



Lucht



LES 1 VOGELS

Er zijn ruim 10.000 soorten vogels. De meeste vogels kunnen vliegen. Vogels die dat niet meer of niet goed kunnen, hebben zich vaak aangepast en kunnen goed zwemmen of hard rennen. De vogel met de grootste spanwijdte is de reuzenalbatros. De afstand van het puntje van de ene vleugel tot het puntje van de andere vleugel kan oplopen tot drie meter of meer. Een andere vogel die we tot een van de grootste kunnen rekenen, is de blauwe reiger. Zijn spanwijdte is maximaal 1,70 meter, iets meer dan de helft van de spanwijdte van de reuzenalbatros, en vergelijkbaar met de lengte van een gemiddelde volwassene.

Vogelbotten zijn teer en licht. Ze hebben met lucht gevulde holten, wat nodig is om te kunnen vliegen. Vogels zijn warmbloedig. Hun lichaamstemperatuur is gemiddeld drie graden hoger dan die van zoogdieren. Hun veren houden laagjes lucht vast zodat ze niet te veel afkoelen. Dat is ook de reden waarom ze in de winter vaak een dikker pak veren hebben dan in de zomer.

Vogelsnavels zijn aangepaste kaken, bedekt met een hoornlaag. De eerste vogels hadden wel tanden, maar deze verdwenen in de loop van hun evolutie zodat ze lichter werden en energie konden besparen bij het vliegen. Snavels zijn er in vele vormen en maten, afhankelijk van wat een vogel eet. Snavels van alleseters, zoals kraaien en merels, hebben een relatief eenvoudig, veelzijdig ontwerp. De snavel is geschikt voor van alles. Waadvogels hebben een lange en dunne snavel waarmee ze in de modder kunnen porren om eten te zoeken. Flamingo's gebruiken hun snavel als zeef om kleine organismen uit het water te filteren. De langste snavel heeft de Australische pelikaan. Deze kan 47 centimeter lang zijn en er kan, inclusief de keelzak, drie keer zoveel eten in als in zijn maag.

Alle vogels hebben twee poten en twee vleugels. Toch kunnen ze niet allemaal vliegen. Niet-vliegende vogels waren altijd al zeldzaam en sinds de mens zich over de aardbol verspreid heeft, zijn ze nog zeldzamer geworden. De beroemdste, maar inmiddels uitgestorven niet-vliegende vogel is de dodo. De dodo verloor zijn vliegvermogen doordat hij op een eiland (Mauritius) leefde waar geen roofdieren voorkwamen. Hij hoefde nooit de lucht in om te vluchten. Maar de komst van mensen, en de ratten die zij invoerden, betekende het einde van de dodo. De laatste stierf in 1662. Op een vergelijkbare manier verdween in de 17e eeuw de reuzenstruisvogel van Madagaskar.

Tegenwoordig vormt de 'gewone' struisvogel in zijn eentje een aparte vogelsoort, de *Struthioniformes*. Hij is de grootste vogel die er bestaat en kan 2,75 meter hoog worden. Zijn gewicht kan oplopen tot 160 kilogram. Ondanks zijn omvang is de struisvogel de snelst rennende vogel op aarde. Hij kan snelheden van meer dan 70 km/u halen. Struisvogels hebben lange, sterke poten met twee tenen: een grote met een nagel van wel 10 centimeter en een kleine zonder nagel. Bij het rennen maakt hij alleen gebruik van de grote tenen.

Wanneer het tijd is om te paren, vechten mannetjesstruisvogels met hun grote poten. Om een vrouwtje voor zich te winnen, voeren ze een dans uit: ze hurken door hun poten, spreiden hun



vleugels uit en zwaaien met hun gekleurde nek heen en weer.

Bij veel vogels spelen niet alleen dans, maar ook kleuren en het patroon van de veren een centrale rol in de strijd om een partner. Vaak hebben mannetjes mooiere veren dan vrouwtjes. Ze zetten zichzelf als het ware in de schijnwerpers. Vrouwtjes hebben vaak een schutkleur, zodat ze niet opvallen als ze op het nest zitten.

Veel vogelmannetjes hebben bijzondere en vaak onpraktische veren om de aandacht van een vrouwtje te trekken. Pauwen pronken met hun enorme veren. Een perfecte staart duidt op een goede gezondheid en dus op een goede potentiële partner voor vrouwtjes. Paradijsvogels leven in het dichte tropische oerwoud. Daar is het lastiger om op te vallen met mooie veren. Daarom voeren paradijsvogels bizarre capriolen uit en maken ze daarbij vreemde kreten. Er zijn exemplaren die ondersteboven aan een tak gaan zwaaien, zodat hun veren in de wind ruisen als een waterval. Papegaaiduikers en blauwpootganten hebben geen opvallende veren om de aandacht van een mogelijke partner te trekken. Papegaaiduikers gebruiken hun opvallende veelkleurige snavel en blauwpootganten pronken met hun helder blauwe poten waarmee ze dansjes uitvoeren.

De preeelvogel bouwt een ingewikkeld preeel van twijgen om zijn aantrekkingskracht te vergroten. Daarvoor gebruikt hij alle mogelijke voorwerpen die hij kan vinden: bessen, bloemen en veren, maar ook doppen van flessen en plastic pennendopjes. Als de bloemen verwelken, vervangt hij die door verse, zodat het er tiptop uitziet. Als het preeel klaar is, gaat het mannetje dansen. Hij pakt een voorwerp en zacht roepend springt hij daarmee van het ene takje naar het andere in de hoop een vrouwtje te lokken. Als dat lukt, moet het vrouwtje daarna wel nog zelf een nest bouwen, want daarvoor is het preeel niet bedoeld. Sterker nog, het mannetje gaat het preeel nog mooier maken om een ander vrouwtje te lokken.

LES 2 VLIEGEN

Vogels zijn de grootste en snelst vliegende dieren op aarde, en ze kunnen ook het langst van alle dieren in de lucht blijven. De bonte stern zou tussen het uitvliegen en de eerste keer broeden minstens drie jaar in de lucht blijven. De gierwaluw paart zelfs in de lucht.

Vogels vliegen meestal energiezuinig. Grote soorten, zoals gieren en albatrossen, kunnen over grote afstanden zweven zonder één vleugelslag: gieren cirkelen omhoog op kolommen opstijgende warme lucht (thermiëkbellen), terwijl albatrossen zich laten meevoeren door opwaartse luchtstromen die zich boven de golven vormen. Dat zweven is mogelijk dankzij de vorm van de vleugel.

Vliegtuigvleugels, maar ook vliegers, maken gebruik van hetzelfde principe. Aan weerszijden van de vleugel stroomt lucht, maar de luchtdruk is verschillend. De lucht die over de vleugel stroomt legt een grotere afstand af dan de lucht die langs de onderzijde stroomt. Die luchtdeeltjes worden daar meer in elkaar gedrukt dan aan de bovenzijde. De luchtdruk onder de vleugel wordt daardoor groter dan de luchtdruk boven de vleugel. Dat zorgt voor 'lift', een opwaartse kracht die de vogel of het vliegtuig als het ware omhoog tilt en in de lucht houdt.

Ook zweefvliegtuigen werken zo. Zweefvliegtuigen hebben geen motor en door de zwaartekracht dalen ze dus langzaam naar de grond. Maar als de lucht om hen heen sneller stijgt dan het zweefvliegtuig daalt, gaat het toch – met de lucht mee – omhoog.

Heliumballonnen blijven drijven doordat ze minder wegen dan de lucht die ze verplaatsen (opzij duwen) tijdens het varen. Ze moeten dus erg licht zijn en gevuld zijn met een gas dat lichter is dan de omringende lucht. Waterstof is het lichtste gas, maar na verschillende rampen werd dat verboden (waterstof is erg brandbaar). Tegenwoordig worden helium en warme lucht (lucht wordt lichter als het uitzet) gebruikt.



De ballon is aan de onderkant open. Eerst wordt er koude lucht in de ballon geblazen. Een gasbrander verhit vervolgens de lucht (die daardoor uitzet en lichter wordt) en het helium, waardoor de ballon opstijgt. Als de vlam van de gasbrander kleiner wordt gemaakt, koelt de lucht af (wordt dus zwaarder) en daalt de ballon. De eerste vaart met een heteluchtballon werd gemaakt door de Franse broers Montgolfier en vond plaats in 1783.

Heteluchtballons worden aan de grond gehouden door ballast (zandzakken) of door een ankertouw dat aan een object op de grond vastgemaakt is. Als ze loskomen van de grond, gaan ze doorgaans verticaal omhoog. Ook helikopters kunnen verticaal omhoog vliegen, maar wel op een heel andere manier. Een helikopter heeft gemotoriseerde vleugelbladen (rotor) die razendsnel ronddraaien en zo voor lift en voortstuwing zorgen. Door de stand van de vleugelbladen te veranderen, kan de helikopter stijgen, zweven of bewegen.

Helikopters worden pas sinds begin 20e eeuw gebouwd en gebruikt, maar Leonardo da Vinci ontwierp er al één rond 1500. Duizend jaar eerder speelden Chinese kinderen al met speelgoedhelikopters. De vleugelbladen waren gemaakt van veren.

Helikopters en vliegtuigen maken gebruik van krachtige motoren. Dankzij de uitvinding van de motor aan het eind van de 19e eeuw, werd het voor mensen mogelijk om te vliegen. Moderne vliegtuigen hebben straalmotoren. Aan de voorkant van de motor stroomt lucht naar binnen. De lucht wordt samengedrukt door een soort ventilator, vervolgens gemengd met brandstof en daarna ontstoken. Het snel uitzettende gas dat daarbij ontstaat, ontsnapt met hoge snelheid uit de straalpijp aan de achterzijde. Tegelijkertijd stuwt het gas de motor (en dus het vliegtuig) voort door de lucht.

LES 3 IN WEER EN WIND

Bliksem is een grote vonk tussen de wolken en de aarde. De vonk ontstaat doordat negatieve deeltjes aan de onderkant van de wolk naar de aarde willen stromen omdat daar juist positieve deeltjes zijn. Op de plaats waar de bliksem (met negatieve deeltjes) inslaat, loopt heel kort een grote elektrische stroom. Op die plek wordt de lucht verdreven en komt er een gat in de lucht. Na de bliksem valt daar de lucht weer met een klap in. Dat is de donder.

De bliksem kan ook op een vliegtuig inslaan. Dat gebeurt zelfs geregeld. Gelukkig zijn ze daar goed op gebouwd en merk je er niets van als je erin zit. Vliegtuigen zijn gemaakt van metaal, net als een auto. Wanneer het vliegtuig geraakt wordt door de bliksem, stroomt de elektriciteit direct langs het metaal weg. Het kan niet binnendringen.

Maar vliegtuigen kunnen ook om een bui heen vliegen. Dankzij radar kunnen ze de buien namelijk goed zien aankomen. Radar is een acroniem van *radio detection and ranging*. Een radar kan met behulp van radiogolven ontdekken (*detection*) waar iets zich bevindt (bijvoorbeeld een ander vliegtuig of een onweerswolk) en op welke afstand (*ranging*). Vliegtuigen zenden via een apparaat radiogolven uit. Als de golven tegen een onweersbui kaatsen, wordt de echo van de radiogolf teruggestuurd naar de ontvanger in het vliegtuig. De tijd die verstreken is tussen het zenden en ontvangen van de radiogolf wordt opgemeten. Doordat we weten hoe snel de golf zich door de lucht beweegt, kunnen we berekenen welke afstand hij heeft afgelegd. Omdat de golf heen (naar de onweersbui) en weer terug (naar het vliegtuig) gaat, moet je de afgelegde afstand delen door twee: dat is de afstand tussen het vliegtuig en de onweersbui (enkele reis).

Niet alleen voor piloten, maar vrijwel voor iedereen is het weer belangrijk. Een gesprek begint vaak over het weer. Mensen vragen elkaar wat de weersverwachting is. Het weer bepaalt in veel gevallen wat we gaan doen. Gaat het regenen of blijft het droog? Waait het te hard voor een paraplu? Hoe warm wordt het? Temperatuur wordt gemeten met een thermometer en weergegeven in graden Celsius. De temperatuur in Nederland is in de winter meestal tussen 0 en



5 °C, in de zomer rond 20 graden. De meest extreme temperaturen ooit gemeten in Nederland zijn -27,4 °C (in 1942 in Winterswijk) en +40,7°C (in 2019 in Gilze-Rijen).

De hoeveelheid neerslag wordt gemeten met een regenmeter. De neerslag wordt aangegeven in millimeters (mm). Het heeft 1 mm geregend als er in een bakje met rechte randen 1 mm regen staat. De officiële eenheid is mm/m², dat is 1 liter water op 1 m². Om het aflezen gemakkelijker te maken heeft een regenmeter de vorm van een trechter en is de schaal daarop aangepast. In Nederland valt jaarlijks gemiddeld 700 tot 800 mm neerslag.

Neerslag kan voorkomen in de vorm van regen, sneeuw en hagel. Sommigen rekenen ook mist en motregen tot neerslag. Als er in de zomer sneeuw uit een wolk valt, is die sneeuw gesmolten voordat ze de grond heeft bereikt. Hagelstenen vallen sneller en smelten niet zo snel en kunnen daarom wel op de grond terechtkomen. Hagel ontstaat doordat waterdruppeltjes door de sterke wind omhoog worden geblazen. Boven in de wolk bevriezen ze. De kleine stukjes ijs botsen tegen waterdruppeltjes en vallen omlaag. Onder in de wolk worden ze weer omhoog geblazen. Ze worden nog groter en ten slotte vallen ze omlaag als hagelstenen. Wanneer er geen neerslag uit een wolk komt, zijn de druppeltjes zo klein dat ze niet vallen maar in de lucht zweven.

De windkracht wordt aangegeven met een getal op de schaal van Beaufort. Deze schaal loopt van windkracht 0 tot en met 12 en helpt de windkracht te bepalen op basis van visuele waarnemingen. Je kijkt naar het effect van de wind – bijvoorbeeld ‘bladeren ritselen’ of ‘kleine takken bewegen’ – en kunt op de schaal opzoeken welke windkracht daarbij hoort. Bladeren ritselen bij windkracht 2, dit is een zwakke wind. Kleine takken bewegen bij windkracht 4, dit is een matige wind. Bij windkracht 10 worden bomen ontworteld (zeer zware storm). Windkracht 12 is de hardste wind. Daarbij kan schade ontstaan aan gebouwen en bomen: een orkaan!

De windkracht is een maat voor de snelheid waarmee de lucht beweegt. Bij een zwakke wind beweegt de lucht met een snelheid van 6-11 km/uur. Bij een orkaan heeft de lucht een snelheid van meer dan 117 km/uur. De windrichting is de richting waar de wind vandaan komt en niet de richting waar de wind naartoe gaat. Noordenwinden komen dus uit het noorden. Om deze richting te bepalen is het nodig de windroos te kennen en te weten waar het noorden is.

Vaak kun je ook aan het drijven van de wolken zien uit welke richting de wind komt, hoewel sommige wolken, vooral buien, eigen winden hebben die afwijken van de heersende wind. Wolken bestaan uit zeer kleine waterdruppels of ijskristallen. Er kunnen ook regendruppels, sneeuwvlokken of hagelstenen in zitten. Wolken zijn bovendien goede weersvoorspellers. Daarvoor is het uiteraard wel nodig de belangrijkste wolkensoorten te kunnen herkennen. Een heel bekende wolkensoort zijn de stapelwolken. Ze lijken wel op wattenproppen en ontstaan door lucht die opstijgt van het warme land of de warme zee. Het zijn lage wolken, want hun basis (de onderkant) bevindt zich doorgaans op 600 tot 1200 meter hoogte. Ze kunnen buien voortbrengen, maar doordat ze vaak goed verspreid zijn, zorgen ze meestal voor plaatselijke buien die moeilijk te voorspellen zijn.

Golfwolken vormen vaak dekens van lucht waar later regen of sneeuw uit valt. Het zijn middelbare wolken en komen voor op een hoogte van 2000 tot 6000 meter. Ze vormen zich op hoogtes waar de temperatuur tot onder het vriespunt daalt, maar bestaan toch hoofdzakelijk uit waterdruppels. Door zogenoemde ‘onderkoeling’ bevriezen de druppels op die hoogte minder snel.

Nog weer hoger in de lucht drijven de schaapjeswolken. Ze zijn klein en zitten dicht op elkaar, als een kudde schaapjes. Ze behoren tot de hoge wolken en komen voor op hoogtes van meer dan 6000 meter. Door de kou op die hoogte bestaan ze volledig uit ijskristallen. De wolken zijn zo dun dat de zon erdoorheen kan schijnen en de lucht gesluiert lijkt. Vaak kondigen schaapjeswolken mooi weer aan.



Wolken drijven van gebieden met hoge druk naar gebieden met lage druk. Die luchtdruk kun je meten met een barometer. De oudst bekende barometer werd uitgevonden door de Nederlander Cornelis Drebbel. Oorspronkelijk zat er een vloeistof (water of kwik) in de barometer. Wanneer de luchtdruk toenam, steeg het niveau van de vloeistof (die werd omhoog gedrukt) en kon je – net als bij een thermometer – op een schaal naast de buis aflezen hoe hoog de druk was. Nam de luchtdruk af, dan daalde het niveau van de vloeistof. Tegenwoordig lijken barometers meer op een klokje met een wijzer. Ze werken niet meer met een vloeistof, maar met een metalen capsule waar de lucht uit wordt gepompt. Vervolgens meet men de druk die van buitenaf op de capsule wordt uitgeoefend.