), waarvan de Groenlandse ijskap 10% voor zijn rekening neemt (zie foto 1).



NAAST  
HET NIEUWS

Foto 1: smeltwater West-Groenland

Bron: Trouw, 20 juni '19.

Sleehonden waden door het water in het noordwesten van Groenland. Het zeeijs is hier doorgaans zo dik dat smeltwater maar moeilijk weg kan vloeien. Door de hete omstandigheden stond er vorige week extreem veel water op het ijs. Wetenschappers tweetten dat ze erop vertrouwen dat de honden de weg wisten. FOTO AFP

Hoeveel de zeespiegel in de toekomst precies zal stijgen, valt niet precies te zeggen. Dit hangt onder andere af van de toename van de temperatuur in de atmosfeer, omdat die voornamelijk bepaalt hoe snel het landijs smelt en hoe snel de oceanen zullen opwarmen. Het heeft bovendien te maken met de hoeveelheid broeikasgassen die de mens in de atmosfeer brengt. Veel klimaatmodellen geven aan dat de stijging van de temperatuur in de atmosfeer samengaat met een stijging van de zeespiegel. Nederland krijgt in de (nabije) toekomst te maken met de gevolgen van de huidige trends in klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging. De effecten op de Nederlandse waterhuishouding zijn groot. Bijvoorbeeld de toename van de kans op overstromingen door de zee. Als gevolg van veranderingen in de zeestromen kan er kusterosie optreden waardoor in relatief korte tijd grote stukken land kunnen verdwijnen. De Nederlandse kust vertoont een aantal zwakke plekken die bij een stijging van de zeespiegel verstevigd moeten worden om het achterliggende land veilig te stellen. Door middel van zandsuppleties, zoals de aanleg van de zandmotor en dubbele duinenrijen wordt dit gevaar voorlopig ingedamd, evenals het verhogen en versterken van (zee)dijken. Vanwege de hogere zeespiegel zal de waterafvoer van de grote rivieren meer tegenstand ondervinden, waardoor er een toename is van de kans dat rivieren buiten hun oevers treden mede door de verandering van het afvoergedrag van de Rijn en de Maas. Enerzijds zullen piekafvoeren hoger worden, anderzijds zullen perioden met zeer laag water vaker en langduriger optreden. Er zal dan ook meer ruimte voor de rivieren gecreëerd moeten worden. De streefpeilen van het IJsselmeer zal bij de zeespiegelstijging in combinatie met de bodemdaling in de polders, niet meer te handhaven zijn zonder veranderingen in het peilbeheer. Klimaatverandering zal leiden tot een stijging van de grondwaterstanden en lageregelegen polders zullen in toenemende mate met wateroverlast te maken krijgen.

Bron tekst 5: (De Geo, 2007).

### **Tekst 6: maatregelen tegen de gevolgen van klimaatverandering.**

In het waterbeleid wordt gedeeltelijk al rekening gehouden met de huidige en toekomstige klimaatverandering door geplande en deels uitgevoerde of in uitvoering zijnde technische maatregelen (bijvoorbeeld dijkverhoging, uitbreiding van gemaalcapaciteit, zandaanvulling aan de kust) en ruimtelijke maatregelen (bijvoorbeeld de inrichting van bergingsgebieden en de maatregelen vastgelegd in de beleidsnota 'Ruimte voor de Rivier').

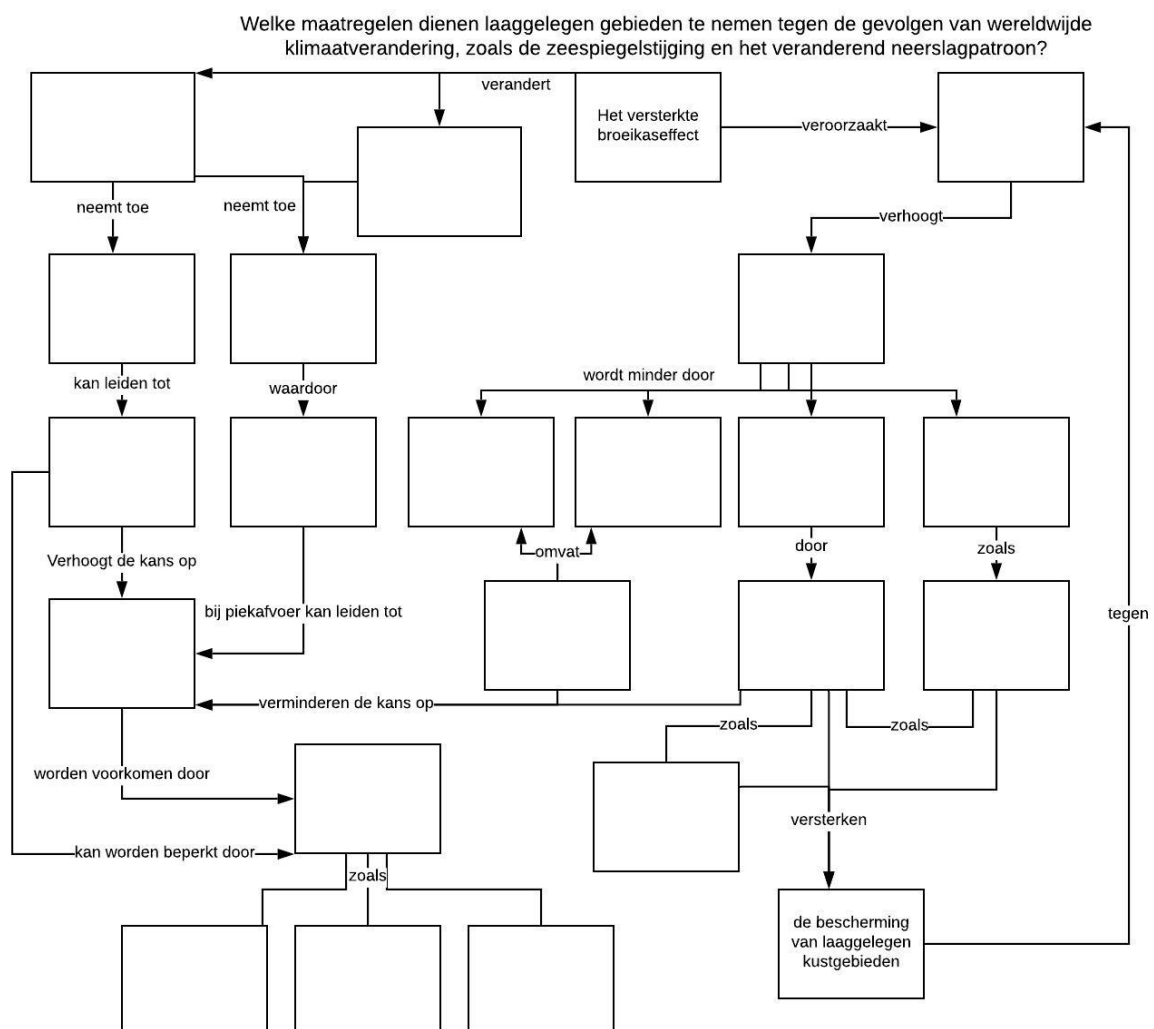
Bron tekst 6: (Klimaatplein).

Maak de concept map af met behulp van tabel 4. Welke maatregelen laaggelegen gebieden kunnen nemen tegen de gevolgen van wereldwijde klimaatverandering?

**Tabel 4: Concepten maatregelen tegen de gevolgen van klimaatverandering.**

Neerslagintensiteit	Dijkversterkingen
Neerslaghoeveelheid	Dijkverhogingen
Wateroverlast	Duinversterkingen
Overstromingen	Duinverbredingen
De waterafvoer van de rivieren	Zandsuppleties voor de kust
Opslag van hemelwater	Aanleg dubbele duinenrijen
De aanleg zandmotor	Groenvoorziening in woonwijken
De aanleg van wadi's en waterpleinen in steden	De aanleg boezemgebieden
in de zomer	in de winter
Ruimte voor de rivier	Het overstromingsrisico

**Figuur 4: Skelet map maatregelen tegen de gevolgen van klimaatverandering.**



## 5 Conclusie

Tijdens het ontwerponderzoek naar de ontwerpprincipes van de werkvorm concept mapping in het aardrijkskundeonderwijs is de nadruk gelegd op het ontwerpen van een nieuwe werkvorm voor aardrijkskundedocenten in het middelbaar onderwijs. Uit de theorie is gebleken dat er verschillende schematiseerwerkvormen zijn, zoals mind maps, concept maps, causale modellen en diagrammen. De literatuurstudie in hoofdstuk 3 gaf de kenmerken van de schema's weer. Dit ontwerponderzoek stond in het teken van het onderzoeken van de ontwerpprincipes die van belang zijn voor het vervaardigen van een schematiseerwerkform door docenten in het middelbaar aardrijkskundeonderwijs. De onderzoeksvraag luidde:

*“Welke ontwerpprincipes van een educatief ontwerp voor het maken van concept mapping werkvormen kunnen worden ontwikkeld om het relationeel leren denken van leerlingen te stimuleren in betekenisvol aardrijkskundeonderwijs?”*

Uit dit onderzoek zijn de volgende ontwerpprincipes naar voren gekomen die, in eerste instantie, als voorlopige ontwerpprincipes werden beschouwd. Deze zijn uitgewerkt tot uiteindelijke ontwerpprincipes 1 t/m 15.

1. Bespreek de conventies van het schematiseren met de leerlingen.
2. Laat de complexiteit van de lesstof toenemen in de loop van de lessen.
3. Bouw de mate van structuur af.
4. Gebruik een digitaal device om de leerlingen concept maps te laten maken.
5. Verdeel de lesstof in stukken om ervoor te zorgen dat de kennisstructuur van de leerling in tact blijft.
6. Als er misconcepties zijn, biedt dan meer structuur door meer concepten te geven.
7. Organiseer een nabespreking.
8. Stem de complexiteit van de te maken concept map af op het niveau van de leerling.
9. Als de leerlingen weinig of geen ervaring hebben met schematiseren. Begin dan met het maken van een concept map.
10. Houd een werkvorm met meer structuur achter de hand om te kunnen differentiëren.
11. Start eerst met het maken van een concept map op papier alvorens de leerlingen aan de slag te laten gaan met een device.
12. Maak een keuze voor een bepaalde schematiseervorm, zodat de werkvorm consistent blijft.
13. Bouw de werkvorm op van algemeen naar specifiek door van mondiaal naar lokaal schaalniveau te werken.
14. Oefen de werkvorm eerst met een paar concepten.
15. Gebruik filmpjes, teksten, figuren en afbeeldingen om de werkvorm aantrekkelijk te maken voor de leerling.

Uit dit onderzoek blijkt dat de feedback van alle professionals als zeer waardevol kan worden beschouwd, omdat de werkvorm consistent en navolgbaar is geworden. Met behulp van de feedback zijn zowel de ontwerpprincipes als enkele voorwaarden vervaardigd om de concept mapping werkvorm te laten slagen. Wanneer deze

ontwerpprincipes worden toegepast tijdens het ontwerpen van een concept mapping werkvorm kunnen docenten het relationeel leren denken van leerlingen bevorderen. De ontwerpprincipes volgen uit het onderzoek naar de theorie over schematiseren en het uitvoeren de werkvorm concept mapping in de onderwijspraktijk. De voorwaarden voor het ontwerpen en het uitvoeren van een concept mapping werkvorm in de praktijk zijn een logische opeenvolging van de leerinhoud en leeractiviteiten, een duidelijke instructie, het gekozen niveau van de doelgroep, de mate van structuur, de gebruikte bronnen, de complexiteit van de leerstof en de evaluatie aan het eind van de elke les.

## 6 Discussie

De resultaten van deze studie zijn de vijftien ontwerpprincipes. Deze dienen als leidraad binnen het (aardrijkskunde)onderwijs en ze kunnen voor verschillende thema's met betrekking tot concept mapping werkvormen ingezet worden.

Er zijn al meerdere onderzoekers die zich gericht hebben op het schematiseren van thema's binnen het onderwijs. Uit het onderzoek van Novak komt naar voren dat concept maps helpen om het relationeel leren denken van leerlingen te stimuleren. Dit komt niet overeen met de uitkomsten van deze studie, omdat de leerlingen wel de relaties tussen concepten konden leggen, maar veelal geholpen moesten worden door de docent. Dit is mogelijk te verklaren door de leeftijd en onervarenheid van de doelgroep.

Het ontwerponderzoek van Kreeftenberg toont aan dat de manier waarop de schematiseerwerkvormen worden gebruikt, afhangt van het doel ervan. Dit komt overeen met de uitkomsten van dit onderzoek, omdat het uitmaakt welk soort schema er wordt gebruikt om concepten met elkaar te relateren. Net als de resultaten van het ontwerponderzoek van Kreeftenberg toont deze studie aan dat de rol van de docent en de mate van sturing van invloed zijn op de uitvoering van de werkvorm.

Vakbekwaamheid van de docent is een belangrijke pijler om gebruik te kunnen maken van deze werkvorm. Dit is nog niet aan de orde gekomen in eerder onderzoek. De docent dient bekwaam te zijn op zowel vakinhoudelijke component als het ontwerpen van een concept map, de vakdidactische component. De uitdaging zit in het feit dat de docent voldoende kennis dient te hebben van het onderwerp en van concept mapping om een werkvorm concept mapping te ontwerpen. Bijvoorbeeld het opstellen van een goede centrale vraag, zelf de werkvorm uit te proberen om een correctiemodel te produceren of aan te passen én zijn leerlingen feedback te kunnen geven op het ontwerpproces, de ingeleverde concept maps en de presentaties van de concept maps.

Naast het ontwerpen van kennis kan de inbedding van de werkvorm in het bestaande curriculum ook een reden zijn om de concept mapping werkvorm niet toe te passen in de praktijk. Doordat het ontwerpen van de werkvorm tijdrovend is kan dit gevolgen hebben voor de jaarplanning van de docent. Om de werkvorm op te starten zal de docent tijd moeten investeren. De werkvorm neemt een aantal lessen in beslag. In de praktijk leidt dit tot het lager prioriteren van nieuwe werkvormen.

### 6.1 Sterkten

Deze studie introduceert een nieuwe werkvorm voor het schoolvak aardrijkskunde in het voortgezet onderwijs. Het thema klimaatverandering dat is toegepast in de werkvorm is op een heldere manier uiteengezet. De rapportage is stapsgewijs opgebouwd waardoor het onderzoeksproces gestructureerd is verlopen. In het onderzoek is gebruik gemaakt van veel wetenschappelijke bronnen en er is veel feedback verkregen van verscheidene professionals, waardoor de inhoud van de werkvorm van een hoog niveau is. De ontwerpprincipes die zijn voortgekomen uit deze studie zijn goed toepasbaar in het aardrijkskundeonderwijs. Dit komt door een gebruiksvriendelijke website en het gebruik van duidelijke teksten, afbeeldingen en filmpjes waardoor de leerlingen gemakkelijker de concept map in konden vullen. Naast al deze sterke punten zijn de uitkomsten van dit ontwerponderzoek ook toepasbaar op andere thema's binnen het aardrijkskundeonderwijs en mogelijk ook voor andere vakgebieden.

## 6.2 Zwakten

Een zwak punt van dit ontwerponderzoek is de manier waarop de feedback van de docenten en de leerlingen is verkregen. Doordat de docenten en leerlingen niet zijn bevroegd, bestaat de mogelijkheid dat er belangrijke informatie is gemist, omdat er bij een interview doorgevraagd kan worden op een specifiek onderwerp. Echter, door tijdgebrek van de onderzoeker en de docenten konden er geen interviews gepland worden met zowel de docenten als de leerlingen. Aan het begin van de ontwerpfase bleef het onduidelijk hoe de schema's benoemd moesten worden, waardoor de term concept map pas later in het onderzoek aan bod kwam. Het lijkt erop dat er teveel van het onderwerp concept mapping wordt afgeweken, terwijl het van het begin van het onderzoek de intentie van de onderzoeker was om een concept mapping werkvorm vorm te geven. Een derde zwakte is dat de doelgroep vaak is gewijzigd in verband met het curriculum en beschikbare lestijd. Dit is nadelig geweest voor de inschatting van de complexiteit van de werkvorm, omdat deze mogelijk als te moeilijk werd ervaren door de uiteindelijke doelgroep.

## 6.3 Aanbevelingen

De werkvorm concept mapping kan zowel op papier als online worden uitgevoerd. Echter, de website <http://cmap.ihmc.us/> is niet aan te raden om een concept te creëren. De website [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com) is beter geschikt om concept maps te construeren, omdat de boxen groter kunnen worden gemaakt, de pijlen en verbindingswoorden makkelijker in de concept map kunnen worden gevoegd en het geheel er overzichtelijker uit ziet.

Om de werkvorm concept mapping in de praktijk te laten slagen is het van belang om een leerlijn op te stellen vanaf de onderbouw tot en met de bovenbouw. Docenten kunnen beter samenwerken wanneer concept mapping werkvormen vanaf de eerste klas worden aangeboden. Hierdoor kun je de complexiteit van de werkvorm per leerjaar en niveau laten toenemen. Dit zal het leerrendement van leerlingen laten toenemen.

Om een concept mapping werkvorm kenbaar te maken binnen het onderwijs zou een cursus over schematiseerwerkvormen een uitkomst zijn. Hierdoor doen docenten kennis op over schematiseren en hoe dit toepasbaar is in hun lessen. Wanneer een docententeam aan de slag gaat met concept mapping kunnen zij met én van elkaar leren hoe zij een concept mapping werkvorm kunnen ontwikkelen.

Wanneer meerdere docenten de werkvorm concept mapping in hun lessen toe zullen passen, dan kan de kennis over concept maps in het voortgezet onderwijs worden uitgebreid. Docenten in andere vakgebieden, zoals economie, geschiedenis en biologie zouden ook aan de slag kunnen met concept mapping werkvormen. Een vraag voor vervolgonderzoek zou kunnen zijn: "Werken de ontwerpprincipes voor het aardrijkskundeonderwijs hetzelfde als voor de andere vakken in het middelbaar onderwijs?"

## 7 Bibliografie

- WWF. (2013). *Wat is klimaatverandering?* Opgeroepen op juni 16, 2019, van Climatechallenge: <http://www.climatechallenge.be/nl/klimaatverandering-woord-en-beeld/wat-is-klimaatverandering.aspx>
- Wassink, J. (2018, December). Nieuw Nederlandje. *Delft Integraal* , 23-24.
- Valcke, M. (2010). Onderwijskundig ontwerpen - Instructional Design. In M. Valck, *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap: een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten* (Vol. 5, pp. 152-375). Gent, België: Academia Press.
- van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of development research. In J. van den Akker, R. Branch, N. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp, *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- van den Berg, E., & Kouwenhoven, W. (2008). Ontwerponderzoek in vogelvlucht. *Tijdschrift voor lerarenopleiders* 29(4) , 20-26.
- Akinsanya, C., & Williams, M. (2004). Concept mapping for meaningful learning. *Nurse Education Today* (24), 41-46.
- BYU Center for Teaching and Learning. (2019). *Concept mapping*. Opgeroepen op mei 13, 2019, van [ctl.byu.edu](http://ctl.byu.edu): <https://ctl.byu.edu/tip/concept-mapping>
- Bereiter, C. (2002). Design research for sustained innovation. *Cognitive Studies, Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society*, 9(3) , 321-327.
- Blankman, M., & Bakker, A. (2017). Hoofdstuk 3: aardrijkskunde voor lerarenopleiders. In G. Geerdink, & I. Pauw, *Kennisbasis lerarenopleiders katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen* (Vol. 3, pp. 41-49). Werkendam: Velon.
- Cox, M., Steegen, A., & Elen, J. (2018). Using causal diagrams to foster systems thinking in geography education. *International Journal of Designs for Learning* , 9 (1), 34-48.
- Ebbens, S., & Ettekoven, S. (2009). Effectief leren. In S. Ebbens, & S. Ettekoven, *Effectief leren basisboek* (pp. 1 - 195). Houten, Groningen, Nederland: Noordhoff Uitgevers.
- Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nuckles, M., & Bogeholz, S. (2016, January 8). Supporting Students' Learning and Socioscientific Reasoning About Climate Change-the Effect of Computer-Based Concept Mapping Scaffolds. *Research Science Education* , 137-159.



Ettekoven, S., & Ebbens, S. (2009). Hoofdstuk 1: leren gericht op wendbaar gebruik, consequenties voor leerlingen en docenten. In S. Ebbens, & S. Ettekoven, *Actief leren bronnenboek* (pp. 17-50). Houten, Groningen, Nederland: Noordhoff Uitgevers.

Duurzame eDucatie. (sd). *Een oorzaak gevolg diagram maken*. Opgeroepen op juli 11, 2019, van Duurzame eDucatie: <https://www.duurzameeducatie.nl/een-oorzaak-gevolg-diagram-maken/>

Davies, M. (2010). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, 279-301.

De Geo. (2007). Hoofdstuk 1: Grote rivieren in Lage Landen. In J. Bulthuis, L. Swartsenburg, & W. Meulman (Red.), *Leefomgeving: Wonen in Nederland* (pp. 9-54). Zutphen, Utrecht, Nederland: ThiemeMeulenhoff.

Favier, T., & Van der Schee, J. (2014). Evaluating Progression in Students' Relational Thinking While Working on Tasks with Geospatial Technologies. *RIGEO*, 4 (2), 155-181.

Fiedler, R. L., & Salas, E. (2006). *Concept Mapping: How to Help Learners Visualize Knowledge*. Florida: University of Central Florida.

Genovese, J. (2019). *Learning Fundamentals*. Opgeroepen op juni 9, 2019, van Mind maps: <https://learningfundamentals.com.au/resources/>

Klimaatplein. (sd). *Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland?* Opgeroepen op juni 16, 2019, van Klimaatplein: <https://www.klimaatplein.com/hoe-groot-huidige-effecten-klimaatverandering-nederland>

Kostovich, C. T., & al., e. (2007). Learning Style Preference and Student Aptitude for Concept Maps. *Journal of Nursing Education Vol. 46, No. 5*, 225-231.

Kreeftenberg, M. (2017). *Geo-ICT als middel voor het relationeel denken van leerlingen binnen het aardrijkskundeonderwijs*. Universiteit Utrecht, Geografie: educatie en communicatie, Utrecht.

Kreeftenberg, M., & Favier, T. (2019). Leren relateren met GIS. *Geografie*, nnb.

Nieveen, N. F. (2012). *Het evaluatiematchboard*. Opgeroepen op april 25, 2019, van SLO: <http://downloads.slo.nl/Documenten/evaluatie-matchboard-nl.pdf>

Novak, J. D. (2010). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-learning and Knowledge Society Vol. 6, Nr. 3*, 21-30.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Florida: Institute for Human and Machine Cognition (IHMC).

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2007, November). Theoretical Origins of Concept Maps, How to Construct Them, and Uses in Education. *Reflecting Education* , 29-42.

Novak, J. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology* (6), 167-193.

Maude, A. (2016). What might powerful geographical knowledge look like? *Geography* , 101 (2), 70-76.

Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research: An Introduction . In J. Van den Akker, B. Bannan, A. E. Kelly, N. Nieveen, & T. Plomp, *Educational Design Research* (pp. 11-50). Enschede: SLO.

School aan zet. (2018, juni 28). SLO. Opgeroepen op april 27, 2019, van <https://talentstimuleren.nl/thema/talentontwikkeling/publicatie/4528-kwaliteitskaart-onderzoekend-en-ontwerpend-leren>:  
<https://talentstimuleren.nl/?file=8137&m=1530203050&action=file.download>

SLO. (2015, oktober 1). *Wetenschap en technologie*. Opgeroepen op juni 8, 2019, van Onderzoeken en ontwerpen: <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/componenten-van-w-en-t/onderzoeken-en-ontwerpen>

SLO. (2015, juli 30). *Leerplanevaluatie*. Opgeroepen op juni 8, 2019, van Curriculum evaluation: <http://leerplanevaluatie.slo.nl/english>

SLO. (2016, februari 23). *Leerplankader kunstzinnige orientatie* . Opgeroepen op april 23, 2019, van Het curriculaire spinnenweb: het leerplan: <http://kunstzinnigeorientatie.slo.nl/handreiking-schoolleiders/curriculaire-spinnenweb#uitleg>

Roberts, M. (2013). Chapter 15: Mind maps. In M. Roberts, *Geography Through Enquiry: Approaches to Teaching and Learning in the Secondary School* (p. 208). Geographical Association.

Roberts, M. (2013). Chapter 16: Concept maps . In M. Roberts, *Geography Through Enquiry: Approaches to Teaching and Learning in the Secondary School* (p. 208). Geographical Association.

## 8 Bijlagen

### A. Topiclijst interviews met experts

Relevantie van de werkvorm voor het aardrijkskundeonderwijs.

1. Voorziet de werkvorm in de behoefte van zowel de docent als de leerlingen?
2. Is de werkvorm gebaseerd op recente inzichten en aan welke eisen moet de werkvorm voldoen?

Consistentie/ opbouw van de werkvorm: de werkvorm zit logisch in elkaar.

3. Op welke punten is de werkvorm consistent?
4. Aan welke eisen dient de opbouw van de werkvorm te voldoen?
5. Wat is een logische volgorde voor de consistentie/ opbouw van de werkvorm? Is er een logische volgorde gekozen? Zo ja waarom wel, zo nee waarom niet?
6. Waarom kan het leren van aardrijkskundige onderwerpen met behulp van een concept mapping activiteit een handige methode zijn?
7. Aan welke eisen dient de werkvorm concept mapping te voldoen?
8. Welke (voor)kennis over het onderwerp hebben de leerlingen nodig om de werkvorm te kunnen gebruiken?
9. Welke (voor)kennis over de werkvorm hebben de leerlingen nodig om met de werkvorm aan de slag te kunnen gaan?
10. Welke randvoorwaarden dient de docent te creëren om de werkvorm in de praktijk uit te voeren?
11. Hoe kan de docent de werkvorm op een effectieve manier in de klas toepassen?
12. Waaraan moet de werkvorm voldoen om als effectief lesmiddel te kunnen worden gebruikt?

Bruikbaarheid: de werkvorm is bruikbaar in de situatie waarvoor hij is bedoeld.

13. Hoe kan de docent de werkvorm aan de leerlingen presenteren?
14. Aan welke voorwaarden dient de werkvorm te voldoen alvorens de leerlingen ermee aan de slag gaan?
15. Op welke manier(en) kan de docent de werkvorm gebruiken in de les?

Werkelijke effectiviteit: werken met de werkvorm leidt tot gewenste resultaten.

16. Welke ontwerpprincipes leiden tot het meest gewenste resultaat?
17. Welke onderdelen van de werkvorm kunnen worden verbeterd om het meeste (leer)rendement te halen?
18. Hoe kan het leerproces van de leerling het beste worden begeleid?
19. Welke werkvorm van concept mapping zal het meest effectief zijn? En waarom? (skelet, parking lot, blanco concept map met begrippen, blanco map zonder begrippen).

## B. Interview met Marjolein Cox op vrijdag 03-05-2019

### **Relevantie van de werkvorm voor het aardrijkskundeonderwijs:**

Voor de meeste docenten is concept mapping geen nieuwe werkvorm. De werkvorm bestaat al langer, maar een juiste instructie is van belang om de werkvorm te kunnen hanteren. Er dient een betere of concretere omschrijving te worden gemaakt om te beschrijven hoe de leerlingen worden voorbereid. Het is belangrijk om het relationeel leren denken in het aardrijkskundeonderwijs te verbeteren om de cognitieve vaardigheden van leerlingen te stimuleren om complexe problemen te kunnen ontrafelen.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *docentniveau* zijn:**

Er dient een concretere omschrijving te worden gegeven hoe de leerlingen worden voorbereid op de werkvorm. Daarnaast dient de centrale vraag boven de concept map te worden gespecificeerd en gesimplificeerd door minder variabelen in de concept map uit te werken. Bijvoorbeeld: Hoe zorgt het versterkte broeikaseffect voor een stijging van de zeespiegel? Ontbossing speelt een rol in de concept map. Wanneer de mens ontbost, zal de CO<sub>2</sub>-opname op aarde verminderen en zal er minder zuurstof aan de atmosfeer worden afgegeven, waardoor de samenstelling van de broeikasgassen zal veranderen. De uitstoot van broeikasgassen door de mens in de atmosfeer zal leiden tot meer broeikasgassen (*parts per million*) waardoor de samenstelling verandert en er daardoor nog meer warmte wordt vastgehouden door de zonnestralen die terugkaatsen vanuit de atmosfeer. Bovendien kunnen er figuren worden toegevoegd om klimaatverandering inzichtelijk te maken. Figuren over het broeikaseffect en het versterkte broeikaseffect geven de leerlingen een duidelijk beeld. Daarnaast zou in de bovenbouw de stralingsbalans toegevoegd kunnen worden. Bovendien is het handig om het albedo-effect "weerkaatsing van zonlicht door lichte oppervlakken" te noemen.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *leerling niveau* zijn:**

Strookjes verdelen onder de leerlingen in de klas. Elke leerling krijgt een strookje om de concept map te maken. Stelselmatig leerlingen betrekken om aan te leren hoe een concept map werkt. Meer van dezelfde strookjes aan leerlingen geven om ervoor te zorgen dat iemand zijn/ haar strookje omhoog kan houden. Vragen stellen bij het opstellen van de eerste concept map. Per relatie voldoende verwoorden wat het concept eigenlijk inhoudt. Bijvoorbeeld de samenstelling van de atmosfeer verandert. Stralingsbalans kennen leerlingen nog niet. Om dit te voorkomen, kan de docent deze toevoegen. Dit kan aan de concept map zelf of in de voorkennis van de leerling.

### **Consistentie/ opbouw van de werkvorm. De werkvorm zit logisch in elkaar.**

Niet, de werkvorm is niet consistent. Alleen de focus op de stijging van de zeespiegel. Hetzelfde thema hanteren om het simpel te houden voor de leerlingen. Te complex als er teveel variabelen in de concept zitten, schrikt het af voor de leerlingen. Het is niet overzichtelijk voor de leerlingen als zij teveel variabelen krijgen voorafgaand aan de werkvorm. In hoeverre kun je variabelen (concepten) weglaten om het verhaal te duiden. De docent kan de figuren in de inleiding zetten. De werkvorm is nu opgebouwd van mondiaal naar nationaal en vervolgens naar lokaal schaalniveau. Hij zou ook van lokaal naar nationaal en vervolgens naar mondiaal schaalniveau kunnen worden gemaakt. Beide routes zouden kunnen werken in de klas.

De werkvorm kan niet alleen op inhoud, maar ook op de vorm worden aangepast. Bijvoorbeeld: de leerlingen beginnen de eerste les klassikaal met de concept map op mondiaal schaalniveau onder leiding van de docent. Tijdens de tweede les kunnen de leerlingen in groepjes van vier de concept map op nationaal schaalniveau maken en invullen door hen strookjes met de concepten te geven. De leerlingen trekken dan ook de pijlen tussen de concepten. Ten slotte kunnen de leerlingen in de derde les een concept map maken in tweetallen door met de concepten

Om de werkvorm consistentere te maken, is het handiger om minder variabelen (concepten) te geven aan de leerlingen. Wanneer je op neerslag wilt focussen op nationaal niveau dan zou dat in de concept map op mondiaal niveau al terug moeten komen. De werkvorm kan van de concrete situatie naar een wijdverbreide situatie. Bij de lessenreeks kan de docent zelf bronnen zoeken/ schrijven om relaties tussen concepten te duiden. Als de relaties niet in de bronnen of in het boek staan, dan zullen de leerlingen de relaties niet kunnen leggen.

**Verwachte bruikbaarheid. Met verwachting wordt bedoeld dat het de werkvorm bruikbaar is in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

De werkvorm dient niet teveel concepten te bevatten, want anders wordt hij te groot. Uiteindelijke onderzoeksvraag moet explicieter waarop de concept een antwoord biedt. Duidelijke instructie voor zowel docenten als de leerling. Relaties effectief in de bronnen verwerken. Als leerlingen vaker met concept maps werken, dan zullen zij in hogere klassen eerder de relaties uit de bronnen te halen.

**Verwachte effectiviteit. De verwachting is dat het werken met de werkvorm tot gewenste resultaten leidt.**

Leerlingen hebben totaal geen ervaring met het maken van een concept map. Ontwerpprincipes moeten worden uitgewerkt. Degene die niet bruikbaar zijn, kunnen worden weggelaten. Of er zijn ontwerpprincipes die ontbreken. Er mist een synthese (evaluatie). Het is belangrijk dat de leerlingen samenwerken om de werkvorm op te bouwen, zodat zij kunnen overleggen met elkaar.

**Werkelijke bruikbaarheid. De werkvorm is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

Het onderwerp van de werkvorm zou nog verder afgebakend kunnen worden. De centrale vraag van de concept maps zou kunnen zijn: Wat zijn de effecten van de zeespiegelstijging op Nederland? Antwoord zou kunnen zijn: het beperken van het overstromingsrisico. Concept maps zijn potentiële leermiddelen om te kunnen differentiëren, bijvoorbeeld door de oorzaken en de gevolgen van het veranderende neerslagpatroon extra toe te voegen. Door aanpassingen te doen in de structuur kan de bruikbaarheid van de werkvorm worden verhoogd. Er moet een “trigger” worden verzonden om de leerlingen erbij te betrekken, zoals het laten zien van filmpjes om de lesstof te visualiseren. Ook kan de docent kiezen om de filmpjes te gebruiken als leermiddel om de leerlingen over de inhoud te bevragen. Vragen als: “Welke concepten kwamen er aan bod?” en “Wat zijn de relaties tussen de concepten in het filmpje?” kunnen handig zijn voor het opbouwen van de werkvorm. Het is lastig voor de leerlingen om een vooraf gegeven leeg raamwerk van een concept map in te vullen. Drie schema’s naast elkaar leggen en de leerlingen de vragen stellen welke onderlinge relaties zij eruit kunnen halen.

**Werkelijke effectiviteit: werken met de werkvorm leidt tot gewenste resultaten.**

Concept maps hoeven niet perse groot te zijn in omvang om de inhoud van de werkvorm te bepalen en het doel te behalen. De docent kan coachen, op voorwaarde dat er vooraf een duidelijke instructie wordt gegeven door de docent. Er moet een evaluatieproces in de werkvorm zitten. De beste manier is om elke les af te sluiten met een korte evaluatie van het geleerde.

Eerst dient de docent een klassikale instructie te geven. Nadat de groepjes de concept map hebben gemaakt, zullen zij hem op een of andere manier moeten presenteren. De docent kan een foto van de concept map maken en op het bord zetten en daarover in gesprek gaan met de leerlingen. De leerlingen kunnen hun eigen concept map mondeling toelichten, nadat zij zelf een concept map hebben gemaakt. De docent kan aan het eind van de werkvorm een antwoordmodel geven waar de leerlingen aan af kunnen leiden hoe de concept map is vormgegeven. Een blanco concept map heeft uiteindelijk het meeste leerrendement. De docent dient altijd de concepten (in de vorm van kaartjes) aan de leerlingen te geven die deze vervolgens op papier leggen en daartussen de relaties te leggen.

## C. Interview met Tom Wils op donderdag 09-05-2019

### **Relevantie van de werkvorm voor het aardrijkskundeonderwijs.**

In de werkvorm zijn de volgende onderdelen opgenomen: leren met schaalniveaus, het beschrijven van de verschillende soorten relaties, het onderwerp klimaatverandering concreet en tastbaar maken voor leerlingen, het uitwerken van de processen achter klimaatverandering en afhankelijk van het niveau van de doelgroep is het interessant om te bekijken hoe het maken van een concept map de leerlingen afgaat.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *docentniveau* zijn:**

De drie concept maps achter elkaar zou doen in dezelfde klas. Verschillende concepten die niet met het onderwerp te maken hebben. Je moet keuzes maken in je concept map. Concepten als zeespiegelstijging, de verandering van het neerslagpatroon hebben te maken met een stijging van de gemiddelde temperatuur. Woningbouw en bodemdaling kun je weglaten uit de concept map. De aard van de relaties varieert heel sterk. Dat compenseer je door er woordjes tussen te zetten.

Docentenrollen: moet er een keuze gemaakt worden?

Aangeven wat bij welk niveau past. Je maakt een concept map met een bepaalde keuze voor een bepaalde doelgroep. Exact dezelfde concept map, maar dan anders vormgegeven. In de docentenhandleiding op verschillende niveaus. Hoe lager het niveau, hoe meer je vooraf moet geven. Je zou inderdaad kunnen aangeven waar die op gericht is, maar je kunt hem in een andere situatie in te zetten. Gestructureerd aan de slag kan. En vervolgens kan de docent daarmee variëren en aanpassen naar zijn eigen werkwijze.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *leerling niveau* zijn:**

Wat gebeurt er op mondiaal niveau? Neerslagpatroon en zeespiegelstijging. Dat geeft weer problemen voor Nederland. En dan zoom je in op het Westland. Aansluiting bij een lesmethode. Hoe gaan de leerlingen met de concept mapping werkvorm aan de slag en hoe worden zij voorbereid?

### **Consistentie/ opbouw van de werkvorm. De werkvorm zit logisch in elkaar.**

Moet er perse op verschillende schaalniveaus gekeken worden? Bij klimaatverandering heb je in principe te maken met het doorwerken van de verschillende schaalniveaus. Bij Nederland is zeespiegelstijging het probleem. Dat is een nationaal schaalniveau. De oorzaak van zeespiegelstijging is voornamelijk mondiaal schaalniveau. Die tussenniveaus, die misschien wel iets van een rol kunnen spelen, je zou kunnen kijken naar de relatieve zeespiegelstijging i.c.m. de daling van Nederland, daling van het hele Rijn-Maas deltagebied. Maar dat is afhankelijk van het niveau waar je mee werkt. Het ligt er ook wat de doelen zijn en of je al die schaalniveaus ertussen ook moet benoemen. Of dat je het beperkt tot het mondiale probleem wat een nationaal gevolg heeft. Je eindigt met een mondiaal verschijnsel: zeespiegelstijging. Er zou onderaan "grote kans op dijkdoorbraken in Nederland". Typisch voor Nederland is dat het onder zeeniveau ligt en dat het zich beschermt met dijken. Veel plekken die lopen niet vol, maar overstromen, doordat het water niet weg kan door een stormvloed. Als de zeespiegel stijgt, dan komen plekken gelijk te liggen. Overstromingsrisico benoemen. Dat zou dichterbij wat de leerlingen ervaren.

**Verwachte bruikbaarheid. Met verwachting wordt bedoeld dat het de werkvorm bruikbaar is in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

Sommige concept maps zijn eigenlijk een gevolg van de andere en andere zijn een herhaling. Het startpunt kan anders worden gebruikt. Terugkoppelingsmechanismen: wereldwijde temperatuurstijging leidt tot afname albedo-effect, stijging van temperatuur van het zeewater, leidt tot smelten van landijs, leidt tot nog meer stijging van de wereldwijde temperatuur. Het ligt aan de methode. Je zou eventueel de werkvorm op de methode kunnen laten aansluiten. Je zou het ook met kaartjes kunnen doen. Het ligt ook aan het type leerling.

**Verwachte effectiviteit. De verwachting is dat het werken met de werkvorm tot gewenste resultaten leidt.**

Het onderwerp wordt heel concreet voor de leerling: Maeslantkering, zandmotor, de Wollebrand. Je begint bij mondiale verandering die een lokaal effect hebben. Je eindigt met voorbeelden. Je kunt ook voorbeelden geven van zeespiegelstijging buiten Nederland geven, bijvoorbeeld in Bangladesh. Wat er daar is gebeurt, is ook in Nederland aan de hand. Het gebeurt alleen op een andere manier. Computer of op papier. Hinken op twee gedachten. Op papier is makkelijker te coachen, maar achter de computer kunnen leerlingen beter met het programma werken en is het makkelijker om aan de slag te gaan. Vereenvoudigen is beter, vooraf uitleggen kan, maar dan doe je het voorwerk al. Leerlingen het zelf op laten zoeken, werkt het beste. Toelichtingen bij de concept maps, zoals begripskaartjes zouden er ook bij kunnen worden gedaan.

**Werkelijke bruikbaarheid. De werkvorm is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

Werkvorm dient voor 2 VWO nog vereenvoudigd te moeten worden. Je moet eerst andere concept maps opbouwen en dan de samenhang laten zien. Werken met het beschrijven van de onderlinge relaties. Het is belangrijk dat het op de een of andere manier wordt nabesproken. Aan de hand van een antwoordmodel of per groepje. Als het digitaal wordt gedaan, dan is het makkelijker om het te projecteren. Leerlingen bij elkaar laten kijken en aan elkaar laten presenteren. Groepjes van 4 kunnen bij elkaar kijken en hun werk vergelijken. Wat ze hebben gevonden, moeten ze dan voor de klas bespreken.

**Werkelijke effectiviteit: werken met de werkvorm leidt tot gewenste resultaten.**

Bij een 2 VWO krijg je dat leerlingen afhaken, omdat er teveel kaartjes zijn. De neerslagintensiteit zou beter heftige buien of hoosbuien kunnen worden genoemd. Brak water: combinatie tussen zoet en zout water, verzilting: meer zout in de bodem. In tweetallen een concept map laten maken op de computer. Het leerproces is achter een computer moeilijker te volgen. Het zou kunnen dat leerlingen de concepten vastleggen. De leerlingen kunnen dan woorden erbij zetten, of positief of negatief effect aan kunnen geven. Verdamping kan leiden tot minder waterbeschikbaarheid. Het wordt nog abstracter al ga je met variabelen werken. Voor een 5VWO kan dat wel, maar voor een 2VWO klas is dat lastig. Het ligt aan de opbouw. In 5 VWO kun je wel werken met plussen en minnen. Of je kan het abstracter maken, maar dan moet je wel met een kleiner schema beginnen. Verdamping heeft een negatieve relatie met waterbeschikbaarheid. Het ligt eraan of je de leerlingen laat schuiven. In 5 VWO kan je wel werken met een leeg schema. Die zouden dat beter kunnen. In 2 VWO hebben ze meer profijt van het leren denken met concept maps. Het ordent heel erg



het denken. Moet het in de bovenbouw verantwoord worden? Wanneer is het te moeilijk en wanneer werkt het wel of niet? De aard van de relatie moet worden beschreven. Werkvorm is effectief en bruikbaar, omdat je het relationeel denken van de leerlingen aanspreekt, maar wel aanpassing nodig voor het niveau. Als het te makkelijk is, dan de docent concepten toevoegen. Als het te moeilijk is, dan kan de docent concepten weglaten.

Waar ligt de nadruk van de werkvorm? Moeilijk voor leerlingen als ze nog nooit een concept map hebben gemaakt. Het heeft te maken met een opbouw. Eerste keer een skelet en geleidelijk aan moeilijk maken. Niveau van de klas en complexiteit van de concept map. Hoe complexer de map, hoe meer je moet voorzeggen en hoe lager het niveau hoe meer je moet voorzeggen. Als je het opbouwt, dan kun je naar blanco concept maps.

## D. Interview met Jan Karkdijk op dinsdag 14-05-2019

### **Relevantie van de werkvorm voor het aardrijkskundeonderwijs:**

Het leerrendement van de werkvorm concept mapping is hoog. Leerlingen lezen de tekst, verwerken de concepten in de concept map, leggen relaties en presenteren tot slot de concept map voor de klas.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *docentniveau* zijn:**

Docenten aardrijkskunde kunnen het beste een betaald account aanmaken op [www.lucidchart.com](http://www.lucidchart.com). Het betreft dan de goedkoopste versie, waarin de docent 60 concept maps kan maken. Je kunt aan de hand van de tekst de begrippen en de startconcepten geven. Het antwoordmodel van de docent is niet leidend, maar biedt wel houvast om de concepten te bespreken. Een gratis account voor een leerling kan worden gebruikt om drie concept maps te maken. Om een eigen account aan te maken, kan de docent ervoor kiezen om een eigen account aan te maken. Daarin kan de docent de antwoordmodellen maken van de concept maps. Ook kan de docent een betaald account maken, zodat hij meer dan 60 concept maps kan uitproberen.

### **Verbeterpunten van de werkvorm op *leerling niveau* zijn:**

De leerlingen maken gebruik van het programma lucid chart, omdat het maken van concept maps op papier ertoe leidt dat leerlingen zullen gaan krassen. In het programma lucid chart kunnen leerlingen met de concepten schuiven. Het programma werkt beter dan het programma van Novak.

De leerlingen kunnen hun concept map via de mail met de docent delen. De docent maakt ook een antwoordmodel, die niet leidend is, maar gebruikt kan worden als

Leerlingen stuurde het voor een bepaalde tijd toe naar de docent. Hij geeft feedback aan de leerlingen en laat de leerlingen. Ter nabespreking kan de docent de volgende les de leerlingen laten presenteren. Leerlingen worden heel vaardig in het maken van concept maps wanneer zij het vaker toepassen.

### **Consistentie/ opbouw van de werkvorm. De werkvorm zit logisch in elkaar.**

De werkvorm kan beter worden gestructureerd door minder. In het begin kan de docent het beste een kleine opzet maken door de leerlingen eerst vier of vijf begrippen te geven. De leerlingen kunnen de vier of vijf concepten met elkaar relateren. Hoe abstracter en algemener de begrippen hoe moeilijker het is voor de leerlingen om relaties te leggen. Hoe minder concepten de leerlingen krijgen, hoe beter de werkvorm is te begrijpen voor leerlingen. De opzet van de werkvorm is mooi. Eerst zou de docent moeten weten of de leerlingen een aantal concepten kunnen relateren. Daarna kan de docent inschatten welk niveau de leerlingen hebben om de hoeveelheid concepten aan te passen. Ten slotte kan de docent de leerlingen met een aantal concepten een concept map laten maken.

### **Verwachte bruikbaarheid. Met verwachting wordt bedoeld dat het de werkvorm bruikbaar is in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

De werkvorm concept mapping is goed bruikbaar. Alleen richten op wateroverlast zou een goede optie zijn. De concepten verzilting en verdroging kun je dan weglaten. Het zeewater en het rivierwater zijn verbonden met elkaar. Riviermondingen zijn open verbindingen met de zee, waarin zeewater naar binnen kan dringen. De binnendringing van zeewater kan gebeuren wanneer rivierwater minder tegendruk

geeft. Het veranderend neerslagpatroon zou in de werkvorm kunnen blijven, zodat het fluviaatiele gedeelte ook moeten worden benoemd. Dus het veranderend neerslagpatroon werkt helemaal door tot in de Alpen. In de Alpen valt er tegenwoordig meer neerslag in de vorm van regen in plaats van sneeuw.

**Verwachte effectiviteit. De verwachting is dat het werken met de werkvorm tot gewenste resultaten leidt.**

De werkvorm is bedoeld voor leerlingen in 2VWO. Echter, zoals de werkvorm er nu voor ligt, is het niveau meer voor een 5VWO klas. Voor 2VWO is dit wel een behoorlijke kluif. In 2VWO kunnen de concept maps vereenvoudigd worden. Als leerling moet je behoorlijk abstract kunnen denken. Deze werkvorm is gebaseerd op een 5VWO-leerling. Wanneer leerlingen dertien jaar zijn, kunnen ze nog niet zo abstract denken.

**Werkelijke bruikbaarheid. De werkvorm is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld.**

De werkvorm concept mapping is zeer effectief wanneer er een duidelijke hiërarchie in de concept map is verwerkt. Concepten op hetzelfde (schaal)niveau moeten op dezelfde laag staan. Er kunnen ook vakken gemaakt worden waarin de schaalniveaus worden aangegeven. Pijltjes tussen boxen zijn oorzaak-gevolg-relaties. Streepjes tussen boxen kunnen kenmerken van de concepten aangeven.

**Werkelijke effectiviteit: werken met de werkvorm leidt tot gewenste resultaten.**

De werkvorm concept mapping is zeer bruikbaar voor het aardrijkskundeonderwijs. Het is belangrijk om aan te geven welke relaties er worden gebruikt in de concept map. Horizontale relaties zijn anders dan verticale relaties. Horizontale relaties zijn altijd relaties tussen gebieden. Verticale relaties laten altijd een hiërarchie zien binnen één gebied. De horizontale relatie kan gelegd worden met de delta van Bangladesh. Dan kan er een vergelijking gemaakt worden tussen de laaggelegen kustgebieden zoals de delta van West-Nederland en van Bangladesh.

De concepten of de koppelingswoorden invullen heeft het minste leereffect. De concepten invullen, heeft daarna het meeste effect. Het allermeeste leerrendement heeft het vrij invullen van een concept map door leerlingen. Dan moeten de leerlingen met elkaar overleggen om een concept map af te maken. Om de leerlingen op weg te helpen kan de docent ervoor kiezen om de eerste vier concepten geven en dan de leerlingen de concept map verder af te laten maken.

In de eerste les kunnen de leerlingen een concept map invullen met behulp van concepten waarin de relaties zijn weergegeven. In de tweede les kunnen leerlingen een concept map afmaken waarin de startbegrippen zijn gegeven. In de derde les kunnen de leerlingen alleen met de concepten aan de slag. Als huiswerk kunnen de leerlingen de concept map afmaken en voor een bepaald tijdstip opsturen naar de docent.

## E. Evaluatie-matchboard

**1 Ontwikkefase**

- Productvoorstel**  
Eerste beknopte beschrijving van het product.
- Globaal uitgewerkt product**  
Eerste uitwerking van het product.
- Gedeeltelijk gedetailleerd product**  
Onderdelen van het product zijn concreet uitgewerkt en kunnen gebruikt worden door de doelgroep.
- Volledig uitgewerkt product**  
Het product is klaar voor gebruik in de praktijk.

**2 Kwaliteitsaspect**







- Relevantie**  
Het product voorziet in behoefte en is gebaseerd op recente inzichten.
- Consistentie**  
Het product zit logisch in elkaar.
- Verwachte bruikbaarheid**  
De verwachting is dat het product bruikbaar is in de situatie waarvoor het is bedoeld.
- Verwachte effectiviteit**  
De verwachting is dat het werken met het product tot gewenste resultaten leidt.
- Werkelijke bruikbaarheid**  
Het product is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld.
- Werkelijke effectiviteit**  
Werken met het product leidt tot gewenste resultaten.

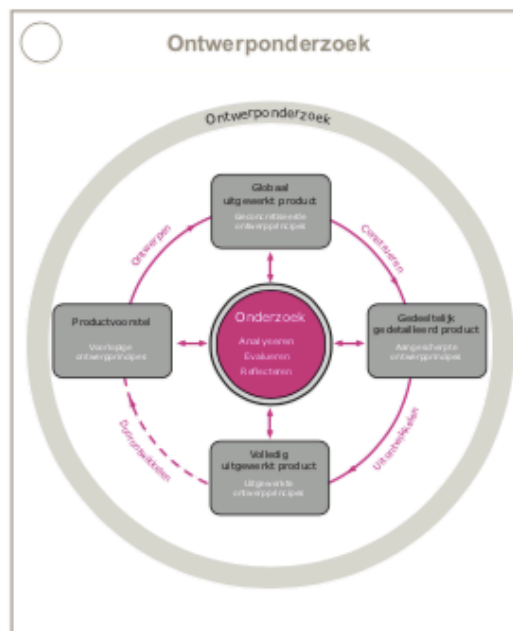
**3 Curriculum componenten**

**4 Evaluatiemethode**

- Screening**  
 Het ontwikkelteam vergelijkt het ontwerp met een lijst van vereiste kenmerken van het product.
- Focusgroep**  
 Een groep respondenten reageert op een prototype van het product.
- Walkthrough**  
 Het ontwikkelteam en vertegenwoordigers van de doelgroep simuleren het gebruik van het product.
- Micro-evaluatie**  
 Een klein deel van de doelgroep gebruikt delen van het product buiten de normale praktijk situatie.
- Try-out**  
 De doelgroep gebruikt het product in de praktijk.

**5 Activiteiten**

- Checklist nalopen**  
 Een product vergelijken met een checklist met vereiste kenmerken van het product.
- Interviewen**  
 Respondenten mondeling bevragen.
- Observeren**  
 Waarnemen van gedrag in de praktijk.
- Vragenlijst afnemen**  
 Respondenten schriftelijk dan wel digitaal bevragen.
- Toets of leerverslag maken**  
 Respondenten maken een toets of leerverslag.
- Logboek bijhouden**  
 Respondenten houden hun activiteiten en hun reflectie daarop bij gedurende een bepaalde periode.



Bron: (SLO, 2015)