

Steunlessen Wiskunde en NaSk

binnen de praktijklessen

Monica Wijers
Sieb Kemme



Freudenthal instituut

Aïdadreef 12
3561 GE Utrecht



ICO-ISOR Onderwijsresearch

Heidelberglaan 1
3584 CS Utrecht

Onderwijskunde
ICO-ISOR Onderwijsresearch
Universiteit Utrecht

Freudenthal Instituut
Universiteit Utrecht

Heidelberglaan 1
3584 CS Utrecht
Nederland
telefoon: 030 - 253 49 40
e-mail: owksecr@fss.uu.nl
Website: <http://www.fss.uu.nl/ico-isor/internereeks.html>

Aïdadreef 12
3561 GE Utrecht
Nederland
030 - 263 55 55
fi@fi.uu.nl
<http://www.fi.uu.nl/>

ISOR-rapportnummer 04.05

ISSN 0924-0217
ISBN 90-6709-069-7

Titel: Steunlessen Wiskunde en NaSk binnen de praktijklessen
Auteurs: Monica Wijers, Sieb Kemme
Freudenthal Instituut
mei 2004

Dit onderzoek is gefinancierd uit het budget dat het ministerie van OC&W
jaarlijks beschikbaar stelt aan de LPC ten behoeve van Kortlopend
Onderwijsresearch, dat uitgevoerd wordt op verzoek van het onderwijsveld.
Projectnummer 03.1.3.2

Druk: Drukkerij Zuidam & Uithof B.V. - Utrecht

© 2004 Universiteit Utrecht/Onderwijskunde/
ICO-ISOR Onderwijsresearch
Utrecht University/Dept. of Educational Sciences/ICO-ISOR

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Onderwijskunde/ICO-ISOR
Onderwijsresearch.

*No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or
any other means without written permission of the Department.*

Inhoud

Voorwoord	2
Inleiding	3
1. AVO en praktijkvakken: werelden van verschil	5
Probleemstelling	5
De inhoudelijke kloof	6
De didactische kloof	10
Organisatorische knelpunten	11
2. Op zoek naar raakvlakken	15
Doelen en bedoeling	15
Inhoudelijke raakvlakken	17
3. AVO vanuit en in de praktijk: schetsen van een opzet	20
4. Steunlessen	24
Inleiding	24
Opzet	24
De lessen	25
De ervaringen van de docenten	32
5. Conclusies en aanbevelingen	35
Bijlage 1: Steunles volume en massa bij Bouw	
Bijlage 2: Opzet en werkbladen steunles ‘meten en maten’ in praktijklokaal Zorg en Welzijn	
Bijlage 3: Werkbladen spanning en stroom	

Voorwoord

Het Visser 't Hooft Lyceum te Leiden Zuid-West was één van de experimenterende scholen in het WINST project¹. In dit project stond de integratie centraal van wiskunde en NaSk met de praktijkvakken² uit de sector Techniek.

Op het Visser 't Hooft Lyceum is in het kader van WINST veel energie gestoken in het 'Trike'-project. Dit is een geïntegreerd lesproject waarbij leerlingen in de afdeling metalektro gezamenlijk een trike hebben gemaakt volgens opdrachten waarin aspecten uit wiskunde en NaSk zijn verwerkt.

Door de regelmatige aanwezigheid van de NaSk-docent in het praktijklokaal ontstond vanzelfsprekend de situatie dat deze de leerlingen ging helpen met problemen op het gebied van NaSk die bij de uitvoering van de opdrachten naar boven kwamen. De ervaringen hiermee bleken op voorhand zo succesvol dat ze hebben geleid tot een aanvraag voor een kortlopend onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van deze vorm van steunlessen.

In het begin van het schooljaar 2003/2004 is begonnen met de voorbereiding van steunlessen wiskunde en NaSk. Aanvankelijk zouden de lessen plaatsvinden in de sector Techniek bij metalektro en bouw. Door langdurige ziekte van de docent bouw konden de lessen echter niet meer in deze afdeling plaatsvinden. In de praktijklessen bij de sector Zorg en Welzijn bleek echter een even grote behoefte aan ondersteuning op het gebied van rekenen en wiskunde te bestaan, met name op het terrein van meten en maten. Er is daarom besloten steunlessen voor Zorg en Welzijn in het onderzoek op te nemen. Bij het programma metalektro is gekozen voor steunlessen over het onderwerp Spanning en Stroom. Door een tegenvaller in de organisatie is de definitieve versie van deze steunlessen pas in het vroege voorjaar 2004 uitgevoerd.

Hoewel de school, Visser 't Hooft Lyceum, feitelijk de opdrachtgever is van het onderzoek, had het onderzoek niet uitgevoerd kunnen worden zonder de enthousiaste medewerking van de docenten Gerrit Dijkman (NaSk/wiskunde), Jan van de Werf (elektro) en Cees Wendt (Zorg en Welzijn).

¹ Het project Winst voor het vmbo was een van de Axis projecten op het gebied van het herontwerp vmbo.

² In deze brochure worden de termen praktijkvakken en praktijklessen gebruikt om de 'praktische' onderdelen in de beroepsgerichte programma's van het vmbo aan te duiden. De docenten van het beroepsgerichte programma worden ook vaak praktijkdocenten genoemd.

Inleiding

Bij de praktijkvakken in de sector Techniek van het vmbo komen regelmatig begrippen en vaardigheden aan bod met een wiskundige, natuurkundige of scheikundige achtergrond. Hoewel deze meestal al wel aan bod zijn geweest in de lessen wiskunde en Natuur-Scheikunde (NaSk), weten de leerlingen vaak niet uit zichzelf het verband te leggen tussen deze onderdelen uit de avo-lessen³ en dat waar ze mee bezig zijn in de praktijkvakken. Daarvoor zijn de contexten en de leeromstandigheden te uiteenlopend. Ook de docenten zijn zich soms niet bewust van de overeenkomsten en verbindingen.

In het kader van het aanbrengen van meer samenhang tussen de avo vakken wiskunde en NaSk enerzijds en de praktijkvakken op het gebied van Metaal, Bouw en Elektro anderzijds is in het Axis project 'Winst voor het vmbo'⁴ op bescheiden schaal ervaring opgedaan met het geven van steunlessen wiskunde en NaSk door de avo-docenten binnen de praktijklessen.

De resultaten waren dermate positief, dat een verder systematisch onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van dit soort steunlessen zinvol leek te zijn. Dit onderzoek is een vervolg op de ervaringen die zijn opgedaan met steunlessen door de avo- docent binnen de praktijklessen.

Het onderzoek spitst zich toe op de volgende onderzoeksvragen:

Onderzoeksvraag 1: Voor welke begrippen en vaardigheden uit wiskunde en NaSk is het zinvol om aanvullende ondersteuning te geven binnen de praktijkvakken in de sector Techniek?

Om deze vraag te beantwoorden is een onderzoek uitgevoerd naar gemeenschappelijke en voor steunlessen geschikte begrippen en vaardigheden in de wiskunde, NaSk en praktijkvakken. Hiervoor is een analyse van de gebruikte schoolboeken gecombineerd met interviews met de betreffende docenten.

Daarbij zijn onder meer knelpunten binnen het praktijkvak geïnventariseerd die mogelijk verband houden met (het niet beschikbaar zijn van) kennis en vaardigheden op het gebied van wiskunde en/of NaSk.

Op basis van deze inventarisatie van noodzaak en geschiktheid zijn onderwerpen voor ondersteunende activiteiten geselecteerd en is hiervoor een inhoudelijk ontwerp ontwikkeld.

³ Met avo-lessen en avo-vakken worden de lessen en vakken bedoeld uit het algemeen vormend deel van het onderwijs, dit zijn vakken als Nederlands, Engels, Wiskunde, NaSk. In dit onderzoek zijn de avo-vakken wiskunde en NaSk betrokken.

⁴ Het project Winst voor het vmbo is in de periode 2000-2002 uitgevoerd door een projectteam bestaande uit medewerkers van slo en Freudenthal instituut in samenwerking met docenten van vier projectscholen. Voor meer informatie zie www.fi.uu.nl/winst/

Onderzoeksvraag 2: Op welke wijze kan deze ondersteuning worden gerealiseerd binnen de praktijkvakken?

In overleg met de betrokken docenten is steeds een organisatievorm voor de ondersteuning gekozen die past bij de onderwijssituatie, het gekozen onderwerp en het doel van de ondersteuning. Gestreefd is naar een zo groot mogelijke variatie in werkvormen. De ondersteunende activiteiten en de nabespreking met de betrokken docenten zijn geobserveerd en in de meeste gevallen met behulp van video vastgelegd.

Onderzoeksvraag 3: Wat is het effect van deze ondersteuning op de resultaten van de leerling voor het praktijkvak en voor wiskunde en NaSk?

Om deze vraag te beantwoorden is een inventarisatie van effectieve aanpak en leermomenten gemaakt op basis van een analyse van de observaties en video opnamen van de lessen en de interviews met docenten en leerlingen.

In deze brochure vindt u:

- ? In hoofdstuk 1 een schets van de context waarin het onderzoek is uitgevoerd, met name toegespitst op de ‘kloof’ tussen wiskunde en NaSk enerzijds en de beroepsgerichte vakken anderzijds;
- ? In hoofdstuk 2 een vakinhoudelijke analyse van de relatie en mogelijke samenhang tussen wiskunde/NaSk en de beroepsgerichte vakken;
- ? In hoofdstuk 3 een schets van mogelijke scenario’s die tot een verbetering van deze samenhang zouden kunnen leiden;
- ? In hoofdstuk 4 een verslag van de ervaringen met de steunlessen zoals uitgevoerd in het kader van dit onderzoek.

Tot slot vindt u in hoofdstuk 5 conclusies en aanbevelingen aansluitend bij de hierboven gestelde onderzoeksvragen. De definitieve versies van het gebruikte lesmateriaal zijn, voor zover ze digitaal beschikbaar zijn, als bijlagen opgenomen.

Deze brochure is geen onderzoeksverslag. Er is gekozen voor een voor docenten toegankelijke brochure. Antwoorden op de hierboven gestelde onderzoeksvragen zijn in de brochure verwerkt. De brochure heeft tot doel docenten een beeld te geven van de mogelijkheden en effecten van ondersteunende activiteiten op het gebied van wiskunde en NaSk in de praktijklessen. We hopen hiermee docenten verder op weg te helpen naar een betere afstemming en integratie van de avo-vakken en de beroepsgerichte vakken.

1 AVO-vakken en praktijkvakken: werelden van verschil

Probleemstelling

Wie wel eens een dag heeft meegelopen met een klas 3 of 4 in de beroepsgerichte leerwegen van het vmbo zal zich ongetwijfeld hebben afgevraagd wat er met deze leerlingen gebeurt als ze zich van een avo-les naar een praktijkles begeven. De leerlingen lijken wel een complete metamorfose te ondergaan. In de avo-les is het kenmerk: goedwillende ongeïnteresseerdheid. Leerlingen doen braaf wat hun is opgedragen, maar het lijkt wel of alles in deze lessen langs hen afglijdt. In de praktijklessen, zeker als die plaatsvinden op goed georganiseerde werkplekken, zijn de leerlingen actief aan het werk. Ze voelen zich verantwoordelijk voor hun eigen handelen en werken geconcentreerd aan de opgedragen taken.

De leerlingen stappen van de avo-wereld in de wereld van het praktijkvak en andersom en passen zich aan die verschillende werelden aan. Tussen die werelden, bij wiskunde en NaSk enerzijds en de praktijkvakken in de sector Techniek anderzijds, bestaat een inhoudelijke en pedagogisch/didactische kloof.

Inhoudelijk is er sprake van verschillen in leerstof, zelfs als het om vergelijkbare onderwerpen gaat. In de praktijklessen staan begrippen uit wiskunde en NaSk volledig in dienst van het realiseren van het gewenste product bij het uitvoeren van een praktijkopdracht. Bij het avo-onderwijs staat de leerstof in het kader van de ontwikkeling van theoretische kennis op het betreffende vakgebied en in het tegenwoordige onderwijs ook vaak in het kader van het toepassen of gebruiken ervan in de alledaagse wereld. Het gaat in het algemeen om grote en breed toepasbare begrippen en vaardigheden in een samenhangend geheel of ingebed in een structuur.

Didactisch zijn er grote verschillen tussen de praktijklessen en de avo-lessen. Bij de praktijkvakken zijn de leerlingen actief met hun handen aan het werk, meestal bezig met het maken van een concreet product. Deze activiteiten passen in een beroepsoriënterend perspectief. Tegenwoordig wordt er vaak gewerkt volgens de opzet van een bedrijfs- of meer algemeen een praktijksimulatie⁵ waarbij leerlingen een grotere eigen verantwoordelijkheid krijgen bij hun werk. Zij leveren een prestatie of maken een product met een team, vaak in opdracht van een 'klant'. De ondersteuning van de praktijkdocent is daarbij gericht op het leren beheersen van technische (hand)vaardigheden en vooral op het begeleiden van de leerprocessen van de leerlingen.

In de avo-lessen worden de activiteiten van de leerlingen vooral aangestuurd door het leerboek. Meestal gaat het hierbij om het lezen van teksten en het

⁵ Zie onder andere: *Praktijksimulaties in het vernieuwend vmbo*, J.M.M. van der Sanden e.a, 2003.

maken van bijpassende vragen en opdrachten. Dit betreft veelal theoretisch en vaak abstracte zaken. Ook de practica van NaSk staan meestal in het teken van het verwerven van theoretische kennis. De vakdocent, als inhoudelijke expert, geeft aanvullende uitleg, controleert de gemaakte opdrachten en stuurt zondig inhoudelijk bij. Vaak is het onderwijs individueel gericht.

Gegeven deze grote verschillen in onderwijsleersituaties is het niet zo verwonderlijk dat leerlingen niet uit zichzelf de relatie kunnen leggen tussen beide werelden. De fysieke aanwezigheid van de avo- docent in de praktijklessen biedt mogelijkheden tot overbrugging van deze onderwijskundige kloof.

In dit hoofdstuk gaan we aan de hand van enkele voorbeelden wat dieper in op de inhoudelijke en didactische kloof tussen de lessen in avo-vakken en de praktijkvakken, daarnaast benoemen we enkele organisatorische knelpunten die deze kloof in stand houden en mogelijk zelfs vergroten.

De inhoudelijke kloof

Bij het analyseren van onderwerpen uit het avo-onderwijs in relatie tot de beroepsgerichte programma's, letten we op de betekenis en de rol die die onderwerpen in de beroepsgerichte vakken kunnen spelen. Hoewel er inhoudelijke raakvlakken zijn tussen wiskunde, NaSk en de beroepsgerichte vakken in de diverse sectoren van het vmbo, worden deze vaak verhuld door bijvoorbeeld verschillen in (vak)taalgebruik, in terminologie, in gebruikte symbolen, in formulegebruik, in aanpak en gebruik van strategieën en in de mate van concreetheid/realiteitswaarde en de functionaliteit van die onderwerpen. Daarnaast hebben de avo-vakken en de beroepsgerichte vakken ook een heel andere bedoeling. Dit alles veroorzaakt een inhoudelijke kloof. In deze paragraaf laten we enkele voorbeelden zien, zowel van de raakvlakken als van de manieren waarop die verhuld worden. We gaan daarbij ook in op mogelijke oorzaken.

Voorbeeld 1: Elektriciteitsleer versus installatietechniek

Elektriciteitsleer is een onderdeel in het curriculum NaSk in de basisvorming. Dat betekent dat alle leerlingen in leerjaar 1 of leerjaar 2 bij NaSk worden geconfronteerd met de eerste beginselen van elektriciteitsleer. Daarbij gaat het om onderwerpen als:

- elektrische apparatuur in en om het huis,
- veiligheid,
- eenheden van spanning en stroomsterkte,
- verschillende soorten spanningsbronnen,
- milieuaspecten van elektrische energie,

- de gesloten stroomkring,
- serie- en parallel- schakelingen.

Het onderwijs hierin heeft voornamelijk het karakter van algemene ontwikkeling, het is gericht op de zaken die iedere Nederlander hoort te weten. De begripsvorming staat daarbij centraal.

Installatietechniek is een onderdeel in het beroepsgerichte programma van de afdeling (metaal)elektro. Leerlingen in deze afdeling krijgen dit onderwerp in het derde leerjaar aangeboden. Het referentiekader is hierbij de praktijk van de elektrische installaties in woningen.

3 **Meten van spanning en stroom**

Naslagwerk

Het meten van een **spanning** doe je door een voltmeter rechtstreeks op de spanningsbron aan te sluiten. Zie figuur 6.

Het schema ziet er dan uit zoals in figuur 7. Hierin is:

- de aansluitklem van de spanningsbron ●;
- de voltmeter (V).

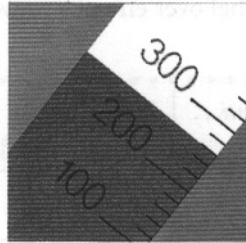
Je zegt nu: de voltmeter staat parallel aan de spanningsbron.

In dit voorbeeld uit *Huisinstallaties, leerboek elektrotechniek* (3/4 vmbo, EPN 1999) wordt precies aangegeven hoe de leerling spanning moet meten. De opstelling is in een foto weergegeven. De leerling hoeft die opstelling alleen maar precies zo na te maken en daarbij de instructies te volgen. Het taalgebruik in het voorbeeld is gericht op instructie, niet op uitleg. Zelfs zonder beheersing van een juist begrip spanning kan de leerling dit onderdeel tot een goed einde brengen.

Voorbeeld 2: Meten en maten in Zorg en Welzijn

Schattend rekenen is een belangrijk onderwerp in de wiskunde van de basisvorming. Leerlingen krijgen een gevoel voor de 'orde van grootte' van getallen, gekoppeld aan een breed scala van voorstelbare situaties. Het gaat hierbij om het kunnen kiezen van de juiste maat bij een gegeven situatie (afstand in kilometers, leeftijd in jaren,...) en het kunnen omrekenen van de ene eenheid naar de andere. De contexten zijn daarbij meestal 'voorstelbaar', waarbij er in de schoolmethodes een grote mate van variatie is in de contexten. Deze zijn bij voorkeur zo neutraal mogelijk gekozen, dat wil zeggen: niet gebonden aan een bepaald beroep of sector maar juist herkenbaar voor iedereen. Dit gaat soms ten koste van de authenticiteit.

- 4 Bekijk het meetlint.
- a In hoeveel stukjes is de afstand tussen twee getallen verdeeld?
 - b Hoe groot is elk stukje?
 - c Welke getallen horen er tussen 200 en 300 bij de streepjes?
 - d Welk getal wordt aangegeven?



In dit voorbeeld uit *Netwerk, Ivbo* (tweede editie, Wolters Noordhoff 1998) is het meetlint abstract weergegeven, waarbij de vaardigheid van het aflezen centraal staat en de getallen niet stroken met een meetlint uit het dagelijks leven.

In de sector Zorg en Welzijn komen leerlingen voortdurend maten tegen. Op verschillende werkplekken krijgen ze hiermee te maken. Ze moeten van alles meten en wegen: waspoeder, babyvoeding, haarverf, voedingsmiddelen. Het gaat vooral om inhoudsmaten en gewichtsmaten. Ook het kunnen werken met tijd en geld is in de praktijk in deze sector belangrijk. Het gebruik van deze maten vindt in de praktijklessen altijd plaats in de context van 'huishoudelijke' toepassingen.

Er ligt een duidelijk raakvlak met het onderwerp meten en maten uit het wiskunde curriculum⁶. Elementaire kennis en gevoel voor grootte van de maatsoorten kan veel fouten in de praktijk voorkomen. Deze kennis blijkt echter bij de leerlingen in het algemeen niet paraat aanwezig te zijn of in ieder geval niet te functioneren in de praktijksetting. In de activiteiten bij de beroepsgerichte vakken wordt hieraan meestal niet expliciet aandacht besteed. Dit kan problemen opleveren. Zo worden bijvoorbeeld in recepten hoeveelheden aangegeven in eenheden die niet op de gebruikte maatbekers staan. Dit betekent dat leerlingen zelf een beroep moeten doen op hun kennis van maatsystemen en de onderlinge relaties tussen de verschillende eenheden.

Voorbeeld 3: Werken met formules

In de wiskunde van de basisvorming wordt voorzichtig met formules gewerkt. In de basis- en kaderberoepsgerichte leerweg maken leerlingen alleen kennis met (lineaire) woordformules. Ze leren een grafiek te maken bij een tabel of formule. Ze kunnen bij een formule een tabel invullen. Het herleiden van een formule tot een gelijkwaardige formule is niet aan de orde. Formules hebben altijd een betekenis binnen een herkenbare voor leerlingen betekenisvolle context. Maar ook hiervoor geldt dat de gekozen contexten algemeen en beroepsneutraal van karakter zijn.

⁶ Wiskunde is in de sector zorg en welzijn geen verplicht vak. Dat betekent dat leerlingen een beroep moeten doen op de wiskunde die zij in de onderbouw gehad hebben. Meten en maten is opgenomen in de kerndoelen wiskunde voor de basisvorming.

Ook bij NaSk in de basisvorming wordt voorzichtig met formules omgegaan. In principe geldt hiervoor hetzelfde als bij wiskunde. Als het enigszins kan worden formules vermeden. Een merkwaardige uitzondering hierop is de lenzenformule bij optica.

In sterk contrast met de aanpak van formules in de basisvorming staat de aanpak van de wet van Ohm bij installatietechniek. (Uit: *Huisinstallaties, leerboek elektrotechniek*, 3/4 vmbo, EPN 1999)

4

Formule stroom, spanning en weerstand

Deze wet kun je ook als een formule schrijven:

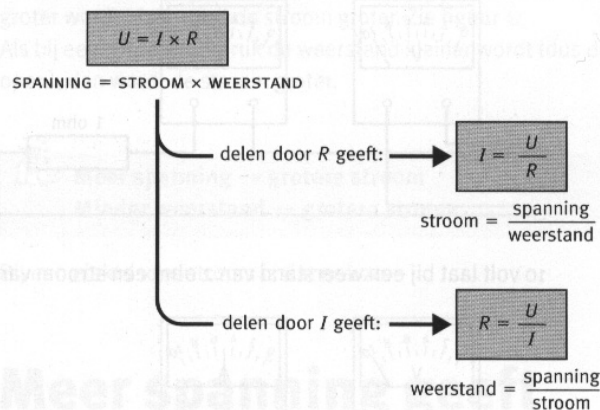


fig.8 $U = IR =$ wet van Ohm

De auteurs gaan er duidelijk van uit dat de leerlingen weten hoe je met een letterformule kunt omgaan onder andere hoe je een dergelijke formule in een gelijkwaardige kunt herleiden. Er wordt ook van uit gegaan dat ze weten dat er verschillende vormen van gelijkwaardige formules zijn; elke vorm passend bij de specifieke uit te rekenen situatie. Bedenk hierbij dat dit voorbeeld afkomstig is uit het theoriegedeelte en dat er geen enkele relatie is met het praktijkgedeelte waarin leerlingen op een oefenbord schakelingen volgens een strikt voorschrift in elkaar moeten zetten, waarbij de formule niet gebruikt wordt.

Analyse en oorzaken

Het algemeen vormend onderwijs in de basisvorming is per definitie gericht op algemene ontwikkeling van alle leerlingen. Het beroepsperspectief of de sectorkeuze speelt hierin nauwelijks een rol. Dit geldt sterk voor het wiskundeonderwijs, het gaat daarin om theoretische en praktische noties die een functioneren in de maatschappij in het algemeen mogelijk maken. Dit geldt ook voor het NaSk-onderwijs. Deze invalshoek is ook terug te vinden in het wiskunde en NaSkonderwijs voor het vmbo in klas 3 en 4. Het gevolg is dat de

voorbeelden en contexten die binnen de leerstof voorkomen per definitie beroepsneutraal zijn. Voor wiskunde is dit duidelijk naar voren gekomen uit een analyse van de meest gebruikte wiskundemethoden die is uitgevoerd in het kader van een ander kortlopend onderzoek.⁷ Te specifiek aan een beroep of sector gerelateerde begrippen en handelingen leveren het gevaar op dat leerlingen voortijdig beperkt worden tot het omgaan met toepassingen in één bepaalde beroepsrichting of sector. De centrale examens in de avo-vakken zijn ook algemeen van karakter en sectorneutraal. Dit alles maakt dat er vanuit de avo-vakken weinig tot geen inhoudelijke relatie wordt gelegd met de beroepsgerichte vakken.

In de beroepsgerichte vakken is de situatie juist omgekeerd: daarin vindt een oriëntatie plaats in één specifieke sector – gekozen door de leerling- en soms op een specifieke beroepsrichting. Leerlingen maken kennis met een aantal voor die beroepsrichting specifieke handelingen en werken aan daarbij passende praktijkopdrachten, producten of prestaties. De activiteiten van de leerlingen zijn van oudsher gericht op vaardigheden voor het maken van een product, vaak zijn de handelingen die tot dat product leiden strak omschreven als een serie instructies. Zeker in het verleden was dat zo, sporen hiervan zijn nog terug te vinden in gebruikte lesmethodes. Voor niet direct toepasbare theorie is in deze situatie geen plek. Dit geldt des te sterker voor theorie uit de avo-vakken. Binnen de beroepsgerichte vakken wordt dan ook de inhoudelijke relatie met de avo-vakken niet gelegd.

De didactische kloof

Naast de inhoudelijke kloof, zoals hierboven beschreven, is er ook sprake van een didactische kloof. Leerlingen zijn op een andere manier bezig in het avo-lokaal dan in het praktijklokaal. Docenten hebben overeenkomstig een andere rol binnen deze lokalen.

Denken tegenover doen, iets leren tegenover iets maken

Wat zijn de activiteiten van leerlingen bij wiskunde en bij NaSk? Veelal gaat het om het lezen van een tekst; het maken van opgaven, beantwoorden van vragen en uitvoeren van practicumopdrachten; het voorbereiden op een proefwerk. Meestal, met uitzondering van practica, gaat het hier dus om lezen, schrijven en luisteren naar de docent en medeleerlingen. Ook bij de practica van NaSk ligt de nadruk op de theorie. Het zijn meestal geen ‘echte’ praktisch relevante onderzoekjes, maar proeven die de theorie op een of andere wijze verhelderen of ondersteunen.

⁷ Zie: *Authentieke contexten in wiskundemethoden in het VMBO*, Kemme, Wijers, Jonker, 2003.

Binnen de beroepsgerichte vakken ligt de nadruk bij de leerlingenactiviteiten met name op het met succes kunnen uitvoeren van een (grotere) opdracht. Dit is, zoals eerder opgemerkt, vaak een praktijkopdracht waarbij een concreet product moet worden gemaakt – een raamkozijn, een schakeling, een maaltijd. In essentie gaat het dus om echte handelingen met de handen.

Dat werken aan grote opdrachten met een handelingscomponent komt des te vaker voor als in praktijksimulaties wordt gewerkt. Dan werken leerlingen meestal in een team aan een authentieke taak in opdracht van een ‘echte’ klant. Die taak is gebaseerd op de beroepspraktijk. Voor de sector Zorg en Welzijn kan dat zijn het verzorgen van de maaltijd, bijvoorbeeld pannenkoeken, voor een kinderfeestje. Voor het programma metalectro kan dat het maken van een Trike (driewielige skelter) voor een basisschool zijn.

Dit verschil in soorten handelingen bij de avo- en de beroepsgerichte vakken, brengt automatisch een groot verschil in klassenorganisatie met zich mee. Bij wiskunde en NaSk zitten leerlingen doorgaans achter een tafel, met een boek, schrift en schrijfgerei. In het praktijklokaal kunnen leerlingen zich vrijer door het lokaal bewegen, bijvoorbeeld om de nodige spullen op te halen, en staan ze bijvoorbeeld achter een apparaat of machine.

Rol van de docent

Binnen deze verschillende klassensituaties kan de rol van de docent ook sterk verschillen. Sterk aangezet geldt dat de activiteiten van de avo-docent een mengvorm zullen zijn van klassikale werkvormen en individuele ondersteuning. Die ondersteuning is vooral gericht op de vakinhoud. De docent is de vakinhoudelijke expert.

Het accent van de werkzaamheden van de docent van het beroepsgerichte programma ligt in eerste instantie op individuele begeleiding bij de praktijkopdrachten. De docent is daarbij vaak een voorbeeld, hij/zij laat de vaardigheden zien door ze zelf uit te voeren. Bij het werken in praktijksimulaties heeft de docent een belangrijke rol bij het begeleiden van het (groeps)proces en het leerproces van de leerlingen.

Organisatorische knelpunten

Naast de hiervoor besproken didactische en inhoudelijke kloof tussen wiskunde, NaSk en de beroepsgerichte vakken zijn er ook organisatorische zaken die de kloof vergroten of op zijn minst in stand houden. Enkele van deze zaken zijn al kort aangestipt. We gaan er in deze paragraaf wat dieper op in.

Sectorvakken

Elke sector in het vmbo kent een aantal verplichte sectorvakken. In deze avo-vakken doen de leerlingen verplicht examen. Daarnaast is er ruimte om enkele vakken te kiezen.

sector	verplicht sectorvak:	keuze van sectorvak uit:
Techniek	wiskunde NaSk1	
Zorg en Welzijn	biologie	wiskunde, maatschappijleer, geschiedenis, aardrijkskunde
Economie	economie	wiskunde of een moderne vreemde taal
Landbouw	wiskunde	biologie of NaSk1

In de sector Techniek zijn wiskunde en NaSk1 verplichte sectorvakken. Dit betekent dat alle leerlingen in deze sector wiskunde en NaSk1 hebben, waardoor het - in ieder geval in theorie - mogelijk is deze vakken inhoudelijk af te stemmen op de sectorspecifieke beroepsgerichte vakken. Dan kan ervan uit worden gegaan dat de leerlingen de ondersteunende wiskunde en NaSk1 die handig zijn bij de beroepsgerichte vakken ook aangeboden krijgen. In de praktijk zitten hier toch wel wat haken en ogen aan en wordt dit minder makkelijke gerealiseerd dan dit ideaalbeeld doet vermoeden. Een deel van de oorzaken - op het gebied van de inhoudelijke verschillen en die in didactiek - is in de paragrafen hierboven al kort aangestipt.

Voor de sector Zorg en Welzijn komt er een oorzaak bij. De situatie in die sector is anders; daar is namelijk wiskunde geen verplicht sectorvak. Van de leerlingen wordt wel verwacht dat ze de nodige vaardigheid hebben op het terrein van de wiskunde. Het gaat dan om vaardigheden in - onder andere - schattend rekenen, meten, het kunnen werken met verhoudingen en procenten, het interpreteren van tabellen, en het omrekenen van maateenheden. Er zijn leerlingen in deze sector die na de tweede klas geen wiskunde meer krijgen. Zo is op het Visser 't Hooft Lyceum, waar het beschreven onderzoek is uitgevoerd, voor leerlingen in de sector Zorg en Welzijn aardrijkskunde verplicht gesteld en hebben de leerlingen geen van allen wiskunde. Dat betekent dat ze het moeten doen met de voorbereiding op het gebied van wiskunde uit de eerste twee leerjaren. Doordat de leerlingen in klas 3 en 4 geen wiskundeonderwijs meer volgen is er buiten de lessen in het praktijklokaal geen systematische gelegenheid op deze 'wiskunde' in te gaan. Ook is er geen wiskundedocent betrokken bij het onderwijs aan deze leerlingen. Dit bemoeilijkt voor de leerlingen soms het handelen in de praktijk

waarbij wel wiskundige vaardigheden een rol spelen. Het goed diagnosticeren en oplossen van deze problemen is niet altijd eenvoudig voor de praktijkdocent.

Het verplicht stellen van wiskunde als sectorvak voor Zorg en Welzijn zou misschien de geschetste problemen kunnen verhelpen. Dit brengt echter ook weer andere problemen met zich mee. De wiskunde die verplicht is voor het examen, omvat veel meer stof dan nodig is om de beroepsgerichte activiteiten in de sector Zorg en Welzijn te ondersteunen, en ook meer dan nodig is om als wiskundig geletterd persoon in de maatschappij te functioneren. Door het opnemen van wiskunde - zoals het nu is gedefinieerd - als sectorvak wordt het voor meer leerlingen moeilijker te slagen voor het examen.

De avo-groepering van leerlingen

Een tweede organisatorisch punt dat het aanbrengen van samenhang tussen wiskunde en NaSk en de beroepsgerichte vakken bemoeilijkt is de groepering van de leerlingen bij de avo-vakken. Groepen leerlingen uit verschillende afdelingen en sectoren worden bij de avo-vakken uit efficiency overwegingen vaak bij elkaar gezet. Zo kunnen er in een wiskundeles leerlingen zitten van de afdeling metaal, de afdeling elektro (beide sector Techniek) samen met leerlingen uit de sectoren Zorg en Welzijn en Economie die wiskunde als keuzevak hebben. Dit maakt het lastig om in deze lessen aan te sluiten bij de opdrachten en ervaringen die de leerlingen in de praktijk hebben uitgevoerd en opgedaan. Immers leerlingen uit Zorg en Welzijn hebben geen ervaring met bijvoorbeeld boorgaten (aanknopingspunt voor het wiskundig onderwerp cirkels), terwijl leerlingen uit de afdeling metaal niet hoeven af te wegen of af te meten met een maatbeker (aanknopingspunt voor het omrekenen van 'vloeibare' inhoudsmaten). Dat maakt bij voorbaat ook een sectorgeoriënteerde ondersteuning vanuit het avo-vak praktisch onmogelijk. Natuurlijk zijn er onderwerpen waar elke leerling mee te maken krijgt: 'meten' in meer algemene zin is er zo een, en rekenen met verhoudingen ook. De contexten waarmee leerlingen uit de verschillende sectoren in de praktijk bezig zijn, zijn echter verschillend. Het vereist daardoor veel kennis en creativiteit van - in dit geval - een wiskunde docent om in een zo heterogene klas iedere leerling betekenisvol met een zelfde onderwerp bezig te laten zijn.

Natuurlijk zijn er andere onderwijsorganisatievormen denkbaar, en ook steeds meer in gebruik, waarbij dit probleem vermeden of anders opgelost kan worden. Er blijken echter nog veel scholen te zijn waar dit probleem met de groepering van leerlingen bij de avo-vakken speelt.

De dislocatie van lokalen

Van oudsher zijn op veel vmbo scholen de praktijklokalen en de avo-lokalen in verschillende delen van het schoolgebouw gehuisvest, ze liggen vaak ver uit elkaar. Een bekend stereotype beeld is dat van de 'theoretoren' en de

praktijkvleugel. Tegenwoordig is op de meeste scholen de vaktheorie geïntegreerd in de praktijk en komt deze aan bod in het praktijklokaal of in een daaraan verbonden theorielokaal. Vaak is dit een ruimte met computers. De avo-vakken worden echter nog vaak in een ander deel van het gebouw gegeven. Dit scheidt afstand, het maakt het voor docenten vaak fysiek onmogelijk om even bij elkaar in de klas te komen. Bovendien versterkt deze dislocatie het beeld van de twee gescheiden werelden.

De schoolorganisatie

Binnen de schoolorganisatie is het vaak niet mogelijk om tot een effectieve samenwerking te komen tussen avo- docenten en praktijkdocenten. Dat kan te maken hebben met een organisatorische indeling van docenten in vaksecties. Maar ook met de roostering. Gelukkig wordt in toenemende mate gekozen voor een organisatie waarbij leerlingen worden begeleid door een vast kernteam van docenten. Die ook onderling regelmatig overleggen.

2 Op zoek naar de raakvlakken

In het vorige hoofdstuk hebben we ons vooral bezig gehouden met de factoren die een belemmering vormen voor een wederzijdse ondersteuning van avo-vakken en beroepsgerichte vakken. In dit hoofdstuk gaan we op zoek naar de inhoudelijke mogelijkheden voor een dergelijke ondersteuning. We gaan in op de vraag: wat hebben wiskunde en NaSk en de beroepsgerichte vakken met en aan elkaar?

Doelen en bedoeling

De examenprogramma's vmbo beschrijven de kwaliteiten op het gebied van kennis, inzicht en vaardigheden, waarop elke kandidaat in een periode van examinering wordt beoordeeld. De exameneisen van het vmbo sluiten aan bij de drie hoofdkenmerken van het gehele voortgezet onderwijs

- het bieden van een brede persoonlijke en maatschappelijke vorming aan elke leerling;
- het centraal stellen van een actieve, zo zelfstandig mogelijk lerende leerling;
- het recht doen aan en benutten van verschillen tussen leerlingen⁸.

Hierin wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen verschillende leerwegen, sectoren of vakken.

In de preambule van het examenprogramma zijn zes algemene onderwijsdoelen opgenomen die voor alle vakken en sectoren in het vmbo gelden.

Dit zijn:

- 1 Werken aan vakoverstijgende thema's
- 2 Leren uitvoeren
- 3 Leren leren
- 4 Leren communiceren
- 5 Leren reflecteren op het leer- en werkproces
- 6 Leren reflecteren op de toekomst

Ook hierin is geen onderscheid gemaakt tussen avo- en beroepsgerichte vakken, alle vakken leveren een bijdrage aan het bereiken van deze doelen. Deze zes onderwijsdoelen kennen ieder weer verschillende subdoelen. In het algemeen zou men dus kunnen stellen dat leerlingen examen doen in een aantal vakken die elkaar wederzijds op deze doelstellingen moeten zien te vinden.

⁸ Bron: Het definitieve examenprogramma voor het vmbo, dat op 31 mei 1999 bij Besluit van de staatssecretaris vastgesteld. Kenmerk: VO/BOB-1999/20090

Voor wiskunde liggen meer specifieke aanknopingspunten met de andere vakken onder meer in de volgende subdoelen.

- 2.3 informatie in verschillende gegevensbestanden opzoeken, selecteren, verzamelen en ordenen;
- 2.4 de rekenvaardigheden hoofdrekenen, rekenregels gebruiken, meten en schatten toepassen;
- 3.1 informatie beoordelen op betrouwbaarheid, representativiteit en bruikbaarheid, informatie verwerken en benutten;
- 3.5 een eenvoudig bedrijfsmatig, natuurwetenschappelijk of maatschappelijk vraagstuk planmatig onderzoeken;
- 3.7 op basis van argumenten tot een eigen standpunt komen.

Voor NaSk liggen de aanknopingspunten onder ander bij:

- 1.3 de relatie tussen de mens en de natuur en het concept van duurzame ontwikkeling;
- 2.5 voldoen aan eisen van milieu, hygiëne, gezondheid en ergonomie;
- 2.6 doelmatig en veilig omgaan met materialen, gereedschappen en apparatuur;
- 3.5 een eenvoudig bedrijfsmatig, natuurwetenschappelijk of maatschappelijk vraagstuk planmatig onderzoeken

Toch valt er in de uitwerking van de examenprogramma's van de vakken wel degelijk een verschil in de *bedoeling* tussen avo-vakken en beroepsgerichte vakken te constateren.

De bedoeling van het algemeen vormend onderwijs is een bijdrage te leveren aan de algemene ontwikkeling van leerlingen in hun groei naar een volwaardig functioneren binnen de huidige samenleving. In een aantal onderdelen van het wiskundeonderwijs is deze doelstelling expliciet aanwezig. Bijvoorbeeld in het schattend rekenen, rekenen met procenten en informatieverwerking. Daarnaast bevat het wiskundeonderwijs onderdelen die van belang zijn voor hun intrinsiek wiskundige waarde. Het gaat hierbij om doelstellingen die meer te maken hebben met de persoonlijke intellectuele ontplooiing van de leerlingen dan met hun functioneren in de maatschappij. Met name geldt dit voor onderdelen uit de meetkunde.

Iets soortgelijks is van toepassing op NaSk. Ook hierin kan men onderdelen aanwijzen met een educatief maatschappelijk belang, zoals: aandacht voor duurzame energiebronnen, aspecten van veiligheid. Daarnaast zijn er onderdelen die meer van belang zijn voor de persoonlijke ontwikkeling en de intrinsieke waarde van de natuurwetenschappen. Kennis over de wet van Ohm zal niet direct een bijdrage leveren aan de maatschappelijke ontwikkeling van de leerling, maar kan een individuele en intellectuele uitdaging zijn die mogelijkheden opent voor een vervolgopleiding.

Voor de beroepsgerichte programma's is het de bedoeling leerlingen te oriënteren op een breed spectrum aan beroepsmogelijkheden, die via een vervolgopleiding gerealiseerd kunnen worden. Binnen de snel veranderende arbeidsmarkt kunnen specifieke technische vaardigheden snel verouderen. Dat betekent dat leerlingen niet gebaat zijn bij een al te specialistisch ingestelde opleiding. De beroepsgerichte vakken bieden dan ook een oriëntatie op een scala aan beroepen. Ze leiden niet op tot een beroep, maar ze bieden de leerlingen de mogelijkheid zich te oriënteren op en kennis te nemen van aspecten van een beroepenveld. Daarnaast wordt de leerling op weg geholpen in een proces van persoonlijke ontwikkeling, waarin ze keuzes kunnen maken en het zichzelf flexibel in kunnen zetten binnen de toekomstige mogelijkheden van de arbeidsmarkt van groot belang zijn.

Wat kunnen wiskunde en NaSk enerzijds en de beroepsgerichte vakken anderzijds binnen het algemene kader van het vmbo voor elkaar betekenen? Op het terrein van de algemene onderwijsdoelen en vaardigheden kunnen scholen streven naar één gemeenschappelijke aanpak. Bijvoorbeeld ten aanzien van het leren leren van theoretische zaken, want ook bij de beroepsgerichte vakken speelt theorie een rol. In het onder de knie krijgen van die theorie kan een gemeenschappelijke wijze van werken in avo en beroepsgerichte vakken een belangrijk houvast bieden aan leerlingen. Zelfs zonder dat er sprake is van inhoudelijke afstemming voor die vakken. Iets soortgelijks geldt voor algemene vaardigheden als: samenwerken, presenteren, zelfverantwoordelijk werken. Als leerlingen herkennen dat er aan dezelfde doelen op dezelfde manier wordt gewerkt bij zowel de avo- als de beroepsgerichte vakken, wordt de kloof verkleind.

Inhoudelijke raakvlakken

Begripsmatige ondersteuning

Het lijkt geen twijfel dat theoretische begrippen voor vmbo leerlingen geweldig aan betekenis kunnen winnen als ze gekoppeld zijn aan contexten die ze in hun dagelijks leven, op school of in hun toekomstige beroepssituatie kunnen tegenkomen. Dat geldt bijvoorbeeld voor de koppeling van inhoudsmaten aan bekende verpakkingen (bijvoorbeeld: een literpak melk), van oppervlaktematen aan afmetingen van bekende terreinen (bijvoorbeeld: een voetbalveld is een halve hectare), van gewichtsmaten aan bekende voorwerpen (bijvoorbeeld: 1 liter water weegt een kilogram), maar ook voor wetmatigheden uit de natuur- en scheikunde (bijvoorbeeld: de dichtheid van water is 1 kg/liter).

Omgekeerd is een functionele beheersing van theoretische begrippen uit de natuur- en scheikunde een belangrijke voorwaarde voor het inzichtelijk kunnen handelen in de praktijkvakken. Dat geldt bijvoorbeeld voor het onderscheid

tussen elektrische spanning en stroomsterkte. Alleen als dit helder is kan een leerling begrijpen waarom spanningsmeters anders geschakeld moeten worden dan ampèremeters.

Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke functionele beheersing van theoretische begrippen alleen dan mogelijk is indien deze expliciet gekoppeld zijn aan contexten uit de beroepspraktijk.

Gemeenschappelijke vaardigheden

Omgaan met cijfermatige informatie, zoals interpreteren van tabellen, van opschriften in recepten en andere handleidingen en gebruiksaanwijzingen, inzichtelijk kunnen gebruiken van de rekenmachine, het hebben van maatkennis, schattend kunnen rekenen en vergelijkbare vaardigheden zijn onmisbare gemeenschappelijke vaardigheden binnen het hele onderwijs. Soms wordt dit geheel aangeduid als gecijferdheid-competenties.

Ook op natuurwetenschappelijk gebied moet ieder ‘gecijferd’ zijn om goed te kunnen functioneren in de maatschappij en dus ook op school.

Dat betekent dat aan de ontwikkeling van wiskundige en natuurwetenschappelijke gecijferdheid⁹ zowel vanuit avo-vakken als vanuit de beroepsgerichte vakken op één en dezelfde voor leerlingen herkenbare wijze gewerkt moet worden. Dit is een absolute voorwaarde voor het optreden van transfer van theorie naar praktijk. Hierbij is het gebruik van zoveel mogelijk gemeenschappelijke contexten uit de praktijk een goed hulpmiddel. Hetzelfde geldt uiteraard voor de meer algemene vakmatige vaardigheden, zoals: leesvaardigheid, onderzoeksvaardigheden, het uitvoeren van een proef en het maken van een verslag.

Gemeenschappelijke onderwerpen

Op basis van de kerndoelen van de basisvorming - die deels terugkomen in het onderwijs in klas 3 en 4 vmbo -, de eindtermen uit de examenprogramma's en gesprekken met de¹⁰ docenten voor de verschillende vakken, is een lijst gemaakt van gemeenschappelijke onderwerpen uit de avo-vakken wiskunde, NaSk, en de beroepsgerichte vakken in de sectoren Techniek en Zorg en Welzijn. Voor deze sectoren is gekozen omdat het onderzoek naar mogelijkheden en effecten van steunlessen in deze sectoren is uitgevoerd.

⁹ In international verband worden meestal de termen mathematical en scientific literacy gebruikt. Hier gebruiken we gecijferdheid voor beide.

¹⁰ Deze lijst is tot stand gekomen in het kader van het onderzoek in gesprekken met de betrokken docenten. In het kader van het Winst-project is een overzicht van samenhang in leerstof gemaakt voor een aantal afdelingen in de sector techniek, zie www.fi.uu.nl/winst/materiaal

Deze lijst kan uitgangspunt zijn bij het opstellen van een plan voor een betere inhoudelijke afstemming tussen wiskunde en NaSk en de beroepsgerichte vakken.

Onderwerpen	Wiskunde	NaSk	Techniek	Zorg en Welzijn
Eenheden/maatgetallen	X	X	X	X
Grootheden/variabelen	X	X	X	X
Materiaalkennis: warmte-effecten, dichtheid, hardheid, aggregatietoestanden, isolatie.		X	X	
Stoffen		X	X	X
Symboolgebruik	X	X	X	X
Krachten		X	X	X
Elektriciteit		X	X	
Veiligheid: geluid, lichaamsbescherming,		X	X	X
Aflezen van meetinstrumenten	X	X	X	X
(Schattend) rekenen: zinvol rekenmachine gebruiken	X	X	X	X
Verhoudingen	X	X	X	X
Kommagetallen	X	X	X	X
Omgaan met diagrammen/grafieken	X	X	X	X
Omgaan met tabellen	X	X	X	X
Vuistregels en formules gebruiken	X	X	X	X
Tekeningen lezen: o.a. schaal, aanzichten, doorsneden, uitslagen	X	X	X	
Diverse meetkundige begrippen: o.a. hoeken, haaks ,evenwijdig, diameter en straal	X	X	X	

3 AVO vanuit en in de praktijk: schetsen van een opzet

In dit hoofdstuk bespreken we een aantal mogelijkheden om avo en beroepsgericht onderwijs op elkaar af te stemmen, dan wel te integreren. Of deze mogelijkheden realistisch en uitvoerbaar zijn, zal vooral afhangen van de organisatie van de school en de inzet van betreffende docenten.

We schetsen een aantal manieren waarop de avo-vakken wiskunde en NaSk en de beroepsgerichte vakken in onderlinge samenhang een plaats in het onderwijsaanbod kunnen krijgen. We leggen in deze beschrijving een relatie met schoolorganisatorische aspecten. De indeling en de gehanteerde terminologie daarbij zijn voor zover mogelijk vergelijkbaar met de ‘scenario’s’ van de taakgroep Vernieuwing Basisvorming¹¹.

Beroepsgerichte vakken naast avo-vakken

In deze opzet staan de beroepsgerichte vakken en de avo-vakken in principe los van elkaar. De aparte lessen wiskunde en NaSk blijven gehandhaafd. Ze worden gegeven in de theorielokalen, het beroepsgerichte programma wordt uitgevoerd in het praktijklokaal.

De mogelijkheden voor een meer inhoudelijke samenhang tussen avo en beroepsgerichte vakken liggen in deze situatie voornamelijk op het gebied van het afstemmen van de inhoud en de onderwijsvorm van de bestaande lessen. Dit kan door bijvoorbeeld afspraken over inhoud en didactiek te maken en door samen te werken op thema’s. Zo kan bijvoorbeeld in de lessen wiskunde en NaSk aangesloten worden bij passende inhoud en uit de praktijkvakken. Er kan bijvoorbeeld af en toe worden gewerkt aan opdrachten die zowel in de avo-lessen als in de praktijklessen kunnen worden gedaan. Bijvoorbeeld het aftekenen van werkstukken, het werken met computertoepassingen, zoals Excel, of toepassingen over aanzichten en meten; etcetera.

Ook is er de mogelijkheid een vakoverstijgend project te doen, waarvan sommige onderdelen in de praktijklokalen en andere onderdelen in de avo-lessen worden uitgevoerd. Daarbij kan wellicht de wiskunde- of NaSk-docent een korte periode meedraaien met de opdrachten in het praktijklokaal.

Wiskunde en NaSk in incidentele geïntegreerde projecten

Deze opzet ligt dicht bij de vorige. Er bestaan nog aparte lessen avo en beroepsgericht maar van tijd tot tijd werken leerlingen aan een gemeenschappelijk avo-beroepsgericht project of leveren ze een gemeenschappelijke avo-beroepsgerichte prestatie. Dit kan worden

¹¹ De Taakgroep onderscheidt vier scenario’s die te typeren zijn met ‘samenhang door leerstofafspraken’, ‘samenhang door combinaties van vakken en projecten’, ‘samenhang door integratie’, ‘samenhang via competenties van leerlingen. Zie onder andere: www.vernieuwingbasisvorming.nl

georganiseerd in de vorm zijn van een probleemgestuurd project. Vakken en projecten bestaan naast elkaar. Voor projecten wordt in het rooster gelegenheid geboden. Een voorbeeld is het project 'het maken van een trike' in de metalektro waarin de docenten van de vier vakken wiskunde, NaSk, metaal en elektro gezamenlijk betrokken zijn bij ontwikkeling en uitvoering en inhouden uit die vier vakken in gelijkwaardigheid aan bod komen.

Voordelen:

- redelijk gemakkelijk te organiseren,
- motiverend voor leerlingen vanwege de afwisseling en de betekenisvolle context.

Nadelen:

- losse incidentele aanpak.
- Mogelijk 'roofbouw' op vaklessen

AVO-vakken gemoduleerd in de werkplekkenstructuur

In deze opzet zijn de avo-vakken als zodanig herkenbaar opgenomen in de structuur van de beroepsgerichte vakken. Dat betekent dat avo-opdrachten dezelfde structuur en begeleiding hebben als die van de praktijkopdrachten. Het beroepsgerichte programma verleent daarbij aan de avo-vakken wiskunde en NaSk een eigen plekje in het praktijklokaal. De docenten van de avo-vakken zitten voor hun aantal lessen in het praktijklokaal, bijvoorbeeld in de theoriehoek die is voorzien van een aantal computers. De werkplekkenstructuur (WPS) leent zich goed voor een dergelijke opzet vanwege de vaste structuur van het onderwijs. Het is relatief eenvoudig avo-opdrachten in ditzelfde stramien te maken door de stof uit de boeken in te delen in modules. De leerlingen halen bij de balie een opdrachtformulier - werkordergeleidebon -, dit kan in deze opzet dus ook een opdracht voor een module wiskunde of NaSk zijn; ze gaan op een plaats zitten waar ze goed aan de opdracht kunnen werken bijvoorbeeld achter een computer; voeren de opdracht uit, daarbij eventueel ondersteund door de docent; laten de opdracht controleren en aftekenen. De leerlingen werken in eigen tempo en individueel. Ze doen soms een praktijkopdracht, soms een stuk avo. Het avo-onderwijs is hierbij nog niet of nauwelijks inhoudelijk geïntegreerd met dat van de praktijkvakken, wel is het in plaats en vorm daaraan verbonden. Het is in deze opzet overigens goed mogelijk voor een aanwezige avo-docent, om steun te verlenen aan leerlingen, die tijdens een praktijkopdracht tegen een theoretisch/avo-probleem aanlopen.

Er zijn in deze opzet verschillende mogelijkheden om ook een meer inhoudelijke samenhang tussen wiskunde/NaSk en beroepsgerichte vakken te realiseren. Een eerste natuurlijke mogelijkheid is al genoemd: de aanwezige avo-docent kan de leerlingen ook bij hun praktijkopdrachten ondersteunen bij problemen op het gebied van wiskunde of NaSk. De leerling kiest immers zelf wanneer hij waaraan werkt, dat hangt niet af van de aan- of afwezigheid van de avo-docent.

Meer inhoudelijke samenhang kan binnen deze opzet ook bevorderd worden door extra of andere avo-stof, die inhoudelijk goed aansluit bij de praktijkopdrachten, tot een avo-module te verwerken. Zo kan bijvoorbeeld een module wiskunde rond 'meten en maten' worden ontworpen, waarbij een van de opdrachten is dat de leerlingen de meetinstrumenten in het praktijklokaal beschrijven en er een handleiding bij maken. Zo'n wiskundemodule kan dan in plaats komen van de opdrachten rondom meten uit het gewone wiskundeboek.

Voordelen:

- eenheid van aanpak en uitvoering tussen avo en beroepsgerichte vakken

Nadelen:

- leerlingen werken dag in dag uit in hetzelfde stramien,
- de opzet doet een groot beroep op zelfstandigheid van de leerling,
- het vraagt om individuele begeleiding van de docent,
- het vraagt om aanpassingen van het bestaande avo-lesmateriaal.

Inhoudelijke integratie van (delen van)wiskunde en NaSk in beroepsgerichte programma

Het is denkbaar dat delen van wiskunde en NaSk worden opgenomen in het beroepsgerichte programma. Bij de beroepsgerichte vakken in het praktijklokaal werken de leerlingen dan aan 'vernieuwde geïntegreerde' praktijkopdrachten. Denk hierbij aan bedrijfssimulaties of andere typen praktijksimulaties. Deze opdrachten zijn zo ontworpen dat ze betekenisvol zijn en dat er avo-inhoud nadrukkelijk in zijn verwerkt. Dat geldt bijvoorbeeld voor het kunnen lezen en interpreteren van (technische) tekeningen. En voor het gebruik van een verhoudingstabel bij het werken met recepten. Grote delen van wiskunde en NaSk worden op deze manier inhoudelijk verbonden aan inhouden uit de beroepsgerichte vakken en komen geïntegreerd aan bod in het praktijklokaal waar regelmatig een wiskunde of NaSk docent aanwezig is. Daarnaast kunnen er nog aparte wiskunde en NaSk lessen worden gegeven in een avo-lokaal. In deze lessen kunnen onderwerpen aan bod komen die vanwege het praktijk-overstijgende karakter een aparte plaats dienen te behouden binnen het avo-onderwijs. Dit kan bijvoorbeeld zijn het kunnen aflezen en interpreteren van grafisch aangeboden informatie bij wiskunde en het aspect van duurzaam omgaan met energie bij NaSk.

Voor een nog sterkere inhoudelijke samenhang kan in die aparte lessen wiskunde en NaSk nadrukkelijk teruggegrepen worden op de in de geïntegreerde praktijkopdrachten aan bod gekomen wiskunde en NaSk.

Voordelen:

- goede mogelijkheden om de kloof tussen theorie en praktijk te slechten
- voorkomt verwarrende doublures
- integratie van praktijkspecifieke avo-onderwerpen

Nadelen:

- kan tekort doen aan de bedoelingen van het avo-onderwijs binnen het vmbo,
- een grondige herbezinning op de programma's van wiskunde en NaSk is noodzakelijk,
- deze aanpak van wiskunde en NaSk past niet in de huidige structuur van de centrale examens,
- kan systeemscheiding versterken,
- het vraagt om aanpassing van het bestaande lesmateriaal, ook dat van de beroepsgerichte vakken.

Steunlessen

Het gebruik van steunlessen is uitvoerbaar in combinatie met een aantal van de hiervoor beschreven opzetten. Bij de opzet met steunlessen biedt de avo-docent de helpende hand binnen de praktijklessen in het praktijklokaal. Dat kan zijn door middel van aparte 'lesjes', specifiek gericht op problemen die leerlingen tegenkomen in het praktijkvak. Het kan ook zijn dat de docent rondloopt en ondersteuning biedt, terwijl de leerlingen bezig zijn met praktijkopdrachten. Ook kan de docent remediërend actief zijn bij leerlingen met achterstand. De mogelijkheden van deze opzet en de effecten ervan zijn in het hier beschreven kortlopend onderzoek onderzocht. In het volgende hoofdstuk wordt dit onderzoek beschreven.

Voordelen:

- sterke koppeling avo-beroepsgericht via de docent
- gemakkelijk te organiseren
- flexibel uit te voeren

Nadelen:

- losse incidentele aanpak.

4 Steunlessen

Inleiding

In dit hoofdstuk doen we verslag van het onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van steunlessen op het Visser 't Hooft Lyceum te Leiden. Zoals vermeld in de inleiding, ligt de aanleiding voor dit onderzoek in activiteiten die zijn uitgevoerd binnen het project Winst voor het vmbo. In het kader van Winst is op het Visser 't Hooft Lyceum gewerkt aan een geïntegreerd lesproject 'de Trike'. Dit project is ontwikkeld voor leerlingen in de opleiding metalektro. Het lesmateriaal heeft als kern het maken van een Trike, een soort driewielige skelter. In het materiaal zijn rondom deze kernactiviteit opdrachten opgenomen die te maken hebben met de wiskunde en NaSk. Het project werd uitgevoerd in een periode van zo'n drie weken. Alle praktijklessen en alle lessen wiskunde en NaSk werden hiervoor benut.

De avo-docenten voor wiskunde en NaSk werkten nauw samen met de praktijkdocenten. Alle docenten zijn mee geweest op de excursie aan het begin van het project naar een bedrijf dat Trikes produceert. Verder waren de avo-docenten regelmatig aanwezig in het praktijklokaal, waar zij hun leerlingen aan het werk konden zien en in konden gaan op vragen die de leerlingen hadden op het gebied van wiskunde en NaSk.

De ervaringen met deze samenwerking waren zeer positief. Zo verbeterde de relatie tussen de leerlingen en de avo-docenten en kregen de docenten wederzijds meer inzicht in elkaars vak en de verbanden tussen de vakken.

Bovendien bleek dat de steun van de avo-docenten in het praktijklokaal voor leerlingen duidelijker maakte wat de avo-vakken voor hen in de praktijk konden betekenen.

Aansluitend bij deze positieve ervaringen heeft de school het kortlopend onderzoek naar steunlessen aangevraagd.

Opzet

Aanvankelijk zouden de lessen geheel binnen de sector Techniek plaatsvinden, zowel in de afdeling bouw als bij het intrasectorale programma metalektro. Door ziekte van de docent bouw heeft slechts één steunles bij bouw plaatsgevonden. Om toch bredere ervaring op te doen in het onderzoek en omdat in de sector Zorg en Welzijn problemen waren met het ontbreken van nodige wiskundekennis bij de leerlingen heeft een deel van het onderzoek daar plaatsgevonden. Er zijn steunlessen uitgevoerd in derde klassen van de basisberoepsgerichte en kaderberoepsgerichte leerweg bij Bouw (eenmalig), Metalektro en Zorg en Welzijn.

Met de betrokken docenten zijn onderwerpen voor de steunlessen vastgesteld. Door de onderzoekers is vervolgens in samenspraak met de docenten een vorm gekozen die voor de steunles over het betreffende onderwerp het meest geschikt

leek; een klassikaal interactief lesje, de docent die rondloopt en vragen stelt en beantwoordt bij individuele leerlingen, een les aan de hand van schriftelijk materiaal, etcetera. Daarbij is getracht variatie aan te brengen, zodat het onderzoek informatie oplevert over de wijze waarop de steunlessen gerealiseerd kunnen worden. Omdat het hier om een beperkt onderzoek gaat moet deze informatie natuurlijk geïnterpreteerd worden binnen de context van de school en de gekozen onderwerpen.

Vervolgens is de steunles uitgewerkt door de onderzoekers, voorgelegd aan de docenten, eventueel aangepast en vervolgens uitgevoerd door de avo-docent in het praktijklokaal. De lessen zijn door de onderzoekers geobserveerd en op video opgenomen. Na analyse werd, indien nodig, de les gereviseerd en opnieuw uitgevoerd.

De ervaringen zijn besproken met docenten en leerlingen. De rest van dit hoofdstuk bevat de beschrijving van de uitgevoerde lessen en de ervaringen ermee. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies en aanbevelingen opgenomen. Het schriftelijk lesmateriaal – voor zover dat digitaal beschikbaar is- is opgenomen als bijlage.

De lessen

Bouw: De kruiwagen, klassikale interactieve les

Aanleiding

Deze les NaSk (met een beetje wiskunde), in het praktijklokaal ‘natte bouw’ is bedoeld om de belangstelling van leerlingen te wekken voor begrippen als volume en massa waar ze in de beroepspraktijk vaak tegen aanlopen. Ze kennen deze begrippen uit de NaSk lessen, maar leggen in de praktijk niet zelf het verband hiermee. Door hier expliciet aandacht aan te besteden en de begrippen nadrukkelijk aan de praktijk verbinden gaan de leerlingen er naar verwachting gemakkelijker mee om.

Opzet

In het lokaal van Bouw geeft de docent wiskunde/NaSk een klassikale interactieve les over inhoud/volume en gewicht/massa. Deze begrippen worden direct betrokken op voorwerpen en stoffen die in het lokaal aanwezig zijn: de wasbak, emmers, een kruiwagen, water en zand. De docent gaat in een vraaggesprek met de leerlingen in op deze begrippen. Tevens zijn een aantal praktische opdrachten geformuleerd, die de docent aan de leerlingen zal voorleggen. Dit zijn:

- Wat is het volume van de wasbak in dit praktijklokaal?
- Hoeveel kruiwagens zand gaan er uit 1 m^3 zand? Hoe kun je dit zo nauwkeurig mogelijk bepalen?

Verder zal worden ingegaan op aan de opdrachten gerelateerde natuurkundige begrippen als dichtheid, kracht en hefboom.

Opbouw van de les

- Korte inleiding op maten voor volume, daarbij ook relatie met inhoud (in dagelijks leven en wiskunde gebruikte term).
- Bepalen van het volume van de wasbak: drie leerlingen gaan meten en rekenen.
- Bepalen van het aantal kruiwagens dat je nodig hebt voor 1 m^3 zand door die waterpas te zetten en te vullen met emmers met water.
- Relatie leggen tussen massa/gewicht en dichtheid: Hoe zwaar is een kruiwagen water en een kruiwagen zand?
- Relatie leggen met hefboom: Waarom kun je in een kruiwagen wel zand vertillen en zo los op de grond niet?

Ervaringen

De steunles duurde 35 minuten. De gekozen vorm van het vraaggesprek met praktijkopdrachten stimuleerde de leerlingen actief mee te denken en te doen. Voor een verslag, zie bijlage 1.

Uit de actieve betrokkenheid waarmee de opdrachten werden uitgevoerd en de vragen die werden beantwoord blijkt dat de leerlingen en de docent de les als zeer waardevol hebben ervaren. In korte tijd en met een geringe inspanning hebben leerlingen een betekenis kunnen geven aan een aantal theoretische begrippen uit NaSk binnen hun beroepsvoorbereiding.

Metalektro: Aflezen meetinstrumenten, kleine groep/individueel

Meten is een vast onderdeel binnen NaSk. Vaak blijft het echter bij opdrachten maken uit het boek, een enkele keer wordt er gemeten in een practicum. De practicumopdrachten hebben in het algemeen betrekking op ‘beroepsneutrale’ onderwerpen, zoals: het maken van een thermometer en het ermee meten, het meten van verschillende uitzettingen van metalen. De practica zijn dan veelal bedoeld als ondersteuning van de theorie en hebben geen ‘praktische betekenis’. In de metalektrolessen wordt veel gemeten. De leerlingen zien echter nauwelijks de relatie met het meten tijdens de NaSk lessen. Deze steunles in het praktijklokaal door de NaSk docent heeft tot doel die relatie expliciet te leggen, zodat de leerlingen minder problemen hebben met het gebruik van meetinstrumenten en de maten die ze erop aflezen.

Opzet

Gekozen is voor een praktijkopdracht die met een kleine groep of individueel kan worden uitgevoerd. Centraal staat de opdracht: welke meetinstrumenten zijn er in het lokaal? Wat kun je ermee meten? Welke eenheid/eenheden worden daarbij gebruikt?

Opbouw van de les

De wiskunde/NaSk docent loopt met de leerlingen samen door het lokaal. Daarbij noteren de leerlingen - in tweetallen of individueel - de aanwezige meetapparaten. Vervolgens schrijven ze ieder voor zich (of in een tweetal) op wat ze met elk apparaat kunnen meten en welke eenheid gebruikt wordt. Dit wordt kort centraal besproken, waarbij verwezen wordt naar meten en eenheden zoals die in de NaSk-lessen aan bod zijn geweest.

De les kan, afhankelijk van het verloop en de tijd- eventueel vervolgd worden door metingen met de apparaten uit te voeren.

Ervaringen

De steunles verloopt goed, en kost ongeveer 30 minuten. Dit blijkt ook lang genoeg. De leerlingen geven aan dat ze zich niet eerder gerealiseerd hadden dat het bij NaSk en in het praktijklokaal om eenzelfde soort van meten gaat.

Positief effect: binnen de theoretisch georiënteerde lessen NaSk heeft het meten een rijkere betekenis gekregen.

Zorg en Welzijn: Meten in de keuken, individuele ondersteuning

Tijdens het uitvoeren van de praktijkopdrachten bij de verschillende werkplekken in het praktijklokaal, lopen leerlingen regelmatig vast op begrippen die wel vanuit wiskunde en NaSk – in klas 1 of 2 - zijn aangereikt, maar die ze op dat ogenblik beslist niet meer paraat hebben. Het gaat dan vooral om begrippen die te maken hebben met meten en (af)wegen. Leerlingen kunnen hierdoor regelmatig niet goed verder met de praktijkopdracht. De verwachting is dat individuele hulp van de wiskunde/NaSk docent ter plekke en op het moment dat een leerling vastloopt hierbij zeer effectief kan zijn. De bedoeling is leerlingen de ontbrekende kennis en vaardigheden aan bieden, op het juiste ogenblik en gericht op de praktische toepassing waar ze op dat moment mee bezig zijn.

Opbouw van de les

In de les werken de leerlingen aan de praktijkopdrachten ‘pannenkoeken bakken’ en ‘soep koken’ op de werkplek ‘keuken’ in het praktijklokaal. De wiskunde/NaSk en de praktijkdocent (met lesbevoegdheid wiskunde) lopen rond, stellen vragen en geven hulp bij het aflezen en het afmeten van de juiste hoeveelheden.

De opzet is om dit zoveel mogelijk in een vragende vorm te doen, daarbij expliciet verwijzend naar wiskunde en NaSk.

Onderwerpen die daarbij naar verwachting aan bod kunnen komen zijn:

- het interpreteren en zonedig omzetten van de maten in recepten, bijvoorbeeld weten dat 2,5 dl hetzelfde is als 250 ml

- het kiezen van het juiste meetinstrument – maatbeker, maatschep, weegschaal
- aflezen van meetinstrumenten
- omrekenen van hoeveelheden in recepten

Verder kunnen de aanwezige docenten de leerlingen helpen bij andere problemen die opkomen tijdens het uitvoeren van de praktijkopdrachten. De leerlingen gebruiken verschillende maatbekers met verschillende schalen en een digitale ‘tarra’-weegschaal. Ze lezen milliliters en grammen af en rekenen de juiste tijd voor de magnetron uit die past bij de gekozen gewicht van de soepballetjes.

Ervaringen

De leerlingen die pannenkoeken gaan bakken lopen al snel tegen een probleem aan. Ze meten 160 ml melk af, de docent helpt hen op weg bij het gebruik van de gekozen maatbeker. Ze lezen dan het recept opnieuw door en blijken alle hoeveelheden te moeten verdubbelen. Dat verdubbelen levert geen probleem op. Ze beginnen opnieuw met het afmeten van de dubbele hoeveelheid melk.

Het slecht lezen van recepten blijkt meer voor te komen. Een tweetal leerlingen dat soep gaat maken doet een willekeurige hoeveelheid water in de pan. Op de vraag van de docent of ze weten of dit de juiste hoeveelheid water is, wordt wat onbegrijpend gereageerd. Na de vraag naar wat ze verder nodig hebben bedenken de leerlingen dat ze het recept door moeten lezen. Het is al een kunst om op het pakje soep het recept in het Nederlands te vinden. Daar staat dat ze een liter water nodig hebben. Met enige ondersteuning via hulpvragen van de docent, komen ze er zelf achter dat de 500 mL op de maatbeker die ze gebruiken overeenkomt met een halve liter.

Het gebruik van de digitale tarraweegschaal om de bloem af te wegen levert veel problemen op. De meeste leerlingen weten dat ze de tarraknop moeten indrukken, maar wanneer precies en wat die knop dan doet blijkt meestal onbekend. Samen met de docenten ontdekken de meeste groepjes hoe de knop werkt en gebruikt moet worden. Dat dit niet eenvoudig is blijkt ook uit het feit dat veel leerlingen het bij de tweede keer wegen alweer vergeten zijn. Weinig leerlingen kunnen dan nog uitleggen wat de knop doet.

Een onverwacht rijke bron voor veel wiskundige activiteiten blijkt het ontdooien van gehakt voor soepballetjes in de magnetron te zijn. Ook weer geholpen door de docent ontdekken leerlingen dat ze het gewicht van het gehakt eerst moeten bepalen en dat ze dan met behulp van de informatie op de magnetron – die ze eerst moeten decoderen- de tijdsduur voor het ontdooien kunnen berekenen. Zelfs zodra de tijdsduur bekend is, zijn de problemen nog niet voorbij: want hoe stel je de tijdsduur in op de magnetron?

Alles bij elkaar bleek dat elk tweetal leerlingen in deze les de hulp van de wiskundedocent nodig heeft gehad. Er waren veel problemen met het omgaan met meten, maten en meetapparatuur. Deze individuele hulp bleek in de meeste

gevallen adequaat: de leerlingen kwamen in het hulpgesprek, meestal een vraag - antwoord gesprek, tot een oplossing voor hun probleem en konden weer verder. De docent hield echter regelmatig eenzelfde gesprek.

Omdat er zoveel problemen waren bij nagenoeg alle leerlingen en omdat omgaan met meten en maten, zeker in de keuken, elke les weer opnieuw voorkomt is besloten om voor dit onderwerp aparte werkbladen te maken. Deze werkbladen over 'meten en maten in de praktijk' worden in een steunles in het praktijklokaal onder leiding van de wiskunde/NaSk docent gebruikt.

Zorg en Welzijn: Meten met maten, steunlessen met werkbladen

Zoals hiervoor aangegeven is het doel van deze steunles om de kennis en vaardigheden van de leerlingen op het gebied van meten en maten op te frissen in een praktijksetting. Deze leerlingen hebben bij wiskunde in de voorgaande leerjaren op een theoretische wijze kennis gemaakt met de verschillende maateenheden en het omrekenen daarvan. Dit blijkt in de praktijksituaties echter niet goed te functioneren. De leerlingen oefenen in deze steunles met meten, wegen, aflezen en rekenen in de keukenruimte van het praktijklokaal, de wiskunde/NaSk docent begeleidt de leerlingen daarbij. De werkbladen bevatten zowel theorie opdrachten als kleine praktische opdrachten. Hoewel de individuele ondersteuning in een eerdere steunles wel werkte, leek een les voor alle leerlingen over dit onderwerp efficiënter.

Opzet

De les begint met een klassengesprek door de wiskunde/NaSk docent over meten en wegen. Waarin het verband wordt gelegd met de eerdere steunles met individuele ondersteuning die een aantal weken eerder plaatsvond. Na de inleiding gaan de leerlingen in tweetallen aan het werk met de opdrachten van de werkbladen (zie bijlage 2), het geheel wordt afgesloten met een klassengesprek.

De opbouw van de les

- Inleidend klassengesprek: meten op de werkplek.
- Meetopdrachten: water en bloem afmeten en wegen.
- Theorievragen in open vraagvorm.
- Afsluitend gesprek.

Ervaringen

Ondanks het aparte materiaal hebben bijna alle leerlingen bijna alle opdrachten gedaan. Meestal gebeurde dat in tweetallen. De werkwijze en sfeer in de steunles kwamen overeen met die in de gebruikelijke praktijklessen. Dat betekent dat de leerlingen in tweetallen tamelijk zelfstandig hun gang gaan waarbij ze veel lopen en praten, wat regelmatig een wat chaotische en onrustige indruk maakt. Zo'n les lijkt in geen enkel opzicht op een traditionele

wiskundeles. Op het eerste gezicht werd uit het gedrag van leerlingen niet zichtbaar of de les effect had. Ze maakten de opdrachten, en stelden daarbij weinig vragen. Tijdens de klassikale inleiding en terugblik - die ook staande bij de werkplek werd uitgevoerd - was de betrokkenheid van de leerlingen echter wel duidelijk. De meeste leerlingen gingen in op de vragen van de docent en waren actief betrokken bij het gesprek.

Bij het beoordelen van de ingeleverde werkbladen en het analyseren van de video ontstond toch het beeld dat er een bewustwording rondom het gebruik van maten en meetinstrumenten (maatbeker en weegschaal) is opgetreden. Leerlingen keken bewuster naar de verschillende schalen voor verschillende producten -suiker, bloem, water- en de verschillende maataanduidingen op de maatbekers. Dit bleek uit videobeelden, maar ook uit de getekende 'meet'schalen (het resultaat van een van de opdrachten). Ook bleek dat leerlingen geconcentreerder en nauwkeuriger de hoeveelheden aflazen, waarschijnlijk omdat ze met de weegschaal moesten controleren of de in de maatbeker afgemeten hoeveelheden klopten. Daarnaast stond deze keer het meten ook niet in dienst van de grotere opdracht van het bereiden van een gerecht, wellicht dat leerlingen daardoor hun aandacht ook beter op het meten konden richten. In vergelijking met een controlegroep had de praktijkdocent de indruk dat de leerlingen van deze klas handiger en wendbaarder hebben leren omgaan met maten. Dit bleek vooral tijdens de praktijkopdrachten die de leerlingen in de tijd erna op eenzelfde werkplek uitvoerden.

Elektro: diverse onderwerpen uit elektriciteitsleer, steunles met werkbladen

Het beroepsgerichte programma van elektro heeft erg veel raakvlakken met NaSk. De vaktheorie van elektro overlapt voor een deel de elektriciteitsleer uit NaSk. Dit betekent overigens niet dat voor leerlingen deze overlap duidelijk is. Zoals eerder beschreven zijn de verschillen in inhoud en didactiek tussen de avo-vakken en de beroepsgerichte vakken daarvoor vaak te groot.

Om de leerlingen in de praktijk meer voordeel te laten hebben van de bij NaSk geleerde zaken heeft de elektro-docent werkbladen¹² gemaakt met opdrachten over verschillende onderwerpen uit NaSk die verband houden met praktijkopdrachten op het gebied van elektro. Ook hier gaat het om het gebruiken van theorie in de praktijksetting. Deze werkbladen worden in een steunles in het praktijklokaal gebruikt, waarbij de NaSk-docent een begeleidende rol heeft.

¹² Deze werkbladen zijn niet digitaal beschikbaar en derhalve niet als bijlage opgenomen

Opbouw van de les

De leerlingen werken in het praktijklokaal volgens de werkplekkenstructuur en kunnen daarbinnen tijdens de steunles de verschillende opdrachten van de werkbladen uitvoeren. Het gaat om opdrachten over symboolherkenning, het aflezen van meetinstrumenten, verschillende soorten schakelingen, weerstandherkenning, led's en het bepalen van de weerstandswaarde.

Ervaringen

De ervaringen met deze steunles zijn niet onverdeeld positief. Een deel van de opdrachten werkt goed voor een deel van de leerlingen; zo kunnen vrijwel alle leerlingen, met beperkte hulp van de docent, overweg met de opdracht over de symbolen en het herkennen van de weerstanden. De opdrachten over schakelingen leveren al meer problemen op, met wat hulp en wat richtvragen komen de meeste leerlingen die hiermee bezig zijn er wel uit. De meetopdrachten blijken echter te moeilijk. De meeste leerlingen komen er niet aan toe, omdat blijkt dat de werkbladen meer opdrachten bevatten die meer tijd kosten dan gedacht. De leerlingen die er wel mee aan de slag gaan blijken zelfs met veel hulp van de NaSk-docent de opdrachten nauwelijks tot een goed einde te kunnen brengen. Uit analyse van de videofragmenten, uit de observaties en een gesprek met de docenten concluderen we dat de problemen van de leerlingen op een meer fundamenteel gebied blijken te liggen dan waarop deze steunles aangrijpt. Leerlingen hebben bijvoorbeeld geen goed begrip van het verschil tussen spanning en stroom, hierdoor kunnen ze niet beredeneren en niet begrijpen hoe de meters in een schakeling geplaatst moeten worden om deze grootheden te kunnen meten.

Er wordt besloten een nieuwe steunles te ontwerpen met als doel het verschil tussen spanning en stroom en het meten ervan aan de orde te stellen. In die steunles wordt opnieuw expliciet het verband gelegd met de elektriciteitsleer uit NaSk.

Metalektro: Spanning en stroom, steunles met werkbladen

Doel van deze steunles is de relatie te leggen tussen de theoretische begrippen spanning en stroom en de praktijk van het meten van deze grootheden. Hoewel in het voorgaande leerjaar deze onderwerpen bij NaSk aan bod zijn geweest, blijken de leerlingen deze begrippen in de praktijk toch door elkaar te halen. Dit bleek onder andere bij een eerdere steunles waarin op deze begrippen werd voortgebouwd. Leerlingen werken aan de hand van werkbladen in een carrousel aan drie series van opdrachten over meten van elektrische spanning, elektrische stroom en het werken met de multimeter (via de computer). De wiskunde/NaSkdocent begeleidt deze steunles.

Opbouw van de les

De organisatie van de les wordt ingeleid door de wiskunde/NaSk docent. Deze verzorgt ook de individuele begeleiding tijdens het uitvoeren van de opdrachten.

Opbouw werkbladen (zie bijlage 3):

- Inleiding op de begrippen spanning en stroom in analogie met stromend water

- Proef: schakeling maken

- Proef: in een schakeling meten

De serie opdrachten wordt afgesloten met een schriftelijke toets die bestaat uit 5 vragen rondom het verschil tussen spanning en stroom. Een goed begrip hiervan is noodzakelijk om spanning- en stroommeters op de juiste manier aan te sluiten.

Ervaringen

De meeste leerlingen waren in staat de drie series opdrachten inclusief de toets in twee lessen (een blokkuur) af te ronden. Tijdens het werken aan de opdrachten lijken de leerlingen niet veel problemen te ondervinden en kunnen ze zowel de meer theoretische als de meer praktische opdrachten tot een goed einde brengen.

Uit de resultaten van de toets komt echter een ander beeld naar voren. Het lijkt dat het verschil tussen spanning en stroom toch niet duidelijk over is gekomen. Het is niet goed duidelijk waaraan de matige resultaten van de toets te wijten zijn. Mogelijk is de toets slordig gemaakt omdat er geen cijfer aan werd toegekend en de toets helemaal aan het eind van de les in een paar minuten tijd werd afgenomen.

De ervaringen van de docenten

Tijdens de perioden waarin de uitvoering van de steunlessen plaatsvond heeft zoveel mogelijk voor en na elke les een gesprek met de uitvoerende docenten plaatsgevonden. In het voorgesprek werd de opzet van de les nog een keer doorgelopen. In een nagesprek werd het feitelijk verloop van de les besproken, konden de docenten hun ervaringen kwijt en werden opmerkingen genoteerd over de gehanteerde opzet van de les en over de werkbladen. Van sommige lessen hebben de docenten achteraf schriftelijk kort verslag gedaan. Aan het eind van het project is aan de docenten een aantal vragen voorgelegd. Hieronder een samenvatting van hun antwoorden

Praktijkdocent Zorg en Welzijn

De docent Zorg en Welzijn heeft door ziekte niet alle steunlessen aan zijn groep kunnen bijwonen. Hij merkt op dat de leerlingen de opdrachten als zeer zinvol hebben ervaren, waarbij ook de aanwezigheid van de wiskunde/NaSk docent gewaardeerd werd. De leerlingen vonden de steunlessen op een leuke manier

gebracht, ze waardeerden de afwisseling. De leerlingen geven zelf aan graag wat meer te willen oefenen, zodat een en ander beter beklijft.

Deze praktijkdocent merkt zelf op dat er bij de leerlingen nogal wat zaken rondom meten, maten en omrekeningen zijn weggezaakt, omdat ze in het huidige lesprogramma onvoldoende aan bod komen. De steunlessen helpen deze kennis weer op te halen. De steunlessen kunnen zowel de vorm van individuele ondersteuning als van het werken met werkbladen hebben.

In de toekomst zullen de steunlessen en het verder oefenen met deze materie - wat meet je? waarmee meet je? hoe moet je het meetinstrument gebruiken? en het omrekenen van maateenheden - zeker een plek krijgen binnen de praktijk en de vaktheorie. De studiewijzers die in het praktijklokaal gebruikt worden, zullen waar nodig bijgesteld worden. Een optie waarmee geëxperimenteerd gaat worden is om in de theorie bij de praktijkopdrachten bijvoorbeeld eens per maand hierop te oefenen.

Praktijkdocent Elektro

Deze docent geeft aan dat steunlessen altijd effect hebben in welke vorm ze ook gegeven worden. Hij wijst wel op het belang van het toetsen van het effect, bijvoorbeeld door leerlingen in eigen woorden te laten opschrijven wat ze ervan hebben geleerd.

Over de inhoud van de steunlessen merkt hij op dat het meten van spanning en stroom zeer moeilijk blijft voor deze leerlingen, de begrippen worden ook constant verwisseld, zelfs in de 4e klas nog.

Het viel hem op dat de leerlingen met plezier aan de metingen hebben gewerkt, wel met zeer veel begeleiding van de docent wiskunde/NaSk en dat ze mede daardoor de metingen goed hebben uit kunnen voeren.

De docent heeft ideeën voor verder gebruik en uitbreiding van de steunlessen over dit onderwerp. Ook in de toekomst wil hij zelf het onderwerp regelmatig laten terugkomen, inhakend op de werkbladen die bij de steunlessen zijn gebruikt. Hij vindt het daarbij zinvol om ook - mits de opdrachten begrepen zijn - te vragen welke gedachten de leerlingen hebben over hoe in de werkelijkheid de spanning opgewekt wordt. Hij ziet mogelijkheden om dit te bespreken aan de hand van de fietsdynamo.

Een absolute voorwaarde vindt hij dat er in kleine groepen gemeten wordt en van begin tot einde onder begeleiding, totdat alle apparatuur weer ingeleverd is. Dit in verband met beschadiging van apparatuur. Dat betekent wel dat er een extra docent nodig is.

Docent Wiskunde/NaSk

Deze docent heeft alle steunlessen uitgevoerd. De steunlessen hebben volgens deze docent een positief effect gehad op zowel het aanleren van nieuwe dingen

als op het ophalen van bekende zaken. De opdrachten waren niet te lang en in een bestaand lesprogramma goed in te passen. Dit ziet hij als belangrijke voorwaarde. De aanwezigheid van een extra persoon tijdens de steunles - dus beide docenten in het lokaal- is zeer gewenst.

De 'steun' docent - in dit geval was hij dat zelf - dient duidelijk het doel en nut van dergelijke steunlessen in te zien en dient oog te hebben voor de beroepspraktijk. Ook de aanwezige praktijkdocent moet het doel en nut goed voor ogen hebben.

Voor wat betreft de organisatorische en inhoudelijke voorwaarden geeft hij aan dat op Visser 't Hooft met ingang van het nieuwe schooljaar in het 3e leerjaar van de basisberoepsgerichte leerweg voor zowel metalektro, als bouwbreed, elke week 1 lesuur wiskunde en 1 lesuur NaSk verzorgd gaat worden door de avo-docent in de beroepspraktijk. Op die manier kan de avo-docent een beter contact opbouwen met de leerlingen. Verder wordt verwacht dat de leerling meer motivatie zal gaan opbrengen om de lesstof op te nemen en te verwerken. Een voordeel bij deze werkwijze is dat praktijk - en theoriëdocenten met elkaar inhoudelijk met het te volgen lesprogramma bezig zijn. Daarbij wordt niet van de afzonderlijke examenprogramma's uitgegaan, maar van de vraag 'wat moet de leerling kennen/kunnen als hij/zij straks deel gaat nemen aan de beroepspraktijk'. Hij ziet dit als een positieve ontwikkeling.

5 Conclusies en aanbevelingen

In het algemeen zijn de ervaringen van de betrokken docenten en leerlingen met de steunlessen positief. Er zijn aanwijzingen dat de lessen ook tot een effectieve verbetering hebben geleid van het functioneren van avo-begrippen binnen het beroepsgerichte programma. Uit de gesprekken met de docenten kwam naar voren dat zowel zijzelf als hun leerlingen de steunlessen graag gecontinueerd zien. Daartoe worden in de schoolorganisatie voor komend schooljaar passende maatregelen genomen.

Uit de analyse van het materiaal, dat wil zeggen de lesmaterialen, gesprekken, observaties, en de videobeelden komt een aantal zaken naar voren die we hier als kanttekeningen en aanbevelingen willen vermelden. We doen dit aan de hand van effecten van diverse keuzes op het gebied van didactiek, inhoud en organisatie.

De didactiek

- Uit de video-opnamen blijkt dat het stellen van korte ‘overhoringvragen’ over onderwerpen uit wiskunde en NaSk tijdens de praktijkopdrachten, niet altijd even effectief is. Leerlingen worden afgeleid van de eigenlijke praktijkopdracht en ze worden onzeker omdat ze worden geconfronteerd met theoretische onderwerpen die ze gewoonlijk als lastig ervaren.
- Aan het begin van de steunles Bouw stelde de wiskunde/NaSk docent de leidende vragen. Die waren precies op het goede niveau en pasten perfect binnen de Bouwcontext. Daarmee werd de aandacht van de leerlingen vanaf de eerste seconde gericht op de juiste vraagstelling.
- Leerlingen geven vaak zelf aan wat ze als moeilijk ervaren bij het uitvoeren van de praktijkopdrachten. Ze willen die opdrachten tot een goed einde brengen en lopen daarmee vanzelf tegen hun gebrek aan kennis uit de avo-vakken aan. Dat is het geschikte ogenblik om erop in te haken. Ze ervaren dan aan den lijve dat die kennis hen ook verder helpt.
- Bij de individuele begeleiding van leerlingen bestaat de verleiding om (te)veel te reageren op kleine vraagjes die op korte termijn gericht zijn op het krijgen van het goede antwoord. Vaak schiet dat zijn doel voorbij. Het advies is om de feedback te richten op het handelen van de leerlingen en telkens kort en functioneel binnen de (praktijk)opdracht te houden.
- In meer algemene zin reageren op de leerlingen, waardoor hun handelingen in een groter kader geplaatst kunnen worden werkt beter dan al te lokale feedback. De les waarin de docent samen met de leerlingen langs de verschillende meetinstrumenten loopt is een mooi voorbeeld van dergelijke meer algemene feedback.

- De verwijzing naar avo-lessen en de zichtbare expliciete terugblik op deze lessen, zowel door de avo-docent als door de praktijkdocent, zijn essentieel. Als dit niet gebeurt blijven de activiteiten teveel hangen in de praktijkopdrachten.

De inhoud

Het ligt voor de hand om die onderwerpen te kiezen waar leerlingen echt moeite mee hebben. Dat vraagt om overleg hierover tussen de avo- docent(en) en de praktijkdocent. Daarbij kan een spanning ontstaan tussen de algemenere onderwijsdoelstellingen van het avo en de meer instrumentele doelen van het beroepsgerichte programma.

Bijvoorbeeld: waarom zul je leerlingen nog vermoeden met het verschil tussen spanning en stroom, als je ze telkens via gerichte instructies kunt duidelijk maken hoe je een spanningsmeter en hoe je een ampèremeter moet aansluiten? Waarom zou je praten over het maatsysteem, het metrieke stelsel, als leerlingen maar een beperkt aantal maten gebruiken in de praktijk? Het vinden van de juiste onderwerpen en de meest geschikte insteek daarbij zal in de eerste jaren nog een kwestie van zoeken en uitproberen zijn. Dit dient een terugkerend punt van discussie in het docententeam te zijn.

De organisatie

Terugkijkend lijkt de werkvorm waarbij de avo-docent individueel helpend rondloopt in de praktijkles, of met een klein groepje leerlingen aan het werk gaat, het meest effectief te zijn voor de leerlingen. De praktijklessen blijven hierbij zoveel mogelijk intact en de avo-docent is in staat om effectief in te springen op eventuele hiaten en leerlingen verder te helpen met de praktijkopdrachten. Bovendien is deze werkvorm het minst arbeidsintensief voor de docent. De docent moet wel flexibel kunnen inspelen op vragen van leerlingen. Nadeel bij deze vorm kan zijn, dat er veel moet worden geïmproviseerd en moeilijk vooraf en doelgericht gepland kan worden. Ook zal de avo-docent het bredere beeld van de praktijklessen moeten leren kennen.

De werkvorm met werkbladen kan effectief zijn als veel leerlingen tegen dezelfde problemen aanlopen. Dit geldt met name als de problemen te maken hebben met zaken die telkens terugkomen, zoals het meten in de keuken. Daar kan dan via een steunles met werkbladen planmatig op worden ingespeeld. Een belangrijke voorwaarde bij het werken met werkbladen is wel dat de leerlingen er goed zelfstandig mee aan het werk kunnen. Dat betekent dat de onderwerpen voor leerlingen bekend moeten zijn en niet te moeilijk op conceptueel niveau. De werkvorm met werkbladen lijkt echter vaker niet goed te werken. Leerlingen ervaren de werkbladen dan als wezensvreemde elementen binnen hun praktijklessen. Ze nemen ze daarom minder serieus. Het is iets dat ze erbij moeten doen en daardoor kan het zijn doel voorbijschieten. Als de werkbladen

zelf lastig zijn, is erg veel extra hulp nodig en is de effectiviteit daardoor minder. Deze werkvorm vraagt bovendien van de docent veel op het gebied van materiaalontwikkeling.

Een vorm die ook effectief blijkt, is die van een planmatig opgezette interactieve steunles aan de hele groep. Een voorbeeld hiervan is de steunles bij bouw. Het voordeel is dat de docent een probleem centraal kan aanpakken en kan voorbereiden. Doordat leerlingen niet aan het werk worden gezet met werkbladen blijft de mogelijkheid bestaan om flexibel in te spelen op wat er tijdens de steunles gebeurt.

De ervaringen op het Visser 't Hooft Lyceum hebben geleid tot het instellen van een vast uur avo- begeleiding in het praktijklokaal. In de verwachting dat dit uur een positieve bijdrage in kwaliteit en tijd kan leveren aan de avo-lessen zou dit uur eventueel ten koste kunnen gaan van een regulier avo-uur. Mogelijk is ook dat een wisseling optreedt in een schooljaar: het ene halfjaar gaat dit ten koste van een uur wiskunde, het andere half jaar ten koste van een uur NaSk.

Een structureel probleem vraagt om een structurele oplossing. Af en toe een kijkje nemen in het praktijklokaal, helpt dus niet. Maar het bezoek van de avo-docent aan de praktijklessen is wel het begin van de oplossing. Vaak zal dit vanzelfsprekend tot afspraken leiden voor vervolgactiviteiten. Echter, vanuit de schoolorganisatie zal dit structureel gefaciliteerd moeten worden. Bijvoorbeeld door in het eerste jaar een taakuur toe te kennen aan overleg tussen avo- en beroepsgerichte docenten. Pas dan kunnen steunlessen effectief bijdragen aan een beter afstemming tussen praktijk en theorie.

Bijlage 1: Steunles volume en massa bij Bouw

Start van de les. Leerlingen zitten als groep bij elkaar en hen wordt gevraagd naar het begrip volume. Ook inhoud erbij gehaald en hun het verschil tussen deze beide begrippen duidelijk gemaakt aan de hand van een halve fles drinken. Daarna gevraagd naar een hun bekende maat om volume aan te geven. Bekend zijn liter en kubieke meter, even later gevolgd door de opmerking: 1 liter is toch 1 kubieke decimeter?

Vervolgens aangegeven dat we nu verder willen gaan met een paar praktische opdrachten, allereerst het bepalen van het volume van de wasbak in dit praktijklokaal. Hoe doe je dat?

Wasbak heeft balkvorm en leerlingen vertellen dat $V=l \times b \times h$. Oké, maar in welke maat wil je het volume aangeven. Gekozen wordt voor liter en een enkele leerling geeft desgevraagd te kennen dat de afmetingen van de wasbak dan in decimeter opgemeten moeten worden. Drie leerlingen werken deze opdracht verder uit, maar niet nadat de volgende opdracht is uitgelegd. Deze luidt: hoeveel kruiwagens zand gaan er uit 1 m³ zand? Hoe kun je dit zo nauwkeurig mogelijk bepalen?

Leerlingen geven aan dat je dan moet weten hoeveel er in die kruiwagen kan. Dit is te meten met een emmer, hierin blijkt 12 liter te kunnen. Wat is een handige maat om te tellen? 10 liter.

1e probleem: omrekenen van m³ naar L. Na dit medegedeeld te hebben kan men verder.

2e probleem: na 5 emmers dreigt de kruiwagenbak aan de achterkant bijna over te lopen terwijl de neus nog ver boven het water uitsteekt. Hoe dit verschijnsel te verklaren?

Waterspiegel wil horizontaal staan. (Later bij volle kruiwagen gecontroleerd met een lange waterpas.) Vervolgvraag 'wat hieraan te doen? Optillen? Nee, je kunt de kruiwagen niet stil genoeg houden, dus stenen onder de poten.

Na 8 emmers is de kruiwagen precies vol, dus 80 liter. Met behulp van de rekenmachine kwam men tot een juist aantal kruiwagens uit 1 m³.

De leerlingen van de eerste opdracht zijn terug en laten aan de hand van hun berekening zien dat de wasbak ongeveer 280 liter water kan bevatten. De stap hoeveel keer de wasbak vol laten lopen eer je 1 m³ water hebt, levert nauwelijks een probleem meer op.

We gaan door met het gegeven: 1 L water weegt 1 kg. In de kruiwagen zit dus 80 kg water. Kun je de kruiwagen optillen? En als de kruiwagen geladen is met zand, lukt dit dan ook? Zand is 1,7 keer zo zwaar als water, dus je hebt 136 kg zand in de kruiwagen. Leerlingen zeggen allen volmondig dat dit kan. Even begrip dichtheid aangeroerd als een verhoudingsgetal voor de massa van twee

verschillende stoffen met een zelfde volume. Daarna doorgedaan met de vraag 'waarom kun je in een kruitwagen wel 136 kg optillen en zo van de grond niet?'. Ook vragen als 'je schept het zand in de kruitwagen wat meer op de neus, wat merk je dan bij het optillen' en 'wat kan er gebeuren als al het zand teveel op de neus van een kruitwagen wordt geschept?' vonden gretig aftrek bij de leerlingen. Kortom, in ruim 35 minuten hebben wij de leerlingen laten kennismaken met begrippen als: lengte, breedte, hoogte of diepte, inhoud, volume, massa, dichtheid, vloeistofspiegel, vlakstellen, horizontaal, waterpas, kracht en hefboomwerking. Onze leerlingen en wij hadden een verrassende en aangename les.

Bijlage 2: Opzet en werkbladen steunles 'meten en maten' in praktijklokaal Zorg en Welzijn

OPZET

Doel

Relatie leggen tussen theorie en praktijk van meten en maten bij wiskunde en bij activiteiten in het praktijklokaal

Plan

Instapgesprek (10 min)

Opgaven in het praktijklokaal (20 min)

Afsluitend gesprek (10 min)

Instapgesprek

Centrale vraag:

- Wat meet of weeg je allemaal bij de praktijkopdrachten die je in dit lokaal bij de verschillende werkplekken uitvoert?
(mogelijke antwoorden: zeepoeder, wasverzachter, ingrediënten voor recepten bij koken, schoonmaakmiddel, babyvoeding, haarverf,)

Vervolg vragen, deze hoeven niet allemaal te worden besproken. Ze komen ook aan bod in de opdrachten:

- Waar meet je dan mee? (maatbekers, maatschep, dopje, weegschaal, ...)
- Wat voor maten, meeteenheden gebruik je? (liters, deciliters, grammen, schepjes, bekertjes ...)
- Hoe meet je precies? (je doet het erin/erop, rechthouden, aflezen op streepje of tussen streepjes, digitaal aflezen etc.)

Opdrachten in lokaal

Zie werkblad

Afsluitend gesprek

- Een of twee van de geschreven handleidingen laten voorlezen. Daarna bespreken of het een goede handleiding is en waarom?
- Ingaan op de verschillende meetinstrumenten: wat is hetzelfde, wat is anders?
- Ingaan op verschillende maten/maateenheden: welke horen bij elkaar? Hoe zit dat precies?

WERKBLAD METEN IN HET PRAKTIJKLOKAAL

Namen:

Kies in overleg met je leraar een van de werkplekken in het lokaal.

Beantwoord daar de vragen die hieronder op dit werkblad staan.

Kies als er nog tijd is een andere werkplek, en beantwoord daar de vragen ook (vraag een nieuw werkblad).

BIJ DE WERKPLEK

1. Bij welke werkplek ben je?

.....

Bij deze werkplek horen verschillende opdrachten, die staan in je map.

2. Zoek in je map een opdracht bij deze werkplek waarbij je moet meten of wegen.

Wat moet je doen bij die opdracht?

3. Wat meet of weeg je in deze opdracht?

4. Welke maat of welke **maateenheid** gebruik je hierbij?

5. Waar meet of weeg je dat mee?

Met

Dat heet een **meetinstrument**.

6. Welke maten zie je op het meetinstrument?

Maak een tekening van het deel van het **meetinstrument** waarop je de maten afleest.

Zet de goede getallen erbij en de naam van de maat.

7. Maak een gebruiksaanwijzing waarin staat hoe je met dit meetinstrument moet meten en hoe je moet aflezen.

Schrijf je gebruiksaanwijzing zo:

Stap 1.

Stap 2.

Enz.

Bijlage 3: Werkbladen Spanning en Stroom

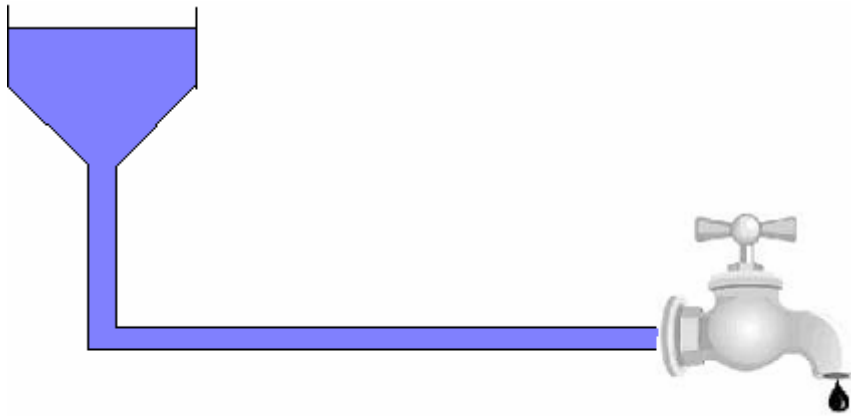
Werken met de voltmeter

Watertorens

Je ziet ze nog vaak staan, al werken ze meestal niet meer: de watertorens in de grote steden. Ze zorgden ervoor dat er drinkwater uit de kraan stroomde met een (bijna) constante druk. Tegenwoordig gebruiken ze daar sterke pompen voor.



Een watertoren is niets meer dan een groot watervat bovenop een toren.
Dat vat is gevuld met water.



Het gewicht van het water in het vat drukt op de kraan.
De kraan is gesloten. Er stroomt dus geen water.
Maar er is wel druk.

1 Vraag

Wat gebeurt er als je de kraan opendraait? (Omcirkel het goede antwoord)

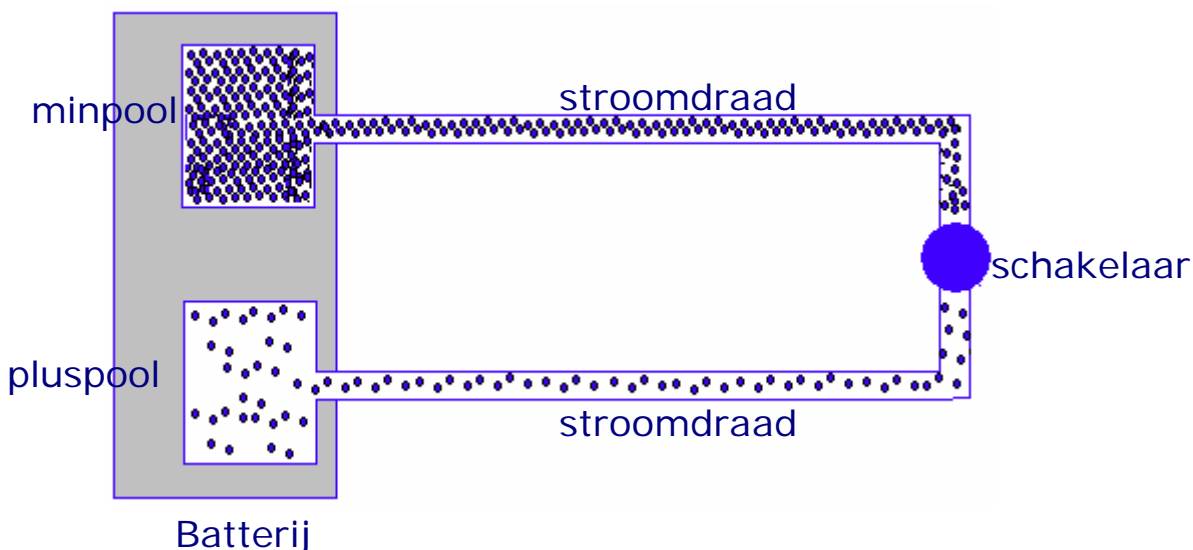
- A Er is geen druk meer in het vat.
- B De druk wordt langzaam minder.
- C De druk blijft (bijna) gelijk tot het vat helemaal leeg is.

Spanningsbronnen

In je diskman zit een batterij.
Die zorgt voor de nodige elektriciteit.
Een batterij is een spanningsbron.
Die levert elektrische stroom zoals de watertoren water levert.



Dat werkt zo.
De minpool van een batterij zit vol met elektronen.
Dat zijn negatief elektrisch geladen deeltjes.
Die stoten elkaar af en zouden het liefst zoveel mogelijk ruimte willen hebben.
De pluspool van de batterij heeft een tekort aan elektronen.
In de stroomdraad (= geleider) kunnen de elektronen vrij bewegen.
De schakelaar staat uit (de stroom doorgang is dus dicht).
De elektronen kunnen niet verder.
Maar er is wel een verschil in druk tussen de negatieve en de positieve pool.
Dat verschil in druk heet het **spanningsverschil**.



2 Vraag

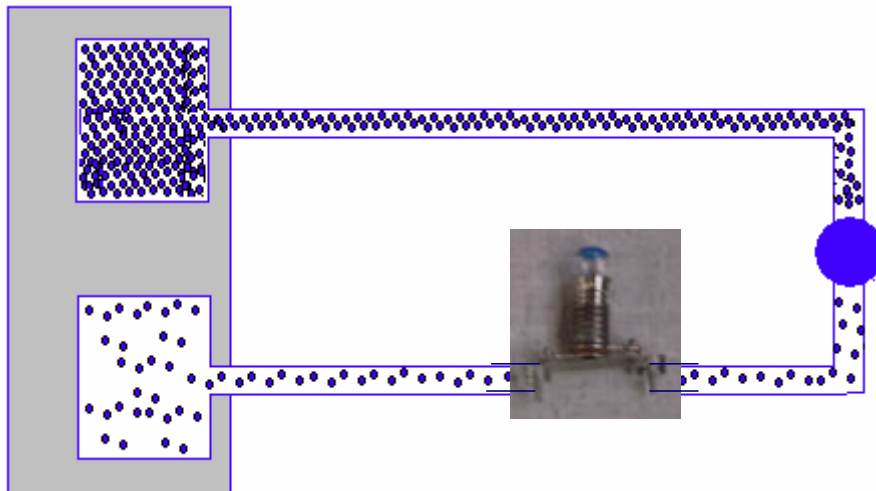
Wat gebeurt er als je de schakelaar aan zet? (Omcirkel het goede antwoord)

- A Er is geen spanningsverschil meer.
- B Het spanningsverschil wordt langzaam minder.
- C Het spanningsverschil blijft gelijk tot de batterij helemaal leeg is.

Een lampje laten branden

In de tekening zie je dat er een draad loopt:

- van de minpool van de batterij naar de schakelaar,
- van de schakelaar naar het lampje,
- van het lampje naar de pluspool.



In de tekening staat de schakelaar staat uit.

Er loopt dus geen stroom.

Zet je de schakelaar aan, dan stromen de elektronen van de minpool naar de pluspool door het lampje.

Het lampje gaat branden.

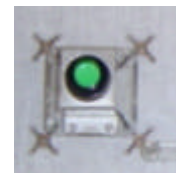
3 Proef

Maak op een bordje de schakeling van de tekening.

Laat het lampje branden door de schakelaar aan te zetten (houd de schakelaar ingedrukt!).

Je hebt nodig:

- een batterij
- verbindingstukjes
- een lampje
- een drukschakelaar



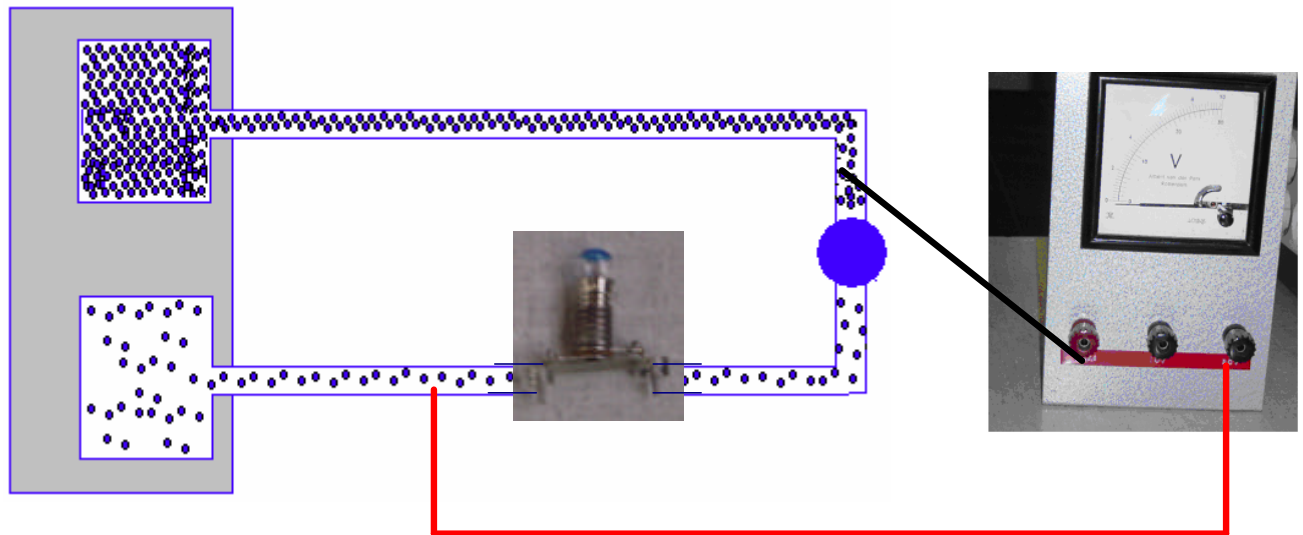
4 Vraag bij de proef

Het lampje brandt omdat: (Omcirkel het goede antwoord)

- A Er gaat een draad van de minpool naar het lampje en van het lampje naar de pluspool.
- B Het lampje warm wordt.
- C Er stroom loopt door het lampje.

Spanning meten

Elektrische spanning meet je met een Voltmeter.
Op de foto zie je zo'n Voltmeter.
De Voltmeter meet de spanning tussen de positieve en de negatieve pool van de batterij.



Je verbindt de rode draad met de positieve pool van de batterij.
De zwarte draad verbindt je met de negatieve pool.

5 Proef

Met een voltmeter ga je de spanning van een batterij meten.
In de vorige proef heb je een schakeling gemaakt met een lampje.
Sluit nu de voltmeter aan zoals in de tekening.

6 Vraag bij de proef

Zet de schakelaar aan.
Welke spanning meet je?

7 Vraag bij de proef

Zet de schakelaar uit.

Welke spanning meet je nu?

8 Vraag bij de proef

Vul het juiste woord in.

- a De schakelaar uit staat uit. Er loopt (wel/geen) stroom.
- b De schakelaar is uit. Er is (wel/ geen) spanning.
- c De schakelaar is aan. Er is (wel/geen) stroom en (wel/geen) spanning.

Werken met de Ampèremeter

De watermeter

Het leidingwater komt meestal bij de voordeur de woning binnen. Op de foto komt het water van links de woning binnen. Het gaat eerst door de watermeter.



De watermeter meet hoeveel water er door de leiding stroomt. Aan de rechterkant zie je de hoofdkraan. Met de hoofdkraan kun je alle watertoevoer afsluiten. Daarna gaat het water naar de verschillende kranen in huis.

De watermeter meet hoeveel water er *door* de leiding stroomt. Daarom is de meter *in* de leiding gemonteerd. In de tekening kun je dat terugzien. De pijlen geven de richting van de waterstroom aan.



1 Vraag

Met de watermeter meet je:

- A Hoe hoog de waterdruk is.
- B Hoe snel het water stroomt.
- C Hoeveel water er door de leiding stroomt.
- D Hoeveel je moet betalen.

2 Vraag

Waarom is de watermeter *in* de leiding gemonteerd?

De gasmeter

Het energiebedrijf zorgt ervoor dat het gas in huis komt.

De gasmeter geeft aan hoeveel gas je verbruikt.

Het gas gaat eerst door de meter voor het gas naar de kachel en het fornuis gaat.

De gasmeter meet dus hoeveel gas er door de leiding stroomt.

Daarom is de meter *in* de leiding gemonteerd.

Bij de gasmeter op de foto gaat links het gas de meter in en gaat het er rechts weer uit.

Al het gas stroomt dus door de meter.



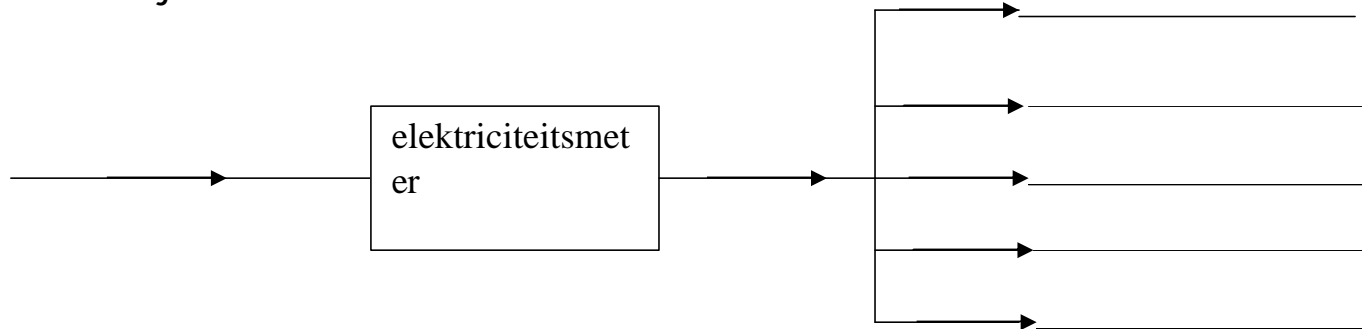
3 Vraag

Met de gasmeter meet je:

- A Hoe hoog de gasdruk is.
- B Hoe snel het gas stroomt.
- C Hoeveel gas er door de leiding stroomt.
- D Hoeveel je moet betalen.

De elektriciteitsmeter

In de meterkast vindt je ook een elektriciteitsmeter.
De elektriciteitsmeter meet hoeveel stroom je gebruikt in huis.
Net als bij de gasmeter en de watermeter, meet de elektriciteitsmeter hoeveel elektriciteit er door de leiding gaat.
Alle stroom gaat dus door de meter.
De meter is dus *in* de stroomkring geplaatst.
Dit kun je zien in het schema.



4 Vraag

Schrijf achter de pijlen 5 elektrische apparaten die je in huis gebruikt.

De ampèremeter

Met de stroommeter kun je meten hoe sterk de stroom is die door een schakeling gaat.

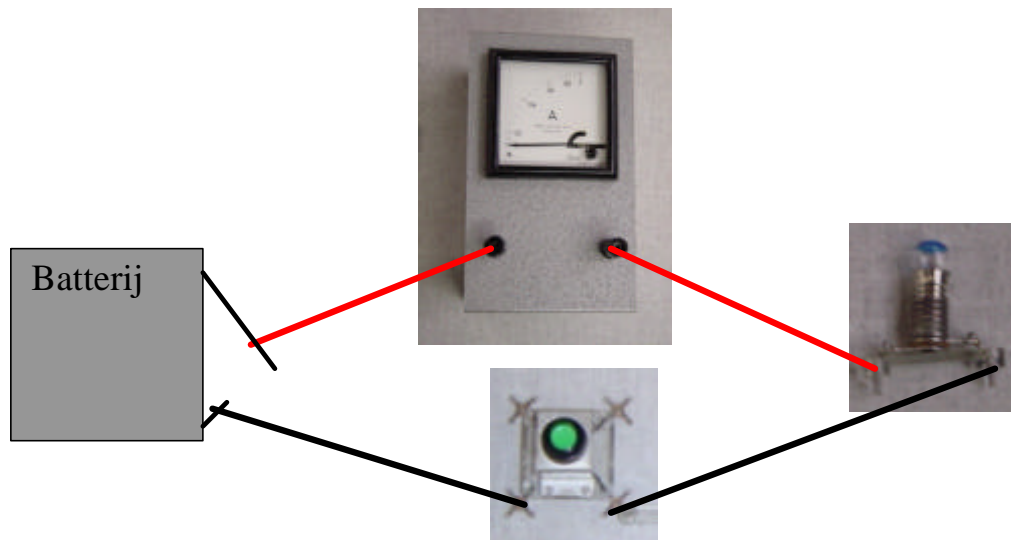
De eenheid van **stroomsterkte** is de Ampère.

Daarom heet een stroommeter ook wel ampèremeter.

Om de stroomssterkte te kunnen meten, moet alle stroom door de meter gaan.

De stroom gaat er aan de ene kant in en aan de andere weer uit.

Je onderbreekt dus de draad en zet de meter *tussen beide helften in*.






5 Proef

Vraag je docent om het bordje 'Ampèremeter' .

Op het bordje is een lampje met een schakelaar aangesloten op een batterij.

- 🔧 Controleer de schakeling door de schakelaar aan te zetten (schakelaar ingedrukt houden).
Gaat het lampje branden?

-  Zet de schakelaar uit.
-  Zet de ampèremeter in de stroomkring.
-  Zet de schakelaar weer aan.
Gaat het lampje branden?

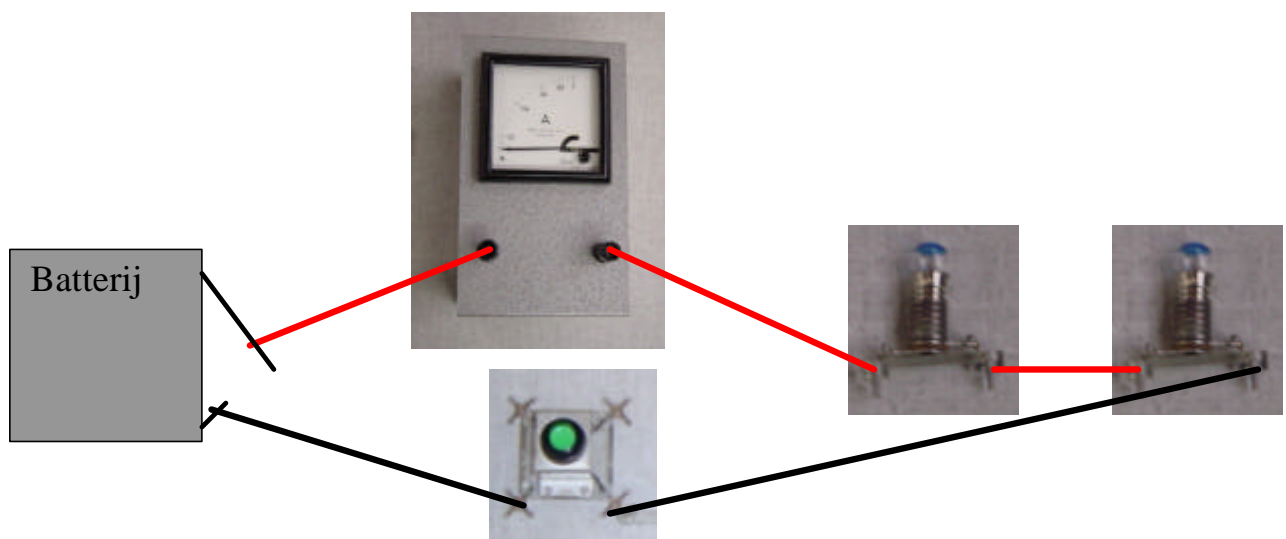
6 Vraag bij de proef

Lees de stroomsterkte af van de meter.

Hoeveel is de stroomsterkte: _____Ampère

7 Proef: twee lampjes

- 📖 Zet nog een lampje in de schakeling.
Doe het zo dat de lampjes *achter elkaar staan* (als je niet weet wat er bedoeld wordt kijk dan goed naar onderstaande tekening).
De schakeling die nu gemaakt is noemen we: *serieschakeling*.
- 📖 Zet de schakelaar aan.
Lees de stroomsterkte af.



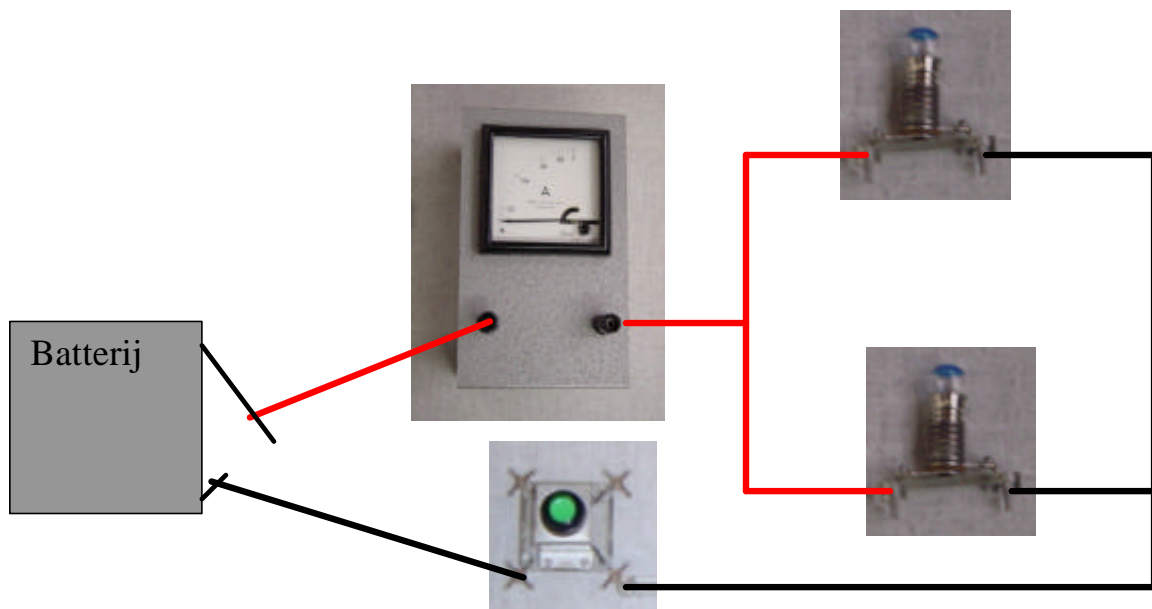
8 Vragen bij de proef

- a Hoe groot is de stroomsterkte bij deze proef?
_____ampère.
- b Branden de lampjes sterker of zwakker dan bij de vorige proef? _____
- c Op hoeveel manieren kan de stroom van de pluspool via de draden naar de minpool?

- d Leg uit waarom dat zo is.

9 Proef: nog eens met twee lampjes

- 📌 Schakel nu beide lampjes *naast elkaar* (kijk hieronder in de tekening goed hoe de draden lopen). De schakeling die nu gemaakt is noemen we: *parallelschakeling*.
- 📌 Zet de schakelaar aan. Lees weer de stroomsterkte af.



10 Vragen bij de proef

- a Hoe groot is de stroomsterkte bij deze proef?
_____ampère.
 - b Branden de lampjes sterker of zwakker dan bij de vorige proef? _____
 - c Leg uit waarom dat zo is.
-
-

Afsluitende vragen

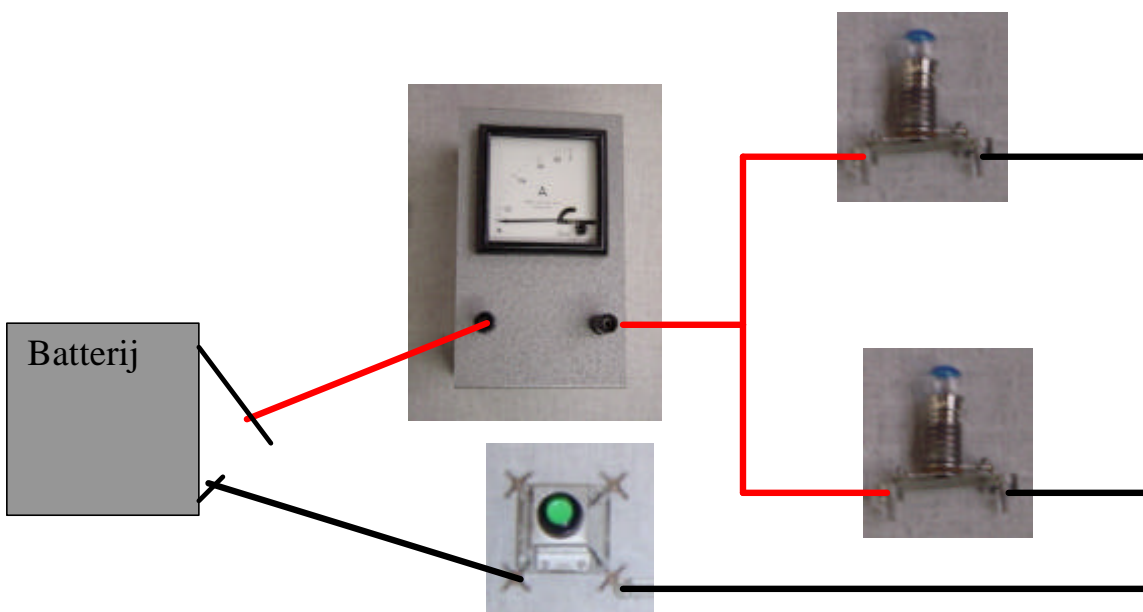
1 Vraag

Bij Ben thuis is de stofzuiger stuk.
De moeder van Ben schroeft de machine open terwijl de stekker nog in het stopcontact zit.
"Pas op", zegt Ben "daar staat stroom op".

Eigenlijk klopt het niet wat Ben zegt.
Wat had Ben dan moeten zeggen?

2 Vraag

Kijk naar de volgende schakeling:



De schakelaar staat *uit*.

Welke van de volgende beweringen is waar (omcirkel het goede antwoord):

- A Er is wel spanning en wel stroom
- B Er is geen spanning en wel stroom
- C Er is wel spanning en geen stroom
- D Er is geen spanning en geen stroom

3 Vraag

Bekijk de schakeling van vraag 2.

De schakelaar is nu *aan*.

Welke van de volgende beweringen is waar (omcirkel het goede antwoord):

- A Er is wel spanning en wel stroom
- B Er is geen spanning en wel stroom
- C Er is wel spanning en geen stroom
- D Er is geen spanning en geen stroom

4 Vraag

Teken in de figuur de juiste draden zodat je een schakeling krijgt van een batterij, een lampje een schakelaar en een ampèremeter.



5 Vraag

Teken in de figuur de juiste draden zodat je een schakeling krijgt van een batterij, een lampje een schakelaar en een voltmeter.

