

Lonneke Boels

Alaka

Delft

l.boels@alaka.nl

In Memoriam Leon van den Broek (1947–2013)

Buiten het boek om

Op 8 december 2013 overleed heel onverwacht Leon van den Broek op 66-jarige leeftijd aan een hartstilstand. Voor veel mensen uit het wiskundeonderwijs was Leon geen onbekende. Lonneke Boels, die met hem samenwerkte voor *W4Kangoeroe*, blikt terug op het leven van een bevlogen wiskundige.

Terwijl ik dit schrijf, zit ik in de kraam van de Kangoeroewedstrijd op het Nederlands Mathematisch Congres tijdens een rustig moment. Leon deed deze kraam altijd. Het is ongelooflijk wat Leon allemaal deed. Ik wist al dat het veel was, maar pas na zijn dood werd mij de omvang duidelijk van waar Leon allemaal aan had bijgedragen.

Leon stond aan de wieg van allerlei vernieuwingen in het wiskundeonderwijs. Zo schreef hij samen met een aantal collega's *de Wageningse Methode*, een methode die nog steeds bestaat en geschreven wordt voor en door wiskundedocenten. De methode was de eerste die praktische toepassingen in het boek opnam en het boek bovendien toegankelijk maakte voor leerlingen en niet alleen voor hun docenten. 'Wiskunde, dat kun je begrijpen' had zijn slogan kunnen zijn (naar de titel van een boek van Martin Kindt en Ed de Moor). Hij moest niets hebben van onbegrepen trucjes aanleren en wilde tegelijkertijd de leerlingen de schoonheid van wiskunde laten zien. Wiskunde moet dicht bij de belevingswereld van de leerling liggen en voor een grote groep leerlingen toegankelijk zijn. Hij kon zich vreselijk boos maken over leerlingen en volwassenen die opgewekt beweerden dat ze slecht in wiskunde waren [7]. Iedereen kon immers wiskunde leren, als het maar op de juiste manier werd uitgelegd. Leon zei hierover: "Een constructie of berekeningswijze hoort voor de leerling niet correct te zijn omdat die in het boek staat, maar omdat hij zelf vindt dat die juist is. Voorop staat begrip: liever helemaal geen wiskunde dan onbegrepen routines." [8]

De Wageningse Methode

In zijn werk voor *de Wageningse Methode* is dat terug te vinden. Neem bijvoorbeeld de opgave in Figuur 1 [12]. Net als in het vernieuwde examenprogramma wiskunde wordt hierin algebra eerst meetkundig ingeleid om te zorgen dat leerlingen zich bij de algebraïsche expressie iets kunnen voorstellen. In een volgende opgave (Figuur 2) wordt gecontroleerd of de ontdekte regel ook in een andere situatie geldt, namelijk met negatieve getallen. De context wordt losgelaten om verder abstraheren mogelijk te maken en de

kracht van algebra te ontdekken. Wiskunde moet je doen, vond Leon. In *de Wageningse Methode* zijn daarvan veel voorbeelden te vinden. Een mooi voorbeeld daarvan zijn de optische illusies die leerlingen al in het eerste hoofdstuk van de eerste klas aan het denken zetten, zie Figuur 3 [25]. Een subtiel maar heel belangrijk verschil met andere methoden is dat er niet wordt gevraagd op welke manier je kunt controleren of de cirkel ook echt een cirkel is. Dat suggereert namelijk dat de leerling de enig juiste en al lang bekende manier moet vinden. Maar vaak zijn er vele wegen naar Rome, waarvan sommige misschien zelfs onontdekt. De leerling mag dus zelf een manier bedenken. Dat het denken van leerlingen wordt gestimuleerd, is kenmerkend voor deze methode en voor Leons werk.



Leon van den Broek

Op twee manieren

In figuur 1 zie je drie vierkanten, de lichtkleurige hebben oppervlakte 100 en 36 cm². De donkere heeft oppervlakte 64 cm².



figuur 1

De drie vierkanten worden op elkaar geplakt zoals in figuur 2.

Hoeveel cm² lichtgrijs zie je nog in de geplakte figuur? Je kunt dit op twee manieren berekenen, met en zonder haakjes. Schrijf op hoe.

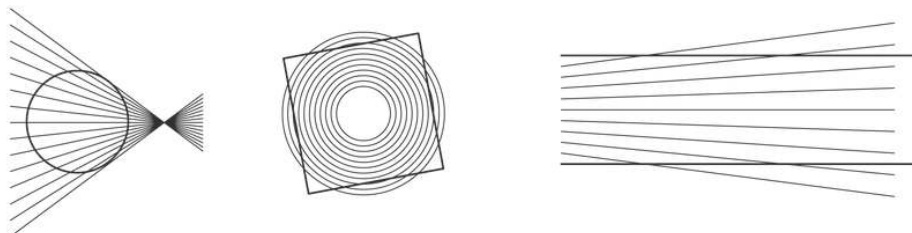
Figuur 1 Opgave van Leon uit *de Wageningse Methode*.

In opgave 24 heb je een voorbeeld van de regel $a - (b - c) = a - b + c$ gezien.

- a Controleer of die regel ook geldt voor $a = -3, b = -7, c = 10$ en voor $a = -3, b = 8, c = -11$.

Figuur 2 Opgave van Leon uit *de Wageningse Methode*.

Bekijk de drie twijfelachtige plaatjes.



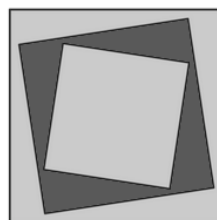
Is de cirkel echt een cirkel? (plaatje links)
 Is het vierkant echt een vierkant? (plaatje midden)
 Zijn de (dikke) lijnen **evenwijdig** (dat wil zeggen: overal even ver van elkaar af)? (plaatje rechts)
 Verzin een manier om dat te controleren. Schrijf op hoe jij dat gedaan hebt.

Figuur 3 Opgave uit de digitale versie van *de Wageningse Methode* voor klas 1 HV [25].

Voor een voetbalwedstrijd moeten alle lijnen opnieuw getrokken worden. Dat gebeurt met een krijtkar. Zoals je ziet moeten er rechte lijnen en cirkels op het veld getrokken worden.

- a Voor de *rechte lijnen* moet de krijtkar kaarsrecht vooruit geduwd worden. Heb je enig idee hoe je ervoor zou kunnen zorgen dat je niet afwijkt met de kar?
- b Heb je ook een idee over hoe je de *cirkels* mooi rond zou kunnen krijgen?
- c De lijnen van het doelgebied moeten *loodrecht* (=haaks) op de achterlijn getrokken worden. Hoe zou je dat kunnen doen?

Figuur 4 Startopgave uit de digitale versie van *de Wageningse Methode* voor klas 1 HV [24].

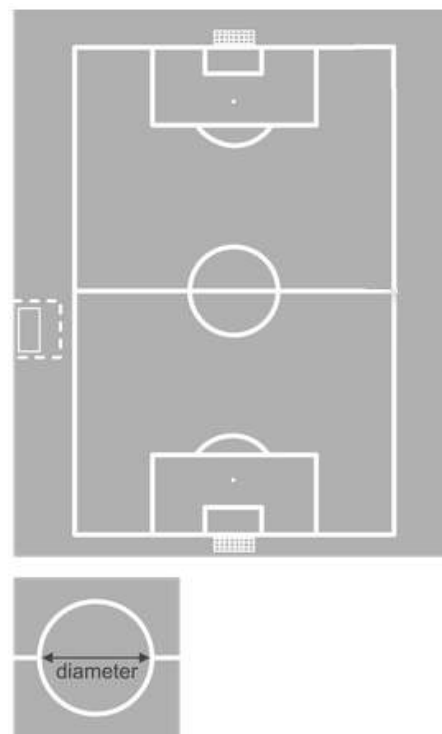


figuur 2

Een ander voorbeeld waarin die denkvaardigheden worden ontwikkeld, is de startopgave van klas 1 havo-vwo over een voetbalveld, zie Figuur 4 en 5. Er worden vragen gesteld zoals iedereen die zou kunnen stellen en die passen bij de leeftijd van deze leerlingen. Merk op dat ook hier weer niet wordt gevraagd naar de juiste methode maar naar een idee. “Hoe zou je dat kunnen doen?”

Gelukkig heeft Leon zijn werk hierin tijdig overgedragen. *De Wageningse Methode* kent inmiddels een flink aantal enthousiaste docenten die ervoor zorgen dat de methode voort blijft bestaan. Eén ervan is Henk Reuling. Zijn website henkreuling.nl bevat vele originele oefeningen, vaak met een spelelement, om de wiskundige vaardigheden van leerlingen en hun inzicht in de wiskunde te vergroten [2]. Voor wie echter denkt dat ICT de docent kan vervangen, had Leon een misschien teleurstellende boodschap die overigens ook door uitgebreid wetenschappelijk onderzoek wordt bevestigd: de docent is bepalend voor het resultaat van een klas.

Het was overigens ook Leon die ervoor zorgde dat *de Wageningse Methode* aansluiting vond bij VO-content. Hierdoor is al het materiaal van *de Wageningse Methode* digitaal en gratis beschikbaar, óók voor niet-deelnemers aan VO-content. Via de website van *de Wageningse Methode* en van VO-content is het materiaal te vinden, inclusief



Figuur 5 Plaatje van het voetbalveld in de digitale versie van *de Wageningse Methode*.

Een tegel is van de muur gevallen.



Anne heeft nog drie extra tegels:
Welke tegels passen?



- A. 1 en 2 B. 1 en 3 C. 2 en 3 D. alle drie E. geen enkele

Figuur 6 Opgave van Leon uit de wiskundewedstrijd Kangoeroe wizFUN 2013 voor groep 4, opgave 21.

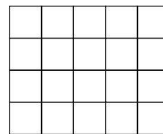
Tiphaine dispose d'un tas de pièces de cette forme :



Elle veut en mettre le plus possible dans un rectangle de 4 sur 5.
Les pièces ne doivent pas se recouvrir.

Combien de pièces, au maximum, pourra-t-elle placer ?

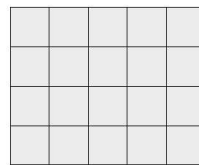
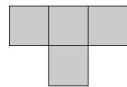
- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7



Figuur 7 Franse opgave van Leon uit de wiskundewedstrijd Kangoeroe wizSMART 2013 voor groep 7,8 opgave 15 in de Nederlandse versie.

Anne hat einige identische graue Figuren, so wie im Bild zu sehen ist. Wie viele solcher Figuren kann sie maximal ohne Überlappung auf das 5×4 Rechteck legen?

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6



Figuur 8 Dezelfde opgave als in Figuur 7, maar nu in de Oostenrijkse versie van wizSMART 2013.

There are five families living in my road. Which of the following could not be the mean number of children per family that live there?

- A 0.2 B 1.2 C 2.2 D 2.4 E 2.5

Figuur 9 Opgave van Leon in het Verenigd Koninkrijk die ook in wizBRAIN 2013 voorkomt voor klas 3 en 4 vmbo en klas 1,2,3 havo en 2 vwo (opgave 8).

8. Marie berechnet die durchschnittliche Anzahl der Kinder von Familien ihres Dorfes. Im Dorf leben fünf Familien. Welches Ergebnis kann sie nicht erhalten?

- (A) 1,0 (B) 1,2 (C) 1,3 (D) 1,4 (E) 2,0

Figuur 10 Dezelfde opgave als in Figuur 9, maar nu in de Oostenrijkse versie van 2013.

vele applets – waaronder ook die van Henk Reuling – bijvoorbeeld de applet *driehoek tekenen* voor klas 1 [26].

De Kangoeroewedstrijd

Een van de andere van vele terreinen waarop Leon actief was, is de Kangoeroewedstrijd. Hij nam in het najaar van 2000 het stokje van Jan Donkers en de Technische Universiteit Eindhoven over bij het organiseren van deze wedstrijd. Met de Radboud Universiteit Nijmegen werd overeengekomen dat deze voor ten minste vijf jaar de wedstrijd zou ondersteunen. Dat doet deze universiteit vele jaren later nog steeds en dat is mede aan Le

on te danken. Ruim tien jaar later had zijn directeurschap inmiddels overgedragen aan Martin Winkel. Achter de schermen bleef hij echter flink actief. Velen kennen hem van de kraam met prijzen van voorgaande Kangoeroewedstrijden waarin hij onvermoeid en met veel humor reclame maakte voor de wedstrijd tijdens de Nationale Wiskundedagen, het Panamacongres, de Nationale Rekendagen, et cetera. Daarnaast ging hij elk jaar naar het internationale Kangoeroe-congres waar de opgaven voor het volgende jaar worden vastgesteld. Hier kende hij vrijwel iedereen en heeft hij in zo ongeveer alle commissies gezeten. In het vliegtuig op weg naar het congres, nam

hij het 'smoelenboek' van de organisatie door en repeteerde hij hardop alle namen. Zo kon hij iedereen bij de begroeting benoemen bij naam en ook vertellen van welk van de meer dan vijftig landen de deelnemer was.

Leon produceerde bovendien enorme hoeveelheden opgaven. Vorig jaar waren dat er ongeveer zestig, waarvan er vele in de wedstrijdset werden gekozen. In de Figuren 6 tot en met 10 staan enkele voorbeelden van opgaven van Leon die in 2013 in de wedstrijdsets van de diverse landen zijn gekozen.

Leons opgaven waren zeer creatief en oorspronkelijk, en elke opgave was uniek. Zijn opgaven waren zo bijzonder dat Nederland er jaarlijks een prijs mee won. Sinds 2012 looft de internationale organisatie van de Kangoeroewedstrijden een prijs uit voor het land met het grootste aantal gekozen opgaven in de wedstrijdset. Het was vooral dankzij Leon dat we die prijs steeds opnieuw kregen.

Maar ook achter de schermen van de Kangoeroewedstrijd deed hij nog enorm veel. Veel spelletjes werden door hem geselecteerd. Bij het jaarlijks aandenken schreef Leon vele teksten voor het bijbehorende boekje, zoals bij het onder studenten populaire spel 'Lights out' [9]. In dit boekje staan tips over wat je met het aandenken kunt doen, oplossingen voor spellen die als prijs bij de wedstrijd worden geleverd, spelvarianten of zaken om over door te denken, enzovoorts. Leon schreef ook verschillende artikelen en persberichten over de Kangoeroewedstrijd.

Toen ik nog maar net betrokken was bij de opgavencommissie van de Kangoeroewedstrijd, heb ik tegenover Leon eens laten vallen dat het een goed idee zou zijn om alle opgaven van de Kangoeroewedstrijd te digitaliseren en zo digitaal beschikbaar te maken. Hij ging er mee aan de slag en organiseerde mensen en middelen en inmiddels kun je op de website interactief oefenen. Hierdoor zijn de opgaven per onderwerp beschikbaar, hetgeen gebruik in de klas veel gemakkelijker maakt, bijvoorbeeld als opwarmer (energizer) van een les. Naast opgaven per onderwerp zijn ook complete digitale versies van wedstrijdsets met opgaven beschikbaar [22].

In een interview met *de Volkskrant* van 23 januari 2006 zegt Leon over de Kangoeroewedstrijd: "Tegenwoordig is het in het onderwijs belangrijk de sleur te doorbreken. Je moet de aandacht van de leerlingen zien te pakken. Zo'n wedstrijd gaat leven op een school. Kinderen moeten het weer leuk gaan vinden ergens echt voor te gaan zitten en uit te zoeken hoe het in elkaar zit. Ik geef toe, dat is tegen de maatschappelijke trend in, de consumptie-



Lights Out!!

Lights Out is een elektronisch spel, dat in 1995 op de markt is gebracht door Tiger Toys. Het speelveld bestaat naar keuze uit 5×5 of 5×4 lampjes. Door op een lampje te drukken, switcht dat van *aan* naar *uit* of omgekeerd, en ook de lampjes eromheen (links, rechts, boven, onder) switchen.

Als je op het aangewezen lampje drukt, switchen er vijf lampjes: het lampje zelf en de vier waar een ★ op staat. Als je op een lampje in de hoek drukt, switchen er drie lampjes, als je op een ander lampje aan de rand drukt, switchen er vier lampjes.

Een spel begint met een willekeurig aantal lampjes aan. Het doel is alle lampjes uit te krijgen: lights out!

Schoonvegen
Er is een manier om alle lampjes uit te krijgen.

Figuur 11 Beschrijving van het spel 'Lights out' in het boekje dat deelnemers van de Kangoeroewedstrijd bij hun aandenken krijgen. De uitleg staat ook op de website van W4Kangoeroe.

maatschappij is uit op makkelijk gebruik en snel genot. Ik vraag me wel eens af: zijn mensen nog wel bereid ergens over na te denken?" [14]. In datzelfde interview zegt hij even later: "Vroeger deed je als docent de som voor en liet je de leerlingen die in eindeloze variaties nadoen. Zo kunnen ze wel veel sommen maken, maar begrijpen niet waarom ze het zo doen. Zodra je formalisme invoert, dood je het begrip. Daarom proberen we aan te sluiten bij de belevingswereld van de leerling."

Op het Panamacongres, een congres voor lerarenopleiders op de pabo, gaven Leon en ik

een aantal jaren geleden samen een workshop over het ontwikkelen van wiskundig denken aan de hand van Kangoeroe-opgaven voor de basisschool [3]. De plaatjes voor de opgaven van deze wedstrijd worden al sinds jaar en dag gemaakt door zijn broer Ad van den Broek die ook veel ander werk van Leon en collega's illustreerde (*de Wageningse Methode*, de strip *Fie en Pie*, enzovoorts).

Vlak voor zijn dood maakte Leon zich nog sterk voor de SMART-finale, een finale voor de beste dertig leerlingen uit groep 7 en de beste dertig leerlingen uit groep 8 die dit jaar

voor het eerst in juni wordt gehouden in het museum Boerhaave. Met opgaven vergelijkbaar met de moeilijkere opgaven van de Kangoeroewedstrijd en enkele open opgaven, vergelijkbaar met die van de Junior Olympiade, worden deze leerlingen uitgedaagd om nog een stap verder te gaan in hun wiskundig denken.

Mijn mooiste Mathe

Leon was auteur van verschillende boeken en boekjes. Zijn lievelingsboek was *Mijn mooiste Mathe* [7]. Het boek biedt een verzameling verschillende soorten wiskundige puzzels, problemen en uitdagingen, veel pittig tot zeer pittig. De uitleg bij wiskundige problemen is beperkt en daagt uit tot verder denken en uitzoeken. Een enkel probleem is eenvoudig, bijvoorbeeld het oud Romeins spel 'De ronde molen' of het bouwen van een regelmatig viervlak met vier onregelmatige tienvlakken. Met hartjes wordt de moeilijkheidsgraad aangegeven. Het probleem van het zwaartepunt van de piramide is met vier hartjes zodoende een moeilijk probleem. Het enige probleem met vijf hartjes gaat over ... lesgeven.

Een van Leons stokpaardjes over lesgeven was dat je dat vooral regelmatig 'buiten het boek om' moest doen. Hij vond dat zo belangrijk dat er een apart document op de website van *de Wageningse Methode* aan is gewijd [27]. Er staan maar liefst acht argumenten in om eens een les buiten de methode om te geven. Een les die je zelf ontwerpt, zorgt ervoor dat leerlingen actiever met de stof bezig zijn, meer leren, meer plezier hebben, meer betrokken zijn, creatiever worden, enzovoorts. Op de site staan ook verschillende concrete lessuggesties. Een hele bijzondere is de lessuggestie over kransen en die als document met knipblad beschikbaar is op de website van *de Wageningse Methode* [10]. Deze gaat over hoeken en regelmatige veelhoeken, en wie ooit kerstkaarten van hem kreeg, weet dat een van zijn kerstkaarten hieraan was gewijd. De vraag luidde iets als: kun je van elk regelmatig veelvlak een gesloten krans maken? Met de applet *kransen* kun je deze vraag (en nog veel meer vragen) over de krans beantwoorden. Het binnenste gedeelte van de krans vormt een ster. Is dat altijd zo? Kun je nog meer kransen maken met een regelmatige zevenhoek of is dit de enige? Kun je vooraf voorspellen hoeveel veelhoeken je nodig hebt als je een regelmatige krans wilt maken? Het zijn vragen die bijna automatisch boven komen drijven als je er even over nadenkt. U merkt het bovendien: de vragen stellen gaat veel sneller dan ze beantwoorden.



Wiskundig denken ontwikkelen

- Veel opgaven op niveau generaliseren
- Voorbeeld domein getallen: wizKID 2011 opgave 8

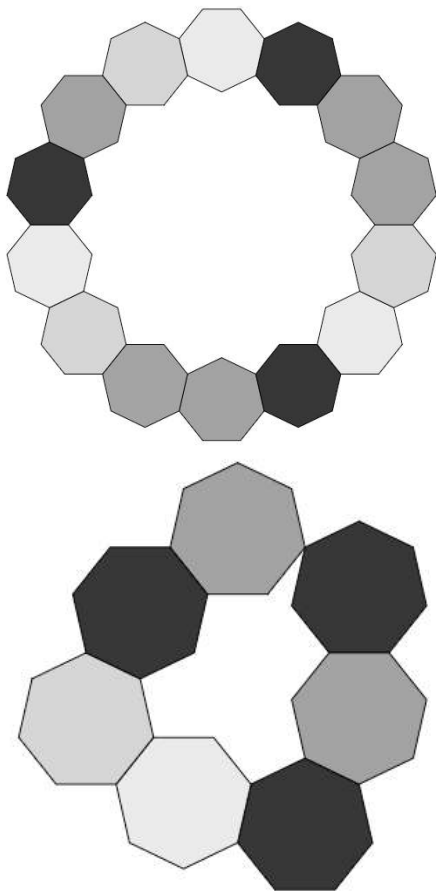
In een klas hebben alle kinderen huisdieren.
Op het plaatje zie je hoeveel huisdieren de kinderen samen hebben.
Twee kinderen hebben een hond en een vis.
Drie kinderen hebben een kat en een hond. De rest heeft 1 huisdier.



Hoeveel kinderen zitten in de klas?

A. 11 B. 12 C. 13 D. 14 E. 17

Figuur 12 Dia uit de PowerPoint-presentatie op het Panamacongres.



Figuur 13 Gesloten regelmatige krans met zevenhoeken en een variatie gemaakt met de applet *kransen*.

Zebra-boekjes

Naast genoemde boeken schreef Leon maar liefst zes Zebra-boekjes, samen met verschillende co-auteurs. In *Spelen met gehelen* [17] wordt het geheim van natuurlijke gehele getallen ontrafeld met de hulp van rollende biljartballen, draaiende tandwielen en springende kikkers. Het doel is om leerlingen te laten kennismaken met de kracht van bewijzen in de wiskunde, af en toe zelf nieuwe stof te laten ontdekken en ontdekkingen te laten doen op het gebied van Getaltheorie en Algebra.

In *Getallenbrouwerij* [21] wordt modulorekenen besproken evenals ‘gekallen’, getallen die naar links eindeloos doorlopen. Getal-

lenbrouwerij heeft niet voor niets als subtitel ‘alternatief rekenen’. Het lijken net getallen, maar zijn eigenlijk rijen. Gekke getallen dus. Je kunt er mee rekenen, maar soms gaat het dan toch anders. Het derde hoofdstuk gaat over complexe getallen. Bij de introductie van modulorekenen komt Sjeherazade aan bod, die 1001 nachten verhalen vertelt en wordt de lezer uitgedaagd om de beste strategie te bedenken bij een Nimspel (lucifers weg nemen van een hoop waarbij je minimaal één en maximaal vier lucifers mag pakken; wie de laatste pakt, verliest). Afhankelijk van het aantal lucifers dat er ligt, is er een winnende strategie of verlies je altijd.

In *Nullen en enen* [18] worden alternatieve getalstelsel onder de loep genomen, zoals het binaire rekenen en het rekenen in het land van Okt (achttallig stelsel). Het boekje behandelt de onderwerpen zeer gedegen en legt verrassende verbanden, zoals met de hoekpunten van de kubus. Zoals we gewend zijn van Leons werk, worden leerlingen hierdoor uitgedaagd om zelf nieuwe ontdekkingen in de wiskunde te doen.

In *Blik op oneindig* [13] wordt het begrip van oneindig verkend. Nadat eerst een aantal wiskundige dilemma’s uit voorgaande eeuwen aan leerlingen worden voorgelegd, zonder deze dilemma’s direct op te lossen of te verklaren, wordt het begrip oneindig eerst in zijn historische context geplaatst. Daarna volgt het rekenen met oneindig. Dat zulke wiskunde niet alleen leuk is, maar met humoristische voorbeelden kan worden verduidelijkt, maakt het verhaal van de gasten in hotel oneindig duidelijk. In dat hotel is oneindig veel plaats... Hoe dat afloopt, moet u zelf maar lezen maar wie het Hilbert-hotel kent, kan wel vermoeden hoe dit ongeveer gaat. In de stripreeks *Fie en Pie* en de website van *de Wageningse Methode* staat een strip die het begrip oneindig — en de problemen die dat begrip geeft — voor leerlingen op een overzichtelijke wijze behandelt. Ook hier komt het beroemde hotel weer in voor. Het leuke van de strip is niet alleen de inhoud, maar ook dat het laat zien dat wiskundigen lang niet altijd ‘di-

rect’ de ‘juiste’ oplossing voor een probleem hebben gevonden. Kijk bijvoorbeeld eens in de strip wat Bolzano hierover heeft gezegd. De strip heet ‘Verstand op nul, blik op oneindig’ en staat onderaan op de pagina (even naar beneden scrollen dus) [11].

In *SpiroSporen* [1] wordt de wiskundige achtergrond van de spirograaf uitgezocht. Je kunt er de prachtigste figuren mee tekenen: astroïde, deltoïde, ellipsen en zelfs ... een rechte lijn. ‘Zonder vragen geen wiskunde’, is de titel van een paragraaf uit het boekje en zo is het inderdaad. Kun je met een spirograaf ook een vierkant tekenen, is één van die vragen? Het zijn geen makkelijke vragen en de wiskunde erachter is eveneens lastig, maar daarom niet minder interessant. Wat het boekje bovendien zo leuk maakt, is dat het benaderen van het probleem met eenvoudigere figuren, zoals rechthoeken, de moeilijke problemen vereenvoudigen en toegankelijker maken (bijvoorbeeld: de benadering van de haaienvin met stroken). Ondanks het wiskunde C-achtige onderwerp van het boekje, is het alleen geschikt voor leerlingen met wiskunde B (en D).

In *De juiste ondersteuning* [16] maakt Leon opnieuw de wiskunde praktisch. Hij schreef het boekje samen met zijn vriend en studiegenoot Dolf van den Hombergh. Wat is eigenlijk stabiel evenwicht? Wat is het zwaartepunt? Hoe kun je dat vinden, construeren, berekenen? Hoewel de wiskunde in het boekje lang niet voor iedereen zonder uitleg te volgen zal zijn, maken de afbeeldingen wel duidelijk waar het om gaat. Het maakt bovendien duidelijk hoe nauw wiskunde en natuurkunde verweven zijn. Hierdoor is het boekje niet alleen veel minder saai dan andere boekjes, maar nodigt het bovendien uit tot doordenken en experimenteren. Het boekje is postuum verschenen.

Wiskunde C/D en Ratio

Bij de vernieuwing van de wiskunde examenprogramma’s was Leon intensief betrokken. Voor wiskunde D schreef hij voor zijn leerlingen een inleiding op de analytische meetkunde. Met een grappig voorbeeld (zoek de schat) wordt dit vakgebied voor leerlingen ontsloten. Hoewel de wiskunde eenvoudig lijkt en begint, duikt het materiaal snel de diepte in. Het leuke van het materiaal is echter wel dat leerlingen al snel zelf ontdekkingen (moeten) doen en worden uitgedaagd tot zelf nadenken over de gestelde problemen. Hoewel er veel opgaven in voorkomen, is het dus weer beslist geen simpel sommetjes maken [5].



Figuur 14 Deel uit strip *Pie en Fie* over oneindig.



Figuur 15 Leon van den Broek, Edinburgh, Schotland, november 2013. Uitwisseling van cadeaus tijdens het jaarlijkse internationale Kangoeroe-congres.

Leons kracht was dat hij niet alleen materiaal schreef voor de allerbegaafsten met een wiskundeknobbel maar ook aantrekkelijke wiskunde ontwikkelde voor leerlingen met een Cultuur en Maatschappij-profiel dus met wiskunde C. Wiskunde in de kunst: ‘Perspectief’ [6]; dit materiaal gaat over kijkdozen, kijklijnen en perspectief in de kunst. Hier wordt

wiskunde gebruikt op een manier die voor de doelgroep zeer bruikbaar is. Met toestemming wordt ook materiaal van andere auteurs gebruikt, bijvoorbeeld van Agnes Verweij.

Leon leverde een belangrijke bijdrage aan de inzichten over de mogelijkheden en beperkingen van ICT. Prof.dr. Frans Keune, inmiddels emeritus hoogleraar, nam het initiatief voor de digitale methode *Ratio*. Hij kondigde deze al aan in zijn oratie [19]. Leon was een van de docenten die aan *Ratio* een flinke bijdrage leverde. *Ratio* is een volledig digitale methode voor begaafde vwo-leerlingen [20]. Hoewel de methode digitaal is, is de docent hierin beslist niet overbodig. De vele moeilijkheden die leerlingen tegenkomen bij het doorwerken van het materiaal worden pas echt leermomenten als ze op enigerlei wijze in de klas worden besproken. Op de site van *Ratio* zijn ook enkele voorbeelden voor praktische opdrachten voor wiskunde opgenomen, zoals krasloten, De Telduivel en de abcd-formule, waarin bijvoorbeeld een meetkundige uitleg van het kwadraat afsplitsen voorkomt (te vinden onder AZL/wiskunde D op de site).

Radboud Universiteit

Leon van den Broek werd in 1947 geboren in Gemert. Hij doorliep de hbs en studeerde wiskunde in Nijmegen waar hij in 1974 promoveerde bij prof.dr. A.C.M. van Rooij op het

proefschrift *Measure Theory on Hilbert Space* [4]. Van 1973 tot 2007 was hij als docent verbonden aan het R.S.G. Pantarijn (voorheen Wageningse Lyceum) waar hij samen met collega’s *de Wageningse Methode* schreef. Inmiddels was hij ook verbonden aan de Radboud Universiteit in Nijmegen waarvoor hij onder meer het wiskundetoernooi voor middelbare scholieren organiseerde, tutor was, de WiskundeDialog en de nascholingsdagen voor wiskundedocenten organiseerde en de AZL (Actief Zelfstandig Lereren), later de ASL-groep, leidde.

Leon deed nog heel veel meer. Hij maakte opgaven voor de wiskundeolympiade, de wiskunde A- en B-dag, keek veel werkstukken na, zat in de opgavencommissie van het CSE – veel langer dan voorgeschreven – vanwege zijn enorme inbreng. En dan heb ik nog niets gezegd over zijn (toekomstige) rol bij de Digitale Wiskunde Oefenomgeving (DWO) van het Freudenthal Instituut, de MMM, en is ook zijn rol bij de Radboud Universiteit onderbelicht gebleven. Dat Leons rol ook hierin groot is geweest, blijkt wel uit het feit dat Leon door de Radboud Universiteit wordt geëerd met een jaarlijkse Leon van den Broek-lezing. Tijdens de WiskundeDialog 2014 van 13 mei jongstleden was dit de slotlezing met als titel: ‘De opmerkelijke rij 1, 1, 1, ...’. De lezing werd gehouden door Arno van den Essen (Radboud Universiteit, faculteit FNWI). ←

Referenties

- Stephan Berendonk en Leon van den Broek, *SpiroSporen – tekenen met de spirograaf*, Zebra-reeks, deel 38, Epsilon Uitgaven, 2013.
- Lonneke Boels, Rubriek Wiskunde digitaal, Online loco en mini-memory, *Euclides* 89-6 (2014).
- Lonneke Boels en Leon van den Broek, *Wiskundig denken ontwikkelen, Panamacongres Opbrengst gericht werken*, 2012, www.fi.uu.nl/panama/conferentie/archief.conf/2012/Leon%20vd%20Broek%20W4Kangoeroe.pdf
- Leon van den Broek, *Measure Theory on Hilbert Space*, proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen, 1974.
- Leon van den Broek, *Lesmateriaal cTwo vwo wiskunde D*, Freudenthal Instituut, 2006, www.fi.uu.nl/ctwo/WiskundeD/MateriaalDomeinen-WiskundeD/AnalytischeMeetkundeVwo/welcome.html
- Leon van den Broek, *Lesmateriaal cTwo vwo wiskunde C*, Freudenthal Instituut, 2007, www.fi.uu.nl/ctwo/lesmateriaaldir/ExperimenteelLesmateriaal/VWO%20Wiskunde%20C/Vorm%20en%20Ruimte
- Leon van den Broek, *Mijn mooiste Mathe*, Nijmegen, 2007.
- Leon van den Broek, Recensie vernieuwing Wageningse Methode, 2012, www.wageningse-methode.nl/wordpress-2012-12/wp-content/uploads/2012/11/Recensie-VernieuwingWM.pdf
- Leon van den Broek, *Lights out*, W4Kangoeroe, 2012, www.w4kangoeroe.nl/kangoeroe/files/5013/5730/0993/lights.out.pdf
- Leon van den Broek, *Wageningse Methode*, lessuggestie krasen, 2013, www.wageningse-methode.nl/m/Lessuggesties/Krasen/Lessuggestie.pdf
- Leon van den Broek en Ad van den Broek (tekeningen) e.a., *Verstand op nul, blik op oneindig*, www.wageningse-methode.nl/leerlingen/fie-pie
- Leon van den Broek, Dolf van Hombergh e.a., *Wageningse Methode havo-vwo leerjaar 2*.
- Leon van den Broek en Arnaud van Rooij, *Blik op Oneindig*, Zebra-reeks, deel 25, Epsilon Uitgaven, 2007.
- Robin Gerrits, Het vak wiskunde staat niet langer meer op een voetstuk, *De Volkskrant*, 23 januari 2006.
- Dolf van den Hombergh en Leon van den Broek, *Meetkunde in beweging*, Nationale Wiskunde Dagen, 2011, www.fi.uu.nl/nwd/nwd2011/handouts/NWD.Meetkunde%20met%20coördinaten.ppt
- Dolf van den Hombergh en Leon van den Broek, *De juiste ondersteuning – zwaartepunten door de eeuwen heen*, Zebra-reeks, deel 39, Epsilon Uitgaven, 2014.
- Ruud Jeurissen en Leon van den Broek, *Spelen met Gehelen*, Zebra-reeks, deel 12, Epsilon Uitgaven, 2002.
- Ruud Jeurissen en Leon van den Broek, *Nullen en Enen – Binaire getallen, hyperkubussen en fout verbeterende codes*, Zebra-reeks, deel 19, Epsilon Uitgaven, 2005.
- Frans Keune, *Naar de knoppen*, oratie 21 april 1998, www.math.kun.nl/~keune/oratie/oratie.html
- Frans Keune, Leon van den Broek, Lodewijk van Schalkwijk, Saskia Oortwijn, Mijke Campschroer, Mascha Honsbeek, Daan Wanrooy, Christian Eggermont en Dolf van den Hombergh, *Ratio*, Radboud Universiteit Nijmegen, 2005, www.ratio.ru.nl
- Arnaud van Rooij en Leon van den Broek, *Getal-brouwerij – alternatief rekenen*, Zebra-reeks, deel 29, Epsilon Uitgaven, 2009.
- W4Kangoeroe, *Interactief oefenen, Wereld Wijde Wiskunde Wedstrijd Kangoeroe*, 2014, www.w4kangoeroe.nl/kangoeroe/historie/interactief-oefenen
- Peter de Waard, In Memoriam Leon van den Broek, *De Volkskrant*, 31 december 2013.
- De Wageningse Methode* voor klas 1 HV, Intro, www.mathunited.nl/MathUnited/view?comp=lj1-hv-h01&subcomp=lj1-hv-h01-o1&variant=basis.wm&item=1
- De Wageningse Methode* voor klas 1 HV, Passer en geodriehoek, www.mathunited.nl/MathUn-nited/view?comp=lj1-hv-h01&subcomp=lj1-hv-h01-o2&variant=basis.wm&item=1
- De Wageningse Methode*, Applet driehoek tekenen voor klas 1, www.wageningse-methode.nl/applets/driehoek.tekenen_468.html
- De Wageningse Methode*, De filosofie van lessuggesties ‘buiten het boekje’, www.wageningse-methode.nl/cd/Lessuggesties/filosofie.pdf