DIGITALE GELETTERDHEID IN HET WISKUNDEONDERWIJS

PWN-commissie Onderwijs
1 juli 2022

Digitale geletterdheid wordt gezien als een basisvaardigheid, naast taalbeheersing, rekenvaardigheid en burgerschap. De doelen van het leergebied zullen zoveel mogelijk worden gerealiseerd binnen de bestaande vakken. Wat kan wiskundeonderwijs bijdragen aan digitale geletterdheid?

Het wiskundeonderwijs maakt al jaren gebruik van digitale hulpmiddelen. De leerlingen verwerven daarmee zowel instrumentele vaardigheden als inzicht in de kracht en de beperkingen van computers en algoritmen. Maar de wiskunde heeft meer verwantschap met digitale geletterdheid. Wij stellen voor om ook informatievaardigheid en algoritmisch denken te integreren in het wiskundeonderwijs, door meer nadruk te leggen op statistiek en algoritmiek. Onderwijs in de statistiek geeft leerlingen het vermogen informatie te verwerken, te gebruiken en te beoordelen, de basis van kritisch burgerschap. Onderwijs in de algoritmiek leert hen gestructureerd na te denken over processen, met oog voor eenduidigheid en efficiëntie. Het wiskundeonderwijs neemt zo essentiële elementen van digitale geletterdheid voor zijn rekening.

Na een schets van de opkomst van digitale geletterdheid in het onderwijs beschrijven wij het leergebied. Wij verkennen het grensgebied tussen digitale geletterdheid en wiskunde en gaan na welke elementen in de wiskundecurricula kunnen worden opgenomen.

1. Digitale geletterdheid en 21e-eeuwse vaardigheden

Sinds het begin van deze eeuw wordt er gesproken over onderwijs in de *digitale geletterdheid*. Een KNAW-advies uit 2012 [1] omschrijft digitale geletterdheid als het vermogen om digitale informatie en communicatie verstandig te gebruiken en de gevolgen daarvan kritisch te beoordelen. De KNAW stelde dat digitale geletterdheid een voorwaarde is om te functioneren in de informatiemaatschappij en, net als taalbeheersing en rekenvaardigheid, vraagt om een vormingstraject dat iedereen gedurende langere tijd moet doorlopen.

In de negentiger jaren werden er al vakken ingevoerd die hierop gericht waren. Het vak *Informatiekunde* in de onderbouw van havo en vwo bracht de leerlingen elementaire ICT-vaardigheden bij. Het vak stond bekend als een “knoppencursus” en is vrijwel verdwenen. Het keuzevak *Informatica* in de bovenbouw van havo en vwo ging over basiskennis van hardware en software en over bedrijfstoepassingen. De aanbeveling van de KNAW dit laatste vak grondig te vernieuwen is uitgevoerd [3]. Het blijft echter een klein vak, dat lang niet op alle scholen wordt aangeboden. Een andere aanbeveling van de KNAW was de invoering van een vak *Informatie & communicatie* in de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Het Ministerie van OCW gaf, mede naar aanleiding van dit advies, SLO de opdracht een studie uit te voeren naar *21e-eeuwse vaardigheden* in het onderwijs, met speciale aandacht voor digitale geletterdheid. Deze vaardigheden omvatten verder creativiteit, kritisch denken, probleemoplosvaardigheden, communiceren, samenwerken, sociale en culturele vaardigheden, en zelfregulering. De studie van SLO [2] vormde de basis voor het werk van het ontwikkelteam Digitale geletterdheid binnen het onderwijsvernieuwingsproject Curriculum.nu [4, 5]. De Wetenschappelijke Curriculumcommissie [6] onderschrijft het belang van het leergebied maar meent dat in het voorstel van het ontwikkelteam een uitgebreidere argumentatie en een grotere mate van detaillering op haar plaats zijn.

Ter voorbereiding op de herziening van de examenprogramma's en kerndoelen presenteert SLO een karakteristiek van digitale geletterdheid in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs [7] en een voorlopige toewijzing van de doelen van het leergebied aan de bestaande vakken [8]. Het Ministerie van OCW heeft aan SLO gevraagd om kerndoelen voor digitale geletterdheid te ontwikkelen voor het primair onderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

In deze notitie geven wij aan wat het wiskundeonderwijs in de onder- en bovenbouw kan bijdragen aan de leerdoelen van digitale geletterdheid, en wat niet. Wij nemen daarbij aan dat het curriculum opnieuw kan worden ontworpen en dat het primair onderwijs een basis legt. Onze verkenning sluit aan bij andere ontwikkelingen in het wiskundeonderwijs, zoals de toenemende aandacht voor statistiek en voor algoritmen. Digitale geletterdheid lijkt ook de kansengelijkheid voor achterstandsleerlingen te kunnen bevorderen [9].

Wij merken op dat hier gaat over digitale geletterdheid als doel, niet als middel. De twee zijn echter moeilijk te scheiden. Het onderwijs maakt al jaren gebruik van digitale hulpmiddelen, zoals rekenmachines, websites, apps en de laatste jaren ook online lesplatforms; de ICT-special van Euclides [10] geeft daarvan een overzicht. Dit alles draagt bij aan de digitale geletterdheid van de leerlingen. Oefening baart kunst.

2. Elementen van digitale geletterdheid

Wij beschrijven het leergebied van de digitale geletterdheid in een tweedimensionaal schema. Op de verticale as staan kennis, vaardigheid en houding. Horizontaal maken wij onderscheid tussen de meer technische en de meer maatschappelijke aspecten. De zes categorieën die zo ontstaan zijn geen afzonderlijke domeinen maar lopen in elkaar over. Voor het vak wiskunde zien wij sterke aanknopingspunten met informatievaardigheid en algoritmisch denken.

	TECHNIEK *ontwerpen*	**MAATSCHAPPIJ** *toepassen*
kennis	**basiskennis** *van hardware en software*	**inzicht** *in de kracht en de beperkingen van computers en algoritmen*
vaardigheid	**instrumentele vaardigheid** *omgaan met digitale technologie, tekstverwerking, zoeken van informatie*	**informatievaardigheid** *verwerken, gebruiken en kritisch beoordelen van kwantitatieve informatie*
houding	**algoritmisch denken** *processen gestructureerd beschrijven met oog voor eenduidigheid en efficiëntie*	**mediawijsheid** *zich bewust, kritisch en actief bewegen in een complexe, veranderlijke en gemedialiseerde wereld*

Wij geven een korte toelichting op het schema. De *basiskennis* omvat een begrip van de werking van computers, computernetwerken en algoritmen. Het *inzicht* in de kracht en de beperkingen daarvan wordt in eerdere omschrijvingen onderbelicht. Dit aspect staat pas de laatste jaren in de maatschappelijke schijnwerper.

Instrumentele en informatievaardigheden beslaan een breed gebied, dat enerzijds zeer technische zaken omvat en anderzijds met het kritisch beoordelen van informatie raakt aan de houding van mediawijsheid. Bij het statistiekonderwijs zijn er volop kansen aandacht te besteden aan het verstandig omgaan met kwantitatieve informatie. Ook het onderwijs in meetkunde, algebra en kansrekening biedt hiertoe mogelijkheden. De kwalitatieve aspecten

brengen wij onder bij *mediawijsheid*. Hiervoor heeft mediawijzer.net een competentiemodel ontwikkeld, waarvan het zwaartepunt ligt in de maatschappelijke attitude.

Algoritmisch denken houdt in dat men bij allerlei verschijnselen, of die nu wetenschappelijk, technisch of sociaal van aard zijn, zich afvraagt: wat is het proces dat erachter zit, hoe is dat gestructureerd, is het eenduidig, en hoe efficiënt is het? In de wiskunde is de algoritmische aanpak de laatste decennia sterk in belang toegenomen. Een gerelateerd begrip is *computationeel denken*, dat in de onderwijskundige literatuur breder wordt geïnterpreteerd en, naast de strikt algoritmische aspecten, ook vaardigheden zoals probleemoplossen en abstraheren omvat.

Het schema sluit aan bij gangbare definities van digitale geletterdheid. De KNAW [1] onderscheidt bijvoorbeeld drie componenten:

- *basiskennis* en de daarmee gepaard gaande houding van algoritmisch denken;
- *gebruik* van informatie en communicatie;
- *gedrag* en de rol van het individu: het hanteren van normen en waarden, het inschatten van kansen en riciso's, het afwegen van eigendom, privacy en vrijheid.

SLO [2] beschrijft digitale geletterdheid als een combinatie van de vier inhoudelijke domeinen *ICT-(basis)vaardigheden*, *computationeel denken*, *informatievaardigheden* en *mediawijsheid*. Ook Basicly (www.basicly.co), een online platform dat lesmateriaal over digitale geletterdheid ter beschikking stelt van het primair en voortgezet onderwijs, gaat uit van deze vier domeinen. Curriculum.nu [4, 5] werkt de domeinen nader uit door er drie lagen van *grote opdrachten*, *perspectieven* en *contexten* aan toe te voegen. SLO [8] herordent deze pluriforme verzameling van elementen in elf categorieën, die de grondslag moeten vormen voor de verkaveling van het leergebied over de bestaande vakken. Drie daarvan zijn algemeen van aard, zoals *digitale data*; de overige acht zijn "vensters" die ieder een brede blik op het schema bieden, zoals bijvoorbeeld *veiligheid en privacy* en *communiceren met digitale technologie*. Het lijkt niet eenvoudig om uitgaande van deze categorieën een curriculum in de digitale geletterdheid te ontwerpen. Zij vormen wel een inspiratiebron voor opdrachten aan leerlingen.

3. Digitale geletterdheid en wiskunde

Wat kan het wiskundecurriculum bijdragen aan digitale geletterdheid? Hoewel het wiskundeonderwijs raakvlakken heeft met alle elementen uit het schema, zien wij de grootste kansen bij *informatievaardigheid* en *algoritmisch denken*.

Informatievaardigheid. Technologie kan bewerkelijke en soms complexe handelingen in het verwerken van kwantitatieve informatie overnemen, waardoor er meer mogelijkheden ontstaan die te gebruiken en kritisch te beoordelen. Inzicht in de grootte van getallen en de significantie van cijfers is daarvoor fundamenteel.

Een belangrijk voorbeeld is het domein van de statistiek. Het gebruik van software zoals Excel stelt leerlingen in staat eenvoudig gegevens vast te leggen in grafieken, tabellen en diagrammen, gemiddelden te bepalen, enzovoorts. In de onderbouw zal de aandacht nog vooral uitgaan naar het leren gebruiken van dergelijke software, het *learn to use*. In de latere jaren komt er meer tijd en ruimte voor *use to learn*: het gebruiken en kritisch beoordelen van kwantitatieve informatie. Door het gebruik van authentieke en actuele datasets uit de wereld om ons heen – met inbegrip van door anderen gepubliceerde grafieken, steekproeven, peilingen, stemmingen, marktonderzoeken en dergelijke – zullen leerlingen worden opgeleid tot kritisch denkende burgers, die het verschil weten tussen correlatie en causaliteit en niet alle kwantitatieve informatie zomaar vertrouwen.

Een ander voorbeeld van informatievaardigheid in het wiskundeonderwijs betreft het gebruik van technologie bij meetkunde, algebra en kansrekening. Zo kunnen leerlingen met software als GeoGebra spelenderwijs ervaren dat de som van de hoeken van een driehoek 180°

is en nagaan wat de invloed van de parameters van een formule op de vorm van een grafiek is. De praktische relevantie hiervan wordt duidelijk zodra die meetkunde, algebra en kansrekening worden verbonden met de maatschappelijke realiteit. Leerlingen kunnen met hun mobiele telefoon een relatie leggen tussen een stappenteller en het nut van objectieve maten. Zij ervaren door het maken van modellen voor een 3D-printer de bruikbaarheid van ruimtemeetkunde. Zij kunnen grip krijgen op financiële vragen bij het afsluiten van een verzekering of een hypotheek en logistieke uitdagingen bij de organisatie van een supermarkt, een ziekenhuis of een vliegveld. Bij natuurkunde wordt software als Coach vaak gebruikt voor modelleren. Het is interessant om daar aansluiting bij te zoeken.

De hier geschetste aandacht voor informatievaardigheid stelt leerlingen in staat de kwantitatieve wereld om hen heen te analyseren. Dat leidt tot kwantitatieve zelfredzaamheid.

Algoritmisch denken. Gevoel krijgen voor algoritmen gebeurt op diverse plaatsen in de schoolwiskunde. Het vmbo-curriculum bevat onderwerpen waarbij de leerlingen zich kunnen voorstellen hoe een computer te werk zou gaan. De zogenaamde "pijlenkettingen" zijn een voorbeeld van het gestructureerd bewerken van informatie. Een ander voorbeeld is het "inklemmen" om via gericht proberen stapsgewijs een vergelijking op te lossen.

In de onderbouw van havo en vwo zijn er vaardigheden zoals het ontwerpen en uitvoeren van een stappenplan, het sorteren van figuren, het herkennen van formules en het categoriseren van vergelijkingen die aan het begin staan van het opstellen van stroomdiagrammen en het doorgronden van algoritmen. Dit doorzien van regelmaat en wetmatigheden vormt een inleiding op algoritmisch denken.

Algoritmisch denken bij wiskunde kan hand in hand gaan met programmeren bij informatica. Ook voor vragen die zich voordoen bij andere schoolvakken kan de wiskunde bijdragen aan de modellering van het probleem en de ontwikkeling van een algoritme, wat bij de informatica via het gebruik van ICT tot een oplossing leidt.

Voorbeelden op het grensgebied van digitale geletterdheid en wiskunde zijn te vinden op onze website, https://platformwiskunde.nl/onderwijs/voorbeelden-digitale-geletterdheid .

PWN-Commissie Onderwijs

Theo van den Bogaart, *Hogeschool Utrecht*
Marjan Botke, *Erasmiaans Gymnasium, Rotterdam; Technische Universiteit Delft*
Wim Caspers, *Technische Universiteit Delft; Lyceum Ypenburg, Den Haag*
Paul Drijvers, *Universiteit Utrecht*
Greetje de Jong, *Het Hogeland College, Warffum*
Ilona van Houwelingen, *Gilde Vakcollege Techniek, Gorinchem*
Jan Karel Lenstra (voorzitter), *Centrum Wiskunde & Informatica, Amsterdam*, jkl@cwi.nl
Nelly Litvak, *Universiteit Twente; Technische Universiteit Eindhoven*
Heleen van der Ree (secretaris), *NVvW,* h.vanderree@nvvw.nl
Ebrina Smallegange, *RSG Pantarijn, Kesteren*

Literatuur

1. *Digitale geletterdheid in het voortgezet onderwijs; vaardigheden en attitudes voor de 21ste eeuw.* Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, december 2012.
2. Annette Thijs, Petra Fisser, Monique van der Hoeven. *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs.* SLO, 2014.
3. Erik Barendsen, Jos Tolboom. *Advies examenprogramma informatica havo/vwo; inhoud en uitvoering.* SLO, 2016.

4. *Samen bouwen aan het primair en voortgezet onderwijs van morgen; leergebied digitale geletterdheid.* Curriculum.nu, 10 oktober 2019.
5. *Samen bouwen aan het primair en voortgezet onderwijs van morgen; toelichting digitale geletterdheid.* Curriculum.nu, 10 oktober 2019.
6. *Kaders voor de toekomst; tussenadvies 1; Wetenschappelijke Curriculumcommissie.* 30 CurriculumCommissie, november 2020.
7. *Digitale geletterdheid; karakteristiek van het leergebied in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs.* SLO, juni 2021.
8. *Digitale geletterdheid in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs.* SLO, juni 2021.
9. https://ecp.nl/achterstandsleerlingen-raken-digitaal/achterop/ . ECP|Platform voor de InformatieSamenleving, 3 november 2021.
10. *ICT-special.* Euclides 97.4, februari 2022.