



De bescheiden economische waarde van biodiversiteit

Auteur(s):

Bulte, E.H.
Soest, D.P. van
Economische faculteit, Katholieke Universiteit Brabant.

Verschenen in:

ESB, 84e jaargang, nr. 4190, pagina 124, 19 februari 1999

Rubriek:**Trefwoord(en):**

milieu

Over het aantal soorten organismen dat op aarde voorkomt en door menselijk toedoen uitsterft, bestaat grote onzekerheid. Vanuit economisch perspectief blijkt deze onzekerheid er echter weinig toe te doen. Als we de farmaceutische waarde van een soort nemen als benadering voor het welvaartsverlies door uitsterven, dan is verhevigde beleidsinspanning voor behoud van biodiversiteit niet te rechtvaardigen.

Bijna twee miljoen verschillende soorten organismen zijn bekend bij 'de wetenschap', maar biologen twijfelen er niet aan dat het totale aantal soorten op onze planeet een veelvoud van dit aantal bedraagt. De schattingen over het totale aantal soorten waarmee we de aarde delen, bekend en vooralsnog onbekend, lopen uiteen van enkele miljoenen tot niet minder dan honderd miljoen. Al deze schattingen zijn gebaseerd op één of andere vorm van extrapolatie. Afhankelijk van de (soms extreme) aannames die biologen maken blijkt het mogelijk om tot zeer uiteenlopende aantallen te komen.

Het veronderstelde 'totaal aantal soorten op aarde' is (mede) bepalend voor schattingen omtrent het aantal soorten dat jaarlijks uitsterft. Grofweg gezegd vertaalt een royale schatting van het totale aantal soorten zich in uitbundige extinctie-scenario's. Als we durven aan te nemen dat vijftig miljoen verschillende soorten organismen een thuis vinden in het tropische regenwoud, dan vertaalt een gegeven ontbossingssnelheid zich automatisch in een hoger aantal 'verdoemde soorten' dan wanneer we aannemen dat het bos slechts vijf miljoen soorten huisvest. Aangezien vraagstukken betreffende de bescherming van biodiversiteit en het uitsterven van soorten hoog op de politieke agenda staan, lijkt onzekerheid over het totale aantal soorten directe implicaties te hebben voor beleid.

In dit artikel behandelen we de economische waarde (kosten) van het beschermen (uitsterven) van soorten. Het aantal soorten dat uitsterft koppelen we aan de ontbossingssnelheid. We berekenen slechts de farmaceutische waarde van soorten, en zien eventuele andere economische waarden van dier- en plantensoorten over het hoofd (hier komen we later op terug). Dit betekent waarschijnlijk dat we de totale economische waarde van biodiversiteit onderschatten. De farmaceutische waarde wordt echter vaak genoemd als een belangrijke (of zelfs de meest belangrijke) component van de totale waarde van biodiversiteit¹. Ook beleidsmakers erkennen het belang van farmaceutische waarde. In het *Regeringsstandpunt Tropische Regenwouden* onderscheidt de Nederlandse overheid bijvoorbeeld een aantal 'functies' van tropische bossen, en wordt expliciet ingegaan op het belang van tropische bossen bij het beschermen van biodiversiteit². Een belangrijke overweging hiertoe is het bos als een "reservoir en bron van genetische informatie, geneesmiddelen en andere stoffen"³.

In wat volgt berekenen we de waarde van de 'marginale soort' voor verschillende veronderstellingen met betrekking tot het totale aantal soorten, ons aangereikt door biologen. Dit stelt ons in staat om een tweetal vragen te beantwoorden.

» heeft onzekerheid over het aantal soorten dat jaarlijks uitsterft, economische gevolgen? Met andere woorden, zijn scenario's waarin slechts tien soorten uitsterven vanuit economisch perspectief altijd te verkiezen boven de situatie waarin niet minder dan honderdduizend soorten uitsterven?

» wat zijn de kosten verbonden aan het uitsterven van soorten?

Deze laatste vraag is met name voor beleidsmakers interessant, aangezien er vaak reële kosten verbonden zijn aan bescherming van biodiversiteit. Het opzij zetten van ecosystemen (zoals tropisch regenwoud) als natuurlijk habitat voor soorten betekent immers dat hetzelfde land niet gebruikt kan worden als, bijvoorbeeld, landbouwgrond. Voordat we overgaan tot ons economische model bespreken we kort enkele biologische achtergronden die van belang zijn voor het biodiversiteitsvraagstuk.

Hoeveel soorten bestaan er?

Zoals we boven hebben gesteld, lopen schattingen omtrent het totale aantal soorten op aarde behoorlijk uiteen. De volgende case study geeft een beeld van hoe tot een schatting wordt gekomen.

Biologen hebben getracht om het totale aantal insecten op aarde te schatten⁴. Hiertoe maakten zij gebruik van de volgende twee feiten. Ten eerste bestaan redelijke schattingen van het totale aantal insecten voor sommige streken (bijvoorbeeld voor het Verenigd Koninkrijk

of Nederland), terwijl het aantal insecten voor andere streken (met name in de tropen) min of meer een raadsel is. Ten tweede is het bekend dat sommige taxonomische groepen beter beschreven zijn dan andere. Over de hele wereld zijn bijvoorbeeld vlinderfanaten te vinden, en daarom is het aantal vlindersoorten wereldwijd redelijk bekend. In ieder geval een stuk beter dan, zeg, het aantal kever- of wespesoorten. Nu is het een kwestie van combineren van deze feiten.

In het Verenigd Koninkrijk zijn 67 verschillende soorten vlinders bekend, en ongeveer 22.000 soorten insecten in het algemeen. De verhouding insect/vlinder (22.000/67) is dus ongeveer 328 in het VK. Wereldwijd zijn pakweg 17.500 vlinders beschreven. Als we er vanuit gaan dat er 20.000 vlinders op aarde bestaan, en als we ervan gaan dat de verhouding insect/vlinder in het VK een redelijke schatter is van deze verhouding op wereldschaal, dan bedraagt het totale aantal insecten op aarde dus 328 maal 20.000 is 6,5 miljoen. Andere onderzoekers hebben andere taxonomische groepen uit andere windstreken bestudeerd (en dus andere vermenigvuldigingsfactoren gebruikt), en komen tot bepalingen die een factor tien of meer kunnen afwijken van de bovenstaande. Sommige biologen schatten het aantal insecten wereldwijd op niet minder dan tachtig miljoen.

Hoeveel soorten sterven uit?

Over het aantal soorten dat door menselijk toedoen uitsterft, doen regelmatig doemverhalen de ronde. Door de vernietiging van habitat, overbejaging of introductie van 'exotische soorten' (bijvoorbeeld ratten) is de mens verantwoordelijk voor het uitsterven van duizenden soorten per jaar, zo gaat het verhaal. Enkele prominente biologen betogen zelfs dat ieder jaar niet minder dan honderdduizend soorten over de kling worden gejaagd⁵. Welke basis bestaat er voor dergelijke schattingen?

Bijna alle literatuur over afname van de biodiversiteit maakt gebruik van de zogenaamde 'species-area curve'. Deze beschrijft het concave verband tussen het oppervlakte van een natuurgebied en het aantal soorten dat er voorkomt (zie kader). De relatie is vooral gebaseerd op empirisch werk op eilanden van verschillende omvang. Er is ontdekt dat over het algemeen op grotere eilanden meer soorten voorkomen, maar dat de toename van het aantal soorten geen gelijke pas houdt met toename van de grootte van het eiland. Indien we aannemen dat natuurgebieden vergelijkbaar zijn met eilanden en dat de curve het aantal soorten dat in een natuurgebied leeft adequaat weergeeft, dan kunnen we de relatie ook gebruiken om het aantal soorten te berekenen dat uitsterft wanneer we het natuurgebied verkleinen.

Met behulp van deze methode kunnen biologen, becijferen dat duizenden tot tienduizenden (afhankelijk van de gemaakte aannames) soorten zullen uitsterven bij de huidige ontbossingssnelheid.

Hoe verhouden zulke extinctie-scenario's zich tot het aantal gedocumenteerde soorten dat uitsterft? Sinds 1600 is het uitsterven van ongeveer 1200 soorten gedocumenteerd (ongeveer 600 planten- en 600 diersoorten), dus gemiddeld praten we over bijna drie soorten per jaar⁶. Dit aantal is redelijk in overeenstemming met wat paleontologen als de natuurlijke 'achtergrondnelheid van uitsterven' beschouwen. Studies van fossielen geven aan dat de gemiddelde soort ongeveer twee miljoen jaren 'meegaat'. Gegeven het feit dat ongeveer twee miljoen soorten beschreven zijn kunnen we dus verwachten dat er, gemiddeld gesproken, ieder jaar eentje verdwijnt. Zo beschouwd lijkt het alsof er niet veel aan de hand is.

Er is dus een sterke divergentie tussen de schattingen van het aantal soorten dat uitsterft en de waarnemingen over de afgelopen vierhonderd jaar. Afhankelijk van de persoonlijke overtuiging van de betreffende onderzoeker kan het biodiversiteitsvraagstuk gebagatelliseerd of zwaar overdreven worden. De vraag is nu in hoeverre deze biologische inzichten en feiten belangrijke implicaties hebben voor economen en beleidsmakers.

Relatie tussen gebiedsomvang en aantal soorten

De zogenaamde 'species area curve' beschrijft het verband tussen de oppervlakte van een natuurgebied en het aantal soorten dat er voorkomt. Dit verband verloopt concaaf; dat wil zeggen dat het aantal soorten minder dan evenredig toeneemt met de omvang van het gebied. Empirische studies suggereren dat het verband de volgende vorm heeft: $N_t = a(O_t)^b$. Hierin is O de oppervlakte van een gebied en N het aantal soorten. Uiteraard zijn de parameters a en b positief (en is b uit hoofde van concaviteit < 1). Onderschriften verwijzen naar de situatie op een bepaald tijdstip t . Het aantal soorten dat we aantreffen in periode 1, hangt samen met het percentage van een natuurgebied dat ten opzichte van een eerdere periode nog onaantast is en wordt gevonden met behulp van de volgende relatie: $N_1 = (O_1/O_0)^b N_0$ waarbij onderschriften wederom refereren aan tijdstippen⁷. Met behulp van deze gegevens is nu ook na te gaan hoeveel soorten als gevolg van aantasting van een natuurgebied uitsterven van periode op periode. Het aantal uitgestorven soorten (D) is te vinden met de volgende formule: $D = N_0 - N_1 = N_0[1 - (O_1/O_0)^b]$.

Een rekenvoorbeeld kan een en ander verduidelijken. Veronderstel dat er wereldwijd 10 miljoen soorten organismen voorkomen, en dat 2/3 van het aantal soorten alleen te vinden is in tropische bossen (6,67 miljoen soorten). We kunnen met behulp van satellieten en dergelijke waarnemen dat jaarlijks 0,8% van het bos gekapt of verbrand wordt⁸. Indien we aannemen dat $b = 0,25$ (een redelijke schatting volgens veel modellen), dan kunnen we berekenen hoeveel soorten er uitsterven als gevolg van ontbossing. Volgend jaar is het aantal soorten afgenomen tot $N_1 = 6,67 \times 10^6 [1 - 0,008]^{0,25} = 6,657$ miljoen. De curve voorspelt dus dat niet minder dan 13.500 soorten uitgestorven zijn in een jaar. Het rekenvoorbeeld maakt ook duidelijk dat de ramingen omtrent het aantal soorten dat uitsterft erg gevoelig zijn voor de oorspronkelijke aannames die men maakt. Zouden we bijvoorbeeld hebben aangenomen dat het aantal soorten op aarde 100 miljoen bedraagt, dan geldt voor het bovenstaande voorbeeld zelfs dat 135.000 soorten uitsterven; een enorme ecologische crisis.

Hoeveel is een soort waard?

Het uitsterven van soorten brengt economische kosten met zich mee. Een belangrijke component van deze kosten die de laatste jaren in het centrum van de belangstelling heeft gestaan is de farmaceutische waarde van de genetische informatie die verloren gaat. Wie weet

herbergen sommige levensvormen wel een medicijn tegen kanker, AIDS of ebola. Hoe hoger dus de (geschatte) aantallen verloren gegane soorten, hoe groter de potentiële welvaartsverliezen.

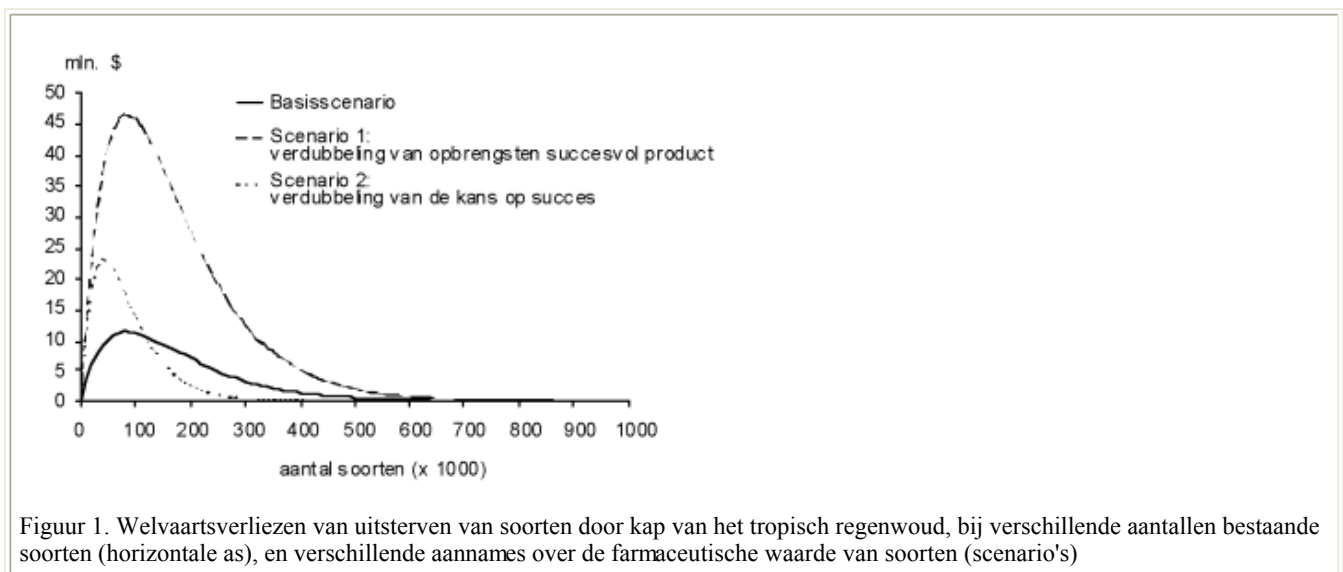
Simpson c.s. hebben geprobeerd de farmaceutische waarde van de marginale soort theoretisch en empirisch te bepalen⁹. Zij drukken de farmaceutische waarde van soorten uit als een functie van (i) de kans op succesvol testen, (ii) de verwachte opbrengst per succesvol product, (iii) de kosten verbonden aan testen (bijvoorbeeld R&D-uitgaven), en (iv) de toename van de vraag naar nieuwe geneesmiddelen als de tijd verstrijkt, bijvoorbeeld als geneesmiddel tegen nieuwe infectieziekten die de kop op kunnen steken in de toekomst. Verder is verondersteld dat alle soorten een gelijke kans bieden om een succesvolle applicatie te ontwikkelen¹⁰.

Wanneer we de farmaceutische waarde van soorten aan de marge afzetten tegen schattingen van het totale aantal soorten, dan vinden we (wellicht weinig verrassend) een monotoon dalende curve. De verwachte waarde van een extra soort is hoog als er slechts weinig soorten bestaan. Naarmate het aantal beschikbare soorten toeneemt zal de marginale waarde van een extra soort dalen. Dit is het logische gevolg van 'overtolligheid van genetische informatie' (zie ook de bijdrage in 'uit de vakliteratuur'). Als er meer soorten bestaan neemt de kans af dat de genetische informatie van afzonderlijke soorten uniek is. Omdat het ontwikkelen van een geneesmiddel voor de tweede of derde keer veel minder oplevert dan de eerste doorbraak, zijn soorten meer waard naarmate ze minder genetische informatie delen met andere soorten.

Welvaartsverliezen

Gebruik makend van het model en de parameterwaarden van Simpson c.s., kunnen we berekenen of voorspellingen waarin meer soorten uitsterven grotere welvaartsverliezen impliceren. Dit is van belang voor de vraag of onzekerheid met betrekking tot 's werelds soortenrijkdom betekent dat natuurbehoud (nog) hoger op de politieke agenda zou moeten staan. We berekenen de totale farmaceutische kosten die gepaard gaan met het uitsterven van dier- en plantensoorten als gevolg van een gegeven jaarlijkse ontbossingssnelheid van 0,8%, hetgeen overeenkomt met de huidige ontbossingstempo in de tropen. Gegeven deze ontbossingssnelheid bepalen we eerst met behulp van de species area curve (en de in het kader gegeven waarden voor parameters a en b) het aantal soorten dat uit zal sterven voor elke mogelijke inschatting van de totale biodiversiteit op aarde (dat wil zeggen, we laten het oorspronkelijke aantal soorten variëren van 0 tot 100 miljoen). Vervolgens bepalen we met behulp van het model van Simpson en co-auteurs de totale farmaceutische kosten die het uitsterven van deze soorten met zich meebrengt.

figuur 1 toont het verband tussen de hoogte van de biodiversiteitsschattingen en het welvaartsverlies als gevolg van een jaarlijkse ontbossingssnelheid van 0,8%. De farmaceutische kosten zijn gelijk aan de marginale opbrengst die verloren gaat. Er zijn drie scenario's weergegeven. Het basisscenario maakt gebruik van de originele parameterwaarden zoals die zijn gebruikt door Simpson c.s.¹¹; de andere twee scenario's zijn gebaseerd op een verdubbeling van de opbrengsten van succesvolle farmaceutische toepassingen (scenario 1) en van de kans op een succesvolle toepassing (scenario 2).



Figuur 1. Welvaartsverliezen van uitsterven van soorten door kap van het tropisch regenwoud, bij verschillende aantallen bestaande soorten (horizontale as), en verschillende aannames over de farmaceutische waarde van soorten (scenario's)

De resultaten van het basisscenario zijn als volgt: welvaartsverliezen als gevolg van ontbossing (en derhalve van het hierdoor opgetreden verlies van soortenrijkdom) in farmaceutische termen zijn verwaarloosbaar klein voor zowel hoge als lage schattingen van de soortenrijkdom. Alleen voor gematigd hoge schattingen zijn de kosten van ontbossing substantieel. De redenering is als volgt. Enerzijds is bij lage inschattingen van de soortenrijkdom het aantal diersoorten dat verloren gaat (zeer) gering. Voor hoge inschattingen, anderzijds, betekent ontbossing dat veel soorten verloren gaan. Maar in dat geval is de voorraad genetische informatie eveneens groot, waardoor de kans dat met het verdwijnen van een soort uniek genetisch materiaal verloren gaat, relatief klein is.

Verdubbeling van twee belangrijke parameters (de kans op een succesvolle toepassing en de opbrengsten daarvan) verandert het algemene beeld nauwelijks: alleen als de soortenrijkdom tussen de 20.000 en 500.000 soorten ligt, zijn de gederfde opbrengsten in farmaceutische toepassingen substantieel. Als we die aantallen vergelijken met de schattingen die in de wetenschappelijke literatuur de ronde doen (tussen de 4 en 100 miljoen soorten), is het duidelijk dat het optimistisch inschatten van soortenrijkdom (en dus het pessimistisch inschatten van het jaarlijks aantal uitstervingen) weinig zoden aan de dijk zet: de farmaceutische kosten zijn nagenoeg nul.

Conclusies

In dit artikel hebben we geprobeerd enkele belangrijke inzichten uit de biologie toe te passen in een economisch model. Op basis van

onze numerieke resultaten trekken we de conclusie dat onzekerheid over het totale aantal soorten op aarde vanuit een economisch perspectief niet erg belangrijk is. Alhoewel biologische modellen aangeven dat het geschatte aantal soorten op aarde in belangrijke mate bepalen hoeveel soorten uitsterven, blijken de gedeelde farmaceutische kosten verbonden aan het uitsterven van soorten vrijwel constant voor zelfs de meest extreme inschattingen van de soortenrijkdom. We concluderen dat deze farmaceutische kosten verwaarloosbaar klein zijn voor alle realistische scenario's.

Naast de waarde van biodiversiteit voor de farmaceutische industrie noemt de Nederlandse overheid ook expliciet het belang van biodiversiteit voor toekomstig landbouwkundig onderzoek ¹². We verwachten dat de waarde van genetische informatie voor landbouwkundig onderzoek aan de marge vergelijkbaar laag is.

Betekent dit dat alle aandacht voor de 'biodiversiteits-crisis' verspilde moeite is? Hoeven we geen moeite te doen om het uitsterven van soorten te voorkomen? Hierover willen we twee dingen opmerken. Ten eerste hebben we in deze analyse alleen gekeken naar de farmaceutische waarde van soorten terwijl de (milieu)economische theorie suggereert dat het beschermen van (bepaalde) soorten nog andere antropocentrische 'baten' op kan leveren. Een heel beperkt aantal soorten zal bijvoorbeeld door de mens geëxploiteerd kunnen worden voor andere doeleinden dan farmacie. Het is ook mogelijk dat mensen simpelweg 'nut' ontleen aan de wetenschap dat soorten bestaan, hoewel dit niet goed voorstelbaar is voor het merendeel van de (op dit moment) onbekende soorten. Bovendien kan opgemerkt worden dat het overgrote merendeel van de (thans onbekende) soorten een extreem lage aaibaarheidsfactor heeft. Tot slot, vaak wordt verondersteld dat biodiversiteit een bijdrage levert aan de stabiliteit van ecosystemen en dergelijke, alhoewel hier zeker ook het laatste woord nog niet over gesproken is ¹³.

Ten tweede zullen veel mensen zich ongemakkelijk voelen bij het idee dat het antropocentrische etiket 'economisch waardeloos' voldoende reden is om andere soorten op te ruimen. (Milieu-)economische modellen raken regelmatig aan ethische vraagstukken, en het onderwerp biodiversiteit ligt bij uitstek gevoelig aangezien het direct het voortbestaan van andere levensvormen betreft. Maar dan moet de discussie over biodiversiteit wel zuiver gevoerd worden, zonder oneigenlijke argumenten. Te vaak wordt nog betoogd dat beschermen van biodiversiteit te rechtvaardigen is met behulp van conventionele economische modellen. Daarmee doen biologen hun zaak wellicht geen goed

1 L. Leakey en R. Lewin, *The sixth extinction*, Weidenfeld & Nicholson, Londen, 1995; D. Moran en D. Pearce, *The economics of biodiversity*, in: T. Tietenberg and H. Folmer (red.) *International yearbook of environmental and resource economics: A survey of current issues*, Edward Elgar, Aldershot, 1996.

2 Zie ook E. H. Bulte en D. van Soest, *Ontbossing en de handel in tropisch hardhout*, *ESB*, 22 november 1994, blz. 1044-1047.

3 Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, *The Dutch Government's policy paper on tropical rainforests*, blz. 75, Den Haag, 1992.

4 Dit voorbeeld is ontleend aan C. Mann en M.L. Plummer, *Noah's choice*, Alfred A. Knopf, New York, 1995. Dit boek bevat meerdere, vergelijkbare voorbeelden van biodiversiteitsschattingen.

5 Zie bijvoorbeeld Leakey en Lewin, 1995, op.cit., en P.R. Ehrlich en E.O. Wilson, *Biodiversity studies: science and policy*, *Science*, nr. 253, 1991, blz. 758-762.

6 Zie S.R. Edwards, *Conserving biodiversity*, in: R. Bailey (ed.), *The true state of the planet*, The Free Press, New York, 1995.

7 S.L. Pimm, G.J. Russell, J.L. Gittleman en T.M. Brooks, *The future of biodiversity*, *Science*, nr. 269, 1995, blz. 347-350.

8 Food and Agricultural Organization of the United Nations, *State of the world's forests*, Rome, 1997.

9 R.D. Simpson, R.A. Sedjo en J.W. Reid, *Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research*, *Journal of Political Economy*, 1996, nr. 104, blz. 163-185.

10 Dit is uiteraard een versimpeling van de werkelijkheid. Voor een wellicht realistischer model, zie M.L. Weitzman, *The Noah's ark problem*, *Econometrica*, 1998, nr. 6, blz. 1279-1298.

11 De parameterwaarden zijn als volgt. De opbrengst van een succesvolle toepassing in de farmaceutische industrie is 450 miljoen dollar; de testkosten zijn 3600 dollar; het verwachte aantal nieuwe ziekten dat jaarlijks wordt ontdekt waar een medicijn voor gevonden dient te worden, is 10,52; de kans dat een waardevolle toepassing wordt gevonden is 0,0012%; en de verdisconteringsfactor is 10%.

12 Ministerie Van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, op.cit., blz. 75.

13 Y. Baskin, *Ecologists dare to ask: How much does biodiversity matter?*, *Science*, 1994, nr. 264, blz. 202-203.