



Lucht



LES 1 KRIEBELDIEREN

Hoewel lang niet alle soorten insecten kunnen vliegen, zijn insecten samen met vogels en vleermuizen de enige dieren die kunnen vliegen. Meer dan 80 procent van alle dieren op aarde is insect. Er zijn minstens 1 miljoen verschillende soorten: 350.000 soorten kevers, 170.000 soorten vlinders, 120.000 soorten vliegen, 110.000 soorten bijen en wespen enzovoort. Let wel: het gaat hier alleen nog maar om soorten en niet om individuele exemplaren. Daarvan zijn de aantallen helemaal duizelingwekkend. Zo lopen er alleen al 10 biljard mieren op aarde rond. (Een biljard is een 1 met 15 nullen.) Hun totale gewicht is gelijk aan het totale gewicht van alle mensen op aarde.

Insecten zijn er in alle vormen en maten, rond of langwerpig, kruipend of vliegend, en van goed gecamoufleerd tot felgekleurd. Toch kun je insecten aan een paar dingen herkennen. Ze hebben allemaal zes poten en hun lichaam bestaat uit drie delen: de kop (caput), het borststuk (thorax) en het achterlijf (abdomen).

Het is niet altijd goed te zien, maar de zes poten groeien uit het borststuk, net als de eventuele vleugels. De poten van insecten bestaan niet uit één stuk, maar uit verschillende segmenten of geledingen. Insecten behoren dan ook tot de *geleedpotigen*, net als bijvoorbeeld spinnen, pissebedden, duizendpoten, miljoenpoten, kreeften en schorpioenen.

Insecten zijn ongewervelde dieren. Dat betekent dat ze geen skelet met een ruggengraat in hun lichaam hebben, zoals mensen. Toch voelen insecten wel stevig aan. Dat komt doordat ze een soort skelet aan de *buitenkant* van hun lichaam hebben dat stevigheid en bescherming geeft. Dit skelet aan de buitenkant noem je een exoskelet ('exo' betekent 'buiten'). Bij kevers is het exoskelet goed te zien: zij hebben een keihard schild op hun rug en hun poten en hun voelsprieten hebben een stevig pantser.

Insecten leggen eieren. Een deel van de insecten maakt een volledige gedaanteverwisseling door. Bekende voorbeelden zijn vlinders, kevers, mieren en vliegen. Uit het ei komt een larve (een vlinderlarve wordt 'rups' genoemd), die vaak totaal niet lijkt op het volwassen insect. Een larve is meestal wormachtig, heeft nog geen of weinig harde delen en kan zich vaak nog niet goed voortbewegen. Larven moeten regelmatig 'vervellen' om te kunnen groeien. Ze blijven eten tot ze volledig ontwikkeld zijn, waarna ze zich verpoppen. Ze vormen dan een soort tonnetje of cocon (de pop) die de larve afschermt van de buitenwereld. Vanaf nu staat alles in het teken van de omvorming van larve tot volwassen insect (de imago). Het hele darmstelsel wordt omgebouwd, het uiterlijk verandert en eventuele vleugels worden gevormd. Na enige tijd bevrijdt de imago zich uit de pop. De ontwikkeling van ei tot volwassen dier is hiermee afgesloten. Er zijn ook insecten die een onvolledige gedaanteverwisseling doormaken; zij verpoppen zich niet. Voorbeelden hiervan zijn libellen en sprinkhanen. Uit het ei komt een larve (bij de sprinkhaan 'nimf' genoemd) die al heel erg op het volwassen insect lijkt. Na een paar vervellingen is het insect volwassen.

Van veel insectensoorten hebben wij geen last, maar er zijn insecten die flinke schade kunnen toebrengen, zoals de woestijnsprinkhaan. Dit beestje leeft normaal gesproken in zijn eentje of in



een kleine groep. Maar soms kan de groep uitgroeien tot een zwerm van miljarden sprinkhanen en die willen maar één ding: eten. Eén woestijnsprinkhaan eet zo'n twee gram per dag. Dat lijkt te overzien, maar zwermen sprinkhanen hebben op deze manier al heel vaak en binnen één dag de oogsten van boeren in Afrika en Azië totaal verwoest.

Andere insecten kunnen ziektes overbrengen. Een berucht voorbeeld hiervan is de malariamug. Deze mug verspreidt niet zozeer malaria zelf, als wel de parasiet die deze levensgevaarlijke infectieziekte veroorzaakt. Met name in Afrika eist deze ziekte ruim een half miljoen dodelijke slachtoffers per jaar.

Bladluizen kunnen ook behoorlijk schadelijk zijn. Ze veroorzaken ziektes onder gewassen en voeden zich met plantensappen waardoor de groei van de planten ernstig verstoord wordt. Bladluizen kunnen zich razendsnel vermeerderen. In de zomer planten zij zich aseksueel voort, wat wil zeggen dat er geen mannetje aan te pas hoeft te komen. De vrouwtjes baren levende jongen, soms wel 15 tot 20 generaties per jaar. Dat zijn ook allemaal vrouwtjes, die op hun beurt ook weer levende jongen kunnen baren.

Soms worden andere insectensoorten ingezet om schadelijke insecten te bestrijden. Tuinders bijvoorbeeld zetten op grote schaal larven van lieveheersbeestjes en van bepaalde soorten zweefvliegen in tegen bladluizen. Sluipwespen worden ingezet voor de bestrijding van rupsen, die net als sprinkhanen en bladluizen een ware plaag voor boeren en tuinders kunnen zijn. Sluipwespen 'injecteren' hun eitjes in de rupsen, waarna de larven de rupsen van binnenuit opvreten.

Vanuit menselijk perspectief zijn er dus schadelijke en nuttige insecten. Behalve lieveheersbeestjes, zweefvliegen en sluipwespen zijn bijen en hommels ook nuttige insecten. Zij spelen een belangrijke rol bij de bestuiving van gewassen en uiteraard bij de 'levering' van honing. Bijengif wordt bovendien gebruikt als medicijn. Het blijkt namelijk goed te helpen tegen de pijn die een spierziekte zoals reuma kan veroorzaken.

Een ander nut voor mensen is dat insecten als voedsel kunnen dienen. In alle werelddelen, behalve Europa en Noord-Amerika, eten mensen insecten. Dat varieert van gebakken sprinkhanen, kakkerlakken en mieren tot geroerbakte larven en meelwormen of soep met bijen. Insecten bevatten weinig vet en veel gezonde voedingsstoffen, zoals proteïnes. Ze zijn ook veel duurzamer dan bijvoorbeeld rundvlees. Daarom zal volgens deskundigen ook het voedsel in Europa en Noord-Amerika in de toekomst voor een belangrijk deel uit insecten bestaan. In Nederland zijn insecten nog slechts op kleine schaal verkrijgbaar.

Alle mieren, de meeste hommels en sommige bijen en wespen zijn sociale insecten: ze leven in grote groepen bij elkaar. Zo'n groep noem je een kolonie. De insecten in een kolonie werken samen en hebben allemaal een eigen taak. Elke kolonie heeft een koningin: zij is het enige vrouwtje dat eitjes legt. Verder zijn er mannetjes, die uitsluitend dienen voor de bevruchting van de koningin. De werksters vormen de grootste groep en hebben uiteenlopende taken, die ze onderling verdelen. Zo zijn er soldaten: zij hebben grote kaken waarmee ze het nest uitgraven. (Zij zijn er dus niet om het nest te verdedigen, zoals weleens wordt gedacht.) Andere zijn verkenner en voedselverzamelaars. Weer andere werksters onderhouden het nest of zijn babysitters. Insecten hebben allerlei manieren om zichzelf te verdedigen. Veel soorten hebben camouflagekleuren om niet op te vallen. Er zijn ook insecten die juist felle, opvallende kleuren hebben om belagers af te schrikken. Een aantal vlindersoorten heeft oogachtige vlekken op de vleugels waarmee ze hun vijand om de tuin leiden. Sommige insecten hebben de vorm aangenomen van iets anders om niet op te vallen of juist om vijanden af te schrikken. Denk maar aan wandelende takken, die nauwelijks opvallen tussen bladeren en takken, of 'onschuldige'



zweefvliegen, die met hun kleuren en strepen op wespen lijken. Deze vorm van misleiding, waarbij een insect iets anders nabootst, heet mimicry. Andere insecten kiezen voor de aanval om zich te verdedigen: ze steken (bijen, wespen), bijten (sommige mieren- en keversoorten) of spuiten gif (sommige mierensoorten).

Insecten zijn wonderlijke dieren die alle records verbreken. Zo kan een vlo 120 keer hoger springen dan zijn eigen hoogte en kan een neushoornkever meer dan 850 keer zijn eigen gewicht tillen. Het luidruchtigste insect is het vijverdwerfduikertje. Dat diertje is maar twee millimeter groot, maar het geluid dat hij maakt, kun je vergelijken met het geluid van een groot orkest. Gelukkig leeft het beestje onder water. Bijen en wespen kunnen zo goed ruiken dat ze in Amerika getraind worden om bommen op te sporen!

LES 2 WEER EN KLIMAAT

Insecten komen overal op aarde voor, maar de meeste soorten en grootste aantallen vinden we in tropische en subtropische gebieden. Dit heeft onder andere te maken met de temperatuur, de vochtigheidsgraad en de hoeveelheid neerslag die zorgen voor een rijke vegetatie. Met andere woorden: het klimaat in deze gebieden is heel geschikt voor insecten.

Het klimaat is het gemiddelde weer in een bepaald gebied, gemeten over een periode van dertig jaar. Het klimaatclassificatiesysteem van de Russische bioloog Köppen onderscheidt vijf hoofdgroepen van klimaten, die aangeduid worden met een hoofdletter:

A. tropische klimaten, B. droge klimaten, C. zeeklimaten, D. landklimaten en E. poolklimaten.

Deze hoofdgroepen zijn gebaseerd op het verspreidingsgebied van planten, de gemiddelde minimum- en maximumtemperaturen en de hoeveelheid neerslag. De hoofdgroepen zijn verder onderverdeeld in verschillende subgroepen (meestal aangegeven met kleine letters), gebaseerd op bijvoorbeeld het al dan niet vóórkomen van een droge periode in een jaar en de gemiddelde temperatuur van de koudste of warmste maand. Op die manier ontstaan er dertig klimaatsubgroepen. In het systeem van Köppen heeft bijvoorbeeld Nederland (of liever gezegd West-Europa) een Cfb-klimaat:

C = zeeklimaat: de gemiddelde temperatuur van de koudste maand ligt tussen -3 °C en 18 °C en de gemiddelde temperatuur van de warmste maand is hoger dan 10 °C ;

f = geen droge periode, het hele jaar door neerslag;

b = gematigd: de warmste maand is gemiddeld koeler dan 22 °C .

Het klimaat van een bepaalde streek is afhankelijk van drie factoren. Allereerst de afstand tot de evenaar. Rond de evenaar is het het hele jaar door warm doordat de zon daar het hele jaar door vrijwel loodrecht op de aarde schijnt. Alle zonnestrallen komen daar dus bij elkaar op een relatief kleine plek. Op de noord- en zuidpool zie je het tegenovergestelde: de zonnestrallen vallen daar schuin op de aarde (een deel van het jaar is er zelfs helemaal geen zon), waardoor de zonnewarmte over een veel groter gebied verspreid wordt en het dus veel kouder is.

Verder is de afstand tot de zee van belang. In de zomer warmt het land sneller op dan het zeewater. De relatief koele wind vanaf zee zorgt ervoor dat de temperaturen in de gebieden die dicht bij zee liggen niet al te veel oplopen. In de winter is het juist omgekeerd. Het zeewater koelt langzamer af dan het land. De relatief warme wind vanaf zee zorgt er dan voor dat de temperaturen gemiddeld niet al te veel dalen.

Ten slotte speelt de hoogte een rol: hoe hoger, hoe kouder. Als je een berg beklimt is het net alsof je een reis van de evenaar naar de polen maakt. De temperatuur zakt ongeveer 1 °C bij elke 100 meter die je stijgt en de vegetatie verandert op dezelfde manier als tussen de evenaar en de polen.



Net als in de koudste gebieden op de noord- en zuidpool blijven sneeuw en ijs ook hoog in de bergen het hele jaar door liggen. Hoewel een gebergte als de Alpen duizenden kilometers van de noordpool verwijderd is, wordt het klimaat in het hooggebergte daarom vaak tot de poolklimaten gerekend.

Temperatuur, neerslag, droge periodes, natte periodes – wáár op aarde je ook bent, al deze zaken hebben één ding gemeen: ze worden mede veroorzaakt door luchtdruk, of beter gezegd *verschillen* in luchtdruk. Overal om ons heen is lucht. De aarde wordt omgeven door een tientallen kilometers dikke laag lucht: de dampkring. Die lucht weegt bijna niets (0,003 gram per liter, schoon aan de haak), maar als je het berekent voor de hele dampkring, kom je – op zeeniveau – uit op een gewicht van 1 kilogram per cm². Op elke cm² van ons lichaam rust dus een kolom lucht van 1 kilogram. Daar merken wij niets van, want de lucht drukt niet alleen van boven, maar *van alle kanten* (ook van binnenuit) tegen ons aan. Daardoor wordt het gewicht als het ware opgeheven.

Het gewicht van lucht noem je 'luchtdruk'. De luchtdruk werd voor het eerst gemeten met kwik. Een kolom kwik van 76 centimeter hoog en 1 centimeter doorsnee weegt ook 1 kilogram. Tegenwoordig wordt 76 centimeter kwik 1000 millibar genoemd, of nog beter: 1000 hectopascal, afgekort hPa. Deze aanduiding is afgeleid van de eenheid 'pascal', die zijn naam dankt aan de 17e-eeuwse Franse natuurkundige Blaise-Pascal. De luchtdruk wordt gemeten met een barometer. De gemiddelde luchtdruk op zeeniveau is 1013 hPa (76 centimeter kwik). Dit staat weer gelijk aan 1,013 bar en wordt ook wel 1 atmosfeer genoemd.

Wat hebben luchtdrukverschillen met het weer te maken? We zagen dat de zon vrijwel recht op de evenaar schijnt. De lucht boven de evenaar wordt warmer en gaat stijgen; het vocht verdampt en stijgt mee, kilometers hoog. Op grote hoogte is het echter ook boven de evenaar koud. De opgestegen lucht koelt af, de waterdamp condenseert tot waterdruppels waardoor wolken ontstaan en in de loop van de dag gaat het regenen. 's Avonds en 's nachts koelt het nauwelijks af, waardoor het hele proces zich de volgende dag gemakkelijk kan herhalen. Gevolg: rond de evenaar is het altijd warm en vochtig en er zijn veel verschillende planten- en diersoorten. Lucht die opstijgt is uiteraard lichter dan lucht die blijft hangen; de luchtdruk is dus ook minder. Boven de evenaar is er dus altijd een lage luchtdruk.

Op ongeveer tien kilometer hoogte bereikt de lucht een denkbeeldig plafond en gaat vanaf de evenaar richting noorden en zuiden stromen, richting de keerkringen. (De Kreeftskeerkring ligt ten noorden van de evenaar; hier staat de zon op 21 juni recht boven de aarde. De Steenbokskeerkring ligt ten zuiden van de evenaar en hier staat de zon op 21 december recht boven de aarde. Tussendoor, op 21 oktober en 21 maart staat de zon recht boven de evenaar. De hele strook tussen de keerkringen noemen we de tropen.) Boven beide keerkringen verzamelt zich heel veel lucht. Er is daar dus een hoge luchtdruk. In de lucht zit vrijwel geen vocht meer, want dat is bijna allemaal boven de evenaar geloosd. De lucht boven de keerkringen is dus droog en daardoor valt er weinig neerslag. Zo komt het dat de meeste woestijnen rond de keerkringen liggen.

Boven de keerkringen ligt dus altijd een hogedrukgebied, maar die grote hoeveelheid lucht blijft daar niet hangen; een deel stroomt over de grond terug naar de evenaar, een ander deel stroomt over de grond richting de polen. Deze luchtstroom over de grond noemen we wind. Door de draaiing van de aarde waait de wind niet recht naar het zuiden of het noorden, maar buigt af. Vanaf bijvoorbeeld de Kreeftskeerkring naar de evenaar heb je daardoor vaak een noordoostenwind en vanaf de Kreeftskeerkring richting het noorden (bijvoorbeeld West-Europa) is er daardoor vaak een zuidwestenwind.

De relatief warme zuidwestenwind botst bij de poolcirkels op koude wind van de noordpool



en de zuidpool. De warme lucht wordt omhoog gedrukt waardoor er op die plek weer een lagedrukgebied ontstaat (de lucht stijgt; de druk op de aarde is dus lager). Op grote hoogte buigt een deel weer af richting keerkringen, waar het de daar gelegen hogedrukgebieden aanvult, en een ander deel drijft verder naar de polen, waar dus ook hogedrukgebieden ontstaan (de hoeveelheid lucht neemt daar toe).

Zowel op het noordelijk als het zuidelijk halfrond kun je dus drie 'gordels' met een vaste luchtstroming aanwijzen (tussen evenaar en keerkring; tussen keerkringen en poolcirkels; tussen poolcirkels en polen). Binnen die gordels waait de wind altijd van gebieden met een hoge luchtdruk naar gebieden met een lage luchtdruk.

Zoals gezegd is bij ons de zuidwestenwind de dominante windrichting, maar dat wil natuurlijk niet zeggen dat de wind bij ons *altijd* uit het zuidwesten waait. Tussen de Kreeftskeerkring en de poolcirkels liggen namelijk allerlei kleinere gebieden met luchtdrukverschillen (hoge- en lagedrukgebieden). Die luchtdrukverschillen kun je zien op weerkaarten, waar punten met dezelfde luchtdruk met elkaar verbonden zijn. Deze lijnen heten 'isobaren' ('isos' = 'gelijk', 'baros' = 'zwaarte, druk'). Het punt waar de luchtdruk het hoogst is, is het centrum van het hogedrukgebied en dit wordt op een weerkaart aangegeven met een hoofdletter H. Omgekeerd ligt het centrum van het lagedrukgebied op de plek waar de luchtdruk het laagst is (aangegeven met een hoofdletter L).

De ligging van die kleinere hoge- en lagedrukgebieden bepalen mede de richting van de wind in ons gebied en dus ook de temperatuur en de hoeveelheid neerslag. Wind uit het zuidwesten is bij ons afkomstig van zee en dus vochtig. Deze zorgt bij ons vaak voor neerslag. Een oostenwind daarentegen is afkomstig uit gebieden met een droger landklimaat, zoals Oost-Europa. Deze zorgt juist vaak voor mooi, helder weer.

LES 3 ALLEMAAL LUCHTDruk

Dat lucht(druk) overal om ons heen is, kun je laten zien met allerlei leuke trucjes. Zet bijvoorbeeld een rietje in een glas water. Hou je duim tegen de bovenkant van het rietje en haal het rietje uit het glas. Zolang je je duim niet beweegt, zal het water in het rietje blijven zitten. Het stroomt er dus niet aan de onderkant uit: de luchtdruk zorgt ervoor dat het water blijft zitten. Haal je je duim van het rietje, dan zal de luchtdruk via de bovenkant van het rietje het water naar beneden drukken.

Een ander trucje: hoe krijg je een ei in een fles? Neem een hard gekookt ei en schil het. Steek een lucifer aan, doe het in een lege fles en leg het ei op de opening van de fles. Na een paar seconden dooft de lucifer en niet veel later zal het ei door de hals van de fles glijden. Hoe kan dat? De lucifer verbruikt alle lucht in de fles waardoor de luchtdruk in de fles heel laag wordt. De luchtdruk buiten de fles zorgt ervoor dat het ei in de fles geduwd wordt. Je krijgt het ei er weer uit door de fles ondersteboven onder heet water te houden. De lucht in de fles wordt heet, zet uit en drukt het ei naar buiten.

Lucht heeft een enorme kracht. Dat is bijvoorbeeld te zien bij de Maagdenburger halve bollen. Dit zijn twee losse halve bollen die tegen elkaar gehouden worden, waarna de lucht tussen de bollen weggezogen wordt. (De bol, bestaande uit de twee halve bollen, wordt dus vacuüm gezogen.) De luchtdruk op de buitenkant van de twee halve bollen zorgt ervoor dat de twee helften tegen elkaar gedrukt blijven. Deze proef werd in 1654 voor het eerst uitgevoerd door de burgemeester van Maagdenburg, die op deze manier twee bolhelften met een diameter van 50 centimeter tegen elkaar drukte. Zestien paarden waren niet in staat om de halve bollen van elkaar te trekken. Op kleinere schaal wordt de kracht van de luchtdruk toegepast bij zuignappen. Wanneer je een



zuignap tegen een glad oppervlak drukt, druk je de lucht tussen de zuignap en het oppervlak weg waardoor daar een vacuüm ontstaat. De lucht op de buitenkant drukt de zuignap tegen het oppervlak, zodat de zuignap bijvoorbeeld kan fungeren als hangertje voor een theedoek in de keuken. Of – in groot formaat – als drager van een glazen ruit of van een ander zwaar object. Lucht drukt niet alleen van buitenaf, maar ook van binnenuit. Leg bijvoorbeeld een gesloten zakje chips onder een stolp. Wanneer je de stolp vervolgens vacuüm zuigt, zit er weliswaar geen lucht meer in de stolp, maar nog wel in het zakje. Door de luchtdruk van binnenuit zal het zakje openbarsten.

Zoals al gezegd in les 2, is de gemiddelde luchtdruk op zeeniveau 1013 hPa. Hoe hoger je komt, hoe lager de luchtdruk. Er drukt immers minder lucht op je. Minder lucht betekent ook minder zuurstof en daar heb je last van op grote hoogtes. Je zou er ook last van hebben in een vliegtuig, ware het niet dat je je daar in een ruimte bevindt waar de druk kunstmatig verhoogd is. Dat moet ook wel, want op 10 kilometer hoogte is de luchtdruk zo laag dat mensen niet kunnen overleven. In een drukcabine van een vliegtuig wordt de luchtdruk daarom verhoogd tot deze ongeveer gelijk is aan de luchtdruk op 2000 meter hoogte. Boven de 2000 meter merk je dus niets van de drukverandering. Je merkt het vooral bij het opstijgen (tot 2000 meter) en het dalen (vanaf 2000 meter): je voelt het in je oren. Bij het opstijgen daalt de luchtdruk buiten je lichaam, terwijl de luchtdruk in je lichaam hetzelfde blijft. Je trommelvliezen worden daardoor een beetje naar buiten gedrukt. Bij het dalen is het precies andersom: de luchtdruk buiten je lichaam stijgt en daardoor worden je trommelvliezen naar binnen gedrukt.

Bewegende lucht heeft een lagere luchtdruk dan stilstaande lucht. Dit wordt toegepast in de luchtvaart. De vleugels van vliegtuigen zijn zodanig gebouwd dat de lucht die langs de bovenkant gaat, sneller beweegt dan de lucht aan de onderkant. Bij voldoende snelheid van het vliegtuig ontstaat hierdoor een zogenaamde 'liftkracht' die sterker is dan de neerwaartse kracht die als gevolg van de zwaartekracht op het vliegtuig drukt. Het vliegtuig stijgt dus op. Zodra liftkracht en neerwaartse kracht weer in evenwicht zijn zal het vliegtuig horizontaal blijven vliegen.