Handboek natuurkundedidactiek | hoofdstuk 3: Begripsontwikkeling

**3.3 Leerlingdenkbeelden: het interpretatieprobleem**

**Cursusactiviteit | Docentenhandleiding**

**Lesprotocolanalyse**

**Begripsprobleem** – Geen idee van reactiekracht door ondersteunend voorwerp in statische situatie van krachtenevenwicht – in eerste instantie misschien iets als ‘alleen levende dingen kunnen een kracht uitoefenen’ (daar lijkt het sterk op, maar… Jet maakt daarbij dan een uitzondering voor de zwaartekracht).

**Krachtensituaties** – In het lesprotocol komen de volgende krachtensituaties voor (met tussen vierkante haken de regelnummers):

* [23/54]: Alleen zwaartekracht op voorwerp > voorwerp beweegt omlaag > Jet: wel een kracht.
* [27]: Voorwerp op hand > voorwerp in rust > Jet: wel (tegen)kracht, als je dat zelf doet...
* [29]: Voorwerp op buis > voorwerp in rust > Camiel (maar – veronderstel­ling – ook Jet): geen (tegen)kracht.
* [34]: Voorwerp op schuimrubber > voorwerp drukt schuimrubber in...
* [36]: Vinger op schuimrubber > vinger drukt schuimrubber in > vinger weg > schuimrubber komt omhoog > Jet: geen kracht, gaat ‘vanzelf’...
* [50]: Voorwerp omlaag drukken in schuimrubber > loslaten > voorwerp komt omhoog > Jet: geen kracht, dat gaat vanzelf.
* [59]: Voorwerp omhoog gooien > Jet: wel kracht, van de hand...

**Krachtbegrip** – Volgens Jet kan een voorwerp een kracht uitoefenen als het uit zichzelf ‘een mep kan geven’ (zie [67-68]) ofwel iets in beweging kan zetten. Dat geldt voor de Aarde (zwaartekracht), en voor de hand (spierkracht), maar niet voor het schuimrubber (en eerder de buis) omdat het in beweging zetten van het voorwerp alleen maar gebeurt doordat de vinger het voorwerp eerst dieper in het schuim­rubber duwt – de oorzaak van de beweging is dan de vinger, en niet het schuim­rubber.

**1** *F*z

**2** *F*z + *F*s

**3** *F*z + *F*v

**4** *F*z + *F*v

**5** *F*z + *F*v

*F*v > *F*n

Figuur 1 – Overbruggingsstrategie.

**Krachtensituaties** – Schuimrubber is ongelukkig – liever iets dat zichtbaar doorbuigt (wat later beter vergelijkbaar is met de buis). Vinger voor indrukken schuimrubber is ook ongelukkig, omdat daarbij kracht en voorwerp worden gecombineerd. Probleem blijft de op de achtergrond liggende paradigma­wisseling: voor de leraar is de som van de krachten nul als het voorwerp in rust is, dus moet de hand, het schuimrubber, de buis een kracht omhoog uitoefenen. Voor Jet gaat het om ‘uit zichzelf een mep kunnen geven’ wat zich uit in beweging, en daarvan is in zo’n statische situatie geen sprake.

**Alternatieve aanpak 1** – Voorwerp zonder ondersteuning en voorwerp met onder­steuning van hand (voor Jet zijn dit twee acceptabele situaties zonder resp. met tegenkracht) > voorwerp op spiraalveer (herkenbare veerkracht als tegen­kracht?) > voorwerp op doorbuigende strip (ander soort veer (bladveer), herkenbare veerkracht als tegenkracht?) > voorwerp op buis (als veer, vergelijkbaar met doorbuigende strip, alleen is doorbuiging nu minder goed zichtbaar). Dit alles steeds visualiseren met krachtenplaatjes.

**Strategie** – Overbrugging: vanuit situaties waarin die (tegen)kracht beter voorstelbaar of ‘zichtbaar’ is naar de doelsituatie toeredeneren via analogieën (zie figuur 1).

**Alternatieve aanpak 2** – Krachtenevenwicht bij touwtrekken > spelregel expliciteren: als rust, dan Σ*F* = 0 > veralgemeniseren: deze spelregel geldt voor alle andere krachtensituaties met voorwerp in rust > toepassen op voorwerp op tafelblad: volgens de spelregel moet er nu een omhoog gerichte kracht op het voorwerp zijn, die kracht kan alleen afkomstig zijn van het tafelblad (contact). Daarna enigszins plausibele verklaring voor ‘bron’ van deze tweede kracht geven.

**Strategie** – Epistemologie (?): op grond van de aard van de natuurwetenschap­pen – namelijk, vanuit één interpretatiekader een grote variëteit aan situaties beschrijven of ‘verklaren’ – vanuit een situatie waarin een spelregel (van dat interpretatiekader) goed voorstelbaar is naar de doelsituatie toeredeneren via analogieën (zie figuur 2). Dit zijn echter andere analogieën dan in de over­bruggingsstrategie.

Figuur 2 – Spelregelstrategie.

**1**

**2** Spelregel: rust > Σ*F* = 0

**3** Spelregel: algemeen geldig

**4**

**Taalgebruik** – Onduidelijk taalgebruik van de leraar: niet consequent gebruik van kracht > beweging (tegendruk, omhoog drukken). Niet altijd duidelijk om welk voorwerp het gaat (wat is ‘ie’). Voorwerp vervangen door vinger niet handig? De leraar is vrijwel uitsluitend verbaal bezig: geen visualisatie van de gedemonstreerde krachtensituaties in termen van krachtenplaatjes.

**Interactie** – De leraar is erg veel en heel lang met één leerling bezig. Maar er zijn meer leerlingen die met dit probleem zitten (in elk geval Camiel, zie verder [70]), dus die tijdsinvestering is wel verantwoord. Wel zou er geprobeerd kunnen worden om die andere leerlingen meer bij het gesprek te betrekken (gebeurt nu pas op het allerlaatst (zie [69]). Maar door de benodigde concentratie op de inhoud komt dat er niet van (geen denkruimte om met twee aandacht vragende klussen tegelijk bezig te zijn).