**Titel: Begrippen uitleggen (informatie)**

**Inleiding**

*Een docent behandelt het onderwerp kracht met als richtvraag: hoe weet je of er een kracht aan het werk is? Hij bespreekt een groot aantal voorbeeldsituaties uit de sport. Na verloop van tijd zijn er diverse kenmerken van een kracht genoemd: de werking, de wisselwerking en het tekenen als pijl. Dit vat hij samen in een begripskaart. (zie onder). Hij sluit af met de opmerking dat we nu nog niet weten wat een kracht is, maar wel wat een kracht doet.*

|  |
| --- |
| *Begripskaart. Kracht*  *Voorbeeldsituaties - voetballer schiet een bal weg - atleet tilt een zwaar gewicht - boogschutter spant de boog en de pijl schiet weg.  Een kracht kan de volgende werking hebben: - de vorm verandert - de beweging verandert (richting en grootte)*  *Voor een kracht is nodig -de wisselwerking tussen twee personen of voorwerpen.*  *Kracht kan worden weergegeven door een pijl -met grootte en richting -met aangrijpingspunt -op schaal* |

Veel natuurkundige begrippen zijn moeilijk te omschrijven in een definitie. Daarom is de vraag: wat is…? meestal weinig productief. Het begrip laat zich beter kennen door voorbeeldsituaties, door kenmerken en door de relatie met andere begrippen. Je kunt dat weergeven in een begripskaart. Naar mate je het begrip beter kent, breidt de begripskaart zich uit. Vaak helpt het weergeven in beelden.

In dit artikel krijg je informatie over  
1 De rol van voorbeelden  
2 Fasen bij begripsleren  
3 Communicatieniveaus

**1 Rol van voorbeelden**

*Een docent wil het begrip stroomkring aanleren. Hij start met een schemerlamp en bespreekt onder welke voorwaarden de schemerlamp brandt. Daarna laat hij een practicumopstelling zien en vergelijkt dit met de schemerlamp. Met behulp van een schakelschema legt hij uit dat er een geleidende verbinding nodig is van de ene kant van de voeding naar de andere met daarin opgenomen de lamp. Dat noem je een stroomkring.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drieluik: de schemerlamp | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
|  |  |  |
| Dagelijks leven: je kunt de schemerlamp aan en uit zetten met de snoerschakelaar. | Laboratorium: voor een werkende schakeling zijn nodig een spanningsbron, een lampje, snoeren en een schakelaar. Alle zijn met beide kanten opgenomen in de schakeling. | Theorie: voor een werkende schakeling is een stroomkring nodig; de schakelaar kan die maken en onderbreken. |

Voor het aanleren van abstracte begrippen gebruik je vaak voorbeeldsituaties. In dit geval de schemerlamp uit het dagelijks leven en een schakeling, die ontleend is aan een laboratorium omgeving. Als voorbeeldsituaties in het dagelijks leven bestaan, noem je ze **praktijkvoorbeelden.** Als voorbeelden speciaal gemaakt zijn voor het onderwijs, zoals veel practicumproven, dan noem je het **laboratoriumvoorbeelden**. Laboratoriumvoorbeelden zijn meestal minder complex en beter te begrijpen dan praktijkvoorbeelden.

Het gebruik van praktijkvoorbeelden heeft een belangrijk voordeel. Met behulp van praktijkvoorbeelden leren leerlingen de natuurkunde te gebruiken bij het begrijpen van alledaagse situaties. De natuurkunde die op school geleerd wordt, krijgt dan ook buiten school betekenis.

Vaak wordt gedacht dat praktijkvoorbeelden de natuurkunde begrijpelijker maken. Dat is lang niet altijd het geval. Praktijkvoorbeelden zijn complex en ingewikkeld, en vragen juist een groter begrip. Het gebruik van eenvoudige voorbeelden is daarentegen noodzakelijk voor begripsvorming.

Ook wordt gedacht dat praktijkvoorbeelden motiverend zijn voor het leren. Dat is echter alleen het geval als de praktijkvoorbeelden zo gekozen zijn dat dit leerlingen aanspreekt. Voor contexten uit het beroepsleven of de industrie is dat lang niet altijd het geval.

Wij pleiten voor de combinatie van een praktijkvoorbeeld en een laboratoriumvoorbeeld. Het praktijkvoorbeeld geeft herkenbaarheid en betekenis. Het laboratoriumvoorbeeld laat zich begrijpen met de aangeboden theorie,

Hieronder volgen nog enige drieluiken. De laboratoriumsituaties moeten eigenlijk als foto worden weergegeven. Ga na of de laboratoriumsituatie een duidelijke brug vervult tussen praktijkvoorbeeld en theorie.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drieluik: de bergbeklimmer | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
|  | image002 |  |
| Na een val hangt de bergbeklimmer gelukkig nog aan het touw. Het touw is strak gespannen en uitgerekt. | Bij een gewicht rekt het elastiek uit, totdat de veerkracht even groot is als de zwaartekracht. | Op een voorwerp, dat stil hangt aan een elastiek, werken twee even grote krachten: de zwaartekracht en de veerkracht. Voor een voorwerp dat stil hangt aan een touw geldt hetzelfde: de zwaartekracht en de spankracht zijn even groot. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drieluik: een lamphouder | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
| http://www.lampenwereld.nl/media/catalog/product/m/a/mass_0189_4.jpg |  |  |
| De lamphouder weerkaatst het achterwaartse licht naar voren. | De holle spiegel convergeert de divergente lichtbundel. | Een lichtstraal weerkaatst volgens hoek van inval = hoek van terugkaatsing. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drieluik: de schijnwerper | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
|  |  |  |
| De schijnwerper geeft een gerichte lichtbundel. | De bolle lens convergeert de divergente lichtbundel. | De bolle lens breekt de lichtstraal naar het midden van de lens. |

Om het praktijkvoorbeeld te begrijpen, kan een laboratoriumvoorbeeld erg behulpzaam zijn. Het laboratoriumvoorbeeld is eenvoudiger, inzichtelijker, zichtbaarder en manipuleerbaar. Een mooi voorbeeld is de normaalkracht.

*Een docent behandelt de normaalkracht in de tweede klas. Hij legt zijn koffertje op tafel en vraagt de klas waarom het koffertje niet naar beneden valt. De leerlingen vinden dit een gekke vraag. De tafel zit er toch tussen. En als de tafel er niet is. Nou dan valt hij naar beneden. Aha zegt de docent: dan moet er wel een kracht omhoog geweest zijn. Die noemen we de normaalkracht.*

*Een andere docent legt zijn koffertje op tafel en zegt dat de les gaat over het koffertje en de krachten die er op werken. Maar eerst laat hij een laboratoriumopstelling zien van een buigzame lat die aan de uiteinden steunt op twee kistjes. Op de lat ligt een flink gewicht. De lat is een heel stuk doorgebogen. Op de vraag welke krachten er werken komen verschillende antwoorden, zoals zwaartekracht, veerkracht. Situaties worden besproken met een kleiner gewicht en met een krachtmeter die het gewicht ietsje omhoog trekt. De les wordt afgesloten met de conclusie dat er op het gewicht twee krachten werken: de zwaartekracht en de veerkracht van de plank. Daarna wordt het verband gelegd met het koffertje op tafel*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drieluik: de normaalkracht | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
|  |  |  |
| Een koffer ligt op tafel en zakt er niet doorheen. | Door het gewicht van het voorwerp buigt de lat door totdat er evenwicht is. | Op het voorwerp werken zwaartekracht en normaalkracht. Die zijn even groot. |

Het lastige van de normaalkracht is dat je bij de koffer en de tafel niet ziet dat hij verandert. Door gebruik te maken van een lat wordt de werking van de normaalkracht zichtbaar. Bovendien kan het verschijnsel nu worden onderzocht door dingen uit te proberen. Vergelijkbare lesopzetten zijn te maken voor andere zich aanpassende krachten, zoals de spankracht en de wrijvingskracht.

**2 Fasen bij begripsleren**

*1 Introductie:**De docent geeft aan dat het onderwerp van deze les warmtetransport is. Warmtetransport is nodig om onze huizen te verwarmen bv bij stadsverwarming.**2 Inventariseren:**Als voorbeeld van warmtetransport noemt de docent de centrale verwarming. Geïnventariseerd wordt wat leerlingen al weten. Dit leidt tot: het water wordt in de ketel door de brander verwarmd. Het warme water stroomt door de buizen naar de radiator. De radiatoren worden heet en als je voor de radiator zit voel je de warmte.  
De vraag is: op welke manieren wordt warmte getransporteerd?  
3 Aanleren: De docent heeft een drietal proefjes als demo: een stroombuis met water, een straalkachel, en een bekerglas heet water met daarin een metalen en een houten lepel. Daarmee worden drie soorten warmtetransport beschreven: straling, stroming en geleiding.  
De regel wordt:  
a. Straling: warmtetransport zonder tussenstof (zon, straalkachel)  
b. Stroming: warmtetransport door stroming van hete stof (water, lucht)  
c. Geleiding: warmtetransport door een stof heen (metalen lepel)  
4 Herformuleren en oefenen: Met de nieuwe begrippen wordt geoefend op vergelijkbare situaties, zoals de centrale verwarming uit de inleiding.  
5 Toepassen: een belangrijke toepassing komt in een vervolgles. Bij warmte-isolatie ga je warmtetransport tegen. Hoe werkt dat?  
6 Reflecteren: Voor warmtetransport is van belang dat er drie soorten zijn. Dit onderscheid is van belang.*

Het bovenstaande is een uitwerking van een algemene strategie voor het leren van begrippen.

1. Introduceren  
De leerlingen worden gemotiveerd voor de inhoud. Daarbij kan helpen dat de inhoud vanuit een betekenisvolle context wordt aangeboden. Veel situaties uit het dagelijks leven kunnen hiervoor dienen. Zicht krijgen op en het belang inzien van het onderwerp. Er ontstaat een leerbehoefte. De introductie wordt afgesloten met een richtvraag waarop de komende uitleg antwoord gaat geven. De richtvraag bevat geen nieuwe en onbekende begrippen. Leerlingen krijgen motivatie krijgen voor het vervolg

2. Inventariseren  
Binnen het onderwerp wordt een instapprobleem geformuleerd. Een instapprobleem heeft meestal de vorm van een praktijksituatie bv in de vorm van een foto, een begripsposter of een rangschikopdracht. Dat leidt enerzijds leidt tot het activeren van de voorkennis en anderzijds tot de behoefte aan meer kennis. In deze fase wordt verbinding gelegd met voorkennis en aanwezige denkbeelden.

3. Aanleren  
Een vereenvoudigde laboratoriumsituatie is minder complex dan de dagelijkse werkelijkheid en kan in de klas worden gemanipuleerd. Daarom leent een demonstratieproef zich goed om verschijnselen geïsoleerd en ter plekke waar te nemen. Dan wordt nog eens extra duidelijk dat de reeds bekende kennis niet toereikend is om een verschijnsel te begrijpen. Daarna worden nieuwe begrippen en nieuwe theorie aangeboden. Informatie omzetten naar kennis. In deze fase worden vanuit voorbeelden concepten opgebouwd en worden vanuit concepten voorbeelden begrepen

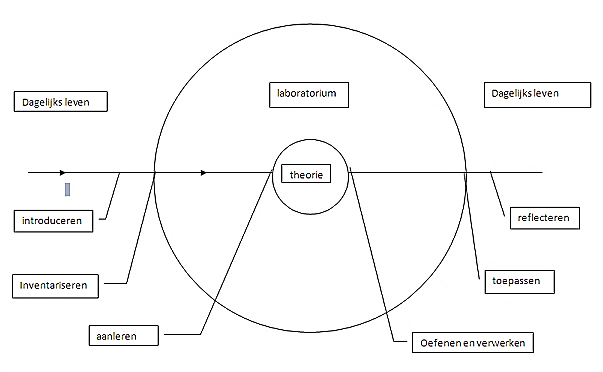
4. Herformuleren en oefenen.  
Leerlingen oefenen in het beschrijven van vergelijkbare situaties in de net geleerde vaktaal. Hierbij hoort oefenen in taal, memoriseren en vaardig worden

5 Toepassen  
Nadat de regel of het begrip omschreven is, wordt dit toegepast op laboratoriumvoorbeelden en voorbeelden uit het dagelijks leven om het nieuwe begrip of de nieuwe regels te verwerken. De net verworven kennis wordt wendbaar. Concepten gebruiken om nieuwe gebieden te begrijpen. Concepten worden wendbaar. Transfer wordt mogelijk.

6 Reflecteren

Leerlingen gaan nu inzien dat ze hun oorspronkelijke ideeën hebben aangepast. Ze krijgen ook zicht op de manier waarop ze tot nieuwe ideeën zijn gekomen.

De bovenstaande fasering kan worden weergegeven in een cirkelmodel. De twee cirkels vormen de grens tussen dagelijkse ervaring, laboratorium en theorie. De lijn door de cirkels geeft het leerproces weer. De snijpunten met de cirkels zijn belangrijke stappen in het leerproces.



Het bovenstaande kan vereenvoudigd worden tot de onderstaande tabel.

|  |  |
| --- | --- |
| Leren van begrippen | Functie in het leerproces. |
| Oriënteren | Zicht krijgen op onderwerp en belang van het onderwerp.  Krijgen van een leerbehoefte.  Verbinding leggen met voorafgaande en met voorkennis  Motivatie krijgen voor het vervolg |
| Verwerven | Informatie omzetten naar kennis.  Vanuit voorbeelden concepten opbouwen.  Vanuit concepten voorbeelden begrijpen. |
| Verwerken | Memoriseren.  Vaardig worden. |
| Toepassen | Concepten gebruiken om nieuwe gebieden te begrijpen.  Concepten wendbaar maken. |

**3 Communicatieniveaus**

*Een docent doet in een les drie heel verschillende uitspraken over ammoniak.*

*-Ammoniak heeft een onaangenaam prikkelende reuk.*

*-Ammoniak kleurt rood lakmoes blauw, kleurt een kopersulfaat-oplossing diepblauw, geeft een witte nevel met zoutzuur.*

*-Ammoniak-moleculen bestaan uit drie waterstofatomen en één stikstofatoom.*

*De leerlingen vragen wat ze moeten onthouden.*

Bij het spreken over verschijnselen kun je drie communicatieniveaus onderscheiden.  
a Het dagelijks leven  
b Het laboratorium  
c De theorie

Uitspraken van docenten kun je indelen naar deze communicatieniveaus.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DAGELIJKS LEVEN | LABORATORIUM | THEORIE |
| Water is kleurloos  Water is vloeibaar bij kamertemperatuur | Water heeft een hoge verdampingswarmte | Watermoleculen hebben een permanente dipool |
| Verbranding gaat meestal gepaard met vuurverschijnselen | Voor een verbranding is zuurstof nodig | Producten van een volledige verbranding zijn oxides van elementen |
| Zilver is grijs-glanzend | Zilver geleidt de elektrische stroom | Zilverkristallen hebben een fcc-structuur  Het atoomnummer van zilver is 47 |

*Een docent geeft les over licht en lichtbundels. Ter ondersteuning maakt hij een drieluik met een aantal afbeeldingen die verdeeld zijn per communicatieniveau. Hij start de les met het bespreken van de discobal. Hij laat zien hoe een spiegel een lichtbundel weerkaatst. Daarna biedt hij de regel hoek van inval = hoek van terugkaatsing aan. In het laboratoriumvoorbeeld is dat gemakkelijk in te zien door met de lamp en de spiegel te draaien. De discobal bestaat kennelijk uit veel spiegeltjes met steeds een andere stand.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Drieluik: de discobal* | | |
| Dagelijks leven | Laboratorium | Theorie |
| *http://3.bp.blogspot.com/_9STIGUMDlT0/RvgbJKaw3PI/AAAAAAAAAHc/Q2hDtvzfN9U/s320/discobal.jpg* | *.* |  |
| Een discobal weerkaatst het licht | De vlakke spiegel weerkaatst de lichtbundel | Een lichtstraal weerkaatst volgens hoek van inval = hoek van terugkaatsing |

De uitdaging voor de docent in de natuurkunde en scheikunde is het gesprek met de leerlingen te beginnen vanuit hun directe ervaringen uit het dagelijks leven, en in de loop van het gesprek deze ervaringen te verbinden met begrippen en regels uit de theorie. Die verbinding vindt niet in één stap plaats. Bij de ontwikkeling van theorie spelen de gerichte en geordende ervaringen met proeven uit het laboratorium een belangrijke rol. Vandaar dat proeven een onmisbare brugfunctie vervullen bij het aanleren en toepassen van begrippen en regels.

De drie niveaus zijn in eerste instantie niet verbonden. Door onderwijs kunnen verbindingen tussen deze niveaus tot stand komen. Dagelijkse ervaring kan beter worden begrepen vanuit begrippen uit de theorie. Het taalgebruik van een docent past bij een bepaald niveau. Bij overgangen naar een ander niveau moet de docent zijn taalgebruik aanpassen.

|  |  |
| --- | --- |
| Drie communicatieniveaus | Verbindingen tussen niveaus |
| a Leefwereldniveau: Directe ervaringen uit het dagelijks leven |  |
| b Laboratoriumniveau Gerichte en geordende ervaringen uit het laboratorium |  |
| c Theorieniveau Begrippen en regels uit de theorie (macro en micro) |  |

Bij het verkennend leren start je vanuit de ervaring uit het dagelijks leven om via de waarnemingen in laboratoriumsituaties te komen tot theoretisch inzicht in de verschijnselen. Bij het verifiërend leren start je bij inzicht in de theorie om via het begrijpen van waarnemingen in de laboratoriumsituatie te komen tot het begrijpen van ervaringen in het dagelijks leven. Samen vormen verkennend leren en verifiërend leren een leercyclus: ervaren, waarnemen, begrijpen, verifiëren en opnieuw ervaren.