

# Samenhang tussen de exacte vakken

W. Bustraan / P. Kamsteeg / H. Staal

Vakgroepen natuurkunde, biologie, wiskunde, Hogeschool van Amsterdam

Nu onze studenten van de lerarenopleiding ook in hun stages werken met de basisvorming, vroegen we ons af of de exacte vakken veel met elkaar te maken hebben. Zijn er begrippen die in meer vakken aan de orde komen? Worden ze op dezelfde manier behandeld?

Om een eerste indruk te krijgen, gingen we rond de tafel zitten en bladerden in de schoolboeken van een ander vak. Deze eenvoudige bezigheid leverde al snel enkele voorbeelden die zo interessant waren, dat we iedere docent uit de exacte hoek kunnen aanraden om ook eens een boek van een ander exact vak door te nemen en daar met een collega van dat vak over door te praten. Hieronder geven we enkele voorbeelden van wat we aantroffen. We sluiten af met het trekken van enkele conclusies.

## Grafieken, tabellen, schema's

Het volgende plaatje komt uit een paragraaf van een biologieboek dat als thema heeft: 'Je buurt: bevolking, populatie'.

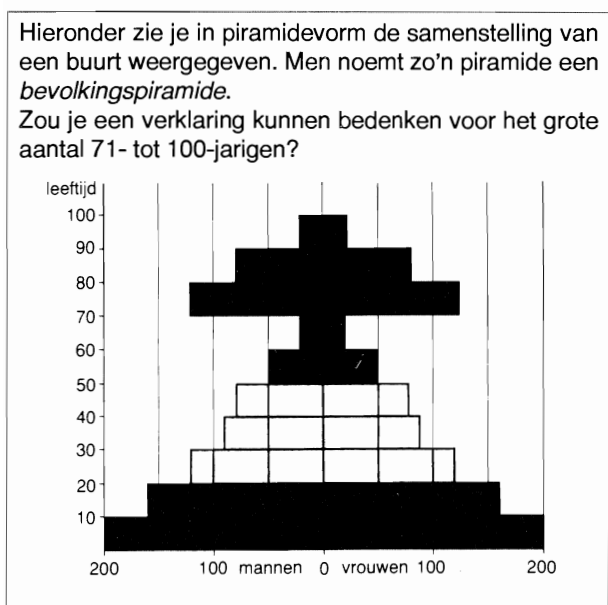


fig. 1 Bevolkingspiramide van een stadswijk  
Bron: Exact Biologie, deel 2V

Dergelijke bevolkingspiramiden kom je in wiskundeboeken ook tegen bij hoofdstukken die gaan over statistiek. Bij biologie kom je vaker grafieken tegen. Een voorbeeld uit de bovenbouw:

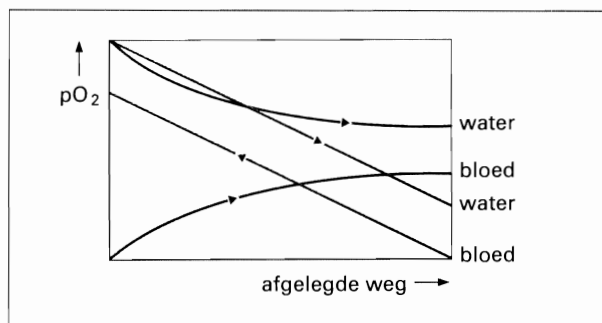
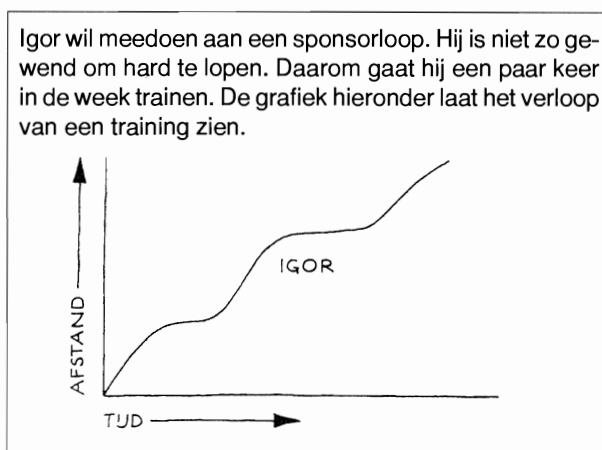


fig. 2 Zuurstofopname  
Bron: Kreutzer, deel 5V

Met dit plaatje wordt het proces van zuurstofopname uit water in de kieuwen van een vis weergegeven. Op de assen ontbreken schaalverdelingen. De grafiek dient alleen om een trend weer te geven; je kunt er geen gegevens uit aflezen.

Bij wiskunde komen leerlingen al in de eerste klas in aanraking met trend- (ofwel globale) grafieken, zie deze tijdafstand grafiek.



- Wat betekenen de 'hobbels' in de grafiek van Igor?
- Wanneer liep Igor sneller, in het begin of aan het eind van de training? Waaraan in de grafiek kun je dat zien?
- Schrijf op wat je vindt van de manier van lopen van Igor.
- Arthur loopt dezelfde afstand als Igor. Maar Arthur loopt heel regelmatig. Schets de grafiek die hoort bij Arthur zijn manier van lopen.

fig. 3 Tijd-afstand grafiek

Bron: *Moderne Wiskunde, deel 1 MHV*

De grafiek wordt niet zoals vroeger opgebouwd uit punten, maar meteen als geheel gepresenteerd. Het gaat om globale eigenschappen van de grafiek en het verloop van het proces.

In een natuurkundeboek voor de eerste klas vonden we ook tijd-afstand grafieken, maar nu opgebouwd uit meetpunten (zie figuur 4).

De natuurkundige en wiskundige in ons gezelschap hadden grote moeite met het schema van de menstruatiecyclus uit een biologieboek voor de tweede klas (zie figuur 5). Is dit een grafiek, vroegen zij zich af. Er is een horizontale as. Die zal de tijd in dagen weergeven. Maar ver-

FIG. 11 Afstand-tijddiagram van Els en Wendy.

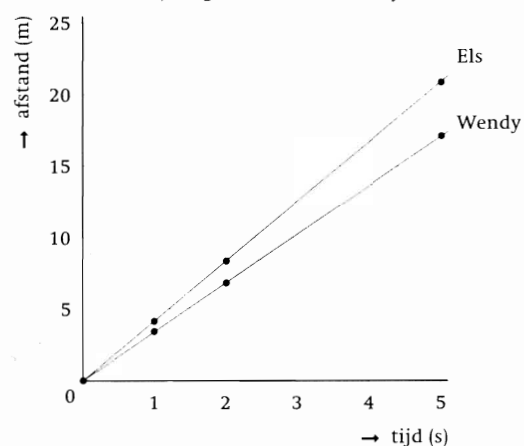
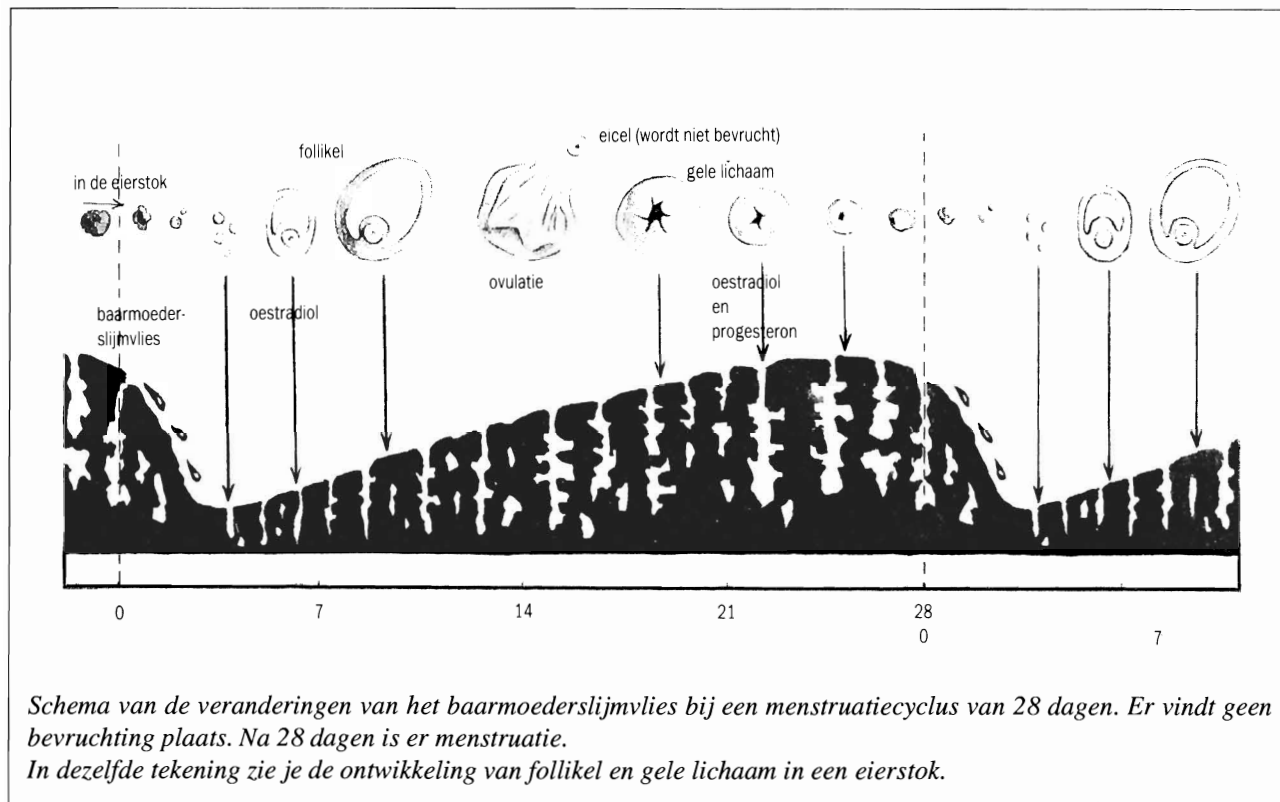


fig. 4 Tijd-afstand grafiek

Bron: *DBK Na IVBO/MAVO. Natuur- en scheikunde voor de basisvorming*

ticaal? Het lijkt alsof het baarmoederslijmvlies gegolfd is, maar het gaat toch om een grafiek die de dikte weergeeft gedurende de hele cyclus. Boven het baarmoederslijmvlies zweven anatomische structuren van de eileiders, die de eicelrijping tijdens de menstruatie weergeven. Slechts met de begeleidende tekst en een mondelinge toelichting wordt dit duidelijk.



Schema van de veranderingen van het baarmoederslijmvlies bij een menstruatiecyclus van 28 dagen. Er vindt geen bevruchting plaats. Na 28 dagen is er menstruatie. In dezelfde tekening zie je de ontwikkeling van follikel en gele lichaam in een eierstok.

fig. 5 Menstruatiecyclus

Bron: *Kreutzer deel 2 VBO/MAVO*

Nu we toch irritaties beschrijven, hier een voorbeeld uit een wiskundeboek waar onze bioloog zich over opwond:

Een groot meer is voor  $50 \text{ m}^2$  bedekt met kroos. Iedere dag neemt deze oppervlakte met  $50 \text{ m}^2$  toe.

a. Vul de tabel in.

tijd in $t$ dagen	0	1	2	3	4	5
oppervlakte $A$ in $\text{m}^2$	50	100				

b. Geef de formule voor de oppervlakte  $A$  die na  $t$  dagen met kroos bedekt is.

c. Na hoeveel dagen is er  $10\,000 \text{ m}^2$  met kroos bedekt?

Een ander meer is ook voor  $50 \text{ m}^2$  met kroos bedekt. De oppervlakte  $A$  van het met kroos bedekte gedeelte van dit meer verdubbelt zich elke dag.

a. Vul de tabel in.

tijd in $t$ dagen	0	1	2	3	4	5	6	7
oppervlakte $A$ in $\text{m}^2$	50	100						

fig. 6 Eendekroos  
Bron: *Getal en Ruimte, deel 2 HV2*

Beide tabellen laten eendekroos groeien met een snelheid die in werkelijkheid niet zal voorkomen. Bovendien is het onmogelijk dat eendekroos zich in het ene meer lineair en in het andere meer exponentieel uitbreidt. Als wiskundigen contexten uit andere vakken gebruiken, kan er iets misgaan.

## Symmetrie

In een biologieboek komen we in een hoofdstuk 'Orde van het dierenrijk' het volgende tegen:

**Symmetrie bij voorwerpen**

1 Niet-symmetrisch      2 Tweezijdig symmetrisch      3 Veelzijdig symmetrisch

Voordat je gaat kijken naar de indeling van het dierenrijk, moet je enkele kenmerken kennen.

### Enkele kenmerken vooraf

Niet-symmetrisch – tweezijdig symmetrisch – veelzijdig symmetrisch.

We noemen een voorwerp *niet-symmetrisch* als het op geen enkele manier in twee gelijke helften te verdelen is.

We noemen een voorwerp *tweezijdig symmetrisch* als het op maar één manier in twee gelijke helften te verdelen is.

We noemen een voorwerp *veelzijdig symmetrisch* als het op meer dan één manier in twee gelijke helften te verdelen is.

Dit geldt niet alleen voor (platte) voorwerpen. Ook bij het indelen van de dieren gebruiken we niet-symmetrisch, tweezijdig symmetrisch en veelzijdig symmetrisch.

Een tuinslak is niet-symmetrisch. Een bij is tweezijdig symmetrisch. Een zeester is veelzijdig symmetrisch.

fig. 7 Symmetrie  
Bron: *Biologie voor jou, deel 1 MHV*

In de voorgaande voorbeelden was er, behalve een wat ongelukkig gekozen context, geen sprake van botsingen tussen de drie vakken. Hier kan het echter voor een leerling verwarrend worden.

Het begrip veelzijdig symmetrisch lijkt misschien samen te vallen met het begrip spiegelsymmetrie bij wiskunde, maar er is een verschil. Een parallellogram is volgens de omschrijving hierboven veelzijdig symmetrisch, maar niet spiegelsymmetrisch (te verdelen in delen die elkaars spiegelbeeld zijn). De bij wiskunde gehanteerde begrippen spiegelsymmetrie en symmetrieassen, draaisymmetrie en rotatiehoeken komen hier niet terug. Dat zou mooier kunnen.

## Kijken

Bij wiskunde, biologie en natuurkunde speelt het visueel waarnemen vanaf het begin een belangrijke rol. Bij dit onderwerp wordt het lastiger.

Bij wiskunde in de basisvorming is meetkunde vanaf het begin ruimtemeetkunde. Bij het onderzoeken van de ruimte op meetkundige aspecten spelen behalve concrete voorwerpen en situaties allerlei afbeeldingen een rol: plattegronden, aanzichten, foto's en tekeningen van ruimtelijke situaties.

De eigenschappen van een ruimtelijk model kunnen onderzocht worden door het van verschillende kanten te bekijken en in beeld te brengen. Waarnemen doe je tegenwoordig ook bij wiskunde. De rol van het standpunt wordt verklaard met zogenaamde kijklijnen.

Met kijklijnen kun je verklaren wat je ziet van je omgeving en hoe je die omgeving ziet. Later kun je er ook ver-

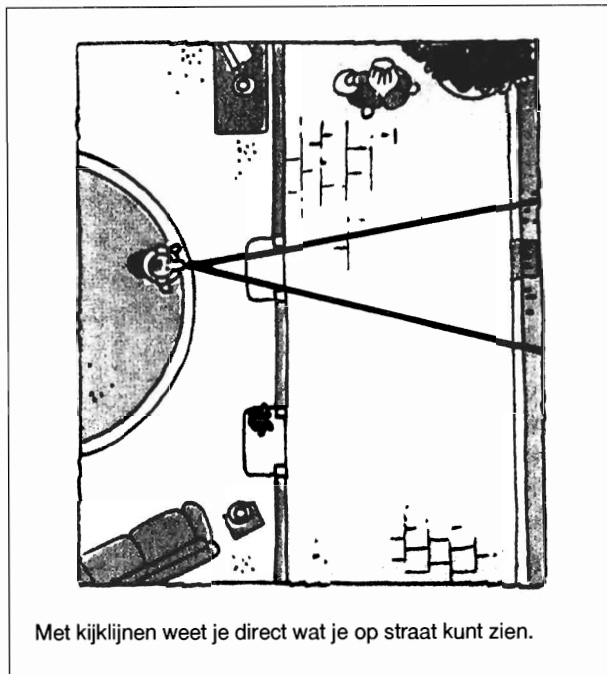


fig. 8 Bron: *Getal en Ruimte, deel 1 HV1*

schillende soorten afbeeldingen en projecties mee construeren. Kijklijnen vertrekken vanuit het oog. Onbedoeld kan hiervan de suggestie uitgaan dat het oog een soort radar is waarmee je de omgeving aftast. Dit intuïtieve idee van kijken sluit bovendien aan bij het dagelijks spraakgebruik:

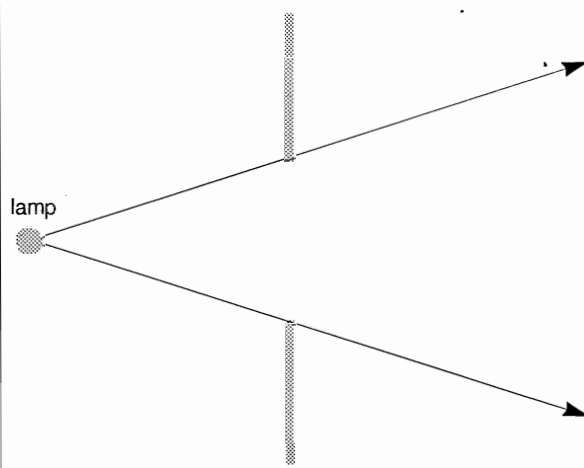
- Hoe ver kun je kijken?
- Zij richtte haar blik naar....
- Zijn oog viel op....

De optica in de natuurkunde berust op een ander concept van visueel waarnemen. Licht beweegt zich langs rechte lijnen. Lichtstralen kunnen van richting veranderen. Voorwerpen weerkaatsen licht. Ook in een lens wordt het licht van richting veranderd. Op grond van die eigenschap van lenzen kan een beeld van een voorwerp ontstaan. Het viel ons op dat in natuurkundeboeken visuele waarnemingen doorgaans vanaf het begin verklaard worden vanuit eigenschappen van het licht. Het oog is veel passiever. Als je wilt verklaren wat je ziet, moet je nagaan wat het licht vanuit een lichtbron doet. Het wordt weerkaatst door voorwerpen, hierbij kunnen kleurverschillen ontstaan. Tenslotte kan het licht ook het oog bereiken. In verklarende tekeningen worden ook lijnen getrokken. Als het oog daarbij een rol speelt, vertrekken deze lijnen niet uit het oog, maar vanuit de lichtbron of vanuit het voorwerp dat het licht weerkaatst.

Een plaatje zoals in figuur 9 zou een leerling kunnen associëren met kijklijnen, terwijl er een essentieel verschil is tussen kijklijnen en lichtstralen. Bij meetkunde kun je 'niet om een hoekje kijken', maar bij natuurkunde kan dit wel, want licht kan van richting veranderen.

### Hoe beweegt licht door de ruimte?

Licht ontstaat in een lichtbron. Het licht beweegt langs een rechte lijn. Dit zien we aan de vorm van een lichtbundel. Licht legt in één seconde 300 000 km af.



Licht beweegt langs een rechte lijn.

fig. 9 Bron: *DBK Na, IVBO/MAVO*

Bij meetkunde wordt de werking van het oog buiten beschouwing gelaten. Voor het gemak doen we bovendien alsof we maar één oog hebben, anders kun je niet werken met kijklijnen. Biologen zijn juist geïnteresseerd in de werking van de ogen. Er zijn insecten met meer dan twee ogen!

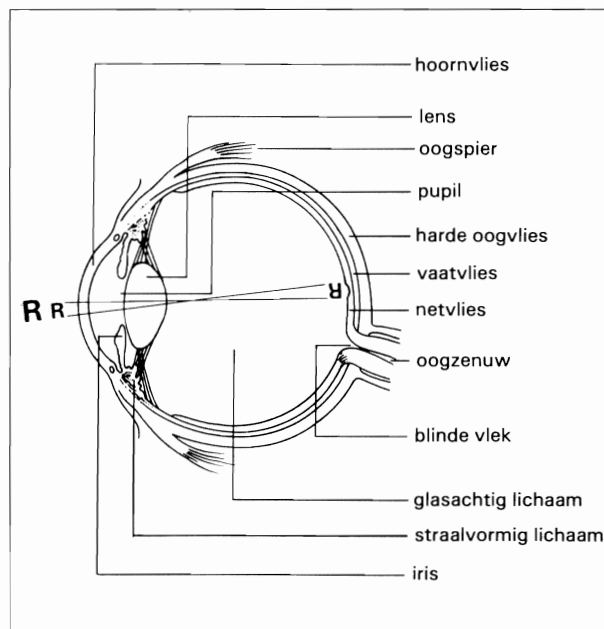


fig. 10 Bron: *Kreutzer, deel 5V*

In dit plaatje uit een biologieboek zijn ook lijnen getekend. Lichtstralen? Nee, want de ooglenzen verandert niet de richting. Kijklijnen? Toch ook niet? Aardig is om de  $R$  te volgen in dit plaatje. Die wordt eerst kleiner en komt dan omgekeerd op het netvlies. Alsof voorwerpen een beeld uitzenden dat zich door de ruimte verplaatst. Weer een ander concept van visueel waarnemen? Toch wordt bij biologie ook optica gebruikt:

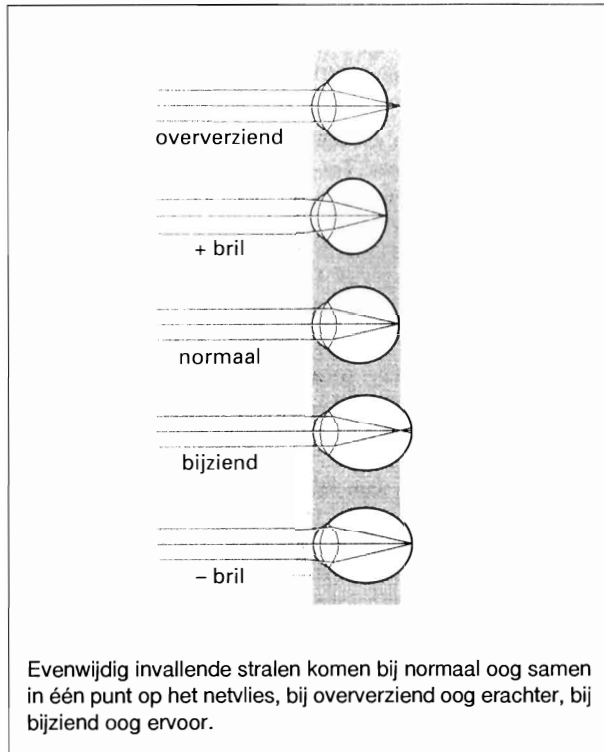


fig. 11 Bron: Kreutzer, deel 5V

De lijnen zijn hier lichtstralen. Opvallend is dat ze steeds evenwijdig op het oog vallen. Ze komen van een oneindig

ver verwijderd voorwerp. Ver-, normaal en bijziendheid spelen juist een rol bij het waarnemen van voorwerpen die op een geringere afstand staan.

## Conclusies

Voor docenten natuurkunde, biologie en wiskunde is het de moeite waard om elkaars leerboeken te bekijken. Het zou goed zijn om hierbij ook economie te betrekken (grafieken, tabellen, rekenen met procenten). In eerste instantie kan het voor leerlingen al verhelderend zijn als docenten nu en dan verwijzen naar andere vakken waar een zelfde onderwerp ook aan de orde komt.

We hebben ook wat voorbeelden gegeven van dingen die botsen. Niet met de bedoeling dat docenten van verschillende vakken elkaar in de haren vliegen. Het kan al veel schelen als docenten op de hoogte zijn van discrepanties tussen de verschillende vakken. Dit artikel is slechts een oriëntatie op een nog braakliggend terrein. We weten nog niet hoe leerlingen reageren op tegenstrijdige benaderingen vanuit verschillende vakken. Het zou goed zijn na te gaan bij welke onderwerpen een betere afstemming tussen de vakken nodig is.

## Literatuur

- Biologie voor jou, deel 1 MHV, Malmberg
- DBK Na IVBO/MAVO, Natuur- en scheikunde voor de basisvorming, Malmberg
- Exact Biologie, deel 2V, Meulenhoff
- Kreutzer, deel 2 VBO/MAVO, Wolters-Noordhoff
- Kreutzer, deel 5V, Wolters-Noordhoff
- Getal en Ruimte, deel 1HV1, Educatieve Partners Nederland
- Getal en Ruimte, deel 2 HV2, Educatieve Partners Nederland
- Moderne Wiskunde, deel 1MHV, Wolters-Noordhoff



## Uitdagende opdrachten – Vierkant wiskunde-clubs 1996

Op de VIERKANT wiskunde-clubs worden diverse leuke opdrachten gegeven. De aanpak en de problemen zijn anders dan in de wiskundelessen op school. Het accent ligt op problemen die door zelf na te denken opgelost kunnen worden.

In het schooljaar 1995-96 lopen er vier wiskunde-clubs op de volgende lokaties.

Amsterdams Lyceum, Amsterdam, Valeriusplein 15  
elke 3de woensdag van de maand  
contactpersoon: Dhr. J. Colle, tel: 020-6627 790

H. Wesselink College, Amstelveen, Startbaan 3  
contactpersoon: Dhr. E. Buissant des Amorie, tel: 020-6459 751

Erasmiaans Gymnasium, Rotterdam, Wijtemaweg 25  
elke 3de woensdag van de maand  
contactpersoon: Drs. C. Wildhagen, tel.: 010-436 0045

Gymnasium Ceeleum, Zwolle, Veerallee 30  
elke 3de woensdag van de maand  
contactpersoon: Mevr. G. de Vries, tel: 038-223722

Iedereen is welkom, ook van andere scholen!