

# COMPLEXE WERELD ONTRAFELD DOOR SYSTEEMDENKEN

Hoe kunnen we leerlingen in het secundair onderwijs helpen om de complexiteit van onze geglobaliseerde wereld te begrijpen? Inzicht in de complexe relaties op verschillende ruimtelijke schalen is cruciaal om mee te kunnen denken over huidige en toekomstige duurzaamheidsvraagstukken. Het vak aardrijkskunde biedt potentieel op dit vlak, evenals systeemdenken.

Hoe is klimaatverandering gerelateerd aan internationale migratie? Waarom kan de aankoop van een smartphone gevolgen hebben voor de oorlog in het oosten van de Democratische Republiek Congo? Onze wereld is behoorlijk complex geworden en de onderlinge verwevenheid neemt alleen maar toe. Het begrijpen van deze complexiteit is dan ook essentieel en daarop inzetten in het onderwijs is een evidentie. Hoewel leraren, lerarenopleiders, pedagogisch begeleiders en ontwikkelaars van educatief materiaal de noodzaak lijken te begrijpen, merken we in de klasrealiteit nog maar beperkt actie.

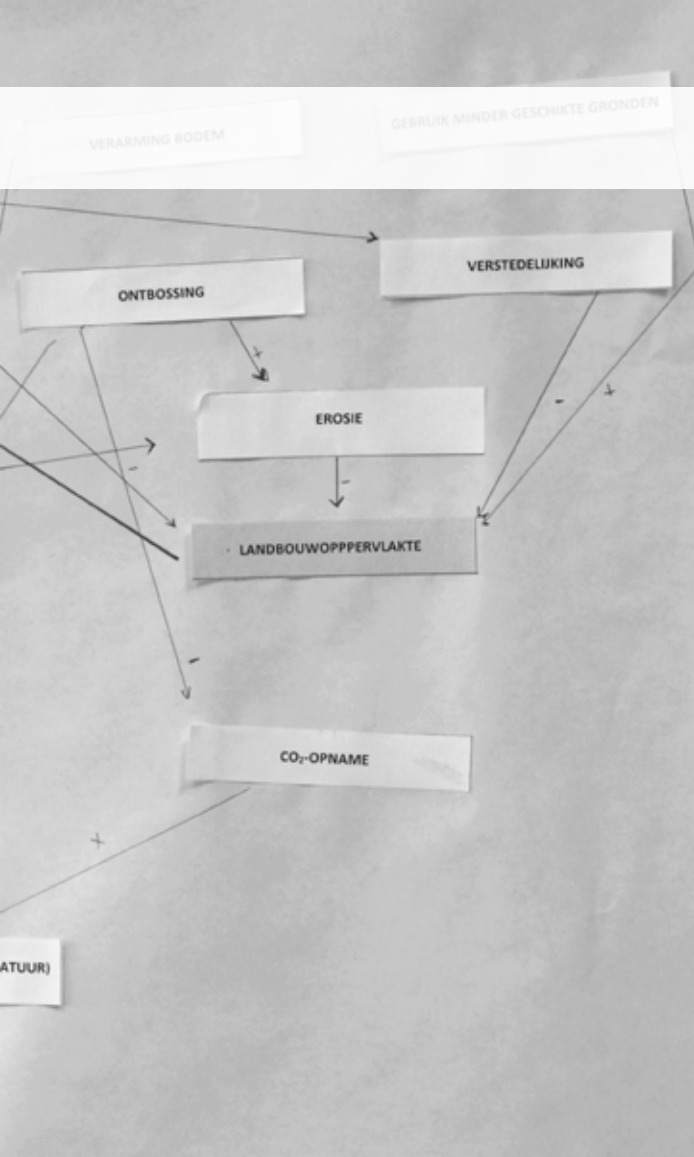
Het vermogen tot systeemdenken kan helpen bij het vatten van deze complexiteit. In de literatuur bestaan er meerdere definities voor systeemdenken, maar de kern ervan is steeds het begrijpen van de relaties tussen verschillende variabelen in een systeem, zonder het overzicht op het geheel te verliezen. Meer inzicht in een systeem zal iemand in staat stellen om betere oplossingen te bedenken en in te spelen op veranderende omstandigheden. Mede daarom wordt systeemdenken ook naar voren geschoven als één van de belangrijke principes binnen Educatie voor Duurzame Ontwikkeling (EDO), een door de VN ondersteund concept. EDO is geen vak apart, maar vraagt aandacht voor educatie die duurzame ontwikkeling stimuleert in alle vakken en over de

grenzen van vakken heen. Aardrijkskunde vervult hier vandaag al een belangrijke rol door het bespreken van verschillende thema's die allemaal sterk verbonden zijn met duurzame ontwikkeling. Deze duurzaamheidsvraagstukken zijn inherent complex en dieper inzicht in de betreffende systemen is dan ook onontbeerlijk.

## Relatie tussen systeemdenken en aardrijkskunde

Waarom verdient systeemdenken nu net een belangrijke plaats in het vak aardrijkskunde? We tonen aan dat er enerzijds een verband is tussen systeemdenken, het begrip wereldbeeld en aardrijkskunde, en dat anderzijds systeemdenken bijna inherent is aan het vak aardrijkskunde.

Het ontwikkelen van een wereldbeeld bij leerlingen wordt vanuit de Vlaamse overheid aangegeven als één van de krachtlijnen van het vak aardrijkskunde. Ook leraren aardrijkskunde geven aan dat zij het belangrijk vinden om te werken aan het wereldbeeld. Maar de interpretaties van het begrip 'wereldbeeld' zijn uiteenlopend. Als je aan leraren vraagt wat het betekent, leggen velen meteen de focus op de ontwikkeling van topografische kennis, hoewel andere leraren het begrip ook ruimer zien: weten hoe de wereld functioneert en het kunnen plaatsen van actuele gebeurtenissen in een aardrijkskundig kader. Voor een kleine minderheid heeft



Een causaal diagram gemaakt door leerlingen. Bron: auteurs

het systeemdenken bij leerlingen bevorderen, maar die tot nog toe weinig empirisch onderzocht zijn. Voorbeelden van dergelijke tools zijn de causale diagrammen, relatiecirkels en digitale simulaties. In ons onderzoek dat we hier beschrijven, werd ervoor geopteerd om causale diagrammen, in het Engels 'causal maps', een centrale rol te geven. Deze lijken immers enerzijds in staat om een overzicht te bieden van een complex systeem en vereisen anderzijds niet meteen de aanwezigheid van een bepaalde technologie in de klas. Hierop wordt later concreet ingegaan, maar vast staat dat de rol van de leraar een belangrijk aspect is dat in de didactiek meegenomen moet worden. Hoe en in welke fase kan deze leraar het beste variabelen selecteren? Hoe kan de leraar de leerlingen aanleren om deze variabelen te selecteren? Hoe kan de dynamiek van zo'n systeem, bijvoorbeeld de beïnvloeding van variabelen bij een ingreep in het systeem, besproken worden zonder deze effectief te modelleren op een pc? Hoe kan de leraar het verwerven van inzicht in een besproken systeem evalueren?

Causale diagrammen vormen dus een meerwaarde in de competentie van het systeemdenken, maar hoe causale diagrammen concreet ingezet kunnen worden om aan deze systeemdenkencompetenties te werken in de aardrijkskundeles blijft eerder vaag.

## De integrerende visie van aardrijkskunde sluit aan bij systeemdenken

### Ontwikkeling van lessen

Om na te gaan hoe bovengenoemde elementen van het systeemdenken op een efficiënte manier geïntegreerd kunnen worden in de aardrijkskundeles en om de effectiviteit van deze methodiek te kunnen meten, werd in dit onderzoek aan de KU Leuven een lessenreeks van 8 lestijden uitgewerkt. Het thema waarvoor deze lessen ontwikkeld werden komt voor in het curriculum aardrijkskunde voor de derde graad in het Katholiek secundair onderwijs (16-18-jarigen) in Vlaanderen. Het betreft het thema 'draagkracht en mondiale verschuivingen' dat verder wordt opgedeeld in voedselvoorziening, hulpbronnen, globalisering, draagkracht en internationale migratie. Zowel leerlingen in het algemeen secundair onderwijs, het technisch secundair onderwijs als het kunstonderwijs hebben voor dit thema dezelfde leerplandoelstellingen. Kenmerkend voor de geselecteerde systemen is dat ze globaal zijn, maar ook dat ze complex en weinig af te bakenen zijn. Bovendien zijn de systemen niet altijd eenduidig, want niet iedereen is het eens over de relaties tussen variabelen in het systeem.

In de ontwikkelde lessenreeks staat dus het stapsgewijs opbouwen van causale diagrammen centraal. Een causaal diagram is een specifieke variant van 'concept maps', waarbij door middel van pijlen en tekens (+ en -) de richting van het oorzakelijke verband wordt aangegeven tussen de verschillende variabelen in een systeem. Een voorbeeld is zichtbaar in Figuur 1. Van dit soort 'concept maps' wordt aangenomen dat ze inzicht bieden in de complexiteit van een probleem of een systeem, wat een voorwaarde is om tot een goede oplossing van een probleem te komen.

In het begin van de lessenreeks maken leerlingen via een spel op een visuele manier kennis met de complexiteit van het voedselsysteem. Vervolgens onderzoeken ze aan de hand van infobronnen wat de rol is van intensivering en areaaluitbreiding in ons voedselsysteem en welke invloed een toenemend

het wereldbeeld bovendien betrekking op de attitude van iemand ten opzichte van wat er zich voordoet in de wereld. Je komt met andere woorden steeds terug bij het inzicht in de complexiteit van een systeem.

Aardrijkskunde gebruikt van nature heel wat verschillende invalshoeken bij en in uiteenlopende thema's. Zo staat de interactie van meerdere variabelen, zowel uit de exacte wetenschappen als de humane wetenschappen, centraal. Deze integrerende visie sluit aan bij systeemdenken, waar het eveneens draait om de functionerende rol van verschillende variabelen en hoe zij tot elkaar in relatie staan. Een vak zoals aardrijkskunde, dat de intentie heeft om de brug tussen de natuurwetenschappen en de menswetenschappen te slaan, biedt heel wat mogelijkheden naar de ontwikkeling van systeemdenken toe en kan op haar beurt versterkt worden door het implementeren van systeemdenken.

## Stysteemdenken kan helpen bij het vatten van complexiteit

### Behoeft aan een didactiek

Het is echter nog niet duidelijk welke didactiek past bij het systeemdenken in een aardrijkskundeles. In de literatuur worden er enkele tools beschreven waarvan verondersteld wordt dat zij

bevolkingsaantal en welvaart hebben. Hierbij werken de leerlingen in groepjes en krijgen ze de nodige variabelen waarmee ze vervolgens zelf een causale map opbouwen (Figuur 2). Voor het thema voedsel betreft het dan onder meer de volgende variabelen waartussen relaties gezocht dienen te worden: welvaart, bevolkingsaantal, vraag naar voedsel, variatie in eten, hoeveelheid verbruik, vleesproductie. In de volgende lessen krijgen ze geleidelijk aan nog maar een gedeelte en uiteindelijk geen van de variabelen nog aangereikt. Leerlingen identificeren deze dan zelf aan de hand van teksten, filmfragmenten, etc.

## De behoefte aan een doordachte didactiek was duidelijk voelbaar

### Op verkenning in onze pilotschool

In eerste instantie werd deze lessenreeks uitgetest in een pilotstudie met één leraar en één klas leerlingen van 17-18 jaar. De leerlingen vonden deze lessen moeilijker om te volgen dan de lessen aardrijkskunde die zij gewoon waren. Het was voor leerlingen niet altijd even eenvoudig om relaties te leggen tussen variabelen uit verschillende bronnen of zelfs om de besproken relaties in bronnen een plaats te geven in een grotere structuur. Het maken van causale diagrammen was nieuw voor hen en in het begin erg onwennig. Bovendien hadden leerlingen het behoorlijk moeilijk om de precieze relatie tussen twee variabelen te verwoorden. De door de leraar aangeboden syntheseschema's, waarin alle besproken variabelen een plaats kregen, schrikten sommige leerlingen aanvankelijk ook af. Anderzijds bleek uit de observaties dat leerlingen hier vlotter mee werkten naarmate de lessenreeks vorderde. Wellicht moesten leerlingen niet alleen leren om causale diagrammen op te stellen, maar ze moesten ook gewoon worden aan het voortdurend actief werken in groepjes. Er wordt immers nog veel klassikaal onderwezen. Hoewel de lessenreeks beperkt was in tijd en zowel leerlingen als leraar dus moesten omgaan met een relatief grote hoeveelheid leerstof in een beperkte tijdsperiode, bleek de reactie van de leraar toch positief. Ze lichte onder meer toe blij verrast te zijn dat de leerlingen nu veel grondiger met de leerstof bezig zijn dan wanneer zij zelf de leerstof doceert. Dat er dan enigszins minder aardrijkskundige leerinhouden aan bod kunnen komen, vond zij een offer dat de moeite waard is. Ook op het mondelinge examen bleek een groot

deel van de leerlingen in staat om bewust na te denken over de relaties tussen verschillende variabelen in het systeem. In het licht van het kennis- versus vaardigheden debat, benadrukken we graag dat het hierbij niet alleen gaat om de vaardigheid om relaties te leggen, maar dat kennis over de inhoud cruciaal is om deze relaties te vatten. Het systeemdenken draagt bij tot een beter inzicht in deze inhoud en vormt als dusdanig een toegevoegde waarde voor leerlingen. Daarnaast verwachten we dat leraren minder tot geen inhoudelijke leerstof zullen moeten laten vallen als leerlingen zich na verloop van tijd het systeemdenken eigen hebben gemaakt.

### Reflectie en conclusie

De eerste bevindingen uit de pilotstudie zijn veelbelovend voor aardrijkskunde en tonen aan dat het wel degelijk mogelijk is om in een vak zoals aardrijkskunde op een diepgaande manier aan systeemdenken te doen waarbij heel veel verschillende en uiteenlopende variabelen worden meegenomen. Zoals verwacht blijkt ook dat het maken van causale diagrammen kan bijdragen tot het verwerven van inzicht in een complex systeem, maar dat een geleidelijke opbouw van het systeemdenken noodzakelijk is. De behoefte aan een doordachte didactiek was dus ook in de verkennende studie duidelijk voelbaar.

Op basis van de ervaringen in de pilotstudie werd de lessenreeks verder aangepast en wordt deze op grotere schaal uitgetest. Hierbij zal het niveau van systeemdenken ook gemeten worden aan de hand van een voor- en natest, waarbij het opstellen en interpreteren van causale diagrammen opnieuw centraal staat. Maar de conclusie die nu reeds geformuleerd kan worden is dat het potentieel van het vak aardrijkskunde inzake systeemdenken en omgaan met complexe duurzaamheidsproblematieken groot is. Een warme oproep dus aan vele leraars om dit potentieel verder te verkennen!

### Literatuurselectie

- Ölinger, M., S. Hammon, M. von Grundherr & J. Funke (2015) Does visualization enhance complex problem solving? The effect of causal mapping on performance in the computer-based microworld Tailorshop. *Education Technology Research and Development* 63, nr. 4, pp. 621-637.
- Mehren, R, A. Rempfler & E. M. Ulrich-Riedhammer (2015) Diagnostik von systemkompetenz mittels concept maps, *Praxis Geographie*, nr. 7-8, pp. 29-33.
- Mulder, G. Y., A. W. Lazonder & de Jong, T. (2015) Key characteristics of successful science learning: the promise of learning by modelling. *Journal of Science Education and Technology* 24, nr. 2, pp.168-177.
- Novak, J. D. & A. J. Canas (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Beschikbaar op: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- Senge P., N. Cambron - McCabe, T. Lucas, B. Smith, J. Dutton, & A. Kleiner (2011). *Lerende scholen*. Amsterdam: Academic Service.

Leerlingen aan de slag tijdens het maken van een causaal diagram Bron: auteurs



**Marjolein Cox (marjolein.cox@kuleuven.be) doet een doctoraatsonderzoek over systeemdenken in aardrijkskundeonderwijs. Zij is verbonden aan de afdeling Geografie van het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen aan de KU Leuven. An Steegen (an.steegen@kuleuven.be) is promotor van dit onderzoek en eveneens werkzaam aan het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen van de KU Leuven, waar zij als docent verantwoordelijk is voor de optie aardrijkskunde binnen de Specifieke Lerarenopleiding Natuurwetenschappen.**