

Computergames: regelmatig wordt hierover negatief bericht in diverse media. Ze zijn verslavend, leiden tot vereenzaming, sporen aan tot geweld etcetera. Gelukkig is er ook een positieve kant. Onderzoek wijst uit dat er in veel computergames een groot leereffect zit. **Monica Wijers** en **Vincent Jonker** laten u zien hoe computergames kunnen bijdragen aan het leren van wiskunde.

Computergames in de wiskundeles!?

Vooraf

Bij dit artikel hoort een zogenaamde 'Wiki'-pagina op internet. Daar kunnen alle voorbeelden bekeken worden en is achtergrondinformatie aanwezig. www.fi.uu.nl/wiki/ en klik op 'Games-artikel'.

Inleiding

Het spelen van computergames wordt meer en meer gezien als waardevolle tijdsbesteding. Jongeren zullen hier blij mee zijn: computergames maken immers een belangrijk deel uit van hun leefwereld. Werd het 'gamen' voorheen met name door ouders nogal eens gezien als tijdverspilling, met ook nog eens kwalijke kantjes als teveel geweld en teveel afzondering, de laatste tijd zien meer en meer mensen ook voordelen in het gamen. Zo schrijft Johnson (2005) in zijn boek *Everything Bad Is Good for You* dat mensen die veel gamen slimmer worden. Het spelen van games stimuleert aldus Johnson verschillende hersenactiviteiten. In een game moeten gaandeweg regels en patronen ontdekt en herkend worden; de speler moet de weg vinden in de nieuwe wereld van het spel. Naast ooghandcoördinatie die ook bij 'oude' spellen als Pacman en Mario van belang is, wordt er in nieuwere spellen ook een beroep gedaan op visueel inzicht, op het vermogen complexe situaties te analyseren en een groot aantal 'variabelen' tegelijk in de gaten te houden, en verder op een heel scala aan strategische en probleemoplosvaardigheden. Johnson heeft het dan over complexe games met verhaallijnen en ook over spellen die over internet gespeeld worden, zogenaamde Massive Multiplayer Online Games (MMOG's). Deze spellen worden buiten school gespeeld.

Bij onderzoekers op het gebied van leren en onderwijs ontstaat steeds meer het idee dat de inzet van spellen in het onderwijs ook een waardevolle bijdrage aan het (schoolse) leren van de leerling kan leveren, niet in de laatste plaats omdat games enorm motiverend blijken te zijn (Prensky 2000; Gee 2003; Kirriemuir and MacFarlane 2003). Een goed overzicht van wat er op dat terrein allemaal onderzocht is, is te vinden in de serie literatuurstu-

dies en handboeken gepubliceerd door Futurelab (www.futurelab.org.uk).

De vraag die dan al gauw opkomt is: zijn er games die bijdragen aan het leren van wiskunde? Welke games zijn dat dan en hoe zijn die in te zetten?

In dit artikel willen we kort ingaan op internationaal onderzoek naar computerspellen in het onderwijs en vervolgens inzoomen op de Nederlandse situatie. We laten enkele voorbeelden zien van games die in het reken-wiskundeonderwijs gebruikt worden of kunnen worden en presenteren enkele tussenresultaten van onderzoek daarvoor.

Onderzoek computergames en onderwijs

Internationaal gezien wordt er al lange tijd onderzoek gedaan naar de betekenis van computergames voor het reken-wiskundeonderwijs. Bij de eerste generatie computerspellen viel bijvoorbeeld het grote verschil in motivatie en spelgedrag tussen meisjes en jongens op. Waren jongens al vroeg vrij fanatieke gamers, meisjes vonden er weinig aan en haakten snel weer af. Dat in combinatie met het gegeven dat jongens sowieso ook al meer affiniteit toonden met de exacte vakken, maakte onderzoek naar meisjes, wiskunde en games wenselijk.

In 1998 deed het Amerikaanse instituut TERC (www.terc.edu/) al een groot onderzoek getiteld *Through the Glass wall* naar goede wiskundespellen die ook geschikt zijn voor meisjes (www2.terc.edu/mathequity/gw/html/gwhome.html). In dat onderzoek werden onder andere van 50 commercieel beschikbare games recensies geschreven en observaties verzameld, waarin de volgende drie aspecten centraal stonden:

1. Is the game mathematical?
2. Is the game equitable?
3. Is the game a good game? Is the game an engaging one for children.

De centrale vraag in het onderzoek van TERC was toen al hoe het spelen van computerspellen het leren van wiskunde kon ondersteunen en uitbreiden (TERC, 1999).

Ook in Canada werd al in de negentiger jaren onderzoek

gedaan naar computerspellen in het wiskundeonderwijs onder andere in het E-gems project (Klawe, 1998). Daaruit kwam naar voren dat games (maar ook standaardsoftware) zeer kunnen helpen de motivatie van de leerling te verhogen en daarmee mogelijk ook het leereffect.

Nu, bijna 10 jaar later, zijn de hoeveelheid en soorten games en de verspreiding daarvan enorm toegenomen en is er ook veel meer onderzoek gedaan naar games in het (reken-wiskunde)onderwijs. De vragen met betrekking tot de inzet van spellen in het reken-wiskundeonderwijs en het effect daarvan op het leren van de leerling zijn nog steeds actueel.

Computergames en wiskunde

De precieze definitie van een computerspel is moeilijk te geven. Er zijn veel verschillende, ook elkaar tegensprekende praktische en theoretische argumenten voor en tegen elke definitie te bedenken. In *Games and Learning: A handbook from Futurelab* (Sanford & Williamson 2005) wordt ervoor gekozen om elke digitale applicatie die door een speler of groep spelers bediend kan worden via een PC of console een game te noemen. In dit artikel willen we niet proberen het terrein van games via een definitie af te bakenen. We laten enkele voorbeelden van games en mogelijk gamegebruik in het onderwijs de revue passeren. We kiezen daarbij voor games die of door de ontwerpers of door de gebruikers getypeerd worden als spel. Het is geenszins een uitputtende opsomming.

Grote commerciële 'mainstream' games

Uit onderzoek komt naar voren dat het spelen van games bijdraagt aan allerlei vaardigheden. Het gaat in dit soort onderzoek dan vaak om grote commerciële spellen, ook wel 'Commercial off the Shelf' of COTS-games genoemd, denk daarbij aan *Sim City*, *Rollercoaster Tycoon*, *Grand Theft Auto*, *Civilization*, etcetera.



fig. 1 *Civilization IV*

Uit onderzoek en observaties van kinderen die dit soort spellen spelen, blijkt dat ze allerlei vaardigheden ontwikkelen en gebruiken die we eenvoudig tot wiskunde kun-

nen rekenen. Vaardigheden die vaak genoemd worden in relatie tot wiskunde zijn: hand-ogcoördinatie, getalgevoel, probleem oplossen, ruimtelijk oriëntatievermogen en logisch redeneren.

Zo kan er in de spellen uit de Sim-reeks (*the Sims*, *Sim-City*), ook wel systeem Simulaties genoemd, en in de Tycoon-spellen (*Rollercoaster Tycoon*, *Railroad Tycoon*, *Zoo Tycoon*) en in veel Lego-spellen (*Lego-racers*) in 3D gebouwd worden. Ruimtelijk inzicht en oriëntatievermogen en inzicht in de relatie 2D-3D, bijvoorbeeld die tussen een kaart of plattgrond en de 3D spelwereld worden daarbij ontwikkeld en gebruikt.

Daarnaast zijn er nog spelspecifieke wiskundige vaardigheden: Zo is bij het bouwen van achtbanen in *Rollercoaster World* het inschatten van steilheid en snelheid van belang: 'Haal ik de looping als ik de helling zo steil en lang maak?'; een hypothese die wordt getest (waarbij onder andere de snelheid in beeld komt), wat vervolgens kan leiden tot bijstelling.

In de Tycoon-spellen en ook in veel van de Sim-games gaat het uiteindelijk om het beheer en de financiële planning van een pretpark, een dierentuin, een stad of een ander complex systeem.. Daarbij is het nodig om inzicht ontwikkelen in wat een pretpark of een dierentuin aantrekkelijk maakt, uitzoeken bij welk prijs een attractie nog winst oplevert of bedenken hoe je kan zorgen dat de wachtrijen niet te lang worden. 'Als we nu eens even tijdelijk de prijs heel erg verhogen, dan komen er even minder mensen, maar die zijn dan waarschijnlijk zo tevreden dat de waardering stijgt ondanks de prijsverhoging en dan kunnen we met de extra opbrengsten eerst nieuwe schoonmakers en monteurs aanstellen voordat we het park weer goedkoper maken'. Dat soort redeneringen en onderzoekjes doen een beroep op diverse wiskundige vaardigheden.

Spelers van *Sim City* en verwante spellen onderzoeken voortdurend wat het effect van de ene maatregel, bijvoorbeeld meer politie inzetten, is op andere aspecten van de stad, bijvoorbeeld de criminaliteit. In het spel kunnen grafieken, en ook andere statistieken, worden opgevraagd die verschillende processen en verbanden in beeld brengen.



fig. 2 *Sim City*

SimCity is een veelbesproken spel in de literatuur over computergames en onderwijs. In een Engels onderzoek uit 2000 naar gebruik van *Sim City* in wiskundelessen wordt geconcludeerd:

The children in the case study were very excited to be using the simulation and proud of what they discovered and achieved. Many of them used higher order thinking skills to solve problems as they arose and they saw connections between variables and learnt much about they way these variables interacted with each other.

It did not take pupils long to recognise the importance of the numerical data in their decision making and as the project progressed they managed more and more to interpret graphs, charts and tables to their own advantage. It was felt that this Mathematics could have been brought out more and made more apparent to the pupils involved but it was clear that Mathematics was being used continuously by the pupils throughout the project

Ondanks de mogelijke voordelen, ook voor rekenen-wiskunde, worden deze grote spellen maar weinig in het onderwijs gebruikt. Dat is niet echt verbazingwekkend: de meeste van deze spellen vereisen een lange leertijd, vaak van tientallen uren (ook van de docent), en ook de spelduur is lang. Het niveau is vaak moeilijk te bepalen en de kennis en vaardigheden die erin worden opgedaan, sluiten niet altijd aan bij die welke het onderwijsprogramma vraagt. De spellen zitten vol met voor het onderwijs irrelevante inhoud die af kan leiden van een gesteld (wiskundig) onderwijsdoel, waardoor het leren vaak terloops en impliciet is. Dit blijkt ook uit bovenstaand citaat. Het kan zijn dat de leerlingen het spel een tijd lang met veel plezier en succes spelen, maar dat ze geen link leggen tussen het spel en het onderwijsdoel, tussen spelen en leren. Het spelen nodigt niet vanzelf uit tot reflectie, wat vaak als voorwaarde wordt gezien voor leren. Een vraag is wel of het leren via een spel misschien heel anders verloopt.

Wil een dergelijk groot complex spel echter bijdragen aan specifieke (vak)leerdoelen, bijvoorbeeld op het gebied van rekenen-wiskunde, dan lijkt het inbedden van het spel in andere onderwijsactiviteiten noodzakelijk (Squire, 2004, Egenfeldt-Nielsen, 2005). Dit vereist onder andere dat de docent gedetailleerde en diepe kennis van het spel heeft.

Grote wiskunde-games

In de jaren negentig is door TERC een groot wiskundespel ontworpen: *Logical Journey of the Zoombinis*. Dit spel en zijn varianten zijn vertaald in vele talen en wereldwijd verspreid ook in Nederland. Het zijn een soort adventure-games waarin logisch redenen en (wiskundig) probleem oplossen centraal staan. Spelers volbrengen een tocht waarin het doel is de Zoombinis heelhuids in hun stad te laten aankomen. Onderweg komen ze problemen en obstakels tegen die ze kunnen oplossen en overwinnen door logisch te redeneren. De wiskunde is een inherent onderdeel van het spel en is er niet met de haren bijgesleept.

Zoals de makers zelf zeggen: ‘We found the game in the math, instead of putting the math in a game’.



fig. 3 *Zoombinis*

Het ontwikkelen van nieuwe educatieve spellen die wat betreft speelduur, niveau, speelbaarheid en onderdompeling in een wereld, kunnen wedijveren met mainstream commerciële spellen is volop aan de gang. De inhoud en spelregels in dat soort spellen zijn dan gebaseerd op onderwijsdoelen of -inhouden, de setting en de interface zijn die van een computergame.

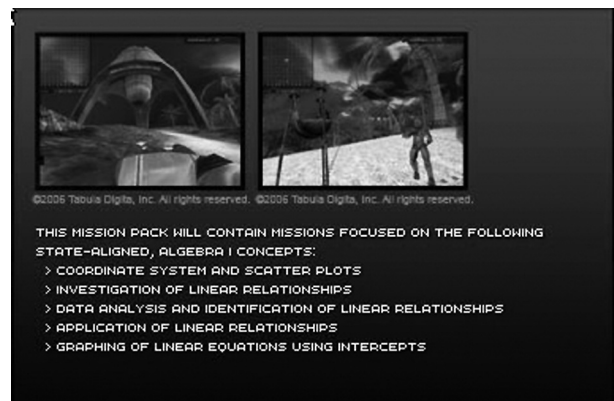


fig. 4 *Dimenxian*

Op dit moment wordt in de Verenigde Staten gewerkt aan de ontwikkeling van twee grote algebra-games die pretenderen dat de algebra een inherent onderdeel vormt van het spel. De spellen heten *Dimenxian* en *Algebots*. Het is interessant te onderzoeken of en hoe deze games in het Nederlandse algebra-onderwijs zijn in te zetten en wat ze bijdragen aan de motivatie en het leren van de leerlingen.

Minigames algemeen

Naast deze grote games bestaan er ook veel kleine, vaak puzzelachtige spelletjes. Prensky (2005) noemt dit minigames en betwijfelt of ze dezelfde invloed op leren hebben als de grote spellen. Er is vaak minder gelegenheid voor exploratie en in veel gevallen ligt de nadruk op ontwikkeling of gebruik van vaardigheden. Hij betoogt anderzijds dat deze minigames ook voordelen hebben, zeker voor het onderwijs: een minispel is snel te leren, het focust op een specifiek onderwerp, en de speelduur kan kort zijn.

minigames zijn wijd verspreid en eenvoudig toegankelijk via internet; vooral leerlingen in de basisschoolleeftijd zijn frequente bezoekers van spelletjessites als www.spelle.nl, www.nuspelen.nl en www.funnygames.nl die volstaan met allerlei soorten minigames. Ze spelen ze vaak na schooltijd, samen met anderen, en wisselen informatie over favoriete games uit. Deze spelletjes zijn meestal niet ontworpen met een educatief doel, maar er zijn wel spelletjes te vinden die kunnen bijdragen aan de reken/wiskundige ontwikkeling van de leerlingen. Er zijn veel puzzelachtige spelletjes die een beroep doen op logisch redeneren, op oriënteren en navigeren, analyseren of probleemoplossen. Soms wordt ook een beroep gedaan op expliciete reken-wiskundevaardigheden zoals rekenen, getalbegrip of ruimtelijk inzicht.

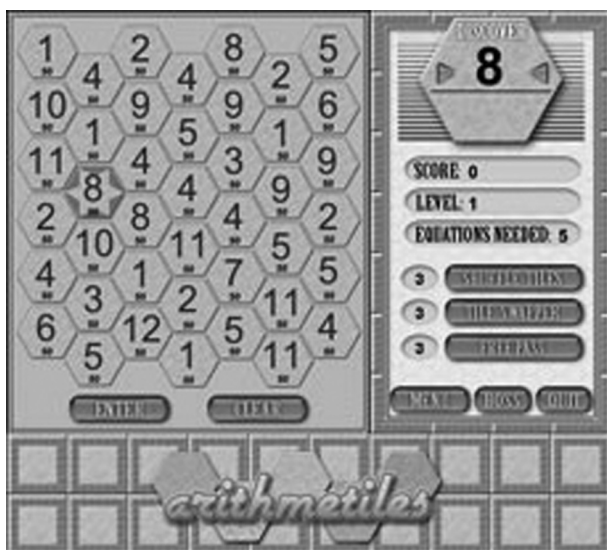


fig. 5 Arithmetiles

Arithmetiles is een rekenspel; het rekenen zit er erg expliciet in. Spelers moeten het getal dat op de tegel rechts in beeld staat, maken door twee aangrenzende tegels uit de vloer aan te klikken waarvan de getallen samen het doelgetal maken als som, verschil, product of quotiënt. Ze moeten een getal dus kunnen zien als het resultaat van verschillende bewerkingen op twee andere getallen: 8 als de som van 1 en 7 of 2 en 6 of 3 en 5 of 4 en 4, of als het product van 2 en 4 en van 1 en 8, of als het verschil van 14 en 6, van 10 en 2 of als het quotiënt van 16 en 2 en 8 en 1. Nadat de spelere twee getallentegels heeft aangeklikt, kiest het spel de bewerking en laat de bijbehorende 'gelijkheid' zien. Een extra eis van het spel is dat de twee aangeklikte getallentegels naast elkaar moeten liggen. Hoe vaker je eenzelfde tegel gebruikt, hoe meer punten hij waard wordt. Het spel heeft een tijdlimiet en levels.

Een ander voorbeeld van een spel waarin niet gerekend hoeft te worden, maar wel veel geredeneerd over ordening van getallen, is het spel *Torenbouwer*. Doel is om door het plaatsen van de aangeboden stenen in de toren

een stabiele geordende toren te bouwen met de grote stenen (hoge getallen) onder en de kleine boven. De tegenstander (in dit geval is dat de computer) krijgt de verdrongen steen aangeboden, en doet hetzelfde. Wie het eerst een toren heeft gebouwd waarin alle stenen in volgorde liggen, wint.

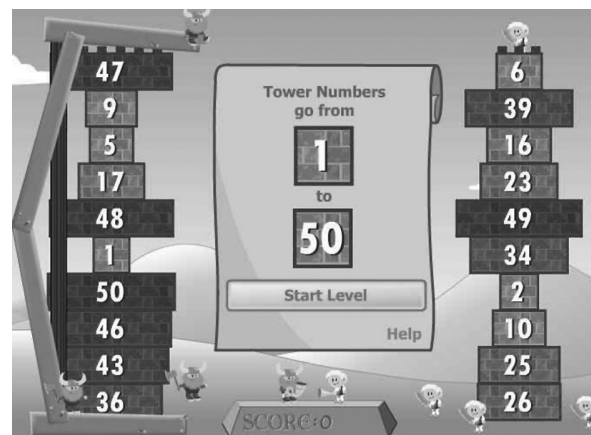


fig. 6 Torenbouwer

In dit spel is het nodig dat de speler de getallen onder de 50 kan ordenen en de passende positie van een getal 'in de toren' kan inschatten. Strategisch spelen is belangrijk: goed onthouden welke getallen in het spel zijn en waar de tegenstander getallen in zijn toren plaatst, geeft meer kans om te winnen.

Voor deze minigames geldt, net als voor de eerder genoemde grote spelen, dat wil de speler echt bewust iets leren op het gebied van rekenen/wiskunde, reflectie nodig is. Wanneer een dergelijk spel in het onderwijs wordt ingezet, kunnen reken/wiskundige aspecten actief worden benut door het spel in te bedden in andere onderwijsactiviteiten. Zo zou *Arithmetiles* in het basisonderwijs kunnen worden ingezet als oefenmateriaal voor eenvoudige basisbewerkingen. Het oefenen kan in tweetallen en in een nagesprek kunnen spelstrategieën worden uitgewisseld. Ook kunnen vragen worden gesteld als: 'Zijn er getallen die moeilijk/makkelijk te maken zijn.' 'Kun je spelregels bedenken die het spel moeilijker/makkelijker maken?'

Ook bij thuisgebruik van dit soort spelletjes treden leer-effecten op, al weten we niet precies welke. Kinderen zitten ook thuis vaak samen achter de computer en zijn daarbij in gesprek over het spel. Hierdoor zou in een buitenschoolse situatie, zonder expliciete aandacht voor reflectie, meer geleerd kunnen worden dan vaak wordt gedacht. Het is niet eenvoudig om erachter te komen wat er geleerd wordt, maar mogelijk zou het onderwijs door deze spellen af en toe de school in te halen, als gespreksonderwerp of als spel om te spelen, deze kennis wel kunnen benutten.

Minigames wiskunde

Naast de minigames die puur voor entertainment zijn gemaakt, zijn er volop minigames beschikbaar die specifiek voor het reken-wiskundeonderwijs zijn ontworpen. Er zijn verschillende sites met dit soort spelletjes, zowel in Nederland als in het buitenland. In het wiskundespel *Death to decimals* moet de speler zorgen dat Fractionman steeds het decimale getal dat overeenkomt met de op het scherm getoonde breuk uit de lucht schiet. Alle decimale getallen moeten weggeschoten zijn voor ze op de grond landen. Als dit lukt, is het level gehaald. Het is een spel dat de interface van een eenvoudig schietspelletje als *Space Invaders* gebruikt voor een wiskundig doel. Net als bij grotere educatieve spellen is ook hier de spanning tussen motiveren via spelelementen en ondersteunen van het leren voelbaar.



fig. 7 *Death to decimals*

Ook in deze wiskundige minigames is de integratie van spelelementen en wiskunde soms beter en soms minder goed gelukt.

Bekende Nederlandse sites met interactieve reken-wiskundeactiviteiten zijn WisWeb en RekenWeb. De interactieve spellen op WisWeb worden veel gebruikt in het wiskundeonderwijs en er is ook in de *Nieuwe Wiskrant* regelmatig over gepubliceerd. Hoewel leerlingen uit het voortgezet onderwijs meestal enthousiast werken met de interactieve toepassingen van WisWeb, zullen toch weinig leerlingen deze toepassingen als 'games' bestempelen. In het basisonderwijs ligt dat anders. Veel van de toepassingen op RekenWeb worden door de leerlingen ervaren en beoordeeld als spelletjes.

We gaan iets dieper in op enkele spelletjes en het onderzoek dat daarnaar is uitgevoerd.

Spelletjes op RekenWeb en Wisweb

In de top-10 van meestgebruikte spellen van RekenWeb en WisWeb staan onder andere verschillende varianten van *Blokkenbouwsels* hoog genoteerd. In de spelvarian-

ten moeten bouwsels nageemaakt worden; daarmee zijn punten te halen. Extra punten zijn te verdienen door met zo weinig mogelijk blokken het bouwsel te maken.

In de variant *Blokkenhuizen programmeren* kunnen leerlingen met behulp van eenvoudige programmeerinstructies de bouwsels maken. Ze doen daarbij spelenderwijs inzicht op in ruimtelijke coördinaten en in het omgaan met variabelen.

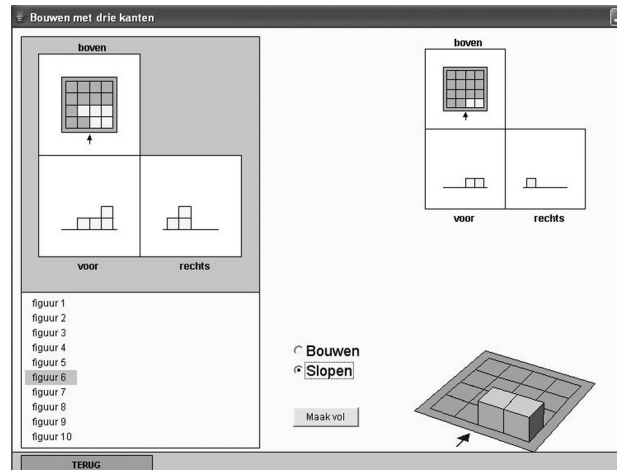


fig. 8 *Blokkenbouwsels*

Een ander voorbeeld van een populair spel op Rekenweb is *Plofsommen*. Het doel is de ballon op de juiste plek op de getallenlijn te plaatsen zodat het pijltje de ballon laat ploffen. Er zijn verschillende varianten of niveaus: met een vaste getallenlijn van 0-1000, met wisselende getallenlijnen, met een doelgetal of met een som waarvan de uitkomst geschat moet worden, met hele getallen of met kommagetallen.

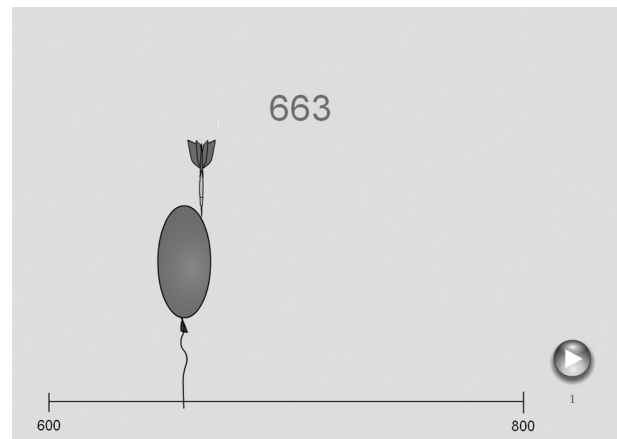


fig. 9 *Plofsommen*

Diverse onderzoeken (Glasbeek, 2004; Sorm, 2004; Klop, 2005) tonen aan dat deze wiskundeminigames sterk motiverend werken. De webstatistieken laten zien dat er naast pieken tijdens schooltijden een piek in het ge-

bruik zit rond 19.00 's avonds. Kinderen spelen dus thuis ook op RekenWeb.

Via vragenlijsten die leerlingen invullen na het spelen van het Probleem van de Maand op RekenWeb krijgen onderzoekers en ontwerpers inzicht in wie de spelers zijn en wat ze van de aangeboden spellen vinden.

Zo levert de analyse van de gegevens over het eerder genoemde spel *Blokkenhuizen Programmeren* het volgende beeld op. De 277 bruikbare reacties zijn afkomstig van 140 jongens en 137 meisjes die het spel hebben gespeeld en een oplossing hebben ingestuurd; hun gemiddelde leeftijd is 11,5 jaar. Ruim 200 van deze spelers deden de opdracht alleen. Het Probleem van de Maand wordt door 118 spelers op school gespeeld, 88 doen dat thuis en 54 doen het zowel thuis als op school. De meerderheid van de inzenders speelde dit Probleem van de Maand omdat ze het 'gewoon leuk vinden' (174) De rest kiest een van de aan school gekoppelde redenen: 'omdat het in de weektaak staat' (27) of 'omdat het een opdracht is van de leerkracht' (58). Over de moeilijkheidsgraad van het spel zijn de meningen verdeeld.

heel moeilijk	93
moeilijk	58
goed te doen	68
makkelijk	22
te makkelijk	105

Dit vinden de spelers van de opdracht:

ik vind bouwen leuk	14
ik vind leren leuk	11
ik vind het leuk	29
ik vind programmeren leuk	11
ik vind rekenen leuk	3
ik vind puzzelen leuk	1
ik vind het makkelijk	31
ik vind het moeilijk	4
ik vind het saai	8
gewoon	11

Naast deze antwoorden geven de spelers vaak een toelichting. Zo wordt bij de moeilijkheidsgraad aangegeven dat een beetje moeilijk juist wel prettig is:

- 'Het was wel moeilijk maar dat vind ik meestal wel leuk omdat je dan niet meteen klaar bent'
- 'Omdat het moeilijk maar niet onmogelijk is, het blijft daarom leuk'

Ook het uitvinden of uitzoeken van dingen vinden spelers prettig:

- 'ik wist niet hoe je die blokjes in de lucht kon laten

- zweven, nu weet ik hoe het moet en dat vind ik leuk'
- 'Je moest eerst uitvinden hoe je zo naar boven kon bouwen'

Deze gegevens worden verzameld van elk Probleem van de Maand en ze geven zicht op enkele aspecten van de aangeboden spellen en het gebruik ervan. Er kunnen voorzichtig een paar algemene conclusies worden getrokken. De inzenders van het Probleem van de Maand waarderen de spellen meest positief, het is belangrijk dat de problemen niet te moeilijk en niet te makkelijk zijn, en dat er gelegenheid is iets uit te zoeken, te exploreren of te construeren.

We proberen meer zicht te krijgen op wat leerlingen doen tijdens het spel door data te registreren tijdens het spelen in zogenaamde logfiles. Zo zijn in een aantal gevallen de speeltijd en de acties van de spelers geregistreerd. Uit deze gegevens worden nagegaan welke stappen een speler zet en of er bijvoorbeeld sprake is van een doelgerichte strategie of van trial en error en ook of de strategie gedurende het spel wordt aangepast.

Minder duidelijk is of er direct leerresultaat uit af te leiden is. Via observaties van spelende leerlingen is daar wel iets over te zeggen; zo weten we bijvoorbeeld dat de reactie of feedback die het spel geeft op acties van de leerlingen van grote invloed is op of, hoe en wat er geleerd wordt. Ook wordt dit beïnvloed door de vrijheid in het spel, door de mogelijkheden voor exploratie en constructie.

Er is meer onderzoek nodig naar de leereffecten en dan met name of opgedane vaardigheden in het spel ook in een niet-spelsituatie (in een realistische setting of in een ander wiskunde-probleem) bruikbaar zullen zijn. Overigens is deze vraagstelling van de transfermogelijkheid van opgedane kennis ook van toepassing op activiteiten uit het huidige wiskunde-curriculum.

Het onderzoek naar games van het Freudenthal Instituut richt zich momenteel, behalve op onderzoek naar RekenWeb, ook breder op de volgende twee aspecten van gamesgebruik in het reken-wiskundeonderwijs:

- Kun je aantonen dat er geleerd wordt? Waarbij ook de transfervraag gesteld wordt.
- Welke handreiking en aanvullende materialen heeft de docent nodig om met diverse soorten games in reken-wiskundeonderwijs aan de gang te gaan?

Nieuwe gebieden voor onderzoek

Er kan nog veel meer met spellen in het reken-wiskundeonderwijs. Zo zijn we niet ingegaan op de mogelijkheden van het gebruik van bedrijfssimulaties of van mobiele spellen en zijn we ook niet ingegaan op de steeds populairder wordende Massive Multiplayer Online RolePlaying Games (MMORPG). Toch willen we nog een voorbeeld geven als antwoord op de vraag: Wat kan er nog meer met spellen in het reken-wiskundeonderwijs?

Eigen gameproducties

Uit literatuur (onder andere rondom het gebruik van micro-worlds) is bekend dat spel- en ontdekgedrag positief beïnvloed wordt als de speler in toenemende mate de beschikking krijgt over mogelijkheden voor het maken van ‘eigen’ werelden, door toevoegingen, een eigen layout, en dergelijke. In het realistisch reken-wiskundeonderwijs kennen we dit onder de naam ‘eigen producties en constructies’ (Treffers, 1987) waarbij de gebruiker niet simpelweg ‘afnemer’ is van een probleem, maar zelf een bijdrage levert aan de formulering of setting van het probleem en zo kennis construeert.

In dit kader is het interessant te vermelden dat er in het Nederlandse onderwijs veel belangstelling is getoond voor *GameMaker* (Overmars, 2004) en de daarbij behorende wedstrijd ‘Make-a-Game’. Daarin ontwerpen teams van leerlingen een spel met *GameMaker*.

Nadenken over een spannend plot voor een spel blijkt een extra dimensie te geven. Wellicht is een en ander niet direct geschikt voor een reguliere wiskundeles, en lijken jongens meer motivatie op te brengen voor het gebruik van een tool als *GameMaker* dan meisjes, maar het zou als ‘project’ ingezet kunnen worden. We zullen de prijswinnende spellen (uitreiking eind juni 2006) die interessant zijn voor wiskunde, op de wiki-pagina publiceren.

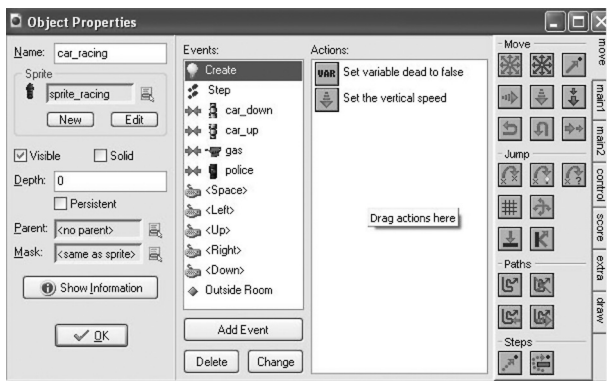


fig. 10 *GameMaker*

Het is interessant te zien hoeveel scholen de beslissing hebben genomen mee te doen. *GameMaker* is een redelijk eenvoudige tool om eigen spelletjes mee te maken: als eerste ervaring is bijvoorbeeld een demo voor het laten springen van balletjes heel eenvoudig na te bouwen. Veel aspecten die bij het ‘programmeren’ van een spel aan de orde komen, bevatten relevante wiskundige handelingen zoals organiseren/sequentiëren, gebruik van variabelen, logisch redeneren, causale relaties, 2D-vormgeving.

Samenwerkend leren

Bij veel computergames is het handig om de eerste stappen te leren van iemand die het spel al kent, een andere mogelijkheid is samen met iemand anders het spel te ont-

dekken. Daarbij ontstaan nieuwe communicatievormen, die een gezamenlijke ontdekkingsstocht kunnen ondersteunen. Bij diverse grote mainstreamspellen bestaan ontmoetingsplekken als websites, forums of weblogs, waarin spelers elkaar ontmoeten, helpen en het spel bespreken. Dit zijn voorbeelden van ‘communities of practice’, waarin een andere vorm van leren optreedt dan gebruikelijk is in het onderwijs.

Ook bij gebruik van spellen in het wiskundeonderwijs kan communicatie ingezet en benut worden. Dit kan bijvoorbeeld door leerlingen samen aan één computer te laten werken. Dat zorgt voor interactie en discussies over handelingen in het spel; daarmee wordt door expliciteren een bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van kennis en inzicht.

Afsluiting

We hebben in dit artikel voorbeelden laten zien van computerspellen die ingezet kunnen worden bij reken-wiskundeonderwijs. Er zijn diverse manieren waarop dit kan. Een klein spel kan eenvoudig ingezet worden als taakje voor individuele leerlingen of tweetallen. In het basisonderwijs gebeurt dat vaak als ‘toetje’ na het gewone werk en soms ook als vast onderdeel van de weektaak van de leerling. Dit is dan meestal een geïsoleerd gebruik van games door de leerling, waarbij de docent nauwelijks in beeld komt en het spel geen onderdeel vormt in de rest van het reken-wiskundeonderwijs.

Een spel kan ook meer ingebed worden; dat kan bijvoorbeeld door een discussie naar aanleiding van een gespeeld spel te voeren over bijvoorbeeld strategieën, over de resultaten van de leerling en het systeem van scores, over spelregels en variaties daarop en natuurlijk over de relatie tussen het spel en rekenen-wiskunde. Het kan ook door in of om een spel andere onderwijsactiviteiten die er aan gerelateerd zijn te ontwerpen en uit te voeren. Veel zal afhangen van de situatie op school, de tijd die een docent kan en wil investeren, en de goede voorbeelden die zich wellicht gaan bewijzen. Een belangrijke vraag blijft: Wat moeten we doen in het (wiskunde)onderwijs om te profiteren van wat games te bieden hebben?

Oproep

Het Freudenthal Instituut blijft actief op het onderzoeksgebied van games in het reken-wiskundeonderwijs. We zoeken daarvoor docenten die in ons onderzoek willen participeren. Inmiddels is er al een groep belangstellende docenten (zowel uit het basis- als het voortgezet onderwijs) die bereid is om spellen uit te proberen, ze in te bedenken in hun onderwijs en ons gelegenheid te bieden voor het doen van observaties. Dit is precies wat wij zoeken! De interesse kan daarbij uiteenlopen van het gebruik van spellen van het WisWeb of RekenWeb tot het inzetten van grote (commerciële) games (*Sim City*, Tycoonspellen etcetera) voorzien van relevante wiskundeopdrachten.

Als u belangstelling heeft aan dit onderzoek bij te dragen kunt u met de auteurs contact opnemen.

Bij dit artikel gebruiken we ter illustratie een communicatievorm die momenteel ruime populariteit geniet. Het gaat om zogenaamde Wiki-pagina's op internet waar je heel eenvoudig zelf eigen informatie kunt toevoegen, en ook teksten van anderen kunt aanvullen of eventueel wijzigen. Een veelgenoemd voorbeeld van het gebruik van wiki-pagina's is de internetencyclopedie Wikipedia. Mocht u zich aangesproken voelen en een bijdrage willen leveren, door bijvoorbeeld uw ervaringen met het gebruik van spellen te delen of vragen te stellen, dan willen we u van harte daarvoor uitnodigen om zo een 'community of practice' te vormen rond het onderwerp 'computergames in het reken-wiskundeonderwijs'.

Vincent Jonker, Monica Wijers
Freudenthal Instituut

Literatuur

Alle online verwijzingen zijn ook terug te vinden via de Wiki-pagina's van het Freudenthal Instituut.

- Gee, J. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Glasbeek, H. A. (2004). *Math frogs and fraction machines. How can educative computer games help children to learn and yet have fun?* Paper presented at the EISTA '04. International conference on Education and Information Systems: Technologies and Applications.
- Hancock, C., & Osterweil, S. (1996). Zoombinis and the art of mathematical play. *Hands On*, 19(1).
- Johnson, S. (2005). *Everything Bad Is Good for You: How Today's Popular Culture Is Actually Making Us Smarter*. New York: Riverhead Books.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2003). *Literature review in games and learning* (No. 8), Nesta Futurelab.
- Klawe, M. M. (1998). *When does the use of computer games and other interactive multimedia software help students learn mathematics?* <http://www.cs.ubc.ca/nest/egems/reports/authors.html>
- Klop, M., Jonker V.H., Wijers M., Galen, F. v. (2005). *Waarom spelen kinderen (rekenweb) spelletjes?* *Panamapost*, 24(4), 12-20
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games*. Cambridge: TEEM.
- Prensky, M. (2000) *Digital game-based Learning*, New York: McGraw Hill
- Prensky, M. (2005). *In educational games, size matters. Mini-games are trivial, but 'complex' games are not. An important way for teachers, parents and others to look at educational computer and video games.* http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-Size_Matters.pdf
- Sanford, R. & B. Williamson (2005). *Games and Learning, A handbook from Futurelab*. London: Futurelab.
- SimCity Case Study* (2000). <http://www.rbksch.org/maths/Teachers/schools/simcity/scindex.html>
- Sorm, E. (2004). *Je bent een rekenwonder! Motiverende feedback in kind-computer interactie*. Utrecht: Utrecht University
- Squire, K. & H. Jenkins (2004). Harnessing the power of games in education. *Insight*, 3(1): 5-33.
- TERC. (1998). *Through the glass wall: Computer games for mathematical empowerment*. www.terc.edu/maththequity/gw/html/gwhome.html
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions*. Dordrecht: Reidel.

Software

De verwijzingen naar de genoemde software zijn opgenomen in de bij dit artikel horende Wiki-pagina.