

GI Learner, een project om geo-ruimtelijk denken via leerlijnen in te voeren in het onderwijs

Luc Zwartjes

Vakgroep Geografie, Universiteit Gent (luc.zwartjes@ugent.be)

1 ACHTERGROND

Geo-ICT is deel van een steeds groeiender digitale economie, die – zoals de Europese Commissie stelt – van vitaal belang is voor innovatie, economische groei, jobs en competitiviteit. Het gebruik van GI (Geografische Informatie) middelen om ruimtelijk denken te ondersteunen is in onze maatschappij tegenwoordig volledig geïntegreerd. Via online webdiensten zoals Geopunt, routeplanners, gps-toestellen en auto-navigatie heeft het publiek het nut kunnen vaststellen van ruimtelijke data.

Ruimte en plaats maken van ruimtelijk denken een duidelijke, fundamentele en essentiële vaardigheid die in het onderwijs moet worden aangeleerd naast andere zoals taal, wiskunde en wetenschap. Het doel van GI-Learner is het integreren van ruimtelijke geletterdheid, ruimtelijk denken en GI Science in scholen. Bednarz & van der Schee (2006) maakten drie aanbevelingen voor de succesvolle introductie en integratie van GI Science op scholen. Deze waren:

- de belangrijkste interne structuren in verband met GIS-implementatie aanpakken: lerarenopleiding, beschikbaarheid van gebruiksvriendelijke software, ICT-apparatuur op scholen;
- een gemeenschap van lerenden gebruiken;
- GI Science institutionaliseren in leerplannen, en ervoor zorgen dat het afgestemd is op belangrijke algemene leerdoelen zoals grafisch, kritisch denken en burgerschapsvaardigheden.

Met betrekking tot de eerste twee aanbevelingen is er al aanzienlijke vooruitgang geboekt, bijvoorbeeld zijn er meer opleidingsmogelijkheden voor leraren als de EduGIS Academy (<http://www.edugis.pl/en/>), iGuess (<http://www.iguess.eu>), I-Use (<http://www.i-use.eu>) en SPACIT (<http://www.spatialcitizenship.org>) projecten, scholen hebben tegenwoordig over het algemeen betere ICT-apparatuur, leerlingen worden gevraagd om hun eigen apparaten mee te brengen, data is vrijer beschikbaar en op webGIS-platfor-

men zijn gratis. Het netwerk van digital-earth.eu lanceerde 'Centres of Excellence' in 15 Europese landen (<http://www.digital-earth-edu.net>), waaronder één in België (www.digital-earth.be). Het Geo For All initiatief heeft een netwerk van Open Source Geospatial Labs over de hele wereld ontwikkeld en ook aandacht besteed aan schoolonderwijs (<http://geoforall.org/>). Er zijn echter nog veel meer training nodig, extra leermiddelen, voorbeelden van goede praktijken.

De institutionalisering van geo-technologie en geo-media in leerplannen blijft in bijna alle landen echter een doelstelling. Het is in grote mate niet bereikt, ondanks de ontwikkeling van:

- benchmarks (Herodot 2009, Lindner-Fally & Zwartjes 2012), bedoeld om aanbevelingen te geven voor de implementatie aan lerarenopleiders, docenten én beleidsmakers;
- competentiemodellen (Schulz E et al., 2012, 2013, 2015, Gryl et al. 2013);
- lerarenbegeleiding (Zwartjes, 2014) waarbij leerkrachten kunnen kiezen uit geschikte instrumenten om op basis van curricula, vaardigheden van hun studenten en hun eigen mogelijkheden te gebruiken en
- innovatieve projecten zoals iGuess, SPACIT, EduGIS Academy, I-Use enz.

Figuur 1



GI-Learner (<http://www.gilearner.eu>), een project gesubsidieerd door Key Action 2 van Erasmus Plus, wil hierop reageren door de ontwikkeling van een GI Science-leerlijn voor middelbare scholen, zodat de integratie van ruimtelijk denken kan plaatsvinden. Dit impliceert het vertalen van ruimtelijke en andere competenties, rekening houdend met leeftijd en capaciteiten van studenten, in echte leerdoelstellingen die de ruimtelijke denken zullen vergroten en helpen bij het produceren van de arbeidskrachten die we nu nodig hebben.

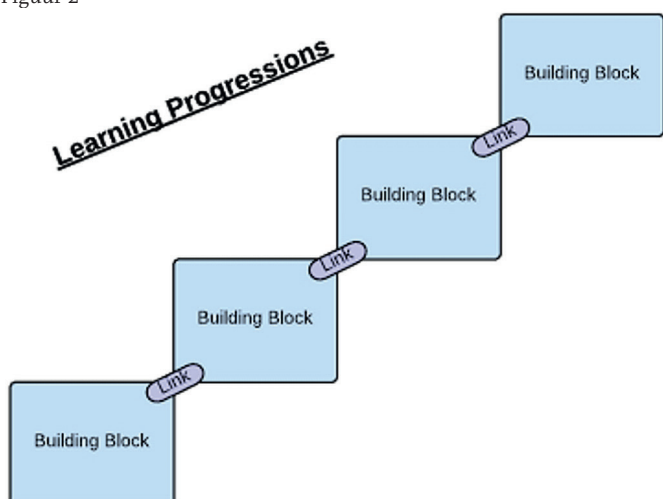
Het project loopt over drie jaar, met zeven partners uit vijf Europese landen.

2 LEERLIJNEN

Lindner-Fally & Zwartjes (2012) definiëren een leerlijn als een educatieve term voor de opbouw van kennis en vaardigheden gedurende het gehele curriculum, dat een groeiend niveau van complexiteit weerspiegelt, variërend van makkelijk (meer basisvaardigheden en kennis) te moeilijk zoals geïllustreerd in het Vlaamse curriculum (Leerplancommissie Aardrijkskunde, 2010) voor aardrijkskunde (tabel 1).

Bloemen & Naaijken (2014) beschrijven een 'leerlijn' als een algemeen kader voor onderwijs en opleiding, met een duidelijke reeks stappen van beginners tot experts. Hun leerlijn was i) analytisch; d.w.z. het onderscheidt gedetailleerd de vaardigheden, kennis en attitudes die op verschillende niveaus kunnen worden verwacht en ii) op competentie gebaseerd; de leerlijn onderscheidt een reeks competenties die samen de algemene competentie op het gebied

Figuur 2



Tabel 1 Leerlijnen in het Vlaamse aardrijkskunde curriculum voor secundair onderwijs (Lindner-Fally & Zwartjes, 2012)

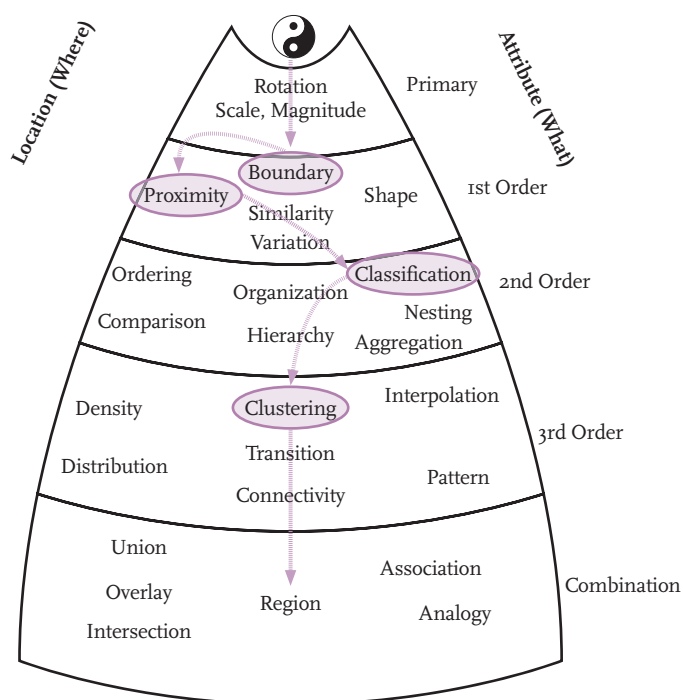
Leerlijnen	Veldwerk	Werken met beelden	Werken met kaarten	Werken met statistisch materiaal	Opbouw van kennis
Level 1	Perceptie – kennis van feiten				
Level 2	Analyse – selecteren van relevante geografische informatie				
Level 3	Structuur – kijken voor complexe samenhang en classificatie				
Level 4	Applicatie – probleem oplossend denken				

bouwen. Zij onderscheiden acht competenties voor vertalers, waarvan zes kern en twee perifere; en vijf indicatieve niveaus; doorbraak, beginner, geavanceerd, professioneel en expert.

Van Moolenbroek & Boersma (2013) beschrijven de uitwerking van een leerlijn voor het biologieonderwijs, met behulp van een concept-context benadering voor het selecteren van leerdoelen en het organiseren van kennis. De aanpak heeft betrekking op wetenschappelijke concepten in contexten, waardoor de betrokkenheid bij het wetenschapscurriculum wordt verbeterd door contexten te selecteren die relevant zijn voor de leerlingen. Zij besloten om een probleemvormende aanpak vast te stellen die expliciet een leerlingenstandpunt inneemt.

Perdue et al. (2013) stelde een raamwerk voor ruimtelijk denken voor en gaf aan dat bepaalde ruimtelijke denkvaardigheden van een hogere orde dan anderen zijn en gebaseerd zijn op eerdere, minder complexe vaardigheden (Figuur 3). Dus in het getoonde voorbeeld wordt regionale identificatie geconceptualiseerd als een hoogwaardige vaardigheid die wordt verkregen door de accumulatie van nabijheids-, grens-, clustering- en classificatievaardigheden.

Figuur 3 Raamwerk voor ruimtelijk denken (Perdue, 2013)



Leerlijnen impliceren een conceptueel proces van leerprogressie. Young (2010) suggereert echter dat deze niet kan worden ontwikkeld door middel van generieke curriculumbenaderingen. Zij moeten een curriculum betrekken dat door inhoud wordt gedragen als conceptbegeleider, in plaats van alleen op basis van vaardigheden en competenties. GI-learner richt zich op geografisch onderwijs, maar houdt rekening met nationale verschillen in leerplannen.

3 DIMENSIES, MODI EN KADERS VOOR RUIMTELIJK DENKEN

Ruimtelijk denken is een duidelijke vorm van denken, die mensen helpt om relaties tussen ruimtelijke verschijnselen te visualiseren (Stoltman & De Chano, 2003). Het versterkt de vaardigheden van de studenten om wetenschappelijk onderzoek uit te voeren, probleemoplossend te werken en ruimtelijk te denken. Lee en Bednarz (2009) beschrijven ruimtelijk denken als een constructieve combinatie van drie onderlinge versterkende componenten: de aard van de ruimte, de methoden om ruimtelijke informatie te vertegenwoordigen en de processen van ruimtelijke redenering. Bednarz & Lee (2011) bevestigden dat ruimtelijk denken niet een enkel vermogen is, maar bestaat uit een verzameling van verschillende vaardigheden.



Figuur 4

Goodchild (2006) stelt dat ruimtelijk denken een van de fundamentele vormen van intelligentie is die nodig is om in de moderne samenleving te functioneren. Het is een basis- en essentiële vaardigheid waarvan de ontwikkeling deel moet uitmaken van het onderwijs van iedereen, zoals het

leren van een taal, geletterdheid en wiskunde. Studenten moeten de bouwstenen van ruimtelijk denken kennen. Er zijn veel pogingen gedaan om ze te analyseren, organiseren, classificeren en definiëren. In de rest van deze sectie wordt de sleutel literatuur onderzocht.

Gersmehl & Gersmehl (2006; 2007; 2011) onderzochten neurowetenschappelijk onderzoek waarin wordt nagegaan

hoe gebieden van de hersenen verband houden met het soort 'denken'. Zij suggereren dat langdurig leren van geografische informatie vaker voorkomt wanneer lessen expliciet zijn ontworpen, zodat studenten ruimtelijke taken verrichten. Zij stelden acht manieren van ruimtelijk denken voor (tabel 2). Zij bevestigden dat studenten sterk zouden profiteren als ruimtelijk denkvaardigheden in het schoolcurriculum meer prominent aan bod kwamen en concludeerden dat verschillende hersengebieden lijken te zijn toebedeeld aan specifieke denkbelden over locaties en ruimtelijke relaties.

Tabel 2: Wijzen van ruimtelijk denken (aangepast uit Gersmehl en Gersmehl, 2011)

Locatie - Waar is deze plaats?
a. Voorwaarden (Site) - Wat is op deze plaats? b. Connecties (Situatie) - Hoe is deze plaats gekoppeld aan andere plaatsen?
Acht aspecten van ruimtelijk denken (een voorbeeld van een concrete activiteit)
1. Ruimtelijke vergelijking - overeenkomsten en verschillen tussen plaatsen 2. Ruimtelijke invloed (Aura) - het effect van een plaats op de omliggende gebieden 3. Ruimtelijke groepen (Regio) - regio's van soortgelijke plaatsen 4. Ruimtelijke overgang - wijzigingen vinden plaats 5. Ruimtelijke hiërarchie - waar en hoe past een plaats in 6. Ruimtelijke analogieën - plaatsen met soortgelijke situaties 7. Ruimtelijke patronen - hoe functies worden geregeld 8. Ruimtelijke associaties (correlaties) - mogelijke causale relaties
Spatio-temporaal denken - Hoe veranderen ruimtelijke kenmerken en omstandigheden over de tijd?

Geografie, als wetenschap, richt zich vooral op ruimtelijke analyse en behandelt ruimtelijk denken en de stadia van het ervaringsleermodel van Kolb (1984): plan, doe, observeer en denk. De National Research Council (NRC, 2006) heeft ruimtelijk denken gedefinieerd als een verzameling van cognitieve vaardigheden die bestaan uit het kennen van concepten van ruimte, gebruik makend van gereedschappen van representatie en redeneringsprocessen (figuur 5). Het is precies de links tussen deze drie die aan ruimtelijk denken zijn kracht van veelzijdigheid en toepasbaarheid geeft.

De National Academy of Sciences (2006) heeft vijf vaardigheidssets voorgesteld: geografische vragen stellen, geogra-

Figuur 5 Dimensies en aanverwante termen van ruimtelijk denken (Michel & Hof, 2013)



Tabel 3 Vijf ruimtelijke denkwijzen (aangepast uit Kim & Bednarz, 2013)

Patroonherkenning	Studenten moeten leren en worden aangemoedigd hun ruimtelijke gewoonten te bevorderen om patronen in hun dagelijks leven te herkennen	Uitbreiding: herken, beschrijf en voorspel ruimtelijke patronen
Ruimtelijke omschrijving	Studenten kunnen de specifieke ruimtelijke woordenschat gebruiken	Uitbreiding: een meer geavanceerd ruimtelijk lexicon en meer frequent gebruik van ruimtelijke woordenschat
Visualisatie	Studenten vergroten inzicht door middel van grafische voorstellingen	Uitbreiding: verbeteren van inzicht door het omzetten van de informatie in visuele voorstellingen, het belang en de kracht van grafische weergaven begrijpen
Gebruik van ruimtelijke concepten	Studenten gebruiken of passen ruimtelijke concepten toe om verschillende taken te begrijpen en uit te voeren	Uitbreiding: gebruik ruimtelijke concepten om de omgeving te begrijpen
Gebruik van ruimtelijke middelen	Studenten gebruiken ruimtelijke representaties en middelen om ruimtelijk denken voor te stellen om de ruimte te begrijpen en ruimtelijke cognitie te ontwikkelen	Uitbreiding: ruimtelijke denkers die ruimtelijke instrumenten gebruiken om problemen op te lossen

fische informatie verwerven; geografische informatie organiseren; geografische informatie analyseren; geografische vragen beantwoorden.

Het Committee on Support for Thinking Spatially (2006) suggereerde dat ruimtelijk denken kan opgedeeld worden in drie componenten: het extraheren van ruimtelijke structuren, het uitvoeren van ruimtelijke transformaties, en het maken van functionele gevolgtrekkingen. Voorstellingen worden gebruikt om ons te helpen onthouden, begrijpen, redeneren en communiceren over de eigenschappen van en relaties tussen voorwerpen die in de ruimte vertegenwoordigd zijn.

Veel interpretaties van ruimtelijk denken hebben gezocht naar hiërarchische classificaties. Kim & Bednarz (2013) onderzochten de ruimtelijke denkwijzen. Dit zijn de breedste leerresultaten, die vooral gebaseerd zijn op manieren van denken. Ze identificeerden vijf ruimtelijke subdimensies - patroonherkenning, ruimtelijke omschrijving, visualisatie, gebruik van concepten en gebruik van ruimtelijke tools (tabel 3) - en beschreven basis- en uitbreidingsmodi.

Newcombe en Shipley (2015) identificeerden vijf ruimtelijke vaardigheidsklassen waarop onderzoek gedaan werd om ruimtelijke vaardigheden te classificeren. Zij identificeerden een intrinsiek-statische vaardigheid (ontmanteling), twee intrinsiek-dynamische vaardigheden (ruimtelijke visualisatie en mentale rotatie), een extrinsiek-statische vaardigheid (ruimtelijke waarneming) en een extrinsiek-dynamische vaardigheid (perspectievorming).

Jarvis (2011) beschouwt de term ruimtelijk denken als een zeer breed onderwerp maar integraal bij het proces van verwerving van ruimtelijke geletterdheid. Het bevorderen van een vermogen om de banden tussen ruimte, representatie en redenering te maken (of ruimtelijk te denken) is centraal in ruimtelijke geletterdheid. Ze onderzoekt het proces van verwerving van ruimtelijke geletterdheid, afgeleid van ruimtelijk denken, afhankelijk van drie componenten: vaardigheden, strategieën en kennis. Ze biedt een meta-ni-

veau kader voor GI Science in termen van de soorten representaties, transformaties en complex denken. Het omvat i) representaties: de eigenschappen van entiteiten; ii) vergelijkingen: relaties tussen statische entiteiten; iii) vergelijkingen: relaties tussen dynamische entiteiten; iv) transformaties van representaties van entiteiten en v) complexe ruimtelijke redenering: combineren van componenten om vragen op te lossen.

Jo & Bednarz (2009) ontwikkelden een taxonomie om verschillende componenten van ruimtelijk denken in het curriculum, leerboeken, lesplannen en andere onderwijsmaterialen te evalueren. Jo et al. (2010) gebruiken dit om vragen in ruimtelijk denken te onderzoeken als onderdeel van de dagelijkse praktijk die wordt toegepast op de pedagogische strategie van de vraagstelling, zowel in teksten als in de klasactiviteiten. De taxonomie maakt gebruik van drie componenten van ruimtelijk denken: (1) concepten van ruimte, (2) gebruiksinstrumenten van representatie, en (3) redenen van redenering als primaire categorieën. De subcategorieën onderscheiden verschillende niveaus van abstractie of moeilijkheid. Zij maken dat een taxonomie van ruimtelijk denken een nuttig instrument is voor het ontwerpen en selecteren van vragen die de drie componenten van ruimtelijk denken integreren en voor de bepaling van de mate van complexiteit van een vraag in verband met het gebruik van ruimtelijke begrippen en de vereiste cognitieve processen.

Scholz et al. (2014) gebruikten dit systeem om het niveau en het type ruimtelijk denken te identificeren die in de handboekvragen voorkomen (tabel 4) en stelden een eenvoudige taxonomie voor, bruikbaar bij de evaluatie van materialen die alle drie componenten integreren.

In deze sectie is een poging gedaan om te onderzoeken hoe de evolutie op vlak van ruimtelijk denken op vele verschillende domeinen is geworteld, zoals neurowetenschappen, psychologie en geografie. Hieruit blijkt dat ruimtelijk denken veel complexe cognitieve activiteiten omvat. Het omhelst taal en actie en betreft begrip, redenering en probleemoplos-

sing. Het omvat directe ervaringen die echt en virtueel, individueel en collectief, intuïtief en aangeleerd kunnen zijn. Op basis van dit onderzoek worden tien GI-Learner geo-

ruimtelijke denkcompetenties voorgesteld door het projectteam, elk met een progressie van makkelijk (A) naar meer complex (C).

Tabel 4 Drie componenten van ruimtelijk denken in vragen (aangepast van Scholz et al. 2014)

Component 1 Concepten van de ruimte	Niet-ruimtelijk	Geen ruimtelijke component in de vraag.
	Basis-ruimtelijk	het laagste concept van ruimte, omvat de concepten van locatie, plaats specifieke identiteit en / of grootte
	Eenvoudig-ruimtelijk	een hoger niveau concept van ruimte, gebaseerd op concepten en verdelingen, inclusief afstand, richting, verbinding en koppeling, beweging, overgang, grens, regio, vorm, referentiekader, regeling, begrenzing en behuizing.
	Complex-ruimtelijk	het hoogste niveau concept van de ruimte, gebaseerd op hoogwaardige afgeleide concepten, inclusief verspreiding, patroon, dispersie en clustering, dichtheid, diffusie, dominantie, hiërarchie en netwerk, ruimtelijke associatie, overlay, laag, gradiënt, profiel, reliëf, schaal, kaartprojectie en buffer.
Component 2 Middelen van Voorstelling	Gebruik	De vraag betreft een gereedschap van vertegenwoordiging om de vraag te beantwoorden
	Niet-gebruik	De vraag wordt niet beschouwd als een ruimtelijk denkende vraag.
Deze hebben betrekking op het gebruik van kaarten, afbeeldingen en andere vertegenwoordigingen om een vraag te beantwoorden.		
Component 3 Processen van redenering	Input	Het laagste niveau - ontvangst van informatie en bevat naam, definiëren, lijst, identificeren, herkennen, reciteren, herroepen, observeren, beschrijven, selecteren, voltooiën, tellen en overeenkomen.
	Verwerking	Een hoger redeneren, analyseren van informatie, omvat: uitleggen, analyseren, vermelden van causaliteit, vergelijken, contrasten, onderscheiden, classificeren, categoriseren, organiseren, samenvatten, synthetiseren, afleiden, analogieën, voorbeelden, experimenteren en sequentie.
	Output	Het hoogste niveau van redeneringsprocessen, gebruikt de analyse van informatie die wordt ontvangen om te beoordelen, beoordelen, voorspellen, voorspellen, hypothetiseren, speculeren, plannen, creëren, ontwerpen, uitvinden, voorstellen, generaliseren, een model opbouwen of een principe toepassen.
De processen van redenering component beoordelen het cognitieve niveau van de vraag.		

Tabel 5 GI-Learner competenties

		K7-8	K9	K10	K11	K12
1	Cartografische en andere visualisaties in verschillende media kritisch lezen en interpreteren	Interpretatie	A	B	C	C
	A: Kaarten en andere visualisaties kunnen lezen	Voorbeeld: gebruik legende, symbologie ...				
	B: In staat zijn om kaarten en andere visualisaties te interpreteren	Voorbeeld: gebruik schaal, oriëntatie; Begrijpen betekenis, ruimtelijk patroon en context van een kaart				
	C: Kritisch gewaar zijn van informatiebronnen en hun betrouwbaarheid	Voorbeeld: kritisch evalueren van kaarten die eigenschappen identificeren, representaties (bijvoorbeeld ongepast gebruik van symbologie of stereotypen) en metadata van de kaarten				
2	Bewust zijn van geografische informatie en zijn voorstellingen via GI en GIS.	Leren over	A	B	C	C
	A: Herken geografische (locatie gebaseerde) en niet-geografische informatie	Voorbeeld: beschrijf gps, GIS, internet interfaces; Geo-gebaseerde informatie kunnen identificeren				
	B: Aantonen dat geografische informatie op sommige manieren kan worden voorgesteld	Voorbeeld: gebruik een aantal verschillende voorstellingen van informatie (kaarten, grafieken, tabellen, satellietbeelden ...)				
	C: Kritisch bewust zijn dat geografische informatie op veel verschillende manieren kan worden vertegenwoordigd	Voorbeeld: in staat zijn verschillende GI-data voorstellingen te evalueren en toepassen				

		K7-8	K9	K10	K11	K12
3	Geografisch informatie visueel communiceren	Produceren	A	B	C	
	A: Basic geografische informatie overbrengen	Voorbeeld: maak een mentale kaart, wees bewust van je eigen positie				
	B: Communiceer met geografische informatie op een geschikt manier	Voorbeeld: basiskaartproductie voor een doelgroep - gebruik van oude en nieuwe media, deel resultaten met doelgroep				
	C: GI kunnen gebruiken om in met anderen informatie uit te wisselen	Voorbeeld: bespreek resultaten zoals onderzoeksresultaten / kaarten online of in de klas, verwijzend naar een probleem in eigen omgeving				
4	Beschrijf en gebruik voorbeelden van GI-toepassingen in het dagelijks leven en in de maatschappij	Toepassen	A	B	C	C
	A: Op de hoogte zijn van GI-toepassingen	Voorbeeld: weten over gps-gerelateerde (sociale netwerken) applicaties zoals Google Earth; Maak een lijst van bekende GI-applicaties of zoek ze op internet / cloud				
	B: Gebruik enkele voorbeelden van (dagelijkse) GI-toepassingen	Voorbeeld: probleemoplossing georiënteerd met GI-applicatie zoals navigeren; Gebruik een app om het weer, de milieukwaliteit, reisplanner te lezen				
	C: Beoordeel hoe en waarom GI-toepassingen nuttig zijn voor de samenleving	Beoordeel de functionaliteit en gebruik voor de samenleving van een GI-applicatie (nooddiensten, politie, precisie landbouw, milieuplanning, civiele techniek, transport, onderzoek) en presenteer de resultaten				
5	Gebruik (vrij beschikbaar) GI-interfaces	Gebruik	A	B	C	C
	A: Voer eenvoudige geografische taken uit met behulp van een GI-interface	Voorbeeld: Vind jouw huis in een digitale aarde programma; Een bepaalde locatie vinden; Het meten van de afstand tussen twee punten op verschillende manieren; Gebruik applicaties voor mobiele telefoons (bijvoorbeeld gps) om een plaats te vinden				
	B: Gebruik meer dan één GI-interface en de functies ervan	Voorbeeld: verzamel gegevens en vergelijk de beste route van school naar huis en terug; Krijg een topografische kaart voor een wandeling				
	C: Doeltreffend problemen oplossen met behulp van een breed scala van GI-interfaces	Voorbeeld: Zoek en gebruik data uit verschillende data portals (SDI) om te zoeken naar de beste faciliteiten van een bepaalde regio of voor de 'beste' plek om te leven met parameters zoals infrastructuur, geluid, open ruimten, ...				
6	Verzamel eigen (primaire) data	Produceren / Verzamelen	A	B	C	
	A: Verzamel eenvoudige data	Voorbeeld: verzamel gegevens tijdens veldwerk (coördinaten, afbeeldingen, opmerkingen ...) b.v. Geluidsdata om de impact van het verkeer te analyseren; Karteer aantrekkelijke plekken voor kinderen in jouw stad				
	B: Vergelijk verschillende kwalitatieve en kwantitatieve gegevens en selecteer een geschikte methode voor het verzamelen van gegevens, gereedschap, enz.	Voorbeeld: bij het onderzoeken van milieufactoren kiezen welke gegevens nodig zijn				
	C: Los problemen op met het verzamelen van gegevens en selecteer de meest geschikte alternatieve benaderingen voor het verzamelen	Voorbeeld: ontwerp een methodologie die de gegevensverzameling voor de verandering van het landgebruik verklaart, zoals hoe je gegevens verzamelt uit verschillende bronnen en ze adequaat classificeert				

		K7-8	K9	K10	K11	K12
7	In staat zijn om (secondaire) data te identificeren en evalueren	Gebruiken / Evalueren		A	B	C
	A: Zoek en verzamel gegevens uit bronkaarten (verschillende visualisaties)	Voorbeeld: Zoek en download data over migratie en gebruik deze				
	B: Erken dat er verschillende kwaliteiten zijn in gegevens, niet alles is bruikbaar	Voorbeeld: Identificeer meerdere gegevensbronnen, bijvoorbeeld over bevolking of vervuiling, en beoordeel hun niveau (schaal), detail, frequentie, nauwkeurigheid en andere overwegingen; Analyseer verschillende bronnen en bepaal welke het meest nuttig is				
	C: Een volledig oordeel geven over de waarde / bruikbaarheid / kwaliteit van de data	Voorbeeld: Gebruik gegevens over klimaatverandering van ESA, IPCC in vergelijking met Facebook-grafieken				
8	Onderzoek onderlinge relaties	Analyse		A	B	C
	A: Onderken dat items op verschillende manieren op een andere manier kunnen worden gekoppeld (of niet)	Voorbeeld: herken eenvoudige relaties tussen dingen, vb: hitte en zonneschijn, of stadsgrootte en verkeersknopen // omgekeerde relaties // sommige dingen zijn niet gerelateerd				
	B: Demonstreer onderlinge relaties tussen verschillende factoren	Voorbeeld: veranderingen in milieu, invloed, verbindingen en hiërarchie van ecosystemen				
	C: Evalueer verschillende relaties en beoordeel oorzaken en effecten	Voorbeeld: Evolutie van ecosystemen over de tijd is complex en is gerelateerd aan veel variabelen; Probleemgerichte verkenning van onderlinge relaties zoals: waar komen mijn jeans of mijn mobiele telefoon vandaan?				
9	Leid nieuwe inzichten af uit analyse	Produceren		A	B	C
	A: Lees wat de analyse zegt	Voorbeeld: begrijp dat er verschillende klimaten zijn				
	B: Combineer elementen uit de analyse om een zinvolle uitkomsten te bekomen	Voorbeeld: vaststellen dat het klimaat verandert				
	C: Beoordeel de analyse grondig, maak nieuwe uitkomsten en maak links naar het groter geheel	Voorbeeld: reageren en nieuwe oplossingen suggereren voor klimaatverandering				
10	Reflecteer en handelen met kennis	Actie: besluitvorming / toepassing in de echte wereld		A	B	C
	A: Erken de beslissingen die moesten worden genomen	Voorbeeld: Gebruik geodata om te beoordelen welk nieuw wegstelsel de gemeente zou moeten bouwen				
	B: Beoordeel implicaties voor individuen en samenleving	Voorbeeld: concluderen dat er winnaars en verliezers zijn voor elk wegevoorstel				
	C: Ontwerp toekomstige acties aan belanghebbenden - inclusief jezelf	Voorbeeld: Ontwikkel een campagne om beslissers over de verkeersplanning te overtuigen; Maak een blog of een website met verzamelde en gevisualiseerde data; Schrijf een gedocumenteerd artikel in een tijdschrift met behulp van GI-informatie				

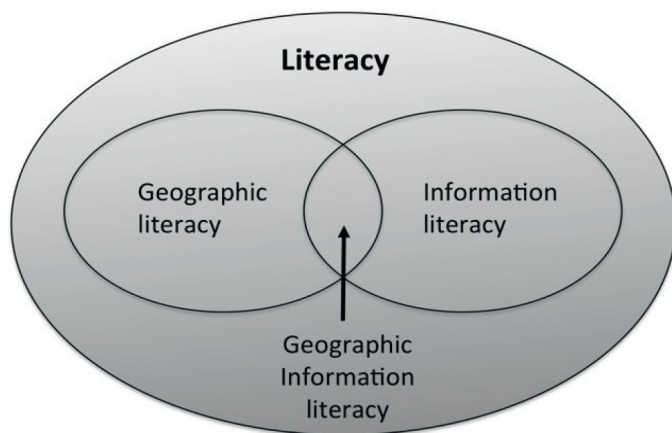
Tabel 6 Leerniveau in het curriculum (K7-12)

Competentie	K7-8	K9	K10	K11	K12
1	A	B	C		c
2	A	B	C		C
3	A		B		C
4	A	B	C		C
5	A	B	C		C
6	A		B		C
7	A		B		C
8		A	B		C
9			A	B	C
10	A		B		C

4 INTEGRATIE VAN GIS ALS EEN MIDDEL VOOR GEORUIMTELIJK KRITISCH DENKEN

Een kaartvoorstelling kan een effectieve methode zijn om een groot volume gegevens te communiceren naar anderen. De effectiviteit van de communicatie met kaarten is echter afhankelijk van de ruimtelijke geletterdheid van de waarnemer (Clagett, 2009). GIS speelt een belangrijke rol bij het verwerven van geografische informatiegeletterdheid. Het delen van geografische geletterdheid (kennis over aardrijkskunde) met informatiegeletterdheid (informatiezoekstrategieën, kritische evaluatie van bronnen) leidt tot geografische informatiegeletterdheid (figuur 6): het bezit van concepten, vermogens en gewoontes (emotionele disposities) die een individu toestaan geografische informatie goed te begrijpen en gebruiken, en om meer te participeren in het publieke debat over geografie-gerelateerde problemen (Miller et al 2005).

Figuur 6 Contextueel diagram voor geografische informatie geletterdheid (Miller et.al., 2005)

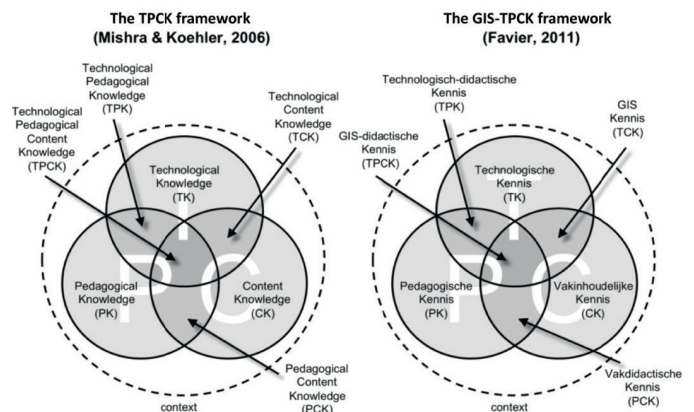


Door de mogelijkheden is GIS een uitstekend middel om de vijf thema's van de geografie uit te drukken, zoals gedefinieerd door The Joint Committee On Geographic Education (1984): locatie, plaats, relaties met plaatsen, beweging en regio. Georuimtelijke technologieën kunnen gebruikt

worden om verschillende soorten ruimtelijke vragen te stellen of te beantwoorden, vragen die verband houden met veel verschillende studiegebieden. Het helpt geografische vaardigheden, kennis en begrip te bevorderen door de ruimtelijke denkvaardigheden van studenten te ontwikkelen. De prevalentie van GIS-technologie is dus een oplossing voor de noodzaak om ruimtelijke vaardigheden te ontwikkelen en ruimtelijk te kunnen motiveren.

Het is deze meervoudige functionaliteit die GIS een uitstekend onderdeel maakt om te leren volgens het TPCK-kader zoals beschreven door Mishra en Koehler (aangehaald door Favier et al., 2012): 'de kennis die een leraar moet hebben over hoe technologie in instructie dusdanig te gebruiken waarop studenten kennis en vaardigheden op een bepaald domein ontwikkelen'. Het TPCK-kader wordt toegevoegd aan het GIS-onderdeel in zijn GIS-TPCK-kaderbenadering (figuur 7).

Figuur 7 Het algemene TPCK-model (links) en het GIS-TPCK-model (Favier et al., 2012)



De introductie van GIS in het onderwijs is aangevoerd door drie complementaire rationales die overeenstemmen met de sterke punten van GIS:

- De educatieve rationale: GI Science en GIS ondersteunen het onderwijzen en leren van geografie.
- De plaats-gebaseerde rationale: GIS is het ideale instrument om geografische problemen op een scala van schalen te bestuderen.
- De werkplek rationale: GIS is een essentieel instrument voor kenniswerkers in de eenentwintigste eeuw.

Van Leeuwen en Scholten (2009) zien een toegevoegde waarde van het gebruik van GIS op basis van vijf gevoelens:

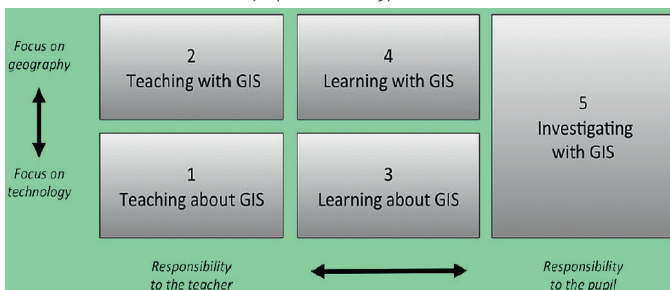
- Gevoel van werkelijkheid: gebruik van realistische gegevens - bijv. van de eigen omgeving - maakt abstracte ruimtelijke theorieën echt
- Gevoel van dringendheid: door gebruik te maken van realistische data en thematische items worden de studenten geïnteresseerd.
- Gevoel van ervaring van invloed: via GIS krijgen studenten de gelegenheid om een landschap van vandaag

en morgen te visualiseren, beïnvloed door (hun) eigen beslissingen

- Gevoel van plezier: mensen leren gemakkelijk als ze genieten van wat ze doen en het gebruik van GIS is leuk als de hulpmiddelen eenvoudig zijn, er interessante gegevens beschikbaar zijn en de casestudy opwindend is.
- Gevoel van locatie: GIS gebruiken in combinatie met gps-routes, het bijhouden en traceren van spellen of het uitvoeren van veldwerk geeft een extra dimensie, locatie (x, y, z coördinaten) wordt een spannend gegeven om te verkennen.

Favier (2013) beschrijft vijf manieren waarop GIS geïntegreerd kan worden in het secundair onderwijs (Figuur 8). Onderwijs en leren over GIS (nummer 1 en 3 in de figuur) richt zich meer op de theoretische aspecten van GIS (kennis van GIS, structuur van de technologie), waar de drie andere manieren de technologie gebruiken om ruimtelijk denkvaardigheden te ontwikkelen en te gebruiken.

Figuur 8 Vijf manieren waarop GIS geïntegreerd kan worden in het secundair onderwijs (Favier, 2013)



Uit onderzoek blijkt dat de meeste 'succesvolle' en gemakkelijkste integratie van GIS is gedaan in 'Onderzoek met GIS', waar studenten gevraagd worden een echt geografisch onderzoek te doen. Liu en Zhu (2008) leggen dit uit door GIS te verbinden met constructivisme. Geografie-onderzoek maakt gebruik van constructivisme, waarbij probleemoplossend en navraaggericht leren wordt benadrukt in plaats van instructie-sequenties voor het leren van inhoudsvaardigheden. En GIS biedt handige hulpmiddelen voor het opbouwen van een computer-based constructivistische leeromgeving voor geografie-educatie.

REFERENTIES

- Bednarz, S. W., van der Schee, J. 2006. Europe and the United States: the implementation of geographic information systems in secondary education in two contexts, *Technology, Pedagogy and Education*, 15 (2), 191-205
- Bednarz, R., Lee, J. 2011. The components of spatial thinking: empirical evidence. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 21, 103-107.
- BLOEMEN, H., NAAIJKENS, A. 2014. January. Designing a (Continuous) Learning Line for Literary Translation. In *Second international conference on research into the didactics of translation: book of abstracts* (pp. 36-36). PACTE group, <https://lirias.kuleuven.be/handle/123456789/489288>

- Charcharos, C., Tomai, E., Kokla, M. 2015. Assessing Spatial Thinking Ability, GEOTHNK International Closing Conference, Athens, Greece, 7 November 2015, https://www.academia.edu/20584709/Assessing_Spatial_Thinking_Ability
- Committee on Support for Thinking Spatially 2006. *Learning to Think Spatially*, Washington, DC: National Academies Press.
- <https://www.nap.edu/catalog/11019/learning-to-think-spatially>
- Cook, C.N., Inayatullah, S., Burgman, M.A., Sutherland, W.J. & Wintle, B.A., 2014. Strategic foresight: how planning for the unpredictable can improve environmental decision-making. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(9), 531-541.
- Donert, K., 2015. Digital Earth–Digital World: Strategies for Geospatial Technologies in Twenty-First Century Education. In: Solari, O.M., Demirci, A. and van der Schee, J., *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World, 195-204*. Springer Japan.
- FAVIER, T., VAN DER SCHEE, J. (2012). Op zoek naar een kennisbasis voor lesgeven met GIS. *Aardrijkskundeonderwijs onderzocht, Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijvakken – Centrum voor Educatieve Geografie*, p. 135-146.
- FAVIER, T. (2013). *Geo-informatietechnologie in het voortgezet aardrijkskundeonderwijs: Een brochure voor docenten*, Vrije Universiteit Amsterdam, 80 p.
- Gersmehl, P.J., Gersmehl, C.A., 2006. Wanted: A Concise List of Neurologically Defensible and Assessable Spatial-Thinking Skills. *Research in Geography Education* 8: 5-38.
- Gersmehl, P.J., Gersmehl, C.A., 2007. Spatial thinking by young children: Neurologic evidence for early development and “educability”. *Journal of Geography*, 106(5), 181-191.
- Gersmehl, P.J., Gersmehl, C.A., 2011. Spatial Thinking: Where Pedagogy Meets Neuroscience. *Problems of Education in the 21st Century*, 27: 48-66.
- Goodchild, M. 2006. The Fourth R? Rethinking GIS Education, *ArcNews Fall 2006*.
- Goodchild, M.F., Janelle, D.G., 2010. Toward critical spatial thinking in the social sciences and humanities. *GeoJournal*, 75(1), 3-13.
- Gryl, I., Jekel, T., Donert, K. 2010. GI & Spatial Citizenship. In Jekel, T., Koller, A., Donert, K. & R. Vogler, (eds.) *Learning with Geoinformation V, 2-11*, Berlin, Wichmann Verlag.
- Gryl, I., Schulze, U., Kanwischer, D., 2013. Spatial Citizenship: the concept of competence. *GI_Forum 2013: Creating the GISociety – Conference Proceedings*, 282-293, http://hw.oeaw.ac.at/oxc1aa500e_ox002e6e6c.pdf
- HERODOT 2009. *Benchmarks in Geography*, HERODOT Network for Geography in Higher Education <http://www.herodot.net/geography-benchmark.html>
- Jarvis, C.H., 2011. Spatial literacy and the postgraduate GIS curriculum. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 294-299.
- Jo, I., Bednarz, S. W. 2009. Evaluating geography textbook questions from a spatial perspective: Using concepts of space, tools of representation, and cognitive processes to evaluate spatiality. *Journal of Geography* 108: 4-13.
- Jo, I., Bednarz, S., Metoyer, S., 2010. Selecting and designing questions to facilitate spatial thinking. *The Geography Teacher*, 7(2), 49-55.
- Kerski, J. 2008. Developing Spatial Thinking Skills in Education and Society. *ArcWatch 2008*, ESRI. <http://www.esri.com/news/arcwatch/0108/spatial-thinking.html>

- KIM, M., BEDNARZ, R. 2013. Development of critical spatial thinking through GIS learning. *Journal of Geography in Higher Education* 37(3): 350-366.
- KOLB, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience As the Source of Learning and Development*. Engelwood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Koutsopoulos, C. K., Kotsanis, Y. C. 2014. School on Cloud: Towards a paradigm shift. *Themes in Science and Technology Education*, 7(1), 47-62,
– <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/147/96>
- Lee, J., Bednarz, R. 2009. Effect of GIS Learning on Spatial Thinking, *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2), 183-198
- LEERPLANCOMMISSIE AARDRIJKSKUNDE, 2010, Aardrijkskunde Tweede Graad ASO, VVKSO, Brussel <http://ond.vvksso-ict.com/vvksomainnieuw/document.asp?DocID=2431>
- Lindner-Fally, M. & Zwartjes, L., 2012. Learning and teaching with Digital Earth—Teacher training and education in Europe. In: Jekel, T., Car, A., Strobl, J. & Griesebner, G. (eds.), *GI_Forum 2012: Geovisualization, Society and Learning*, 272-282,
– http://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/537521027.pdf
- LIU, S., ZHU, X. (2008). Designing a Structured and Interactive Learning Environment Based on GIS for Secondary Geography Education, *Journal of Geography* 107: 12-19.
- Michel, E., Hof, A., 2013, Promoting Spatial Thinking and Learning with Mobile Field Trips and eGeo-Riddles, Jekel, T., Car, A., Strobl, J., Griesebner, G. (eds.), *GI_Forum 2013: Creating the GISociety*, 378-387. Berlin, Wichmann Verlag
- Miller, J., Keller, P., Yore, L.D. (2005). Suggested geographic information literacy for K-12, international research in geographical and environmental education Vol. 14, no. 4.
- National Academy of Sciences. 2006. *Learning to Think Spatially-GIS Across the K-12 Curriculum*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.
- Newcombe, N.S., Shipley, T.F., 2015. Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. In: Gero, J.S. (ed.), *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*, 179-192. Springer Netherlands.
- NRC, 2006. *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. National Academies Press.
- PERDUE, N. and LOBBEN, A., 2013. The Challenges of Testing Spatial Thinking Skills with Participants who are Blind or Partially Sighted. Sharing knowledge, In: Reyes Nuñez J. J.. *Sharing knowledge*. Joint ICA Symposium, <http://lazarus.elte.hu/cc/2013icc/skproceedings.pdf#page=112>
- Scholz, M.A., Huynh, N.T., Brysch, C.P., Scholz, R.W., 2014. An evaluation of university world geography textbook questions for components of spatial thinking. *Journal of Geography*, 113(5), 208-219.
- Schulze, U., Gryl, I., Kanwischer, D. 2012. A Competence Model for Spatial Citizenship education, SPACIT Project,
– http://www.spatialcitizenship.org/media/WP2_report_D2_1-final_.pdf
- Schulze, U., Kanwischer, D., Reudenbach, C., 2013. Essential competences for GIS learning in higher education: A synthesis of international curricular documents in the GIS&T domain. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(2), 257-275.
- Schulze, U., Gryl, I., Kanwischer, D. 2014. Spatial Citizenship: Creating a Curriculum for Teacher Education, 230-241: In: Vogler R., Car. A., Strobl J. & Griesebner G. (eds.), *Geospatial Innovation for Society*, Berlin, Wichmann
- SCHULTZ, U., GRYL, I., KANWISCHER, D., 2015. Spatial Citizenship education and digital geomeia: composing competences for teacher education and training. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(3), 369-385.
- Shin, E.E., Milson, A.J., Smith, T.J., 2015. Future Teachers' Spatial Thinking Skills and Attitudes. *Journal of Geography*, November, 1-8.
- Stoltman, J., De Chano, L. 2003. Continuity and change in geography education: Learning and teaching. In R. Gerber (ed.), *International handbook on geographical education*, 115-137. Dordrecht: Kluwer
- Tsou, M.H., Yanow, K. 2010 *Enhancing General Education with Geographic Information Science and Spatial Literacy*, *URISA Journal*, 22 (2), 45-55
- VAN LEEUWEN, W.S., SCHOLTEN, H.J. (2009). Spatial literacy: the ABC of the (X,Y,Z). The five senses of GIS in education, *Global Spatial Data Infrastructure Association*,
– <http://www.gsdi.org/gsdi11/papers/pdf/186.pdf>
- VAN MOOLENBROEK, A., BOERSMA, K. 2013. Behavioural biology: Developing a learning and teaching strategy in upper secondary education. In T. Plomp, & N. Nieveen (eds.), *Educational design research – Part B: Illustrative cases*, 601-617. Enschede, the Netherlands: SLO,
– <http://www.vanmoolenbroek.nl/wp-content/uploads/2015/01/Ch29.pdf>
- YOUNG, M., 2010. Alternative educational futures for a knowledge society. *European Educational Research Journal*, 9(1), 1-12.
- ZWARTJES, L., 2014. The need for a learning line for spatial thinking using GIS in education, In de Miguel González, R. & Donert K. (eds.), *Innovative Learning Geography in Europe: New Challenge for the 21st Century*, 39-62, Cambridge, Cambridge Scholars Publishing