



# MIJN WEERSTATION

Reflectief ontwerpend leren voor de bovenbouw van de basisschool

Lessenserie natuuronderwijs over het ontwerpen en ontwikkelen van een weerstation, met als kernpunten:

- ✓ Ontwerpend leren
- ✓ Ontwikkeling van vraaggedrag
- ✓ ICT ondersteuning

**Universiteit Twente**

*In samenwerking met:*

Iselinge Hogeschool en Kenniscentrum  
Wetenschap & Techniek Gelderland

**Ontwikkelaars & adviseurs**

Hans van der Meij, Tim Post, Gerdo Velthorst,  
Henny Barnhoorn en Jos Marell



UNIVERSITEIT TWENTE.



KWTG

onderzoek: je perspectief!



Deze lessenserie is ontwikkeld in het project CoReflect, een Europees samenwerkingsverband tussen leerkrachten, (bèta-)studenten, inhoudsdeskundigen en onderzoekers van de Universiteit Twente en de Hogeschool Iselinge in Doetinchem (EU FP7 Science in Society, grant #217792).

De didactiek in deze lessenserie is die van ontwerpend leren. De centrale gedachte is dat de lessen de eigen interesse van de leerlingen en ook de ontwikkeling van inhoudelijke kennis ondersteunen. Om dat te realiseren bieden de lessen ruimte voor leerlingen om eigen vragen te stellen en te leren werken met Vorm-Functie-Materiaal vragen. In alle lessen is ICT-gebruik geïntegreerd. In deze lessenserie is dat de leeromgeving "Stochasmos".

Deze lessenserie vervult enkele belangrijke kerndoelen, is een afgerond geheel en is flexibel in de klas in te zetten.

Projectleider:	Hans van der Meij
Projectondersteuning:	Tim Post Gerdo Velthorst
Adviseurs:	Jos Marell Henny Barnhoorn
Begeleiders:	Peter Hagens Bart Joosten
Ontwikkelaars:	Tim Post Hans van der Meij Anneloes ten Kulve Jantine te Molder Pascal Mokkink
Uitvoerend:	Jos Salet Albert Visser Henny Barnhoorn



# Inhoudsopgave

Opzet lessenserie	4
Lesprogramma	7
Gebruik van ICT	10
Ontwerpmaterialen	11
Domeinkennis	13
Les 1: Mijn vliegtuig	20
Les 2: Voortoets	23
Les 3: De draaidenkijker	24
Les 4: Ontwerpronde 1	29
Les 5: Ontwerpronde 2	30
Les 6: Natoets	38
<i>Bijlagen (toetsen &amp; Stochasmos)</i>	41

# 1. Opzet lessenserie

## 1.1 De bedoeling

In deze lessenserie maken leerlingen op een bijzondere manier kennis met meteorologie. De leerlingen bestuderen drie hoofdconcepten (temperatuur, wind en neerslag) die centraal staan in het ontwerpen van een mobiel weerstation om mistvorming te voorspellen.

Per hoofdconcept ontwikkelen zij met behulp van verschillende ontwerpmaterialen een deelontwerp van hun weerstation dat zodoende tegen het einde van de lessenserie, samen met de overige deelontwerpen, een compleet weerstation vormt.

Tijdens de lessen wordt regelmatig gebruik gemaakt van een website genaamd "Stochasmos" als ondersteuning bij het werken aan het weerstation. Op deze website leiden de leerlingen de ontwerpideeën af die zij gebruiken bij het maken van hun mobiele weerstation. Mocht je over onvoldoende computers beschikken, dan bevinden zich achterin deze leshandleiding afdrukbare hand-outs.

## 1.2 Kernpunten

<b>Doelgroep:</b>	Leerlingen van de bovenbouw van het basisonderwijs.
<b>Vormingsgebied:</b>	Natuuronderwijs (Wetenschap en Techniek).
<b>Thema:</b>	Het weer.
<b>Leerdoel:</b>	Kennis en vaardigheid opdoen door het ontwerpen en gebruiken van een mobiel weerstation om mist te voorspellen.
<b>Ontwerpopdracht:</b>	Ontwerp een mobiel weerstation waarmee de temperatuur, wind en neerslag gemeten kan worden om mist te voorspellen.
<b>Aantal lessen:</b>	6 lesmomenten van ca. 2 uur. Voer deze lessen uit in een periode van maximaal 6 weken of uitgevoerd in één projectweek.
<b>Lesvolgorde:</b>	De lessen in het project staan in een <u>vaste volgorde</u> die belangrijk is voor het leren. Er kunnen dus geen lessen worden verwisseld of overgeslagen.
<b>Kerdoelen:</b>	<p><i>Leergebiedoverstijgende kerndoelen</i></p> <p>De lessen besteden aandacht aan werkhouding, systematisch werken volgens plan, leren vragen stellen, sociaal gedrag en gebruik van nieuwe media.</p> <p><i>Leergebiedspecifieke kerndoelen</i></p> <p>De lessen dragen met name bij aan kerndoelen 42, 43 en 45 voor Natuuronderwijs in het domein mensen, planten en dieren.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Kerndoel 42 is "De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur."</li></ul>



- ✓ Kerndoel 43 is "De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
- ✓ Kerndoel 45 is "De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren."

**Methoden:** Reflectief ontwerpend leren, probleemgestuurd, ontwikkeling van domeinspecifiek vraaggedrag.

**Werkvormen:** Klassikaal, individueel en in kleine groepen van 2 à 3 leerlingen.

**Bijzonderheden:** *Stochasmos*  
Gebruik van Stochasmos (<http://www.stochasmos.org/students>). Hiervoor heb je minimaal één computer per 3 leerlingen met internetaansluiting nodig. Als je onvoldoende computers tot je beschikking hebt, is het handig om eventueel met print-outs te werken of om Stochasmos centraal op het digibord te presenteren. Deze vind je achterin de handleiding.

#### *Ontwerpmaterialen*

Het belangrijkste aandachtspunt van deze lessenserie, is de verzameling en voorbereiding van de specifieke ontwerpmaterialen waarmee de leerlingen hun weerstation zullen ontwikkelen. Deze materialen worden per les beschreven. Het is slim om van te voren een inschatting te maken welke ontwerpmaterialen al op je school beschikbaar zijn en welke materialen je nog zult moeten aanschaffen.

## 1.3 Leertheorie

De lessen zijn opgezet volgens de principes van ontwerpend leren. De lessen doen daarom regelmatig een beroep op de actieve inbreng van de leerlingen waarin denken en doen samengaan.

In de ontwerplessen onderzoeken de leerlingen op een systematische wijze de weersverschijnselen die nodig zijn om een mobiele weerstation te ontwerpen. Zij doen dat aan de hand van hun eigen voorkennis, interesses en vragen. Maar ze leren ook werken met vragen die meteorologen in kwestie stellen wanneer deze een soortgelijk wetenschappelijk vraagstuk moeten aanpakken. Vervolgens brengen de leerlingen hun theorie in praktijk door met verschillende ontwerpmaterialen hun eigen weerstation te ontwerpen, ontwikkelen en testen.



**Hanteer jargon:** Ontwerpend leren maakt gebruik van een betekenisvol jargon, dat vaak in contrast staat met de betekenis van hedendaagse woorden. Hanteer bij de uitvoering van deze lessenserie daarom in de klas zoveel mogelijk de gepaste terminologie die gebruikt wordt binnen de context van ontwerpen. Je stimuleert leerlingen zodoende met een ander oog naar hun werk te kijken, zich te gedragen als ontwerpers en bovendien een nieuwe woordenschat aan te leren. Aandachtspunten:

- Knutselen, is *ontwikkelen*.
- Maken, is *ontwikkelen*.
- Tekenen, is *schetsen*.
- Bedenken, is *ontwerpen*.

**Iteratief** Kenmerkend voor ontwerpend leren is dat het een zogenaamd herhalend proces is, bestaande uit een aantal vaste stappen die in elke ontwerplessen terugkomen. De kinderen zullen daardoor

aan het einde van de lessenserie niet enkel kennis hebben opgedaan over het weer en over mist, maar ook een systematische werkhouding hebben aangeleerd die kenmerkend is voor ontwerpers. Tijdens deze lessenserie is het goed om de klas hiervan regelmatig bewust te maken.

### 1. Probleem

De eerste stap in het ontwerpproces, is het afleiden van de ontwerp opdracht: "*Voor welk probleem moeten we een oplossing ontwerpen?*". Ondanks de hoofdopdracht luidt om een mobiel weerstation te ontwikkelen, zullen de kinderen in het vervolg van de lessenserie hun weerstation in stappen ontwikkelen. De ontwerp opdracht voor weerelement 'temperatuur' zal anders luiden dan de les waarin de kinderen zich buigen over het weerelement 'wind'. De inleiding van elke ontwerp opdracht is daarom steeds iets anders en vormt daardoor een belangrijke eerste stap van het ontwerpproces.

Een vervolg op de inleiding van de probleemstelling, zijn de ontwerpeisen en randvoorwaarden. Het weerstation waar de meteorologe in het casusverhaal geïnteresseerd naar is, moet onder andere mobiel zijn en buiten tegen een stootje wind en regen kunnen. Deze eisen hebben betrekking op de ontwerp materialen die de leerlingen moeten gebruiken. Het helder maken van de ontwerpeisen, voor elke ontwerp, is daarom eveneens belangrijk.

### 2. Denkvrage

Nu de probleemstelling en de ontwerpeisen naar de kinderen duidelijk is gemaakt, hebben zij leidende vragen nodig die hen helpen met de bril van een meteoroloog naar de ontwerp opdracht te kijken. Deze leidende vragen worden verzorgd in de vorm van een "draaidenkwijzer" die de kinderen in les 3, ter voorbereiding op de ontwerplessen over het weer, zullen maken. De draaischijf confronteert hen met 3 denkvrage, die bruikbaar zijn voor elk van de drie ontwerplessen. Klassikaal worden de antwoorden op deze denkvrage verkend waarna zij starten met het schetsen van hun ontwerp.

*Denkvraag 1: "Wat moet mijn weerstation kunnen meten?"*

De eerste denkvrage van een meteoroloog luidt "Wat moet mijn weerstation kunnen meten?". Deze denkvrage vertrekt vanuit de ontwerpeisen van het weerstation en is bedoeld voor de leerlingen om stil te staan bij de weerelementen van 'temperatuur', 'wind' en 'neerslag'.

*Denkvraag 2: "Hoe kan mijn weerstation dit meten?"*

Voortbouwend op de antwoorden die leerlingen genereren op de eerste denkvrage, bedenken zij vervolgens wat hun weerstation moet aanbieden om deze weerelementen te meten. Welke ideeën hebben de kinderen al voor een mogelijk ontwerp?

*Denkvraag 3: "Hoe kan ik de gegevens van mijn weerstation aflezen?"*

Op basis van de antwoorden op de tweede denkvrage, bedenken de kinderen vervolgens hoe hun ontworpen apparaten hen in staat stellen om metingen af te lezen: het bedenken van een schaalverdeling voor het aflezen van windkracht, de windrichting, de hoeveelheid neerslag en de temperatuur. Dit stelt hen in staat om lokale weerinformatie te verzamelen en uitspraken te doen over het weer.

### 3. Stochasmos

Met een klassikale verkenning op de denkvrage, duiken leerlingen vervolgens in de webomgeving "Stochasmos" (zie bijbehorend hoofdstuk voor meer gedetailleerde informatie) om ontwerpideeën te verzamelen. Op Stochasmos wordt per weerelement een dialoog gepresenteerd tussen een ontwerper (een fictieve medeleerling), een wetenschapper en een ingenieur. Deze personen vervullen een pedagogische rol in het aandragen en bediscussiëren van ontwerpideeën die de kinderen kunnen gebruiken bij het ontwerpen en ontwikkelen van hun weerstation. In de vorm van prikkelende vrage, worden leerlingen gestimuleerd om zelf,



en in samenwerking met hun groepsgenoten, tot de onderliggende ontwerpideeën te komen.

#### 4. Schetsen

Na Stochasmos komen de leerlingen van de computer vandaan, en starten met het schetsen van hun eerste ontwerpvoorstel. Tijdens deze ontwerpfase vervul je als leerkracht een coachende rol om groepjes te duiden op misconcepties met betrekking tot hun toepassing van vorm-functie-materiaal heuristieken in hun ontwerpschetsen. Dit voorkomt een hoop mislukkingen en teleurstellingen verderop in het proces. Aan de hand van voorbeelden die we in deze lessenserie verzorgen, beschik je over de deskundigheid om tijdens het schetsen door de klas rond te lopen en de ontwerpen van de leerlingen tot discussie te stellen: "Waarom heb je gekozen voor een kartonnen bakje en niet voor een plastic beker?", "Hoe werkt jullie windmeter als het hard regent buiten?", en "Hebben jullie al die ontwerpmaterialen nodig om jullie ontwerp te kunnen maken of kan het ook met minder?". Dergelijke vragen activeren belangrijke denkprocessen bij de kinderen en zorgen dat het ontwerpen geen teken- of knutselopdracht wordt, maar een zinvolle fase in voorbereiding op het ontwikkelproces.

#### 5. Ontwikkelen

Met een goedgekeurd ontwerp, gaan leerlingen aan de slag met het ontwikkelen van hun geschetste ontwerp. Hierbij mogen zij slechts gebruik maken van de ontwerpmaterialen die jij in de klas beschikbaar hebt gesteld. Om de kinderen uit te dagen om doordacht en weloverwogen ontwerpmaterialen te selecteren, vervul je als leerkracht een belangrijke rol in het voorbereiden van de ontwerpmaterialen. In plaats van een overvloed aan ontwerpmaterialen aan te bieden, bied je van elk type ontwerp materiaal maar een beperkt aantal. De resulterende "ontwerpmaterialenberg" vormt zodoende een marktplaats, waarin leerlingen met elkaar kunnen onderhandelen voor ontwerpmaterialen. Net zoals in de echte wereld, zijn er beperkte middelen beschikbaar. Leerlingen dienen in overleg met elkaar en jou als leerkracht tot een onderhandeling te komen en de (beperkte hoeveelheid aan) ontwerpmaterialen te verdelen over de klas (zie hoofdstuk 3 voor een overzicht van onderhandelingsstrategieën).

#### 6. Testen

Als het ontwerp eenmaal ontwikkeld is, is het moment daar om het te testen. In het geval van een thermometer: "meet het nu inderdaad de temperatuur?" In het geval van de windmeter: "kan het nu inderdaad de wind meten?" In het geval van de neerslagmeter: "kan het nu inderdaad de hoeveelheid neerslag meten?" Deze laatste fase in het ontwerpproces is cruciaal, omdat het de geldigheid van het ontwerp bepaalt (voortvloeiend uit alle vorige ontwerpfasen). Aan de hand van een eenvoudig experiment, testen de leerlingen vervolgens hun ontwerp en verrichten hun eerste metingen van het weer. Eventueel zullen zij hun ontwerpen nog moeten verbeteren.

### 1.4 Lesprogramma

Deze lessenserie bestaat uit een zestal lessen, die opgedeeld zijn in drie opeenvolgende delen: a) 3 basislessen die de kinderen voorbereiden op de hoofdpdracht, b) 2 ontwerplekken waarin de leerlingen hun weerstation ontwikkelen, c) opvolgend door een afsluitende les waarin de leerlingen een kennistoets maken. Deze structuur is weloverwogen opgezet en bevorderlijk voor het leren. Het is dus niet aan te raden de lesvolgorde te verwisselen of lesonderdelen over te slaan. Zie de volgende bladzijde voor een beknopt overzicht.

#### Basislessen

*Les 1.* Deze eerste basisles leidt de kinderen in door hen aan de slag te zetten met een mini-ontwerpopdracht. Deze mini-ontwerpopdracht, waarin zij een papieren vliegtuig leren ontwerpen, staat los van het onderwerp meteorologie. De les leunt op de ervaring dat leerlingen waarschijnlijk nog weinig ervaring hebben met ontwerpen, en daarom profiteren van een eerste "snuffelles". Bij deze les gaat het niet om de leerinhoud, maar om alvast kennis te

maken met de systematiek van ontwerpen en de webomgeving Stochasmos. Ook voor jou als leerkracht is het een les om te proeven van ontwerpend leren en de systematiek van de les in de vingers te krijgen.

*Les 2* De tweede les beslaat een voorkennismeting. Leerlingen zullen een voortoets maken (waarbij "toets" niet in de mond zal worden genomen) waarin zij de opdracht krijgen om een mobiel weerstation te ontwerpen op basis van hun aanwezige voorkennis. In relatie tot hun score op de eindtoets in les 8, kan zodoende hun leerwinst geanalyseerd worden. Bovendien is het maken van een voortoets een effectieve manier om enerzijds de voorkennis maar anderzijds ook de interesse van het kind te activeren.

*Les 3.* Les 3 begint vervolgens met de introductie van de denkvragen, die de kinderen in de ontwerplekken zullen gebruiken om hun mobiele weerstation te ontwerpen. Zij maken in deze les een zogeheten "draaidenkwijzer", een kleine papieren draaischijf met daarop de drie denkvragen die hen helpen om met het oog van een meteoroloog naar het ontwerp van hun weerstation te kijken. Bij elke ontwerplek zullen zij hun "draaidenkwijzer" erbij pakken en beantwoorden klassikaal de denkvragen alvorens zij aan de slag gaan met hun ontwerpschetsen.

#### **Ontwerplekken**

*Les 4.* In les 4 starten de kinderen met hun eerste ontwerpronde van het mobiele weerstation. De structuur van de les is dezelfde als les 1, gegeven dat het sterk rust op de zes stappen van het ontwerpproces van ontwerpend leren. Het product van de les is een ontwikkeld apparaat (van kosteloze materialen) dat de temperatuur, wind en neerslag kan meten.

*Les 5.* In les 5 wordt dezelfde lesopzet als die in les 4 gehanteerd. In de ontwerpronde 2 kunnen de kinderen hun ontwerp van les 4 afronden.

#### **Toetsing**

*Les 6.* Afsluitend presenteren leerlingen in les 6 hun ontwikkelde weerstations, hun verkregen kennis over het weer en mist, en maken een kennistoets, soortgelijk aan de voortoets in les 2. Er zijn twee toetsversies (zie achterin de handleiding). Deel in les 2 beide toetsversies willekeurig over de klas uit. Zorg vervolgens in les 6 dat de leerlingen nu de andere versie maken. Zodoende wordt onder meer afkijken tegengewerkt.



Tabel 1. Overzicht lesprogramma.

Les	Lesdoel	Lesbeschrijving
<b>BASIS</b> (introductie)	1 Kennismaking met Stochasmos en ontwerpen	In deze kennismakingsles ontwerpen en ontwikkelen leerlingen een papieren vliegtuig
	2 Meting van voorkennis over het weer	Meting van eventuele voorkennis over het onderwerp van het weer
	3 Begrijpen en toepassen van de drie denkvragen	Leerlingen construeren een draaidenkwijzer die zij in de ontwerplekken zullen gebruiken
<b>KERN</b> (ontwerpen)	4 Het ontwerpen en ontwikkelen van het weerstation	Leerlingen ontwerpen een oplossing voor het meten van de temperatuur, wind en neerslag
	5 Het ontwerpen en ontwikkelen van het weerstation (vervolg)	Leerlingen ontwerpen een oplossing voor het meten van de temperatuur, wind en neerslag
<b>TOETS</b> (afsluiting)	6 Presentatie van weerstations & eindtoets	Ieder groepje presenteert het ontwikkelde weerstation, verkregen kennis over het weer en maakt tot slot een individuele kennistoets

## 2. Gebruik van ICT

### 2.1 Stochasmos

In deze lessenserie wordt gebruik gemaakt van de theorie van ontwerpend leren. Hoewel onderzoek een belangrijk onderdeel is van het maken van een weloverwogen ontwerp, staan fysieke klasactiviteiten in ontwerpend leren hoger in het vaandel dan bij onderzoekend leren.

De computer speelt daarom in deze lessenserie een ondergeschikte rol aan de ontwerpactiviteiten van de leerlingen in de klas. Voornamelijk maken we gebruik van Stochasmos als informatiebron voor de leerlingen. Daar doen zij ideeën op voor het ontwerpen van hun weerstation. We verzorgen deze informatiebron op een bijzondere manier.

Op Stochasmos wordt per ontwerples een afzonderlijke informatietab verzorgd. De kinderen zien een tab over 'temperatuur', een tab over 'wind' en een tab over 'neerslag'. Onder elke tab vinden zij informatie over het betreffende weerelement. Zij ontmoeten drie personen: a) een ontwerper (een fictieve medeleerling), b) een wetenschapper, en c) een ingenieur. Deze drie personen vervullen ieder een pedagogische rol en verzorgen de kinderen de nodige ontwerpideeën in de vorm van vragen en discussies.

**Stochasmos vervult een pedagogische rol:** Stochasmos vormt een belangrijk onderdeel van het ontwerpproces van de leerlingen. Het verzorgt hen, op een impliciete wijze, de domeinkennis en ontwerp vragen die zij kunnen gebruiken voor het ontwerpen van een weloverwogen weerstation. Mocht je niet beschikken over voldoende computers voor groepjes van 2 à 3 leerlingen, dan volstaat het digibord ook of verzorg je de kinderen print-outs van de dialogen.

### 2.2 Inloggegevens

In deze lessenserie worden twee verschillende webomgevingen van Stochasmos gebruikt. In les 1 maken leerlingen kennis met Stochasmos in een vereenvoudigde mini-casus, genaamd 'Mijn vliegtuig'. De bijbehorende leeromgeving gebruiken zij dus slechts in les 1. In het vervolg van de lessenserie zullen zij met het hoofdonderwerp 'Mijn weerstation' aan de slag gaan. Deze leeromgeving heeft daarvoor weer zijn eigen inlogcodes.

Stochasmos is te bezoeken op: <http://www.stochasmos.org/students> (installeer drivers wanneer browser hierom vraagt)

**Tabel 2.** Inloggegevens voor Stochasmos.

	<i>Les 1: "Mijn vliegtuig"</i>	<i>Les 4 - 5: "Mijn weerstation"</i>
<u>Groepje</u>	<b>Gebruikersnaam/wachtwoord</b>	<b>Gebruikersnaam/wachtwoord</b>
1	vliegtuig1/vliegtuig1	weer1/weer1
2	vliegtuig2/vliegtuig2	weer2/weer2
3	vliegtuig3/vliegtuig3	weer3/weer3
t/m 15	...etc.	...etc.



## 3. Ontwerpmaterialen

### 3.1 Ontwerpmaterialenberg

Tijdens deze lessenserie ontwikkelen leerlingen van verschillende soorten ontwerpmaterialen hun eigen weerstation. Bij elke lesbeschrijving worden daarom de benodigde ontwerpmaterialen beschreven.

**Bereid de ontwerpmaterialen voor:** de materialen waarmee de kinderen hun weerstation zullen ontwikkelen, zijn vrijwel kosteloos. Je kunt dus gebruik maken van de materialen die al op school beschikbaar zijn of zelf de nodige materialen aanschaffen. Echter zullen er voor elke ontwerples ook specifieke ontwerpmaterialen nodig zijn, die mogelijk tijd kosten om van te voren in de winkel te komen. Laat het voorbereiden van de ontwerpmaterialen dus niet over tot op dezelfde les.



In de les worden de benodigde ontwerpmaterialen op één berg gelegd (of in kratten) om zodoende een "ontwerpmaterialenberg" of "ontwerpmaterialenhoek" voor de klas te vormen. De selectie van ontwerpmaterialen om de ontwerpschets te realiseren, vormt een belangrijke fase in hun ontwerpproces en biedt bovendien kansen voor een extra leermogelijkheid: samenwerkend leren. Verwijs hen dus niet naar een voorraadkamer in de school waar zij alle materialen mogen gebruiken.

#### Schaarste

Zoals in de echte wereld, beschikken ontwerpers zelden over voldoende middelen om een perfect ontwerp te ontwikkelen. Dit realisme willen we in deze lessenserie overnemen door de "ontwerpmaterialenberg" een functionele rol te laten vervullen. In plaats van de kinderen een overvloed aan ontwerpmaterialen aan te bieden, bied je hen een beperkt aantal van elk type materiaal aan. In totaal heeft elk groepje voldoende materialen om een ontwerp te ontwikkelen, maar is er onvoldoende van elk type ontwerpmateriaal om elkaar klakkeloos na te doen. De "ontwerpmaterialenberg" wordt daardoor een soort marktplaats waar de leerlingen met elkaar, en met jou als toezichthouder, in onderhandeling gaan om ontwerpmaterialen te bemachtigen. Wie heeft het meeste recht op welke ontwerpmaterialen?

Deze schaarste daagt de leerlingen uit om hun ontwerpschetsen te verdedigen en te verantwoorden waarom zij meer recht hebben op een bepaald ontwerpmateriaal dan een ander groepje. Bovendien nodigt het een discussie uit waarin de groepjes elkaar kunnen helpen om het beperkte aantal ontwerpmaterialen te verdelen. Dit geeft ontwerpend leren in deze lessenserie zodoende ook een sociaal karakter.

#### Type materialen

Bied hen bij de drie ontwerplessen elk van de volgende drie typen ontwerpmaterialen aan:

- Een beperkt aantal **zeer geschikte** ontwerpmaterialen (zorg voor schaarste zodat niet elk groepje kan beschikken over hetzelfde materiaal)
- Aanvullende **alternatieve** ontwerpmaterialen, die niet zo vanzelfsprekend zijn als de 'zeer geschikte' soort maar met enige creativiteit toch gebruikt kunnen worden
- En het moet **afleidende** ontwerpmaterialen beschikken die niets met de benodigde ontwerpmaterialen te maken hebben. Natuurlijk kunnen de leerlingen deze eventueel toch gebruiken voor hun ontwerp, dat maakt niet uit. Het doel is dat leerlingen een onderscheid leren maken tussen relevante en irrelevante ontwerpmaterialen.

### 3.2 Onderhandelingsstrategieën

Wanneer de leerlingen met elkaar in onderhandeling gaan voor het bemachtigen van ontwerpmaterialen, speel je als leerkracht een toezichhoudende rol. Onderhoud een inhoudelijke discussie waarin leerlingen elkaar overtuigen over de keuze van hun ontwerpmaterialen.

Per ontwerples zou je hen kunnen proberen te prikkelen voor verschillende onderhandelingsstrategieën:

- **Afhankelijkheid:** Leg groepjes uit dat zij naast een groepsinteresse ook gevoel kunnen hebben voor een klasbelang. Als er namelijk geen overeenkomst (compromis) gemaakt wordt tussen de groepjes, heeft niemand ontwerpmaterialen, en dus niemand een weerstation.
- **Verdelen:** Groepjes kunnen er voor kiezen om materialen op te delen. In dit geval heeft elk groepje niet genoeg om het materiaal te gebruiken voor een grote functie in het weerstation. Het is een compromis waarin iedereen een beetje krijgt.
- **Nu mag ik eerst, dan mag jij eerst:** Een andere regel is een deal waarin het ene groepje nu eerst mag kiezen zodat het andere groepje de volgende les dat als eerste mag.
- **Wie het materiaal het meest nodig heeft, heeft er het meeste recht op:** Deze regel vereist groepjes om hun keuze voor bepaalde ontwerpmaterialen te verantwoorden. Als het ene groepje een (naar jouw inzicht) betere verantwoording heeft om een specifiek materiaal slimmer/efficiënter te gebruiken dan een andere groepje, krijgt het groepje met de beste verantwoording recht op het materiaal.
- **Het groepje dat ik het aardigst vind, krijgt voorrang:** De leerlingen kunnen ook materialen weggeven aan groepjes, simpelweg uit sympathie. Vriendelijkheid is een geldige vorm van onderhandelen. Let er bij deze vorm van onderhandeling wel op dat groepjes die niet gekozen worden, de ruimte krijgen om deze onderhandelingsstrategie te weerleggen (met alternatieven).

In de discussie gaat het er niet om wie de meest luide stem heeft, maar wie met de meest eerlijke en onderhandelbare argumenten komt. Geef ieder groepje de ruimte om te luisteren naar ieders argumenten. Laat de groepjes zelf komen tot een hanteerbare regel voor eerlijke handel. De ontwerpmaterialenberg vormt zodoende een plaats voor onderlinge groepsinteractie.

Als de klas eenmaal tot een onderhandeling komt, erken je de klas voor deze bijzondere prestatie. Omwille van een groepsinteresse, is er vanuit een groter belang onderhandeld (en naar alle waarschijnlijkheid tot een compromis gewerkt).

## 4. Domeinkennis

### 4.1 Het weer

In deze lessenserie wordt het weer beschreven aan de hand van drie weerelementen: 'temperatuur', 'wind' en 'neerslag'. Omdat deze onderling nauw met elkaar samenhangen, worden de leerlingen in les 7 (de integratieles) uitgedaagd om hun verworven kennis over deze weerelementen toe te passen bij het begrijpen en voorspellen van mistvorming.

**Let op bij de ontwerpschetsfase:** tijdens het ontwerpproces is het de bedoeling dat de kinderen hun eigen ontwerp vragen leren stellen en daar onderzoek naar doen. In het kader van ontwerp leren is het zinvol om hen zelf tot inzichten te laten komen, eerder door het stellen van vragen dan door antwoorden te geven. De *ontwerpschetsfase* is de belangrijkste fase waar je hen kunt helpen om hun ontwerpbeslissingen te verantwoorden en eventueel te corrigeren voor fouten. Voor de kinderen wordt het schetsen snel als overbodig gezien, terwijl zij juist hier al een hoop problemen kunnen voorkomen door eerst na te denken over hun ontwerp en het dan pas te ontwikkelen.

#### Het weer

Het weer is een fascinerend maar ook complex fenomeen. De moeilijkheid zit met name in de samenhang van de weerelementen. Wind kan niet uitgelegd worden zonder temperatuur te noemen, wolken kunnen niet uitgelegd worden zonder neerslag te noemen, neerslag kan niet uitgelegd worden zonder temperatuur te noemen, enzovoorts.

Om deze reden is gekozen voor een stapsgewijs lesprogramma, waarin de kinderen eerst leren over 'temperatuur', dan over 'wind' en dan pas over 'neerslag', om vervolgens in les 7 de samenhang van deze weerelementen te begrijpen in een casus over mistvorming.

Centraal in deze lessenserie over het weer staan de begrippen 'verdamping' en 'condensatie'. Met deze twee begrippen kunnen de kinderen aan het einde van de lessen mist verklaren en voorspellen.

#### Temperatuur

Temperatuur is een van de meest centrale weerelementen om het weer te beschrijven. Daar begint 'het weer' eigenlijk mee. Het is de stand van de aarde ten opzichte van de zon die ervoor zorgt dat we zomer- en wintertijden hebben, waardoor sommige delen van de aarde warmer zijn dan andere delen, waardoor er luchtdrukverschillen ontstaan door warme stijgende lucht, en deze warme (vochtige) lucht afkoelt op een hoogte waar het koud genoeg is dat onzichtbare waterdruppeltjes condenseren tot wolken. Temperatuur is het meest centrale begrip om de kinderen te introduceren tot het weer.

Leerlingen zullen moeten inzien dat opgewarmde lucht uitgezet is ten opzichte van omringende koude lucht. Het is enkel dit principe dat gebruikt wordt om een hoop van temperatuur en het weer duidelijk te maken.

Temperatuur is een maat voor hoe warm of koud iets is. Temperatuur is het gevolg van het bewegen van moleculen in een ruimte. Als de moleculen snel bewegen, dan is iets warm. De moleculen hebben dan veel ruimte nodig om te bewegen. Warme lucht zet dus uit. Bewegen de moleculen langzaam, dan is het koud. De moleculen hebben, omdat ze langzaam bewegen, weinig ruimte nodig om te bewegen. Koude lucht is dus relatief aan warme lucht, gekrompen. Denk hierbij aan een vaas met knikkers, waarin de knikkers de moleculen van de lucht



voorstellen. In koude lucht, zitten de knikkers allemaal tegen elkaar aangedrukt terwijl er in warme lucht veel meer ruimte tussen de knikkers zit om het mogelijk te maken dat ze vrijelijk rond kunnen bewegen.

Het uitzetten of krimpen van de lucht, heeft betrekking op de luchtdichtheid. De lucht is 'dichter' in koude lucht (want er is dan weinig ruimte voor de luchtmoleculen om te bewegen), en 'opener' in warme lucht (want er is dan veel ruimte voor de luchtmoleculen om te bewegen). Dit is vaak de reden dat we in de zomer, wanneer het heet is, eerder benauwd zijn omdat we per ademhaling dan minder luchtmoleculen binnen krijgen. In de winter, als het koud is, hebben we hier meestal minder last van omdat we per ademhaling dan meer luchtmoleculen binnen krijgen.

De reden waarom warme lucht stijgt ten opzichte van koudere lucht, heeft alles te maken met de luchtdichtheid. Koude lucht, wat een hogere luchtdichtheid heeft, is simpelweg zwaarder (er zitten meer knikkers in de vaas) dan warme lucht. Daardoor ontstijgt de 'lichte' warme lucht de 'zware' koude lucht. Denk aan het vliegprincipe van een heteluchtballon. In plaats van luchtdichtheid wordt daarom ook wel over luchtdruk gesproken. De luchtdruk is groter in gebieden waar het relatief koud is (want de lucht is daar zwaarder) en de luchtdruk is kleiner in gebieden waar het relatief warm is (want de lucht is daar lichter).

Als de stijgende warme lucht eenmaal zo hoog in de hemel komt dat het niet meer via de grond door de zon verder kan worden opgewarmd, koelt het langzaam af, wordt de luchtdichtheid dus groter, wordt de lucht dus zwaarder en zakt het uiteindelijk weer terug naar de grond. Eenmaal op de grond wordt het weer opgewarmd door de zon en zal het weer opstijgen, waardoor de lucht precies dezelfde reis zal afleggen. Kenmerkend hierin is dus, dat het weer een systeem is en daarom redelijk te voorspellen valt.

## Wind

Wind ontstaat doordat het op sommige plekken op aarde warmer is dan op andere plekken op aarde. Op deze warme plekken (zoals bijvoorbeeld op de evenaar, in de woestijn) wordt de lucht zo sterk opgewarmd dat het recht omhoog de hemel in stijgt. Daar is dus vrijwel zelden wind, althans er is wel wind, maar de wind gaat daar recht omhoog!

Op de koude plekken op aarde gebeurt precies het tegenovergestelde. Daar wordt de lucht juist koeler gemaakt (zoals op de noordpool of zuidpool), waardoor de lucht zwaarder wordt en dus naar de aarde valt. Op deze plekken is ook weinig wind omdat de wind daar recht naar aarde valt.

Waar is er dan wel wind? Tussen de warme en koude gebieden. De windrichting is de verbinding tussen warme en koude gebieden op aarde. Warme lucht reist naar de koudere gebieden en de koude lucht reist naar de warme gebieden. Het weer probeert continu een evenwicht te vinden. Vanwege allerlei omstandigheden, zoals de stand van de aarde ten opzichte van de zon, verplaatsen deze warme en koude gebieden zich over de wereld maar blijven in het algemeen meestal in dezelfde regio's hangen. De windrichting is daarom redelijk voorspelbaar.

De wind die wij op aarde voelen, is de wind die van de koude naar de warmere gebieden waait. De koude lucht is namelijk zwaar, en waait daarom vlak over de aarde heen om verderop weer opgewarmd te worden. De warme lucht daarentegen reist juist ver boven de wolken in precies de tegengestelde richting. De warme lucht is namelijk licht en daardoor hoog opgestegen.

Wind is daarom eigenlijk een soort "rondreisje" tussen warme en koude gebieden.

## Neerslag

Voor neerslag is vochtige lucht nodig. Deze vochtigheid komt vanaf de zee waar de zon het water heeft verwarmd en een deel van het water heeft verdampt.

In de metafoor van de vaas met knikkers, waarbij de knikkers de luchtmoleculen voorstellen, kun je voorstellen dat er in warme lucht, waar de luchtdichtheid het kleinst is (en er dus het meeste ruimte tussen de knikkers is), voldoende ruimte is voor de watermoleculen om er tussen te zitten.

Vochtige lucht is daarom te vergelijken met een vaas knikkers waar ook "waterknikkers" in zijn gemengd. Omdat het water in de lucht verdeeld is in moleculen, kunnen we vochtigheid niet met het blote oog zien. Moleculen zijn simpelweg te klein voor ons om te kunnen waarnemen. Pas wanneer de watermoleculen tegen elkaar botsen en met elkaar versmelten tot waterdeeltjes, kunnen we ze ineens als wolken zien (condensatie). Botsen deze waterdeeltjes ook nog eens tegen elkaar op dan worden het waterdruppels en zijn ze zwaar genoeg om naar aarde te vallen als neerslag.

Neerslag ontstaat wanneer warme lucht veel vochtigheid bevat en in een koud gebied afreist. Het koude gebied zorgt ervoor dat de warme vochtige lucht gaat krimpen (zie paragraaf over temperatuur). De losse watermoleculen in de warme lucht worden daardoor op elkaar gedrukt en versmelten met elkaar tot waterdeeltjes (condensatie). Hoe kouder de lucht wordt, hoe meer waterdeeltjes tegen elkaar botsen en met elkaar versmelten tot waterdruppels, om uiteindelijk te zorgen voor neerslag.

Soms kan het verschil in temperatuur op de grond met de temperatuur hoog in de lucht zo groot zijn (heel warm op de grond en heel koud in de hemel), dat neerslag ter plekke kan ontstaan. De warme vochtige lucht stijgt op, condenseert hoog in de lucht tot wolken en koelt nog verder af zodat het meteen gaat regenen. Dit leidt meestal tot hevige buien.

*Weetje:* hoewel het in de woestijn nooit regent, staat de lucht daar bol van het water. Het is daar zo warm dat er zoveel ruimte tussen de luchtmoleculen zit dat er ontelbare tonnen water in verdampt kunnen worden. Als je dat water uit de woestijnlucht zou onttrekken (door het bijvoorbeeld koud te maken), zou je als zwerveling kunnen zwemmen in een gigantische meer van water. Overal op aarde is de lucht dus vochtig, maar het is de kou die deze vochtigheid kan laten condenseren tot wolken of zelfs neerslag.

*Weetje:* waarom beslaat de spiegel in de badkamer na het douchen? De warme vochtige lucht uit de douche reist af naar de koude spiegel. De warme vochtige lucht koelt sterk af zodra het de koude spiegel raakt, krimpt, en laat het opgenomen (verdampte) water condenseren aan het oppervlak.

## Mist

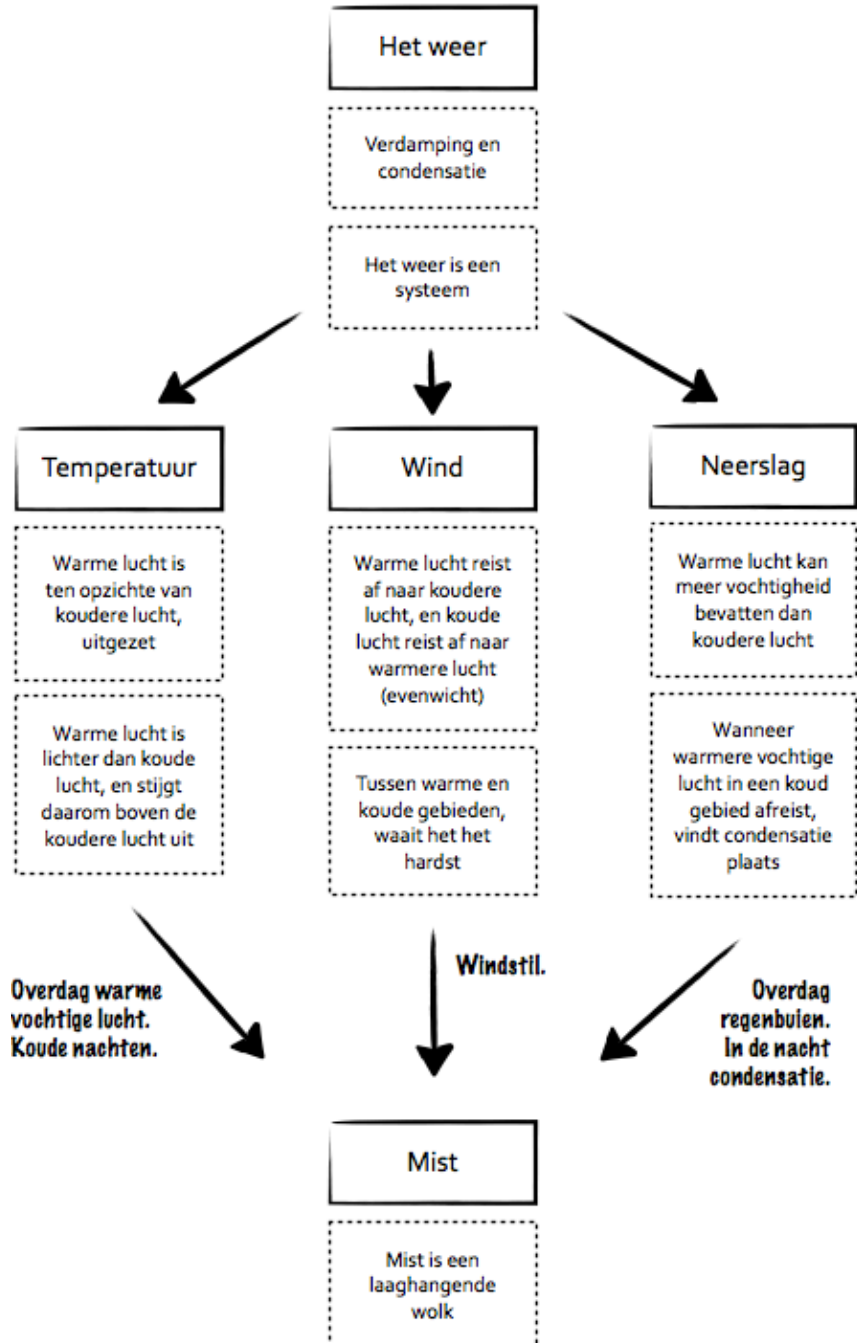
Het verklaren van mist is een uitstekende oefening om te toetsen of kinderen de weerelementen van 'temperatuur', 'wind' en 'neerslag' kunnen toepassen. Mist is eigenlijk een wolk en daarom op een soortgelijke manier te verklaren.

Mist ontstaat wanneer de lucht vochtig is en de grondtemperatuur sterk afkoelt. Het is bovendien windstil, anders waait de mist weg.

Praktisch betekent dat mist dus zelden in de zomer voorkomt, omdat het dan 's ochtends of 's avonds niet koud genoeg wordt om de vochtigheid bij het aardoppervlak te laten condenseren. Mist komt vaker voor na een regenbui, wanneer de aarde kletsnat is en daardoor de

luchtvochtigheid groot is. Mist komt voor in de avond of in de ochtend, wanneer de zon onder is.

**Kenniskaart**

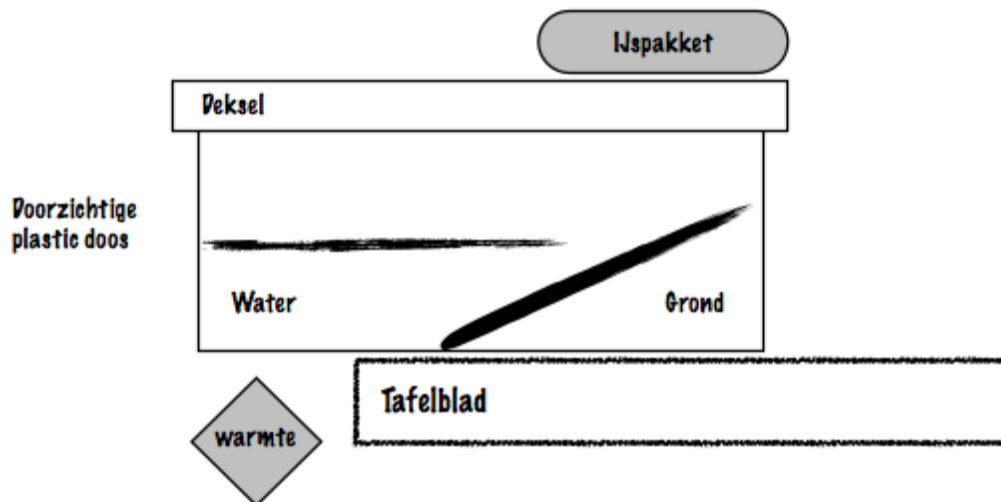


## 4.2 Demonstratie

De werking van het weer zal voor de kinderen een nogal conceptueel karakter hebben. Echter leent 'het weer' zich uitermate goed uit voor een demonstratie<sup>1</sup> om de processen van verdamping en condensatie in de klas te laten zien.

In de ontwerplessen (les 4 en 5) staat daarom een inleidende demonstratie centraal, waarin je als leerkracht een onderzoeksofstelling verzorgt die in elk van de drie lessen precies hetzelfde is. De demonstratie laat de kinderen de processen van verdamping en condensatie zien.

In de ontwerplessen verwijzen we naar deze demonstratie waarvan je hier de uitleg en opzet kunt vinden. De onderzoeksofstelling ziet er als volgt uit:



**Figuur 1.** Onderzoeksofstelling demonstratie

<b>Benodigdheden</b>	Doorsichtige plastic doos. Hoopje grond of klei. Een ijspakket (plastic houder met ijsklontjes erin). Kraanwater (lauw). Een warmtebron, zoals een verwarmingselement in de klas.
<b>Opstelling</b>	Plaats een hoopje grond (of klei) aan één van de kortste zijden in de binnenkant van de doos (als een strandkust). Vul de doos vervolgens met kraanwater aan tot een hoogte dat er nog steeds droog strand boven het water uit komt. Doe de deksel erop. Zet een tafel naast een verwarmingselement in de klas. Kies een tafel dat net iets hoger is dan de verwarming. Zet deze tafel naast de verwarming. Zet de doos vervolgens op deze tafel en schuif het over de rand zodat ongeveer een derde van de waterzijde uitsteekt en boven de verwarming hangt. Zet de verwarming aan en plaats een ijspakket bovenop de deksel aan de kant van het strand.
<b>Demonstratie</b>	Betrek de klas bij de demonstratie en laat hen zich verzamelen rondom de onderzoeksofstelling. De doos vormt een kunstmatig en geïsoleerde omgeving waar in enkele minuten de cyclus van verdamping en condensatie zal plaatsvinden, net zoals bij het weer op aarde.

<sup>1</sup> Acknowledgements: The Earth Science Education Unit, How the Earth works in your classroom, <http://earthscienceeducation.com>

De verwarming aan de waterzijde van de doos, vertegenwoordigt de warmte van de zon. In plaats van een sterke lichtbron (dat gevaarlijk is), gebruiken wij het verwarmingselement (radiator) in de klas. Maak de kinderen deze vergelijking duidelijk. Zet de onderkant van de doos niet te dicht tegen de verwarming aan. Laat het water sterk warm worden. Het ijspakket bovenop de deksel aan de strandzijde van de doos, vertegenwoordigt de koude lucht hoog aan de hemel, boven het strand. Leg deze er pas na enkele minuten bovenop.

Vraag de kinderen, zodra je de demonstratie start, te voorspellen wat er zal gebeuren binnen de doos. Wat zal er in enkele minuten te zien zijn? Prikkel hen hun voorspellingen te verantwoorden.

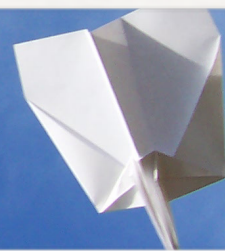
*Over temperatuur:* focus op temperatuur. Wat gebeurt er met het water in de doos? (warmt op). Hoe kan het water in de lucht komen? (verdamping door uitzetten lucht) Probeer de kinderen voornamelijk aandacht te schenken aan de verdamping van het water. De verklaring van de condensatie van water aan de onderkant van de deksel, behandelen we in de volgende lessen.

*Over wind:* focus op wind. Waar binnen de doos waait het het hardst? (tussen de warmtebron en de koelte) Waarom? (daar waait de warme lucht naar de koudste plek in de doos, en de afgekoelde lucht weer naar de warme plek in de doos). Belangrijk in deze les is dat de kinderen beseffen dat het in de doos op twee plekken het hardste waait in de doos: a) bovenaan de deksel, in het midden, en b) vlak op het strand en aan het wateroppervlak. Je kunt de leerlingen gerust vragen om fijne papieren snippertjes te bevestigen op de plekken in de doos om te testen of hun voorspellingen kloppen. Waar het het hardste waait, zullen de snippers het hardst flapperen.

*Over neerslag:* focus op neerslag. Waar binnen de doos zou er wolkvorming plaatsvinden? (onder de deksel bij het ijspakket) Waarom? (daar koelt de vochtige lucht sterk af en condenseert het water aan de oppervlakte). Je kunt dit verder demonstreren door het ijspakket te verschuiven en ergens anders op de deksel te leggen.

## **5. De lessen**





## Introductie

Deze eerste les is bedoeld als 'snuffelles' voor de leerlingen om kennis te maken met ontwerpen en Stochasmos. Zij zullen vandaag de ontwerpsystematiek in de vingers krijgen, ter voorbereiding op het hoofdprogramma dat de volgende les zal starten.

*Introductie (15 min.).* De les begint met een kringgesprek. Je introduceert de les met de vraag 'Waar denken jullie aan bij de luchtvaart?' Laat de leerlingen vrij in het vertellen van hun ervaringen en waarderingen.

Vertel de klas dat zij vandaag in groepjes hun eigen papieren vliegtuig zullen ontwerpen en testen. De bedoeling is een vliegtuig te ontwerpen dat zo ver mogelijk vliegt met één worp. Vraag de klas of iemand weet wat een "ontwerper" is? Kunnen ze een voorbeeld noemen van een ontwerp? (tafel, auto, pen, fiets, etc.)

## Leskern

*Stochasmos (15 min.).* Het is goed als je zelf eerst Stochasmos presenteert aan de leerlingen, en hen de belangrijkste schermen toelicht in de Onderzoeksomgeving. Vertel dat zij de dialogen tussen de ontwerper, wetenschapper en ingenieur mogen lezen en gebruiken om op goede ideeën te komen voor hun vliegtuigontwerp.

*Schetsen (15 min.).* Als zij hiermee klaar zijn, kunnen zij met werkblad 1A beginnen, en eerst individueel en daarna een gezamenlijk ontwerp schetsen (leerkrachtblad 1B is voor jou ter ondersteuning). Tijdens dit ontwerpproces vervul je een

toezichthoudende rol en kun je groepjes wijzen op hun ontwerpbeslissingen (vorm, functie, materiaalkeuze, etc.). Stimuleer hen door (onderdelen van) hun ontwerp te verantwoorden en in gedachten te simuleren. Laat de kinderen afweten van het belang van schetsen: "eerst nadenken, dan doen".

*Ontwikkelen (15 min.).* Laat groepjes vervolgens hun ontwerp ontwikkelen met behulp van papier. Zij mogen vouwen, maar gerust ook knippen en plakken. Ook kunnen aanvullende ontwerpmaterialen gebruikt worden. Let op dat lijm en plakband het vliegtuig te zwaar kunnen maken.

*Testen (15 min.).* Zet in de schoolgang een onderzoeksplaats op, waar groepjes hun ontworpen papieren vliegtuig kunnen werpen. Tape een werplijn op de vloer en verdeel met 10 plastic bekertjes 10 meters verderop. Leerlingen kunnen zodoende hun vliegafstand bepalen en hun ontwerp eventueel bijstellen om tot hun grootste vliegafstand te komen.

## Afsluiting

*Reflectie (15 min.).* De les wordt afgesloten met korte presentaties, waarin groepjes hun ontwerp demonstreren en hun ontwerpbeslissingen verantwoorden. Tevens kunnen zij hun vliegafstand delen en kun je deze op het schoolbord classificeren. Welk vliegtuigontwerp vloog het verst? Kunnen de leerlingen vertellen waarom?

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Leerlingen verhelderen hun ervaringen met, en waarderingen voor, luchtvaart
2. Leerlingen maken kennis met Stochasmos
3. Leerlingen ontwerpen een papieren vliegtuig

### Tijdplan

Introductie	15 min. klassikaal
Stochasmos	15 min. groepswerk
Schetsen	15 min. individueel
Ontwikkelen	15 min. groepswerk
Testen	15 min. groepswerk
Reflectie	15 min. individueel

### Voorbereidingen

- ✓ Stochasmos inlogcodes voor groepjes (zie hoofdstuk 2.2)
- ✓ Ontwerpmaterialen (zie hieronder)
- ✓ Voldoende printafdrukken van werkblad 1A (3 per groepje)
- ✓ Plastic bekertjes (10), genummerd van 1 t/m 10

### Ontwerpmaterialen

- ✓ A4 papier (verdikt)

### Aandachtspunten

- ★ Opletten: laat leerlingen hun papieren vliegtuig niet zo maar in de klas testen! Dit is zeer gevaarlijk. Laat hen dit veilig in de schoolgangen doen.

1. Mijn naam is:

2. Schets hieronder jouw ontwerp (benoem de onderdelen!)

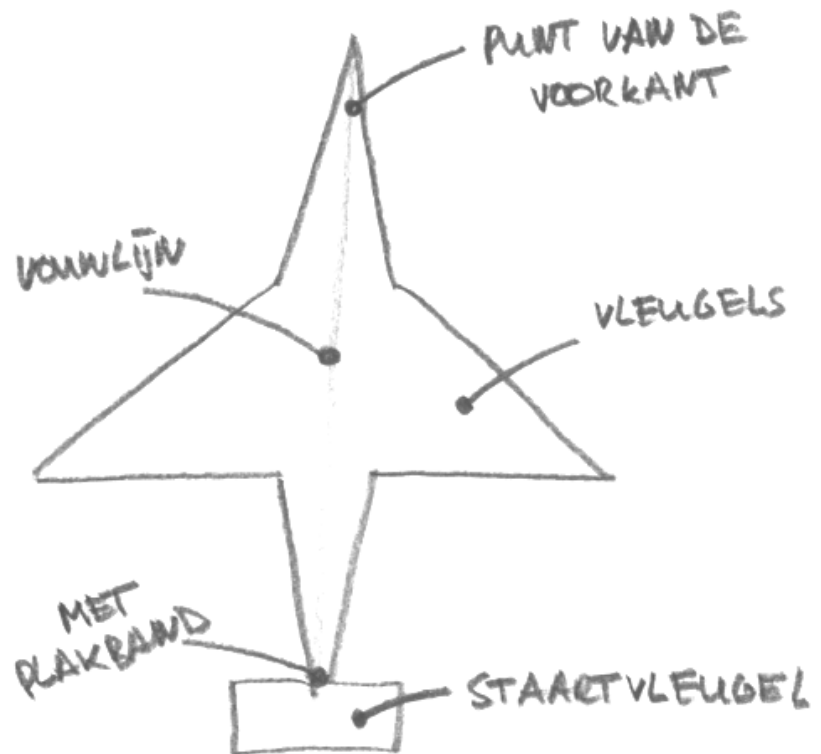
3. Leg uit hoe jouw ontwerp precies werkt

## Leerkrachtversie (ter ondersteuning voor jou)

## Ontwerpschets

## Aandachtspunten:

- 1) Herinner leerlingen aan het belang van het maken van een ontwerpschets. Eerst denken, dan doen (zoals echte ontwerpers dat doen).
- 2) Vraag de kinderen om onderdelen te benoemen met pijlen. Laat hen ook de materiaalkeuze benoemen.
- 3) Wijs groepjes op hun ontwerpbeslissingen door hen te bevragen alvorens ze starten met het ontwikkelen van hun ontwerp. Stel hen vragen over: a) de keuze van het ontwerp-materiaal, de vorm van het vliegtuig, de functie van de onderdelen, vouwen vs. knippen.
- 4) Als leerlingen moeite hebben met het verzinnen van een vliegtuigontwerp, vouw dan klassikaal een voorbeeldontwerp van papier.



## Beschrijving

Wij maken een vliegtuig dat lijkt op een gevechtsvliegtuig want die gaat het snelst. Onze vleugels zijn spits. We hebben ook een staartvleugel ontworpen zodat de achterkant niet naar beneden zakt. Deze plakken we vast met plakband. We knippen deze vorm met een schaar en vouwen dan het vliegtuig door de vouwlijn.



## Leskern

*Voortoets (45 min.).* Verdeel zowel toetsversie A als B willekeurig uit over de klas. Laat de kinderen niet samenwerken.

## Gratis rapport ontvangen?

Je kunt ons gerust de antwoorden van de kinderen op de toetsen toesturen (met de post of digitaal d.m.v. een Excel spreadsheet) zodat wij je een overzicht kunnen verzorgen van de leerprestaties van de leerlingen. Leuk en leerzaam!

Hiervoor hebben we de toetsgegevens van zowel les 2 als les 6 nodig.

Noteer de antwoorden per leerling als volgt: [naam leerling], [toetsversie A of B],[ 1. A 2. D etc. ].

Deze gegevens zullen uiteraard vertrouwelijk en anoniem verwerkt worden.

Indien je interesse of vragen hebt, stuur je een e-mail naar [h.vandermeij@utwente.nl](mailto:h.vandermeij@utwente.nl).

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Afnemen van een toets om bestaande voorkennis te meten

### Tijdplan

Toets *45 min. individueel*

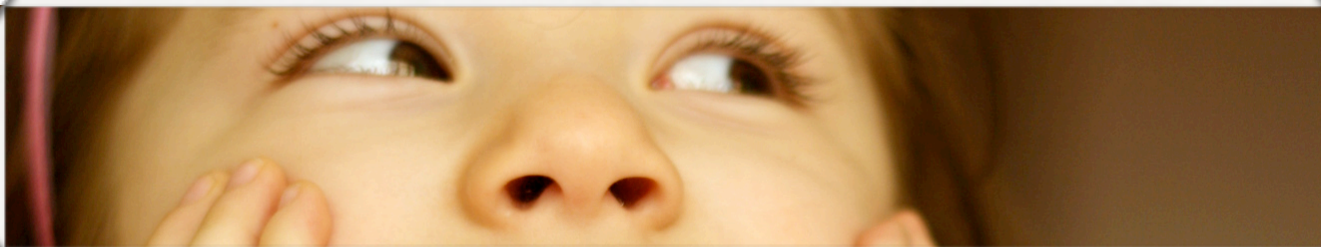
### Voorbereidingen

- ✓ Printen van beide toetsversies per leerling (in les 6 zullen de kinderen de andere versie maken)

### Aandachtspunten

- ★ Laat de kinderen niet samenwerken.





## Introductie

*Introductie (15 min.).* Vraag de klas over hun ervaring met en kennis over het weer. Sluit af door te vertellen hoe belangrijk weersvoorspelling zijn (denk aan overstromingen, tornado's en vooral mistvorming op de weg).

Vertel de klas dat zij de komende tijd in groepjes bezig gaan met het ontwerpen van een weerstation. Verdeel de klas in ontwerp-groepjes van 3 leerlingen.

## Leskern

*Draaidenkwijzer maken (30 min.).* Deel werkblad 3A en een splitpen uit aan iedere leerling. Vraag hen zelf een draaidenkwijzer te maken door de onderdelen uit te knippen en te verbinden (zie achtergrondinformatie).

*Bespreken denkvraag 1 (15 min.).* Wanneer alle leerlingen een eigen draaidenkwijzer hebben gemaakt, vraag je elk groepje om een specialisatieverdeling te maken: één leerling zal zich gaan richten op temperatuur, de ander op wind en de laatste op neerslag. De kinderen zullen zich specialiseren op één van deze thema's en hun verworven kennis later in hun ontwerp-groepje uitwisselen. Vraag vervolgens alle temperatuur-, wind- en neerslagspecialisten bij elkaar in de klas te laten zitten. Zodoende ontstaan er drie grote specialisatie- of themagroepen.

Draai vervolgens samen met jouw grote draaidenkwijzer en die van de kinderen naar denkvraag 1: *Wat moet mijn weerstation kunnen meten?* Deel werkblad 3B uit aan groepjes van 3 à 4

specialisten en start de bespreking van de eerste denkvraag (zie achtergrondinformatie).

*Bespreken denkvraag 2 (15 min.).* Vervolg de bespreking van de tweede denkvraag. Loop hierbij klassikaal elk van de drie themagroepen af.

*Bespreken denkvraag 3 (15 min.).* Rond af met de bespreking van de derde denkvraag.

*Vat de denkvragen samen (15 min.).* Vat de gegenereerde antwoorden samen. Weten de specialisten nu wat hen te doen staat? Waardeer de klas voor deze prestatie en benadruk de kracht van hun draaidenkwijsers: zij zijn nu meteorologen en voorbereid op de volgende lessen waarin zij hun weerstations zullen ontwerpen.

## Afsluiting

*Vrij schrijven (15 min.).* Geef elke leerling een leeg blaadje. Laat de klas 1 minuut lang volledig stil zijn. Geen geklets. Geen schrijven. Als de minuut om is, klap je in je hand en mag heeft iedereen 5 minuten tijd om vrijuit te schrijven over de les en hun verwachtingen over hun te ontwikkelen weerstation. Voorbeelden: "Ik vond het leukst...", "Het moeilijkst vond ik...", "Interessant was...", etc. Na 5 minuten mag het verslag opgeborgen worden in de schrijfmap.

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Kennis van de drie denkvragen
2. Eerste ervaring met het toepassen van de denkvragen

### Tijdplan

Introductie	15 min. klassikaal
Draaiwijzer	30 min. individueel
Denkvraag 1	15 min. groepswerk
Denkvraag 2	15 min. groepswerk
Denkvraag 3	15 min. groepswerk
Vat samen	15 min. klassikaal
Vrij schrijven	15 min. individueel

### Voorbereidingen

- ✓ Grote draaidenkwijzer (zelf maken)
- ✓ Werkblad 3A voor elke leerling kopiëren.
- ✓ Werkblad 3B voor elk groepje van 3 leerlingen kopiëren.
- ✓ Voor iedere leerling 1 splitpen
- ✓ Werkmap/schrift voor iedere leerling

### Aandachtspunten

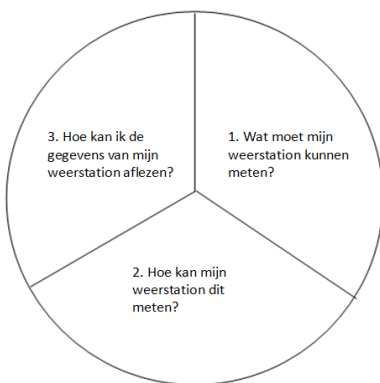
- ★ Er worden verschillende werkvormen gebruikt. Om deze goed uit te voeren is het noodzakelijk dat je de tips t.a.v. de organisatie in de achtergrondinformatie goed doorneemt.

**Draaidenkwijzer maken**

Deel werkblad 3A en splitpennen uit aan elke leerling.

Vraag hen de onderdelen op het werkblad uit te knippen (dit zijn dit stippellijnen). Bij de bovenkant dient eenderde van de schijf uitgeknipt te worden, zoals met de stippellijnen is aangegeven.

Laat de kinderen in elk deel van de draaischijf een denkvraag noteren. Let op: de vragen moeten in de juiste volgorde opgeschreven worden, met de klok mee.



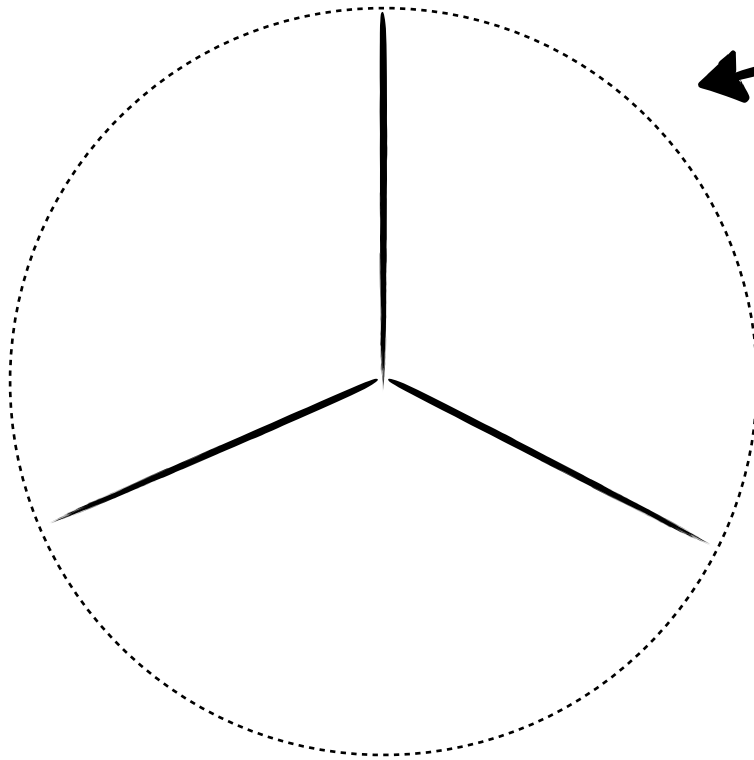
Druk vervolgens een splitpen door het midden om de twee schijven met elkaar te verbinden. De bovenste schijf kan dan gebruikt worden om te draaien en één vraag zichtbaar te maken.

**Bespreken van de denkvragen**

- A. Deel de leerlingen in groepjes van drie in. In ieder groepje krijgt één exemplaar van werkblad 3B. Laat hen in de eerste kolom hun specialisatie noteren.
- B. Vraag hen vervolgens om in hun groepje antwoorden te genereren op de tweede denkvraag: hoe kan het weerstation dit weerelement meten? Laat hen gerust op de achtergrond schetsen maken of ideeën bespreken. Stimuleer de groepjes om meer dan 1 ontwerplossing te verzinnen. Geef zo min mogelijk antwoorden voor.
- C. Inventariseer, net zoals bij denkvraag 1, bij elk groepje wat de gegenereerde antwoorden zijn en noteer deze klassikaal in de tweede kolom op het bord. Maak hiervoor binnen de kolom alvast een indeling naar de drie weerelementen.
- D. Vat slechts samen wat de leerlingen bedacht hebben, maar corrigeer hen nog niet. In de ontwerplessen zullen zij per weerelement de diepte in duiken.
- E. Laat elk groepje zich vervolgens buigen over de derde denkvraag. Net zoals bij denkvraag 2 mogen zij antwoorden genereren op denkvraag 3.
- F. Inventariseer, net zoals bij denkvraag 2, bij elk groepje wat de gegenereerde antwoorden zijn en noteer deze klassikaal in de derde kolom op het bord. Maak hiervoor binnen de kolom alvast een indeling naar de drie weerelementen.
- G. Vat slechts samen wat de leerlingen bedacht hebben, maar corrigeer hen nog niet. In de ontwerplessen zullen zij per weerelement de diepte in duiken. Je kunt hierbij al wel wat vertellen over schaalverdelingen, als je denkt dat dit nieuw voor de klas is.

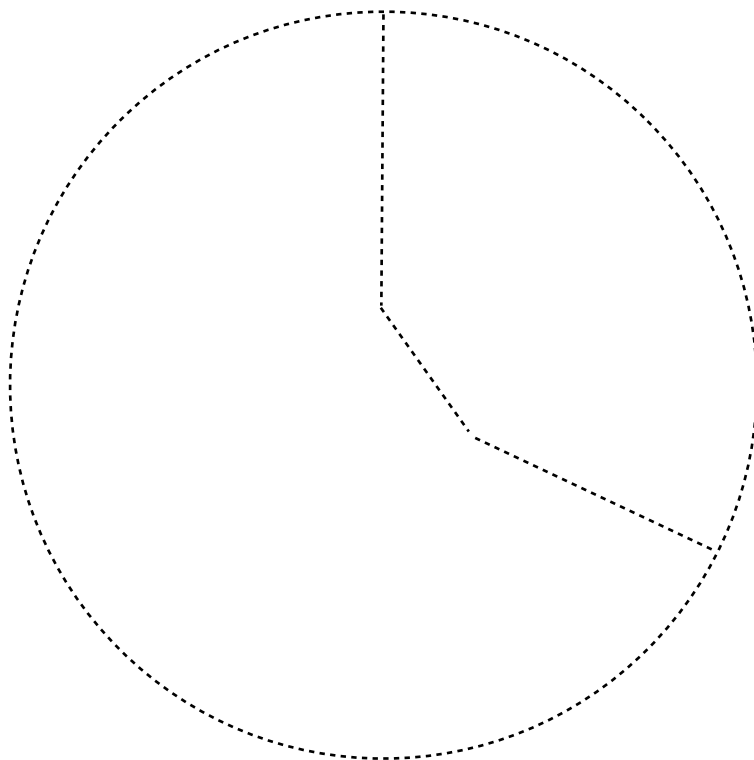


Onderkant:



**Knip alleen de stippelijnen.**

Bovenkant:



<p><i>Denkvraag 3</i> Hoe kan ik de gegevens van mijn weerstation aflezen?</p>	
<p><i>Denkvraag 2</i> Hoe kan mijn weerstation dit meten?</p>	
<p>Wij denken na over het weerelement:</p>	



## Introductie

*Demonstratie (15 min.).* Zet de onderzoekopstelling op (zie hoofdstuk 4.2). Laat de klas voorspellen wat er met het water gaat gebeuren. Laat de demonstratie duren totdat er voldoende water onder het ijsblok in de doos is gecondenseerd. Stimuleer de klas om na te denken hoe het water door de doos reist (zie hoofdstuk 4.2).

## Leskern

*Probleemstelling (5 min.).* Voordat de klas start met ontwerpen, is het goed om stapsgewijs nog eens de opdracht helder te maken: het ontwerpen van een weerstation. Herhaal hierbij de uitkomsten van les 3. Het weerstation moet de temperatuur, wind en neerslag kunnen meten.

*Denkvragen (10 min.).* Verdeel de klas in themagroepen die zich zoals in les 3 specialiseerden in temperatuur, wind of neerslag. Laat de kinderen vervolgens hun draaidenkwijzer pakken. Draai samen met jouw draaidenkwijzer naar denkvraag 1 en genereer klassikaal alvast enkele antwoorden per thema. Doe hetzelfde voor denkvraag 2 en 3.

*Stochasmos (20 min.).* Vervolgens mag de klas op de computer in themagroepjes naar Stochasmos surfen om de dialogen onder de verschillende tabjes te bestuderen. Het is eveneens waardevol om de kinderen informatie over het weer op het internet te laten zoeken, zoals bijvoorbeeld via: <http://weer.startpagina.nl>

*Schetsen (15 min.).* De kinderen gaan terug naar de klas en blijven in hun

themagroep. Iedere leerling krijgt een exemplaar van het ontwerpwerkblad en mag een schets maken van een ontwerpoplossing voor het desbetreffende thema waar hij of zij voor is ingedeeld. Breng hen hier tevens al op de hoogte van de beschikbare ontwerpmaterialen in de klas.

Tijdens de ontwerpfase vervul je een poortwachtersrol om ontwerp schetsen goed te keuren alvorens leerlingen aan de slag mogen met de ontwikkeling van hun ontwerp (zie onze voorbeeldschetsen enkele bladzijden verderop): bevrraag hen over de functie van de gekozen materialen, stel alternatieve oplossingen voor en laat hen in discussie gaan met elkaar.

*Ontwikkelen (25 min.).* De kinderen gaan nu vanuit hun themagroepen terug naar hun originele ontwerpgroep en delen hun ontwerp schetsen uit. Na overleg starten zij met het ontwikkelen van het weerstation.

*Testen (15 min.).* Tot slot mag elke groep het eventueel al gerealiseerde ontwerp testen. Doet de thermometer het? Werkt de windmeter? Is de neerslagmeter af? Laat de kinderen experimenten verrichten en eventuele verbeteringen aanbrengen.

## Afsluiting

*Presentatie (15 min.).* Laat elk groepje hun tot dusver ontwikkelde weerstation aan de klas presenteren. Stimuleer een kritische discussie. Herinner de klas dat zij de volgende les nog voldoende tijd hebben om verbeteringen aan te brengen.

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Kennis opdoen en delen over temperatuur, wind en neerslag
2. Ontwerpschetsen maken voor een thermometer, windmeter en neerslagmeter
3. Ontwikkelen en testen van een thermometer, windmeter en neerslagmeter
4. Presentatie van de ontwikkelde weerstations

### Tijdplan

Demonstratie	15 min.	klassikaal
Probleem	5 min.	klassikaal
Denkvragen	10 min.	groepswerk
Stochasmos	20 min.	individueel
Schetsen	15 min.	groepswerk
Ontwikkelen	25 min.	groepswerk
Testen	10 min.	klassikaal
Presentatie	15 min.	klassikaal

### Voorbereidingen

- ✓ Onderzoekopstelling
- ✓ Inlogcodes Stochasmos
- ✓ Ontwerpwerkblad voor elke leerling (met extra exemplaren). Zie een aantal bladzijden verder.
- ✓ Ontwerpmaterialenberg (zie achtergrondinformatie)

### Aandachtspunten

- ★ Bestudeer van te voren hoofdstuk 4



## Introductie

*Demonstratie (15 min.).* Zet de onderzoekopstelling weer op (zie hoofdstuk 4.2). Laat de klas wederom voorspellen wat er met het water gaat gebeuren. Laat de demonstratie duren totdat er voldoende water onder het ijsblok in de doos is gecondenseerd. Stimuleer de klas om na te denken hoe het water de doos doorreist (zie hoofdstuk 4.2). Leg hen deze keer uit hoe de watercyclus in de doos ontstaat.

## Leskern

*Probleemstelling (5 min.).* Voordat de klas start met eventueel herontwerpen of afronden van hun ontwikkelde weerstation uit les 4, is het goed om stapsgewijs nog eens de opdracht helder te maken. Het weerstation moet de temperatuur, wind en neerslag kunnen meten.

*Denkvragen (10 min.).* Verdeel de klas in themagroepen. Laat de kinderen hun draaidenkwijsers pakken. Draai samen met jouw draaidenkwijsers naar denkvraag 1 en genereer klassikaal alvast enkele antwoorden per thema. Doe hetzelfde voor denkvraag 2 en 3.

*Stochasmos (20 min.).* Vervolgens mag de klas eventueel weer op de computer in hun themagroep naar Stochasmos surfen om de dialogen onder de verschillende tabjes te bestuderen. Het aanbieden van aanvullende webbronnen is eveneens aan te raden.

*Schetsen (15 min.).* Iedere leerling krijgt een exemplaar van het ontwerpwerkblad en mag eventueel een nieuwe/verbeterde schets maken van

een ontwerp oplossing voor het desbetreffende thema waar hij of zij voor is ingedeeld. Breng hen hier tevens al op de hoogte van de beschikbare ontwerpmaterialen in de klas. Bevrraag hen met name over de functie van de gekozen materialen, bespreek alternatieve oplossingen en laat hen in overleg gaan met medeleerlingen.

*Ontwikkelen (25 min.).* De kinderen gaan uit hun themagroepen terug naar hun originele groep en delen hun verbeterde ontwerp schetsen uit. Zij hervatten de constructie van hun ontwerpen.

*Testen (15 min.).* Tot slot mag elke groep het gerealiseerde ontwerp weer testen. Laat de kinderen experimenten verrichten.

## Afsluiting

*Presentatie (15 min.).* Laat elk groepje hun definitieve weerstation aan de klas presenteren. Stimuleer discussie. Wat heeft elk groep naar aanleiding van de testfase nog verbeterd? Erken en waardeer de klas voor hun inzet. Ze hebben zich bewezen als échte ontwerpers en wetenschappers!

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Kennis opdoen en delen over temperatuur, wind en neerslag
2. Ontwerpschetsen maken voor een thermometer, windmeter en neerslagmeter
3. Ontwikkelen en testen van een thermometer, windmeter en neerslagmeter
4. Presentatie van de ontwikkelde weerstations

### Tijdplan

Demonstratie	15 min.	klassikaal
Probleem	5 min.	klassikaal
Denkvragen	10 min.	groepswerk
Stochasmos	20 min.	individueel
Schetsen	15 min.	groepswerk
Ontwikkelen	25 min.	groepswerk
Testen	10 min.	klassikaal
Presentatie	15 min.	klassikaal

### Voorbereidingen

- ✓ Onderzoekopstelling
- ✓ Inlogcodes Stochasmos
- ✓ Ontwerpwerkblad voor elke leerling (met extra exemplaren). Zie een aantal bladzijden verder.
- ✓ Ontwerpmaterialenberg (zie achtergrondinformatie)

### Aandachtspunten

- ★ Bestudeer van te voren hoofdstuk 4

**Demonstratie**

Gebruik de demonstratie om de kinderen te verwonderen over verdamping en condensatie. Belangrijk is om de metafoor van de doos te verduidelijken: de doos is de planeet aarde, de grond in de doos is het strand, het water is de zee en het ijspakket is de koude hemel hoog aan de lucht. De verwarming is zogenaamd de zon die de zee overdag verwarmd.

Focus op het thema 'temperatuur' dus ga nog niet te veel in op condensatie. Belangrijker is het begrip verdamping, waarin je de kinderen vertelt hoe het warme water wordt opgenomen in de warme lucht: de luchtmoleculen gaan verder uit elkaar, daardoor is er genoeg ruimte voor de watermoleculen om zich erin te verschuilen als 'vochtigheid' (wat we niet kunnen zien) en stijgt het vervolgens met de lucht samen op omdat warme lucht minder zwaar is dan de koudere lucht. Bovenaan de deksel van de doos koelt de warme lucht weer af omdat het verder van de verwarming is opgestegen. Het daalt daarna weer (om vervolgens weer opgewarmd te worden, enzovoorts).

**Maken van een thermometer**

Het lastige van deze les is dat er niet veel verschillende manieren zijn om een thermometer te maken.

De kinderen zullen dus, met wat lichte variaties, allemaal uitkomen op vrijwel hetzelfde principe. De meest reguliere methode wordt hieronder besproken:

1. Vul een flesje tot  $\frac{2}{3}$  met water.
2. Voeg voor de duidelijkheid wat kleurstof toe zodat het water goed zichtbaar wordt. Dit kan met siroop.
3. Steek het rietje door het gaatje van de dop en zorg dat het rietje ongeveer drie centimeter in het water hangt als de dop op de fles is bevestigd. Er moet namelijk meer rietje boven de dop zitten dan in de fles.
4. Zet het rietje vervolgens aan de opening vast met plakband of klei.
5. Zuig nu door het rietje het water langzaam naar boven, ongeveer tot halverwege de hoogte (er moet dus nog ruimte boven over zijn!). Zorg dat het water niet terugstroomt en sluit

de top van het rietje dan vlug af met plakband of lijm. Als het goed is, blijft het opgezogen water nu in het rietje "hangen".

6. Maak achter aan het deel van het rietje dat boven de dop uitsteekt, een papieren of kartonnen vlak waarom een schaalverdeling kan worden getekend. Plak dit met plakband of met nietjes vast. Of zoals hieronder:

Een ontwerpschets van het resultaat:



Deze eenvoudige thermometer werkt als volgt. Wanneer het water in de fles warmer wordt, zal het net zoals bij lucht, uit gaan zetten. Het water wordt dus groter. Hierdoor wordt het water door het rietje heen omhoog geduwd. Andersom geldt voor de kou. Als het water kouder wordt, slinkt het wat betreft volume en daalt ook de waterstand in het rietje. Dit principe werkt niet in de winter wanneer het buiten vriest, want dan is het water niet meer vloeibaar (daarom wordt vaak kwik in thermometers gebruikt en niet water).

De principes van deze thermometer wordt de kinderen op Stochasmos uitgelegd. Toch is het belangrijk dat je zelf als leerkracht snapt hoe het werkt, zodat je de kinderen tijdens het schetsen waar nodig kunt assisteren. Het is goed

om daarom zelf al een thermometer klaar te hebben ter illustratie.

Het maken van een schaalverdeling is ook makkelijk. In de klas is het vrijwel een constante temperatuur. Zodra een groepje de thermometer af heeft, kunnen zij de temperatuur in de klas aflezen en deze temperatuur overnemen op hun schaalverdeling bij hun waterstand.

Door vervolgens hun thermometer in een bak warm of koud water te zetten (waarvan je de temperatuur al weet), kunnen leerlingen een hogere warme temperatuur meten en deze temperatuur overnemen op hun eigen schaalverdeling. Doe hetzelfde voor een lage temperatuur. Zodoende heeft hun schaalverdeling 3 streepjes van 3 metingen: de temperatuur in de klas, een warmere temperatuur en een koudere temperatuur.

Nu kunnen zij met een liniaal simpelweg een grove schaalverdeling maken voor de tussenliggende temperaturen.

**Ontwerpeisen**

Om de thermometers van de kinderen weerbestendig te maken, is het belangrijk dat de schaalverdelingskaart beplakt wordt met plakband of bedekt wordt met een doorzichtig plastic zakje. Anders verrot het papier/karton als het regent. Zorg ook dat er geen regenwater in de fles kan komen. De opening van de fles isoleren is een slimme zet.

**Ontwerpmaterialen**

- Relevant: plastic drinkflesjes, doorzichtige rietjes (genoeg voor elk groepje), doorzichtig plastic zakje voor papieren schaalverdeling (ter isolatie voor regenwater), kleurstof voor het water in de fles (zoals siroop), dik papier, klei, plakband.
- Alternatieven: plastic doosjes met deksel waar in geknipt mag worden.
- Afleiders: allerlei ander kosteloos (afval-)materiaal.



**Demonstratie**

Gebruik de demonstratie om de kinderen te verwonderen over verdamping en condensatie. Belangrijk is om weer de metafoor van de doos te verduidelijken: de doos is de planeet aarde, de grond in de doos is het strand, het water is de zee en het ijspakket is de koude hemel hoog aan de lucht. De verwarming is zogenaamd de zon die de zee overdag verwarmd.

Focus eerst nog even kort op het thema 'temperatuur' en vraag de klas om hun leerervaring van les 4 weer op te halen: "Waarom verdampt het water door de warmte?" (luchtmoleculen gaan verder uit elkaar waardoor de watermoleculen er tussen kunnen zitten en met de warme lucht mee opstijgen).

Start dan met het thema 'wind': "Waar gaat die warme stijgende lucht eigenlijk in de doos naar toe?" (naar de koude plekken, het wil een evenwicht vinden). Vraag de klas om te voorspellen waar het in de doos het hardst waait. Je kunt gerust wat papieren snippertjes maken en deze met plakband op verschillende plaatsen binnen de doos plakken, om vervolgens met de deksel erop te zien waar de snippers het hardste klapperen.

Benadruk tegen het einde van je demonstratie dat het op 2 plaatsen in de doos het hardste waait. Wind gaat namelijk zowel van warm naar koud, maar ook van koud naar warm. De 'warm naar koud' stroom gaat via het plafond (hoog in de lucht), terwijl de 'koud naar warm' stroom via het strand naar het water gaat (over de aarde). De wind maakt dus in de doos een continue rondreis.

**Maken van een windmeter**

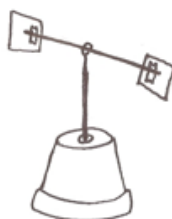
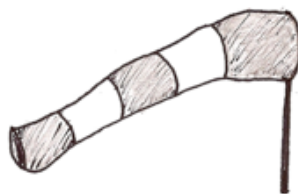
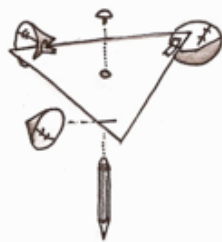
De kinderen hebben deze les veel vrijheid om hun eigen windmeter te ontwerpen. Een windmeter kan op allerlei manieren ontworpen worden. De kunst is wederom om een goede schaalverdeling te maken.

De windmeter moet twee functies vervullen: a) het moet de windkracht kunnen meten, en b) het moet de windrichting kunnen bepalen.

Er zijn in het algemeen twee soorten windmeters die de klas waarschijnlijk zullen verzinnen.

De één is een windzak-constructie, waarbij de wind in de zak blaast, de zak daardoor opvult en zich uitstrekt. De mate van uitstrekking wordt dan bepaald aan de hand van de rode strepen op de windzak. Elke streep vertegenwoordigt een sterkere windkracht.

De ander is een windmolen-constructie. Hiervoor heeft de klas dus schanieren nodig. Dit ontwerp vereist wat meer technisch werk, maar is uitermate effectief. De officiële windmeters zijn allemaal van het type windmolens. De windkracht wordt bepaald door de snelheid van de molen (aantal rondjes per minuut, bijvoorbeeld).



Het belangrijkste aandachtspunt voor de kinderen is het ontwerp van de schaalverdeling. Bevraag hun ontwerpsschetsen hier dus op. De windkracht en de windrichting moeten bepaald kunnen worden.

Voor de windrichting is een kompas noodzakelijk. Je kunt de klas ook bewust maken van een referentie in de omstreken van de school dat hen de richting geeft. De officiële windmeters draaien op een as vanzelf naar de wind toe. Dit gebeurt met het principe van het "haantje" dat je soms wel eens op het dak van een huis ziet staan. Het verticale vlak zoekt, als het bevestigd is op een as, automatisch een stand waarin het de minste weerstand heeft. De wind duwt het simpelweg die richting op. Zodoende kan de windrichting dan bepaald worden.

De leerlingen kunnen bij een windzak-constructie zorgen dat hun zak met ringetjes of lusjes touw vastgemaakt zitten aan een stok, zodat de zak vrijelijk elke richting uit kan bewegen. Bij een windmolen-constructie, kunnen zij ook een extra "haantje" maken dat de windrichting kan bepalen.

Bij het testen van de wind is een föhn handig. Zet de föhn op een vaste stand, bepaal met de klas de windkracht in Beaufort (schatten) en zet vervolgens elk ontwerp van de groepjes bij de föhn om vervolgens deze windkracht op hun schaalverdeling te schrijven. Dit kan nogmaals gedaan worden, maar dan met een hele zachte blaasstand.

**Ontwerpmaterialen**

- Relevant: plastic zakken (voor de helft van de groepjes), draai-assen met stok (voor de andere helft van de klas), schanieren, touw, ringetjes, pingpongballetjes (om door te knippen als halve bolletjes voor de windmolen-constructie).
- Alternatieven: plastic-afval (regenbestendig).
- Afleiders: karton, papier en ander kosteloos (afval-)materiaal.

**Demonstratie**

Gebruik de demonstratie om de kinderen te verwonderen over verdamping en condensatie. Belangrijk is om weer de metafoor van de doos te verduidelijken: de doos is de planeet aarde, de grond in de doos is het strand, het water is de zee en het ijspakket is de koude hemel hoog aan de lucht. De verwarming is zogenaamd de zon die de zee overdag verwarmd.

Start allereerst met de twee voorgaande weerelementen: temperatuur en wind. Vraag de klas om aan de hand van de demonstratie deze elementen in samenhang uit te leggen.

Focus vervolgens op het thema 'neerslag'. Vraag de klas om te voorspellen waar het in de doos het in de doos regent (onderop de deksel, onder het ijspakket). Vraag of iemand kan uitleggen waarom daar water ontstaat. Leg dan uit hoe de koelte van het ijspakket de lucht onder de deksel doet afkoelen, waardoor het krimpt en de waterdeeltjes samen gedrukt worden tot waterdruppels. Trek de vergelijking met de kou in de hemel hoog boven aarde: daar is het ook koud, net zoals het ijspakket.

Je kunt het ijspakket verplaatsen (mits het nog koud genoeg is) om de leerlingen te laten zien dat de condensatie dan met de verplaatsing van het ijspakket mee gaat.

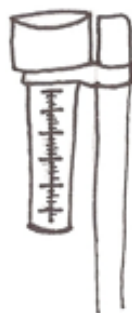
**Het maken van een neerslagmeter**

De neerslagmeter is het meest eenvoudige ontwerp. In werkelijkheid wordt de hoeveelheid neerslag omgerekend naar hoeveelheid 'millimeters'. Deze rekenformule laten we in deze lessenserie buiten wegen. Wij werken gewoon met milliliters, ondanks dit dan vergelijkingsproblemen veroorzaakt. Als twee groepjes namelijk dezelfde soort fles gebruiken om neerslag op te vangen, maar de ene groep zet er een grote trechter op terwijl de ander die trechter niet heeft, dan meet de eerste groep een grotere hoeveelheid neerslag: simpelweg omdat het groepje een *groter oppervlakte* aan neerslag heeft gemeten. Het officiële

oppervlak is 1 vierkante meter, wat veel te groot is om 1:1 in de klas na te bouwen. Daarom kopen liefhebbers een officiële regenmeter in de winkel, omdat deze geijkt is op de juiste schaalverdeling in "millimeters" regen en rekening houdt met de hoeveelheid neerslag per vierkante meter.

De kinderen moeten zorgen voor een doorzichtige fles of bak, waarbij de opening groot genoeg is dat het voldoende water kan opvangen. Met een maatbeker, kan vervolgens een voorafbepaalde hoeveelheid water in de neerslagmeter worden gegoten zodat de leerlingen op hun regenmeter een schaalverdeling kunnen overnemen. Met een watervaste stift kunnen zij deze noteren.

Met verschillende materialen in de ontwerpmaterialenberg kan gedacht worden aan de volgende ontwerpvarianties:

**Ontwerpmaterialen**

- Relevant: plastic bekertjes, watervaste stift, maatbeker
- Alternatieven: verschillende formaten aan plastic bekertjes en flesjes, plastic zakken.
- Afleiders: karton, rietjes, papier, touw en ander kosteloos (afval-)materiaal.



1. Mijn naam is:

2. Schets hieronder jouw ontwerp (benoem de onderdelen!)

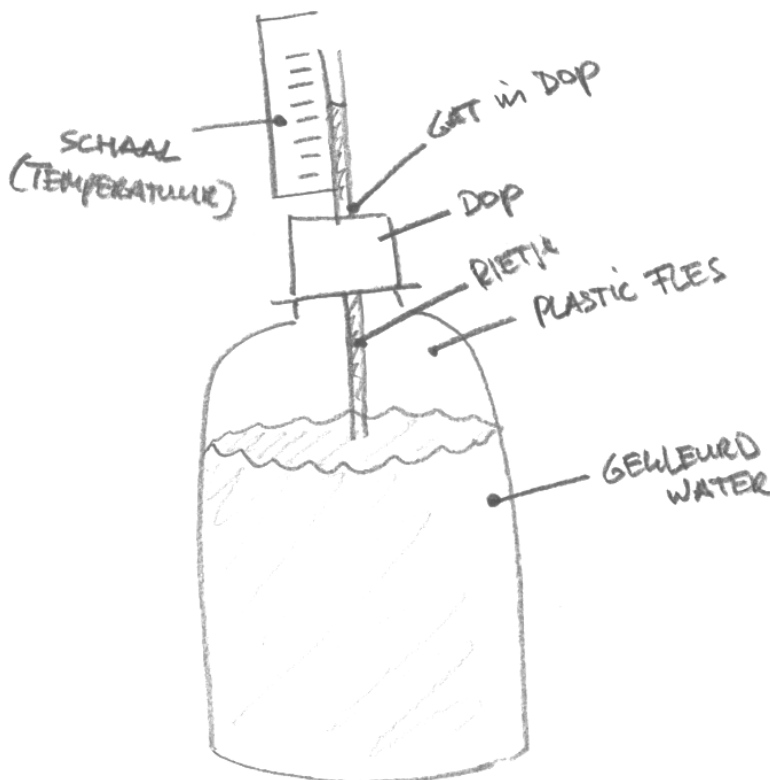
3. Leg uit hoe jouw ontwerp precies werkt

Leerkrachtversie

Ontwerpschets

Aandachtspunten:

- 1) Herinner leerlingen aan het belang van het maken van een ontwerpschets. Eerst denken, dan doen (zoals echte ontwerpers dat doen).
- 2) Vraag de kinderen om onderdelen te benoemen met pijlen. Laat hen ook de materiaalkeuze benoemen.
- 3) Wijs groepjes op hun ontwerpbeslissingen door hen te bevragen alvorens ze starten met het ontwikkelen van hun ontwerp. Stel hen vragen over: a) de keuze van het ontwerp-materiaal, over mogelijk andere ontwerpoplossingen.
- 4) Als leerlingen moeite hebben met het verzinnen van de thermometer, kun je hen jouw zelfgemaakte ontwerp ter illustratie laten zien.



Beschrijving

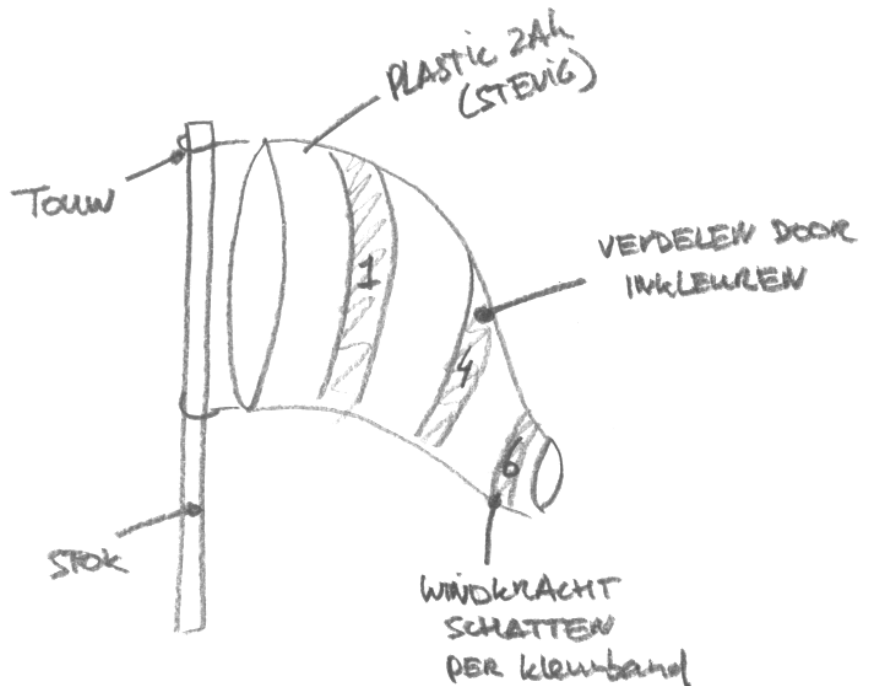
*Wij gebruiken een flesje van plastic. We maken een gat in de dop waar we een rietje in steken. Het flesje vullen we met ranja (gekleurd!). Met onze mond zuigen we wat ranja in het rietje omhoog en iken deze stand op de temperatuur in de klas. Naast het rietje hebben we een schaalverdeling van de temperatuur in Celsius.*

Leerkrachtversie

Ontwerpschets

Aandachtspunten:

- 1) Herinner leerlingen aan het belang van het maken van een ontwerpschets. Eerst denken, dan doen (zoals echte ontwerpers dat doen).
- 2) Vraag de kinderen om onderdelen te benoemen met pijlen. Laat hen ook de materiaalkeuze benoemen.
- 3) Wijs groepjes op hun ontwerpbeslissingen door hen te bevragen alvorens ze starten met het ontwikkelen van hun ontwerp. Stel hen vragen over: a) de keuze van het ontwerp-materiaal, over mogelijk andere ontwerp oplossingen.
- 4) Stimuleer de klas om ook andere ontwerp oplossingen te overwegen. Inspireer hen om creatief te zijn en hun eerste ontwerp te overdenken!



Beschrijving

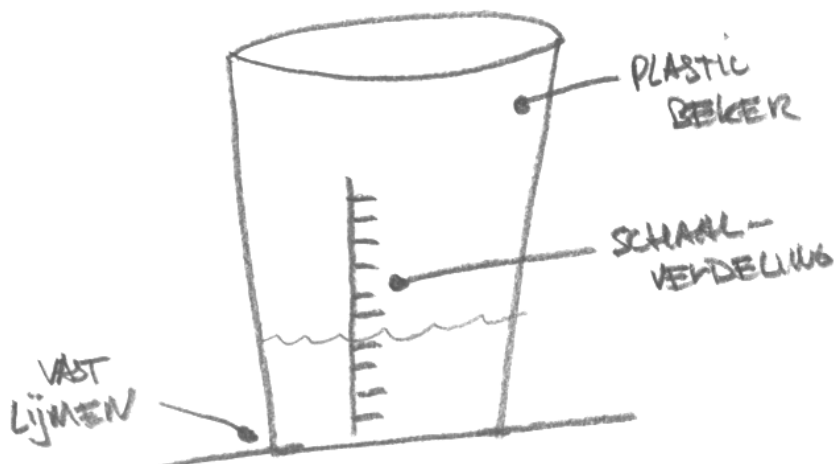
Wij gebruiken een plastic zak met een klein gat in de bodem. De zak binden we vast aan een stok, die we rechtop op ons weerstation monteren. De plastic zak verdelen we in een aantal delen en kleuren deze in. Buiten kunnen we testen welke windkracht ongeveer hoort bij welke kleurband.

Leerkrachtversie

Ontwerpschets

Aandachtspunten:

- 1) Herinner leerlingen aan het belang van het maken van een ontwerpschets. Eerst denken, dan doen (zoals echte ontwerpers dat doen).
- 2) Vraag de kinderen om onderdelen te benoemen met pijlen. Laat hen ook de materiaalkeuze benoemen.
- 3) Wijs groepjes op hun ontwerpbeslissingen door hen te bevragen alvorens ze starten met het ontwikkelen van hun ontwerp. Stel hen vragen over: a) de keuze van het ontwerp-materiaal, over mogelijk andere ontwerpoplossingen.
- 4) Vraag de groepjes hoe zij tot hun schaalverdeling zullen komen. Raad hen aan om een maatbeker te gebruiken.



Beschrijving

*Wij gebruiken een bekertje van plastic. Deze zetten we met lijm vast op ons weerstation. Op de buitenkant markeren we met een stift een schaalverdeling zodat we kunnen meten hoeveel regen er is gevallen. Dit doen we door een maatbeker te gebruiken en vaste hoeveelheden water op onze regenmeter over te nemen.*



## Introductie

*Demonstratie (15 min.).* Zet de onderzoekopstelling op (zie hoofdstuk 4.2). Laat de klas de drie weerelementen uit de vorige lessen herhalen bij het verklaren van de demonstratie.

Leg de klas uit dat mist eigenlijk een laaghangende wolk is, bestaande uit hele kleine waterdruppeltjes. Deze zijn nog niet dicht genoeg op elkaar gedrukt om tot waterdruppels gevormd te worden die dan naar de grond vallen als regen. De waterdeeltjes blijven dus heel licht en daarom in de lucht zweven (zie achtergrondinformatie).

## Leskern

*Presentatie voorbereiden (30 min.).* De kinderen krijgen een half uur om een powerpointpresentatie voor te bereiden om hun verworven kennis over het weer aan de klas te presenteren.

*Presenteren (30 min.).* Laat alle groepjes om de beurt hun ontwikkelde weerstation aan de klas presenteren. Met behulp van een powerpointpresentatie kunnen zij elk hun verworven kennis over het weer aan de klas toelichten. Stimuleer discussie.

*Natoets (45 min.).* Verdeel zowel toetsversie A en B willekeurig uit over de klas. Leerlingen die in les 2 toetsversie A hebben gemaakt, moeten nu versie B maken. Andersom hetzelfde. Laat de kinderen niet samenwerken.

## Gratis rapport ontvangen?

Je kunt ons gerust de antwoorden van de kinderen op de toetsen toesturen (met de post of digitaal d.m.v. een Excel spreadsheet) zodat wij je een overzicht kunnen verzorgen van de leerprestaties van de leerlingen. Leuk en leerzaam!

Hiervoor hebben we de toetsgegevens van zowel les 2 en les 6 nodig.

Noteer de antwoorden per leerling als volgt: [naam leerling], [toetsversie A of B],[ 1. A 2. D etc. ].

Deze gegevens zullen uiteraard vertrouwelijk en anoniem verwerkt worden.

Indien je interesse of vragen hebt, stuur je een e-mail naar [h.vandermeij@utwente.nl](mailto:h.vandermeij@utwente.nl).

## De les in het kort

### Lesdoelen

1. Presenteren van ontwikkelde weerstations en verworven kennis over het weer
2. Afnemen van een toets om verworven kennis te meten

### Tijdplan

Presentatie	60 min. <i>groepswerk</i>
Toets	45 min. <i>individueel</i>

### Voorbereidingen

- ✓ Bestudeer de achtergrondinformatie over mistvorming
- ✓ Onderzoekopstelling
- ✓ Wederom uitdelen van zowel toetsversies A en B

### Aandachtspunten

- ★ De kinderen die in les 2 versie A hebben gemaakt, moeten nu versie B maken. En andersom: leerlingen die toen versie B hebben gemaakt, maken nu versie A.
- ★ Laat de kinderen niet samenwerken.

**Demonstratie**

Gebruik de demonstratie om de kinderen te verwonderen over verdamping en condensatie. Belangrijk is om weer de metafoor van de doos te verduidelijken: de doos is de planeet aarde, de grond in de doos is het strand, het water is de zee en het ijspakket is de koude hemel hoog aan de lucht. De verwarming is zogenaamd de zon die de zee overdag verwarmd.

Start allereerst met de drie voorgaande weerelementen: temperatuur, wind en neerslag. Vraag de klas om aan de hand van de demonstratie deze elementen in samenhang uit te leggen.

Focus nu op het thema 'mist' en laat de klas voorspellen waar in de doos mistvorming plaatsvindt (mits ze heel goed kijken). Zorg dit keer dat de verwarming zeer hoog aan staat en dat de doos er dichter opgezet wordt) zodat de kinderen waterdamp kunnen zien (mist). Slim is om de deksel er de eerste minuten nog op te laten, er dan af te halen en de klas meteen te vragen om de waterdamp te zoeken. Wijs de kinderen op het waarnemen van de damp in de doos (in tegenstelling tot de gecondenseerde waterdruppels).

Mist is eigenlijk een laaghangende wolk, en rust daarom op dezelfde principes van condensatie.

Temperatuur, wind en neerslag spelen een rol in het voorspellen van mist.

Temperatuur: overdag is het warm geweest, 's avonds koelt het sterk af. Mist komt voor op dagen waarin het overdag warm is geweest en 's nachts sterk afkoelt. Warme dagen, koele nachten.

Wind: mist blijft alleen maar 'hangen' wanneer het windstil is, anders verwaait het en valt het niet te zien.

Neerslag: voor mist is vochtigheid in de lucht nodig. Mist komt vaak voor wanneer het overdag veel geregend heeft.



# WEETJES OVER MIJN WEERSTATION



Dit boekje mag pas open als daarvoor  
toestemming is gegeven.

### Opgave 1

Windkracht meet je **niet** in

- A. Meter per seconde
- B. Kilometer per uur
- C. Graden
- D. Knopen

### Opgave 2

Wat is geen voorbeeld van temperatuur?

- A. Zonnig
- B. Vrieskou
- C. Hittegolf
- D. Kamertemperatuur

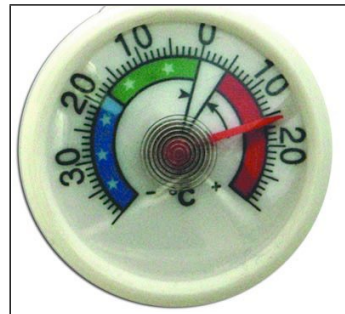
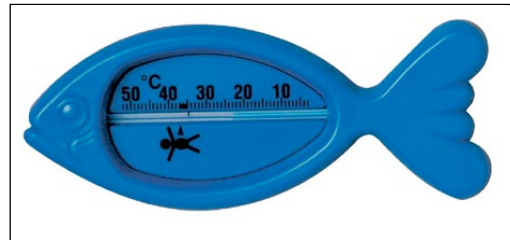
### Opgave 3

Wat verwacht men als het weerbericht spreekt van 9 op de schaal van Beaufort?

- A. Een storm
- B. Zware regenval
- C. Zeer veel zon
- D. Een matige wind

### Opgave 4

Deze thermometer meet de temperatuur van badwater

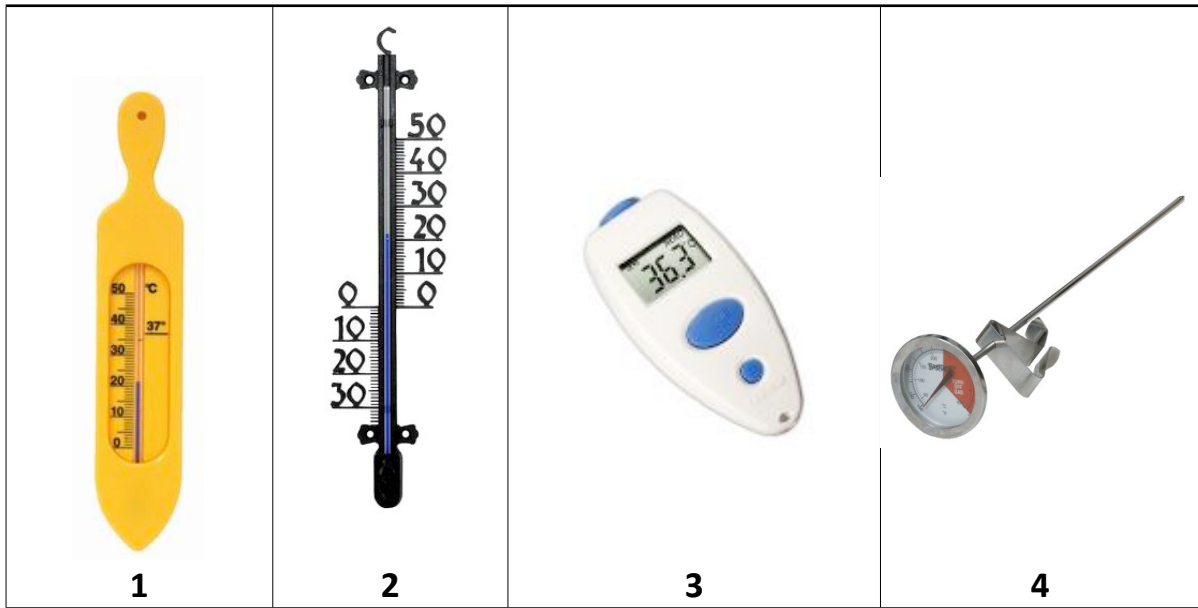


Waar gebruik je de onderste thermometer

- A. In een keuken
- B. In een woonkamer
- C. In een tuinhuis
- D. In een aquarium



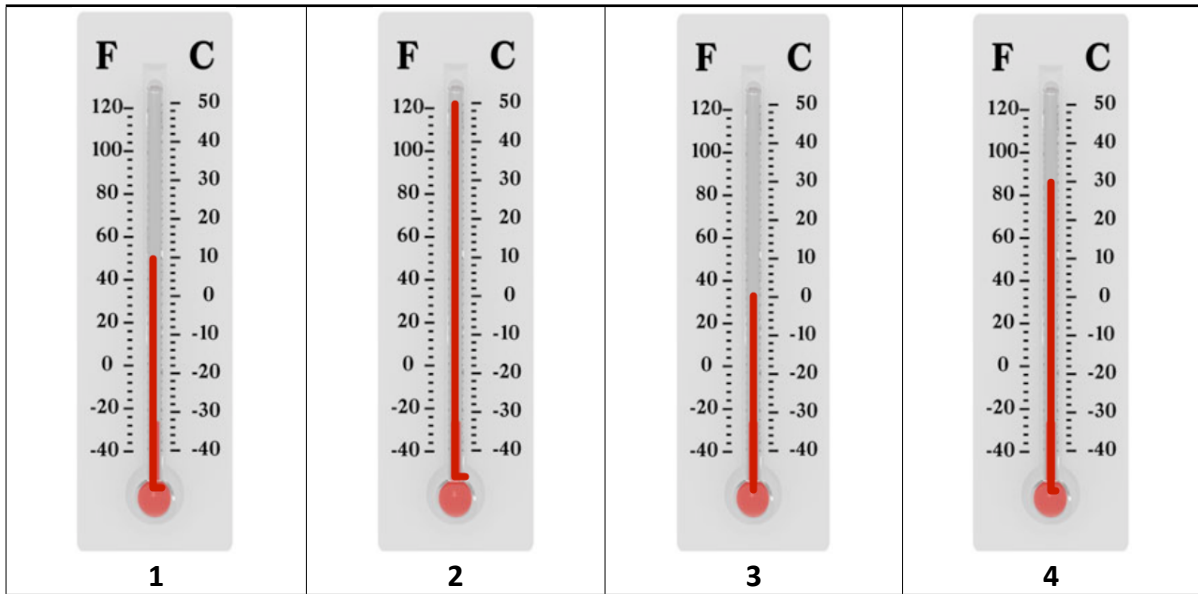
### Opgave 5



Welke thermometer gebruik je om de temperatuur van de buitenlucht te meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 6



Welke thermometer geeft 34 graden Fahrenheit aan?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 7

Wat is de beste plaats om de buiten-temperatuur te meten?

- A. Vlak bij de grond en in de schaduw
- B. Vlak bij de grond en in de zon
- C. Op 1.50 m hoogte en in de schaduw
- D. Op 1.50 m hoogte en in de zon

### Opgave 8

Wat is een voorbeeld van verdamping?

- A. Water verandert in waterdamp
- B. Waterdamp verandert in water
- C. Ijs verandert in water
- D. Water verandert in ijs

### Opgave 9

Water op een temperatuur van 100 graden Celsius zit op het

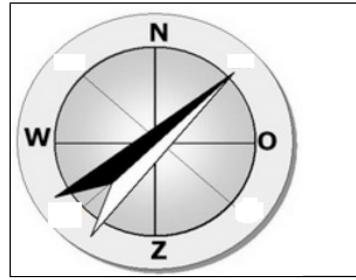
- A. Damp punt
- B. Smeltpunt
- C. Bevriespunt
- D. Kookpunt

### Opgave 10

Wat kun je met een weerhaan meten?

- A. Lichthoeveelheid
- B. Schaduwricting
- C. Windkracht
- D. Windrichting

### Opgave 11



Welke richting wijst het kompas aan?

- A. Noord/Oost
- B. Zuid/West
- C. Noord/West
- D. Zuid/Oost

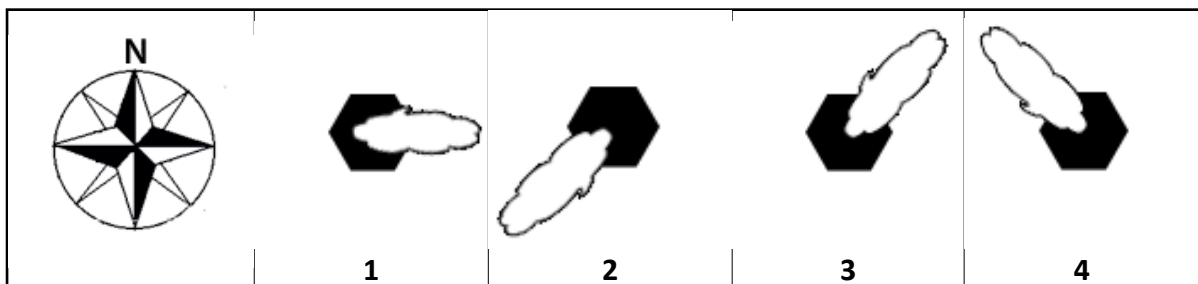
### Opgave 12



Zet de windzakken in de juiste volgorde van minste wind naar meeste wind:

- A. 3-1-2-4
- B. 3-2-1-4
- C. 4-2-1-3
- D. 4-1-2-3

### Opgave 13



In welke tekening is de windrichting Z/W?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 14

Waar zal het eerst mist ontstaan?

- A. Bos
- B. Weiland
- C. Parkeerplaats
- D. Asfaltweg

### Opgave 15

Met welke fase start de watercyclus?

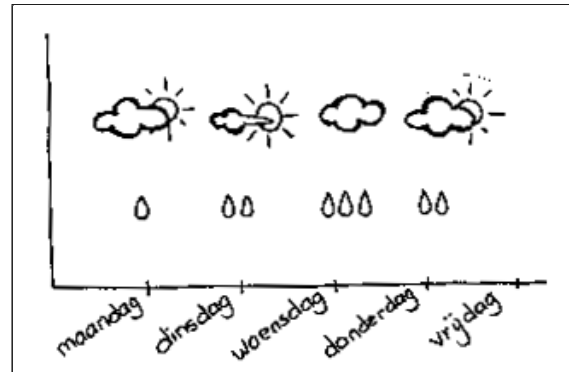
- A. Condensatie
- B. Verdamping
- C. Opwarming
- D. Afkoeling

### Opgave 16

Mist ontstaat door

- A. Wind
- B. Warmte
- C. Afkoeling
- D. Neerslag

### Opgave 17



Op welke dag valt de meeste regen?

- A. Maandag
- B. Dinsdag
- C. Woensdag
- D. Donderdag

### Opgave 18



Waarmee kun je het best de hoeveelheid neerslag meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 19



Wat is geen neerslagmeter?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

**Opgave 20**

Welk van de volgende voorwerpen is het beste bruikbaar voor een regenmeter?

- A. Buis van glas
- B. Buis van metaal
- C. Koker van karton
- D. Trechter van papier

**Opgave 21**

Wat is een voorbeeld van neerslag?

- A. Dauw
- B. Storm
- C. Rijp
- D. Mist

**Opgave 22**

Wat is condensatie?

- A. Verandering van gas in vloeistof
- B. Verandering van vloeistof in gas
- C. Verandering van vaste stof in vloeistof
- D. Verandering van vloeistof in vaste stof

**Opgave 23**

Waarmee kun je de windrichting *niet* meten?

- A. Weerhaan
- B. Windvaan
- C. Barometer
- D. Rookpluim

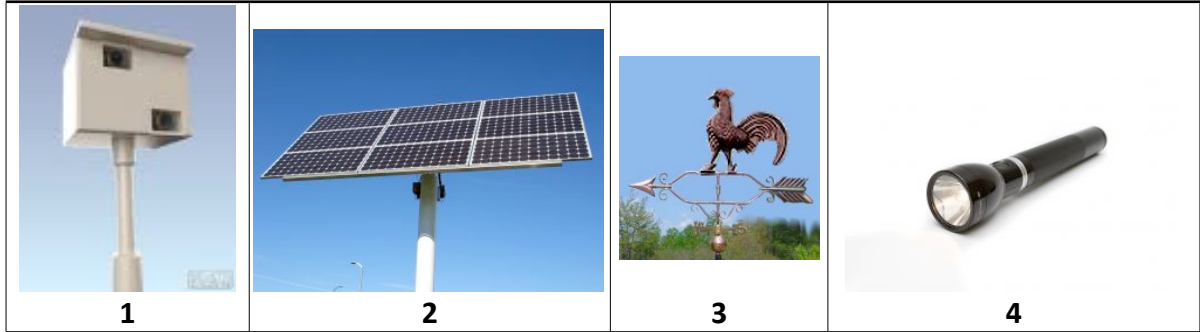
**Opgave 24**

Wat zegt men meestal om mist aan te duiden?

- A. Hoeveelheid licht dat je ziet
- B. Afstand die je moet houden
- C. Meters zicht dat je hebt
- D. Snelheid waarmee je veilig kunt rijden



## Opgave 25



Waarmee kun je het best mist meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

*Controleer voor de zekerheid of je alle vragen hebt beantwoord.*

*Blader dus even terug.*

*Daarna ben je klaar. Bedankt!*

# WEETJES OVER MIJN WEERSTATION



Dit boekje mag pas open als daarvoor  
toestemming is gegeven.

<b>Naam:</b>	
<b>Groep:</b>	
<b>Datum:</b>	

### **Aanwijzingen voor de leerling**

- Je krijgt straks 25 vragen over het weer.
- Bij sommige opgaven staan voorbeelden met cijfers 1, 2, 3 of 4. In het antwoord moet je dan het cijfer kiezen dat bij het goede voorbeeld hoort.
- Je mag fouten verbeteren. Gum de foute keuze goed uit en geef daarna het goede antwoord.
- Geef een antwoord op alle vragen.

### Opgave 1

Wat is geen voorbeeld van windkracht?

- A. Storm
- B. Bries
- C. Orkaan
- D. Zuidenwind

### Opgave 2



Tussen de staven van de treinrails zit enige ruimte. Waarom sluiten ze niet mooi op elkaar aan?

- A. Door de openingen kan gemakkelijk regenwater wegstromen
- B. Door de openingen blijven er in de herfst minder bladeren op de rails liggen
- C. De rails moeten bij warmte kunnen uitzetten
- D. De rails slijten zo minder bij slechte weersomstandigheden

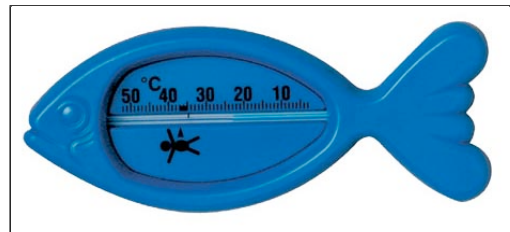
### Opgave 3

Mist kan verdwijnen door

- A. Wind
- B. Warmte
- C. Wind en warmte
- D. Neerslag

### Opgave 4

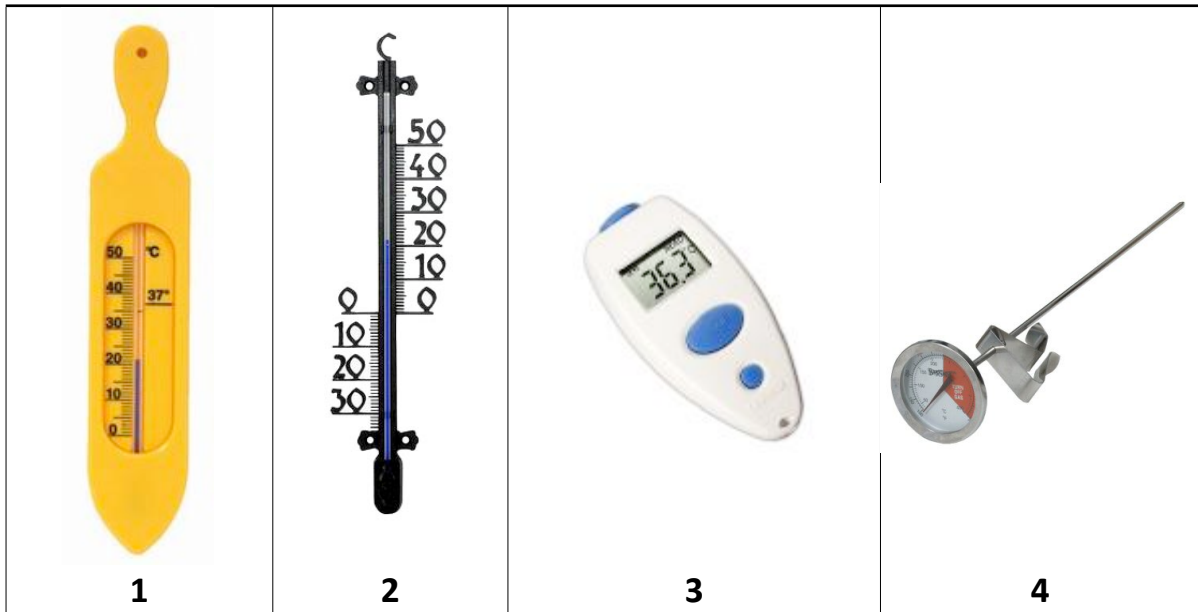
Deze vis-thermometer gebruik je om badwater te meten.



Waar gebruik je de onderste thermometer?

- A. In een keuken
- B. In een oor
- C. In een tuinhuis
- D. In een aquarium

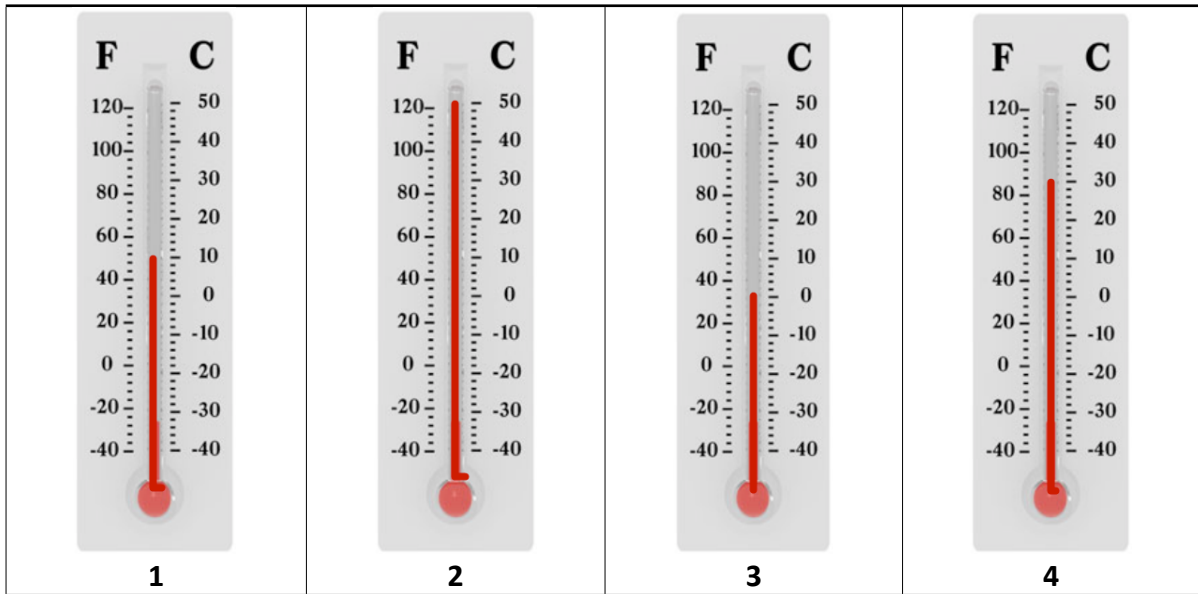
### Opgave 5



Welke thermometer gebruik je om de temperatuur van de buitenlucht te meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 6



Welke thermometer geeft 50 graden Fahrenheit aan?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4



### Opgave 7

Water op een temperatuur van 0 graden Celsius zit op het

- A. Damppunt
- B. Smeltpunt
- C. Bevriespunt
- D. Kookpunt

### Opgave 8

Wat is **geen** voorbeeld van neerslag?

- A. Hagel
- B. Regen
- C. Sneeuw
- D. Dauw

### Opgave 9

Windkracht meet je **niet** in

- A. Meter per seconde
- B. Kilometer per uur
- C. Graden
- D. Knopen

### Opgave 10

Een uitkomst van een meting van windrichting kan zijn

- A. 3 uur
- B. 3 kilo
- C. West
- D. 3 meter

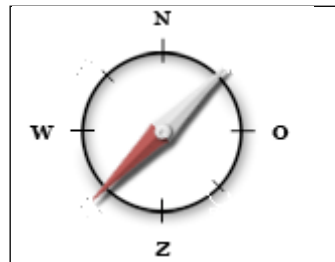
### Opgave 11

Beroemde mensen hebben allerlei schalen bedacht om weerselementen te meten.

Wie heeft een schaal bedacht om wind te meten?

- A. Beaufort
- B. Fahrenheit
- C. Einstein
- D. Barometer

### Opgave 12



Welke richting wijst het kompas aan?

- A. Noord/Oost
- B. Zuid/West
- C. Noord/West
- D. Zuid/Oost

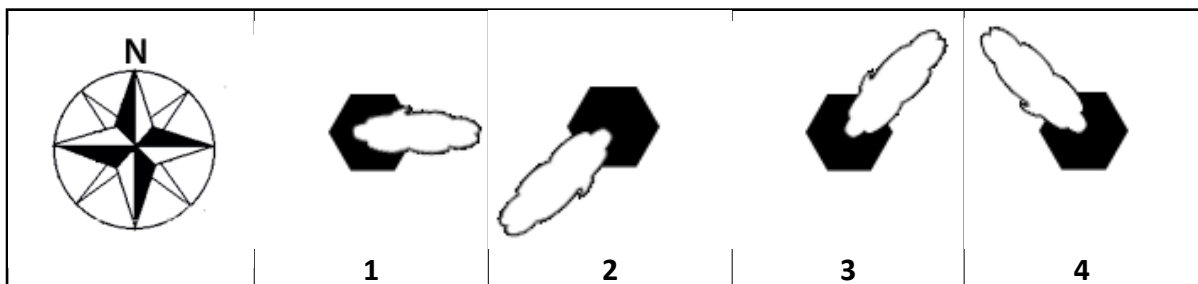
### Opgave 13



Zet de windzakken in de juiste volgorde van minste wind naar meeste wind:

- A. 3-1-2-4
- B. 3-2-1-4
- C. 4-2-1-3
- D. 4-1-2-3

### Opgave 14



In welke tekening is de windrichting N/W?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 15

Waarmee kun je de windkracht niet meten?

- A. Windmolen
- B. Windzak
- C. Windhaan
- D. Anemometer

### Opgave 16

Wat kun je met een neerslagmeter meten?

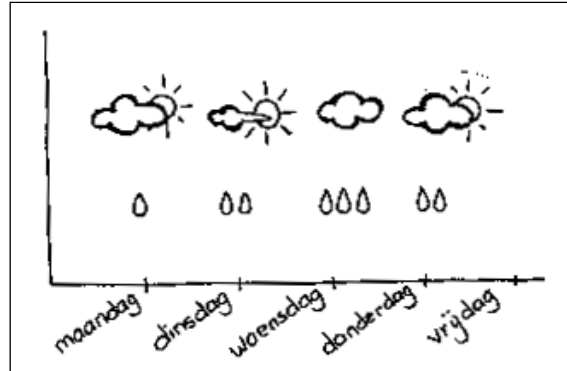
- A. Vochtigheid van lucht
- B. Temperatuur van regenwater
- C. Soort neerslag
- D. Hoeveelheid sneeuw

### Opgave 17

Wat is een voorbeeld van condensatie?

- A. Water verandert in waterdamp
- B. Waterdamp verandert in water
- C. Ijs verandert in water
- D. Water verandert in ijs

### Opgave 18



Op welke dag schijnt de meeste zon?

- A. Maandag
- B. Dinsdag
- C. Woensdag
- D. Donderdag

### Opgave 19



Waarmee kun je het best neerslag meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

### Opgave 20

Wat is de beste omschrijving van mist

- A. Zeer vochtige lucht
- B. Dauw
- C. Zeer lichte regen
- D. Rijk

### Opgave 24

Wat meet men bij mist?

- A. Zicht
- B. Lichtsterkte
- C. Luchtdichtheid
- D. Luchtvochtigheid

### Opgave 21

Welke vloeistof zul je **niet** vinden in een thermometer?

- A. Petroleum
- B. Alcohol
- C. Kwik
- D. Water

### Opgave 22

In welke eenheid meet je neerslag?

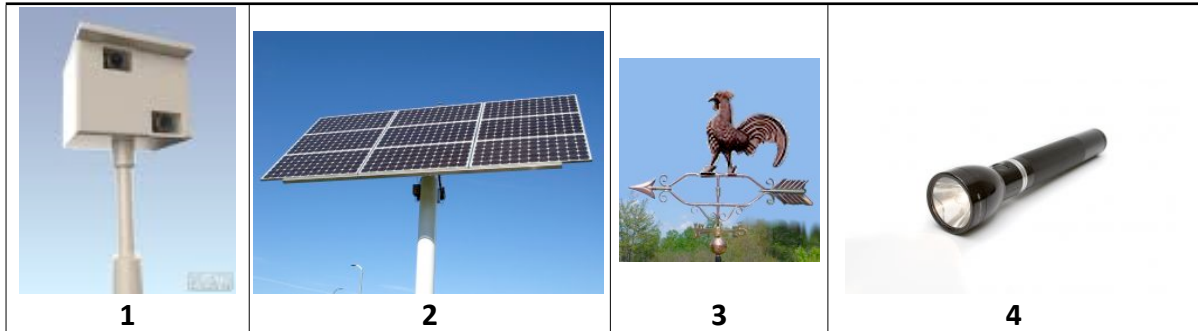
- A. mm
- B.  $\text{cm}^2$
- C.  $\text{cm}^3$
- D. ml

### Opgave 23

Wat is verdamping?

- A. Verandering van gas in vloeistof
- B. Verandering van vloeistof in gas
- C. Verandering van vaste stof in vloeistof
- D. Verandering van vloeistof in vaste stof

## Opgave 25



Waarmee kun je het best mist meten?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

*Controleer voor de zekerheid of je alle vragen hebt beantwoord.*

*Blader dus even terug.*

*Daarna ben je klaar. Bedankt!*

*Beoordelingsleutel*

Toetsversie A	Toetsversie B
1. C	1. A
2. A	2. C
3. A	3. C
4. C	4. B
5. B	5. B
6. C	6. A
7. C	7. C
8. A	8. D
9. D	9. C
10. D	10. C
11. A	11. A
12. C	12. B
13. B	13. C
14. B	14. D
15. C	15. C
16. C	16. D
17. C	17. B
18. B	18. B
19. B	19. B
20. A	20. C
21. D	21. D
22. A	22. A
23. C	23. B
24. C	24. A
25. D	25. D



## Mijn vliegtuig

Go

Home

Werpen

Vleugels

### Mijn vliegtuig



Hallo, ik heet Niel en ik ben een astronaut!

Om te oefenen voor mijn volgende ruimtemissie, moet ik eerst op aarde leren vliegen. Daarvoor heb ik een vliegtuig nodig. Ik heb geen idee hoe ik een vliegtuig ontwerp dat heel ver kan zweven.



Kun jij me een voorbeeld geven van een goed vliegtuigontwerp?

### Opdracht

Ontwerp van papier een vliegtuig voor Niel, waarmee hij zo ver mogelijk kan zweven. Hierbij zul je geholpen worden door twee nieuwe vrienden:



**Marie, de wetenschapper:** Hallo daar! Mijn naam is Marie. Ik zal je helpen slimme ontwerpen te bedenken...



**Bob, de ingenieur:** Hey, hallo! Ik ben Bob. Ik zal je tips geven hoe en waarvan je jouw ontwerpen kunt maken...

## Werpen



**Astronaut:** Voordat ik mijn vliegtuig met echte materialen ga maken, wil ik eerst een papieren vliegtuig maken als prototype. Waar moet ik vooral goed op letten?



**Wetenschapper:** Slim dat je eerst een papieren versie gaat maken! Zou het misschien uitmaken hoe je het vliegtuig van jezelf de lucht in gooit?



**Ingenieur:** Ik denk het wel. En volgens mij is het ook belangrijk om niet teveel met plakband en lijm te werken. Toch?

## Vleugels



**Astronaut:** Welke vorm moet mijn vliegtuig precies hebben? Het vliegtuig moet zo ver mogelijk kunnen zweven.



**Wetenschapper:** Om te vliegen hebben we vleugels nodig. Als 1 vleugel groter is dan de ander, dan maakt het alleen maar bochtjes. Wil je dat?



**Ingenieur:** We moeten zoveel mogelijk proberen te vouwen. Er zijn talloze ontwerpen mogelijk. Zullen we er een aantal tekenen en maken, om te kijken welke het verst vliegt?

## Mijn weerstation

 **Go**

Home

Temperatuur

Wind

Neerslag

Mist

### Mijn weerstation



Hallo, ik heet Janneke en ik ben een ontwerper!

Voordat ik mijn weerstation kan maken, moet ik voldoende weten over het weer.

Weet jij hoe je een weerstation moet maken?



### Opdracht

Lees de informatie op deze website om ideeën te verzamelen voor het ontwerpen van een weerstation. Hierbij zul je geholpen worden door twee nieuwe vrienden:



**Marie, de wetenschapper:** Hallo daar! Mijn naam is Marie. Ik zal je helpen slimme ontwerpen te bedenken...



**Bob, de ingenieur:** Hey, hallo! Ik ben Joris. Ik zal je tips geven hoe en waarvan je jouw ontwerpen kunt ontwikkelen...

> [Site map](#)

## A. Wat is temperatuur?



### A1. Waar komt temperatuur vandaan?

▪ A. Wat is temperatuur?

▪ B. Hoe werkt een thermometer?



**Janneke:** Hallo Marie en Joris. Mijn eerste interview gaat over de temperatuur. Waar komen de verschillen van temperatuur op aarde vandaan?



**Wetenschapper:** Dat is een goede vraag, Janneke. Even denken hoor. Op sommige plaatsen op de wereld is het heel koud, terwijl het op andere plaatsen juist weer heel warm is. Waardoor zou dat komen?



**Ingenieur :** Voor warmte heb je een warmtebron nodig. Net zoals een verwarming in de huiskamer of het vuur van een openhaard.

**Wetenschapper:** Hmm, oke. Welke warmtebron zou de aarde dan verwarmen?



**Janneke:** Aha, ik weet het denk ik al. Op naar de volgende vraag.



## A2. Warme lucht zet uit

**Janneke:** Wat gebeurt er eigenlijk met de lucht als deze warmer wordt?



**Wetenschapper:** De lucht bestaat uit talloze luchtmoleculen. Dat zijn kleine luchtdeeltjes die we elke dag in- en uitademen.







**Ingenieur** : Dat kun je vergelijken met een vaas met knikkers, Janneke. Elke knikker is dan een luchtmolecule. Maar een luchtmolecule is veel kleiner dan een knikker. Een luchtmolecule kun je niet met het blote oog zien.



**Wetenschapper**: Klopt. Dus de lucht bestaat uit talloze luchtmoleculen. Als de lucht warmer wordt, gaan de luchtmoleculen verder uit elkaar om te kunnen bewegen. Als de lucht kouder wordt, gaan de luchtmoleculen juist dicht tegen elkaar aan zitten.



**Ingenieur** : Inderdaad. Net zoals wij mensen dat in de zomer of in de winter doen. In de zomer, als het lekker warm is, gaan we buiten bewegen. In de winter, als het buiten koud is, gaan we dicht tegen elkaar aan zitten.



**Janneke**: Oke. Dat heb ik nooit geweten. Dus als de lucht warm is, gaan de luchtmoleculen verder uit elkaar. Als het koud is, gaan de luchtmoleculen juist dicht op elkaar.

### A3. Warme lucht stijgt op



**Janneke:** Mijn laatste vraag over de temperatuur, gaat over luchtballonnen. Waarom gaat een luchtballon, met warme lucht in de ballon, eigenlijk omhoog de hemel in?



**Ingenieur :** Slimme vraag, Janneke! Zoals je nu weet, zet warme lucht dus uit. In warme lucht zitten de luchtmoleculen verder uit elkaar omdat ze dan beter kunnen bewegen.



**Ingenieur :** En een luchtballon maakt daar slim gebruik van. Omdat warme lucht meer uitgezet is, is warme lucht veel lichter dan koude lucht geworden.



**Janneke:** Aha! Dus de warme lucht in de ballon maakt de luchtballon lichter. Daarom gaat een luchtballon zo gemakkelijk de hoogte in!



**Wetenschapper:** Precies, Janneke. Maar stel dat de lucht in de luchtballon weer kouder wordt, kouder dan de buitenlucht, dan zakt de ballon weer langzaam naar de aarde terug.



**Ingenieur :** Inderdaad. Koude lucht is juist zwaarder en zakt daarom altijd naar beneden. Als je thuis de vriezer open doet, zie je altijd de koude lucht naar beneden vallen.



**Janneke:** Ik snap het!

Warme lucht is licht omdat de luchtmoleculen ver uit elkaar zijn. Daarom stijgt warme lucht op.

In koude lucht zitten de luchtmoleculen dicht bij elkaar en zijn daarom zwaarder. Koude lucht zakt dus naar beneden.

## B. Hoe werkt een thermometer?



### B1. Warm water zet ook uit

▪ A. Wat is temperatuur?

▪ B. Hoe werkt een thermometer?

**Janneke:** Voor mijn weerstation moet ik een thermometer ontwerpen. Hoe werkt een thermometer?



**Ingenieur:** Een thermometer heb je met de juiste ontwerpmaterialen in een paar tellen gemaakt.



**Wetenschapper:** Dat klopt. Zoals je nu weet Janneke, zet warme lucht uit.



**Ingenieur** : Maar Marie, niet alleen de lucht maar ook water zet uit als het warmer wordt. Warm water wordt groter dan koud water.



**Janneke**: Dat is een leuk weetje! Dus net zoals lucht, gaan watermoleculen ook verder uit elkaar als het warmer wordt.



**Wetenschapper**: Precies. En daar maakt een thermometer slim gebruik van. Hoe ziet een thermometer er uit, Joris?



**Ingenieur** : In een thermometer zit een doorzichtig buisje met vloeistof erin, zoals water. Als het warmer wordt, zet het water in het buisje uit en gaat dan omhoog.







**Wetenschapper:** Aha. Dus hoe warmer het wordt, hoe hoger het water in de thermometer in het buisje op zal stijgen.

**Janneke:** Dat is leuk! Nu weet ik welke ontwerpmaterialen ik nodig heb!



## B2. Schaalverdeling maken



**Janneke:** Ik weet nu hoe een thermometer werkt. Maar hoe kan ik dan verschillende temperaturen van mijn zelfgemaakte thermometer aflezen?



**Wetenschapper:** Je bedoelt hoe je een "schaalverdeling" maakt? Dat is een goede vraag, Janneke.



**Janneke:** Zou je aan het buisje voor de thermometer een schaalverdeling kunnen plakken?



**Wetenschapper:** Slim gedacht, Joris. Als we nou de temperatuur in de klas weten, heb je in ieder geval al 1 temperatuur die je op je thermometer kunt opschrijven.



**Janneke:** Oh ja, dat is slim!



Zou ik mijn thermometer ook expres warmer en kouder kunnen maken? Dan kan ik telkens een nieuwe temperatuur afmeten en op mijn schaalverdeling overschrijven...

# Mijn weerstation

  
Go[Home](#)[Temperatuur](#)[Wind](#)[Neerslag](#)[Mist](#)

## A. Wat is wind?



### A1. Warm naar koud, koud naar warm

▪ A. Wat is wind?

▪ B. Hoe werkt een windmeter?



**Janneke:** Welkom bij mijn tweede interview, Marie en Joris. Even denken wat mijn eerste vraag is. Oh ja: Hoe ontstaat wind?



**Wetenschapper:** Heeft de wind misschien te maken met de verschillende temperaturen op aarde?



**Janneke:** Waarom zou er wind ontstaan als er verschillen in temperatuur zijn, Marie?

**Wetenschapper:** De natuur zoekt altijd een evenwicht. Warme lucht wil naar koude lucht en koude lucht wil naar warme lucht.



**Janneke:** Aha! Dan weet ik ook waar het windstil is.



## A2. Voorspellen van windrichting

**Janneke:** Hoe kunnen meteorologen de windrichting voorspellen?



**Ingenieur :** Dat doen zij met behulp van talloze weerstations verspreid over de wereld.





**Wetenschapper:** Precies. Als je weet waar het warm is in Nederland en je weet waar het koud is in Nederland, dan weet je ook welke richting de wind waait.



**Janneke:** Maar als warme lucht naar koude lucht waait en koude lucht naar warme lucht waait, dan botst de wind toch? De wind gaat dan dwars door elkaar heen.



**Wetenschapper:** Nee, dat gebeurt niet. Koude lucht is zwaar. Warme lucht is heel licht. De windstromen gaan onder elkaar door.

Warme naar koude lucht, gaat hoog aan de hemel. Koude naar warme lucht gaat laag over de grond.



**Janneke:** Aha! Dus de wind is eigenlijk een "rondreisje" tussen warme en koude gebieden.

## B. Hoe werkt een windmeter?



### B1. Een windmeter

▪ A. Wat is wind?

▪ B. Hoe werkt een windmeter?

**Janneke:** Voor mijn weerstation moet ik een windmeter maken. Waar kan ik het beste mee beginnen?



**Wetenschapper:** Welke twee onderdelen kun je van de wind meten?



**Janneke:** Oh ja, ik weet het al. Gisteravond heb ik het de weerman op de televisie horen vertellen.





## B2. Windkracht en windrichting

**Janneke:** Hoe kan ik een windmeter maken?



**Wetenschapper:** Je windmeter moet twee windelementen kunnen meten, Janneke. Waarschijnlijk zul je twee apparaten moeten ontwerpen.



**Ingenieur :** Er bestaan twee soorten windmeters. Je hebt windzakken en windmolens, maar ik weet niet precies hoe ze werken.



**Wetenschapper:** De wind waait met verschillende krachten. Het kan zacht of hard waaien. Hoe zou je dat aan een windzak of windmolen kunnen zien?





**Ingenieur** : Janneke, je moet ook aflezen uit welke richting de wind waait. Daarvoor moet de windzak of windmolen kunnen draaien.

### B3. Schaalverdeling maken



**Janneke**: Ik vraag me af hoe ik de windkracht en windrichting kan aflezen.



**Wetenschapper**: Welke schaalverdeling wordt vaak gebruikt om wind te meten? Zou je die schaalverdeling kunnen overnemen op jouw eigen windmeter, Janneke?



**Ingenieur** : Zou je de windrichting kunnen bepalen aan de hand van een kompas?



[Home](#)[Temperatuur](#)[Wind](#)[Neerslag](#)[Mist](#)

## A. Wat is neerslag?



### A1. Verdamping van water

▪ A. Wat is neerslag?

▪ B. Hoe werkt een neerslagmeter?

**Janneke:** Hallo Marie en Joris, ik heb een vraag over neerslag. Hoe ontstaat regen?



**Wetenschapper:** Daarvoor moet je voldoende weten over de temperatuur en de wind, Janneke. Regen is afkomstig van het water uit de zee...



**Janneke:** Dat is raar. Hoe kan het water van de zee nu in de wolken terecht komen?



**Ingenieur** : Zou dat te maken hebben met de temperatuur op zee?



**Wetenschapper**: Klopt. Als het op zee warm is, dan gaan de luchtmoleculen en watermoleculen verder uit elkaar. Er is dan genoeg ruimte in de lucht om voor de watermoleculen uit de zee tussen te zitten.



Dit heet "verdamping". Het zeewater verdampt in de lucht. En omdat warme lucht licht is, stijgt het waterdamp met de lucht mee de hoogte in.

**Ingenieur** : Inderdaad! Het verdampen van water zie je ook duidelijk bij een heet kopje thee of bij een warm bad.



**Janneke**: Aha! Dus dat is hoe er water in de lucht komt.



## B2. Condensatie van water

**Janneke:** Waar gaat het verdampte water in de lucht dan precies naar toe?



**Wetenschapper:** Bij de les over "wind" heb je geleerd waar warme lucht naar toe waait.



**Ingenieur :** Dat herinner ik nog, Marie. Maar hoe wordt het verdampte water in de lucht dan uiteindelijk een stel wolken?



**Wetenschapper:** Als de warme vochtige lucht eenmaal een koud gebied binnen waait, gaan de luchtmoleculen weer dichter op elkaar zitten.



**Janneke:** Oh, inderdaad. De watermoleculen zitten er dan tussen gepropt...



**Wetenschapper:** Precies. Daardoor gaan de watermoleculen ook dichter tegen elkaar aan zitten en vormen dan samen kleine waterdeeltjes. En zo wordt een wolk geboren.



**Janneke:** En wanneer valt er dan regen uit de wolk?



**Wetenschapper:** Als het nog kouder wordt, gaan de waterdeeltjes zich nog eens met elkaar mengen. De waterdeeltjes worden dan waterdruppels. Die zijn dan zo zwaar dat ze naar de aarde vallen.



## B. Hoe werkt een neerslagmeter?



### B1. Neerslag opvangen

▪ A. Wat is neerslag?

▪ B. Hoe werkt een neerslagmeter?

**Janneke:** Voor mijn weerstation moet ik een neerslagmeter maken. Hoe kan ik dat het beste doen?



**Wetenschapper:** Wat moet de neerslagmeter precies kunnen meten?



**Ingenieur :** De meeste regenmeters zijn vrij eenvoudig. Je hebt een ontwerp materiaal nodig dat tegen water kan en een grote opening heeft.







**Wetenschapper:** Met welke soorten neerslag moet je dan rekening houden, Janneke?



**Janneke:** Ik weet al hoe mijn neerslagmeter er uit moet komen te zien!

## B2. Schaalverdeling maken



**Janneke:** Hoe kan ik aan mijn neerslagmeter aflezen hoeveel het heeft geregend?



**Ingenieur :** Kun je misschien slim gebruik maken van een maatbeker?

Go[Home](#)[Temperatuur](#)[Wind](#)[Neerslag](#)[Mist](#)

## Mist



**Janneke:** Marie en Bob, kunnen jullie me helpen bij het begrijpen van "mist"? Ik wil weten hoe ik mist kan voorspellen.



**Ingenieur:** Leuke vraag, Janneke! Het is voor het KNMI heel belangrijk om mist te kunnen voorspellen. Op het weerbericht kunnen automobilisten dan tijdig gewaarschuwd worden.



**Wetenschapper:** Zou je mist kunnen vergelijken met een wolk?



**Janneke:** Mist lijkt inderdaad op een wolk, Marie. Ik heb uit de vorige les over "neerslag" geleerd hoe wolken ontstaan.





