

2.7 Didactische benaderingen

2.7.3 Probleemstellend leren

Achtergrondinformatie

Probleemgeoriënteerd leren

Inleiding

Probleemgeoriënteerd leren is een didactische aanpak die voor het natuurkunde-onderwijs antwoord probeert te geven op de volgende vragen:

- Hoe kun je voorkennis van leerlingen (waaronder leerlingdenkbeelden) inventariseren en activeren en hoe kun je bij die voorkennis aansluiten?
- Hoe kun je er voor zorgen dat leerlingen tijdens het leren overzicht houden over de inhoudelijke lijn van een hoofdstuk?

Deze probleemgeoriënteerde benadering is te zien als een laagdrempelige variant van de probleemstellende benadering (zie paragraaf 2.7.3 van het handboek).

Bouwstenen

De bouwstenen van een probleemgeoriënteerde benadering zijn *hoofdstukvragen* in de inleidende paragraaf, een *instaprobleem*, *paragraafvragen*, *kernbegrippen*, *oefenopdrachten* en een *toepassingsprobleem* in de daarop volgende leerstofparagrafen, en een *samenvatting* en *toetsvoorbereiding* in de afsluitende paragraaf. Het kader hieronder geeft een voorbeeld van zo'n probleemgeoriënteerde benadering van een bestaand hoofdstuk uit een leerboek, in dit geval over het onderwerp elektriciteit in klas 4 havo en vwo.

De elektrische huisinstallatie

1 Inleiding

Hoofdstukvragen

- Hoe wordt er voor gezorgd dat een elektrische schakeling goed en veilig werkt?
- Welke verschijnselen, eigenschappen en wetmatigheden gelden voor elektrische schakelingen?
- Met welke wetmatigheden kun je het goed en veilig werken van elektrische schakelingen beter begrijpen?

2 De elektrische schakeling van de huisinstallatie

Instaprobleem

- Wat gebeurt er als je een contactdoos van een verlengsnoer in een emmer water laat vallen? Maakt het uit of de contactdoos randaarde heeft?

Paragraafvragen

- Welke voorzieningen in de huisinstallatie zorgen voor veiligheid?
- Kun je de werking daarvan begrijpen met de eigenschappen van een elektrische schakeling?

Kernbegrippen

- Brandgevaar, aanrakingsgevaar, zekering, aardlekschakelaar, groepen, kortsluiting, overbelasting, lekstroom.
- Schakelingen: stroomkring, stroombehoud, weerstand, wet van ohm.
- Huisinstallatie: fasedraad, nuldraad, aarddraad, overbelasting, kortsluiting, brandgevaar, aanrakingsgevaar, isolatie en dubbele isolatie, aarding en randaarde, groepenkast met zekering en aardlekschakelaar.

Oefenopdrachten

Toepassingsprobleem

- Waarom kan de aarding van huizen van voor 1950 ondeugdelijk zijn?

3 Serie- en parallelschakeling

Instaprobleem

- Hoe branden gelijke lampjes als je ze opneemt in vier verschillende schakelingen van drie lampjes? Hoe verandert dat als je lampjes losdraait?

Paragraafvragen

- Hoe meet je spanning, stroom en weerstand in een schakeling met drie weerstanden?
- Welke wetmatigheden gelden voor spanning, stroom en weerstand in een schakeling met meer weerstanden?

| | |
|------------------------------|--|
| Kernbegrippen | <ul style="list-style-type: none"> • Stroomsplitsing, spanningsdeling, wet van ohm, vervangingsweerstand. |
| Oefenopdrachten | |
| Toepassingsprobleem | <ul style="list-style-type: none"> • Hoe kun je met een schuifweerstand de spanning regelen? |
| 4 Elektrische energie | |
| Instaprobleem | <ul style="list-style-type: none"> • Wat gebeurt er als je een roodgloeiende metaaldraad die aangesloten is op een spanningsbron deels onderdompelt in water? |
| Paragraafvragen | <ul style="list-style-type: none"> • Hoe bereken je in een elektrische schakeling de hoeveelheid warmte die wordt ontwikkeld in de bedrading, in de apparaten en in de bron? • Wat is in de huisinstallatie de invloed van verlengsnoeren en bedrading op het goed werken van apparaten en lampen? |
| Kernbegrippen | <ul style="list-style-type: none"> • Vermogen, energie, weerstandsregel, warmte-evenwicht. |
| Oefenopdrachten | |
| Toepassingsprobleem | <ul style="list-style-type: none"> • Waarom is de maximaal toegestane stroomsterkte in een opgerold verlengsnoer lager dan in een afgerold verlengsnoer? |
| 5 Weerstand | |
| Instaprobleem | <ul style="list-style-type: none"> • Hoe ziet de ijkgrafiek er uit van een draaiweerstand die je gebruikt als hoeksensor? |
| Paragraafvragen | <ul style="list-style-type: none"> • Welke soorten variabele weerstanden zijn er en waarvan hangt de weerstandswaarde van die variabele weerstanden af? • Hoe kun je een variabele weerstand gebruiken voor het meten van bijvoorbeeld lichtsterkte of temperatuur? |
| Kernbegrippen | <ul style="list-style-type: none"> • Metaaldraad: weerstand afhankelijk van lengte, dwarsdoorsnede-oppervlak en soort metaal. • Weerstand afhankelijk van temperatuur (PTC of NTC), licht (LDR), richting (diode), sensorschakeling, ijkgrafiek. |
| Oefenopdrachten | |
| Toepassingsprobleem | <ul style="list-style-type: none"> • Hoe kun je een NTC-weerstand gebruiken als temperatuursensor? |
| 6 Afronding | |
| Samenvatting | <ul style="list-style-type: none"> • De leerstof is na iedere paragraaf samengevat in een leerstofoverzicht. Nagegaan wordt of de hoofdstukvragen nu beantwoord zijn. |
| Toetsvoorbereiding | <ul style="list-style-type: none"> • Ter afronding en ter voorbereiding op de toets maken de leerlingen vier afrondingsopdrachten gespreid over de paragrafen. |

Figuur 1 – Een probleemgeoriënteerde benadering van een hoofdstuk over elektriciteit.

Hoofdstukvraag – De hoofdstukvraag is de richtvraag waarop de bestudering van het hoofdstuk antwoord geeft. Deze vraag is gesteld in termen van voorkennis en bevat geen nog onbekende begrippen. De leerlingen kunnen de vraag begrijpen, maar kennen het antwoord niet – want voor dat antwoord is de leerstof uit het hoofdstuk nodig.

De functie van de hoofdstukvraag (of hoofdstukvragen) is dat leerlingen zich een beeld kunnen vormen van de focus van het hoofdstuk, waarna deze vraag bij het werken aan het hoofdstuk het denken van de leerlingen organiseert en richt. Dit betekent dat de paragraafvragen moeten aansluiten op de hoofdstukvraag.

Instaprobleem – Elke leerstofparagraaf start met een instaprobleem. In het voorbeeld is dat een demonstratieproef met onderwijsleergesprek, maar een instaprobleem kan ook worden vormgegeven met een discussieposter, een afbeelding, een verhaal, een brainstorm enzovoort.

Het instaprobleem heeft als functie het vaststellen van het onderwerp van de paragraaf, het inventariseren van de voorkennis van de leerlingen (waaronder leerlingdenkbeelden), het oproepen van een behoefte aan verklaring van de waargenomen verschijnselen en (daarmee) het oproepen van een motivatie voor het vervolg.

De interactie tussen leraar en leerling is als volgt te structureren: confrontatie met het verschijnsel en stellen van de startvraag, inventariseren van verwachtingen en argumenten, doen van waarnemingen en formuleren van vervolgvragen.

Paragraafvraag en kernbegrippen – De vraag van het instaprobleem wordt

verbreed naar een paragraafvraag. Deze vraag heeft dezelfde kenmerken en functie als de hoofdstukvraag, maar nu gericht op de betreffende leerstofparagraaf, en is te beantwoorden met de kernbegrippen. De paragraafvragen samen geven de verhaallijn van het hoofdstuk.

Oefenopdrachten en toepassingsprobleem – In de oefenopdrachten worden de verschillende begrippen en vaardigheden geoefend. Hiervoor kan een selectie van oefenopgaven uit het leerboek worden gebruikt. Daarnaast heeft elke leerstofparagraaf als afsluiting een toepassingsprobleem, waarbij er een duidelijk verband is tussen het op te lossen probleem en de leerstof uit de betreffende paragraaf. Het toepassingsprobleem heeft één probleemstelling. De moeilijkheidsgraad kan worden gevarieerd door keuzes te maken in het continuüm van contextrijk of contextarm en van gestructureerd (met tussenstappen gegeven) of ongestructureerd (zonder tussenstappen gegeven).

Een toepassingsprobleem heeft als functie het verwerken en toepassen van de aangeboden leerstof. Een reflectie op de aanpak van het toepassingsprobleem door de leerlingen kan het vaker gebruiken van een algemene en domeinspecifieke probleemaanpak stimuleren. Daarnaast is het logisch om in de paragraafafsluiting ook terug te komen op het instaprobleem: is dat nu met de verworven kennis uit de paragraaf op te lossen?

Het werken aan het toepassingsprobleem is te structureren met bijvoorbeeld de werkvorm *denken-delen-uitwisselen* (zie paragraaf 2.7.7 van het handboek). De individuele voorbereiding (denken) kan veelal als huiswerk gebeuren. De groepsopdracht (delen) is gericht op het vinden van de juiste oplossing en op het overdenken van de probleemaanpak door het onderling vergelijken van de individuele voorbereiding. De klassikale nabespreking (uitwisselen) levert aandachtspunten voor een algemene en domeinspecifieke probleemaanpak.

Toetsvoorbereiding – Voor de toetsvoorbereiding worden bijvoorbeeld vier situaties beschreven die gaan over belangrijke delen van de leerstof (zie figuur 2). De leerling gaat na of hij die situaties begrijpt met behulp van de geleerde begrippen en wetmatigheden.

- A** Hoe wordt er in huis voor gezorgd dat er weinig gevaar is voor het ontstaan van brand door kortsluiting of overbelasting? (Begrippen: kortsluiting, overbelasting, stroomsterkte, zekering, aardlekschakelaar.)
- B** Hoe wordt er in huis voor gezorgd dat er weinig gevaar is voor het oplopen van een schok? (Begrippen: spanning, stroomsterkte, spanningszoeker, aarding, aardlekschakelaar, isolatie.)
- C** Hoe wordt er in huis voor gezorgd dat er niet teveel energieverlies is in de leidingen? (Begrippen: energieverbruik, weerstand, doorsnede, lengte, warmteontwikkeling.)
- D** Je hebt twee lampjes L_1 (6,0 V; 0,30 A) en L_2 (12,0 V; 0,40A) en twee regelbare weerstanden. Ontwerp een schakeling waarbij beide lampjes op de juiste sterkte branden. Geef een toelichting waarom je schakeling goed werkt. (Begrippen: stroomsplitsing, spanningsdeling.)

Figuur 2 – Afrondingsopdrachten.

Het werken aan de toetsvoorbereiding is te structureren met bijvoorbeeld de werkvorm *experts* (zie paragraaf 2.7.7 van het handboek). De individuele voorbereiding (het maken van één van de opdrachten A t/m D) doet de leerling als huiswerk. Daarna volgt in de klas het werken in de homogene expertgroepen per opdracht (bespreken van de resultaten van het huiswerk en vaststellen van de oplossing van de opdracht), gevolgd door het werken in de gemengde expertgroepen (onderling presenteren van de oplossing van elk van de opdrachten), en afgesloten met een nabespreking van de probleemaanpak.

Leerlingdenkbeelden

Een belangrijk didactisch probleem is de ontwikkeling van ongewenste denkbeelden door het onderwijs. Voor elektrische schakelingen zijn daar veel voorbeelden van. Van belang is dat het onderwijs aansluit op de bij de leerlingen aanwezige denkbeelden die gekoppeld zijn aan hun ervaringssituaties. Door nieuwe ervaringen en daarover nadenken kunnen die denkbeelden zich ontwik-

Weerstand en warmte-ontwikkeling

Bij het toepassingsprobleem over warmteontwikkeling in een verlengsnoer denken opmerkelijk veel leerlingen dat een opgerold verlengsnoer meer weerstand heeft dan een afgerold verlengsnoer. Navraag leverde het denkbeeld op dat de elektrische stroom meer weerstand voelt omdat het nu steeds bochten moet maken. Een redenering die bijvoorbeeld opgaat voor water in een tuinslang.

Verder denken opmerkelijk veel leerlingen dat een grotere weerstand een grotere warmteontwikkeling tot gevolg heeft. Navraag leverde het denkbeeld op dat de stroom een grotere weerstand voelt en dus meer warmte zal ontwikkelen, vergelijkbaar met een grote glijweerstand; een redenering die op zou gaan als de stroomsterkte niet verandert door de grotere weerstand.

Figuur 3 – Leerlingdenkbeelden.

kelen tot een stevig netwerk van natuurwetenschappelijke begrippen. Een lastig probleem in de communicatie tussen leerling en leraar is dat het vaak voorkomt dat beiden dezelfde woorden gebruiken maar met een verschillende begripsinhoud (zie hoofdstuk 3 van het handboek). Het is de taak van een leraar te herkennen welke begripsinhoud een leerling aan een woord geeft en te zien in hoeverre dit verschilt van de begripsinhoud die de leraar aan dit woord geeft. Onderwijs is dan het realiseren van leeractiviteiten die de begripsinhoud vanuit het gezichtspunt van de leerlingen ontwikkelt in de richting van de begripsinhoud die de leraar aan dat woord geeft. Dat kan alleen via gedeelde ervaringen, door een variëteit aan contexten en door daarover van gedachten wisselen.

Leerlingen kunnen alleen de behoefte voelen hun denkbeelden te ontwikkelen als ze ervaren hebben dat de aanwezige denkbeelden weliswaar goed zijn voor het gedeeltelijk begrijpen van een nieuw aangeboden context, maar toch op essentiële punten tekort schiet. Dan dient de gevoelde kennisbehoefte als motor voor kennisverwerving.

Klassikaal is het erg lastig om op de inbreng van leerlingen in te gaan, zeker als het bijzondere gedachtegangen zijn die voor de rest van de klas niet productief te maken zijn voor de begripsvorming, of die klassikaal veel tijd gaan kosten. Voor leraren is het wel of niet honoreren van dat soort inbreng in een klassikale setting een dilemma. Dat gaat veel gemakkelijker tijdens het begeleiden van groepswork. Rapportages zijn blijkbaar niet de meest aangewezen vorm voor inbreng van eigen gedachtegang van leerlingen. Leraren gaan interactie hierover steeds vaker verplaatsen naar de begeleiding van het groepswork. Tijdens het groepswork is er meestal wel gelegenheid om een eigen gedachtegang van leerlingen te laten verhelderen. Leraren gebruiken dit vaak in hun afronding en maken op die manier een besproken gedachtegang interessant voor de klas als geheel. Om tijdens het groepswork inbreng van leerlingen te verzamelen, verdient het aanbeveling interactie aan te gaan met de groepjes. Van belang is wel dat het groepje na dit gesprekje niet klaar is, maar juist geactiveerd is tot verder werken.

Bron

Poorthuis, H. (1999). *Een oriëntatie op laagdrempelig probleemstellend onderwijs*. Utrecht: CDβ.