



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

WOW-NL in de klas

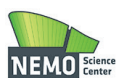
Handleiding leerkracht

Les 1 en 2

Primair
Onderwijs

bovenbouw





Colofon

Het lespakket 'WOW-NL' is ontwikkeld door De Praktijk in opdracht van het KNMI, op basis van lesmaterialen van Science Center NEMO/NSO, ESERO NL en het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG). Op alle lesmaterialen is de Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 4.0 Nederland Licentie van toepassing (<http://creativecommons.org/licenses/by-ncsa/4.0/>), behalve waar anders vermeld.

Met vragen en/of opmerkingen kan contact worden opgenomen met het projectteam WOW-NL van het KNMI: wow@knmi.nl.

Inleiding

Voor u ligt de docentenhandleiding bij het lesmateriaal over WOW-NL voor primair onderwijs (groep 7 en 8). Het materiaal is ontwikkeld door De Praktijk, in opdracht van het KNMI. Met behulp van de Weather Observations Website (WOW-NL) van het KNMI kan het weer op een heel praktische manier in de les tot leven komen. Leerlingen kunnen zelf metingen van een weerstation in de buurt van hun eigen school bijhouden, bewerken en vergelijken met de metingen van andere weerstations. Op deze manier kan het weer bijna letterlijk het klaslokaal worden binnengehaald. Het lesmateriaal bestaat uit twee lessen waarin leerlingen onderzoeken en ontwerpen met weer en klimaat. In de eerste les maken de leerlingen zelf eenvoudige meters en instrumenten. Ze bedenken hoe die eruit moeten zien, bouwen ze en gaan naar buiten om metingen te doen. In de tweede les maken de leerlingen kennis met WOW-NL en ontdekken ze wat metingen bij hen op school, of in de buurt, te maken hebben met de gegevens in heel Nederland. De lessen zijn ieder in ongeveer drie klokuren uit te voeren.

Het KNMI heeft WOW-NL ontwikkeld om op een slimme manier meer weerdata uit de samenleving te verzamelen en deze toegankelijk te maken. Hoewel particuliere weerstations niet altijd kunnen voldoen aan internationale richtlijnen, kunnen ze wel belangrijke weerinformatie geven over een lokale weersituatie. Daarnaast kunnen ze bruikbaar zijn voor onderzoek, zoals naar stadsklimaat of de impact van weer. De kracht van data via deze vorm van crowdsourcing zit met name in de grote hoeveelheden. Het KNMI gaat kijken welke onderzoekskansen WOW-NL biedt op het gebied van weer en klimaat.

Mede namens De Praktijk wensen we u veel plezier en succes met dit lesmateriaal!
WOW-NL team, KNMI

Aansluiting bij het onderwijs

Doelgroep, niveau en vak

Het lesmateriaal 'WOW-NL' is geschikt voor leerlingen in de bovenbouw van het primair onderwijs bij het leergebied 'Oriëntatie op jezelf en de wereld'.

Leerdoelen

Met het WOW-NL-materiaal kunnen leerkrachten inspelen op:

- houding: nieuwsgierigheid, creativiteit
 - vaardigheden: onderzoeken, waarderen en oordelen
 - denkwijzen: oorzaak en gevolg, patronen herkennen en ordenen, systeemdenken
- Bij de lesopzet van Les 1 en Les 2 staan de leerdoelen per les genoemd.

Kerdoelen

De volgende kerndoelen zijn van toepassing:

- 23: Leerlingen leren wiskundetaal gebruiken.
- 42: Leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
- 43: Leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven m.b.v. temperatuur, neerslag en wind.
- 44: Leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- 50: Leerlingen leren omgaan met kaart en atlas, beheersen de basistopografie van Nederland, Europa en de rest van de wereld en ontwikkelen een eigentijds geografisch wereldbeeld.

Benodigdheden

Les 1*

- 16 thermometers
- 4 plastic flesjes met dop
- 4 doorzichtige rietjes
- 4 verbandgaasjes
- 4 elastiekjes
- 4 passers
- 4 grote satéprikkers
- 4 pingpongballetjes
- karton
- stevig papier
- scharen
- limonadesiroop
- water
- boetseerlei
- viltstiften
- watervaste dunne stift
- linialen
- plakband
- sterk dun touw
- boeken of computers met internet
- zon of lamp
- koelkast

* uitgaande van 24 leerlingen

Les 2

- computers met internetverbinding
- grote vellen papier
- stiften en markers in verschillende kleuren
- tijdschriften
- scharen
- lijm

Aan de slag met WOW-NL

Het werken met de website <http://wow.knmi.nl> is niet moeilijk. Na enige oefening zult u al snel doorhebben hoe de website werkt en op welke manier u de meetgegevens van de WOW-stations kunt omzetten in tabellen en grafieken. Wij raden u aan om, voordat u de lessenserie start, de website goed te verkennen. Hieronder worden de belangrijkste functies van de website voor deze lessenserie kort toegelicht.

Vooraf

Op de website kunt u vinden aan welke eisen een weerstation moet voldoen om mee te kunnen doen met het WOW-NL-project. Het meedoen wordt voor leerlingen natuurlijk echt leuk als ze de gegevens van het weerstation van hun eigen school kunnen gebruiken. Het is dan ook mogelijk om leerlingen zelf het meetstation van hun school te laten onderhouden. Ook voor de bewustwording van een veranderend klimaat draagt het bij een eigen station te hebben. Daarnaast helpt een school het onderzoek van het KNMI door een weerstation aan te sluiten. Heeft de school geen meetstation, dan kunnen de leerlingenopdrachten gedaan worden met de gegevens van een naburig station.

De website

De meetgegevens van het weerstation van de eigen school kunnen worden geüpload naar de website <http://wow.knmi.nl>. Zie voor meer informatie <https://wow.knmi.nl/meedoen>. Via deze website kunnen de meetgegevens worden gevisualiseerd en geanalyseerd. Dit biedt veel aanknopingspunten om leerlingen in de lessen kennis te laten maken met de basisbeginselen van weerkunde en hen te leren oefenen met dataverwerking met behulp van tabellen en grafieken.

Kaart en kaartlagen

De homepage van de website bestaat uit een kaart, gebaseerd op Google Maps. Linksonder in het scherm kan gewisseld worden tussen kaart en satellietbeeld. Net als in Google Maps kan in- en uitgezoomd worden op de kaart of het satellietbeeld. Lees voor meer informatie het naslagblad bij les 2: *Aan de slag met WOW-NL*.

Les 1 Het weerstation

In deze les maken de leerlingen zelf eenvoudige meters en instrumenten. Ze bedenken hoe die eruit moeten zien, bouwen ze en gaan naar buiten om metingen te doen.

Leerdoelen

De leerling:

- weet dat een thermometer werkt door uitzetting en inkrimping van vloeistof
- weet dat de luchtvochtigheid mede afhankelijk is van hoogte van de temperatuur
- weet dat windkracht een maat is voor de snelheid van de wind
- kan resultaten in een tabel en grafiek zetten
- kan resultaten uit een tabel en grafiek interpreteren

Vorbereiding

- Verzamel de benodigde materialen (zie pagina 5)
- Print de volgende werkbladen voor de leerlingen uit:
 - o Weerstation maken
 - o Meten op het schoolplein
 - o Onderzoek het weer op het schoolplein
- Zoek de weersverwachting op van de dag waarop je deze les gaat uitvoeren (zie hieronder het kopje **Weerbericht**)

1. Weerbericht (5 minuten - klassikaal)

Start de les met het klassikaal bekijken van het weerbericht. Zoek op <http://www.rtlx.nl/#!/gemist/rtl-weer-215961> de weersverwachting van vandaag. Of zoek via <http://nos.nl/uitzending/nos-journaal> het journaal van gisteravond. Het weerbericht is te vinden aan het einde van de uitzending.

Het KNMI levert metingen en gegevens voor het weerbericht en de weermannen en weervrouwen van de verschillende omroepen maken en presenteren zelf het weerbericht. Zonder de KNMI-metingen en gegevens kan er geen weerbericht gemaakt worden. Het KNMI maakt wel de waarschuwingen als er gevaarlijk weer op komst is. En jouw weergegevens op de website WOW-NL kunnen dus gebruikt worden in het weerbericht en bij de waarschuwingen!

2. Woordweb (10 minuten - klassikaal)

Maak met de leerlingen een woordweb over 'weer'.

3a. Groepsgesprek (15 minuten - klassikaal)

Vraag aan de leerlingen:

- Wat is temperatuur?
- Hoe meet je temperatuur?
- Wat is wind?

- Hoe meet je wind?
- Wat is regen?
- Hoe meet je regen?
- Wat is luchtvochtigheid?

Mogelijke antwoorden:

- *Temperatuur is een maat voor hoe warm of koud iets is.*
- *Temperatuur meet je met een thermometer en wordt meestal uitgedrukt in graden Celsius.*
- *Wind is lucht die beweegt. Je kunt zelf wind maken door de lucht te laten bewegen, te wapperen. Wind in de atmosfeer kan ontstaan door verschil in luchtdruk en temperatuur.*
- *Wind meet je op een mast met een windmeter.*
- *Regen is een vorm van neerslag in vloeibare vorm. Vaste neerslagvormen zijn hagel en sneeuw.*
- *De hoeveelheid regen die valt wordt gemeten met een regenmeter.*
- *De term luchtvochtigheid staat voor de hoeveelheid vocht, minuscule kleine waterdampdruppeltjes, in de lucht.*

3b. Kijk naar WOW-NL (5 minuten - klassikaal)

Open de website <https://wow.knmi.nl>. Bekijk de metingen van de temperatuur, wind en luchtvochtigheid. Vertel dat dit gemeten is met een weerstation en dat ook de school daaraan mee kan doen met een eigen station of de meetgegevens van een station in de buurt kan gebruiken.

4. Weerstation maken (60 minuten – in tweetallen)

Vertel dat de leerlingen samen een weerstation gaan bouwen. Verdeel de leerlingen in tweetallen. Elk tweetal maakt één meetinstrument: een thermometer, een luchtvochtigheidsmeter of een windmeter. Zorg dat er van ieder meetinstrument evenveel worden gemaakt. Gebruik hiervoor de werkbladen **Weerstation maken**.

5. Meten op het schoolplein (30 minuten – in tweetallen)

Ga met alle leerlingen en hun zelfgemaakte meetinstrumenten naar buiten. Vertel dat ze nu drie metingen gaan doen met dat instrument. Hiervoor mogen ze zelf drie verschillende plekken op het schoolplein uitzoeken. Het is belangrijk dat de drie plekken duidelijk verschillend zijn, anders zijn de resultaten niet duidelijk anders. Leerlingen werken in dezelfde groepjes samen als bij de vorige opdracht. Gebruik het werkblad **Meten op het schoolplein**.

Kijk voor meer informatie over de effecten van de omgeving op de meting op:

<https://wow.knmi.nl/meedoen/richtlijnen-weerstation> en <https://wow.knmi.nl/meedoen/classificatie>

6. Onderzoek het weer op het schoolplein (10 minuten gedurende vijf dagen - in tweetallen)

Leerlingen meten gedurende vijf dagen de temperatuur, luchtvochtigheid en windkracht op dezelfde plek en hetzelfde tijdstip op het schoolplein en maken een grafiek. Ze kiezen de meest ideale plek uit de vorige opdracht, na het invullen van het werkblad bij de vorige opdracht **Meten op het schoolplein**. Gebruik het werkblad **Onderzoek het weer op het schoolplein**.

7. Conclusie trekken (10 minuten – klassikaal en in tweetallen)

De leerlingen kijken terug op het maken van de meetinstrumenten en het doen van de metingen. Help de leerlingen hierbij door het stellen van de volgende vragen:

- Wat ging er goed bij het bouwen van het meetinstrument?
- Wat heb je gemeten?
- Viel je iets op wat de meting beïnvloed heeft? Scheen de zon bijvoorbeeld? Ging het misschien regenen? Stond er een obstakel in de buurt? Was er beschutting tegen wind of regen? Wat was de hoogte waarop je de meting deed? Was het op de grond of hoog boven je?
- Zou je de volgende keer iets anders doen? Zo ja, wat?

Hierna bereiden de leerlingen kort hun presentatie voor.

8. Presentaties (45 minuten - klassikaal)

Ieder groepje heeft 3-5 minuten de tijd om hun meetinstrument en bevindingen aan de rest van de klas te presenteren. Vertel de leerlingen dat de conclusies in presentaties aan bod moeten komen. Omdat er drie verschillende meetinstrumenten zijn gemaakt, leren de leerlingen van elkaars presentaties. Vertel aan het einde van de presentaties dat de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) richtlijnen heeft bepaald voor het meten van waarden in de weerkunde. Deze organisatie heeft precies vastgelegd hoe er gemeten moet worden. In de volgende les leren de leerlingen hier meer over. De WMO zorgt voor de uitwisseling van meteorologische gegevens van over de hele wereld. Zonder de WMO zou het weerbericht in zijn huidige vorm onmogelijk zijn!



Les 2 WOW-NL jouw metingen op de kaart

In de tweede les maken de leerlingen zelf kennis met WOW-NL en ontdekken ze wat metingen bij hen op school, of in de buurt, te maken hebben met de gegevens in heel Nederland. Ze kunnen de gegevens van het digitale weerstation van school als basis gebruiken of die van een weerstation in de buurt als de school nog niet is aangesloten op WOW-NL.

Leerdoelen

De leerling:

- maakt kennis met WOW-NL
- weet hoe weersverschillen in Nederland ontstaan
- kan resultaten in een tabel en grafiek zetten
- kan resultaten uit een tabel en grafiek interpreteren
- weet de verschillen tussen weer en klimaat

Vorbereiding

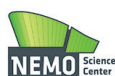
- Verzamel de benodigde materialen (zie pagina 5)
- Print de volgende werkbladen voor de leerlingen uit:
 - o Aan de slag met WOW-NL
 - o Grafieken bekijken
 - o Verschillen onderzoeken
 - o Poster maken
- Bekijk de website <https://wow.knmi.nl/>
- Print voor de leerlingen meetgegevens van de afgelopen week uit (zie het kopje **Grafieken bekijken** op de volgende pagina):
 - o Maak voor het dichtstbijzijnde meetstation een grafiek van de temperatuur van de afgelopen week, download de grafiek als JPG.
 - o Maak voor het dichtstbijzijnde meetstation een grafiek van de neerslagintensiteit van de afgelopen week, download de grafiek als JPG.
 - o Maak voor het dichtstbijzijnde meetstation een grafiek van de windsnelheid van de afgelopen week, download de grafiek als JPG.
- Zet alvast de introductiefilmpjes klaar:
 - o Fragment 'Het weerstation' (van 4:53 tot 10:15 min.) uit Nieuws uit de natuur http://www.schooltv.nl/share/TELEA_1018034
 - o 'Weer en klimaat in Nederland' http://www.schooltv.nl/share/VO_NTR_427692

1. Weerstation (10 minuten – klassikaal)

Bekijk met de klas het fragment (4:53 - 10:15 min.) 'Het weerstation' uit Nieuws uit de natuur. http://www.schooltv.nl/share/TELEA_1018034

Stel na het bekijken van het filmpje de volgende vragen aan leerlingen:

- Wat is het verschil met zelfgemaakte instrumenten?
- Waar zet je een weerstation neer?



Mogelijke antwoorden:

- De instrumenten in het filmpje zijn groter, van andere materialen gemaakt en kunnen nauwkeuriger meten.
- De Wereld Meteorologische Organisatie heeft bepaald dat een thermometer en luchtvochtigheidsmeter 1,5 meter boven kortgeknipt gras moeten hangen, in een witgekleurde weerhut en op open terrein. De windmeters moeten op 10 meter hoogte zijn bevestigd, op een plaats waar de wind vrij spel heeft.
- Om meer te leren over de warmte in de stad wordt tegenwoordig ook gebruik gemaakt van metingen uit de stad en bewoonde omgeving, bijvoorbeeld van particulieren, scholen en bedrijven. Het is belangrijk dat er dan precies staat omschreven hoe de meetlocatie en de omgeving van de meetlocatie eruit ziet, want die kunnen van invloed zijn op de metingen.

2. Aan de slag met WOW-NL (20 minuten - klassikaal)

Zoek klassikaal het dichtstbijzijnde meetstation via <https://wow.knmi.nl/>. Laat de leerlingen zien hoe de website werkt. Geef een demonstratie aan de leerlingen en maak achtereenvolgens een grafiek van de temperatuur, neerslagintensiteit en de windsnelheid. Leerlingen kunnen tijdens hun onderzoek bij onderdeel 4 het naslagblad **Aan de slag met WOW-NL** gebruiken als naslagwerk.

3. Grafieken bekijken (10 minuten - individueel)

Leerlingen beantwoorden een aantal vragen over de gemaakte grafieken. Gebruik het werkblad **Grafieken bekijken** en geef ze de uitgeprinte grafieken die je tijdens de voorbereiding hebt gemaakt.

4. Verschillen onderzoeken (45 minuten - klassikaal en in groepjes)

Vergelijk klassikaal de temperatuur van het meetstation in de buurt met het meetstation van het KNMI in De Bilt (ID-nummer 915856001). Gebruik eventueel het naslagblad **Aan de slag met WOW-NL** voor meer informatie over het vergelijken van meetgegevens met een ander station.

Vertel dat de leerlingen samen verschillen gaan onderzoeken. Verdeel de leerlingen in zes groepen. Laat twee groepjes aan temperatuur werken, twee groepjes aan neerslagintensiteit en twee groepjes aan de windsnelheid. Gebruik hiervoor de werkbladen **Verschillen onderzoeken**.

5. Conclusie trekken (10 minuten – klassikaal en in groepjes)

De leerlingen kijken terug op het onderzoeken van de verschillen:

- Wat hebben jullie onderzocht?
- Wat ging er goed bij het onderzoeken?
- Viel je iets op aan jullie resultaten?
- Zou je de volgende keer iets anders doen? Zo ja, wat?

Hierna maken de leerlingen een poster over hun bevindingen.

6. Poster maken (30 minuten – in groepjes)

De leerlingen maken met hun groepje een poster over hun onderzoek. Gebruik hiervoor het werkblad **Poster maken**.

7. Presentaties (30 minuten - klassikaal)

Ieder groepje krijgt vijf minuten om hun poster aan de rest van de klas te presenteren. Doordat er drie verschillende onderzoeken zijn gedaan, leren de leerlingen van elkaars presentaties.

Heeft de klas tips voor het WOW-NL team van het KNMI? Mail deze naar wow@knmi.nl.

8. Groepsgesprek (10 minuten – klassikaal)

Bekijk na de presentaties klassikaal het volgende filmpje over klimaat:

http://www.schooltv.nl/share/WO_NTR_427692

Sluit de les af en stel de volgende vragen aan de leerlingen:

- Wat is weer?
- Wat is klimaat?
- Wat zijn de verschillen tussen weer en klimaat?
- Is weer of klimaat onlangs in het nieuws geweest? Bijvoorbeeld een klimaatconferentie of een storm?

Mogelijke antwoorden:

- *Weer merk je buiten. Wind, neerslag en temperatuur zijn de elementen die het weer bepalen. Weer is van invloed op veel aspecten: slecht weer kan files veroorzaken en soms lopen straten onder. Boeren zijn afhankelijk van het weer, oogsten kunnen goed zijn, maar ook mislukken door te veel of te weinig regen. En als je van surfen of zeilen houdt, heb je een beetje wind nodig.*
- *Het klimaat is het gemiddelde weer over een langere tijd.*
- *Het klimaat is uitgebreider dan het weer. Het klimaat zegt iets over een langere tijd en over een groter gebied.*

Bijlage 1. Achtergrondinformatie

Thermometer les 1

Als je de thermometer (de fles met limonade) in een bak met warm water zet, stijgt de limonade in het rietje. Dit komt doordat limonade uitzet als het warmer wordt. Vloeistoffen zetten uit als ze warmer worden, doordat de moleculen sneller bewegen. Ze nemen dan meer ruimte in. Niet alleen een vloeistof als limonade zet uit als het warmer wordt. Ook een gas (zoals de lucht in je fietsband) en een vaste stof (zoals ijzeren treinrails) zetten uit als ze warmer worden.

Kijk voor leuke interactieve voorbeelden op:

<https://scied.ucar.edu/webweather/weather-ingredients/temperature>.

Een klassieke thermometer werkt met een dunne glazen buis naast een schaalverdeling. Vaak wordt gekleurde alcohol als vloeistof gebruikt. Door de uitzetting van de vloeistof stijgt de kolom als de temperatuur hoger wordt.

Luchtvochtigheidsmeter les 1

De luchtvochtigheid wordt meestal uitgedrukt in de relatieve luchtvochtigheid. Dit is het percentage van de maximale hoeveelheid waterdamp die de lucht bevat bij een bepaalde temperatuur en luchtdruk.

De leerlingen maken bij hun luchtvochtigheidsmeter gebruik van een natte en een droge bol. De droge bol temperatuur is de temperatuur van de lucht die wordt gemeten met een gewone thermometer. De natte bol temperatuur is de temperatuur van een nat oppervlak wanneer de lucht over het oppervlak stroomt. Warmte uit de lucht wordt gebruikt voor verdamping van het water op het natte oppervlak, de luchttemperatuur wordt hierdoor lager en de vochtigheid neemt toe.

Als de luchtvochtigheid onder de 40 is, betekent het dat er een lage luchtvochtigheid is.

Als de luchtvochtigheid tussen de 40 en 70 is, betekent het dat er een normale luchtvochtigheid is.

Als de luchtvochtigheid boven de 70 is, betekent het dat er een hoge luchtvochtigheid is.

Windmeter

Met hun zelfgemaakt windmeter bepalen de leerlingen de snelheid van een luchtstroom. Door de meter in een luchtstroom te houden, zal het balletje met de wind mee bewegen en vervolgens (ongeveer) stil blijven hangen. Uit de hoek die wordt gemaakt kan de kracht berekend worden die de luchtstroom op het balletje uitoefent.

Weerstations

Meer informatie over de automatische weerstations van het KNMI, vind je op:

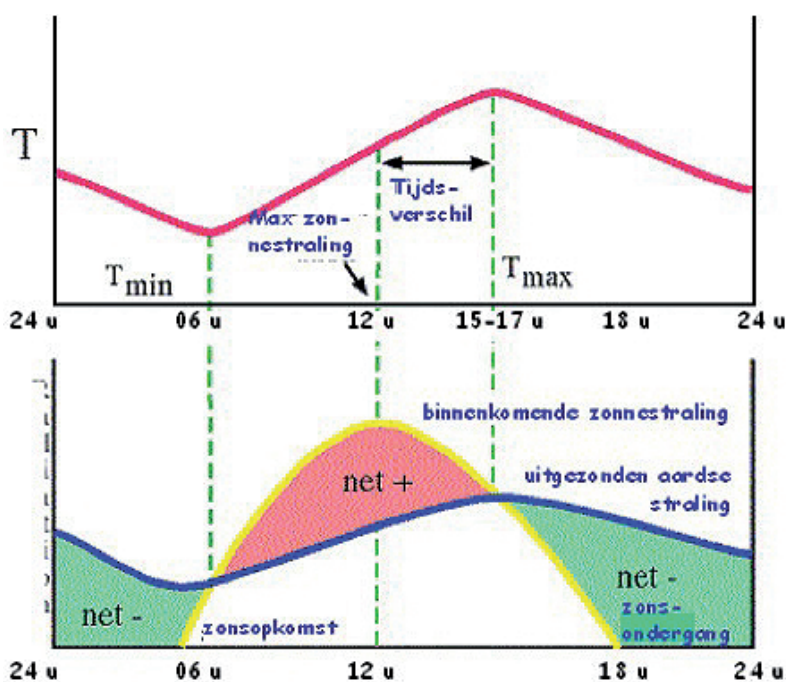
<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/automatische-weerstations>

Meer informatie over de weerstations die je kunt aansluiten op WOW-NL: <https://wow.knmi.nl/meedoen>

De dagelijkse gang

Aan de grafieken die je zelf hebt gemaakt kun je zien dat op de meeste dagen het temperatuurverloop een zelfde patroon kent. Je kunt dit ook zien in de onderstaande afbeelding. De temperatuur (T - de roze lijn) is het laagst vroeg in de ochtend als de zon opkomt. Als de zon gaat schijnen, stijgt de temperatuur. In de loop van de middag wordt de hoogste temperatuur bereikt tussen drie en vijf uur in de middag. Daarna neemt de temperatuur weer af, tot aan zonsopkomst van de volgende dag. Dit patroon wordt de dagelijkse gang genoemd.

De dagelijkse gang ontstaat als gevolg van de instraling door de zon en de uitstraling van de aarde. Zonnestraling wordt door het aardoppervlak omgezet in warmte. Als deze warmte van het aardoppervlak uitstraalt naar de lucht erboven, spreken we van uitstraling. In de loop van de avond en nacht is er geen instraling, maar wel uitstraling. Daardoor daalt de temperatuur. Als de zon opkomt, overschrijdt de instraling al snel de uitstraling: de temperatuur neemt dan toe. De zon staat op haar hoogste punt aan de hemel rond 12.00 uur. Toch is dat niet het warmste moment van de dag. Dat moment bevindt zich later in de middag. Doordat na 12.00 uur de instraling nog enkele uren groter is dan de uitstraling blijft de temperatuur toenemen. In de loop van de middag neemt de instraling steeds verder af, om uiteindelijk kleiner te worden dan de uitstraling. Vanaf dat moment gaat de temperatuur dalen. Totdat de zon de volgende ochtend weer opkomt.



Klimaatverschillen in Nederland

Nederland ligt tussen de 50° en 54° Noorderbreedte. Het zuiden van Nederland ligt een stukje dichter bij de evenaar dan het noorden. De instraling door de zon is in het zuiden dan ook wat groter dan in het noorden.

Nederland ligt aan zee. Het zeewater beïnvloedt de temperatuur boven land sterk. In de winter is het zeewater relatief warm. De milde zeelucht zorgt ervoor dat het aan de kust minder koud wordt dan in het binnenland.

In de zomer is het zeewater relatief koel. De koele zeelucht zorgt ervoor dat het aan de kust minder warm wordt dan in het binnenland. De extremen zijn dus aan de kust minder groot dan in het binnenland.

Als je de ligging ten opzichte van de evenaar en ten opzichte van zee met elkaar combineert, betekent dit dat het zuidwesten van Nederland de hoogste jaartemperatuur kent en het noordoosten de laagste. Bekijk de kaarten in de Bosatlas van het Klimaat op www.klimaatatlas.nl

Warmte-eilanden in de stad

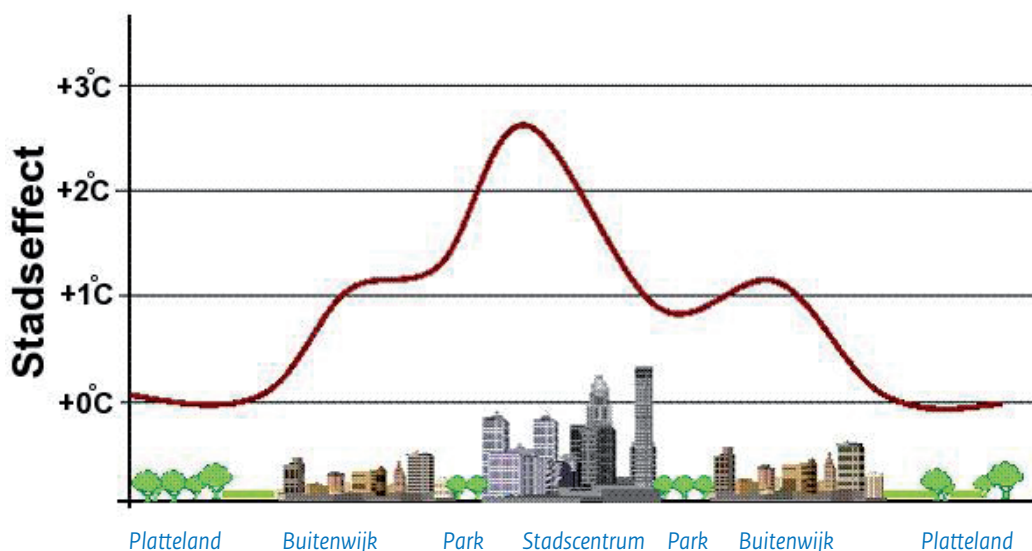
Ondanks de kleine afstanden bestaat er een duidelijk verschil in temperatuur tussen de stad en het platteland. De stad is warmer, vooral 's nachts. Dit heeft te maken met een aantal oorzaken:

- In de stad bevinden zich veel donkere oppervlakten zoals asfalt en dakbedekking. Hierdoor wordt

in de stad meer zonnestraling opgenomen en omgezet in warmte dan op het platteland. 's Nachts houden de opgewarmde daken, muren en wegen hun warmte vast en koelen ze maar langzaam af.

- In de stad leven mensen dicht bij elkaar en bevinden zich op korte afstanden meer warmtebronnen als verwarming, auto's en fabrieken dan op het platteland.
- Tussen grote gebouwen kan de warmte (en luchtvervuiling) makkelijker blijven hangen dan op het platteland.
- In de stad is minder water en plantengroei. Deze zorgen juist voor verdamping, waarbij warmte van de grond naar hogere luchtlagen wordt afgevoerd.

In sommige steden kan het in de zomer erg warm worden. De aanleg van vijvers en parken in de stad kan helpen om de stad dan wat af te koelen.



Vormen van neerslag

Neerslag ontstaat als lucht gedwongen wordt te stijgen. Tijdens het stijgen neemt de temperatuur van de lucht af en vindt er condensatie plaats. Er ontstaan daarbij kleine waterdruppeltjes of ijskristallen. Deze zijn zo licht dat ze blijven zweven. De waterdruppeltjes of ijskristallen vormen wolken. Als er steeds meer waterdamp condenseert kunnen de waterdruppeltjes of ijskristallen na verloop van tijd zo groot worden dat ze gaan vallen. Op enkele kilometers hoogte in de lucht is het vaak zo koud dat de neerslag valt in de vorm van sneeuw. Naarmate de sneeuw dicht bij het aardoppervlak komt, kan deze – als de lucht warm genoeg is – overgaan in regen.

Hagelstenen ontstaan in heel turbulente buien. Dit zijn buien waarin allerlei stijgende en dalende luchtbewegingen plaatsvinden. Ijskristallen vallen van grote hoogte door de buienwolk naar beneden. Waterdruppeltjes klonteren vast op de ijskristallen. Door de turbulente bewegingen worden de ijskristallen steeds opnieuw omhoog en omlaag geslingerd, waarbij steeds nieuwe laagjes ijs rondom de kristallen worden gevormd. Uiteindelijk worden de hagelstenen zo zwaar dat ze naar beneden vallen.

Hoeveelheid

Eén millimeter regen betekent dat er op een oppervlakte van één vierkante meter één liter water is gevallen. Eén centimeter sneeuw betekent ook één liter water per vierkante meter.

De Wet van Buys Ballot

Wind ontstaat door verschillen in luchtdruk. Als er in een bepaald gebied veel luchtdeel-tjes zijn (een hoge drukgebied) en ergens anders weinig (een lage drukgebied) dan gaat er lucht stromen. Deze luchtstroom kennen wij als wind.

Als wind over grote afstanden waait, wordt deze afgebogen door de draaiing van de aarde (het Corioliseffect). Lucht stroomt dus niet rechtstreeks van een hoge- naar een lagedrukgebied. De lucht stroomt juist rond de hoge- en lagedrukgebieden.

De Nederlander Buys Ballot, de eerste directeur van het KNMI, stelde in 1857 een wet op over wind en luchtdruk:

Wind waait van hogedrukgebieden naar lagedrukgebieden en heeft daarbij op het noordelijk halfrond een afwijking naar rechts en op het zuidelijk halfrond een afwijking naar links.

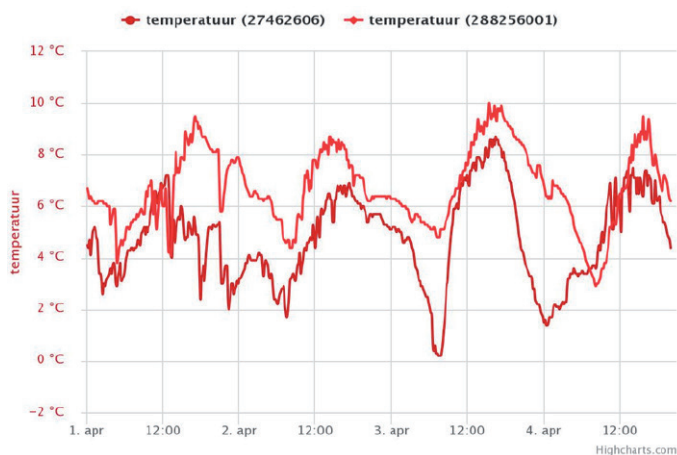
Rond een hogedrukgebied waait de wind op het Noordelijk halfrond dus met de wijzers van de klok mee en rond een lage drukgebied tegen de wijzers van de klok in.

Bijlage 2. Antwoorden les 2 werkbladen – verschillen onderzoeken

Temperatuur

a., b., f. en g.

De verschillen tussen het meetstation van de school en dat van De Bilt zijn afhankelijk van de locatie van de school. Het is van belang dat je deze opdracht met je leerlingen bespreekt, zodat zij bewust worden van de wijze waarop verschillen in temperatuur ontstaan. Hiernaast is als voorbeeld een vergelijking gemaakt tussen het WOW-NL-station in Roodeschool (Groningen) en dat van De Bilt voor enkele dagen in april. De temperatuur in Roodeschool is vrijwel de hele periode lager dan in De Bilt. Dit heeft onder andere te maken met de meer noordelijke ligging van Roodeschool (verder van de evenaar af, dus een iets geringere instraling van de zon) en de ligging dichterbij de kust. Het zeewater is relatief koel in april en voorkomt hoge temperatuurstijgingen overdag. Het verschil in de nachttemperatuur op 3 en 4 april wordt veroorzaakt door een verschil in bewolking. Als er geen bewolking is, is de uitstraling groot en kan de temperatuur sterk dalen. Bij een bewolkte hemel, fungeert de bewolking als een deken, is de uitstraling minder groot en zal de temperatuur niet zo ver dalen.



Kijk voor meer informatie over weerstations ook op <https://wow.knmi.nl/meedoen/richtlijnen-weerstation>.

c., d., e.

De antwoorden zijn afhankelijk van het gekozen meetstation. Je kunt de antwoorden van de leerlingen via de website <http://wow.knmi.nl> controleren.

h.

De temperaturen in de stad zijn doorgaans hoger dan op het platteland.

i.

De verschillen zijn 's nachts het grootst.

Neerslag

a. t/m f.

De antwoorden zijn afhankelijk van de bekeken week en het station. Deze kunnen met behulp van <http://wow.knmi.nl> worden gevonden.

NB. De website geeft per station de neerslagintensiteit weer, maar niet de totale hoeveelheid neerslag.

g.

In de kustprovincies / het westen.

h.

De Noordzee is in de herfstmaanden nog relatief warm, de buienwolken ontstaan dan boven het 'warme' zeewater als gevolg van verdamping en condensatie en trekken over de kustprovincies.

Wind

a. t/m h.

Het antwoord is afhankelijk van het moment waarop de website is geraadpleegd. De gebieden met een hoge windsnelheid liggen voornamelijk aan de kust / in gebieden met een open landschap. Bij bos/bebouwd gebied is de windsnelheid laag vanwege de grote wrijving die aan het aardoppervlak ontstaat.

i.

Naarmate hoger wordt gemeten is de windsnelheid hoger. Aan het aardoppervlak ondervindt de wind veel wrijving door en begroeiing, bebouwing (waardoor de windsnelheid lager is dan op enige hoogte).

j. t/m l.

Het antwoord hangt af van het moment waarop de weerkaarten zijn geraadpleegd.

