

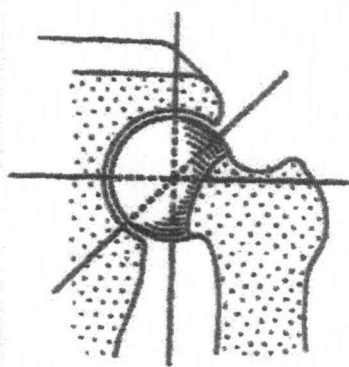
Vliegen vereist de nodige stevigheid van de vleugels, staan en lopen stelt dezelfde eis aan de poten. Die stevigheid krijgen vleugel en poot dankzij hun botten.

Jan K. Nijhof

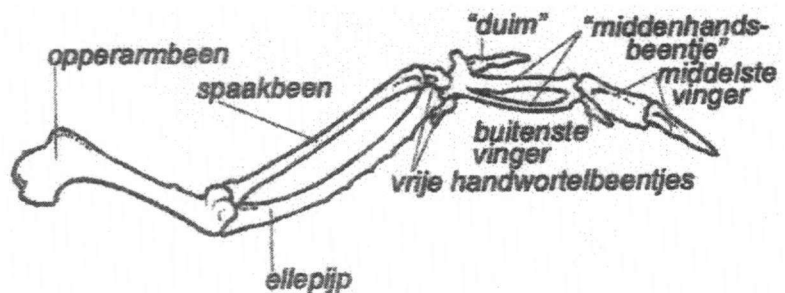
Aandrijving en landingsgestel

Vleugel

De meeste vogels vliegen. Dat is mogelijk dankzij hun vleugels. Daarop worden bij het vliegen grote krachten uitgeoefend. Dat betekent dat de wapening van de vleugels, de botten, daar tegen bestand moet zijn. Deze botten zijn dan ook sterk. Het bot dat bij alle gewervelde dieren van de schouder naar de elleboog loopt is het opperarmbeen. Dit is altijd door middel van een kogelgewricht verbonden met het schouderblad, dus ook bij vogels. De krachtige vliegspieren hebben een groot aanhechtingsvlak nodig, daarom is dit bot aan de kant van de schouder verbreed. Het ligt dicht tegen de borstkas aan en wijst naar achter. De botten van de onderarm (de ondervleugel) lopen echter naar voren. De botjes van pols en hand wijzen op hun beurt weer naar achteren. De botten van een vleugel in rust hebben dus een Z-vorm.



Kogelgewricht
(driemasle)



In de ondervleugel zitten, zoals bij alle gewervelde dieren en dus ook bij ons, ellepijp en spaakbeen. Gewoonlijk is de ellepijp sterk ontwikkeld en is het spaakbeen betrekkelijk zwak. Bij vogels is dat precies andersom. De ellepijp draagt immers de armslagpennen en die moet dus de krachten opvangen die daarop worden uitgeoefend tijdens het vliegen. De elleboog van de vogel bestaat net als onze elleboog uit een scharniergewricht en dat betekent dat de ondervleugel slechts in één vlak kan bewegen. We hebben al eerder gezien dat bij vogels gewicht bespaard wordt onder andere door het aantal botten in vergelijking met andere gewervelde dieren te verminderen. Dat is in de hand van de vogel ook het geval. In onze pols hebben wij zeven handwortelbeentjes. Zij hebben in hun pols nog slechts twee vrije handwortelbeentjes. Daarvan scharniert er een met het spaakbeen en het ander met de ellepijp. Hun pols kan alleen bewegen in hetzelfde vlak als de

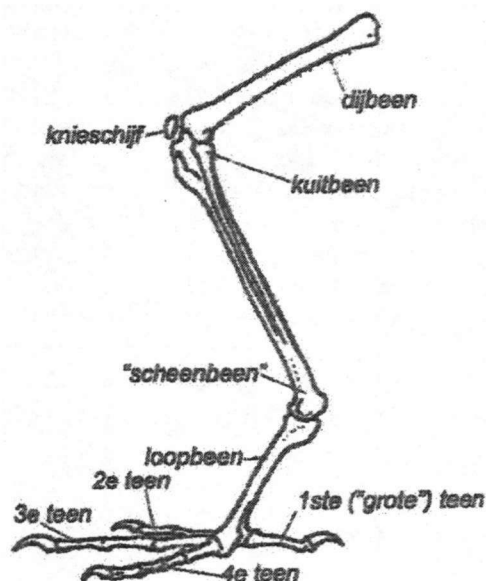
ondervleugel. Als de vogel zijn elleboog buigt, dan schuift het spaakbeen ten opzichte van de ellepijp in de richting van de pols, dat wil dus zeggen: naar voren. Het spaakbeen duwt nu tegen 'zijn' handwortelbeentje, dat aan de voorkant van de pols ligt. Dit handwortelbeentje duwt dan op zijn beurt tegen de botjes van de vogelhand. Het gevolg is dat de pols ook gaat knikken: Bij vogels buigen elleboog en pols dus altijd tegelijk! Wij hebben vijf vingers, maar bij vogels zijn slechts de resten van drie vingers terug te vinden. Direct na de handwortelbeentjes volgt een wonderlijk gevormd botje, het zogenaamde 'middenhandsbeentje'. Het bestaat uit twee cilinders die aan hun beide einden met elkaar vergroeid zijn. Het ontstaat doordat in het enkele handwortelbeentjes en de drie resterende middenhandsbeentjes vergroeien. Aan de voorrand van de vleugel, direct tegen de pols aan, is een duidelijk uitsteeksel te zien. Het bestaat uit één vingerkootje (een enkele keer uit twee) en dat

draagt een bijvleugeltje. Dit bijvleugeltje wordt algemeen het duimvleugeltje genoemd maar is het dat ook? De geleerden zijn het daar nog niet over eens. Volgens sommigen zijn de drie resterende vogelvingers namelijk de wijs-, middel- en ringvinger. Anderen houden echter vol dat het toch duim, wijs- en middelvinger zijn. Wie er ook gelijk heeft, dit vleugeltje heet het duimvleugeltje. De twee overige vingers sluiten aan tegen het middenhandsbeentje. De middelste vinger heeft doorgaans twee kootjes, de andere meestal slechts één. De handslagpenen zitten aan de middenhand en aan deze twee vingers. De verhouding in de lengtes van de drie vleugelonderdelen, bovenarm, onderarm, hand, verschilt veel bij de verschillende soorten vogels. Meestal is de onderarm het langst, zelden de bovenarm, wat vaker de hand.

Poot

Bij sommige gewervelde dieren ontbreken de achterpoten (hazelwormen, slangen, walvissen), bij vogels nooit. Het komt wel voor dat ze nauwelijks nog gebruikt worden om mee te lopen, zoals bij gierzwaluwen en albatrossen. Gierzwaluwen heten zelfs foutief of overdreven Apodidae, de pootlozen. De pijpbeenderen van de poot zijn doorgaans stevig, het hele gewicht van de vogel moet er immers op kunnen rusten. Het zwaartepunt van de vogel zit ongeveer tussen de heupgewrichten. De romp is doorgaans kort. Wat overdreven gezegd hangt de vogel in evenwicht tussen zijn dijbenen. Dat bespaart hem een hele bos spieren die hij anders nodig zou hebben om hem rechtop te houden. In de gewrichtskom van hun bekken zit de gewrichtskogel van het dijbeen. Dat dijbeen is

een dik bot dat naar voren loopt. Het is altijd korter dan het onderbeen, zo kort, dat je bij een ongeplukte vogel de knie niet kunt zien. Die knie is een scharniergewricht tussen dij-, scheen- en kuitbeen, met een knieschijf, net als bij ons. Het onderbeen, dat dus net als bij ons uit scheen- en kuitbeen bestaat, staat iets naar achter. Het kuitbeen is van boven verdikt en loopt naar beneden in een dunne punt uit. Het is in verschillende mate met het scheenbeen vergroeid en reikt nooit tot het enkelgewricht. Het scheenbeen is stevig en vergroeit al in het ei aan zijn onderende met drie voetwortelbeentjes (de mens heeft zeven van die botjes). De overige voetwortelbeentjes zijn versmolten met de onderling ook vergroeide middenvoetsbeentjes (dat zijn er bij de mens vijf) tot één lang, stevig, naar voren lopend bot: het loopbeen. Dat loopbeen is karakteristiek voor vogels, het komt alleen bij hen voor. Het enkelgewricht van de vogel bestaat dus zowel aan de kant van het onderbeen, als aan de kant van de voet uit (ex-)voetwortelbeentjes. Bij andere gewervelde dieren zit dit gewricht tussen enerzijds scheen- en kuitbeen en anderzijds (enige van) de voetwortelbeentjes. Bovenbeen en onderbeen en loopbeen vormen samen min of meer een omgekeerde Z. Door die vorm kunnen schokken enigszins opgevangen worden, het geeft enige vering. De rug-



gengraat van de vogel is immers recht en stijf en dus ongeschikt om schokken op te vangen. Bij ons kan de ruggengraat dat wel doordat hij soepel en S-vormig is.

Bij vogels ontbreekt de vijfde (kleine) teen altijd. Soms zijn er maar drie tenen, zoals er ook maar drie vingers zijn. Struisvogels hebben er nog maar twee, als uiterste aanpassing aan hun lopende, niet vliegende levenswijze. Minder tenen geeft namelijk minder aanrakingsvlak met de grond en dat maakt harder lopen mogelijk. De overige loopvogels zijn nog niet zo ver aangepast. (Een soortgelijke vermindering van het aantal tenen om dezelfde reden zien we ook binnen de groep van de hoefdieren: het paard met nog maar één teen). Het aantal teenkootjes is doorgaans van binnen (grote teen) naar buiten twee, drie, vier en vijf, daar zijn echter verschrikkelijk veel uitzonderingen op. Meestal is de derde teen de langste, ook al heeft die een kootje minder dan de vierde. Gewoonlijk staat de bin-

nenste (grote) teen naar achteren, soms half (aalscholver), soms helemaal. Hij kan in het zelfde vlak zitten als de andere tenen, maar ook iets hoger zodat alleen de klauw de grond raakt. Soms zit hij zelfs nog hoger aan het loopbeen. Soms keert de buitenste (kleine) teen zich ook naar achter (papegaaien, spechten). Soms is het een zogenaamde keerteen die

door de vogel naar behoefte naar voren of naar achteren gedraaid kan worden. Er zijn grote verschillen in de lengteverhoudingen tussen de onderdelen van de poot. Vergelijk bijvoorbeeld maar eens papegaaien en steltlopers. De afwijkingen in het geraamte van vogels in vergelijking met bijvoorbeeld de mens, zijn meestal te verklaren als aanpas-

singen aan het vliegen. Het vermogen te vliegen is die aanpassing waard. Juist daardoor zijn de vogels zo'n succesrijke diergroep, die vrijwel overal, in alle mogelijke leefgebieden voorkomt. Tegelijkertijd vereist vliegen enorme investeringen. Daarom hebben sommige soorten, in leefomgevingen waar dat veilig kon, het vliegen er weer aan gegeven.