

- Welke schakeling verdient de voorkeur in gebieden met veel en met weinig wind?
- Hoe groot is het afgegeven vermogen bij verschillende windsnelheden?
- Hoe groot is het rendement bij deze energie-omzetting?

Bij de laatste twee onderzoeken maken we gebruik van een windsnelheidsmeter. Bouwbeschrijvingen van verschillende eenvoudige windsnelheidsmeters vinden we in het *Wind werk boek*<sup>2</sup>.

Met de ervaringen<sup>3</sup>, opgedaan bij het bouwen van- en het experimenteren met dit windmolen-

model, zijn de mogelijkheden en problemen van windenergie misschien duidelijk geworden.

Voor degene die als volgende stap een echte windmolen wil bouwen is het *Wind werk boek* een goede leidraad.

#### Noten

1. Gelijkstroomkassette rekordermotortje o.a. verkrijgbaar bij Radio Service Twenthe te Den Haag of PLON.
2. *Wind werk boek*, Chris Westra en Herman Tossijn, ISBN 9062240259. Ekologische Uitgeverij, 1980.
3. Reacties en ervaringen naar aanleiding van het bouwen van deze windmolen worden graag ontvangen door Ad van Gameren, 030-53 27 18.

## Weerkunde in de onderbouw

KEES FLOOR, *Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, Utrecht* en  
INEKE GEUZEBROEK-FREDERIK, *Lerarenopleiding Zuid-West Nederland, Delft*

In 1982 behoort het keuzeonderwerp 'weerkunde' voor het eerst tot het verplichte eind-examenprogramma vwo natuurkunde. De onderbouw natuurkunde kent geen verplichting om weerkunde aan bod te laten komen. Bovendien bestaat daar geen traditie om aandacht te besteden aan het onderwerp. Hetzelfde geldt voor de MAVO. Daardoor komen leerlingen van 12-16 jaar tijdens hun natuurkundelessen meestal niet in aanraking met het weer. Ons inziens is dat jammer. De natuurkundeleerstof biedt voldoende aanknopingspunten om iets aan het weer te kunnen doen. Verder wijzen de eerste ervaringen van leraren, die weerkunde in de onderbouw aan bod lieten komen, erop dat het onderwerp bij leerlingen van 12-16 jaar aanslaat. Bovendien kunnen we een aantal argumenten noemen om weerkunde in het onderbouwprogramma op te nemen. We zullen deze argumenten nu eerst bespreken. Vervolgens geven we een aantal activiteiten die geschikt zijn om tijdens weerkundelessen uit te voeren. Daarbij zal blijken dat deze lessen niet alleen door het onderwerp, maar ook door de mogelijkheden om zeer gevarieerd te werken, aantrekkelijk kunnen zijn. Aan het slot worden bronnen genoemd waaruit de leraar kan putten.



Figuur 1 Leerlingen onderzoeken mistvorming en wolkenvorming in een fles (foto Barend Maaskant, (proefbeschrijving in lit. 4).

#### Waarom weerkunde?

Door weerkunde in de onderbouw te behandelen maken we onze leerlingen vertrouwd met een aantal relevante aspecten van hun leefwereld, zoals regen, wind, warmte en koude, wolken enz. Daarnaast leren we onze leerlingen de dagelijkse informatie uit het weerbericht van radio, t.v. en krant beter te begrijpen en te gebruiken. Voorbeelden hiervan zijn:

- leerlingen weten dat het begrip warmtefront niet duidt op warm, zonnig weer, maar op een gebied met wolken en regen.

– leerlingen kunnen vertellen onder welke omstandigheden er kans is op regen en mist.

– leerlingen kunnen hun kleding aanpassen aan het te verwachten weer.

Bij de bespreking van weerkundige onderwerpen komen we steeds natuurkundige verschijnselen of principes tegen, in een voor de leraar soms nieuwe context. Voor sommige leerlingen is de weerkunde in de onderbouw voorbereidend voor het keuzeonderwerp *Weerkunde*<sup>17</sup>, dat zij mogelijk-erwijs in 6 vwo tegen zullen komen. Zo'n voorbereiding is zeker noodzakelijk, omdat de afstand tussen de dagelijkse weerbeleving enerzijds en de leerstof van het keuzeonderwerp anderzijds vrij groot is. Weerkunde in de onderbouw bereidt tevens voor op een tweede keuzeonderwerp: *Natuurkunde van de atmosfeer*<sup>18</sup>, dat in voorbereiding is.

### *Het weer klassikaal*

Het onderwerp weerkunde kan in de onderbouw worden behandeld zoals men elk ander onderwerp behandelt, bijvoorbeeld met klassikale uitleg door de leraar en gesprekken met de klas. Ook kan in de klas een film of videoband over het weer bekeken worden<sup>25</sup>. Klassegesprekken lenen zich verder voor de bespreking van het actuele weer. Als ingang voor zo'n gesprek kunnen we gebruik maken van een geluidsband van het radioweerbericht (ook ieder heel uur 'live' in de klas via Hilversum 3) of een video-opname van het tv-weerbericht van de vorige avond. Ook het weerbericht en de weerkaart uit de krant (leerlingen zelf laten meenemen, fotokopieëren of een transparant van maken voor de OH-projector) zijn daarvoor geschikt (figuur 2). Eigen waarnemingen van leerlingen kunnen in zo'n gesprek gebruikt worden.

Ook leuk om te doen met de hele klas:

– een excursie naar het KNMI<sup>14</sup> of naar een weerstation in de buurt.

– een wedstrijd houden; bijvoorbeeld:

• wie bouwt de beste windmeter?

• ballonnenwedstrijd; wiens ballon komt het verst? (ballonnen terugontvangen uit Duitsland, Oostenrijk en Hongarije).

Het onderwerp kan afgesloten worden met een proefwerk waarbij leerlingen bijvoorbeeld: een weervoorspelling koppelen aan een krante-weerkaart (figuur 3); een foto uitzoeken bij een weerbeschrijving; een kruiswoordpuzzel met weerwoorden oplossen; onderschriften ontwerpen bij oude prenten of schilderijen met bar weer erop, of routineaflezingen doen van apparaten die weergrootheden meten.

### *Gedifferentieerd weerwerk*

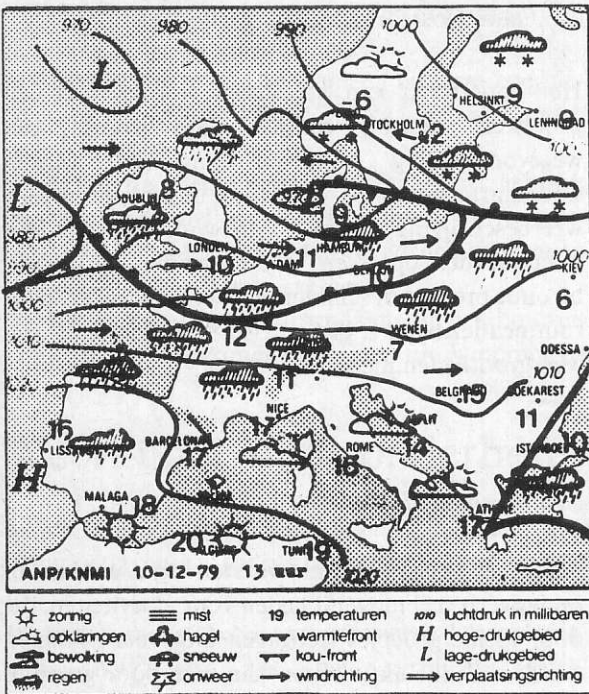
Naast de klassikale activiteiten zijn er bij dit onderwerp veel mogelijkheden voor activiteiten, die door kleine groepjes leerlingen uitgevoerd kunnen worden. Zulke activiteiten kan men door groepjes leerlingen laten kiezen of over de klas verdelen en bijvoorbeeld laten afsluiten met een verslagje, een rapportage aan de klas of een tentoonstelling. We sommen hier een aantal van die activiteiten op:

1. *Informatie verzamelen*, door te lezen. Over het weer wordt veel geschreven in allerlei moeilijkheidsgraden. Het informatiepakket van het KNMI<sup>1</sup> bevat een lijst van bruikbare literatuur. Leesopdrachten zijn ook geschikt voor leerlingen die individueel een onderwerp willen bestuderen.

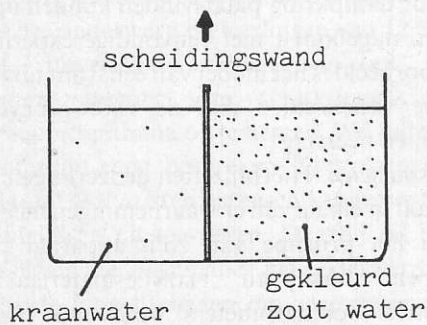
2. *Leerlingenproeven doen*. Sommige processen die in de dampkring plaatsvinden kunnen in de klas worden nagebootst met eenvoudige experimenten. Een voorbeeld is het model van een front uit figuur 4. Andere voorbeelden zijn de PLON-proeven over wolken en neerslag<sup>4</sup>.

3. *Knutselen*. Hierbij zetten de leerlingen zelf een apparaat in elkaar om er waarnemingen mee te doen of om het principe van zo'n apparaat beter te begrijpen. DBK- en PLON-lesmateriaal bevat suggesties voor barometers, windvanen (figuur 5), windsnelheidsmeters, regenmeters en vochtigheidsmeters<sup>3,4,5</sup>. Ook een zonneschijnmeter is gemakkelijk te maken<sup>13</sup>.

## Het weer in Europa



Figuur 2 Weerkaart uit de krant. De begrippen en symbolen van de kaart zijn bij leerlingen veelal niet bekend. Vaak zijn zij verbaasd dat bijvoorbeeld een warmtefront een gebied is met slecht weer. Ook het feit dat een hogedrukgebied niet altijd zonnig weer betekent, maar soms ook dagenlang mist, is voor leerlingen soms verrassend.



Figuur 4 Model van een front. Als de scheidingswand wordt weggehaald kan men het gedrag van het grensvlak (frontvlak) bestuderen.

In de krant is een weerkaartje opgenomen (zie figuur 2). Dit kaartje geeft de weersituatie om 13.00 uur de vorige dag weer.

Welke weersverwachting verschijnt er in de krant van die dag?

- a
- VERWACHTING TOT HEDENAVOND:**  
Wolkenvelden en op de meeste plaatsen droog. Zwakke tot matige noordwestelijke wind. Maximumtemperatuur ongeveer 14 graden.
- b
- TOT HEDENAVOND:**  
Half tot zwaar bewolkt en van het zuidwesten uit in de middag en avond tijdelijk regen. Middagtemperatuur ongeveer 7 graden. Zuid-oosten wind geleidelijk toenemend tot vrij krachtig.
- c
- TOT HEDENAVOND:**  
Eerst veel bewolking, maar geen regen van betekenis. Later enkele opklaringen. Matige, in het waddengebied krachtige wind uit west tot noordwest. Maximumtemperaturen ongeveer 13 graden.
- d
- VERWACHTING TOT HEDENAVOND**  
Eerst plaatselijk regen of motregen; later ook enkele opklaringen. Tot matig of vrij krachtig toenemende westelijke wind uit west tot westerstorm.
- e
- VERWACHTING TOT HEDENAVOND:**  
Veel bewolking en af en toe een bui. Middagtemperatuur omstreeks 9 graden. Krachtige tot stormachtige westenwind, aan de kust en boven het IJsselmeer mogelijk enige tijd westerstorm.
- f
- VERWACHTING TOT HEDENAVOND:**  
Droog weer met wolkenvelden en ook, perioden met zon. Zwakke tot matige wind uit zuidelijke richtingen. Maximumtemperaturen rond 18 graden.

Figuur 3 Voorbeeld van een proefwerkvraag.

4. *Routinemetingen doen.* Leerlingen meten gedurende de tijd dat het weer centraal staat de volgende weerkundige grootheden (of enkele daarvan): luchtdruk, temperatuur, vochtigheid, windrichting, windsnelheid, bewolking, zicht. Deze metingen kunnen enkele keren per dag herhaald worden.

5. *Onderzoekjes doen, zoals:*

- regenmetingen in en rond de stad
- de wind rond gebouwen meten (figuur 6)
- temperatuur meten binnen en buiten de stad<sup>19</sup>.

6. *Krantenknipsels verzamelen.*

- het weerverloop bijhouden met behulp van weerberichten en weerkaarten uit de krant
- diverse actuele artikelen over het weer en konsekwenties ervan voor de samenleving opprikken op een prikbord in de klas.

7. *Wolkenatlas maken.* Waargenomen wolken natekenen of fotograferen. Tekeningen en foto's inplakken en met behulp van een wolkenplaat<sup>15</sup> of een wolkenatlas<sup>20</sup> voorzien van de juiste namen.

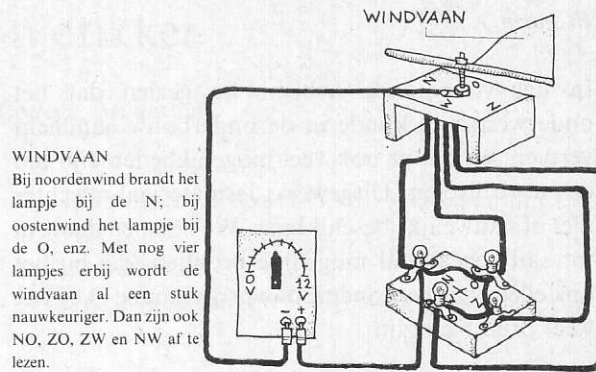
8. *Tekst maken* bij diaserie of wandplaat (bijvoorbeeld wolkenplaat<sup>15</sup>). Dergelijke series hebben meestal wolken als onderwerp; soms ook fronten of satellietfoto's.

9. *Verzamelen* van spreekwoorden en volkswijsheid over het weer<sup>24</sup>. Illustreeren en van kommentaar voorzien.

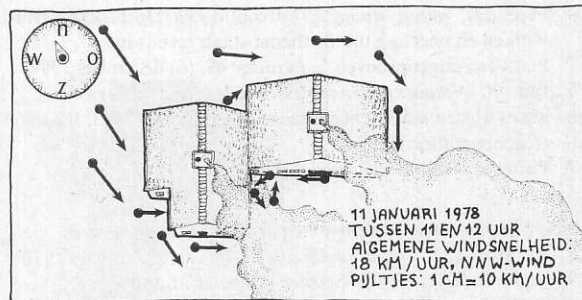
#### *Samenwerking met andere leraren<sup>21</sup>*

Op sommige scholen wordt de keuze van het onderwerp 'weer' gebruikt om samen met andere leraren of sekties aan een onderwerp te werken. Vooral samenwerking met de sekte aardrijkskunde ligt voor de hand. Zo'n samenwerking heeft, naast een bredere inhoudelijke inbreng, als voordeel dat er meer lessen beschikbaar zijn, dan wel dat er minder natuurkundelessen voor het onderwerp nodig zijn. Verder kunnen de keuzemogelijkheden bij het gedifferentieerde weerwerk groter zijn. Een activiteit is geschikt als hij voor één van de sekties van belang is.

Op één school werden ook andere vakken bereid gevonden het weer als thema te kiezen. Bij de moderne vreemde talen kwamen het weerbericht in



Figuur 5 Zelfbouw windvaan<sup>2,3</sup>.



Figuur 6 Voorbeeld van een uitwerking van windmetingen rond gebouwen<sup>3</sup>.

de desbetreffende taal en het klimaat van het land ter sprake. Bij Nederlands was het thema 'weer' aanleiding om te praten en te schrijven over 'weer en stemming'.

Ook als bijdrage van een natuurkundesektie aan een werkweek biedt het weer mogelijkheden. Met name routine-metingen en onderzoeken zoals hierboven genoemd onder 4 en 5 zijn hiervoor geschikt. Verder zijn het meten van richting en snelheid van wolken<sup>8</sup> en het meebelevan van een frontpassage of weeromslag leuke onderwerpen voor een werkweek. Het bespreken van het weerbericht voor de hele groep kan door de natuurkundeleraar, samen met een groepje leerlingen, worden verzorgd.