

This item is the archived peer-reviewed author-version of:

(Dan toch) geen schokabsorptie bij spechten

Reference:

Van Wassenbergh Sam.- (Dan toch) geen schokabsorptie bij spechten

Nederlands tijdschrift voor natuurkunde : A / Nederlandse Natuurkundige Vereniging [Amsterdam]- ISSN 0378-6374 - 89:7(2023), p. 18-21

To cite this reference: <https://hdl.handle.net/10067/2024000151162165141>

1 (Dan toch) geen schokabsorptie bij spechten

2
3 **Spechten hameren hun snavel tegen bomen om voedsel te vinden door stukken schors weg te**
4 **slaan, om nestgaten in stammen te graven, of om trommelende geluiden te maken. Hoe komt het**
5 **dat spechten geen hersenschade krijgen van dit gehamer? Analyses van de impactfase van**
6 **hamerende spechten weerleggen het idee dat er schokdempers actief zijn in hun kop. Desondanks**
7 **zijn hun hersenen behoorlijk veilig.**

8
9 “Spechten hebben gespecialiseerde schokabsorberende structuren in hun schedel om hun hersenen
10 niet te kwetsen tijdens het pikken”. De meesten onder ons hebben een soortgelijke bewering al ergens
11 gehoord of gelezen. Je vindt ze namelijk in allerlei gepopulariseerde wetenschappelijke artikelen,
12 internetblogs, informatiepanelen in dierentuinen, educatieve televisieprogramma's zoals NTR's
13 schoolTV en Het Klokhuis, en zelfs in de blockbusterfilm uit Hollywood in 2015. Menselijke
14 toeschouwers die spechten hard met hun kop tegen bomen zien rammen, snaken een zucht van
15 opluchting door het idee dat de schokgolf die zich achterwaarts verplaatst vanaf de botsende snavel
16 wordt opgevangen voordat hij de hersenen bereikt. Tijdens die klap komt hun kop echter in enkele
17 milliseconden tot stilstand. De snelheid waarmee de spechtensnavel de boom raakt is ook niet min.
18 Doorgaans ligt die rond de 20 km per uur. Als we ons in de positie van zo'n specht plaatsen en ons
19 hoofd aan zo'n snelheid recht op een boomstam zien afgaan, willen we graag een helm dragen met
20 een dikke laag schokabsorberend materiaal. Een airbag zou nog beter zijn.

21
22 De ontdekking van een zone van sponsachtig bot aan de voorzijde van de hersenen van spechten leek
23 het schokabsorptieverhaal te bevestigen (Fig. 1). Deze poreuze zone bestaat uit onderling verbonden
24 benige staven en platen met lucht ertussen. In theorie zou die zone door de botsingskrachten kunnen
25 worden samengedrukt om de schok voor de hersenen te verminderen. In het geval van een
26 voorwaarts bewegende spechtenkop die abrupt tot stilstand komt wanneer het snavelpuntje het hout
27 raakt, is deze schok een abrupte, hoge vertragingsspiek (d.w.z. een zeer korte, sterke mate van afname
28 in snelheid). De omvang van de vertraging of afremming, in feite een negatieve versnelling, wordt vaak
29 uitgedrukt in aantallen g , de versnelling door de zwaartekracht aan het aardoppervlak ($9,81 \text{ m s}^{-2}$).
30 Blootstelling van de hersenen aan hoge g 's kan leiden tot een traumatisch hersenletsel, wat we
31 kennen we onder de naam hersenschudding. In het bovenstaande scenario van schokabsorptie zou
32 het samendrukkende bot de g 's van de hersenen verminderen ten opzichte van de g 's van de snavel
33 door een deel van de bewegingsenergie van de hamerende kop te absorberen of af te voeren. De kans
34 op een hersenschudding zou daardoor verminderen.

35 Dit idee bracht ingenieurs zo'n vijftien jaar geleden ertoe om schokabsorberende materialen en
36 helmen te ontwerpen die op spechtenschedels geïnspireerd waren [1]. Een riskante missie echter,
37 want de hypothese over de absorptie van schokken door de schedel was toen nog niet getest.
38 Bovendien hadden verschillende wetenschappers jaren voordien al sterke twijfels geuit. In de jaren
39 1970 zagen Dr. Philip May en zijn medewerkers het potentieel om te leren van anatomische
40 aanpassingen bij spechten om herhaalde klappen te weerstaan, maar tegelijkertijd stelden ze zich
41 openlijk de vraag of absorptie van schokken door de snavel of schedel wel deel zou uitmaken van deze
42 reeks aanpassingen. Ze schreven [2]: "Als de snavel veel van zijn eigen impact zou absorberen, zou de
43 onfortuinlijke vogel nog harder moeten slaan." Vanuit het perspectief van een vogel gespecialiseerd
44 in het pikken zou het inderdaad ongunstig zijn om eerst de moeite te doen om voldoende
45 bewegingsenergie op te bouwen om een sterke klap aan de boom uit te delen, om direct erna een
46 deel van diezelfde kinetische energie weer te verliezen aan zijn eigen ingebouwde schokdempers. Om
47 dezelfde reden zijn hamers, als handwerktuig, met een ingebouwde schokdemper simpelweg slechte
48 hamers. Evolutionaire biologen zouden dus voorspellen dat spechten de schokdemping minimaliseren
49 om hun pikefficiëntie te maximaliseren.

50 Als onderdeel van een internationaal team heb ik getest of schokabsorptie al dan niet plaatsvindt
51 tussen de snavel en de hersenen [3]. Er werden hogesnelheidsvideo's opgenomen van drie soorten
52 spechten tijdens het pikken. In Europa werden video's gemaakt in vier verschillende dierentuinen
53 waar ze een zwarte specht (*Dryocopus martius*) of grote bonte specht (*Dendrocopos major*) in een
54 volière zitten hadden. In Canada werden twee Noord-Amerikaanse helmspechten (*Dryocopus*
55 *pileatus*) korte tijd in het laboratorium gehouden. Op de videobeelden herkenningpunten getraceerd
56 en werd de piekvertraging bij de botsing berekend, net als bij crashtests met auto's (fig. 2). Deze
57 punten waren twee vlekken op de snavel, het oog, en voor de helmspechten ook nog een kleine witte
58 stip op de huid die de hersenpan bedekt (Fig. 2). Voor die laatste twee punten kunnen we ervan
59 uitgaan dat ze de beweging van de voorkant van de hersenpan meevolgen. Vertragingprofielen
60 werden vergeleken tussen de getraceerde punten op de snavel en de hersenpan voor meer dan
61 honderd klappen.

62
63 Onze resultaten toonden consequent geen verminderde vertraging van de hersenpan in vergelijking
64 met die van de snavel (fig. 2). Er vindt dus geen damping plaats tussen deze twee plaatsen op de kop
65 door middel van, bijvoorbeeld, sponsachtige botcompressie [3]. De kop van de specht functioneert
66 dus als een stijve hamer tijdens het pikken en niet als een schokdemper. Biomechanische
67 modelberekeningen toonden verder aan dat schokabsorptie in de schedel zou hebben geleid tot een
68 vermindering van de houtpenetratiediepte door de snavel bij een gegeven impactsnelheid van de kop.
69 Hoewel een dergelijke ingebouwde demper dan de g 's van de hersenen enigszins zou verminderen,
70 zou het toch een verspilling van energie zijn: hetzelfde houthakresultaat met net zoveel verminderde
71 g 's van de hersenen kan veel eenvoudiger worden bereikt als de vogel de boom wat zachter raakt. Op
72 grond van deze gegevens kunnen we concluderen dat de waargenomen minimalisering van de
73 schedelschokdemping een logisch resultaat is van aanpassing door natuurlijke selectie bij vogels die
74 een levenswijze hebben ontwikkeld waarbij efficiënt pikken in hout centraal staat.

75 Maar hoe beschermen spechten dan hun hersenen tegen verwondingen als er geen schokabsorptie in
76 de schedel is? Uit onze gegevens blijkt dat de hersenen van spechten worden blootgesteld aan
77 vertragingen tot 400 g . Dit ligt ver boven de waarde van 135 g , de geschatte drempelwaarde voor
78 hersenschuddingen bij mensen. Waarom beschadigen spechten hun hersenen dan niet? Het
79 antwoord ligt in het verschil in grootte tussen de hersenen van spechten en die van mensen. Een
80 studie van Lorna Gibson uit 2006 wees hierop [4]. Om g te vertalen naar " g -kracht" moeten we
81 rekening houden met de tweede bewegingswet van Newton (die stelt dat kracht gelijk is aan massa
82 maal versnelling) en dus rekening houden met het feit dat de hersenmassa bij spechten aanzienlijk
83 lager is. Als we de kracht normaliseren tot kracht per oppervlakte (= druk) en dezelfde bewerking
84 uitvoeren op de rechterkant van Newton's vergelijking, wordt duidelijk dat de druk in de hersenen
85 onder zijn eigen versnelling (of vertraging) evenredig is met het aantal g , de massadichtheid van het
86 hersenweefsel, en de hersenlengte (= hersenvolume gedeeld door oppervlakte). De relevante
87 hersenlengte is hier de lengte van de hersenen in de richting van de hamerbeweging. Met ruwweg 7
88 keer kortere hersenen dan die van de mens, zou de vertragingdrempel van een specht voor
89 hersenschuddingen bijna 1000 g moeten bedragen. De vogels hebben dus nog een redelijke
90 veiligheidsmarge, wat nuttig is wanneer zij bijvoorbeeld per ongeluk een materiaal zouden raken dat
91 zich stijver gedraagt dan ze verwacht hadden (fig. 3). Anderzijds kan de relatie tussen hersendruk en
92 hersenlengte verklaren waarom er geen reuzenspechten bestaan die veel diepere gaten kunnen boren
93 dan die van de soorten die we nu kennen.

94 Het onderwerp van de schokabsorptie bij spechten is een goed voorbeeld van hoe ideeën of
95 hypothesen zich kunnen verspreiden tot algemene overtuigingen, zelfs zonder wetenschappelijk
96 bewijs. De combinatie van een spectaculair gedrag dat veel media-aandacht krijgt, mechanische
97 misvattingen tussen g en g -kracht, en een nauw, menselijk perspectief op aanpassingen ter
98 bescherming van hersentrauma's als het gaat om botsingen met het hoofd, heeft geleid tot een moet-
99 wel-waar-zijn gevoel over ongetoetste ideeën die op het eerste gezicht aannemelijk lijken. De

100 combinatie van deze factoren heeft er waarschijnlijk toe geleid dat de schokabsorptiehypothese zich
101 heeft ontwikkeld tot een mythe. We hopen dat deze wijdverspreide overtuiging zal verdwijnen door
102 ons bewijs tegen deze mythe uit ons biomechanisch onderzoek.

103 **Dankwoord**

104 Dit onderzoek kwam tot stand in samenwerking met biomechanici Erica Ortlieb, Maja Mielke,
105 Christine Böhmer, Robert Shadwick, en Anick Abourachid.

106 **Referenties**

107 [1] S.-H. Yoon et al. *Woodpecker-inspired shock isolation by microgranular bed*. *Journal of Physics D:*
108 *Applied Physics* **42**, 035501(2009).

109 [2] P.R.A. May et al. *Woodpeckers and head injury*. *The Lancet* **307**, 454-455. (1976).

110 [3] S. Van Wassenbergh et al. *Woodpeckers minimize cranial absorption of shocks*. *Current Biology* **32**,
111 3189–3194 (2022).

112 [4] L.J. Gibson. *Woodpecker pecking: How woodpeckers avoid brain injury*. *Journal of Zoology* **270**,
113 462–465. (2006)

114 **Sam Van Wassenbergh** is onderzoeksprofessor aan het laboratorium Functionele Morfologie van de
115 Universiteit Antwerpen in België. Zijn werk richt zich voornamelijk op de studie van de mechanica
116 van spierbotsystemen in de kop van gewervelde dieren. sam.vanwassenbergh@uantwerpen.be

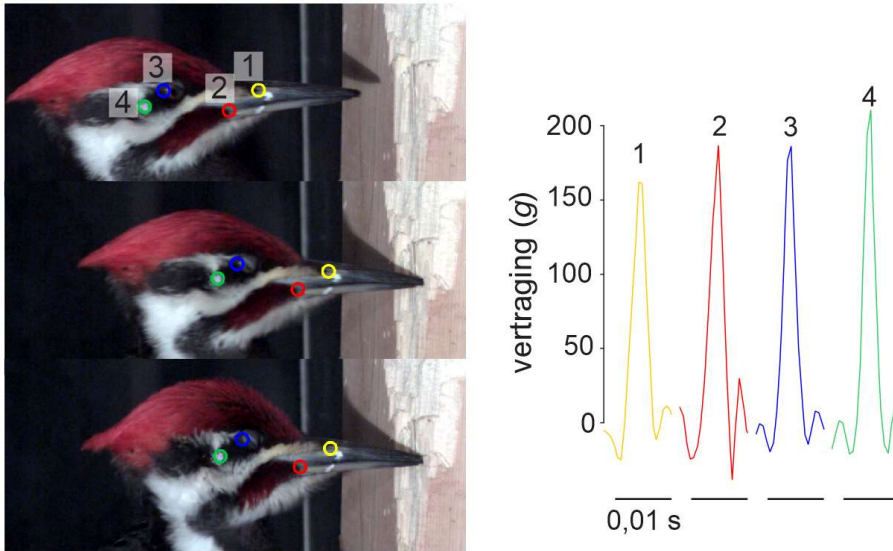
117 Figuur 1



118

119 Figuur 1. Zwarte specht met een CT-scanreconstructie van de linker schedelhelft. Het sponsachtige
120 bot op de grens tussen de snavel en de schedel is in de cirkel weergegeven. Deze structuur werd
121 verondersteld als schokdemper te dienen.

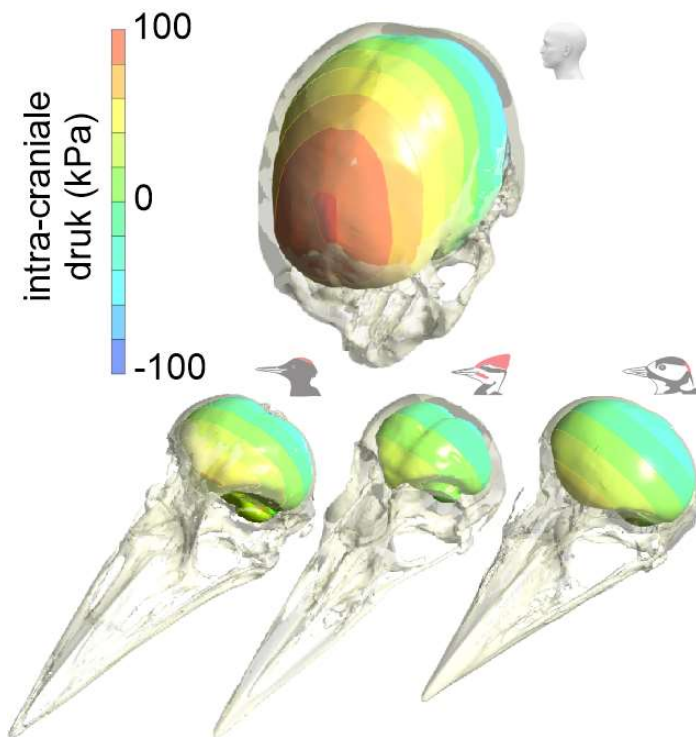
122 Figuur 2



123

124 Figuur 2. Impactanalyse bij spechten. De positie van twee punten op de hersenpan (3 en 4; blauw en
125 groen) die werd gevolgd met behulp van hogesnelheidsvideo's en vergeleken met die op de snavel
126 (1 en 2; geel en rood) om te zien in hoeverre hun vertraging verschilt. De grafiek rechts toont voor
127 één representatief voorbeeld dat er in de video's geen schokvermindering te meten is in de
128 vertragingprofielen van punten 3 en 4 ten opzichte van 1 en 2. De hele kop, inclusief de snavel en
129 de hersenen, komt in nagenoeg hetzelfde tempo tot stilstand. Bron [3].

130 Figuur 3



131

132 Figuur 3. De resultaten van een simulatie van de druk in de hersenholte in laten zien dat zelfs de
133 sterkste vertragingen van de vele pikbewegingen die werden geanalyseerd bij de drie soorten (van
134 links naar rechts: zwarte specht, bonte specht en grote bonte specht) moeten leiden tot drukken die
135 beduidend lager zijn dan die in een menselijk brein met de lichtste hersenschudding. De kortere
136 lengte van de hersenen bij spechten in vergelijking met mensen laat sterkere afremming toe zonder
137 de drempelwaarden in intracraniale druk voor hersenschuddingen te overschrijden. Bron [3].