

Leefwereld en natuurkundige interpretatie bij het ontstaan van nieuwe kennis

B. Redeker¹

Olaf-Palme Gesamtschule, Hiddenhausen
Bondsrepubliek Duitsland

Summary

The central point of this article is the relation between everyday experience and its physical interpretation with reference to the teaching and learning of physics. From a phenomenological approach, this relation emerges as one of difference in principle. The independence of lifeworld connections requires no knowledge of physics. In lifeworld connections an understanding of physics is not naturally present, not even in the circumstances of our contemporary world. The consequence of this: the transition to a physical understanding of empirically conceivable phenomena appears to be possible solely in a discontinuous manner. Positivistic and idealistic approaches not only reduce the relation of lifeworld perception to physics as a mathematical science. They obstruct also one of the basic tasks of didactics: elucidation of the structure of re-learning as a prior condition to understanding of physics.

1. Inleiding

Voor het onderwijzen is het ontstaan van natuurkundige kennis een dagelijkse opgave; een opgave, die echter vaak - te vaak - maar matig lukt. Mislukt zij juist dan als in de praktijk aan wezenlijke premissen van de natuurkunde-didactiek niet wordt voldaan? Of mislukt zij, provocerend gezegd, eerder vanwege deze premissen, door de poging eraan te voldoen?

Dergelijke vragen kan de onderwijspraktijk niet zelf beantwoorden. *Dat* ze lukt of mislukt, betekent nog niet dat ze op de juiste manier kan aangeven *waarom* dat zo is. Daarvoor zijn diepgaande theoretische reflecties nodig. Tegenwoordig is er evenwel om de meest uiteenlopende, volstrekt acceptabele redenen een wijd verbreide scepsis te bemerken tegenover de relevantie van didactische theorieën voor de onderwijspraktijk.

Desalniettemin is dit een theoretisch artikel. Ik ben, met Kant, van mening, dat er nog niet genoeg theorie is "als ze voor de praktijk weinig nut heeft". (Kant, 1986)

Waarop moeten diepgaande reflecties zich dan het eerst richten gezien het uitgebreide gebied van natuurkunde-didactische problemen? Aan de ene kant, denk ik, op de aanpak resp. de perspectieven, waarmee de belangen van de dagelijkse praktijk behartigd worden, zodat daaraan in didactische theorieën niet al van tevoren voorbij gegaan wordt. Wezenlijk echter ook op die *act van het leren*, waarin nieuwe kennis, een nieuwe vaardigheid of prestatie eerst ontstaat. Per slot van rekening wordt iedere onderwijskundige maatregel, iedere didactische uitspraak, meebepaald door een zeker begrip van het leren van natuurkunde, hoe onuitgedrukt of ondoordacht dit begrip ook mag zijn.

Bij het spreken over het ontstaan van "nieuwe" kennis en een "nieuwe" prestatie kondigt zich reeds mijn stelling aan over het leren van natuurkunde. Deze stelling staat tegenover de gebruikelijke overtuiging dat het leren van natuurkunde slechts een "erbij-leren" zou zijn. Traditioneel is men in de vakdidactiek ervan overtuigd dat natuurkunde kan en moet worden geleerd op een wijze die overeenkomt met een geleidelijke continue progressie. Dat zou dan gebeuren door precisering en uitbreiding van de dagelijkse ervaring, resp. door de daarin gelegde vorm van wetenschap, die al op natuurkundige kennis lijkt.

Mijn stelling luidt daarentegen: het leren van natuurkunde voltrekt zich juist wezenlijk in een modus van "om-leren", niet-geleidelijk en discontinu. Discontinuïteit en om-leren² zijn noch vermijdbare hindernissen, noch te vermijden onvolmaaktheden, maar de enig mogelijke weg om natuurkunde te leren .

In deze stelling komt een fenomenologisch gemotiveerd inzicht tot uitdrukking, namelijk dat de betrekking tussen dagelijkse ervaring en de natuurkundige interpretatie daarvan, niet berust op een gradueel maar op een principieel verschil. Het zwaartepunt van dit artikel heeft betrekking op dit verschil. Het wordt in haar volle scherpste en draagwijdte met betrekking tot het leren van natuurkunde pas zichtbaar met behulp van een fenomenologisch georiënteerde aanpak. In de vakdidactiek is van zulk een aanpak echter vaak weinig meer dan de naam fenomenologie bekend. Daarom nu eerst enkele opmerkingen over het "gezichtspunt van de fenomenologie".

Ik kan de fenomenologie hier echter niet in al haar verschillende lijnen en uitwerkingen beschrijven, noch alle methodische hulpmiddelen van mijn onderzoek weergeven die op haar georiënteerd zijn. Daarvoor moet ik naar mijn boeken verwijzen. (Redeker, 1979,1982)

2. Over het gezichtspunt van de fenomenologie

De fenomenologie van deze eeuw werd door E.Husserl gevestigd. Ze had haar voorlopers en werd met verschillende accenten verder ontwikkeld, ook omgevormd, b.v. door M.Heidegger, H.Lipps, H.G.Gadamer en M.Merleau-Ponty. In de sociale wetenschappen werd een fenomenologische beschouwingswijze ingevoerd door b.v. A.Schütz en Th.Luckmann.

De fenomenologie is dus geenszins een gesloten systeem. Ze bestaat, volgens een uitspraak van M.Merleau-Ponty, veelmeer als "beweging", "herkenbaar als manier of stijl" (Merleau-Ponty, 1966). Ze vraagt steeds, anders dan een construerende werkwijze, om beschrijving en interpretatie.

Een fenomenologisch perspectief eist, methodisch, als eerste stap een epoché, dat wil zeggen het uitschakelen van vanzelfsprekende denkwijzen, of ze nu stammen uit de dagelijkse gewoonte, uit de wetenschap of uit een kentheoretische traditie.

Dat is beslist geen gemakkelijk te vervullen eis. Ze beschermt echter, als methodische houding, tegen te snelle reducties, tenminste in principe, zoals het voorbarig oordelen op grond van het "gezonde verstand". Evenzeer beschermt ze tegen empirische reducties, die het menselijke in-de-wereld-zijn in de eerste plaats als een product van uiterlijke causaliteiten voorstellen. Niet in de laatste plaats beschermt de epoché als methodische houding ook tegen idealistische reducties. Fenomenologische inzichten moeten zich aan het fenomeen waarmaken, aan "het ding zelf". Dat ligt echter niet altijd van te voren "voor de hand". Daarom moeten, volgens Husserl, "fenomenen eerst als fenomenen bestudeerd worden" (Husserl, 1956). Ze mogen niet in datgene wat en hoe ze zijn als vanzelfsprekend voorondersteld worden - een grondregel, die bij een fenomenologie in de zin van Husserl, ieder dogmatisme uitsluit.

Een fenomenologisch gezichtspunt betekent feitelijk de opheffing van de scheiding tussen subject en object zoals die na Descartes bestond. Fenomenologisch gezien is er geen wereld

waarin het subject niet altijd zelf al aanwezig was, evenmin is er een subject dat zich al niet alijd in-de-wereld bevond.

Het kentheoretische dualisme voert noodzakelijkerwijs tot het dilemma van de bemiddeling achteraf van het subject met de uitwendige werkelijkheid of de buitenwereld. Wordt de werkelijkheid natuurgetrouw in het bewustzijn afgebeeld, of is ze slechts door middel van tekens voorgesteld? Bieden de zintuigen slechts materiaal, een "gekrioel van ruwe indrukken", en aanleiding voor geestelijke processen die hun geldigheid in zichzelf hebben, of zijn de onconditionele "zintuigfeiten" de diepste grondslag van alle kennis?

In het positieve wetenschappelijk onderzoek raakt de vraag naar wat dan bijvoorbeeld waarneming is, hoe ze zich voltrekt en wat ze tot stand brengt, op de achtergrond. Op basis van het moderne dualisme wordt ze vervangen door het zoeken naar de *voorwaarden* waaronder ze zich voltrekt: de innerlijk psychische, de fysiologische, de sociale, de natuurkundige enzovoort. Toch voltrekt de menselijke waarneming zich anders dan haar wetenschappelijke interpretatie wil doen voorkomen. Bij het voltrekken van ons zien bijvoorbeeld, komt het omgekeerde beeld op het netvlies niet voor, noch kegeltjes en staafjes op de retina, noch zenuwbanen en schakelneuronen. Ook een omkeerbril geeft de waarnemer niet de ervaring van een rechtopstaand beeld op zijn netvlies, maar alleen dat de bekeken wereld op zijn kop staat. Volgens de natuurkundige interpretatie is de visuele waarneming slechts een passief gebeuren. Toch kunnen we de inspanning van het ergens naar kijken wel degelijk ervaren, bijvoorbeeld als we in de vallende schemering, waarin de helderheid, of beter gezegd het licht, als noodzakelijke voorwaarde voor het zien, zelf meer en meer verdwijnt, op details in een landschap letten of een krant willen lezen. We zien de kleur van een bloem *aan* de bloem zelf en merken de warmte op een zonnige dag *op* onze hand, onze arm enzovoort. De electromagnetische golven van verschillende frequentie, die natuurkundig gezien voor beide verschijnselen verantwoordelijk zijn, zijn in onze zintuiglijke waarneming niet werkelijk aanwezig.

In zijn kern heeft het fenomenologisch gemotiveerde vragen die werkelijkheid van het menselijke bestaan tot onderwerp, waarvan juist geen sprake meer is, als ze fysisch, fysiologisch, of zondermeer in een epistemologisch perspectief op grond van het moderne dualisme, verklaard of geïnterpreteerd wordt.

3. Over het begrip leefwereld

Het fenomenologische onderzoek over de voorgestructureerdheid van onze waarnemingen, onze expliciete kennis, over alle verschillende manieren van het menselijke in-de-wereld-zijn, zijn voor mijn thema inhoudelijk van belang. Husserl heeft een onderzoekersleven lang niet nagelaten deze voorgestructureerdheid, ook met betrekking tot onze dagelijkse ervaring, steeds opnieuw uit te werken.

Het begrip leefwereld gaf deze voorgestructureerdheid haar terminologische scherpte. Het heeft zijn interne moeilijkheden. Ze zijn voor mijn thema niet beslissend, wel echter dat Husserl met de leefwereld een optiek in de discussie bracht, van waaruit we onmiddellijk toegang hebben tot het begrijpen van de empirisch aanschouwelijke fenomenen van het dagelijkse leven. Ze functioneert *als optiek* op een *niet-theoretische* manier, immers niet-thematisch³. Desalniettemin blijft ze voor de zelfwaarneming niet geheel verborgen. Ze laat zich bijvoorbeeld zien in de teleurstelling van een verwachting, zoals wanneer we bij het trappenklimmen nog een laatste trede vermoeden, die er echter niet is.

Bij het teruggaan tot "de zaak zelf" liet Husserl zien dat iedere waarneming, iedere ervaring, "naast haar kern van werkelijke en zekere kennisneming, tevens haar horizon" heeft (Husserl, 1972). Te vergelijken met de visuele waarneming, waarbij een punt waarop men fixeert zich uit een steeds onscherper wordende omgeving losmaakt. Ook als ze uit het gezichtsveld verdwijnen, blijven die zaken waar het punt naar verwijst, maar die we ons niet uitdrukkelijk bewust zijn, er bij horen. Dat geldt voor wat zich achter ons bevindt, aan de andere kant van de wand van deze ruimte, dit gebouw, dat geldt voor de plaats of het landschap waarin het door de architect of de arbeiders werd neergezet, enzovoort, hoewel het steeds minder helder en duidelijk kan worden. Tenslotte, de zaken waarnaar met betrekking tot de horizon van de leefwereld verwezen wordt, kunnen inhoudelijk nog zo onbepaald zijn, ze zijn nooit "leeg". Ze creëren in ieder geval een vertrouwdheid in het gebied van het onbekende.

De ervarings- en begripsmatige horizonnen van de leefwereld begeleiden echter niet slechts de verschillende manieren van ons dagelijks in-dewereld zijn. In hun totaliteit, als niet-thematisch fungerend voor-begrip, *dirigeren en preformeren* ze het veeleer,

op de manier die door het voorbeeld van het trappen klimmen getoond werd. Ze komen in het gedrag, in het spreken, waarnemen en handelen, in de omgang met de dingen, en zelfs in het zich voorstellen van iets als iets, tot uitdrukking, zoals verdriet, vreugde, woede en toorn er voor zorgen dat ze in situaties mede als beweegredenen te herkennen zijn. Voor zover in het gedrag van de ander het voor hem niet-thematisch fungerend voor-begrip mede uitgedrukt wordt, kan het door ons geïnterpreteerd worden.

De mogelijkheid om te begrijpen wat uitgedrukt wordt, en de mede-uitgedrukte ervarings- en begripsmatige horizonnen te interpreteren, wortelt niet slechts daarin dat wij door het onvermijdelijke leren van een bepaalde taal een historisch-maatschappelijk bepaald, intersubjectief in-de-wereld-zijn verworven hebben. Ze wortelt zeer wezenlijk ook daarin, dat de strenge context van de zintuiglijke werkelijkheid tegelijkertijd de inhoudelijke rijkdom van de ervarings- en begripsmatige horizonnen van de leefwereld voortbrengt, waarin omgekeerd deze context ook al opgenomen is.

Samengevat betekent leefwereld die ervaring van de wereld, waarin we voor welke fysische, chemische of andere kennisverwervende uitleg of verklaring van de wereld dan ook, in eerste instantie leerden wat zaken als licht, beweging, zout en diamant, "bos, weide en rivier überhaupt" zijn (Merleau-Ponty, 1966). De sedimenten van eerder, en in de vroege kindheid, ervaren verbanden in en met de wereld "sluimeren" hierin niet slechts, maar bepalen mede hoe, als wat en waarvoor iets zichtbaar wordt.

4. Het karakteristieke van de natuurkunde en de dagelijkse ervaring.

Het is karakteristiek voor de moderne natuurkunde dat ze als het ware breekt met de empirisch aanschouwelijke begrijpelijkheid van de fenomenen uit de dagelijkse ervaring. Nu wordt meestal snel toegegeven dat dit ongetwijfeld voor de quantummechanica geldt, die, ook vanuit de natuurkunde zelf, het vooroordeel van een objectief bestaande realiteit vernietigde. Meestal wordt ook toegegeven dat de relativistische natuurkunde, die bijvoorbeeld beweert dat na verhitten een stuk metaal een hoger gewicht heeft dan daarvoor, breekt met de dagelijkse ervaring. Dat zou voor de klassieke moderne natuurkunde echter slechts in beperkte mate gelden en zeker niet voor haar mechanica, hoog-

stens voor haar formalisme. Voor het overige zouden haar "gebeurtenissen bijzonder *aanschouwelijk* zijn, omdat de mens van jongs af aan met de begrippen van de mechanica, zoals tijd, beweging, kracht enzovoort te maken heeft en vertrouwd is" (Höfling, 1976).

C.F.v.Weizsäcker wijst er evenwel op, dat een dergelijke opvatting terug te voeren is op de "historische mythe" van de hedendaagse natuurkunde en dat dit de mythe van Galilei is. Het zou Galilei's prestatie geweest zijn, zo wil de historische mythe, de wereld te beschrijven "zoals wij ze werkelijk ervaren". En daarmee zou hij "voor de wetenschap de weg vrij gemaakt hebben". Deze mythe vindt ook zijn neerslag in de schoolboeken, zoals in aanwijzingen dat de bereidheid om "van een overgeleverde voorstelling af te wijken, als de zintuiglijke waarneming die tegenspreekt", kenmerkend was voor Galilei (Kuhn, 1979). Tegenover deze mythe stelt Von Weizsäcker als "de werkelijke prestatie" van Galilei: "Galilei deed zijn grote stap, doordat hij het waagde de wereld zo te beschrijven zoals we haar *niet* ervaren" (Von Weizsäcker, 1971).

Inderdaad beweert de natuurkunde bijvoorbeeld, geheel in tegenspraak met de dagelijkse waarneming, dat alle lichamen even snel zouden vallen, onafhankelijk van hun vorm, materiaal of gewicht, slechts wrijving en opwaartse kracht zouden dat verhinderen. De natuurkunde bestrijdt dat er een oorzaak nodig is om een constante beweging in stand te houden en beweert dat er een stilstand zonder duur kan bestaan, weer in tegenspraak met de dagelijkse ervaring. Vanuit deze ervaring gezien moet de bewering dat twee auto's alleen al omdat ze in verschillende richtingen rijden verschillende snelheden zouden hebben, absurd lijken. Even absurd als beweringen van de soort dat een zak cement op de rug *hijzen* wel arbeid zou zijn, maar om hem daar te *houden* niet, dat het groen van de bladeren van een boom in de tuin een puur subjectieve indruk zou zijn, maar geen werkelijkheid die ook 's nachts bestaat, enzovoort.

De moderne natuurkunde, die begon met Galilei en Newton, breekt echter niet willekeurig met de empirisch aanschouwelijke samenhang in de waarneming van het dagelijks leven. Ze breekt met de begrijpelijkheid van de samenhang in de waarneming, omdat zij in wezen een *mathematische* wetenschap is. Dienovereenkomstig, als mathematische wetenschap, is de natuurkunde dan ook te onderwijzen en te leren, als tenminste *natuurkunde*

geleerd moet worden. Daarmee sta ik evenwel als het ware haaks op die nog steeds machtige traditie in de vakdidactiek, die in het experiment het beslissende criterium voor de wetenschappelijkheid van de natuurkunde ziet. In Duitsland wordt vanuit deze positie steeds weer een beroep gedaan op de besluiten die in 1905 op de "Naturforschertagung" van Meran opgesteld werden. Daarin wordt opgeroepen natuurkunde in het onderwijs "*niet* als een mathematische wetenschap" te onderwijzen, maar als een inductieve wetenschap en als voorbeeld van op welke manier kennis in de empirische wetenschappen onderwezen moet worden (Töpfer e.a., 1979).

Om echter een mogelijk misverstand voor te zijn: het mathematische van de natuurkunde ligt niet, in ieder geval niet in de eerste plaats, in het gebruik van formeel-mathematische symbolen en methoden, de "formele stenografie" van haar kennis. Een formalisme op zich betekent natuurkundig gezien nog helemaal niets. Het representeert de kennis die tegelijkertijd met behulp van hem moet worden geïnterpreteerd. Het mathematische van de natuurkunde ligt veelmeer eerst en vooral in het onderwerp⁴ van de kennis-activiteit, als een causaal-wetmatige samenhang van "ideaal exacte limiet-gestalten", om een term van Husserl te gebruiken. Deze wetmatige samenhang echter is noch in de dagelijkse ervaring noch in de zintuiglijke waarneming als zodanig gegeven of meegegeven.

Voor zoverre we ons tot de klassieke moderne natuurkunde beperken en de relativiteitstheorie er vooralsnog buiten laten, vormt de causaal-wetmatige samenhang van ideaal-exacte gestalten van de euclidische meetkunde het substraat van de empirisch aanschouwelijke fenomenen. Zo wordt, bijvoorbeeld, alles wat wij visueel waarnemen uitgelegd als terugkaatsing of breking van stralenbundels, opgebouwd uit eendimensionale stralen, aan grensvlakken, of als terugkaatsing en breking van electromagnetische golven. De oorzaak van kleuren wordt toegeschreven aan de golflengte van een electromagnetische golf. Natuurkundig wordt van elementaire ladingen of van puntladingen gesproken, van massapunten, stijve lichamen met de eigenschappen van een massapunt, plaatscoördinaten en tijdstippen, de kracht als vector enzovoort. Einstein vond evenwel dat de wereld niet euclidisch, maar door de Riemann-meetkunde bepaald is. De moderne natuurkunde zoekt en vindt het constante van de zich veranderende empirisch aanschouwelijke wereld dus niet in de onveran-

derlijkheid van deze "Gestalt" zelf, maar vooral in de wetmatigheid van de samenhang van haar meetkundige gedaante.

Reeds Galilei liet weinig twijfel bestaan aan de ondergeschikte status van de empirisch aanschouwelijke waarnemings-samenhang in het natuurkundige kennisverwervingsproces. Hij beriep zich onder andere op Archimedes, aan wiens stellingen over spiralen geen "afbreuk wordt gedaan, doordat in de natuur geen lichaam te vinden is, waarbij een spiraalvormige beweging hoort" (Galilei, 1848). Herhaaldelijk bewondert hij de "geesteshoogte van hen", die "de eigen zintuigen zodanig geweld hebben aangedaan dat ze datgene wat het verstand gebood boven de duidelijkst tegenstrijdige zintuiglijke indrukken konden stellen" (Galilei, 1980). En Heisenberg werd niet moe, ondanks alle verschillen, de platonische traditie van de moderne natuurwetenschap naar voren te brengen: dat aan de empirisch aanschouwelijke wereld "uiteindelijk....een mathematische symmetrie *ten grondslag ligt*" (Heisenberg, 1984).

Deze "mathematische symmetrie" ligt aan de empirisch aanschouwelijke wereld evenwel geenszins ten grondslag als een realiteit op zich, die er meer of minder verborgen in aanwezig is en van oudsher door de mens ontdekt moest worden. De moderne natuurkunde moet het onderwerp van haar kennis veeleer zelf *voortbrengen*, zij treft het niet aan. Ze brengt het voort, doordat ze de empirisch aanschouwelijke wereld als blijk van een wetmatige samenhang *ontwerpt*. En haar samenhang, al naar gelang het tijdsgewricht in verschillende historische varianten, als de primaire realiteit *voorondersteld*. De wetenschap kan nu eenmaal, om met de natuurkundige Eddington te spreken, "uit de natuur slechts terugwinnen" wat zij daarvoor als haar substraat "zelf in de natuur gelegd heeft" (Heisenberg, 1970).

Het was en is de zaak van de praktijk van het onderzoek om de verbanden die verwijzen naar het mathematische ontwerp van de natuur, die eerst grotendeels onbepaald, respectievelijk onvolledig bepaald waren, steeds helderder en duidelijker uit te werken, te voltooien en te herzien. Een mathematisch ontwerp van de natuur betekent daarom ook geen product van theoretische, bespiegelende bezinning op de mogelijkheden van wetenschappelijke objectivering van de natuur. Het is veelmeer een specifieke optiek op de wereld, waarvan de verbanden die ernaar verwijzen datgene *schetsen en voorvormen*, wat als de eigenlijke

werkelijkheid moet gelden, de aard van het te verwerven weten zowel als de wijze van de kennisverwerving.

Ik bestrijd daarmee niet het experimentele karakter van de moderne natuurkunde. Het experiment is ongetwijfeld noodzakelijk, om aanvankelijk onbekende verbanden die verwijzen naar het mathematische ontwerp van de natuur te isoleren en zowel kwantitatief als begripsinhoudelijk nader te bepalen. Of, beter gezegd, om limietgestalten die nooit toegankelijk zijn voor directe meting, overtuigend te kunnen berekenen en zo hypothesen te kunnen rechtvaardigen. Met het experiment worden tegelijkertijd ook verschijnselen en processen gecreëerd, die tot dan toe in het bereik van de menselijke ervaring niet bestonden, en uiteindelijk ook technieken die de achterhaalde ambachtelijke techniek ver te boven gaan. Ik beweer slechts, dat de natuurkunde de experimentele wetenschap kan zijn die ze is, *omdat* aan haar een mathematisch ontwerp van de natuur ten grondslag ligt. Het leidt zowel het opstellen van hypothesen, als de constructie en interpretatie van experimenten. Dat altijd slechts de benaderde meetwaarden van de ideaalexacte waarde verkregen worden, de "getalsmatige moeilijkheid" van de natuurkunde (Feyerabend), laat juist zien dat het mathematische ontwerp van de natuur het eerste en laatste criterium van natuurkundige kennis is. Experimenten zijn wel aanleiding tot rechtvaardiging, bijstelling of verwerping van natuurkundige inzichten in de loop van het onderzoek, echter geenszins een definitief bewijs, netzomin als de empirisch aanschouwelijke samenhang in de waarnemingen van het dagelijks leven dat is.

Ten aanzien van de optiek van het mathematische ontwerp van de natuur en de optiek van de leefwereld zijn wel gemeenschappelijke kenmerken aan te wijzen. Zo is het voor beide bijvoorbeeld mogelijk op niet theoretische wijze te fungeren, dat wil zeggen niet-thematische, impliciete horizonnen te integreren, een historisch-dynamisch systeem te zijn, enzovoort. Afgezien van gemeenschappelijke trekken, die de uiterlijke vorm betreffen, zijn beide optieken echter principieel verschillend, alleen al doordat dat de leefwereld optiek geen ontwerp-karakter in de betekenis van de natuurkundige kan hebben. Veeleer zijn wij met betrekking tot de leefwereld, om met Heidegger te spreken, in een bepaalde historisch-maatschappelijke-sociale konstellatie "geworpen".

Ik zou graag in het bijzonder twee verschillen naar voren

brengen, namelijk: de autonome samenhang in de waarnemingen van de leefwereld tegenover de natuurkunde, en de betrouwbaarheid van de zintuiglijke waarneming, die voor het perspectief vanuit de leefwereld karakteristiek is. Zelfs vergissingen, bijvoorbeeld van het gezichtszintuig, worden duidelijk door en op grond van zintuiglijke waarneming. De context van de zintuiglijke werkelijkheid ontwikkelt niet slechts de inhoudelijke rijkdom van de ervarings- en begripsmatige horizonnen van de leefwereld, hij is tegelijkertijd de laatste beslissende instantie voor alle aannamen, vermoedens, inducties en al het handelen vanuit de optiek van de leefwereld. Zijn "limietgestalten" zijn geen ideaal-exacte, maar empirische algemeenheden, meegegeven als het invariante in de varianten van de waargenomen fenomenen. De samenhang in de waarnemingen van de leefwereld heeft als zodanig niets van die specifieke realiteit op zich, die uit de moderne natuurkunde stamt en vanuit welke optiek empirisch aanschouwelijke fenomenen, zowel de zelf geproduceerde als die uit de natuur, verklaard resp. geïnterpreteerd worden. Het patroon van de ervarings- en begripsmatige horizonnen van de leefwereld is het patroon van de regelmatigheid (waarvoor de uitzondering constitutief is), van de door de leefwereld bepaalde praktische interessen en van de empirisch aanschouwelijke causaliteit.

De optiek van de leefwereld garandeert de empirisch aanschouwelijke wereld een zelfstandigheid, die de natuurkunde niet toekomt, om de eenvoudige reden dat zij *haar interpretatie* achteraf is. Nooit zou een λ , een golflengte, als maat voor bijvoorbeeld de kleur rood kunnen gelden, als niet *daarvoor* de kleur rood in haar verschillende verbanden ervaren was. De natuurkunde zou evenmin het zien van een schijnbare plaats van een voorwerp volgens de brekingswetten begrijpelijk kunnen maken, als ze niet op de oorspronkelijke ervaring van het kijken terug kon grijpen, die aangeeft dat "het oog het voorwerp altijd zoekt in de achterwaartse verlenging van de eropvallende lichtstralen" (Stuart e.a., 1970). Als de natuurkundige uitleg van de beweging niet minstens niet-thematisch in de waarneming vanuit de leefwereld "verankerd" bleef, zou bij een massapunt dat achtereenvolgens een serie discontinue posities inneemt, nooit de beweging zelf gedacht kunnen worden, die altijd als overgang "tussen twee ogenblikken en posities bestaat, hoe dicht bij elkaar men die ook mag kiezen" (Merleau-Ponty, 1966). Hierdoor

wordt het duidelijk dat het opvatten van het natuurkundig begrijpen als een ongebonden, "vrije schepping van de menselijke geest", in het bijzonder in de vorm van haar grondbegrippen, een idealistische fictie is. Zelfs in de taal van de natuurkundigen, bijvoorbeeld dat elektronen de roosterstructuur van het kristal "zouden zien", kondigt zich de "leefwereld aan als vergeten zintuiglijk fundament van de natuurwetenschappen" (Husserl, 1976), zonder welke alle uitspraken en "symbolen van de wetenschap nietszeggend zouden blijven of veeleer zouden zijn" (Merleau-Ponty, 1966). Hetgeen geenszins betekent dat met de waarnemingsamenhang van de leefwereld weer een "realiteit op zich" ingevuld wordt.

De samenhang tussen de waarnemingen van de leefwereld van zijn kant heeft geen wetenschappelijke uitleg nodig. En, van nature impliceert hij noch analogie- noch voor-vormen van natuurkundige kennis. Evenmin vormt hij deze, historisch gezien zeer late vorm van menselijk weten, uit zichzelf, ook niet onder de maatschappelijke voorwaarden van onze tijd. Zeker, het "gezicht" van het dagelijks leven verandert en niet in de laatste plaats steeds sneller doordat er meer en meer *indirecte* producten van natuurkundige kennis in voorkomen. Daarmee echter verliest de samenhang in de waarnemingen van het dagelijks leven evenmin zijn zelfstandigheid tegenover de natuurkundige optiek, als dat hij verwetenschappelijkt. Net zo min als de natuurkunde onwetenschappelijk wordt als natuurkundigen bij het spreken antropomorfismen gebruiken. De optiek van de leefwereld omvat de indirecte producten en presentaties van natuurkundige kennis op *haar* manier. In haar worden ze bij voorkeur zichtbaar als iets wat gebruikt kan worden en verwijzen ze verder naar de natuurkunde als één van hun onbegrepen, misschien ook onbegrijpelijke of zelfs bedreigende oorsprong van hun vervaardiging.

5. Verloopt het leren continu of discontinu?

Als mijn voorstelling van de natuurkunde als een mathematische wetenschap en haar verhouding tot de dagelijkse evaring in wezen terecht is, dan is een continue overgang van de dagelijkse ervaring naar een natuurkundig begrijpen van empirisch aanschouwelijke fenomenen niet mogelijk. En dit, onverschillig of de continuïteits-stelling gebracht wordt in de vorm van het inductieve onderwijzen en leren, of in de gedaante van het

zoeken naar "voor"-vormen van natuurkundige kennis bij scholieren, die achtereenvolgens verfijnd en uitgebreid zouden moeten worden. Het maakt daarbij niet uit welke psychologie dan ook ter rechtvaardiging van de continuïteits-stelling wordt gebruikt.

Aan de continuïteitsstelling ligt uiteindelijk een vooronderstelling ten grondslag, die de verhouding van dagelijkse ervaring en natuurkunde vermaatschappelijkt met de overtuiging van een toenemende verwetenschappelijking van het dagelijks leven, in positivistische zin reduceert. Bij Carnap kan men deze vooronderstelling als volgt lezen: "Bij de natuurkunde worden de onderste verdiepingen van het gebouw al in het voorwetenschappelijk denken van het dagelijks leven opgericht", door de kwalitatieve vergelijking van de "waarneembare dingen en gebeurtenissen" wordt "het begin gemaakt met de opbouw van een totale ordening van het waarneembare gebeuren", en dat het "werk van de natuurkunde uit niets anders (!) bestaat als het voortzetten van deze werkzaamheid op een regelmatige manier", zij het dan met bijzondere "concrete" en "begripsmatige hulpmiddelen" (Carnap, 1966). Aan het gevolg, dat de verhouding tussen dagelijkse ervaring en natuurkunde op ontoelaatbare en voor de didactiek (uiteindelijk ook voor de praktijk van het onderwijzen) op fatale wijze gereduceerd wordt, verandert weinig als in tegenstelling tot de positivistische opvatting, onder de invloed van het "primaat van de theorie", nu *alle* menselijke activiteit als door theorie geleid verklaard wordt. Weliswaar schijnt zo de activiteit van het dagelijks leven opnieuw slechts als gradueel verschillend van die van de wetenschap, toch is de uitspraak dat alle menselijke activiteit door theorie geleid wordt, nauwelijks meer dan een ondoordachte "reflex" op een theoriebegrip uit de oudheid, in het bijzonder van Aristoteles, voor wie de mens van nature naar weten streeft, en wel naar weten in kennisverwervende zin.

Als mijn stelling klopt, dat het leren van natuurkunde zich op een wezenlijk niet-geleidelijke en discontinue manier voltrekt, als *om-leren*, dan wordt de vakdidactiek eerst en vooral voor een opgave gesteld die zij zich onder de vooronderstelling van de mogelijkheid en de noodzaak van een continue overgang niet stellen kon: ophelderen van de structuur van een zodanig leren, waarbij een nieuw weten, een begripsmatige horizon van een natuurkundige soort, überhaupt kan ontstaan.

Over het algemeen leren wij zonder ons te bezinnen op het proces van het leren. Vele en belangrijke zaken leren we daarbij zo "dat we ons principieel er niet op kunnen bezinnen, hoe het leren heeft plaats gevonden" (Buck, 1969), bijvoorbeeld wat betreft de moedertaal, het lopen, lezen en schrijven. G.Buck ziet bijvoorbeeld in het feit dat het voltrekken van het leren voor de lerende vergaand *niet-thematisch* blijft, een wezenlijke oorzaak, die "de zogenaamde objectieve (behavioristische) leerpsychologie de schijn van feitelijke gefundeerdheid verleent" (Buck, 1969) resp. verleend heeft. Met de "cognitieve wending" in de psychologie wordt weliswaar opnieuw de betekenis van mentale *premissen* voor het leren benadrukt, toch blijft het leerproces zelf, de structuur van zijn *voltrekken*, nog steeds in het duister.

De waarschuwing van Husserl, fenomenen eerst als fenomenen te bestuderen, geldt niet in de laatste plaats voor de act van het menselijke leren, temeer omdat de leerpsychologie het leren vergaand abstract onderzoekt, zonder veel rekening te houden met wat er geleerd moet worden.

Noten:

1. De redactie dankt R.J. Genseberger voor het vertalen van dit artikel.
2. Noot vertaler: Redeker voert hier de term "Umlernen" in. Aangezien deze term ook in het Duits een nieuw woord is en het een centraal begrip is in het denken van Redeker, is er voor een letterlijke vertaling gekozen.
3. Met "niet-thematisch" wordt de nog-niet-benoembare, resp. voor-reflexieve dimensie van het menselijk weten bedoeld. Ze moet niet verward worden met de psycho-analytische begrippen "onbewuste" of "voorbewuste". Vanuit deze invalshoek gezien wordt het menselijk weten wezenlijk door driften gestructureerd en medebepaald. Daartegenover is het niet-thematische een weten dat eveneens het menselijk gedrag, handelen en waarnemen "stuurt", maar dit weten wordt door ervaring en leren verworven en gevormd. Niet-thematisch betekent daarom een begrijpen, preciezer gezegd een voorbegrijpen, dat ook de aard van het expliciete weten voorvormt resp. meebepaalt wederom door het waarnemingsveld met het daarin waargenomene.
4. In de Duitse tekst wordt hier het woord "Gegenstand" gebruikt, waarmee bewust wordt uitgedrukt dat er ook een "tegen"stand is.

Literatuur

Buck, G. (1969) *Lernen und Erfahrung*, Stuttgart: W.Kohlhammer Verlag.

- Carnap, R. (1966) *Physikalische Begriffsbildung*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Galilei, G. (1848) *Le opere die Galileo Galilei*, prima edizione completa Bd.7, Firenze: Commercio Epistolare, Derettore Eugenio Alberti.
- Galilei, G. (1980) *Sidereus Nuncius - Nachricht von neuen Sternen*, Taschenbuch Wissenschaft 337, Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Heisenberg, W. (1970) *Das Naturbild der heutigen Physik*, Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Heisenberg, W. (1984) *Schritte über Grenzen*, München: Piper Verlag.
- Höfling, O. (1976) *Physik, Lehrbuch für Unterricht und Selbststudium*, Bonn: Dümler Verlag.
- Husserl, E. (1956) *Erste Philosophie*, Teil 1, (Husserliana Bd. VII) Den Haag: Martinus Nijhoff.
- Husserl, E. (1972) *Erfahrung und Urteil*, Hamburg: Felix Meiner Verlag.
- Husserl, E. (1976) *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*, Den Haag: Martinus Nijhoff.
- Kant, I. (1986) *Über den Gemeinspruch: Das mag in der Theorie richtig sein, taugt aber nicht für die Praxis*, Frankfurt a.M.: Verlag Vittorio Klostermann.
- Kuhn, W. (1979) *Physik*, Bd.1, Braunschweig: Westermann Verlag.
- Merleau-Ponty, M. (1966) *Phänomenologie der Wahrnehmung*, Berlin: Walter de Gruyter Verlag.
- Redeker, B. (1979) *Untersuchungen zur Begriffsbildung im Naturwissenschaftlichen Unterricht*, Bielefeld: BK Verlag.
- Redeker, B. (1982) *Zur Sache des Lernens - am Beispiel des Physiklernens*, Braunschweig: Westermann Verlag, nu Aachen-Hahn: Hahner Verlagsgesellschaft.
- Schütz, A. (1972) *Gesammelte Aufsätze*, Bd. II, Den Haag: Martinus Nijhoff.
- Stuart, H.A. & G. Klages (1970) *Kurzes Lehrbuch der Physik*, Berlin: Springer Verlag.
- Töpfer, E. & J. Bruhn, (1979) *Methodik des Physikunterrichts*, Heidelberg: Verlag Quelle und Meyer.
- Weizsäcker, C.F.v. (1971) *Die Tragweite der Wissenschaft*, Stuttgart: Hirsch Verlag.