

2 Temperatuur en warmte

Elk deel van de wereld heeft zijn eigen klimaat. Planten, dieren en mensen die van nature in een bepaald gebied voorkomen hebben zich, in de loop van de tijd, aangepast aan de plaatselijke klimaatsomstandigheden.

Een van de belangrijkste klimaatsfactoren waarmee we in deze te maken hebben is temperatuur. Denk maar eens aan vorstgevoeligheid, het voedselaanbod en de warmtebehoefte.

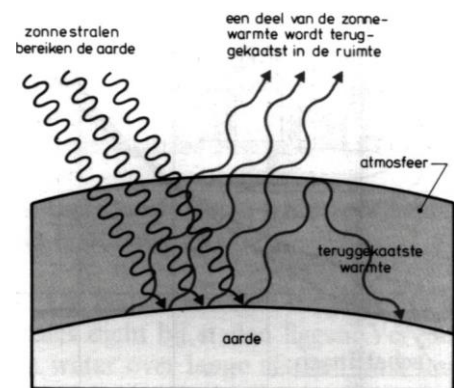
2.1 Wat is warmte?

Evenals licht is warmte een vorm van energie. Warmte ontstaat als lichtstralen in aanraking komen met materie. De stralen verliezen dan energie. Hierdoor wordt de golflengte groter en is licht veranderd in warmte.

Als lichtstralen de aarde treffen worden ze voor een deel teruggekaatst en voor een deel geabsorbeerd. Door de adsorptie van stralen stijgt de temperatuur van de aarde. De verwarmde aarde straalt weer uit en verwarmt de atmosfeer.

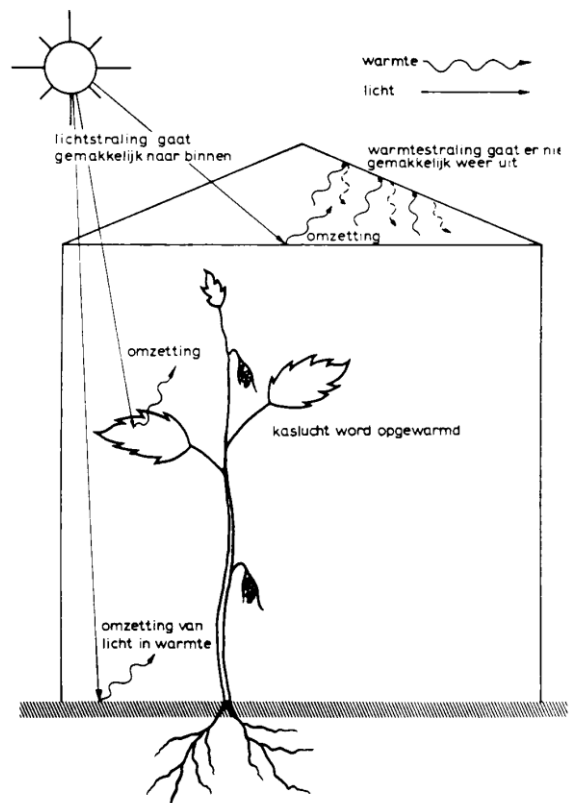
Op aarde is een evenwicht ontstaan tussen de instraling en de uitstraling. Hierdoor blijft in grote lijnen de gemiddelde jaartemperatuur gelijk. Per seizoen en per streek bestaan er wel verschillen.

Voor elk levensproces is warmte nodig. Doordat organismen zich hebben aangepast aan de streek waar ze voorkomen is de hoeveelheid warmte die ze nodig hebben verschillend.



2.2 Broeikaseffect

In de natuur blijft de luchttemperatuur op peil door zonnestraling. Er is evenwicht tussen in- en uitstraling. Achter glas heerst ook evenwicht maar de evenwichtstemperatuur ligt er hoger dan buiten. Dit komt doordat glas licht goed doorlaat en warmte slechter doorlaat. De warmte houdt zich als het ware op. Koolzuurgas in de atmosfeer doet hetzelfde. Omdat dit verschijnsel het meest opvalt in kassen spreekt men bij het opwarmen van de aarde over broeikaseffect.



2.3 temperatuurmeting

Temperaturen worden gemeten met een thermometer. Als eenheid gebruikt men graden.

Men onderscheidt vloeistofthermometers, metaalthermometers en elektronische thermometers.

Vloeistofthermometers zijn glazen buizen gevuld met kwik of alcohol. De werking van vloeistofthermometers en metaalthermometers berust op de eigenschappen van stoffen om bij verwarming uit te zetten en bij afkoeling in te krimpen. Metaalthermometers en elektronische thermometers worden gebruikt voor het bedienen van automatische regelsystemen. Bimetalen zijn twee soorten metalen die aan elkaar zitten. Doordat deze metalen niet even sterk uitzetten trekt de combinatie krom bij verwarming en minder krom bij afkoeling. Op deze manier worden ze gebruikt om schakelaars in- en uit te schakelen.

Andere bijzondere thermometers zijn:

- de grondthermometer

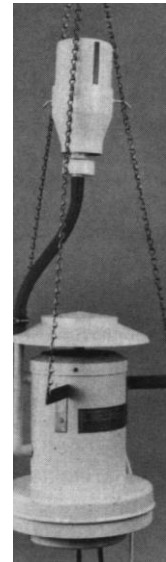
Hiermee wordt de bodemtemperatuur bepaald.

- de minimum/maximum thermometer van Six
Hierop kun je de hoogste en laagste temperatuur van de afgelopen periode aflezen.

- de droge/natte bol thermometer

Deze kun je gebruiken om de luchtvochtigheid te bepalen.

Door een thermometer aan te sluiten op een draaiende papierrol krijg je een zgn. thermograaf. Deze kun je gebruiken om het temperatuurverloop van de afgelopen periode te bekijken. Tegenwoordig wordt deze steeds vaker vervangen door de computer.



thermograaf

In het dagelijks leven werken we met de eenheid graden Celsius ($^{\circ}\text{C}$). 0°C is het vriespunt van zuiver water bij een luchtdruk van 1 atmosfeer (1 bar); 100°C het kookpunt van water bij 1 atmosfeer. 1°C is dus de hoeveelheid warmte die nodig is om 1 gram water 1 graden in temperatuur te verhogen.

Bij het maken van natuurkundige berekeningen werkt men met graden Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). 1 graden kelvin is evenveel als 1 graden Celsius. Bij Kelvin gaat men echter uit van het absolute nulpunt. Dit is de temperatuur waarbij alle moleculen stilstaan. Men heeft berekend dat dit het geval is bij -273°C . Om van Celsius naar Kelvin te rekenen moet je er dus 273 graden bijtellen.

In Engelstalige landen als Amerika werkt men met graden Farenheit (°F). Deze kun je omrekenen in Celsius door er 32 van af te trekken en vervolgens de uitkomst te vermenigvuldigen met 5/9. Om van Celsius naar Farenheit te gaan vermenigvuldig je de graden met 9 en deel je het verkregen getal door 5. Daarna tel je er 32 bij.

2.4 Plant en temperatuur

Planten nemen de temperatuur aan van hun omgeving. Planten met dunne organen zullen dit snel doen terwijl planten met dikke organen zich vertraagd zullen aanpassen. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de meeste dunbladige planten gevoeliger voor wisselende temperaturen dan dikbladige planten. Je kunt ook stellen; Dikbladige planten hebben zich aangepast aan wisselende temperaturen, terwijl dunbladige planten dat niet hebben gedaan. Je kunt dit goed waarnemen op een warme zomerdag. Bieten bijvoorbeeld verwelken erg snel terwijl aardappels dat minder snel doen.

Planten zijn in staat om de lichaamstemperatuur te reguleren door verdamping. Valt de verdamping uit dan kan de bladtemperatuur zo hoog oplopen dat de bladeren verwelken en/of verbranden.

Verwelking en verbranding

Het slap hangen van planten heet verwelking. Op die manier kunnen planten zich tijdelijk beschermen tegen uitdrogen. Denk aan het bietenveld in de zomer.

In het algemeen gaat men ervan uit dat dit verschijnsel te maken heeft met watergebrek en hoge temperaturen. Het is echter ingewikkelder en is vaak een combinatie van factoren.

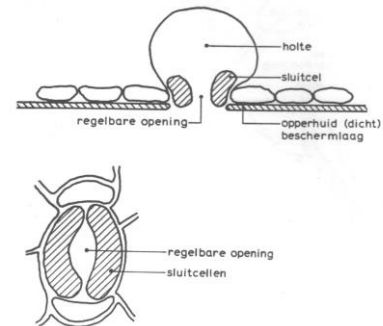
Oorzaken voor het verwelken van planten kunnen bijvoorbeeld zijn:

- watergebrek in de bodem
In dat geval kan de wateropname de verdamping niet compenseren.
- hoge luchtvochtigheid
Als er veel vocht in de lucht zit kan de plant het water niet kwijt.
- zuurstofgebrek in de bodem
Zuurstof is nodig voor de wortelademhaling en dus voor de energievoorziening van de wortels. Als er te weinig zuurstof in de grond zit kan stagneert de wateropname.
- natte bodem
Een natte grond is vaak koud en zuurstofarm. Beide factoren verminderen de wortelactiviteit.
- hoge luchttemperaturen bij een lage bodemtemperatuur
Bij stijgende luchttemperaturen neemt de verdamping toe. De bodemtemperatuur zal minder snel stijgen waardoor de wortelactiviteit zal achterblijven. Dus minder opname van water.
- lage luchttemperatuur bij een hoge bodemtemperaturen

Als de luchttemperatuur afneemt kan het voorkomen dat de bodemtemperatuur te hoog is. Ook in dat geval kunnen er groeistoornissen als verwelking optreden. Dit komt door zuurstofgebrek in de bodem en gebrek aan assimilatieproducten. Dit verschijnsel komt regelmatig voor in de herfst.

- temperatuurwisseling

Bij het wisselen van de luchttemperatuur wordt het evenwicht tussen verdamping en opname tijdelijk verstoord. Normaal corrigeert de plant dit door het openen en sluiten van de huidmondjes. Als de overgang te groot is kan de plant dit niet bijhouden.



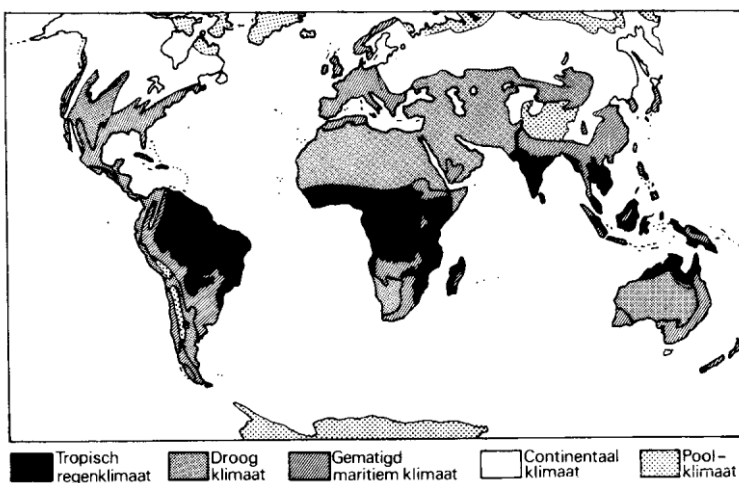
Een plant die slap hangt zal weinig of niet assimileren. Dit zal een groeistagnatie geven. In de meeste gevallen zal de plant zich snel herstellen waardoor de schade beperkt zal blijven. Duurt de verwelkingsperiode erg lang dan kan het voorkomen dat het blad geheel of gedeeltelijk afsterft.

Dit afsterven kan ook voorkomen als een plant plotseling bloot gesteld wordt aan direct zonlicht. In dit geval spreken we over verbranding. Het is een veelkomende fysiogene afwijking bij planten.

Warmtebehoefte

Verschillende planten hebben verschillende warmtebehoeften. Ze hebben zich zowel morfologisch (buitenkant) als anatomisch (binnenkant) aangepast aan een bepaalde streek op aarde. Zo kunnen planten een soort antivries aanmaken om een vorstperiode te overleven.

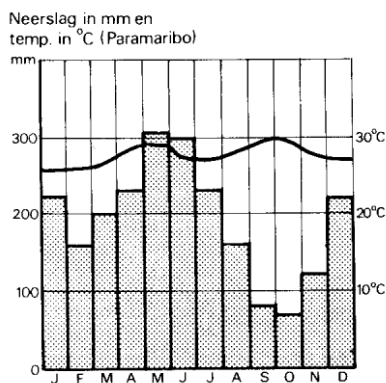
De klimaten op aarde.



Wij leven in een land met een zeeklimaat (maritiem klimaat). Dit betekent dat we geen extreem strenge winters maar ook geen extreem warme zomers hebben. Planten die in ons klimaat van nature voorkomen zullen ongeveer een minimum temperatuurgrens hebben van -20 graden C. De maximale temperatuur zal rond de 35 graden liggen. Boven en beneden deze waarden zullen ze niet groeien en op den duur afsterven.

In de sierteelt komen we veel bloemen en planten tegen die uit tropische en subtropische gebieden komen. Deze planten hebben een andere tolerantie. Het volgende schema geeft hiervan een indicatie.

herkomst	Maximum temperatuur	Minimum temperatuur
Tropen	45°C	15°C
Subtropen	35°C	10°C



De tropen zijn de gebieden tussen de Kreefts- en de Steenbokkeerkring. Ze kenmerken zich door hoge jaarlijkse temperaturen en een grote neerslag. Bekende landen zijn Suriname, Brazilië, Centraal Afrika en India.

De subtropen zijn bekend als herkomstgebied van veel kuuplanten.

De optimumtemperaturen voor planten liggen in het algemeen tussen de minimum- en maximumtemperatuur in. Deze zijn voor elke plant verschillend.

Overdag zijn planten bezig met fotosynthese. Dit proces verloopt het beste bij de optimumtemperatuur. In de loop van de nacht neemt de fotosynthese af. Ook de temperatuur hoort dan af te nemen. Gebeurt dit niet dan zal de groei stagneren door gebrek aan assimilatieproducten. Veel cactussen groeien in een omgeving met hoge dagtemperaturen en lage nachttemperaturen. Het verbruik van assimilatieproducten tijdens de nacht wordt daardoor beperkt.

In het algemeen geven de natuurlijke omstandigheden van het land van herkomst een goede indicatie voor de warmtebehoefte. Soms blijken planten het echter beter te doen in een ander klimaat. Dit kan te maken hebben en de wijze waarop mensen de betreffende plant gekweekt hebben. Ook is het mogelijk dat de plant zich in het land van herkomst heeft kunnen handhaven doordat de omstandigheden daar zo slecht waren dat andere planten zich niet konden handhaven. Dit laatste geldt bijvoorbeeld voor veel vetplanten.

Rustperiode

In de meeste streken hebben we te maken met temperatuursverschillen tussen de seizoenen maar ook tussen dag en nacht.

Planten hebben dat ritme nodig voor een normale ontwikkeling.

Het meest bekend is de rustperiode van veel planten. In die periode verdragen ze weinig warmte en dus ook weinig water en voedsel. Het lijkt er dan op dat de plant stilstaat in z'n ontwikkeling. Vaak is dat niet zo en is de plant zich aan het voorbereiden op een nieuwe groeifase. Zonder koudeperiode komt die nieuwe fase er niet.

Bijvoorbeelden:

- Bolgewassen als tulpen worden voor de winter geplant. Als de bodemtemperatuur beneden 5 graden komt gaan ze bloemen aanleggen. Als de temperatuur weer stijgt gaan de bloemen zich ontwikkelen.
- Clivia is een kamerplant die pas gaat bloeien als hij een droge koele periode heeft gehad.



Vaak maken kwekers gebruik van dit soort eigenschappen van planten. Door het geven van een temperatuurbehandeling kunnen ze dan het bloeimoment bepalen. De vraag is of we dat moeten willen.

Bevriezen

Veel planten die van nature niet uit onze omgeving komen kunnen zonder problemen het hele jaar buiten staan.

Van sommige planten is bekend dat ze op een beschutte plaats moeten staan. In de tocht zullen bevriezen. Er is dus kennelijk een relatie tussen bevriezen en tocht.

Voor veel planten betekent bevriezen dat de plantencellen kapot gaan. Bij bladplanten kan er een andere oorzaak zijn. Bij vorst is de luchtvochtigheid vaak erg laag. Hierdoor gaat de verdamping van water door. Bij een lage bodemtemperatuur staat de wortelactiviteit stil. De plant neemt dan geen water op. Hierdoor kan de plant verdrogen. Dit komt bijvoorbeeld voor bij laurier. In de praktijk noemen we ook dit bevriezen.

2.5 Mens en temperatuur

Ook voor mensen geldt dat ze zich niet bij alle temperaturen even lekker voelen. De productiviteit van mensen ligt het hoogste tussen de 15 en 20 graden.



2 uur werken

Voor bedrijven is het tijdens de zomer moeilijk om de temperatuur zodanig laag te houden dat medewerkers zich lekker voelen. In de winter geldt dit m.n. Voor buitenwerk.

Mensen regelen net als planten en veel dieren hun lichaamstemperatuur door het verdampen van vocht. Dit heet transpireren. De huid van mensen bevat daarvoor zweetklieren. Bij een hoge luchtvochtigheid zit de lucht vol

waterdamp. Hierdoor wordt het verdampen van vocht extra moeilijk. We spreken dan over benauwd weer.

2.6 Dier en temperatuur

Bij dieren onderscheidt men warmbloedige dieren en koudbloedige dieren. Warmbloedige dieren hebben een verbrandingssysteem waarmee ze hun lichaamstemperatuur kunnen regelen en een vorm van transpireren. Koudbloedige dieren hebben dat niet en zijn daardoor afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Bekende warmbloedige dieren zijn vogels en zoogdieren.

Veel warmbloedige dieren gaan tijdens koude periode in winterrust. De lichaamstemperatuur daalt dan. Hierdoor kunnen ze voedsel sparen en teren ze minder in op hun lichaamsvetten.

Koudbloedige dieren zijn tijdens koude periode inactief.

2.7 Energiebronnen

Van nature bestaat er maar een energiebron en dat is de zon. Alleen planten met bladgroen kunnen tijdens het proces van fotosynthese deze energie opslaan in organische stoffen.

Organische stoffen die niet gebruikt zijn voor de energievoorziening kunnen in de loop de eeuwen veranderd zijn in fossiele brandstoffen als olie en gas. Deze worden voornamelijk door mensen gebruikt voor de energievoorziening. Omdat men er zich van bewust is dat deze brandstoffen op zullen raken maakt men tegenwoordig steeds meer gebruik van alternatieve energiebronnen als windenergie, zonneenergie, biobrandstoffen en kernenergie.

Energiebesparing

Energie is duur en het verbranden van brandstoffen is milieuvervuilend. Om deze reden staat energiebesparing in het middelpunt van de belangstelling.

Voorbeelden van manieren om tot energiebesparing te komen zijn:

- Isolatie bijv met dubbel glas en steenwol

- Energiebesparende apparaten
- Het zoveel mogelijk gesloten houden van deuren en ramen.
- Vloerverwarming.
- Energiezuinige verwarmingsinstallaties.
- Spaar- en LEDlampen

2.7 Koeling

Hoge temperaturen zijn slecht voor mensen en planten. Koelen is echter lastiger dan verwarmen.

Manieren om de temperatuur in huis en kantoor te verlagen zijn:

- Zonwering
 - Luchten door de ramen en deuren open te zetten
 - Airconditioning
- Airco wordt toegepast om het klimaat voor mensen aangenamer te maken. Airco zuivert de lucht, verlaagt de temperatuur en verlaagt de luchtvochtigheid. Het systeem staat regelmatig ter discussie i.v.m. de verspreiding van ziekten.

Vragen en opdrachten

- 1 Naar mate de temperatuur hoger is verlangt een plant meer water. Verklaar dit.

- 2 Wat verstaan we bij planten onder;
 - a. optimum temperatuur

- b. een temperatuur behandeling voor knopvorming?

- 3 Planten die niet vorstbestendig zijn worden door mensen binnen overwinterd. We noemen ze kuisplanten. Bij welke temperatuur moeten de meeste kuisplanten overwinteren?

- 4 Cyclamen zijn kamerplanten. Toch zie je ze steeds meer buiten staan. Hoe kun je dit verklaren?

- 5 Vroeger bevroren buitenplanten bijna nooit. Als we nu een strenge winter krijgen zal dat veel meer gebeuren. Hoe komt dat?

- 6 Waarom is het woord rustperiode niet goed?

- 7 Hoe komt het dat veel goed verzorgde planten niet willen bloeien terwijl slecht verzorgde planten dat wel doen?

- 8 Vijg (*Ficus carica*) is een plant die matige vorst verdraagt maar bij strenge vorst zal bevriezen.
Hoe kun je deze plant voldoende beschermen tegen de kou?

- 9 Bevriezen is vaak verdrogen. Bladhoudende planten hebben hier eerder last van dan bladverliezende planten. Hoe komt dat?

- 10 Noem 3 manieren om planten tijdens de winter te beschermen tegen vorstschade?

- 11 In een ruimte met veel glas is het altijd warmer dan in een ruimte met weinig glas. Vooral in kassen valt dit erg op. Geef twee oorzaken voor dit verschijnsel.

- 12 Wat betekenen de volgende natuurkundige begrippen?
a) reflecteren?

- b) adsorberen?

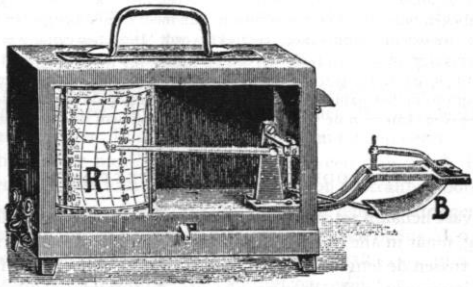
- 13 De lucht op aarde wordt direct verwarmd doordat zonnestrallen in de atmosfeer worden omgezet in warmte. Indirect wordt de lucht verwarmd door warmte uitstraling van bijvoorbeeld de aarde en het oppervlaktewater.

- a) Verklaar hoe het komt dat nachtvorst het eerste optreedt aan de grond.

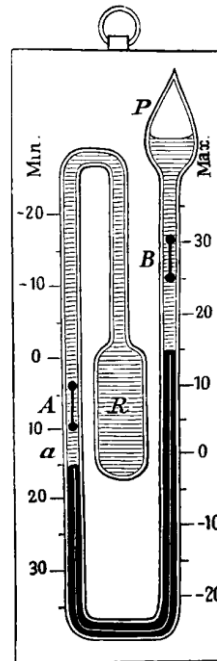
- b) Hoe komt het dat er aan de kust minder nachtvorst voorkomt dan in het binnenland.

- 14 Leg de werking van een vloeistofthermometer uit.

- 15 Hieronder zijn twee verschillende thermometers getekend. Ze worden allebei gebruikt om in het verleden van de temperatuur te kijken. Geef twee voordelen van de thermograaf vergeleken met de minimum/maximum thermometer.



thermograaf



Min/max thermometer van Six

- 16 Vul het volgende omrekenchema in. Vermeld de berekeningen.

Temperatuur in ° C	Temperatuur in °K	Temperatuur in °F
0		
	280	
		86
10		

100		

- 17 Geef de natuurkundige verklaring voor het feit dat planten afkoelen als de verdamping toeneemt.

- 18 Hoe kunnen planten de verdamping van water vergroten of verkleinen?

- 19 Planten kunnen verwelken door een te lage wortelactiviteit. Geef 3 mogelijke oorzaken voor zo'n te lage wortelactiviteit.

- 20 Wat is het verschil tussen verwelking en bladverbranding?

- 21 De natuurlijke herkomst geeft een indicatie voor de warmtebehoefte van een plant. Verklaar dat veel cultuurplanten niet meer dezelfde eisen stellen dan hun voorouders op hun natuurlijke groeiplaats.

- 22 Verklaar dat er bij planten een groeistoornis kan optreden als men kunstmatig te hoge nachttemperaturen aanhoudt.

- 23 Veel planten hebben een rustperiode nodig. Waarom is het begrip "rustperiode" eigenlijk slecht gekozen?

- 24 Geef 3 manieren om de binnentemperatuur tijdens de zomer te verlagen.

- 25 Noem 3 energiebronnen voor verwarmingsinstallaties.

- 26 Energiebesparing is goed voor het milieu en levert financiële voordelen op.
Noem 5 manieren om energie te besparen.

- 27 In een loofbos kom je alleen in het vroege voorjaar veel onderbegroeiing tegen. Hoe komt het dat deze planten alleen in dit seizoen groeien?

28 Noem 5 manieren waarop dieren zich tijdens de winter beschermen tegen lage temperaturen.

29 Noem 3 manieren waarop mensen zich beschermen tegen de kou.