

# ‘Wiskunde, de taal van de natuurkunde. Ja, en?’

## Notities bij de dia’s van de lezing

*N. den Braber*

SLO

### **Inleiding** (Dia 1-3)

In de lezing wil ik de deelnemers meenemen op de zoektocht naar het antwoord op de vraag 'Ja,en?'. We beginnen met een geluidsfragment waarin Leen den Braber antwoord probeert te geven op de vraag 'wat is wiskunde?'. Leen den Braber heeft zo'n 45 jaar als natuurkundedo-cent gewerkt en was 35 jaar lang bezoeker van de natuurkundeconferentie.

De zoektocht is onderdeel van mijn promotieonderzoek met als thema 'De rol van wiskunde in NLT'.

Naast het raadplegen van bronnen en literatuur vind ik het belangrijk om mensen te bevragen en in gesprek te gaan. Wat leeft er om mij heen (beeldvorming)?

### **Wat is wiskunde?** (Dia 3-5)

Een vraag die ik stel is 'Wat is wiskunde?' Er bestaat niet één definitie van wiskunde. Dit maakt het voorleggen van deze vraag aan 'voorbijgangsters' zo boeiend. Elk antwoord levert weer een nieuw gezichtspunt op.

De vraag is in deze lezing beantwoord door drie mensen: Leen den Braber, Kees (gymnasiumleerling) en Keith Devlin (Stanford University 'math guy'). Een beschrijving die me erg aanspreekt, en eigenlijk de kern van de drie voorgaande beschrijvingen in zich heeft, is die van Willem Ravenstein (gevonden op een natuurkundeforum). Daar springt uit: wiskunde is geen taal, maar gebruikt een taal. En deze taal wordt ook bij natuurkunde gebruikt.

### **Wat is de rol van wiskunde?** (Dia 6-10)

Een tweede vraag die ik voorleg aan mensen: wat is de rol van wiskunde?

Verschillende rollen zijn: manier van naar de wereld kijken (modelleren, beschrijving via symbolische notatie), tool, bewijs, manier van denken.

Er bestaat niet één unieke definitie van wiskundig denken.

Wiskunde was door de eeuwen heen vooral beroepsgericht en/of op de vervolgopleiding gericht, bijvoorbeeld landmeters, ingenieurs (voor fortbouw) en voorbereiding polytechnische school. Een overzicht hiervan is te vinden in Krüger (2014<sup>1</sup>). Het nut van wiskunde voor de algemene vorming of het wiskundig denken is lang niet altijd een onderdeel van het onderwijs

---

<sup>1</sup> Actoren en factoren achter het wiskundecurriculum sinds 1600, proefschrift

geweest, maar komt wel met enige regelmaat terug. Dit zien we in het citaat uit de achttiende eeuw.

In de huidige vernieuwing van de wiskunde-examenprogramma's is opnieuw aandacht voor het wiskundig denken en dit is ook beschreven in het examenprogramma (Wiskundige denkactiviteiten).

Ondanks dat er niet één unieke definitie is, zien we in de verschillende beschrijvingen van wiskundig denken vaak aandacht voor structurering, systematische aanpak en patronen beschrijven.

Denken en doen is uit elkaar te halen. Goed wiskundig kunnen denken garandeert geen sterke wiskundige (algoritmische en algebraïsche) vaardigheid en omgekeerd.

De hoeveelheid wiskunde binnen het natuurkundecurriculum is op de middelbare school steeds minder geworden. Een voorbeeld uit het boek Systematische Natuurkunde (1978) illustreert dit.

Op de tweede bladzijde staat overigens wiskunde die ook niet meer voorkomt in het huidige wiskundecurriculum.

De verdwijning van wiskunde uit de natuurkunde is langzaam gegaan. Hoewel begrijpelijk en met reden (bijvoorbeeld toegankelijker maken voor iedereen, ook leerlingen met wiskunde A) is dit toch soms wat jammer. Het verliest daarmee de onderbouwingsfunctie.

Samenhang en afstemming tussen de vakken gebeurt vaak op inhoud en blijkt al decennia een lastig punt. Waarom niet de verbinding zoeken op denkwijzen? Misschien heeft dat meer kans van slagen.

NLT biedt ruimte om meer aandacht te besteden aan de rol van wiskunde, de onderbouwning of het wiskundige denken.

Niet dat het daar alleen maar zou moeten gebeuren!

Mooie initiatieven voor samenhang en afstemming tussen de vakken, zie bijlage 1.

### **Wat willen we van leerlingen?** (Dia 11-19)

We luisteren naar de antwoorden van Kees op mijn vragen (bijlage 2). Niet alle leerlingen reageren zoals Kees. Hoe zouden we willen dat leerlingen de relatie beschrijven tussen wiskunde en natuurkunde?

Twee andere uitspraken van leerlingen geven duidelijk een ander beeld van mogelijke antwoorden. De uitspraken komen uit onderzoeksactiviteiten die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd. Leerlingen beantwoordden daarin onder andere de vraag 'Welke vakgebieden horen bij NLT?'. Vooral leerlingen die aangeven dat wiskunde geen vakgebied is binnen NLT, zijn voor deze lezing interessant. Waarom vinden ze dat wiskunde er niet bij hoort? We bekijken een aantal antwoorden van leerlingen. Misschien zijn deze uitspraken ondersteunend voor de bewering dat schoolwiskunde een verkeerd beeld geeft van wiskunde? We zien dat 22 leerlingen (van de 71) natuurkunde opgeven in hun antwoord. Is dit erg? Nee... maar toch knaagt het wel een beetje. Deze leerlingen herkennen wiskunde niet.

Uit onderzoek weten we ook dat natuurkundeleraars een belangrijke bijdrage leveren aan NLT (in 98% van de teams zit een natuurkundeleraar).

### **Afsluiting** (Dia 20-22)

Antwoord op de vraag 'Ja, en?'. Er zijn twee manieren om ernaar te kijken: 'Wat moet ik ermee?' en 'Wat is er nog meer?'

Mijn wensen:

- Niet meer spreken over 'wiskunde is een taal'. Het is een zelfstandige ingenieursdiscipline.

- Aandacht voor een bredere benadering van wiskunde, waarbij recht wordt gedaan aan het vakgebied en de historische en culturele waarde. Met in het bijzonder aandacht voor (wiskundig) denken: zoek de verbinding tussen de vakgebieden via het denken!
- Benut de ruimte en mogelijkheden die NLT biedt om de rol van wiskunde duidelijker te belichten.

We sluiten af met een citaat van Paul Ernest<sup>2</sup>. Hij vindt dat wiskunde zowel ondergewaardeerd als overgewaardeerd wordt. De overwaardering zit in de bewering dat wiskunde overall in zit en dat het voor iedereen belangrijk is om er van alles van te weten. De onderwaardering wordt beschreven in het fragment.

### Over de auteur

Ik ben werkzaam voor het Landelijk coördinatiepunt voor NLT. Dit doe ik vanuit SLO waar ik de afgelopen jaren werkzaam ben geweest als leerplanontwikkelaar rekenen, wiskunde en NLT. Daarnaast ben ik sinds kort verbonden aan de lerarenopleiding wiskunde van de NHL. Ook ben ik bezig met een promotieonderzoek rond het thema 'De rol van wiskunde in NLT'. Reacties, vragen of opmerkingen zijn welkom op [nsdenbraber@gmail.com](mailto:nsdenbraber@gmail.com).

### Bijlage 1

Drie voorbeelden van uitgewerkte activiteiten zijn te vinden in:

- SaLVO: materiaal, voornamelijk voor de onderbouw en in een leerlijn uitgezet, met als terugkerend thema evenredigheid en verbanden tussen grootheden. Het kan als vervanging van de lesstof worden gebruikt, maar ook als aanvulling. Het materiaal is aan vakken gekoppeld, maar kan ook voor een profielmiddag gebruikt worden. De activiteiten kunnen dus zowel binnen als buiten de eigen vakles gebruikt worden.  
<http://www.fisme.uu.nl/salvo/index.php?ct=1>
- Samenhang in Europees kader (Compass, 2011): deze publicatie beschrijft materiaal voor onder de 16 jaar. Het gaat om lessenseries waarin biologie, natuurkunde of scheikunde gecombineerd wordt met wiskunde. Vooral aanvullend op eigen materiaal en geschikt voor bijvoorbeeld projectmiddagen.  
<http://www.fisme.science.uu.nl/wiki/index.php/Compass>
- Samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken (SLO, 2012): deze publicatie geeft allerlei opdrachten uit natuurkunde en economie die in de wiskundeles gebruikt kunnen worden. Daarnaast wordt aandacht besteed aan hoe af te stemmen tussen vaksecties en beleidskeuzes.  
<http://www.slo.nl/downloads/2012/samenhang-en-afstemming-tussen-wiskunde-en-de-profielvakken.pdf/>

### Bijlage 2

Dialog met Kees (gymnasium 5 leerling)

Nelleke: Hoe zie je de rol van wiskunde binnen de natuurwetenschappen?

Kees: *Meetkunde is een natuurwetenschap in zichzelf, analyse is een hulpmiddel om concrete antwoorden te krijgen in natuurkunde en scheikunde. Aangezien analyse niks beschrijft zonder een praktische toepassing en met name natuurkunde blijft alleen maar theoretisch zonder wiskunde. Dus analyse speelt een rol om natuurkunde praktische toepassingen te geven.*

Nelleke: Wordt wiskunde niet gebruikt om natuurkundige verschijnselen te bewijzen?

Kees: *In de zin dat het verschijnsel bestaat? Ik denk dat het meer is om het verschijnsel concreet en uitlegbaar te maken. Verschijnselen die je eenvoudig waar kunt nemen, daar wordt*

---

<sup>2</sup> Uit Nieuwe Wiskrant 23-2 / december 2003

*wiskunde vooral gebruikt om het concreet te maken. Heb je het over quantummechanische verschijnselen, dan wordt wiskunde wel gebruikt om het aan te tonen.*

Nelleke: Kun je een voorbeeld geven?

Kees: *Snelheid en versnelling. Snelheid uitdrukken in de afstand per tijdseenheid. Versnelling uitdrukken in de verandering van afstand per tijdseenheid per tijdseenheid. Want we kunnen allemaal zien dat snelheid bestaat.*

Nelleke: Dan is wiskunde meer een manier om het uit te drukken?

Kees: *Ja. Maar bij quantumverschijnselen heb je wiskunde sowieso al nodig om aan te tonen dat het klopt. Je kan quantumverschijnselen moeilijk waarnemen. Bij alledaagse verschijnselen is wiskunde niet per se nodig om aan te tonen dat het bestaat. Hoe ingewikkelder het wordt, hoe lastiger. Dat heeft niet per se met woorden te maken, maar met de vraag of je het zou kunnen aantonen zonder wiskunde. Op een gegeven moment gaat dat niet meer en dan wordt wiskunde de basis van je theorie in plaats van waarnemingen.*