

32/446 (672)
2^e ex.

De gebruikswaarde van biodiversiteit

De betekenis van biodiversiteit voor een aantal gebruiksfuncties en economische sectoren in Nederland

J.A. Klijn (red.)

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 672

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1999

LSngbbqsz

REFERAAT

Klijn, J.A. (red.), 1999. *De gebruikswaarde van biodiversiteit; de betekenis van biodiversiteit voor een aantal gebruiksfuncties en economische sectoren in Nederland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 672. 163 blz. 1 fig.; 57 tab.; 189 ref.

Biodiversiteit, d.w.z. de biologische variatie op genetisch-, soorts- en ecosysteemniveau, heeft een groot aantal waarden. In het rapport zijn de directe en indirecte gebruikswaarden onderzocht en waar mogelijk in economische termen uitgedrukt. Zo is de betekenis van agrobiodiversiteit in genenbanken en bij de natuurlijke bestrijding van ziekten en plagen onderzocht, zijn de sectoren bosbouw en visserij in kaart gebracht, de farmaceutische sector, het uitgaand toerisme, de zelfreiniging van water en bodem, alsmede onderzoek en educatie. In het rapport worden mogelijkheden en moeilijkheden om gebruikswaarden van biodiversiteit aan te geven kritisch besproken. Indirecte en toekomstwaarden blijken moeilijk in harde termen aan te geven. Niettemin blijkt de directe, actuele economische betekenis van biodiversiteit al zeer groot te zijn, zowel gerekend naar baten als naar werkgelegenheid.

Trefwoorden: Biodiversiteit, sectoren, gebruikswaarde, kosten-baten, economie

ISSN 0927-4499



© 1999 DLO Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
(SC-DLO),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Projectnummer 85183

[Rapport 672/HM/06-99]

Inhoud

Woord vooraf	9
1 Inleiding (J.A. Klijn)	11
2 Een indicatieve economische inschatting voor <i>ex situ</i> -collecties (A. Elings)	15
2.1 Samenvatting	15
2.2 Inleiding	15
2.2.1 Kosten van plantaardige genetische bronnen	16
2.3 Waarden van genetische bronnen	17
2.3.1 Theoretische kader	17
2.3.2 Totale opbrengsten	18
2.3.3 Directe waarden van genetische bronnen	18
2.3.4 Indirecte waarden van genetische bronnen	23
2.3.5 Optiewaarden van genetische bronnen	25
2.4 Dierlijke genetische bronnen	26
2.4.1 Kosten van AGR	27
2.4.2 Opbrengsten van AGR	28
2.5 Conclusies	29
Literatuur	33
3 Economische betekenis van biodiversiteit voor de onderdrukking van plagen en ziekten in de landbouw (W. van Wingerden & C. Booij)	41
3.1 Probleemschets.	41
3.2 Vergelijkend onderzoek naar gewasbeschermingskosten en fysieke en financiële opbrengsten in de akkerbouw in gangbare, geïntegreerde en ecologische bedrijfsvoering.	44
3.3 Gebruik en kosten van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland.	53
3.4 (Economische) kansen en bedreigingen voor de benutting van de plaag- en ziekte onderdrukkende werking van biodiversiteit, in de actuele situatie en in de toekomst.	55
3.5 Samenvatting	58
3.6 Overzichtliteratuur	59
3.7 Geïnterviewde personen	60
4 Afhankelijkheid bossector van biodiversiteit (E. Wieman & A. Olsthoorn)	61
4.1 Samenvatting	61
4.2 Karakterisering Bossector	61
4.3 Economische waarde	62
4.4 Afhankelijkheid bossector van biodiversiteit	65
4.4.1 Kosten van het beheer	65
4.4.2 Natuurproducten en hun opbrengsten	67
4.4.3 Natuurdiensten	69
4.4.4 Optiewaarde, Bestaanswaarde en Nalatenschapswaarde	71
4.5 Samenvatting en conclusies	73
4.5.1 Kerngegevens (Werkgelegenheid, omzet)	73
4.6 Literatuur	75

5	Functionele biodiversiteit en de kust- en zeevisserij (M. Leopold & N. Dankers)	79
5.1	Samenvatting	79
5.2	Omschrijving systeem	79
5.3	De waarde van de zee	81
5.4	Afhankelijkheid van de sector van biodiversiteit	82
	5.4.1 De waarde van de Nederlandse visserij	82
	5.4.2 Diversiteit van de vangst en afhankelijkheid van biodiversiteit	84
	5.4.3 Habitatsdiversiteit	85
5.5	Potentiële markten	86
	5.5.1 Markten en restricties	86
	5.5.2 Visserijbeleid: de visserij mono-thematisch bekeken	86
	5.5.3 De visserij multi-thematisch bekeken	88
5.6	Conclusies	89
5.7	Literatuur	89
5.8	Samenvatting	91
6	Biodiversiteit en de sector toerisme (A. Fluitman)	93
6.1	Inleiding	93
	6.1.1 Afbakening van het onderzoek	93
	6.1.2 De belangen van Nederland bij uitgaand toerisme	94
	6.1.3 De relatie tussen toerisme en biodiversiteit	95
	6.1.4 De beweegredenen voor toerisme	96
	6.1.5 De economische waarde van ecotoerisme	97
6.2	Waarde van biodiversiteit voor Nederlands uitgaand toerisme	97
	6.2.1 Waarderingsmethode	97
	6.2.2 Casestudie Alpen	100
	6.2.3 Casestudie Nederlandse Antillen	102
	6.2.4 Casestudie Kenia	103
	6.2.5 Veralgemening voor Nederlands uitgaand toerisme	104
6.3	Relevante ontwikkelingen	105
	6.3.1 Ontwikkelingen binnen het internationale toerisme	105
	6.3.2 Mogelijke effecten van biodiversiteitsproblemen	105
	6.3.3 Ontwikkelingen binnen het ecotoerisme	105
6.4	Conclusies en aanbevelingen	106
	6.4.1 De economische waarde van biodiversiteit voor uitgaand Nederlands toerisme	106
	6.4.2 De sociaal-culturele waarde van biodiversiteit voor uitgaand Nederlands toerisme	107
	6.4.3 De gebruikswaarde van biodiversiteit voor toerisme en recreatie in Nederland	107
6.5	Bronnen	108
7	Biodiversiteit voor de farmaceutische industrie (M. Groot & A. Breure)	111
7.1	Abstract	111
7.2	Korte beschrijving van het systeem	111
7.3	Afhankelijkheid sector van de natuur	112
7.4	Relevante potentiële markten	114

7.5	Ontwikkelingen en trends in de samenleving	118
7.6	Literatuurlijst	119
8	Maatschappelijke betekenis van biodiversiteit voor het reinigend vermogen van water en bodem (M. Groot & A. Breure)	121
8.1	Samenvatting	121
8.2	Inleiding	121
8.3	Reinigend vermogen in terrestrische bodems	122
8.4	Reinigend vermogen van oppervlaktewater	127
8.5	Literatuur	131
9	Betekenis biodiversiteit voor wetenschap en educatie (M. Groot & A. Breure)	135
9.1	Samenvatting	135
9.2	Korte beschrijving van het systeem	135
9.3	Afhankelijkheid sector van de natuur	136
9.4	Relevante potentiële markten	136
9.5	Educatie	142
9.6	Ontwikkelingen en trends in de samenleving	147
9.7	Beschrijving conclusies	148
9.8	Literatuur	149
10	De kaarten overziende; samenvatting en discussie (J. Klijn)	153
10.1	Inleiding	153
10.2	Hoe gebruikswaarde en economische waarde van biodiversiteit toe te kennen ?	153
10.3	Enkele hoofdpunten en kerngegevens m.b.t. de relatie gebruik en biodiversiteit	155
10.4	De slotsom ??	160

Woord vooraf

Biodiversiteit is na het verdrag van Rio de Janeiro in 1992 een bekender begrip geworden. Men beseft in breder kring dat er aanzienlijke risico's kleven aan het verlies aan variatie in de levende natuur en dat zulks vermeden dient te worden. Voor velen is dat terug te voeren op respect voor de natuur in de meest brede zin van het woord. Daarnaast groeit het inzicht hoe afhankelijk we zijn van de levende natuur. Bijvoorbeeld voor voedsel, geneesmiddelen, vezels, een deel van onze energie, een gezonde atmosfeer, de natuurlijke reiniging van bodem en water. Of als inspiratiebron voor kunst, wetenschap en technologie. Biodiversiteit heeft dus direct en indirect gebruikswaarde en economische betekenis. Dat is nu al duidelijk, maar biodiversiteit bergt ook een aantal onontgonnen en deels zelfs niet te bevroeden toekomstwaarden in zich.

Waarden kunnen we trachten te benoemen, het belang ervan kwantificeren en mogelijk voor een deel in economische termen uitdrukken. In deze rapportage is de gebruikswaarde van biodiversiteit verkend en zijn pogingen tot economisering uitgevoerd. De studie is uitgevoerd in opdracht van LNV in het kader van het project Biodiversiteit.

Door verschillende experts (werkzaam bij IBN-DLO; IPO-DLO, CPRO-DLO in samenwerking met ID-DLO ; bureau CREM en het RIVM) zijn kortlopende studies verricht . Deze bundelen de kennis op specifieke terreinen . Zo zijn agrarische productiesystemen op onderdelen op hun afhankelijkheid van biodiversiteit geanalyseerd, hetzelfde geldt voor de bosbouw en de visserij. Verder is gekeken naar de farmaceutische industrie: hoe afhankelijk is die van de variatie in planten en dierenwereld? Een andere sector is het internationaal toerisme. Ook die is deels afhankelijk van de variatie in de levende natuur. Wat te zeggen van de als "gratis " te beschouwen prestatie van de natuur bij de "zelfreiniging van water en bodem" . Is die betekenis aan te geven en mogelijk te kapitaliseren? Het onderzoek is zelf is trouwens ook een sector waar veel aandacht en geld aan biodiversiteit wordt besteed, evenals de sector educatie. Er zijn nogal wat arbeidsplaatsen aan verbonden en er wordt aardig wat omgezet. Bij alle analyses in dit rapport is ook gepoogd aan te geven hoe men dat in de toekomst ziet: neemt het belang van biodiversiteit toe of af ? Als voorbeeld de zich snel ontwikkelende biotechnologie, waar genetische eigenschappen, zowel van cultuurgewassen als wilde planten en van huisdieren en wilde dieren, een onvermoede bron zijn of kunnen zijn van nieuwe producten. Dat daar een werkveld van formaat ligt is duidelijk, los van de vraag of genetische manipulaties maatschappelijk altijd aanvaard zullen worden.

De voorliggende rapportage bevat *compilatiestudies*. Experts op een specifiek terrein hebben zo feitelijk en beknopt mogelijk de stand van zaken en mogelijke ontwikkelingen in kaart gebracht. Door de vraagstelling ("geef zo concreet mogelijk de gebruikswaarde / economische waarde van biodiversiteit voor een bepaalde sector of op een specifiek thema aan") zijn de andere motieven om zorgvuldig met het levende kapitaal op aarde om te gaan niet of slechts 'en passant ' aan de orde gesteld.

Maar die zijn er wel degelijk, ook voor de betrokken auteurs. Men houde dit steeds voor ogen bij lezing ! Verder geeft de bundel weliswaar een breed perspectief, maar volledigheid is niet nagestreefd .Bij de slotbeschouwing (de kaarten overziende) is dankbaar gebruik gemaakt van opmerkingen door Dr. F.R.Veeneklaas (SC-DLO).

De redacteur,
Jan Klijn

1 Inleiding

(J.A. Klijn, SC-DLO)

De betekenis van biodiversiteit

Biodiversiteit is sinds het verdrag van Rio de Janeiro (1992) een veelvuldig gehanteerd begrip geworden. De landen die de conventie ondertekenden hebben zich verplicht de biodiversiteit op aarde te bewaren, een duurzaam gebruik en een billijke verdeling van de voordelen van dat gebruik na te streven.

Ook is in het verdrag veel zorg besteed aan het scherp definiëren van het begrip biodiversiteit. Dit begrip (ook wel biologische diversiteit) wordt omschreven als: “de variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, onder andere, terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat mede de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen”.

Het gaat dus om genetische variatie binnen één soort, om de soortenrijkdom en om de verscheidenheid in ecosystemen over de gehele wereld. En - voor alle duidelijkheid -, het gaat zowel om wilde soorten als om landbouwgewassen en huisdieren die deel uitmaken van agro-ecosystemen.

Redenen om dit verdrag wereldwijd te ondersteunen zijn legio: de achteruitgang is mondiaal naar aard en tempo verontrustend groot. Afgezien van religieuze, ethische, esthetische en wetenschappelijke argumenten dient de verscheidenheid in de levende natuur ook bewaard te worden uit oogpunt van een soms zeer goed, maar veelal nog steeds niet alom welbegrepen eigen belang. De levende natuur voorziet in het goed verlopen van essentiële kringloopprocessen op aarde, zij draagt bij aan natuurlijke reiniging van bodem en water en het onderdrukken van ziekten en plagen (tezamen de zogenaamde “life – support functies”) en zij staat aan de basis van de productie van voedsel, vezels, bouwmaterialen, brandstof en allerlei andere hooggewaardeerde stoffen op aarde. Het is duidelijk dat we niet zonder kunnen, maar dat het gebruik ervan aan randvoorwaarden gebonden moet blijven.

Elk land heeft de verplichting om, aansluitend bij het internationale verdrag van Rio de Janeiro binnen en buiten de eigen grenzen een duurzaam gebruik te realiseren. Die uitwerking per land heeft in Nederland geleid tot het zogenoemde SPA, ofwel een Strategisch Plan van Aanpak, waarin de acties verder zijn benoemd. Als vervolg daarop, tevens uitwerking van een aantal actiepunten, is vanuit het ministerie van LNV in nauwe samenwerking met een aantal andere departementen het project biodiversiteit van start gegaan (in 1998). Daarin worden de zaken zoveel mogelijk in samenspraak met relevante partijen uitgewerkt. Dit om na te gaan welke partijen of sectoren wat, waar en wanneer zou kunnen doen en op grond daarvan een gerichte keuze kunnen maken voor de meest effectieve acties.

De voorliggende rapportage ondersteunt bovengenoemd project. Het bleek dat er grote behoefte bestond aan inzicht en overzicht op het terrein van de gebruikswaarde

c.q. economische waarde van biodiversiteit. Niet iedereen denkt in eerste instantie aan gebruikswaarden bij een term als biodiversiteit en nog minder mensen kunnen snel een lijstje met actuele en potentiële waarden opnoemen. Laat staan dat er dan een beeld is van wat dat dan in economische termen uitgedrukt zou betekenen. Zelfs niet in ordes van grootte. Met dat doel is in dit rapport informatie bijeengebracht. Per onderdeel (zie inhoudsopgave) is een korte schets gegeven van het "systeem" c.q. de betrokken sector, de actuele en potentiële betekenis in termen van gebruikswaarde, kosten en baten. Zoveel mogelijk zijn kengetallen verzameld van de actuele situatie. Voor de verwachte ontwikkelingen is op basis van inschattingen door experts een beeld verkregen in welke richting de afhankelijkheid van biodiversiteit gaat: neemt deze naar verwachting toe of af en wat betekent een en ander voor de betreffende sector?

Enkele opmerkingen om de voorliggende rapportage en afzonderlijke hoofdstukken in een juist perspectief te kunnen plaatsen.

- Allereerst de *completeheid in thema's*. Weliswaar is gepoogd om over een breed spectrum de gebruikswaarde, c.q. de economische waarde van biodiversiteit voor de mens te verkennen, maar completeheid is niet nagestreefd. Er zijn dus sectoren of delen van sectoren onbelicht gebleven. Dit geldt bijvoorbeeld voor de landbouw in relatie tot agrobiodiversiteit, waar slechts enkele facetten zijn behandeld. Weliswaar is de farmaceutische industrie bekeken, maar de cosmetica-branchen niet. Evenmin is bezien wat kosten, baten, of werkgelegenheid in de reguliere natuurbescherming in Nederland inhoudt. Of in hoeverre bezoek aan natuurterreinen en bossen in Nederland berust op het aspect biodiversiteit. Voorts valt te denken aan de enorme omzet in allerhande media (TV, boeken, films) die geheel of gedeeltelijk op de natuur c.q. de levende natuur zijn gericht. Op een modaal kabelnet zijn vaak al een tweetal zenders actief met overwegend natuurdocumentaires. En zo kunnen er nog wel meer sectoren met een direct of indirect belang bij biodiversiteit worden benoemd. Zo was zeer recent een experimentele scheepsaandrijving in het nieuws, geïnspireerd op de beweging van een walvisstaart. Ten opzichte van de traditionele schroef bleek de rendementsverhoging aanzienlijk!
- Waar sectoren wél zijn behandeld bleken de tijd en de ruimte voor kortlopend onderzoek wel eens onvoldoende om een goed dekkend beeld te verkrijgen. Als voorbeeld het toerisme, waar alleen het uitgaand toerisme is behandeld en niet het binnenlands toerisme. Men beschouwe de hoofdstukken dus als eerste pogingen.
Het bleek voor onderzoekers en hun gesprekspartners vaak moeilijk om een toch redelijk abstract en complex, maar tegelijkertijd in praktisch opzicht ook beperkt begrip als biodiversiteit als uitgangspunt voor zo'n analyse te hanteren. Veel mensen denken nu eenmaal niet in dergelijke begrippen, die tegelijk breed en abstract zijn en anderzijds beperkt tot biologische variatie. De meesten hebben een bredere opvatting van de natuur, de daarin aanwezige waarden en het gebruik ervan. Vaak gaat het dan om natuur en landschap, en bij natuur is vaak ook het niet levende deel (water, bodem, lucht) inbegrepen. Zelfs wanneer men zich beperkt tot de levende natuur zijn er gebruikswaarden, die niet op voorhand een

duidelijke en duidelijk erkende relatie hebben met de verscheidenheid ervan in genetische zin, soortenrijkdom of in ecosystemen.

Verder is er veelal verschil in de tijdschaal, die men bij beoordelingen hanteert. Op zeer korte termijn redenerend is de meerwaarde van biodiversiteit soms moeilijk te beseffen of aan te geven. Het is duidelijk dat een aantal gebruikers van de levende natuur in eerste instantie het meeste baat hebben bij een zeer beperkt aantal produktieve, commerciële soorten : een aantal gewassen, huisdieren, vissen. De rest lijkt dan vooral lastig als concurrent, als plaag, als moeilijk te verkopen bijvangst. Pas op langere termijn, zowel terugkijkend in de historie als vooruitziende in de toekomst wordt de echte waarde van biodiversiteit beter begrepen. Maar een langere termijn-besef is niet een ieder gegeven.

- Is de actuele directe gebruikswaarde nog relatief eenvoudig in beeld te krijgen, het is veel lastiger om dat voor de indirecte kosten en baten te doen. Voor veel diensten die de natuur ons bewijst geldt dat deze nog in de hoek van de (bijna) gratis artikelen en dienstverlening zitten. Men neme ter vergelijking het "produkt" schone lucht, essentieel voor alle leven op aarde en tevens voor veel industriële processen gebruikt, maar er is – afgezien van op de meest vervuilde plekjes in het stadscentrum van Tokyo - geen markt voor, noch een prijs. Evenzo een groot aantal andere "produkten of diensten van de levende natuur": er zijn nog geen echte markten waar vraag en aanbod een prijsstelling bepalen. Feitelijk zwijgt dan de econoom. Natuur – en dus ook biodiversiteit – geldt in hoge mate als één van de "free gifts ". Met vermelding van aannames, onzekerheden, of de consequenties van een bepaalde methode om de economische betekenis in te schatten (werkgelegenheid, inkomsten is toch een inschatting gemaakt van de (economische) betekenis van biodiversiteit.

2 Een indicatieve economische inschatting voor *ex situ*-collecties

(Dr. Anne Elings, CPRO-DLO)

2.1 Samenvatting

Deze studie levert een globaal overzicht van de kosten en baten van werk aan Nederlandse *ex situ* collecties van genetische bronnen op plantaardig en dierlijk gebied (PGR en AGR¹). Het schatten van de financiële waarde van genetische bronnen wordt belemmerd door veel onzekerheden en leidt daardoor tot indicatieve waarden. Er is alleen gerekend ten aanzien van het huidige economisch belang, terwijl andere waarden die PGR en AGR activiteiten rechtvaardigen in meer algemene termijn zijn beschreven.

Investering in genetische bronnen zijn afkomstig van de overheid, bedrijfsleven en particulieren. Die van de overheid bedragen jaarlijks iets meer dan 2 miljoen Nlg, maar die van het bedrijfsleven onbekend zijn.

Berekeningen geven aan dat investeringen in PGR en AGR goed renderen, en wijzen in de richting van een financieel effect dat vele malen groter is dan de gedane investeringen. Zo wordt de verhouding tussen totale opbrengsten aan de landbouw en kosten van PGR collecties door derden geschat op minimaal 40.

PGR en AGR activiteiten kunnen op 5% van de veredelingsinspanningen worden geschat. Dit leidt tot jaarlijkse opbrengsten van respectievelijk 4 en 5,6 miljoen gulden met betrekking tot directe productiewaarde. Enige andere berekeningen ondersteunen deze indicatie.

Het blijkt dat investeringskosten in PGR al snel worden terugverdiend door extra inkomsten van de veredelingsindustrie. Daarnaast kan de waarde van PGR en AGR voor de gewasvermeerderingsindustrie en fokkerij in de orde van miljoenen gulden per jaar worden geschat, afhankelijk van aannames.

PGR en AGR hebben een groot aantal zeer moeilijk te kwantificeren samenlevings- en ecosysteemfuncties, zoals diversificatie van de landbouw en landschap, ondersteuning van de ontwikkeling van de biologische landbouw, bevorderen van voedselzekerheid en lage voedselprijzen, ondersteuning van onderwijs, een rol in de wetenschap, etc.

2.2 Inleiding

Het doel van deze compilatiestudie is het leveren van een globaal overzicht van de kosten en baten van werk aan Nederlandse *ex situ* collecties van genetische bronnen op plantaardig en dierlijk gebied. Hierbij kan niet naar volledigheid gestreefd worden

¹ De Engelstalige afkortingen PGR en AGR voor respectievelijk plant en animal genetic resources wordt in deze tekst gebruikt om genetische bronnen en biodiversiteit van planten en dieren aan te duiden

gezien de beperkte hoeveelheid gegevens. Uit de lacunes in de beschikbare gegevens is bovendien af te leiden waar verdere kennisontwikkeling nodig zou zijn om tot meer betrouwbare schattingen te komen.

Zonder genetische bronnen kan de veredeling op de lange termijn niet functioneren, en zouden andere landbouwindustriën sterk te lijden hebben. Het toekennen van een financiële waarde van een dergelijke essentiële, strategische functie is erg lastig en mogelijk subjectief. Daarnaast hebben genetische bronnen grote niet-economische waarden (vaak samengevat in een term als 'heritage of human mankind'), welke in deze studie niet is gekwantificeerd, zo dit al mogelijk zou zijn. Kortom, resultaten van deze studie zijn slechts indicatief.

2.2.1 Kosten van plantaardige genetische bronnen

Het budget van het CGN (Centrum voor Genetische Bronnen Nederland) bedraagt 2,1 miljoen gulden (niveau 1998), waarmee het voor 40 economisch belangrijke gewassen van 15 gewasgroepen een collectie van ongeveer 20,000 accessies (een monster van een bepaald genotype) opbouwt en onderhoudt. De kosten per accessie op basis van totale financiering bedragen dus 105 gulden per jaar, terwijl de werkelijk geschatte onderhoudskosten 62 gulden per accessie bedragen (tabel 1). Het bedrag van 105 gulden per accessie verhoudt zich gunstig tot de kosten die vele andere genenbanken in de westerse wereld maken. Afgezien van het Verenigd Koninkrijk wordt er per accessie òf meer uitgegeven, òf zijn grotere collecties nodig om dezelfde efficiëntie te bereiken. De Scandinavische landen maken veel gebruik van evaluatie e.d. in samenwerking met het bedrijfsleven.

Er moet wel worden opgemerkt dat in alle landen private investeringen in bedrijfscollecties het totale bedrag aan investeringen in PGR groter doen zijn.

Tabel 1. Kosten per accessie van een aantal genenbanken voor plantaardig materiaal in de Westerse wereld.

Land	Aantal Accessies (*1000)	Core Financiering (miljoen Nlg)	Kosten per accessie (Nlg)		
			Kosten op basis van totale core financiering	Werkelijke geschatte opbouw-kosten	Werkelijke geschatte onderhoudskosten
Nederland	20	2,1	105		62
Duitsland*	135	14,4	107		
Ver. Koninkrijk*	60	3,5	58		
VS*	400	85	213		
VS***	440	46,6	106		
Scandinavië*	30	2,5	83		
Frankrijk*	35	7	200		45-170
Algemeen**				150	100

* Enquête, B. Visser; **Keystone, 1991; *** US General Accounting Office, 1997.

Het CGN vermeerderd haar gewassen niet op vegetatieve wijze, wat erg duur zou zijn. Ook de aardappelcollectie wordt in de vorm van zaad in stand gehouden. Een andere kostenreducerende factor is de bijdrage van het bedrijfsleven in de vorm van vermeerdering en evaluatie. De kosten van acquisitie van genenmateriaal zijn sterk

afhankelijk van de wijze waarop het wordt verkregen. Relatief goedkoop is het opvragen van materiaal uit andere collecties, terwijl het zelf verzamelen relatief duur is. De verzamelexpeditie in 1998 naar Uzbekistan kostte bijvoorbeeld Nlg 75.000 en resulteerde in 300 nummers (Nlg 250 per nummer). In bijlage 2 wordt berekend dat in het geval van het erg intensieve Nederlands-Israëlische samenwerkingsverband in de jaren '80 wilde tarwemonsters voor Nlg 8000 per stuk zijn verzameld, gekarakteriseerd en geëvalueerd. Zelfs deze hoge investeringen worden naar schatting al voor 75% 'terugverdiend' door de inkomsten voor de veredelingsindustrie.

2.3 Waarden van genetische bronnen

2.3.1 Theoretische kader

Met de groeiende aandacht voor biodiversiteit wordt sinds een aantal jaren gewerkt aan een theoretisch kader om schatting van de totale waarde van PGR mogelijk te maken. Deze theorievorming is samengevat in tabel 2, welke systematiek brengt in de verschillende niveaus van toepasbaarheid van PGR en AGR en waarin toelichting wordt gegeven op de hierna gebruikte termen.

Tabel 2. Totale waarde van PGR (naar Brown & Moran, 1993; Ehrlich & Ehrlich, 1992, in Mannion, 1995; Milne et al., 1999; Pearce & Moran, 1994; Swanson et al., 1994).

Totale waarde van genetische bronnen					Niet-instrumentele waarde
Instrumentele waarde				Niet-Gebruikswaarde	
Gebruikswaarde					
Directe waarde	Indirecte waarde		Optie waarde		
Productiewaarde • Hoeveelheid • Kwaliteit	• Nutriëntenstromen • Bodemkwaliteit • Habitat voor dierlijk leven • Etc.	• Gezonde agr. Sector • Voedselzekerheid, gezond voedsel, lage voedselprijzen • Nieuwe gewassen en produkten • Industrieën • Recreatie • Onderwijs • Wetenschap	Quasi-optie waarden • Karakteristieken • Genotypen	Verkregen waarden • Milieubesef • Voorkomen van onomkeerbare veranderingen • Verantwoordelijkheidsgevoel • Menselijke identiteit	Ethische waarden
Portfolio waarde • Variëteiten • Gewassen • Materiaal voor verschillende bedrijfssystemen			Exploratie-waarde voor verminderde variabiliteit (in situ conservering)	Bestaanswaarden • Kennis a.g.v. voortdurend bestaan • Landschap • Ecosystemen • Habitats • Soorten	Inherente, intrinsieke waarden

De totale waarde van PGR wordt onderverdeeld in instrumentele en niet-instrumentele waarden. Instrumentele waarden worden verondersteld afhankelijk te zijn van menselijk bestaan, terwijl niet-instrumentele waarden hiervan onafhankelijk zijn. Instrumentele waarden worden gescheiden in gebruikswaarden en niet-gebruikswaarden. Gebruikswaarden kunnen onderscheiden in directe,

indirecte en optiewaarden, welke respectievelijk betrekking hebben op economische functies, ecosysteem- en samenlevingsfuncties, en toekomstig gebruik. In het vervolg van deze tekst wordt, voor zover mogelijk, dieper op deze aspecten ingegaan.

Niet-instrumentele waarden en niet-gebruikswaarden worden niet behandeld.

2.3.2 Totale opbrengsten

Schattingen door derden

Er zijn, voornamelijk in het CGIAR-systeem (Consultative Group on International Agricultural Research), een aantal schattingen gemaakt van de verhouding tussen opbrengsten en kosten verbonden aan genenbankwerk (tabel 3). Opbrengsten werden gebaseerd op de bijdrage die PGR leveren aan de waarde van de landbouw. Dergelijke studies, ook al worden ze met de gebruikelijke wetenschappelijke zorgvuldigheid uitgevoerd, zijn indicatief van aard. Schattingen van opbrengst:kostenverhouding van PGR activiteiten variëren van 40 tot 190. Ondanks de grote variatie in deze uitkomsten hebben ze gemeenschappelijk dat financiële investeringen in PGR activiteiten duidelijk verantwoord zijn. Een aantal schattingen is uitgegaan van de financiële ondersteuning aan het gehele instituut; als wordt aangenomen dat een genenbank 10% van het instituutsbudget ontvangt (hetgeen conservatief is, zie 3.3.1.1), zouden deze schattingen nog met 10 vermenigvuldigd moeten worden. Uitgaande van het jaarlijkse budget van het CGN van 2,1 miljoen gulden (tabel 1), en van een conservatieve opbrengst:kostenverhouding van 40, zouden de jaarlijkse opbrengsten van de CGN activiteiten 84 miljoen gulden bedragen.

2.3.3 Directe waarden van genetische bronnen

Directe waarden hebben betrekking op economische functies, en worden onderscheiden in productiewaarden (zie 3.3.1) en portfolio- of verzekeringswaarden (zie 3.3.2). Schattingen van de directe waarden van genetische bronnen zijn tot op zekere hoogte mogelijk. Er zijn in principe gegevens beschikbaar om schattingen op te baseren, die vergeleken kunnen worden met een aantal buitenlandse studies. Er moeten wel enige belangrijke kanttekeningen worden geplaatst:

- de bijdrage van PGR collecties aan het volledige veredelingsproces is zeer moeilijk te kwantificeren, omdat naarmate het proces vordert het zicht op het oorspronkelijk gebruikte materiaal verder afneemt;
- het is nog moeilijker om de Nederlandse component hiervan te kwantificeren aangezien veredelingsbedrijven erg terughoudend zijn met het beschikbaar stellen van afstammingsgegevens en daarnaast gebruik wordt gemaakt van materiaal van buitenlandse collecties en door de bedrijven zelf ontwikkeld materiaal;
- andere beschikbare gegevens zijn vaak anekdotisch;
- de waarde van genenbankwerk uit zich veelal op de zeer lange termijn (decennia of langer), wat economische berekeningen compliceert.

Het is belangrijk erop te wijzen dat PGR activiteiten zich niet laten vertalen in grotere inkomsten voor boeren en bedrijven die in een vrije markt opereren, omdat

concurrentie een prijsverlaging tot gevolg zal hebben. De voordelen van PGR activiteiten komen tot uiting in de vorm van goedkoper en beter voedsel voor de consumenten en een grotere voedselzekerheid, én bevorderen het voortbestaan van een gezonde agrarische sector en een versterkte exportpositie van de zaaiindustrie.

Productiewaarde

De exploratiewaarde (exploratie heeft betrekking op het bemonsteren van de collectie) voor productieverbetering is de directe bijdrage van PGR aan de productieverbetering van huidige producten (d.w.z. variëteiten) van de veredelingsindustrie. Deze bijdrage kan voor Nederland op een aantal manieren worden geschat.

Schatting op basis van productiestijging

In Nederland is het gebruikelijk uit te gaan van 0.5-1.5% (gemiddeld 1%) opbrengststijging per jaar, die het gecombineerde gevolg is van veredeling en betere teelt. De enkele studies die op dit vlak beschikbaar zijn suggereren dat beide factoren ongeveer de helft (0.5%) aan de opbrengststijging bijdragen.

De bepaling van het aandeel dat het opbouwen, beheren en beschikbaar stellen van PGR binnen de plantenveredeling is zeer moeilijk, maar schattingen variëren tussen 5 en 10%. Het budget van het CGN bedraagt ongeveer 5% van dat van het CPRO-DLO. Het budget van het CGIAR-systeem bedraagt momenteel ongeveer 360 miljoen US\$, waarvan ongeveer 16 miljoen (4.4%) aan de diverse genenbanken wordt toegewezen, en 20 miljoen (5.6%) aan het International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). In totaal wordt dus ongeveer 10% van het CGIAR-budget aan PGR-activiteiten besteed. In Tsjechië wordt de bijdrage van een curator op ruwweg 3-5% gesteld, terwijl de financiële bijdrage van PGR aan landbouw op 8-10% wordt geschat. (Dr. L. Dotlačil, pers. comm.).

Van 1990 tot en met 1995 was de jaarlijkse bruto productiewaarde van de Nederlandse akkerbouw gemiddeld 3293 miljoen gulden, en die van de tuinbouw 12.465 miljoen gulden (tabel 4). Als er vanuit wordt gegaan dat 1% jaarlijkse opbrengststijging zich in een even grote stijging van productiewaarde vertaalt, leidt dit tot bedragen van ongeveer 33 en 125 miljoen per jaar. Het verdelingsaandeel hiervan is 50%, en het PGR aandeel van dit laatste 5%. Dit leidt tot een bijdrage van PGR in productiestijging van 823 duizend gulden per jaar voor de akkerbouw en 3.1 miljoen gulden per jaar voor de tuinbouw, samen ongeveer 4 miljoen gulden per jaar. Dit moet worden vergeleken met de jaarlijkse investeringen in PGR, zijnde 2,1 miljoen gulden voor het CGN en een onbekend bedrag door de private sector. Als de twee bedragen even groot zouden zijn, zouden de investeringen in PGR zich volledig in productiestijging. Als de investeringen door de private sector enige malen groter zouden zijn dan door de publieke sector, dan nog zouden de investeringen voor een groot gedeelte door productiestijging worden terugverdiend.

Tabel 3. Een literatuuroverzicht van geschatte verhoudingen tussen opbrengsten en kosten van een aantal andere collecties. Kolommen 4-7 geven jaarlijkse bedragen.

(1) Gewas	(2) Regio, instituut	(3) Taken	(4) Bijdrage van PGR aan waarde van landbouw (miljoen V\$)	(5) Budget (miljoen V\$)	(6) Opbrengst aan landbouw (duizend V\$)	(7) Kosten genenbank (duizend V\$)	(8) Opbrengst van een extra monster (V\$)	(9) Opbrengst : kosten verhouding	(10) Bron
Rijst	Wereld- wijd	Collectie, opslag, evaluatie					2500-5000	10-100	FAO, 1998
Rijst	IRRI	Institutionele steun 1970-1993	1,042**	63**				17‡	Pardley et al., 1996
Rijst	IRRI	Institutionele steun	677*	30.6*				22‡	Mooney, 1993
Rijst	India	Onderhoud			50,000	300		167	NRC, 1993
Tarwe	CIMMYT	Institutionele steun 1970-1993	13,653**	71**				190‡	Pardley et al., 1996
Tarwe	CIMMYT	Institutionele steun	300-11000*					100‡	FAO, 1998
Tarwe	CIMMYT	Institutionele steun	2720*	27.1*				100‡	Mooney, 1993
Tarwe	Rusland	Veredeling						> 30	Merezhko, 1998
Tarwe	Australië	Institutionele steun	111*	28.1*				7‡	Brennan, 1989
Bonen	CIAT	Institutionele steun						4‡	Mooney, 1993

* door/aan ontwikkelde landen

** door/aan VS

‡ als wordt aangenomen dat een genenbank 10% van het instituutsbudget ontvangt (hetgeen een conservatieve schatting is), zouden deze schattingen met 10 vermenigvuldigd moeten worden.

Tabel 4. Eenvoudige berekening van de financiële bijdrage van PGR aan stijgende productiewaarde in de akker- en tuinbouw. Bron uitgangsggegevens: LEI/CBS, 1997.

	Bruto produktiewaarde (miljoen Nlg)	1% stijging jaar (duizend Nlg)	per 50% veredeling (duizend Nlg)	a.g.v. 5% a.g.v. PGR (duizend Nlg)
Totaal akkerbouwgewassen	3 293	32 931	16 466	823
Granen	437	4 373	2 186	109
Aardappelen	1 485	14 854	7 427	371
Suikerbieten	758	7 583	3 791	190
Uien	134	1 341	671	34
Landbouwzaden	167	1 673	836	42
Andere	311	3 107	1 554	78
Totaal tuinbouwgewassen	12 465	124 650	62 325	3 116
Groente	3 902	39 016	19 508	975
Fruit	581	5 809	2 904	145
Bloembollen	968	9 683	4 841	242
Bloemen en planten	5 665	56 651	28 326	1 416
Boomkwekerijproducten	798	7 981	3 991	200
Zaden	530	5 303	2 651	133
Andere	21	207	104	5

Schatting op basis van opbrengstverlies a.g.v. ziekte-aantasting

Gollin et al. (1997, 1998) hebben voor ontwikkelingslanden de financiële voordelen berekend die volgen uit het vinden van resistenties tegen een aantal plagen en ziekten in tarwe, en daardoor uit het voorkomen van opbrengstderving. De uitkomsten waren afhankelijk van de ziekte of plaag, van de tijdsduur benodigd om een gen vanuit een wilde variëteit of landras in tarwe in te brengen, en van de duur van het eigenlijke veredelen. Een aantal voorbeelden:

- 2 jaar overdracht, 5 jaar veredelen: 1.115 US\$ per jaar, per ha, per% opbrengstderving.
- 5 jaar overdracht, 10 jaar veredelen: 0.3 US\$ per jaar, per ha, per% opbrengstderving.
- 10 jaar overdracht, 10 jaar veredelen: 0.11 US\$ per jaar, per ha, per% opbrengstderving.

Het is erg lastig deze gegevens voor de Nederlandse situatie toe te passen, aangezien deze bedragen met een zekere factor vermenigvuldigd moeten worden om ze meer representatief te maken voor Nederland. Graanprijzen in Nederland liggen enigszins boven het niveau van de wereldmarktprijzen, zodat een factor 2 zou kunnen worden toegekend. Met biotechnologische middelen kunnen resistentiegenen tegenwoordig erg snel worden overgezet (overdrachtsscenario van 2 jaar), en bovendien wordt er steeds intensiever gepoogd de veredelingsduur te bekorten (veredelingscenario van 5 jaar). Van 1990 tot 1996 werd er in Nederland gemiddeld 130,000 ha tarwe verbouwd. Aannemende dat de 1% jaarlijkse opbrengststijging (zie 3.3.1.1) gelijk is aan een eventuele opbrengstderving als gevolg van ziekten en plagen bij afwezigheid van veredeling, zou dit leiden tot 130,000 ha x 1.115 US\$ x factor 2 x 2 (wisselkoers) = 580 duizend gulden opbrengst per jaar als gevolg van het voorkomen van ziekten en plagen. Vijf procent van 1,45 miljoen gulden is 29 duizend gulden zou kunnen worden toegekend aan het gebruik van PGR. Dit is beduidend minder dan de 109

duizend gulden die in tabel 4 voor granen (voor het grootste deel tarwe) in Nederland is geschat.

Zonder beschikking te hebben over gewasspecifieke kengetallen zijn dergelijke berekeningen erg moeilijk voor andere akkerbouwgewassen (een totaal areaal van ongeveer 800 duizend ha) te herhalen. Het totale tuinbouwareaal was in dezelfde periode gemiddeld ongeveer 110 duizend ha. In de veel intensievere tuinbouwsectoren kunnen de gevolgen van ziekten en plagen zeer veel groter zijn dan in de akkerbouw. Terwijl in het geval van granen de opbrengst afneemt, kan aantasting van groente, fruit en bloemen al snel tot volledige misoogst leiden. De bedragen die hiermee zijn gemoeid, zijn enorm. Bovendien zijn de bestrijdingskosten in de tuinbouw vele malen groter dan in de landbouw. We durven echter geen schattingen te geven.

Bovenstaande concentreert zich op hoeveelheden, terwijl kwaliteitsverbetering eveneens een heel belangrijke rol kan spelen. Smaak van groenten en fruit is belangrijk, bakkwaliteit van granen kan belangrijk zijn, en in de siergewassensector is houdbaarheid uiteraard van het grootste belang. Aspecten als smaak en bakkwaliteit spelen in de biologische landbouwsector in het algemeen een grotere rol dan in de reguliere landbouwsector.

In bijlage 1-3 worden een aantal voorbeelden voor aardappel, tarwe, en sla, spinazie, ui en prei die de rol van PGR in de Nederlandse landbouw illustreren uitgewerkt.

Portfoliowaarden

De portfolio- of verzekeringswaarden zijn de waarden die het huidig landbouwkundig gebruik van PGR diversiteit heeft doordat het bijdraagt aan de stabilisatie van opbrengst en kwaliteit, en zodoende ook aan de stabiliteit en duurzaamheid van landbouwsystemen. Voorbeelden zijn meerdere variëteiten per soort, meerdere gewassen per regio, en meerdere productiemethoden per land.

Evenson (1994) heeft een methode ontwikkeld waarmee de waarde van een extra landras in een collectie kan worden uitgerekend. De uitkomsten zijn in de orde van miljoenen voor bijvoorbeeld een nieuw rijstlandras. Dit zegt weinig voor de Nederlandse situatie en het zou de moeite waard zijn om dergelijke berekeningen voor Nederland uit te voeren. Het is in dit verband nuttig te vermelden dat de Nederlandse rassenlijst voor landbouwgewassen ongeveer 1000 rassen beschrijft, waarvan er jaarlijks ongeveer 100 worden vervangen (H. Bonthuis, CPRO-DLO, pers. comm.). In de tuinbouw zijn er jaarlijks zeer veel nieuwe aanmeldingen. Zo telde de verkeerslijst voor groentegewassen per 26/3/99 7.384 toegelaten rassen (informatie R. Miedema, NAK-G), terwijl er jaarlijks in Nederland ongeveer 500 nieuwe bol-, knol- en wortelstokrassen worden geregistreerd (v. Schepen, KAVB, pers. comm.). Het aandeel dat Nederlandse PGR collecties hierin hebben is erg moeilijk vast te stellen, net als de relevantie van de verschillen.

De noodzaak tot diversificatie van de Nederlandse landbouw heeft geleid tot de introductie van een aantal industriële, groenvoeder- en vanggewassen. Het CPRO-DLO beschikt op dit moment over nieuwe rassen van de industriële gewassen

aardpeer, crambe, hennep, karwij en gierstmelde, terwijl o.a. goudsbloem en judaspenning nog in ontwikkeling zijn. Deze rassen werden ontwikkeld uit het genenmateriaal dat in de periode 1986-1990 door het CGN uit de gehele wereld werd geïntroduceerd (ca. 1200 introducties van meer dan 25 potentiële gewassen). Groenvoeder- en vanggewassen staan i.v.m. braakregelingen en verbreding van het bouwplan sterk in de belangstelling. Het CGN heeft de laatste jaren diverse uitgaven aan instituten en bedrijven voor deze doeleinden gedaan. De effecten van deze PGR activiteiten zijn nog niet direct zichtbaar, maar er is een duidelijke tendens in de richting van een grotere gewasdiversificatie. Zo vindt de aardpeer ingang in de suikerindustrie (i.v.m. inuline als alternatieve zoetstof), en gierstmelde in de biologische landbouw.

De biologische landbouw maakt in Nederland de laatste jaren een sterke groei door. Het totale areaal is van 1986 tot 1996 gegroeid van 2,724 tot 14,334 ha (LEI/CBS, 1997), en langzaam komt een gerichte veredeling voor deze sector op gang (Lammerts van Bueren et al., 1998). Als onderdeel van deze ontwikkelingen wordt al gebruik gemaakt van accessies groentegewassen uit de CGN-collectie, zoals sla, bloemkool, koolrabi en chinese kool. De verwachting is dat dit gebruik in de toekomst zal toenemen. Dit houdt verband met het feit dat de veredeling van groentegewassen voor deze sector beter ontwikkeld is dan die van landbouwgewassen. Als ook deze commercieel aantrekkelijk wordt, kunnen er ook voor bijvoorbeeld granen aanvragen worden verwacht. Het CGN heeft zelf tarwemateriaal met mogelijke waarde voor de biologische landbouw op specifieke eigenschappen geëvalueerd.

2.3.4 Indirecte waarden van genetische bronnen

Indirecte waarden van PGR hebben betrekking op ecosysteem en samenlevingsfuncties. Het is uitermate moeilijk om zonder een gedegen economische studie een financiële schatting te maken van indirecte PGR waarden. Voor zover bekend zijn dergelijke studies niet verricht, en zeker niet voor de Nederlandse situatie. We zullen ons daarom beperken tot een niet-kwantitatieve opsomming van indirecte bijdragen van die PGR activiteiten.

Ecosysteem functies

Ecosysteemfuncties van PGR bevinden zich in de sfeer van een beter en duurzamer functioneren van landbouwecosystemen. Deze wordt in toenemende mate beoordeeld op aspecten zoals nutriëntenstromen en -verliezen, bodemkwaliteit, leefmogelijkheden voor dierlijk leven (nuttige insecten, vogels, kleine zoogdieren, etc.). Om hierin verbetering aan te brengen zullen bijvoorbeeld teelt- en bedrijfsvoeringsmaatregelen nodig zijn, maar ook plantmateriaal dat optimaal functioneert in de aangepaste omstandigheden. Dit alles staat verband met de directe portfoliowaarden (zie 3.3.2.) die betrekking hebben op opbrengst en kwaliteit van de landbouwproducten.

Voorbeelden zijn het onderzoek aan *Brassica* groenvoedergewassen uit de CGN en andere collecties die populaties van bodempathogenen kunnen terugdringen door vorming van glucosinolaatproducten, en de introductie van industriële gewassen ter verbreding van het bouwplan.

Samenlevingsfuncties

PGR verzameling, conservering en exploitatie is op een groot aantal verschillende manieren van belang voor de samenleving, en zijn voor een deel van economische van aard. Het betreft hier functies die breder zijn dan de zuivere stijging in productiewaarde (zie 3.3.1).

Een goede landbouwproductie van goede kwaliteit vertaalt zich indirect in een gezonde agrarische sector, met werkgelegenheid in leefbare dorpen. Het uit zich daarnaast in voedselzekerheid, dat van uitermate groot belang is. In een vrije markt zou een goed functionerende agrarische sector eveneens leiden tot lage voedselprijzen, maar in de context van EU-regelgeving is hier wellicht iets op af te dingen. Op diverse niveaus (bedrijf, nationaal, continentaal en globaal) resulteert het in een vergrote efficiëntie en concurrentiekracht van de akker- tuinbouw. Nieuwe voedselgewassen en -producten worden geregeld ontwikkeld.

Toerisme en recreatie wordt van steeds groter belang in Nederland door de groeiende vrije tijd, vrij besteedbaar inkomen en aantal senioren, en ook dit wordt door een levend en gevarieerd platteland ondersteund.

Onderwijs en kennisoverdracht wordt door het CGN ondersteund door middel van het leveren van materiaal voor demonstratie-onderzoek (bijvoorbeeld aan studiegroepen van boeren, en recentelijk aan Moskou om de cytogenetica bij soortskruisingen van tomaat te bestuderen), door te doceren in cursussen (bijvoorbeeld IAC-cursussen), en door materiaal beschikbaar te stellen aan musea en heemtuinen. Afgifte van kool, ui, sla en tarwe voor de herintroductie van streekeigen producten en historische gewassen vindt ook plaats.

PGR heeft ook een belangrijke wetenschappelijke functie, die zich voor wat betreft het CGN op een aantal niveaus afspeelt:

- de min of meer routinematige PGR-activiteiten die door curatoren en gelieerde wetenschappers worden uitgevoerd (beschrijving, evaluatie, documentatie, classificatie);
- ondersteunende PGR-activiteiten (documentatietechnieken, core collecties met gerelateerde statistiek, bewaringstechnologie);
- diversiteits- en taxonomie-onderzoek (sla – EU project; wilde sla – Taxonomie LUW en Rijksherbarium Leiden; wilde *Capsicum*, *Allium* en *Lycopersicon* – buitenlandse instellingen);
- beschikbaar stellen van materiaal voor de hersynthese van gewassen, zoals *Brassica oleracea* aan de Nordic Gene Bank voor de hersynthese van de amphidiploid *B. napus* (koolzaad) uit *B. rapa* en *B. oleracea* om ziekteresistenties in te kruisen, en wilde en primitieve tarwesorten voor de hersynthese van broodtarwe;
- beschikbaar stellen van referentie zaden voor archeologisch onderzoek;
- handhaven van de vooraanstaande Nederlandse rol op het PGR-gebied.

De belangrijkste aan PGR gerelateerde industrie wordt gevormd door de zaaizaadindustrie, waarin Nederland op wereldniveau een vooraanstaande rol speelt en uiteraard wil blijven spelen. De totale Nederlandse in- en uitvoer van agrarische producten bedroegen in 1995 respectievelijk 253 en 285 miljard gulden (balans 32 miljard gulden, tabel 5). De totale in- en uitvoer van pootaardappelen, bloembollen, -

knollen en wortelstokken en akker- en tuinbouwzaden bedroegen in 1995 respectievelijk 327 en 2627 miljoen gulden (balans 2,3 miljard gulden). Hiermee is het Nederlandse marktaandeel in de zaaizaadsector 20% (ter vergelijking: VS 28%, Frankrijk 18%; Heijbroek et al., 1996). Hierbij zouden de gegevens van de weefselkweekindustrie (die snel groeit) en handel in stekken, zaailingen en plantgoed nog kunnen worden gevoegd.

De internationale positie van de Nederlandse zaaizaadsector is sterk (de Kleijn et al., 1996), en de beschikbaarheid van genenmateriaal vormt hierin een sleutelrol. Ook al wordt slechts 1% van de balans toegekend aan PGR, dan nog zou dit een bijdrage van 23 miljoen gulden per jaar inhouden. Een nog lagere deel van 1% zou een bijdrage van 2.3 miljoen gulden per jaar inhouden.

Tabel 5. In- en uitvoerwaarde in 1995 van producten van de zaaizaadindustrie (LEI/CBS, 1997)

Product	Waarde (miljoen Nlg)		
	Invoer	uitvoer	Balans
Poot aardappelen	7,5	558,7	551,2
Bloembollen, -knollen en wortelstokken	46,7	1204,8	1158,1
Tuinbouwzaden	168,1	613,5	445,4
w.v. bloemzaden	40	79	39
w.v. groentezaden	110,7	440	329,3
Landbouwzaden	104,2	249,5	145,3
Totaal	326,5	2626,5	2300
Totaal agrarische producten	253 185	284 824	31 639

In bijlage 2 wordt berekend dat zelfs hoge investeringskosten die verbonden zijn aan het verzamelen en evalueren van PGR als snel worden terugverdiend door de inkomsten van de veredelingsindustrie.

Indirect gerelateerde industrieën. De agrarische sector kent vele industrieën die voor hun voortbestaan afhankelijk zijn van het voortbestaan van een gezonde agrarische sector. Deze relaties worden hier niet uitgewerkt.

2.3.5 Optiewaarden van genetische bronnen

Optiewaarden duiden toekomstige waarden van genetische bronnen aan. Hiermee verschillen ze van directe en indirecte waarden, die betrekking hebben op het heden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen optiewaarden die verband houden met veranderingen in de omgeving (3.5.1) en met veranderingen in het genetisch materiaal zelf (weliswaar vaak onder druk van milieuveranderingen; 3.5.2). Er is niet gepoogd om de economische waarden van optiewaarden aan te geven.

Quasi-optie waarden

In algemene termen houden quasi-opties verband met mogelijkheden bij zekere *exogene* veranderingen (van buitenaf). In het geval van PGR is de quasi-optiewaarde gerelateerd aan het bewaren van potentieel waardevolle eigenschappen om te

voorzien in genetisch aangepast materiaal in het geval van veranderingen in groei- en teeltomstandigheden. Een voorbeeld is het bewaren van variëteiten met beperkte huidige waarden, maar die mogelijk van belang zijn in het geval van voorkomen van nieuwe ziektebiotypen.

Er moet in dit verband onderscheid worden gemaakt tussen graduele opbrengstdaling in het geval continue veredeling niet plaats zou vinden (3.2.1.2) en sterke opbrengstdaling als gevolg van het plotselinge uitbreken van een plaag of ziekte waartegen geen afdoende middelen beschikbaar zijn (Smale et al., 1998). Voorbeelden uit het verleden hebben aangetoond dat zulke verliezen aanzienlijk kunnen zijn, maar dat in veel gevallen de aanwezige diversiteit in genenbank-collecties voldoende is om binnen een beperkt aantal jaren afdoende resistenties in te brengen. Een Nederlands voorbeeld is de *Bremia*-aantasting in sla (zie bijlage 3).

Exploratiewaarde

In algemene termen houdt exploratiewaarde verband met mogelijkheden bij zekere *endogene* veranderingen (van binnenuit). In het geval van PGR is het de waarde van het toestaan van veranderingen in genetische variatie bij een veranderende omgeving. Het betreft de waarde van het dynamisch beheer van PGR die in de toekomst kunnen worden geëxploreerd voor eigenschappen die kunnen bijdragen aan toekomstige waarde en stabiliteit van de landbouwproductie. Hieronder valt in het bijzonder *in situ* conservering, welke instandhouding van evolutionaire processen mogelijk maakt, wat kan leiden tot de ontwikkeling van onvoorziene, nuttige gewaseigenschappen. Een voorbeeld is de gewasaanpassing aan klimaatsverandering a.g.v. het broeikas-effect.

2.4 Dierlijke genetische bronnen

Redenen om AGR te conserveren worden door Oldenbroek (1999) samengevat:

- Beantwoorden van toekomstige marktfragen. In de welvarende landen van de EU is er een stijgende vraag naar speciale dierlijke voedselproducten.
- Aanpassingsmogelijkheid aan toekomstige veranderingen in productieomstandigheden. De hedendaagse intensieve, hoog-producerende veeteeltsystemen worden gekarakteriseerd door een hoog gebruik van kunstmest, concentraten en medische middelen. Landbouwkundige verontreiniging en weerstand tegen ziektebestrijdingsmiddelen kunnen tot sub-optimale productie leiden. AGR vormen een verzekering tegen dergelijke ontwikkelingen.
- Huidige sociaal-economische waarden. Biologisch boeren, begrazen van slechte gronden, productie van locale producten voor niche-markten wordt door de samenleving belangrijk geacht, wat de conservering van speciale rassen verantwoord maakt.
- Onderzoeksmogelijkheden, bijvoorbeeld op het terrein van identificatie van gewenste genen.
- Culturele en historische waarden, die de symbiose tussen mens en dier weergeven. Een voorbeeld is het bewaren van oude huisdierrassen.
- Ecologische waarden. Dieren vormen een integraal onderdeel van landschap en natuur, welke een stijgende ecologische waarde hebben.

Deze termen komen overeen met die van PGR in tabel 2.

2.4.1 Kosten van AGR

Er bestaat in Nederland, en internationaal in nog sterkere mate, een aanzienlijke achterstand van AGR ten opzichte van PGR, en veel van de AGR activiteiten worden momenteel uitgevoerd in de vorm van vrijwilligerswerk. De overheidsbijdrage aan de Stichting Genenbank voor Landbouwhuisdieren (SGL), opgericht door het bedrijfsleven, is momenteel zeer beperkt. Het is daardoor niet mogelijk om de huidige kostenstructuur te achterhalen.

Smith schatte in 1984 de verzamelkosten voor een verzameling van 625 embryo's op £75.000 voor rundvee en £50.000 voor schapen, en de verzamelkosten voor 25 zaadmonsters op £9.000, £9.000, £25.000 en £11.000 voor respectievelijk rundvee, schapen, varkens en kippen. Onderhoudskosten werden lager geschat: respectievelijk £5.000, £3.000, £12.000 en £3.000 per jaar voor levende have, en £200, £200, £400 en £200 voor zaadmonsters. In Nederland worden per ras eveneens 25 sperma-, maar 400 embryomonsters voldoende geacht. Dit verdisconterend, en geen rekening houdend met inflatie, koersveranderingen en gewijzigde kostenstructuur, dan zou dit een uitgave van ongeveer Nlg 30.000 voor het verzamelen van sperma per runder- of schapenras betekenen. Onderhoudskosten van een spermamonster zouden Nlg 650 per jaar bedragen. Voor varkens en kippen gelden hogere bedragen (tabel 6).

Tabel 6. Schatting van verzamel- en onderhoudskosten van AGR, op basis van gegevens van Smith (1984), waarbij geen rekening is gehouden met inflatie, koersveranderingen en gewijzigde kostenstructuur. Er is een koers van £1 = Nlg 3,26 gebruikt.

Dier	Verzamelkosten			Onderhoudskosten		
	1 ras		3 rassen	1 ras		30 rassen
	Embryo	Sperma	Sperma	Levende have	Sperma	Sperma
Rund	156 480	29 340	88 020	16 300	652	19 560
Schaap	104 320	29 340	88 020	9 780	652	19 560
Varken		81 500	244 500	39 120	1 304	39 120
Kip		35 860	107 580	9 780	652	19 560
Totaal 1 jaar			528 120			97 800
Totaal 4 jaren			2 112 480			

Onlangs zijn voor Nederland de kosten van het opbouwen en versterken van een aantal opgevoerde basistaken van strategische dierlijke collecties geschat op 1,2 miljoen gulden per jaar tot 2002, waarvan 500 duizend gulden voor 'inhaalslagen'; daarna nemen de kosten af tot 700 duizend gulden per jaar (Werkgroep Genenbanken, 1998). Voor dat bedrag zouden volgens de werkgroep alle rassen van rundvee, varkens, schapen, geiten, paarden en pluimvee als sperma of embryo's in *ex situ* collecties gebracht en bewaard moeten worden. Dit combinerend met de gegevens van Smith (1984), zou de conclusie zijn dat over een periode van 4 jaren, spermamonsters van 3 rassen per jaar (dus in totaal 12 rassen) voor runderen, schapen, varkens en kippen verzameld zouden kunnen worden (zie tabel 6). Een onderhoudsbudget van 700 duizend gulden zou voldoende zijn voor 215 rassen van elk van de diersoorten. Nlg 100 duizend zou voldoende zijn voor het onderhouden van 30 rassen per diergroep. Er zal echter wel geld nodig blijven voor nieuwe bemonsteringen.

Brem et al. (1984) schatten de kosten van opzetten van een spermacollectie van een ras op Nlg 2825 en de jaarlijkse onderhoudskosten op Nlg 565. Meer recentelijk kwamen Lömker en Simon (1994) tot de volgende bedragen bij het schatten van de totale kosten over 50 jaar conservering van een runderras in de vorm van 300 embryo's van 90 donors en 2500 spermamonsters van 25 donors: Nlg 370.000, 3250, 16.000 (totaal Nlg 390.000) voor respectievelijk opzetten, onderhoud en reactivering van de collectie.

2.4.2 Opbrengsten van AGR

Aangezien er voor AGR nog minder gegevens beschikbaar zijn dan voor PGR, is de schatting van opbrengsten van AGR beperkt tot de productiewaarde (directe waarde) en de waarde van de fokkerij-industrie (indirecte waarde, samenlevingsfunctie).

Schattingen van productiewaarde door derden

Smith (1984) berekende de opbrengsten van AGR door de waarschijnlijkheid van toekomstig gebruik te schatten waarmee conservering gerechtvaardigd is. Hij gaat hierbij uit van de veronderstelling dat de voordelen aan de consument toevallen, en niet aan de boer of veredelaar. Factoren in zijn berekening zijn de totale waarde van de markt, de kosten van conservering, het deel van de geconserveerde genen dat voor toekomstige commerciële doeleinden wordt gebruikt, de toename in economische efficiëntie van het productieproces, het aantal jaren tot gebruik, en het aantal jaren van gebruik. De uitkomsten geven aan dat instandhouden van levend melkvee al verantwoord is bij 0.1% gebruik en 1% toename in economische efficiëntie. Conservering van sperma is bij nog lagere waarden gerechtvaardigd. Zie tabel 7.

Tabel 7. Mate waarin toekomstig gebruik van AGR conservering gerechtvaardigd. Een getal van bijvoorbeeld 1.1×10^{-5} is de benodigde drempelwaarde als product van % gebruik x % toename in economische efficiëntie om conservering te rechtvaardigen.

Product	Levende have	Sperma	Embryo's
Melk en melkproducten	1.1×10^{-5}	2×10^{-6}	9×10^{-6}
Rund- en kalfsvlees	1.4×10^{-5}	2×10^{-6}	1.1×10^{-5}
Schapenvlees en wol	3.0×10^{-5}	7×10^{-6}	3×10^{-5}
Varkensvlees	6.0×10^{-5}	8×10^{-6}	-
Kippevlees	3.0×10^{-5}	8×10^{-6}	-
Eieren	2.4×10^{-5}	6×10^{-6}	-

Schatting van productiewaarde op basis van productiestijging

Op dezelfde wijze als voor PGR is gedaan, kan een schatting worden gemaakt van de bijdrage van AGR aan de jaarlijkse stijging in productiewaarde (tabel 8). Er is ook hier in de berekeningen uitgegaan van 1% opbrengststijging per jaar, waarvan de helft toe te schrijven is aan genetische verbetering, wat op zijn beurt voor 5% toe te schrijven is aan AGR. De jaarlijkse productiewaarde van veehouderijproducten was van 1990 tot en met 1995 gemiddeld 22 miljard gulden, wat met 224 miljoen gulden per jaar zou stijgen. Het AGR aandeel in deze stijging zou jaarlijks 5,5 miljoen gulden zijn. De conclusie is ook hier dat investeringen in AGR zeer goed renderen, mogelijk met uitzondering van schape, geit en paard. Het rendement in het geval van

schaap is vertekend door het feit dat schapen in België worden geslacht en de opbrengst van het vlees niet in de Nederlandse statistieken terecht komt.

Tabel 8. Eenvoudige berekening van de financiële bijdrage van AGR aan stijgende productiewaarde in de veehouderij. Bron uitgangsggegevens: LEI/CBS, 1997

	Bruto productie-waarde (miljoen Nlg)	1% stijging per jaar (duizend Nlg)	50% a.g.v. veredeling (duizend Nlg)	5% a.g.v. PGR (duizend Nlg)
Totaal veehouderijprodukten	22 398	223 977	111 989	5 533
Rundvee	4 440	44 397	22 199	1 110
Varkens	7 104	71 040	35 520	1 776
Schapen en geiten	178	1 781	891	45
Paarden	33	331	166	8
Pluimvee	1 368	13 680	6 840	342
Melk	8 011	80 110	40 055	2 003
Eieren	996	9 960	4 980	249

De vleesproductiewaarde van het paard moge klein zijn, het dier heeft een hele grote recreatiewaarde.

De fokkerij-industrie

De positie van Nederlandse bedrijven op de wereldmarkt van de fokkerij is erg sterk. Voor leghennen, slachtkuikens, kalkoenen, varkens en rundvee spelen Nederlandse bedrijven een vooraanstaande rol. De totale waarde van deze industrie bedraagt per jaar meer dan een miljard gulden (IKC). Een AGR bijdrage hieraan van 1% zou uitkomen op 10 miljoen gulden per jaar, een AGR bijdrage van 1% zou een bijdrage van 1 miljoen gulden per jaar betekenen.

Tabel 9. Waarde van Nederlandse fokkerij-industrie (IKC, 1999)

Sector	Waarde (miljoen Nlg)
Slachtkuikens	90-100
Leghennen	60-70
Kalkoenen	30-35
Varkens	563
Rundvee	335
Totaal	1090

Naschrift: Dr. K. Oldenbroek van het ID-DLO merkt op dat de onderhoudskosten van spermamonsters lager liggen dan Nlg 650, en hij schat de jaarlijkse onderhoudskosten van de hele spermavoorraad van runderen op Nlg 6000.

2.5 Conclusies

Het financieel schatten van de waarde van agrobiodiversiteit wordt belemmerd door veel onzekerheden, gaat met veel ruwe aannames gepaard, en leidt daardoor tot indicatieve waarden. Er is hier alleen geprobeerd te rekenen aan de directe gebruikswaarde (het huidige economisch belang voor de landbouwproductie) van agrobiodiversiteit, terwijl andere waarden in meer algemene termijn zijn beschreven. Waarden die niet direct aan landbouwproductie zijn gerelateerd zijn niet goed in

financiële termen te vatten, maar zijn desalniettemin van bijzonder groot belang. Zo kan de omvang van de zaad- en pootgoedindustrie en de fokkerij als rechtvaardiging van PGR en AGR activiteiten naar voren worden gebracht.

Investing in PGR en AGR zijn afkomstig van de overheid, bedrijfsleven en particulieren. Die van de overheid bedragen jaarlijks iets meer dan 2 miljoen Nlg, maar die van het bedrijfsleven zijn onbekend. Hoewel door onzekerheid in parameters de uitkomsten van diverse berekeningswijzen variëren, geven ze allemaal aan dat investeringen in PGR en AGR goed renderen. Ze wijzen allemaal in de richting van een financieel effect dat vele malen groter is dan de gedane investeringen.

Kosten

1. De jaarlijkse kosten per PGR accessie bedragen in Nederland 105 gulden, wat zich gunstig verhoudt tot de kosten die andere westerse genenbanken maken. Dit is gebaseerd op een jaarlijks budget van 2,1 miljoen gulden.
2. Onderhoudskosten van een collectie AGR (bijvoorbeeld een runderras) bedragen minder dan 1000 gulden per jaar.

Totale opbrengsten

3. De opbrengst:kostenverhouding van PGR collecties op basis van totale opbrengst aan de landbouw is door derden geschat op 40-190. Uitgaande van een conservatieve verhouding van 40, en een jaarlijkse financiering van 2,1 miljoen gulden aan het CGN, zou dit leiden tot jaarlijks 84 miljoen gulden aan opbrengsten voor de Nederlandse landbouw.

Dit valt uiteen in het volgende (waarin ook AGR verwerkt zijn):

Opbrengsten uit productiestijging

4. Het aandeel dat het opbouwen, beheren en beschikbaar stellen van PGR bijdraagt aan vorderingen binnen de plantenveredeling wordt op ongeveer 5% van de veredelingsinspanning geschat. Dit leidt tot een PGR aandeel in stijging van de productiewaarde van de akker- en tuinbouw van respectievelijk 823 duizend en 3,1 miljoen gulden, samen ongeveer 4 miljoen gulden per jaar. Berekeningen die gebaseerd zijn op opbrengstderving als gevolg van ziekten en plagen lijken echter op lagere schattingen uit te komen.
5. Als publieke (2,1 miljoen gulden in 1998) en private investeringen in PGR even groot zouden zijn, zouden de investeringen in PGR zich volledig door productiestijging 'terugverdienen'. Als de investeringen door de private sector enige malen groter zouden zijn dan door de publieke sector, dan nog zouden de investeringen voor een groot gedeelte door productiestijging worden terugverdiend.
6. Een identieke berekening als onder 4. leidt tot een AGR aandeel in de stijging van de productiewaarde van de veeteelt van 5,6 miljoen gulden.
7. De financiële opbrengstderving in de tuinbouw a.g.v. eventuele ziekten en plagen is bijzonder groot (vele miljoenen gezien de jaarlijkse productiewaarde van 12,5 miljard gulden) vanwege de hoge gestelde kwaliteitseisen. Gebruik van PGR heeft bewezen een bijdrage aan de bestrijding van ziekten en plagen te leveren.

8. Zelfs bij een uitermate laag gebruik (in de orde van promillen) van AGR is conservering al gerechtvaardigd; en het waarschijnlijk hogere gebruik leidt tot vergrote opbrengsten.

Belang voor gerelateerde industrieën

9. De investeringskosten in PGR van zelfs erg intensieve (=dure) collectie- en evaluatieactiviteiten worden al grotendeels 'terugverdiend' door de extra inkomsten voor de veredelingsindustrie.
10. De balans van uit- en invoer van pootaardappelen, bloembollen, -knollen en wortelstokken en akkerbouw- en tuinbouwzaden is ongeveer 2,3 miljard gulden. Ook al wordt slechts 1% van de balans toegekend aan PGR, dan nog zou dit een bijdrage van 23 miljoen gulden per jaar inhouden.
11. De waarde van de Nederlandse fokkerij-industrie bedraagt meer dan een miljard gulden per jaar. Als 1% hiervan aan AGR wordt toegekend, zou dit een jaarlijkse bijdrage van 10 miljoen gulden inhouden.

Andere samenleving- en ecosysteemfuncties

12. Er zijn vele voorbeelden aan te dragen die aantonen dat Nederlandse PGR collecties een rol spelen in het ontwikkelen van nieuwe rassen en gewassen, en daardoor aan de diversificatie van de Nederlandse landbouw.
13. PGR en AGR vervullen een rol bij het ontwikkelen van de groeiende biologische landbouwsector.
14. PGR en AGR hebben een breed scala aan andere functies binnen de Nederlandse maatschappij en daarbuiten, zoals het instandhouden van een gezonde agrarische sector met aanpassingsvermogen aan veranderende omstandigheden, bevorderen van voedselzekerheid en lage voedselprijzen, vergrote efficiëntie en concurrentiekracht van de landbouw, productie van niche-producten, een rol in toerisme en recreatie d.m.v. bijvoorbeeld diversificatie in landschap, ondersteuning van onderwijs en kennisoverdracht, wetenschappelijke functies, etc.

Literatuur

Brem, G., F. Graf & H. Kräusslich, 1984. Genetic and economic differences among methods of gene conservation in farm animals. *Livestock Production Science* 11: 65-68.

Brennan, J.P., 1989. An analytical model of a wheat breeding program. *Agricultural Systems* 31: 349-366.

Evenson, R.E., 1994. Genetic resources, international organizations, and rice varietal improvement. Economic Growth Center, Yale University, Center Discussion Paper no. 713. 38 pages.

FAO, 1998. *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO, Rome, 510 pages.

Gollin, D., M. Smale & B. Skovmand, 1997. The empirical economics of ex situ conservation: a search theoretical approach for the case of wheat. Paper presented at the international conference 'Building the basis for economic analysis of genetic resources in crop plants', Palo Alto, August 1997.

Gollin, D., M. Smale & B. Skovmand, 1998. Optimal search in ex situ collections of wheat genetic resources. CIMMYT Economics Working Paper 98-03, CIMMYT, Mexico, 29 pages.

Heijbroek, A.M.A., E.M.L. Schutter & A.F. van Gaasbeek, 1996. *The World Seed Market. Development and Strategies*. Rabobank, 2nd ed., Utrecht.

IKC-L, 1999. *Verkenningen Onderzoeksvragen Fokkerij en Genetica*. Rapport 112 IKC-L.

Keystone, 1991. *Keystone International Dialogue Series on Plant Genetic Resources*. Oslo Plenary Session, 1991.

Kleijn, E.H.J.M. de, G.J. Boers, A.M.A. Heijbroek, 1992. *Visie op de internationale concurrentiekracht in uitgangsmateriaal*. Rabobank, 42 pages.

Lammerts van Bueren, E.T., M. Hulscher, J. Jongerden, M. Haring, J. Hoogendoorn, J.D. van Mansvelt & G.T.P. Ruivenkamp, 1998. *Naar een duurzame biologische plantenveredeling: visie en oordeelsvorming*. Louis Bolk Instituut, 59 pages.

Lömker, R. & D.L. Simon, 1994. Costs of and inbreeding in conservation strategies for endangered breeds of cattle. In: *Proceedings 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Guelph, 7-14 August 1994, Eds. C. Smith, J.S. Gavora, B. Benkel, J. Chesnais, W. Fairfull, J.P. Gibson, B.W. Kennedy & E.B. Burnside. pp.393-396.

Landbouw-Economisch Instituut & Centraal Bureau voor de Statistiek, 1997. Land- en tuinbouwcijfers 1997. 329 pages.

Merezhko, A.F., 1998. Impact of plant genetic resources on wheat breeding. *Euphytica* 100: 295-300.

Mooney, P.R., 1993. Exploiting Local Knowledge: International Policy Implications. In: *Cultivating Knowledge. Genetic Diversity, Farmer Experimentation and Crop Research*, Eds. W. de Boef, K. Amonor, K. Wellard, A. Bebbington. Intermediate Technology Publications, London, p. 172-178.

National Research Council, Board on Agriculture, Committee on Managing Global Genetic Resources: Agricultural Imperatives, 1993. *Managing Global Genetic Resources, Agricultural Crop Issues and Policies*. National Academy Press, Washington, D.C., 1993.

Oldenbroek, J.K., 1999. Introduction, p. 1-9 in 'Genebanks and the Conservation of Farm Animal Genetic Resources', Ed. J.K. Oldenbroek, ID-DLO.

Pardey, P.G., J.M. Alston, J.E. Christian & S. Fan, 1996. *Hidden Harvest: U.S. Benefits from International Research Aid*. Food Policy Report, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 17 pages.

Pearce, D. & D. Moran, 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. Earthscan Publ. Ltd., London, 172 pages.

Smale, M., R.P. Singh, K. Sayre, P. Pingali, S. Rajaram & H.J. Dubin, 1998. Estimating the economic impact of breeding nonspecific resistance to leaf rust in modern bread wheats. *Plant Disease* 82: 1055-1061.

Smith, C., 1984. Estimated costs of genetic conservation in farm animals. In: *Animal Genetic Resources Conservation by Management, Data Banks and Training*. Proceedings of the Joint Expert Panel Meeting, October 1983. FAO Animal Production and Health Paper 44/1, pp. 21-30.

US General Accounting Office, 1997. *Information on the Condition of the National Plant Germplasm System*. October 1997. United States General Accounting Office, Report to the Congressional Committees, U.S. Department of Agriculture.

Werkgroep Genenbanken, 1998. *Genenbanken voor plant en dier als bijdrae aan de voedselvoorziening en de flexibiliteit van agroproductiesystemen*. Den Haag, 1998. 38 pages.

Bijlage 1 Voorbeeld van knoldragende *Solanum* soorten (informatie R. Hoekstra, CGN)

Het gebruik van wilde aardappelsoorten heeft veelvuldig bijgedragen aan de verbetering van de vatbaarheid tegen diverse ziekten en plagen. Onderstaande tabel (een onvolledige lijst) geeft een samenvatting van aangetoond gebruik van genenbank materiaal in aardappelveredeling. Een deel van de bronnen is aanwezig in materiaal dat nog in ontwikkeling is, of is niet kenbaar gemaakt door de kwekers. Er zijn meestal meer bronnen bekend dan in de tabel is aangegeven, maar niet alle bronnen kunnen als gevolg van bijv. kruisingsbarrières worden gebruikt in onderzoek en veredeling.

In Nederland is de resistentieveredeling tegen cyste-nematoden een economisch succes geweest. Vanwege de lange verdelingsweg gecombineerd met het relatief korte bestaan van het CGN zijn de gebruikte bronnen indertijd niet betrokken van het CGN, maar bevinden zich momenteel wel gedeeltelijk in de CGN-collectie. Om de export van pootgoed op peil te houden krijgt de virusresistentie in de Nederlandse aardappelveredeling een relatief lage en de kwaliteit een relatief hoge prioriteit. De veredeling tegen *Phytophthora infestans* heeft tot nu toe (wereldwijd) nog geen blijvende successen opgeleverd, hoewel in de veldtolerantie in het algemeen wel verbeterd is.

Soms heeft het gebruik van wilde soorten ook positieve effecten op andere eigenschappen. Hoewel het niet is bewezen, wordt verondersteld dat het gebruik van *S. vernei* voor nematodenresistentie ook een bijdrage heeft geleverd aan de verhoging van het zetmeelgehalte van zetmeelaardappelrassen.

Character	Source *	Remarks
Nematodes		
<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro1, Ro4)	ADG VRN, SPG	H1. dominant (CPC 1673). B (=H1). C Fa (Ro1. Ro2). Fb (in particular Ro1)
<i>G. rostochiensis</i> (Ro2.3.5)	SPG VRN	Fb (Ro1-Ro5). Fc ?
<i>G. pallida</i> (Pa1)	MLT	1 dominant gene
<i>G. pallida</i> (Pa2. Pa3)	VRN, SPG, ADG, GRL, LPH, SPL, SCR, CHC, MCD, BRC, CAP, OPL	
<i>Meloidogyne</i> spp.	BLB, BST, HOU, CPH, CHC, SCR, FEN	
Fungi		
<i>Phytophthora infestans</i> (late blight)	DMS, BER, BLB, MCD, SCR, CRC, FEN, HJT, VER	Major genes resistance easily overcome by fungus
<i>Synchytrium endobioticum</i> (wart)	ACL, TBR	1 dominant gene
<i>S. endobioticum</i> (race 2, 6, 8)	several species	cv. Barbara
Viruses		
PLRV (leafroll virus): intolerance	TBR, RAP	N1 gene, dominant
PLRV: infection resistance	DMS, ADG, ACL, ETB, BRD	Minor genes
PVY (virus Y): necrotic reaction	CHC, DMS, MCD	Ny gene (medium expression)
PVY: extreme resistance	STO CHC	Ry _{sto} gene, dominant, non race specific (also for PVA)

	ADG	Ry _{adg} gene (not for PVA)
PVX (virus X): Localized hypersensitivity	Varieties	Nb, Nx (local lesions)
PVX: extreme resistance	TBR ADG ACL SCR VRN, SPL	Rx (Chilean cv. Villaroela) Rx _{adg} Rx _{acl} Rx _{scr} ?
PVM (virus M): Localized hypersensitivity	MGA GRL PLT, MCD	Nm gene Gm gene (+ supporting gene) ?
PVS (virus S): Localized hypersensitivity	TBR (Ssignal), ADG	Recessive gene(s?). Ns gene, dominant
PVA (venial mosaic virus A): Localized hypersensitivity	Varieties	Na gene, dominant
PVA: extreme resistance	STO CHC	Ry _{sto} gene, dominant
TRV (tobacco rattle virus; Vector nematodes): intolerance	Varieties ?	Nt. dominant with minor genes involved
PSTV (potato spindle tuber viroid)	GRR, ACL	
Other		
Frost	ACL, DMS, CMM, CUR	
Low reducing sugar content	PHU	
Tuber quality & yield	PHU, ADG, TBR, HJT, CHC	
<i>Erwinia</i> spp.	BRD, CHC, KTZ, PHU	
Insect resistance	Several species	

* VET aangegeven bronnen zijn aanwezig in sommige van de huidige rassen, ten aanzien van andere bestaat geen zekerheid.

Abbreviation	<i>Solanum</i> species	Abbreviation	<i>Solanum</i> species
ACL	acaule	KTZ	kurtzianum
ADG	tuberosum ssp. andigena	MAG	maglia
BLB	bulbocastanum	MCD	microdontum
BRD	brevidens	MGA	megistacrolobum
BST	brachistotrichum	MLT	multidissectum
CAP	capsicibaccatum	PHU	phureja
CHC	chacoense	RAP	raphanifolium
CMM	commersonii	SCR	sucrense
CPH	cardiophyllum	SPG	spgazzinii
CRC	circaeifolium	SPL	sparsipilum
CUR	curtilobum	STO	stoloniferum
DMS	demissum	TBR	tuberosum ssp. tuberosum (vars.)
FEN	fendleri	VER	verrucosum
GRL	gourlayi	VRN	vernei
GRR	guerreroense		
HJT	hjtingii		
HOU	hougasii		

Bijlage 2 Voorbeeld van wilde tarwe (informatie L. van Soest, CGN)

In 1982 zijn een aantal Nederlandse kweekbedrijven begonnen met het maken van kruisingen tussen *Triticum aestivum* (broodtarwe) en *T. dicoccoides* (wilde emmer). Wilde emmer bevat een aantal waardevolle eigenschappen, zoals:

- volledige resistentie tegen meeldauw,
- goede resistentie tegen gele roest,
- een relatief hoog eiwitgehalte (welke eigenschap grotendeels is verloren tijdens kruisingen en selectie).

Hierbij werd gebruik gemaakt van een aantal wilde emmersoorten die oorspronkelijk in Israël waren verzameld in het kader van een Nederlands-Israëliësch samenwerkingsproject dat van 1972 tot eind jaren '80 heeft gelopen. Bekend is dat ongeveer 100 van de ongeveer 500 verzamelde monsters aan kweekbedrijven is geleverd, en dat waarschijnlijk slechts een deel van de 100 uitgebreid is geëvalueerd. De collectie van 500 monsters werd in 1994 aan het CGN overgedragen, welke een selectie heeft gemaakt van ongeveer 250 nummers heeft gemaakt.

Het gebruik van de wilde emmer in de tarweveredeling zal in de toekomst diverse nieuwe rassen opleveren. Het ras Cortis staat sinds 1998 op de rassenlijsten in Duitsland en Denemarken; een ander ras staat op de rassenlijst in Engeland. Een vierde kansrijk nummer is momenteel in de beproevingen in Nederland, Denemarken, Engeland en Duitsland, en naar verwachting zal het binnenkort worden geïntroduceerd. Verder zullen dit jaar nog 9 nummers van diverse Nederlandse bedrijven in verschillende Europese landen in de beproevingen worden opgenomen, waarvan een deel mogelijk voldoende goed worden bevonden. Daarnaast wordt verwacht dat na 2000 een serie nieuwe rassen gebaseerd op kruisingen met wilde emmer in de Europese rassenlijsten zal worden opgenomen.

Dit betekent dat na 16-18 jaar veredelen begin 2000 ongeveer 10 tarwerassen met *T. dicoccoides* bloed zijn ontwikkeld, en dat er nog meer volgen. Het toont aan dat het verzamelen van wilde verwanten uitermate nuttig kan zijn, maar ook dat het erg lang duurt voordat de goede eigenschappen hun weg naar commerciële rassen hebben gevonden.

Het Nederlands-Israëliësch samenwerkingsverband heeft gedurende 15 jaar destijds ongeveer 4 miljoen gulden aan verzamelen, karakteriseren en evalueren op meerdere locaties gekost. Dit leidt tot een investering van 8000 gulden per verzameld monster. Als we aannemen dat er tot 2015 in totaal 20 rassen uit dit materiaal ontwikkeld zullen worden, dan bedraagt de PGR investering per ras 200.000 duizend gulden. In dit specifieke geval is er veel aandacht besteed aan de evaluatie op meerdere locaties in Nederland en Israël van het genenmateriaal op bovengenoemde waardevolle eigenschappen.

Normaal zullen investeringen in verzamelen, karakteriseren en evalueren veel lager liggen: in tabel is berekend dat dit 105 gulden per accessie kost, zodat een normale collectie van 500 accessies een investering van 52.500 gulden vereist.

Het veredelen van een daadwerkelijk toegelaten Nederlands tarweras kost ongeveer 3 miljoen gulden, en uitgaande van 10% gewenst rendement voor veredelingsbedrijven (Heijbroek et al., 1996), dan moet ieder ras 3,3 miljoen gulden aan inkomsten genereren, waarvan 5% = 165 duizend gulden aan PGR activiteiten toe te wijzen zijn. Dus alleen al aan inkomsten voor de veredelingsindustrie dekken in dit voorbeeld meer dan 75% van de PGR investeringskosten. In het geval van een 'normale' collectie zouden hiermee de investeringen al zijn terugverdiend. Hierbij moeten vervolgens alle andere inkomsten in andere delen van de agrarische sector worden gevoegd.

Bijlage 3 Voorbeelden van sla, spinazie, ui en prei (informatie I. Boukema, CGN)

Spinazie. Na het optreden van nieuwe fysio's van *Peronospora farinosa* (valse meeldauw) werd de gehele CGN collectie door veel bedrijven aangevraagd (1402, 184 en 24 accessies in respectievelijk 1996, 1997 en 1998). Ook al is niet bekend gemaakt of en welke accessies resistentiegenen bevatten, kan er gezien het feit dat nieuwe rassen resistent zijn tegen bepaalde *P. farinosa* fysio's van worden uitgegaan dat resistenties in (Nederlandse?) collecties zijn aangetroffen en zijn ingekruist.

Sla. Na uitgebreide toetsingen op het CPRO-DLO tegen *Bremia* (valse meeldauw) en *Macrosiphum euphorbiae* (een luis) resistentie kwamen aanvragen van bedrijven binnen. *Bremia* resistentie is vooral gevonden in wilde slasoorten (*Lactuca saligna*, *L. virosa*, *L. serriola*). Bij een waarschijnlijke uitbraak van nieuwe *Bremia* fysios zijn gedurende de afgelopen jaren weer velen nieuwe aanvragen door het CGN ontvangen en gehonoreerd.

Ui, prei en kool. Na het toetsen door het CPRO-DLO op verschillende ziekten en insecten zijn aanvragen van resistentiebronnen door het CGN ontvangen (bijvoorbeeld wilde ui (*Allium roylei*) voor ziekteresistenties, de prei-achtige kurrat voor trips-resistentie). Er worden jaarlijks 50-80 nummers aangevraagd.

Van alle gewassen worden jaarlijks karakterisatievelden uitgelegd en aan vertegenwoordigers van kweekbedrijven getoond, waarop vaak aanvragen volgen. Er kan van worden uitgegaan dat dit gemotiveerd wordt door commercieel interessante kleuren, vormen en agronomische eigenschappen.

3 Economische betekenis van biodiversiteit voor de onderdrukking van plagen en ziekten in de landbouw

W.K.R.E. van Wingerden¹⁾ & C.J.H. Booij²⁾

¹⁾ Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)

²⁾ Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO)

3.1 Probleemschets

Vraagstelling

Er bestaat voldoende wetenschappelijke ondersteuning voor het idee dat biodiversiteit in percelen, in niet-productieve elementen op het landbouwbedrijf, en in groen en natuur in het landschap een bijdrage levert aan de preventie en onderdrukking van plagen en ziekten in de landbouw. Er zijn strategieën ontwikkeld om de biodiversiteit voor deze functie zo goed mogelijk te benutten (Van Wingerden & Booij 1999). De huidige compilatiestudie heeft tot doel te verkennen welke de economische betekenis van de benutting van biodiversiteit bij onderdrukking van plagen en ziekten in de landbouw. Deze verkenning inventariseert en vergelijkt daartoe kosten aan bestrijding in gangbare bedrijfssystemen en in geïntegreerde bedrijfssystemen. Hierbij wordt opgemerkt dat in de gangbare bedrijfssystemen nog een deel van de potentiële biodiversiteit actief is (zie 4.2). In de geïntegreerde bestrijding immers wordt de natuurlijke biodiversiteit al zoveel als mogelijk is, benut. Verdere vervulling van de ecologische voorwaarden van natuurlijke antagonisten tegen plagen en ziekten zouden de kosten van geïntegreerde bestrijding nog verder naar beneden kunnen brengen, en dus de economische betekenis van de biodiversiteit in het agrarisch gebied vergroten. Daarom wordt verkend of de benutting van biodiversiteit voor dit doel in de toekomst groter of kleiner wordt. Deze toekomstverkenning wordt bekeken tegen de achtergrond van de verwachte ontwikkelingen in de bestrijding en de bestrijdingsmiddelen-industrie, ontwikkelingen in de landbouw en ontwikkelingen in het agrarische gebied binnen de groene ruimte. Daarnaast heeft geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit nog andere, momenteel niet economiseerbare effecten; deze worden kort beschreven, in dit hoofdstuk, onder *baten*.

Inleiding

De belangrijkste voorwaarde voor benutting van de natuurlijke biodiversiteit voor preventie en onderdrukking van plagen en ziekten is dat de toepassing van breed-spectrum pesticiden die het agro-ecosysteem aantasten zoveel als mogelijk wordt beperkt, door plagen en ziekten uitsluitend te bestrijden wanneer de economische schadedrempel overschreden dreigt te worden, en dan nog met selectief werkende middelen. Deze gang van zaken is het kenmerk van de geïntegreerde bestrijding uit de gelijknamige landbouw. Het werken met schadedrempels betekent dat er pas gespoten wordt als de schade opweegt tegen de middelenkosten. Dit betekent vaak een iets lagere opbrengst als er net geen schadedrempel gehaald wordt, maar ook lagere kosten. Op deze wijze leidt de geïntegreerde aanpak tot kostenverlagingen in de directe kostensfeer, maar vaak ook tot toename van de mechanisatiekosten en meer arbeid. Zie voor bestrijdingskosten en fysieke en financiële opbrengsten van verschillende gewassen in

het gangbare, geïntegreerde en ecologische bedrijfssysteem: tabellen 1,2,... . Deze voorwaarde impliceert monitoring van plagen en ziekten, bij voorkeur in combinatie met monitoring van de natuurlijke onderdrukkers, zoals geldt voor methoden die voor de geïntegreerde fruitteelt ontwikkeld zijn.

Onder deze voorwaarde moeten er aan een aantal inrichtings-, teelt- en beheersmaatregelen uitgevoerd worden die gericht zijn op continuïteit (in ruimte en tijd) in de ecologische voorwaarden (zowel de milieu- als de ruimtelijke voorwaarden) voor antagonisten (predatoren, parasieten, concurrenten; antagonisten s.s.). (Van Wingerden & Booij 1999). De preventieve en onderdrukkende werking van antagonisten op plaagorganismen en pathogenen kan versterkt worden door twee maatregelen:

- De toepassing van plaag-/ziekte resistente of tolerante rassen
- Een zo sterk mogelijke scheiding van teelten van hetzelfde ras en gewas in ruimte en tijd.

Kosten

De geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit zou de volgende extra kosten met zich mee kunnen brengen:

- Monitoring van plagen, ziekten en eventueel antagonisten kost tijd, dus geld, mogelijk meer dan de plaag- en ziektemonitoring in de conventionele bestrijding.
- Scheiding van identieke teelten vergt planning en overleg op regionale schaal, en dus ook tijd, dus geld, maar is ook bij conventionele bestrijding aan te raden.
- Aanpassing van teeltmaatregelen gaat gepaard met aanschaf of huur van andere werktuigen. In potentie kost dit meer geld. De bewerkingskosten in de geïntegreerde landbouw zijn meestal hoger dan die bij de gangbare landbouw (Bos et al 1992).
- Ontwerp en inrichting van bedrijven met niet-productieve landschapselementen kost tijd en geld en vraagt plm. 5% grond, die in mindering komt op opbrengst vergeleken met rationele teelten. Specifieke beheersmaatregelen van deze landschapselementen vraagt tijd en apparatuur, en dus geld. Bovendien kost toepassing van selectieve middelen mogelijk meer geld dan toepassing van conventionele preventieve bestrijdingsmaatregelen.
- Tenslotte is het risico op overschrijding van de schadedrempel groter dan in de conventionele gewasbescherming.

Samengevat: er is van de zijde van de geïntegreerde landbouwer die biodiversiteit benut een investering nodig in kennisontwikkeling, tijd en geld.

Baten

De geïntegreerde bestrijding heeft belangrijke voordelen, met een positief effect op de financiën:

- De afhankelijkheid van landbouwers van bestrijdingsmiddelen wordt kleiner: er worden er minder gebruikt, met een geringere frequentie. Geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit is in theorie goedkoper, mits de selectieve middelen en methoden niet duurder uitpakken dan de conventionele methoden.
- Het achterwege blijven van bespuitingen (zowel tegen ziekten als plagen) kan in sommige gewassen tot gevolg hebben dat het gewas gezonder, weerbaarder wordt tegen plagen en ziekten, en kwalitatief beter, dus rendabeler (Den Belder, med.)

Deze baten kunnen direct geëconomiseerd worden.

Niet of minder goed economiseerbare baten zijn:

- Resistentie treedt mogelijk minder snel op, waardoor minder snel nieuwe en duurdere middelen en methoden toegepast behoeven te worden. Ook dit effect verlaagt in theorie de kosten.
- Het risico op vergiftiging van landbouwers is geringer. Ook dit effect verlaagt in theorie de kosten en verbetert de arbeidsomstandigheden.
- Het product wordt schoner, en leent zich voor certificering en dus een hogere marktwaarde; zo is er in Engeland een grote supermarktketen die biodiversiteits-sparende of bevorderende producten verkoopt. In potentie levert certificering een financiële meerwaarde op.
- De vele bespuitingen en de monitoring van ziekten en plagen om de bespuitingen zo effectief mogelijk toe te passen, ook in de geïntegreerde bedrijfsvoering (den Belder, med.) veroorzaakt bij de landbouwer veel stress. Om deze reden prefereren veel fruittelers introductie van roofmijten voor de bestrijding van spintmijt, niet omdat het goedkoper is, maar omdat het rustiger is (L. Blommers, med.). Dit verbetert de arbeidsomstandigheden. Eenzelfde functie zou benutting van biodiversiteit in een functionerend agro-ecosysteem kunnen hebben.
(Het belangrijkste voordeel voor de landbouw is wellicht de verbetering van het milieu-verontreinigende imago van de landbouw, een voordeel dat zich nog niet direct in geld laat vertalen).
- Daarnaast wordt de verontreiniging van het milieu geringer; dit heeft de volgende gunstige effecten:
 - Minder verontreiniging heeft positieve effect op de volkgezondheid, zowel voor bewoners als voor recreanten; dit draagt in theorie bij tot vermindering van de kosten van de volksgezondheid.
 - Voorts biedt minder verontreiniging aanzienlijke kansen voor exploitatie in het agrarisch gebied, o.a. door conservering en winning van hoogkwalitatief water in het agrarisch gebied; waterwinning levert in potentie inkomsten voor agrariërs op. Deze baten zouden in de toekomst economiseerbaar kunnen worden, in de m³ water per ha
 - Bovendien wordt door een hogere milieukwaliteit de kansrijkdom voor natuurwaarden groter: flora, fauna (let ook op de doorvergiftiging naar top-predatoren) en landschap worden er rijker door, hetgeen in de output-sturing van natuur in het agrarisch gebied hogere vergoedingen binnen het programma beheer zou kunnen opleveren. In potentie leidt dit tot hogere inkomsten voor agrariërs op uit verzilvering van groene dooradering. Deze verhoging van natuurwaarden geldt met name voor het aquatisch
 - Een hogere milieukwaliteit draagt direct en indirect ook bij aan de beleving van natuur- en landschapswaarden, en de recreatieve waarde van het landelijk gebied; de laatste leent zich voor exploitatie via verkoop, horeca- en verblijfs-accomodaties in de verbrede bedrijfsvoering in de landbouw. In potentie levert dit hogere inkomsten voor agrariërs op. In potentie leidt dit tot hogere inkomsten voor agrariërs uit verzilvering van groene dooradering.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de milieu-effecten van middelen in de ecologische of biologisch-dynamische teelten (Pyrethroiden, Zwavel,) niet verwaarloosbaar zijn.

Samenvattend

Geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit levert in theorie en potentie economisch voordeel op. Het doel van deze compilatie is om een aantal kosten en baten tegenover elkaar te zetten. Primair gebeurt dit door de investeringen in bestrijding in de conventionele landbouw, de geïntegreerde landbouw en de ecologische landbouw uit het meest recente vergelijkend onderzoek (Wijnands et al 1992; Bos et al 1992; Janssens et al 1998) tegenover elkaar te zetten (zie paragrafen 2 en 3), en door rubricering van expertmeningen over de economische kansen van geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit: nu en in 2015. Deze expertviews worden geformuleerd tegen de achtergrond van de hierboven genoemde theoretische en potentiële kosten en baten (zie paragraaf 4). Resteren een aantal moeilijk of niet-economiseerbare baten worden genoemd, die van belang voor de kwaliteit van product en leefomgeving, maar nog niet van invloed zijn op de bedrijfseconomie van de teler (zie 1.4)

3.2 Vergelijkend onderzoek naar gewasbeschermingskosten en fysieke en financiële opbrengsten in de akkerbouw in gangbare, geïntegreerde en ecologische bedrijfsvoering.

Vergelijkend Nederlands onderzoek in de akkerbouw

Een preventief beheer van ziekten en plagen dat mede gericht is op diversificatie en benutten van biodiversiteit is primair gekoppeld aan een ruime rotatie en een beperkt middelen gebruik. Door een lager percentage aan hoog salderende gewassen (aardappel en suikerbiet), is de opbrengst per ha lager dan bij gangbaar (10-20% afhankelijk van het gevolgde systeem).

In de periode 1986 - 1990 werd een vergelijkend onderzoek gedaan naar drie bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst (Bos et al 1992, Wijnands et al 1992):

- gangbare akkerbouw met gangbare chemische bestrijding: monitoring van kosten van bestrijding, fysieke en financiële opbrengsten
- geïntegreerde akkerbouw met geïntegreerde bestrijding (chemische bestrijding die er op uit is de natuurlijke vijanden zoveel mogelijk te behouden en te benutten): monitoring van kosten van bestrijding; financiële verliezen/winsten door vermindering/verhoging van fysieke opbrengsten; financiële winst/verlies door meeropbrengst/kwaliteitsvermindering vanwege geïntegreerde teeltwijze
- ecologische akkerbouw: monitoring van financiële verliezen, eventueel winsten door vermindering/verhoging van fysieke opbrengst; financiële winst/verlies door meeropbrengst/ kwaliteitsverlies vanwege ecologische teeltwijze.

Tabel 1. Kosten in guldens per hectare voor plaag- en ziektebestrijding in de akkerbouw gemiddeld over gewassen. OBS= OBS-Nagele; BGW=Borgerswold; VP=Vredepeel. In de geïntegreerde en ecologische bedrijfssystemen werd biodiversiteit nog niet benut

Bedrijfssysteem	Gemiddelde kosten, over alle gewassen, van pesticiden tegen ziekten en plagen
GANGBAAR: met chemische (preventieve) bestrijding	440 (OBS) 1/4jaar 630 (BGW) 1/2jaar 280 (VP) 1/8jaar*
GEÏNTEGREERD: Geïntegreerde bestrijding	120 (OBS) 150 (BGW) 140 (VP)
ECOLOGISCH Zonder bestrijdingsmiddelen	0 (OBS)

- De verschillen hangen samen met de grondontsmettingsfrequentie van eens per 2 tot eens per 8 jaar.

In bovenstaande tabel (ontleend aan Bos et al. 1992) worden kosten vergeleken tussen drie bedrijfssystemen: Gangbare Akkerbouw, Geïntegreerde Akkerbouw, en Ecologisch Gemengdbedrijf voor de periode 1986 tot 1990, verdeeld over drie locaties: OBS-Nagele, Borgerswold, en Vredepeel. De geïntegreerde teelten hebben duidelijk minder kosten aan pesticiden (insecticiden, fungiciden) ter bestrijding van ziekten en plagen. Tegelijk is in dit praktijkonderzoek verstrengeld met deze factor "pesticidegebruik tegen ziekten en plagen" onderzocht de factoren herbiciden- en meststoffengebruik. Het is op grond van deze gegevens dus niet mogelijk het effect van minder of geen pesticiden tegen ziekten en plagen *alleen* op de fysieke en financiële opbrengsten te bepalen. In dit onderzoek zijn de totale kosten aan bestrijdingsmiddelen gemiddeld Hfl 450,- voor gangbaar en Hfl 137,- voor geïntegreerd. **De economische betekenis van de door geïntegreerde bestrijding benutte biodiversiteit bedraagt in dit onderzoek dus het verschil tussen deze twee, d.w.z. gemiddeld Hfl 313,- per ha.**

Uit het bedrijfseconomisch verslag van innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw (Janssens et al. 1998) worden de gewasbeschermingskosten van pionier geïntegreerde bedrijven vergeleken met LEI-gangbare bedrijven (tabel 2)

Tabel 2 Kosten aan gewasbeschermings(= toepassing pesticiden) per ha op bedrijfsniveau op 38 geïntegreerde Nederlandse bedrijven (gi) vergeleken met LEI boekhoudnet (Janssens et al 1998).

	gi	LEI
1990	400	530
1991	390	540
1992	400	560
1993	410	560
gemiddeld	400	550

De financiële opbrengst van gewassen op de akkerbouwbedrijven bedraagt in dit project voor Nederland gemiddeld : Hfl 5600,-, - 6000,- ; kosten aan pesticiden in geïntegreerde bedrijfsvoering variëren tussen rond 7% en die van gangbaar rond 10% van de financiële opbrengst.

Er zijn regionale verschillen in de geïntegreerde bestrijdingskosten: van Hfl 225,- in Zuidoost-Nederland (zeer goede bedrijven) tot Hfl 530,- in Noordoost-Nederland (veel aardappel, minder reductie in herbiciden). Er zijn ook regionale verschillen in de financiële

opbrengst, nl. Hfl 4500,- ZO-Nederland, en 4700,- NO-Nederland tot 8400,- in Centrale zeelei-regio. De kosten aan bestrijdingsmiddelen in de geïntegreerde bestrijding variëren van 5% in ZO-Nederland en CZK tot 12% in NO-Nederland van de financiële opbrengst. Deze kosten zijn allemaal inclusief herbiciden, deze variëren in de geïntegreerde bedrijfsvoering tussen de Hfl. 105,- en 170,- per ha (NO-Nederland). Wat overblijft is: Hfl 300,- - 430,- aan kosten voor bestrijding van ziekten en plagen (F. Wijnands, med.).

Overigens zijn gemiddeld genomen op biologische bedrijven de bestrijdingskosten van "biologische" bestrijdingsmiddelen nihil, maar daar staat in de aardappelteelt tegenover dat de kosten overige methoden en voorzieningen - en dat geldt ook voor de geïntegreerde bestrijding - hoger zijn: vaak duurder uitgangsmateriaal via andere rassenkeuze in de consumptie-aardappel: ca Hfl 300,-/ha. Bij andere gewassen zijn deze extra kosten lager. Er zijn geen andere kosten gericht op plaag- en ziektepreventie in de geïntegreerd bedrijfsvoeringen (F. Wijnands, med).

De economische betekenis van de door geïntegreerde bestrijding benutte biodiversiteit bedraagt in dit onderzoek het verschil tussen gangbaar en geïntegreerd, d.w.z. gemiddeld Hfl 150,- per ha. In 1996 zijn de totale kosten aan bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw Hfl. 559,- (Brouwer & van Bruchem 1999).

Vervolgens worden voor enkele teelten apart, nl. aardappel, wintertarwe en zaaiui de fysieke en economische opbrengsten vergeleken tussen het gangbaar bedrijfssysteem enerzijds, en het geïntegreerd en het ecologische bedrijfssysteem anderzijds. Omdat de kosten van pesticidengebruik in de teelt van suikerbiet verwaarloosbaar klein zijn, worden deze niet vermeld (naar Bos et al 1992).

Tabel 3. Kosten voor plaag- en ziektebestrijding in de aardappelteelt, met fysieke opbrengstverliezen, en financiële opbrengst, winst of -verlies, en saldo (naar Bos et al 1992)

Bedrijfssysteem	Gemiddelde kosten, in Hfl van pesticiden tegen ziekten en plagen;% van de bruto-geldopbrengst	Fysieke opbrengst-verliezen in% t.o.v. gangbaar	Financiële winst/verlies per 1000 kg in% t.o.v. gangbaar	Bruto-geldopbrengst in Hfl per ha	Saldo Aardappelteelt in Hfl; Winst/verlies t.o.v. gangbaar
GANGBAAR: met chemische (preventieve) bestrijding	1230; 13% (OBS) 1200; 18% (BGW) 580; 8% (VP)	0	0	9180 (consumptie) 6660 (fabrieke) 7520 (consumptie)	5390 2580 4400
GEÏNTEGREERD Geïntegreerde bestrijding	235; 3% (OBS) 400; 7% (BGW) 290; 4% (VP)	5%(OBS) 10% (BGW) 6% (VP)	- 3% (OBS) + 1% (BGW) + 5% (VP)	7910 (consumptie) 6110 (fabrieke) 7440 (consumptie)	5460 (+ 70) 3320 (+ 740) 4715 (+315)
ECOLOGISCH Zonder bestrijdingsmiddelen	0 (OBS)	31% (OBS)	+ 296% (OBS)	24300(consumptie)	20970 (+ 15580)

In de aardappelteelt zijn de kosten van middelengebruik in de gangbare bedrijfsvoering tamelijk hoog (8 -18%). De kostenbesparing, gemiddeld Hfl 695,- per ha kwam voor het grootste deel (50 -70%) tot stand door de grondontsmetting te vervangen door andere

maatregelen: (zie tabel 3). **Thans vindt grondontsmetting nauwelijks meer plaats** (J. van Esch, med., zie ook verder). Zorgvuldige monitoring en toepassing van resistente rassen is hiervoor in de plaats gekomen. Benutting van biodiversiteit vindt hierin nog niet plaats. Er zou zowel aan de vergroting van de bodemweerbaarheid gewerkt kunnen worden door voorwaarde te scheppen voor tal van niet-pathogene schimmels, bacterieën en virussen, en natuurlijke vijanden van aaltjes (o.a. inwerken gewasresten, verhoging organisch stofgehalte, enten bodemfauna met nematofage mijten, en regenwormen voor een hoge aërobie-graad door middel van verhoging van het bodemporie-volume. De maximale economische opbrengst van deze maatregelen is gemiddeld Hfl 324,- per ha, zijnde de bestrijdingskosten in het geïntegreerde bedrijfsysteem. Vrijwel de gehele aardappelteelt is als geïntegreerd op te vatten. De maximale economische opbrengst van biodiversiteit ligt thans tussen de Hfl 896,- en 1448,- voor pootaardappelen, tussen de Hfl. 779,- en 970,- voor consumptieaardappelen, en bedraagt Hfl 886,- voor consumptie aardappelen, per ha (Brouwer & van Bruchem 1999) (tabel 4). Hierin zijn de kosten voor monitoring van aaltjes niet verwerkt.

Tabel 4. Gebruik (in kg a.s./ha gewas) van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar middelengroep en totaalkosten per ha gewas in 1996 (ontleend aan Brouwer & van Bruchem 1999).

Gewas	Insecti- ciden	Fungi- ciden	Herbi- ciden	Groei- regul.	Nema- toiden	Hulp- stof-	Ove-- rige	Tot. werk. stof	Tot. bedr. (Hfl)
Gewassen op akkerbouwbedrijven									
Wintertarwe	0,2	1,1	2,2	0,7	0,0	0,1	0,1	4,4	353
Pootaardappelen									
- klei	0,6	10,5	2,5	0,0	4,0	6,8	0,9	25,3	1448
- zand	0,3	5,5	1,9	0,0	10,7	3,4	0,0	21,8	896
Consumptie-aardappelen									
- klei	0,8	8,5	3,8	0,0	0,6	0,3	0,2	14,2	970
- zand	0,4	7,9	1,5	0,0	0,2	0,3	0,2	10,5	779
Fabries-aardappelen	0,3	8,9	1,1	0,0	17,5	1,0	0,0	28,7	886
Suikerbieten	0,2	0,0	3,6	0,0	1,4	1,9	0,1	7,2	469
Snijmais									
-marktbaar	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,6	0,0	2,2	125
- voedergras	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,6	0,0	4,3	207
Conserven erwten	0,1	0,1	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	1,4	129
Zaaiuien	0,2	9,0	6,6	1,9	0,0	0,3	0,1	18,1	851
Winterpeen	1,0	1,8	2,3	0,0	0,0	0,8	0,1	6,0	656
Braakland	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	102
Gewassen op grasdierbedrijven									
Grasland	0,02	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	24

Bron: bedrijven-informatienet

Tabel 5. De in experimenten (1986-1990) gebruikte alternatieven voor bodemontsmetting, gerangschikt naar gewas en plaagsoort/pathogeen (naar Wijnants et al 1992).

Gewas	Plaagsoort/ Pathogeen	Aan-/af Wezig	Alternatieven voor bodemontsmetting in geïntegreerd systeem	Besmetverkl./ Beheersbaar
Aardappel	Cyste-aaltjes (Globodera rostochiensis; G. pallida)	+; in BGW hoogste dichtheid in gangbaar	<ul style="list-style-type: none"> • ruime rotatie • Teelt van resistente rassen (Saturna, Agria, Santé, Elles) • Intensieve monitoring pathogeen in kleine besmettingshaarden gevolgd door vroegtijdige gerichte rassenkeuze • Preventie en bestrijding aardappelopslag in volgteelten 	-/ + geen opbrengst- vermindering;
Suikerbiet	Rhizomanie (biete- nerf-vergelings virus); vector: schimmel Polymixa betae	+	teelt van rhizomanie-tolerant ras (Rima)	/- opbrengst-schade, maar evenzeer in gangbaar
Aardappel Suikerbiet Erwt	Wortelknobbel-aaltje (M. hapla) alleen op dicotylen	+	ruime rotatie (3/8 monocotylen)	-/+ nauwelijks opbrengst- schade
Aardappel (locatie Vredepeel) Schorse-neer Wintertar- we Suikerbiet	Wortelknobbel-aaltje (M. chitwoodi) Zowel op mono- als dicotylen	+	Monitoring gevolgd door vermijding van schorseneer in de rotatie op plekken met hoge dichtheden van dit wortelknobbelaaltje	Opbrengstschade: onderwerpen gewas; niet geïntegreerd systeemgebonden

Tegenover het voorbeeld van de gunstige opbrengsten van de geïntegreerde teelt in de hoog-salderende aardappelteelt, staat het voorbeeld van de minder gunstige opbrengsten in de geïntegreerde teelt van wintertarwe (tabel 6)

Tabel 6. Kosten voor plaag- en ziektebestrijding in de teelt van wintertarwe, met fysieke opbrengstverliezen, en financiële opbrengst, winst of-verlies, en saldo (naar Bos et al 1992).

Bedrijfssysteem	Gemiddelde kosten, in Hfl van pesticiden tegen ziekten en plagen;% van de bruto-geldopbrengst	Fysieke opbrengst- verliezen in% t.o.v. gangbaar	Financiële winst/verlies per 1000 kg in% t.o.v. gangbaar	Bruto- geldopbrengst in Hfl per ha; winst/verlies t.o.v. gangbaar	Saldo in Hfl; Winst/verlies t.o.v. gangbaar
GANGBAAR: met chemische (preventieve) bestrijding	160; 4% (OBS) 170; 6% (BGW) 220; 8% (VP)	0	0	3670 3110 2710	2250 1590 1560
GEÏNTEGREERD: Geïntegreerde bestrijding	60; 2% (OBS) 130; 5% (BGW) 150; 7% (VP)	12%(OBS) 18% (BGW) 20% (VP)	+ 1% (OBS) + 1% (BGW) - 1% (VP)	3190 (-480) 2700 (-410) 2150 (-560)	1970 (-280) 1440 (- 150) 1380 (-180)
ECOLOGISCH Zonder bestrijdingsmiddelen	0 (OBS)	35% (OBS)	+ 127% (OBS)	5550 (+1880)	4380 (+ 2130)

Tabel 7 Kosten voor plaag- en ziektebestrijding in de teelt van winterpeen (peen) zaaiui (ui), en groene erwt (erwt) op de locatie OBS-Nagele met fysieke opbrengstverliezen, en financiële opbrengst, winst of -verlies, en saldo (naar Bos et al 1992).

Bedrijfsstelsysteem	Kosten, in Hfl van pesticiden tegen ziekten en plagen:% van de bruto-geldopbrengst	Fysieke opbrengst-winst/verliezen in% t.o.v. gangbaar	Financiële winst/verlies per 1000 kg in% t.o.v. gangbaar	Bruto-geldopbrengst in Hfl per ha; winst/verlies t.o.v. gangbaar	Saldo in Hfl; Winst/verlies t.o.v. gangbaar
GANGBAAR: met chemische (preventieve) bestrijding	460; 3% (peen) 440; 10% (ui) 160; 4% (erwt)	0	0	17450 (peen) 4610 (ui) 3880 (erwt)	4640 (peen) 560 (ui) 2133 (erwt)
GEÏNTEGREERD: Geïntegreerde bestrijding	220; 1% (peen) 150; 5% (ui) 70; 2% (erwt)	+ 4%(peen) -23% (ui) -12% (erwt)	+ 13% (peen) - 11% (ui) 0 (erwt)	20310 (+2860)(peen) 3080 (-1530)(ui) 3490 (-390)(erwt)	7860(+3220)(peen) -270 (-830)(ui) 1941 (-192)(erwt)
ECOLOGISCH Zonder bestrijdingsmiddelen	0	+42% (peen)* -41% (ui) - 43% (erwt)	+ 9% (peen) + 700% (ui) +135% (erwt)	26110 (+8660)(peen) 20540 (+15930)(ui) 5420 (+1540)(erwt)	19390(+14750)(peen) 14060 (+13500)(ui) 4060 (+1927) (erwt)

* er werd in ecologisch geen peen afgekeurd i.t.t. gangbaar en geïntegreerd

Uit bovenstaande tabel 7 kan geconcludeerd worden dat de kosten aan pesticiden laag zijn in peen en erwt, en hoger (10%) in ui. De besparing hierop in geïntegreerde teelt van ui wordt evenwel ruim teniet gedaan door het fysieke opbrengstverlies. Bij winterpeen treedt een dergelijk fysiek opbrengstverlies bij geïntegreerd niet op; integendeel, hier is een kleine winst, die dank zij een hogere prijs per 1000 kg tot een aanzienlijk hoger saldo leidt. Bij groene erwt leidt een geringe kostenreductie in de input kant van de geïntegreerde teelt tot een 12% lagere fysieke opbrengst. Samen leiden deze tot een iets kleiner maar nog steeds hoog. De ecologische teelten van peen, ui en groene erwt leiden tot hoge saldi. Maar dat kan in 1999 wel anders liggen, bijvoorbeeld door een groter aanbod.

Hierbij wordt opgemerkt (Bos et al. 1992) dat de resultaten van de geïntegreerde bedrijfsvoering in dit experiment negatief beïnvloed werden door experimentele ingrepen en aanschaffingen die met deze proefopzet niet van doen hadden. Bovendien zou de input in de geïntegreerde bedrijfsvoering nog verder kunnen dalen. Voorts geven de cijfers van Geïntegreerd met een intensief bouwplan (meer gewassen met een hogere opbrengst) op de locatie Vredepeel aan dat de opbrengst hoger kan zijn dan bij gangbaar.

Tot nog toe werden de kosten gerelateerd aan de financiële bruto-opbrengst per ha en het saldo. Het is ook mogelijk deze te relateren aan het netto-bedrijfsresultaat. Hierin zijn ook de arbeidskosten, en aanschaffingen verwerkt. Uit tabel 6 is af te leiden dat in het geïntegreerde bedrijfssysteem het netto-bedrijfssysteem Hfl 2-300,- slechter is dan in het gangbare bedrijfssysteem; deze minder opbrengst is ongeveer gelijk aan het verschil in gewasopbrengst/ha. Uitgedrukt in guldens per ingezette Hfl 100,- bedraagt deze minder-opbrengst Hfl 3 - 5,-. De winst door het verminderde gebruik aan middelen geheel opgegaan aan hogere arbeidskosten en aan rente, afschrijving en onderhoud van machines en werktuigen (Bos et al 1992).

Tabel 8. Overzicht van de bedrijfresultaten (gemiddeld over verschillende teelten per bedrijfssysteem) in gulden per jaar per ha. Bedrijfssystemen: OBS-Nagele op klei; BGW: Borgerswold op NO zand en dalgronden; VP: Vredepeel; ZO zandgronden. Gangb: gangbaar; geïnt: geïntegreerd; ecol: ecologisch; ext: extensief bouwplan (met laag salderende rassen); intens: intensief bouwplan (met hoogsalderende rassen)

	OBS	klei		BGW	zand		VP	zand		
	gangb.	geïnt.	ecol.	gangb.	gangb. ext.	geïnt.	geïnt. intens.	Gangb.	Geïnt.	Geïnt. Ext.
Gewas- opbr./ha	7690	7330	6980*	5460	4020	3800	7660	6790	6440	5140
Netto- bedrijfsres.	-2120	-2480	-4850	-2950	-3040	-3250	1350	620	310	-570
Opbrengst/ fl 100,-	78	75	71	65	58	54	121	110	105	90

* met opbrengst per ha uit rundveehouderij: 12030

Fruitteelt

Bestrijdingskosten zijn marginaal op het totale budget voor een zo intensieve teelt; het kwaliteitsaspect telt hier zwaar en de schade tolerantie is laag (< 4% vruchtuitval door ziekten en plagen). Ze bedragen enkele duizenden gulden per jaar per ha (Hfl 1494,-, zie tabel 9) maar dat is een klein bedrag vergeleken met de aanlegkosten van boomgaarden, en de startjaren met geringe opbrengsten. Vroeger werden deze kosten nog in tientjes en honderden gulden afgedaan: Hfl 350,-/ha voor minerale olie tegen virusinfecties overgedragen door vector-insecten was bij de invoering daarvan een kolossaal bedrag, maar is inmiddels een geaccepteerde kostenpost. Nieuw ontwikkelde smal werkende bestrijdingsmiddelen die in de plaats komen van de breed werkende middelen worden verboden, zijn wel steeds duurder dan de vorige generatie middelen. Mogelijk behoeven ze dank zij de plaagonderdrukkende werking van de biodiversiteit die ze sparen, minder gebruikt te worden. Ook deze hogere kosten vormen slechts een klein deel van de totale kosten (L. Blommers, med.).

De kosten van geïntegreerde bestrijding met gebruik van selectieve middelen en de arbeidskosten voor waarnemingen liggen iets hoger dan die in de gangbare bedrijfsvoering, maar dit speelt voor de telers (gezien de marginale kosten) geen rol. Bovendien is het onderscheid tussen gangbaar en geïntegreerd zeer vaag geworden. Er zijn bijna geen telers meer die niet op een of andere manier geïntegreerd bezig zijn: meer dan 80% van de appelteilers zet roofmijten uit ter controle van spintmijt (L. Blommers, med.)

Zoals al eerder aangegeven vormt schurft (*Venturia* spp.) in de fruitteelt het probleem waaraan de meeste middelen en geld besteed worden. Met geleide bestrijding, d.w.z. bestrijding met behulp van simulatieprogramma's die helpen het juiste bestrijdingsmoment te vinden kan een aanzienlijk deel van de gewoonlijk gebruikte fungiciden bespaard worden (M. Trapman, med.). Daarenboven kan de fungiciden toepassing nog beperkt worden door appel en peerrassen met een verschillende gevoeligheid voor verschillende variëteiten van schurft in teelten te mengen; dit verlaagt de verspreidingssnelheid van schurft (ook dit is een benutting van biodiversiteit, maar dan de genetische diversiteit van het gewas). Verder is de diversiteit in de boden van belang omdat de kans op verspreiding van schurft verkleind wordt door de snelle afbraak van bladeren. Aan de inzet van antagonisten die concurreren met schurft in de phyllosfeer

van het gewas wordt experimenteel gewerkt in Canada, VS, Duitsland en Italië; het onderzoek is nog niet zover dat toepassing in de praktijk in het verschiet ligt. In Bologna wordt de interactie van schurft met *Athalia bombicidiana* onderzocht. De kans op succesvolle toepassing hiervan lijkt niet zo groot vanwege het feit dat het blad niet continu aanwezig is; m.a.w. de concurrentie moet ieder jaar weer opnieuw tot stand gebracht (is perspectiefrijker bij bodembewonende pathogenen). Daarnaast worden door noodzakelijke fungiciden toepassing ook de antagonisten bedreigd (M. Trapman, med.).

De aarzeling bij sommige telers om meer geïntegreerd te werken en biodiversiteit daarin te benutten, zit hem deels in de risicoperceptie en het vereiste kennisniveau. Gangbare telers zijn meer risicomijdend en zijn minder bereid zich in ziekten en plagen te verdiepen. Het spuiten geeft hun het gevoel er al het mogelijke aan gedaan te hebben. Geïntegreerde telers lopen iets meer risico maar kunnen dit volledig nivelleren door bewuster met gewasbescherming om te gaan. Het grootste voordeel wordt behaald uit het feit dat ze zich geen zorgen meer hoeven te maken om spint (in appel) of om Perebladvlo (in peer). Dit zijn belangrijke voordelen die niet in geld zijn uit te drukken (L. Blommers, med.). De scepsis bij telers ten aanzien van benutting van biodiversiteit kan afnemen wanneer er positieve resultaten zijn uit praktijkproeven. In dit verband is interessant dat het proefstation voor de fruitteelt nieuwe proefpercelen in gebruik genomen heeft in Randwijk. Hierin wordt tevens het effect van natuur in en om de boomgaard bestudeerd. In 1999 zal de nul-situatie beschreven worden, teneinde in de volgende jaren het effect van biodiversiteit uit natuurvriendelijke oevers, houtwallen, grasranden en natuurelementen rond de boomgaard te kunnen meten. Het onderzoek zal zich o.a. richten op de plaagonderdrukkende werking van sluipwespen en spinnen (F. van Alebeek, med.).

Vergelijking toepassing biologische bestrijdingswijze met chemische o.a. in de kasteelt
Biologische bestrijdingsmethoden sparen de biodiversiteit. De door bedrijven (bijvoorbeeld Koppert in Berkel-Rodenrijs) geproduceerde biologische bestrijdingsmethoden vormen echter op wereldschaal slechts een fractie (1%) van het totaal van de kosten aan bestrijding. De meerkosten van teeltmaatregelen en resistente rassen gebruikt voor plaag- en ziektebeheersing zijn in relatie daarmee moeilijk te schatten.

Geslaagde introducties van natuurlijke vijanden besparen wereldwijd enkele honderden miljoenen gulden per jaar op het gebruik van bestrijdingsmiddelen (P. Smits, med.); een gedeelte van de besparing vindt plaats dank zij de geïntroduceerde vijanden, een ander, onbekend, deel door de gespaarde biodiversiteit.

In kasteelten zijn de kosten van beheersing van plagen en ziekten slechts marginaal in de totale omzet (ca. 1%). Er wordt daarom vaak liever geïnvesteerd in andere duurzame zaken zoals energie. De kosten besteed aan biologische bestrijding in kassen, variëren van Hfl. 3000-10000 /ha/jaar.

De beperkingen die gesteld worden aan toepassing van chemische middelen, beter imago en eigen veiligheid zijn belangrijke drijfveren voor biologische bestrijding.

In een aantal teelten is biologische bestrijding goedkoper dan chemische bestrijding doordat deze gecombineerd kan worden met hommelmestgeving (wat veel arbeidskosten bespaart). Biologische bestrijding puur is veelal iets duurder dan chemische bestrijding.

In feite zijn bijna alle biologische bestrijdingssystemen in kassen geïntegreerd omdat wel chemische correcties worden toegepast (P. Smits, med.).

In de geïntegreerde bedrijfsvoering in de akkerbouw komen vrijwel geen opbrengst verliezen voor. Er zijn enkele jaarspecifieke uitzonderingen zoals bij Vuilboomluis in aardappel (niet altijd even goed onder controle te krijgen). Bij de geïntegreerde tarwe-teelt gaat vermoedelijk 2% van de opbrengst verloren en bij de geïntegreerde bietenteelt gaat in ZO-Nederland 5% verloren door niet volledige controle over *Cercospora* e.d. Deze getallen verschillen niet van de opbrengstverliezen op bedrijfsniveau door ziekten en plagen op een gemiddeld akkerbouwbedrijf (2-5% van de financiële opbrengst; bij de meeste gewassen is men er zo aan gewend dat dit normaal gevonden wordt)(F. Wijnands, med.).

De opbrengstverliezen in de ecologische en biologisch-dynamische teelt kunnen, afhankelijk van het gewas variëren van 0-50% (akkerbouw) en 0 tot 100% (vollegrondsgroenteteelt). Het aandeel ziekten en plagen in de opbrengstderving in termen van de gemiddelde financiële opbrengst op bedrijfsniveau per ha tegen ecologische of biologisch-dynamische prijzen is:

- OBS-Nagele: derving is 10-15% van de huidige financiële opbrengst (hoge percentages in aardappel);
- Vredepeel: 20-25% van de huidige financiële opbrengst; hoge percentages voornamelijk in teelten voor conserven-industrie: peulvruchten en peen, niet in aardappel. (F. Wijnands, med.)

Biologische teelt met en zonder biodiversiteit: verliezen door bladluizen

Uit onderstaande tabel kan afgeleid worden dat de inrichting en de aanleg van bloemstroken voor aanzienlijke reducties in de opbrengstderving zorgen. Door vermenigvuldiging met opbrengst bedragen biologische teelten/per ton (tussen haakjes) van de reducties in fysieke opbrengstdervingen in de laatste twee kolommen kan een indruk verkregen worden van de economische waarde van inrichting en bloemstroken.

Tabel 9. Opbrengstderving door bladluizen in biologische teelten, en vermindering hiervan door inrichting en de aanleg van bloemstroken (gele mosterd en facelia). (voedselbron voor antagonisten van bladluis, zoals zweefvliegen, en sluipwespen)

Gewas	Luis	opbrengstderving (t/ha)	
		met INR*	minder derving INR + bloemstroken*
tarwe (Hfl 1000,-)	Sit.av.	0,5-2	0,5-1,5
erwt (Hfl 1800,-)	Ac.pisum	0,5-3	0,5-2
sluitkool	Brev.brass	5-15	0-10
poot aardappel.	diverse	5-10	0-10
cons.aard. (Hfl 600,-)	diverse	5-15	0-10

* INR: bloemstroken: elke 50 m per perceel een rij met een vroegbloeiend kruid met een rijke nectar en stuifmeel productie in een platte bloeiwijze, dus toegankelijk voor korte snuitjes van sluipwespen en zweefvliegen. Probleem hierbij is zaadzetting en veronkruiding: tijdig opruimen!

Samenvattend: Tegenover de lagere kosten van bemesting en gewasbescherming in de geïntegreerde bedrijfsvoering staan voor alle gewassen behalve winterpeen, fysieke opbrengstdervingen (tabel.), en hogere kosten van uitgangsmateriaal, arbeid en mechanisatie, die tezamen de lagere kosten te boven gaan (zie voor opbrengsten en netto bedrijfsresultaat per ha, en opbrengst per 100 gulden tabel 9). Deze hogere kosten

worden vooral veroorzaakt door hogere arbeidskosten in het geïntegreerd bedrijfssysteem, die oorzakelijk samenhangen met het verminderen van de input aan middelen (pesticiden, herbiciden) (Bos et al. 1992). De thans minder goed of niet-economiseerbare baten (zie 1.) van geïntegreerde bestrijding met benutting van biodiversiteit zijn hierbij niet in rekening gebracht. Biologische bestrijdingsmethoden laten de biodiversiteit onverlet; de toepassing hiervan is zeer laag, maar groeiende, vooral in kasteelten.

3.3 Gebruik en kosten van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland.

De kosten van het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland namen van 1990 - 1994 toe van 556 miljoen gulden tot 648 miljoen gulden (Poppe et al. 1995).

Trends

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in het huidige decennium neemt af, het sterkst in de akkerbouw (tabel 10, uit Brouwer & van Bruchem 1999). Het sterkst is het gebruik van Nematiciden (bodemontsmetters tegen aaltjes) afgenomen. Bodemontsmetting vindt bijna niet meer plaats (van Esch, med.). Intensieve monitoring van nematoden en het hierop afstemmen van resistente rassen is hiervoor in de plaats gekomen. Insecticiden worden aanzienlijk minder toegepast dan fungiciden, nematociden en herbiciden (tabel 10). De belangrijkste gewasbelagers van dit moment zijn Phytophthora (aardappels), schurft (appels) en vuur (bloembollen). Aan de bestrijding hiervan wordt in Nederland 60-70% van de bestrijdingsmiddelen besteed (van Esch, med.). Alle drie plantenziekten betreffen pathogenen die bovengronds het gewas aantasten. Toepassing van onschadelijke schimmels om de niches te bezetten voordat de pathogenen erop komen biedt weinig perspectief (van Esch, med.). Schoon uitgangsmateriaal en goede phytosanitaire maatregelen vormen de beste preventie-strategie. Tegen Phytophthora wordt het aardappelloof doodgespoten of geklepeld.

In de akkerbouw wordt Hfl 559,-, in de vollegronds groenteteelt Hfl 1178,- en in de fruitteelt Hfl 1494,- per ha besteed aan chemische bestrijdingsmiddelen (tabel 9). In akkerbouw en groenteteelt worden grote volumina fungiciden, herbiciden en nematiciden toegepast, tegenover kleinere volumina van insecticiden en groeiregulatoren; ook in de fruitteelt is het volume van insecticiden laag vergeleken bij de fungiciden. Insecticiden zijn evenwel duurder en hebben bovendien een veel schadelijker effect op het leven zowel op het land als in het water, vergeleken bij fungiciden (E. den Belder, med. op basis van CLM-onderzoek).

Tabel 10. Gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen per middelengroep naar sector (in 1000 kg werkzame stof), 1991/92 t/m 1996/97 (Brouwer & van Bruchem 1999)

Sektor	Insek- tici- den	Fungi- ciden	Herbi- ciden	Groei- regul.	Nema- ticien	Hulp- stof	Overig werk.	Totaal den stof
1991/92								
Akkerbouw	188	2959	1901	105	8840	390	24	14407
Veehouderij	65	0	705	0	0	567	15	1352
1992/93								
Akkerbouw	204	2662	1612	111	6217	376	27	11209
Veehouderij	43	0	734	0	0	597	15	1389
Glastuinbouw	123	257	25	32	179	51	177	844
1993/94								
Akkerbouw	136	2382	1504	93	5459	804	12	10390
Veehouderij	20	0	752	0	0	478	7	1257
Glastuinbouw	131	244	18	36	30	44	202	704
1994/95								
Akkerbouw	120	2257	1517	93	1649	607	0	6243
Veehouderij	20	0	631	0	0	463	2	1116
Glastuinbouw	138	212	24	38	70	50	424	956
1995/96								
Akkerbouw	116	1960	1553	104	1784	566	137	6229
Veehouderij	19	0	690	0	0	372	2	1084
Glastuinbouw	140	187	24	36	120	42	275	823
1996/97								
Akkerbouw	159	1904	1428	122	1606	511	86	5816
Veehouderij	32	0	805	0	0	259	0	1105

Tabel 11. Gebruik en kosten van chemische gewasbeschermingsmiddelen per middelengroep (in kg werkzame stof per hectare cultuurgrond en in guldens per hectare cultuurgrond, naar bedrijfstype, 1996)(ontleend aan Brouwer & van Bruchem 1999).

Sektor	Insek- tici- den	Fungi- ciden	Herbi- ciden	Groei- regul.	Nema- ticien	Hulp- stof	Overig	Totaal werk. stof
Akkerbouwbedrijven	0,3	3,3	2,6	0,2	2,8	1,1	0,2	558
Vollegroondsgr.bedrijven	1,1	4,6	2,9	0,0	8,6	0,1	0,7	1178
Glasgroentenbedrijven	3,6	16,2	1,6	0,4	2,2	0,4	22,5	3062
Bloem(bollen)bedrijven	1,0	23,7	6,4	0,1	31,2	10,0	4,5	2726
Glasbloemenbedrijven	9,8	19,3	2,0	2,4	0,8	0,8	5,8	6666
Champignonbedrijven	10,1	7,5	1,0	0,0	0,0	0,0	95,9	3464
Fruiteeltbedrijven	1,7	24,4	3,8	0,9	0,2	0,1	2,0	1494
Boomkwekerijbedrijven	1,1	8,6	2,5	0,2	25,7	0,2	1,7	1076
Graasdierbedrijven	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	54
Hokdierbedrijven	0,3	2,1	1,8	0,1	1,0	0,8	0,2	378
Nederland	0,2	2,0	1,5	0,1	1,4	0,6	0,3	330

Bron: bedrijven-informatienet

Tabel 12. Totale kosten in Nederland gemoeid met bestrijding van plagen en ziekten in de akkerbouw 1996 (CBS/LEI-DLO 1998)

Bestrijdingswijze	Kosten bestrijdingsmiddelen/ha	Oppervlakte areaal in Nederland	Totaal
Akkerbouw	Hfl. 558	807.200 ha	Hfl. 450 miljoen
Vollegrondsgroenteteelt	Hfl. 1178		
Fruitteelt	Hfl. 1494		

3.4 (Economische) kansen en bedreigingen voor de benutting van de plaag- en ziekte onderdrukkende werking van biodiversiteit, in de actuele situatie en in de toekomst.

Inleiding

In deze paragraaf wordt het perspectief nagegaan voor kosten door verminderde inzet van chemische middelen door benutting van biodiversiteit. Biodiversiteit wordt hierbij tweeledig opgevat: primair gaat het om de diversiteit aan antagonisten tegen plagen en ziekten, die gerealiseerd kan worden door vervulling van ruimtelijke en milieuvoorwaarden voor deze antagonisten. Even belangrijk is de diversiteit aan rassen van gewassen. Verwacht wordt dat voor de ontwikkeling van plaag- en ziekte-tolerante of -resistente gewassen geput zal worden uit de natuurlijke variatie als een belangrijke bron van genetische diversiteit. Vervolgens wordt kort ingegaan op de risico's en bedreigingen van het vervullen van voorwaarden voor antagonisten. Beide aspecten, kansen en bedreigingen, worden voor nu en voor de toekomst beschouwd, voor akkerbouw en fruitteelt.

Economische betekenis van biodiversiteit nu

Momenteel zijn in Nederland de kosten die gemoeid zijn met pesticiden (i.e. insecticiden en fungiciden) toepassing in akkerbouw en fruitteelt voor telers niet hoog genoeg om over te gaan tot biodiversiteitverhoging door middel van aangepaste teeltmaatregelen, en inrichting met en beheer van niet-productieve landschapselementen (J. van Esch, L. Blommers, med.). Hierbij zijn de thans moeilijk of niet-economiseerbare baten (1.4) van benutting van biodiversiteit niet inbegrepen.

Indien biodiversiteit van antagonisten uit de Orde insecten gereduceerd zou worden tot nul (dus geen predatoren noch parasieten), zou het bestrijdingsmiddelen gebruik (in open teelten), naar schatting, vertweevoudigen door toename van actuele en nieuwe (man-made) plagen (P. Smits, med.). Er zijn enkele voorbeelden van man-made plagen als gevolg van het verlies van biodiversiteit door toepassing van breed-spectrum bestrijdingsmiddelen, o.a. volledige misoogsten (brown planthopper) in rijst. De "waarde van de gedode antagonisten" is in die gevallen meer dan het tienvoudige van de extra kosten aan bestrijdingsmiddelen.

Uit de bovenstaande alinea wordt geconcludeerd, dat veel bestaande biodiversiteit (ook in de bodem) redelijk tolerant is voor de actuele chemische praktijk, en dus een economische waarde vertegenwoordigt. De intensiteit van de chemische bestrijding zal enorm toenemen bij het wegvallen daarvan; dit kan (bijv. door wegvallen van mycorrhiza) van invloed zijn op de productie en dus van economische betekenis zijn.

De huidige bijdrage van natuur aan gewasbeschermings op landbouwbedrijven wordt op 20% geschat (P. Smits, med.). Wanneer we dit percentage betrekken op de bestrijdingskosten genoemd in tabel 9, is de economische waarde van de teelt-

ondersteunende biodiversiteit Hfl. 285,- in de vollegrondsgroenteteelt, Hfl. 360,- in de fruitteelt, en Hfl. 135,- in de akkerbouw. Wanneer we hetzelfde doen t.a.v. de bestrijdingskosten voor akkerbouwgewassen uit tabel 3 dan is de economische waarde voor pootaardappelen Hfl. 215,- - 350,-, voor fabrieksaardappelen Hfl. 185,- - 235,- en voor fabrieks aardappelen Hfl. 215,- per ha.

Economische betekenis van biodiversiteit in de toekomst

De economische betekenis van biodiversiteit wordt achtereenvolgens beschouwd voor de biologische resp. de geïntegreerde akkerbouw en fruitteelt. Daarbij wordt zowel ingegaan op kansen (+), als op bedreigingen.

In de biologische landbouw wordt de potentiële biodiversiteit slechts voor een deel benut. Verhoging van de benutting kan plaatsvinden door 1. optimalisatie van de vervulling van ruimtelijke en milieuvorwaarden voor antagonisten, 2. benutting van rassen-variatie en 3. scheiding in ruimte (en tijd) van teelten van hetzelfde ras. Deze verhoging kan tot hogere financiële opbrengsten leiden (+).

Wanneer in de biologische landbouw aan eko-normen voldaan wordt, worden investeringen in vervulling van voorwaarden voor antagonisten, en verminderde opbrengsten en kwaliteitsverlies thans gecompenseerd door de hogere productprijzen. Het is evenwel de vraag of dit in de toekomstige marktverhoudingen zo zal blijven. Een groeiend aanbod kan de prijzen drukken (-). Anderzijds wordt het verschil tussen potentiële en haalbare opbrengsten in de EKO landbouw naar verwachting kleiner, wat mogelijk weer een positief effect op de financiële opbrengsten heeft (+).

Biologische fruitteelters hebben weliswaar lagere opbrengsten maar krijgen aanzienlijk hogere prijzen voor hun product. Het instandhouden van biodiversiteit (natuurlijke vijanden) is bij een groot deel van de telers volledig geïntegreerd in het systeem en brengt geen extra kosten met zich mee (+).

Voor een optimale benutting van biodiversiteit is een geïntegreerde keten-productie nodig i.p.v. geïntegreerde teelt. De kosten daarvan liggen ca. iets hoger dan bij standaard teelt, die vooralsnog niet terug betaald wordt via product-certificering (misschien dat MilieuBewusteTeelt iets meer betaalt op de veiling, via de kwaliteitsklassering).

De geïntegreerde bedrijfsvoering krijgt mogelijk pas op de langere termijn de extra kosten via hogere productprijzen betaald, bijvoorbeeld door certificering van de gehele keten door grootwinkelbedrijven (-, +). De uitgaven aan insecticiden, nematiciden en fungiciden kunnen voor een (klein) deel naar beneden door betere benutting van biodiversiteit (zie bovenstaande alinea). Vooral aangepaste teeltmaatregelen ter verhoging van diversiteit aan bodemorganismen en daardoor de bodemweerbaarheid (tegen pathogene schimmels en tegen aaltjes) hebben reductie van middelengebruik tot gevolg. Op korte termijn zal deze kostenreductie echter klein zijn ten opzichte van de totale kosten en opbrengsten (0).

De tot de ruimtelijke en milieuvorwaarden van antagonisten behorende niet-productieve elementen op agrarische bedrijven (Groen(-blauw)e Dooradering) hebben evenwel nog andere functies voor de bedrijfsvoering: preventie van wind- en

watererosie, bijdrage aan een geschikt mesoklimaat voor teelten, refugium voor bodemorganismen en bestuivers. Bovendien kan deze ook voor andere functies (natuur, recreatie, preventie verontreiniging oppervlakte water, kwantitatief waterbeheer) benut worden. Al deze functies vertegenwoordigen een economische waarde, die in de toekomst, naar verwachting, berekend en verzilverd kan worden. Als deze functies kunnen worden vermarkt, kan het verlies aan oppervlak (streefwaarde 5% van het bedrijf (van Wingerden & Booij 1999)) worden gecompenseerd. Het productieverlies is overigens kleiner dan 5% (wsch. 3%). Geschat wordt dat de economische betekenis van Groene Dooradering (mits goed en doelgericht beheerd) wanneer het totaal op 100 wordt gesteld, voor 25% aan teelt ondersteunende functies kan worden toegerekend en voor 75% via andere functies kan worden vermarkt (+).

Vanuit het gezichtspunt van telers kleven er ook nadelen aan de ruimtelijke en milieuvorwaarden voor antagonisten. Van hier uit kunnen ook ziekten en plagen zich gemakkelijk in de teelten verspreiden. De nadruk op deze risico's (en het vermijden ervan) in de voorlichting is een sterke rem op de ontwikkeling van biodiversiteit in het agrarisch gebied, omdat een epidemie een grote kostenpost met zich mee kan brengen (-). In de erwenteelt is Zwarte nachtschade een gevreesd onkruid, vanwege de overeenkomstige grootte van de giftige bessen. In de fruitteelt is het probleem gesignaleerd van de overdracht van bacterievuur vanuit meidoorn. De meningen over dit risico lopen sterk uiteen. Met uitzondering van ongunstige jaren is dit probleem redelijk beheersbaar.

Voor schimmel- en bacterieziekten in akkerbouwgewassen zijn vele alternatieve waardplanten bekend, waaronder akkeronkruiden en plantensoorten die ook in natuurlijke vegetaties voorkomen. In de aardappelteelt is Bitterzoet (waardplant voor bruinrot) een gevreesd gewas; potentiële greppelranden en bermen worden meestal totaal van vegetatie ontdaan om de kans op voorkomen van deze plant te minimaliseren. Het kwantitatieve effect van infectiebronnen, zowel uit belendende percelen als uit natuur, is echter slecht bekend. Kwalitatief zijn er veel voorbeelden van potentiële risico's, maar de overall conclusie is toch dat wilde waardplanten een te verwaarlozen rol spelen in de epidemiologie van de meeste ziekten (Thresh 1981). De rigoureuze ingrepen ter bestrijding van bruinrot is meer ingegeven doordat hiervoor de quarantaine maatregel geldt, dan door inzicht in het overdrachtsrisico vanaf Bitterzoet. Infectie met pathogenen en kolonisatie van plaagsoorten van hun waardplanten vindt meestal door de lucht plaats, als een vorm van diffuse verspreiding.

Verwacht wordt dat de impact van het plaag- en ziekterisico kleiner wordt als er voor ziekten, maar ook voor plagen en onkruid, een handboek over risico's van verspreiding vanuit de ecologische voorwaarden voor antagonisten komt, met oplossingen (+). Verwacht wordt dat door aanpassing van de ruimtelijke inrichting en gericht beheer van de niet-productieve elementen het risico verkleind kan worden, terwijl tegelijk de ecologische voorwaarden voor antagonisten niet aangetast worden. Kennis over en gericht beheer van infectiebronnen en kwantitatief inzicht in de risico's zijn thans onvoldoende ontwikkeld. Plaagvoorbeelden zijn Peenvlieg en Koolvlieg waarvan de infectie sterker is nabij ruigtes en houtwallen. Bij de teelten die daarvoor gevoelig zijn kan de perceelskeuze hieraan aangepast worden; ook kan een barrièrestrook met een ander gewas aangelegd worden (bijv. tarwe). Andere voorbeelden zijn verspreiding van Groene appelwants vanuit brandnetels en aardappels naar fruitbomen, Wintervlinder

vanuit Eik, en Rose appelluis vanuit Weegbree. Bij goed beheer van de Groene dooradering en zorgvuldige uitvoering van aangepaste teeltmaatregelen zullen niet alleen de plaaginsecten in de niet-productieve elementen aanwezig zijn, maar ook hun antagonisten in voldoende abundantie. Laatstgenoemde zullen het plaaginsect bij een invasie in het gewas op de voet volgen en controleren, d.w.z. onder de schadedrempel houden.

De aanleg van Groene Dooradering alleen voor de functie gewasbescherming zal niet spoedig economisch rendabel worden (-). Bij gangbare vormen van landbouw zou dit theoretisch wel het geval kunnen zijn indien de milieukosten van ongewenste emissie van bestrijdingsmiddelen en nutriënten op korte en lang termijn zouden worden doorberekend op de agrariër. De insecticiden, hoewel klein in volume vergeleken met fungiciden en nematiciden, hebben veruit het ernstigste effect op het milieu: zeer lage concentraties zijn lethaal voor kreeftachtigen in het zoete water (+).

Voor kosten voor bestrijding van bovengrondse planteziekten valt voorlopig een reductie door biodiversiteitverhoging niet te bewerkstelligen (J. van Esch, M. Trapman, F. Wijnands, med). Het is evenwel hoopgevend aan de bestrijding van schurft met behulp van antagonisten in de phyllosfeer van fruitbomen experimenteel gewerkt in Canada, VS, Duitsland en Italië (M. Trapman, med.)(+).

Het gebruik van insecticiden zal binnenkort ingrijpend veranderen als gevolg van Europese regelgeving op dit gebied. Veel middelen worden verboden, en het zal mogelijk enige tijd duren voor vervangers toegelaten worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat sommige teelten binnenkort alleen maar mogelijk zijn door benutting van biodiversiteit (J. van Esch, med.). De kans hierop is het grootst in de in de vollegronds groenteteelt, omdat hierin een aantal zeer giftige Chloor-Fosfor verbindingen gebruikt worden (E. den Belder, med.). Dit kan tot gevolg hebben dat de telers wel bereid zijn investeringen te doen voor ontwikkeling van biodiversiteit, en de economische waarde van biodiversiteit stijgt (+). Hierbij zijn de thans moeilijk of niet economiseerbare baten (1.4) van benutting van biodiversiteit niet inbegrepen.

Voor de toekomst is er economisch perspectief voor betere benutting van biodiversiteit, door koppeling van functies en integratie van functies, zoals de eerder genoemde biologische bestrijding met geïntroduceerde natuurlijke vijanden met bestuiving door hommels); deze integratie maakt een biologisch georiënteerd systeem vaak economische vergelijkbaar met gangbare systemen (+). Een ander perspectiefrijk voorbeeld is het optimaliseren van rassen die het goed doen in ecologische teelten en tevens het plaagriscico verminderen (tolerantie of resistente of antagonist bevorderende rassen). Deze optie is nog onvoldoende onderzocht. Synergie van functies levert soms dubbel winst (+)(P. Smits, med.).

3.5 Samenvatting

Samenvattend kan gesteld worden dat op dit moment de economische kansen voor benutting van biodiversiteit voor de onderdrukking van plagen en ziekten gering zijn. Dit hangt samen met

- de ruime beschikbaarheid van goedkope chemische middelen,
- het ontbreken van strategieën voor de bestrijding van drie belangrijkste plantenziekten (70% van de middelen) door benutting van biodiversiteit,
- het ontbreken van gecertificeerde ketens voor geïntegreerde bestrijding,
- het ontbreken van mogelijkheden tot verzilvering/vermarkting van niet-productieve elementen in het agrarisch landschap,
- overdracht van uitsluitend kwalitatieve kennis over het verspreidingsrisico van pathogenen en plaagsoorten vanuit natuur.

Op de korte termijn wordt het perspectief voor benutting van biodiversiteit en daarmee de economische waarde van biodiversiteit groter door:

- toelatingsverbod op veel gebruikte middelen, en prijsverhoging bij nieuwe middelen,

Op de middellange en lange termijn wordt het perspectief voor benutting van biodiversiteit en daarmee de economische waarde van biodiversiteit groter door:

- effectieve bestrijdingswijzen van de drie belangrijkste plantenziekten
- inzicht in de huidige werking en economische waarde van plaag- en ziekteonderdrukkende biodiversiteit, ook in de gangbare bedrijfsvoering,
- ruimtelijke en temporele integratie van een zo groot mogelijke discontinuïteit voor pathogenen en plaagsoorten, en een zo groot mogelijke continuïteit van antagonistische, -
- certificering van producten uit de geïntegreerde en biodiversiteitssparende en -benuttende landbouw.
- meekoppeling van andere te vermarkten functies aan de ruimtelijke landschapsstructuren die voorwaarden vervullen voor antagonistische,
- handboek met kennis over gericht beheer van infectiebronnen in niet-productieve elementen voor ziekten en plagen vanuit de ecologische voorwaarden voor biodiversiteit, en inzicht in het kwantitatieve effect ervan, met ruimtelijke en milieuoplossingen, die antagonistische sparen,
- doorberekening van verontreiniging van oppervlaktewater, bodem en lucht naar telers
- Kennis en inzicht over weerstands- en kwaliteitsverminderende werking van pesticiden op het gewas,
- Verdergaande koppeling en integratie van teeltondersteunende functies van biodiversiteit, bijvoorbeeld plaag- en ziekteonderdrukking met bestuiving, of/en wind en watererosie, of/en in standhouding van een bodemleven voor decompositie en nutriëntencycli, of/en reiniging oppervlaktewater.

3.6 Overzichtliteratuur

Bos, A. en A. Grunefeld

Vredepeel: met lagere opbrengsten betere resultaten dan gangbaar; Bij afzet tegen biologische prijzen.

Ekoland, Vol. 18, no. 11, p. 16-17 (1998)

Stokkers, R. en W.K. van Leeuwen-Haagsma

Tol voor grensverleggend boeren is laag.

PAV bulletin akkerbouw, Vol. 2, no. 2, p. 23-25, (1998)

Janssens, S.R.M., J.G. Groenwold en F.G. Wijnands, 1998.
Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. Bedrijfseconomische en
milieutechnische resultaten 1990-1993. Mededeling 618. Landbouw Economisch
Instituut (LEI-DLO), Den Haag. 81pp.

3.7 Geïnterviewde personen

F. van Alebeek (PF)
dr. ir. E. den Belder (IPO-DLO)
dr. L.H.M. Blommers (IPO-DLO, Proefboomgaard 'de Schuilenburg')
dr. F. M. Brouwer (LEI-DLO)
J. van Esch (IKC-L)
S.R.M. Janssens (LEI-DLO)
Ir. J. Klaver (DLV)
dr. P. Smits (IPO-DLO)
ing. M. Trapman, (FCI)
dr. P. Vereijken (AB-DLO)
F.G. Wijnands (LEI-DLO)

4 Afhankelijkheid bossector van biodiversiteit

E.A.P. Wieman en A.F.M. Olsthoorn (IBN-DLO)

4.1 Samenvatting

De bosbouwsector biedt directe werkgelegenheid aan circa 3.200 personen. In de houthandel en houtverwerkende industrie zijn ongeveer 50.000 personen werkzaam, de omzet bedraagt circa 14 miljard gulden. De rijksuitgaven voor het bestaande bos bedragen ongeveer 50 miljoen gulden. De economische waarde staat volgens de economische theorie gelijk aan het nut voor de mens. In die zin heeft bos een grote economische waarde. Deze grote economische waarde wordt echter slechts in zeer beperkte mate in financiële kengetallen (geld) uitgedrukt. Daar komt bij dat een zeer gering deel ten goede komt aan de bossector (zie ook figuur 1). Dit geldt zowel voor de kosten en opbrengsten van het beheer, natuurproducten (hout en bosbijproducten), natuurdiensten en overige waarden van het bos. De rol van biodiversiteit is daarmee ook moeilijk in concrete getallen uit te drukken, hoewel er een aantal beter gedocumenteerde voorbeelden bestaan. Er is een vrij grote kans dat de biodiversiteit door ontwikkelingen in het bosbeheer toe zal nemen.

4.2 Karakterisering Bossector

Macro-economische betekenis

De bosbouwsector biedt directe werkgelegenheid aan circa 3.200 personen. In de houthandel en houtverwerkende industrie zijn ongeveer 50.000 personen werkzaam, de omzet bedraagt circa 14 miljard gulden. De rijksuitgaven voor het bestaande bos bedragen ongeveer 50 miljoen gulden. Nederland voorziet slechts voor een klein deel (ca. 7%) in zijn eigen houtbehoefte (Bosbeleidsplan, 1993; Natuurverkenningen '97). Een belangrijk motief voor houtoogst is financiering van het bosbeheer en dan vooral voor particuliere boscijgenaren. De recreatieve betekenis van het bos is groot. Jaarlijks worden meer dan 200 miljoen bosbezoeken gebracht (Peltzer, 1995).

Oppervlakte Nederlandse bos en eigendomsverhoudingen

Het Nederlandse bosareaal bedraagt ca. 314.000 ha. Ruwweg geldt dat de helft van het Nederlandse bos overheidseigendom (staat, provincies, gemeenten) en de helft particulier eigendom (particuliere boscijgenaren, natuurbeschermingsorganisaties), zie tabel 1.

Tabel 1. Oppervlakte en aandeel van het Nederlandse bos over de verschillende eigendoms categorieën.
Bron: Bosdata

EIGENDOMSCATEGORIE	Oppervlakte (ha)	AANDEEL (%)
Rijksoverheid	115.000	37
Overig (gemeenten, provincies e.d.)	45.000	14
Particuliere instellingen (NBO's e.d.)	57.000	18
Particuliere boscijgenaren	97.000	31
TOTAAL	314.000	100

Globale ontwikkelingen

Het traditionele, vlaktegewijze bosbeheer, dat is gebaseerd op vlaktegewijze kap en aanplant maakt plaats voor nieuwe vormen van bosbeheer. Bij deze nieuwe beheersvormen (geïntegreerd bosbeheer, Pro Silva beheer) worden de verschillende functies van het bos gecombineerd. Grootschalige kap en aanplant worden vervangen door kleinschalig (boomsgewijs, groepsgewijs) kap en verjonging. Voor de verjonging wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van natuurlijke verjonging. Deze nieuwe vormen van bosbeheer worden vanuit de rijksoverheid (Bosbeleidsplan, 1993) en provinciale overheden (Stimulering geïntegreerd bosbeheer) gestimuleerd. Uit een enquête onder eigenaren en beheerders bleek dat men over het algemeen positief staat tegenover deze aanpak (Bussink et al., 1997).

In het bos worden al de eerste resultaten zichtbaar (Bouwma en Olsthoorn, 1997), vastgesteld met behulp van HOSP cijfers (Houtoogst Statistiek en Oogst Prognose; zie Daamen, 1997). In bossen met een *geringe* natuurwaarde neemt de diversiteit toe, doordat bomen ouder worden, het aandeel gemengd bos stijgt (tot 20%) en de hoeveelheid dood hout toeneemt. Een indicator voor de bosontwikkeling, met als parameters bosleeftijd, leeftijd groeiplaats, menging en inheemse boomsoorten, bleek te zijn toegenomen in de laatste 10 jaar (Daamen, 1997). Een illustratie hiervan is het dalende aandeel ongemengd naaldbos. Door een hoge begrazingsdruk is er echter op bepaalde plaatsen minder kans op natuurlijke verjonging van boomsoorten. In bossen met een *hoge* natuurwaarde ("bos met accent natuur", zie Bosbeleidsplan, 1993) zijn door verzuring, vermesting en verdroging echter de trends eerder negatief, doordat gevoelige planten- en diersoorten nog steeds achteruitgaan (Bouwma en Olsthoorn, 1997). Deels is hiervoor het veranderende bosbeheer verantwoordelijk, omdat er minder open plekken aanwezig zijn in het bos (bijvoorbeeld afname van kapvlakten en hakhoutcultuur).

In toenemende mate wordt men zich (zowel binnen als buiten de bossector) bewust van de vele maatschappelijke functies die het bos vervult. Daarbij moet, naast recreatie, worden gedacht aan waterzuivering, CO₂-vastlegging, landschapsschoon (toegevoegde waarde van bossen voor wonen en bedrijvigheid) en informatiefuncties. Tegenover deze functievervulling staat in de meeste gevallen geen of slechts in beperkte mate een vergoeding. Deze bewustwording, samen met het exploitatiesaldo van bossen dat al lange tijd een bron van zorg is, heeft geleid tot een sterke aandacht voor invoering van het profijtbeginsel en het zoeken naar alternatieve inkomstenbronnen.

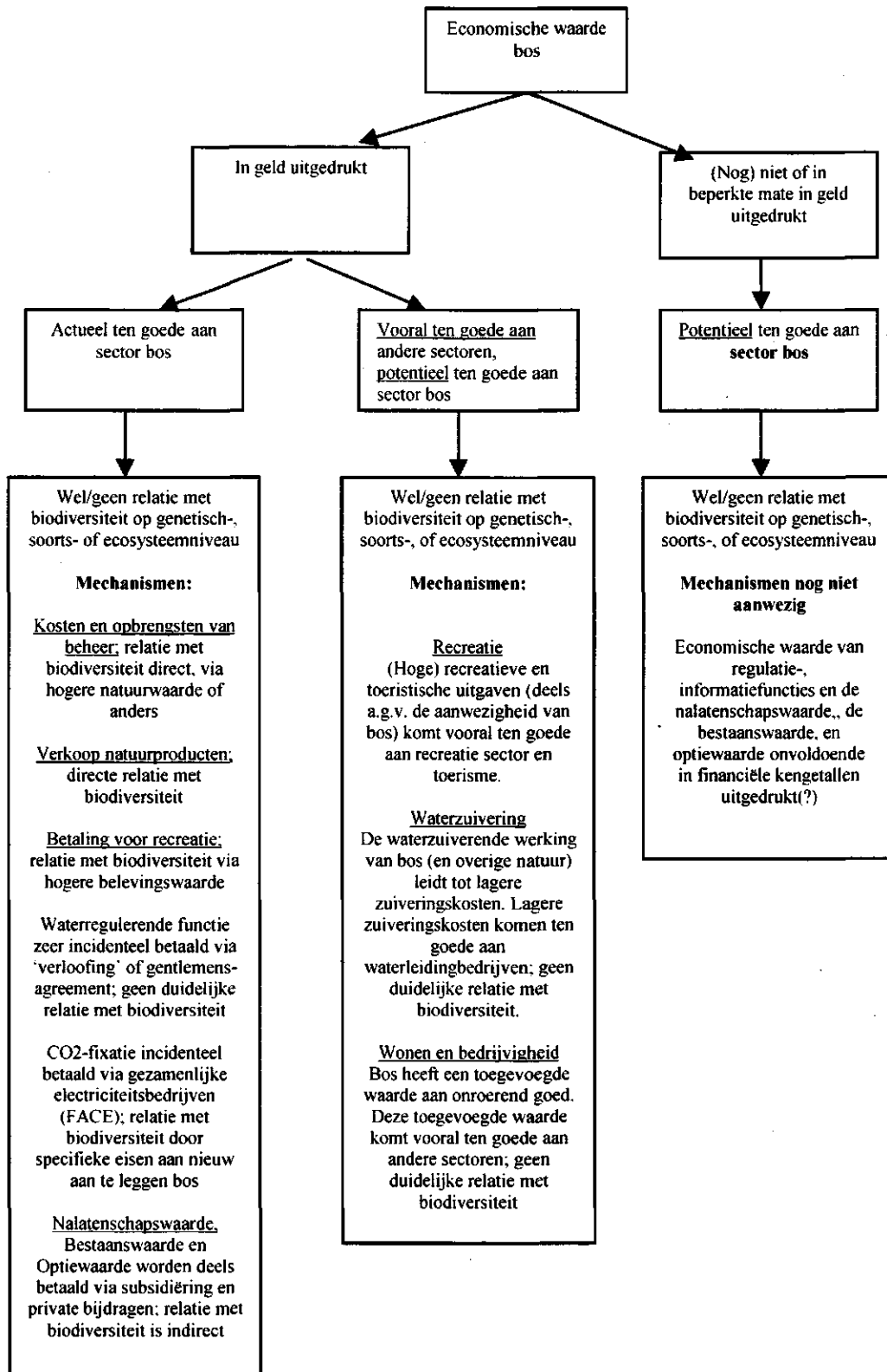
4.3 Economische waarde

De economische waarde staat volgens de klassieke economische theorie gelijk aan het nut voor de mens of het niveau van behoeftebevrediging. Bos in Nederland heeft in die zin een grote economische waarde. Deze economische waarde wordt echter slechts in zeer beperkte mate in financiële kengetallen (geld) uitgedrukt. Daar komt bij dat een zeer gering deel van deze economische waarde ten goede komt aan de bossector. Een deel van de (zowel in geld als niet in geld uitgedrukte) economische waarde heeft een relatie met biodiversiteit, waarbij moet worden gedacht aan

genetische-, soorts- en ecosysteemdiversiteit. Deze relaties met diversiteit komen via de volgende mechanismen in geld tot uitdrukking (figuur 1):

- **Kosten/opbrengsten van het beheer.** Er kan een directe relatie met biodiversiteit aanwezig zijn. Een voorbeeld is het actief creëren van dood hout ten behoeve van de zwarte specht en insecten: staande bomen worden soms aan de basis geringd waardoor ze langzaam afsterven of gevælde bomen blijven liggen. Het actief creëren van dood hout leidt tot kosten voor uitvoering en gedeerde houtopbrengsten, maar mogelijk ook tot een hoger subsidiebedrag. De relatie met biodiversiteit kan ook indirect zijn. Een voorbeeld hiervan is hogere kosten voor werkzaamheden als gevolg van moeilijker terreinomstandigheden bij nieuwe, meer natuurvolgende vormen van bosbeheer.
- **Verkoop van natuurproducten (hout + bosbijproducten).** De relatie met biodiversiteit is direct (bijv. verkoop van verschillende soorten wild of houtsortimenten).
- **Het aanbieden van natuurdiensten.** Voorbeelden zijn mogelijkheden voor recreatie en een groter waterleverend vermogen door een keuze voor andere boomsoorten (minder verdampend, dus meer grondwateraanlevering). Er kan een relatie met biodiversiteit aanwezig zijn, maar deze is overwegend indirect: bijvoorbeeld de belevingswaarde voor recreanten hangt ondermeer af van een grotere diversiteit aan boomsoorten, veel vogels etc. Gedeeltelijk, maar niet geheel, komt deze waarde via subsidies of het profijtbeginsel (= de gebruiker betaalt (bijv. entreeheffing)) tot uitdrukking.
- **Betalen in het kader van de 'Nalatenschapswaarde' (*Bequest value*), de 'Bestaanswaarde' (*Existence value*) en 'Optiewaarde' (*No-regret-waarde*)²** Deze waarden komen (deels) mate via subsidiëring (o.a. beheersubsidies) en in beperkte mate via private bijdragen (contributies, sponsoring, certificering) in geld tot uitdrukking. Er kan een directe relatie met biodiversiteit bestaan (bijvoorbeeld bij adoptie van dieren) of de relatie is minder duidelijk (bijvoorbeeld lidmaatschap natuurbeschermingsorganisaties).

² Optiewaarde: De waarde die de mens toekent aan het behoud van de natuur vanwege een mogelijk gebruik ervan in de toekomst. De mens houdt opties voor later gebruik open;
Bestaanswaarde: De waarde die men toekent aan het behoud van de natuur vanuit een morele overtuiging;
Nalatenschapswaarde: De waarde die de mens toekent aan het behoud van de natuur voor latere generaties (zowel voor gebruik als niet direct gebruik).



Figuur 1. De economische waarde van bos, mechanismen waardoor deze economische waarde in geld wordt uitgedrukt en de relatie met de biodiversiteit.

4.4 Afhankelijkheid bossector van biodiversiteit

4.4.1 Kosten van het beheer

Ziekten en plagen

Er zijn grote verschillen in ziektegevoeligheid tussen de verschillende boomsoorten. Ook in verband met de ziekteverspreiding is een bos dat is opgebouwd uit verschillende soorten en leeftijden een strategisch voordeel. Een ruime genetische basis is zelfs binnen individuele boomsoorten van belang voor het optreden van ziekten. Voor Nederland is echter niet voldoende gekwantificeerd hoeveel de schade door ziekten en plagen kan worden beperkt door het bos een betere opbouw te geven. Elk jaar is er echter aan aantal plagen op verschillende boomsoorten (Moraal, 1998). Plagen treden soms vooral op in gebieden met grote monoculturen, terwijl in oude bosreservaten de plaag als het ware doodloopt (Peterken, 1996), door een grotere verdunning van deze boomsoorten in de reservaten, zodat ze omgeven zijn door andere boomsoorten.

Vanouds is bekend dat de aanplant van naaldbomen op landbouwgrond risico's geeft voor wortelziekten (Von Hopffgarten, 1933). Met name in monoculturen kan de ziekte zich door de grond, o.a. via wortelcontacten verspreiden. Hierdoor neemt ook het risico van stormschade toe (Amels, 1974; zie ook hieronder).

Over het algemeen wordt aangenomen dat de risico's voor wortelziekten afnemen door een hogere bezettingsgraad van de wortels met mycorrhiza (Zak, 1964; Perrin, 1985). Arnolds (1985) signaleerde, dat de meeste mycorrhizasoorten in Nederland achteruitgaan, o.a. als gevolg van verzuring en vermesting (zie ook Gorissen et al., 1993; Jansen, 1991). De diversiteit van de bodemflora neemt dus af. Meestal nemen niet de aantallen individuen af, maar wel de diversiteit (zie ook Kimmins, 1997). De gevolgen voor de bedrijfeconomie van de toenemende ziekerisico's door veranderende bodembioïologie zijn niet gekwantificeerd voor de Nederlandse bosbouw. Wel is dit een aanwijzing dat biodiversiteit (van bodemorganismen) economisch belangrijk is.

Het belang van de juiste boomsoorten op de juiste groeiplaatsen

In het bosbeheer is (en wordt nog steeds) veel ervaring opgedaan met de groei en gezondheid van boomsoorten op diverse groeiplaatsstypen (Van den Burg, 1998). Goede voorbeelden zijn fijnspar en populier. Er is echter relatief weinig bekend van de groei van boomsoorten in een menging. In het Bosreservatenprogramma wordt hier op dit moment meer aan gemeten (zie o.a. Broekmeijer en Vos, 1991). De groei van boomsoorten in menging is soms hoger en soms lager dan het gemiddelde van de afzonderlijke boomsoorten, bleek in een modelstudie van Bartelink (1998).

Houtkwaliteit en herkomst

De herkomst (inclusief genetische variabiliteit) blijkt een belangrijke factor bij de houtkwaliteit en daarmee de houtopbrengsten (Rassenlijst, 1990). Voor de houtverwerking is een smalle genetische (fenotypische) basis gunstig, vanwege meer homogene partijen hout. Voor de ecologische aangepastheid is vaak een bredere genetische (genotypische) basis gunstig.

Een goed voorbeeld hiervan is Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Bij exoten (niet-inheemse boomsoorten) blijkt het herkomstgebied van groot belang voor de aangepastheid aan het Nederlandse klimaat. Bij langzaam veranderende klimaatsomstandigheden bepaalt de aanwezige variatie in genetische eigenschappen in hoeverre de boomsoort zich kan aanpassen. De voor Nederland veelal gebruikte Douglasherkomsten zouden in steeds sterkere mate last kunnen krijgen van zomerdroogte (ook nog gestimuleerd door bodemverzuring; Olsthoorn, 1998). Nabuurs et al. (1997) raden daarom zelfs aan om nu al te anticiperen op klimaatverandering door vooral zuidelijke boomsoorten in Nederland te gebruiken, bijvoorbeeld afkomstig uit Noord-Frankrijk. Daardoor worden de risico's voor de beseigenaren waarschijnlijk kleiner, en de opbrengstzekerheid zou dan toenemen. Deze voorspelling van Nabuurs et al. kan nog niet geverifieerd worden.

Natuurlijke verjonging

De laatste jaren wordt het gebruik van spontane of natuurlijke verjonging steeds meer toegepast ten koste van aanplant. Het uitgangspunt van nieuwe beheersvormen als geïntegreerd bosbeheer en Pro Silva beheer is dat zoveel mogelijk gebruik moet worden gemaakt van spontane en natuurlijke verjonging. Een belangrijke reden hiervoor is het reduceren van de kosten in het bosbeheer. Hoge kosten voor aanplant en inboeten bij het traditionele, vlaktegewijze bosbeheer droegen sterk bij aan een negatief exploitatiesaldo (5-10% van de totale kosten). Het slagen van natuurlijke verjonging is (afhankelijk van de boomsoort), sterk afhankelijk van de aanwezigheid van de juiste zaadverspreiders (vogels, zie o.a. Vera, 1997), zoogdieren; zie box 1).

BOX 1: De vlaamse gaai als verspreider van eikels

In het Duits wordt de vlaamse gaai ook wel Eichelhäher genoemd, vanwege de belangrijke rol van deze vogel in de verspreiding van eikels. De inlandse eik (*Q. robur* en *Q. petraea*) is een belangrijke boomsoort in het Nederlandse bos. De inlandse eik een hoge natuurwaarde (veel organismen zijn gebonden aan deze soort en de eik laat veel licht toe tot de bodem met als gevolg een goed ontwikkelde vegetatie) en is vanuit het oogpunt van houtproductie (hoogwaardige houttoepassingen, hoge houtprijzen) en belevingswaarde interessant. Dit brengt met zich mee dat de inlandse eik een geliefde boomsoort is bij nieuwe bosbeheersvormen, waarbij een integratie van bosfuncties wordt nagestreefd. De aanwezigheid van de vlaamse gaai is dan ook cruciaal.

Stormschade en brand

De bosstructuur speelt een grote rol voor de hoeveelheid schade als er stormen optreden (Christensen, 1987; Nas, 1994; Mitchell, 1995). Bij sommige stormen treden grote schades op (Nederland 1972/1973, Denemarken 1981, Duitsland 1990). Bij de stormen in 1981 in Denemarken moest in de staatsbossen 1 Miljoen m³ hout geogst worden tijdens de ruiming van stormschade. Dit heeft meer dan 10 jaar effect gehad op de houtmarkt. De schade trad overigens vooral op in monocultures van naaldboomsoorten, en nauwelijks in loofbos. Volgens Christensen (1991) wordt er op dit moment bij de planning veel meer rekening gehouden met diversiteit in het bos (zowel in soorten als in structuur). In het beheer kan er rekening worden gehouden met de stabiliteit: door een ruimere stand is de hoogte-diameter (H/D) verhouding van bomen lager (bij globaal dezelfde boomhoogte zijn de bomen dikker), waardoor het stormrisico kleiner wordt (Mitchell, 1995). In gemengd bos is vooral de H/D verhouding van de structuurbepalende bomen in het kronendak van belang. De aanwezigheid van loofbomen in het kronendak is gunstig voor de stormvastheid.

Nas (1994) noemt als preventieve methode om risico's voor brand en storm te verkleinen o.a. diversiteit van boomsoorten, waardoor in elk geval de schaal van de calamiteit minder groot is en er minder effect is op de bedrijfsvoering. Dooradering met loofbomen is nuttig om een brand te stoppen in verder homogeen naaldbos, maar is ook gunstig voor de verspreiding van plant- en diersoorten. Nas (1994) verwacht dat de omschakeling naar kleinschalige beheersvormen de risico's van brand en storm, zoals ze in monoculturen bestaan, sterk zullen verminderen. Boseigenaren kunnen zich verzekeren tegen schade door brand en storm. Daarbij is het risico (bossamenstelling en bosstructuur) en de verzekerde som (waarde van het bos, vnl. de houtwaarde) bepalend voor de verzekeringskosten (Somsen, 1994). Voor monoculturen van naaldbos geldt een hogere premie dan voor oud loofbos: de prijzen variëren tussen f 15,- en f 4,- per hectare per jaar (Somsen, 1994). Nabuurs et al. (1997) nemen aan dat door klimaatverandering de stormrisico's en de risico's voor zomerdroogte groter worden. Preventieve maatregelen, die een sterke relatie blijken te vertonen met diversiteit in bosstructuur, zijn daardoor meer nodig dan ooit.

Gederfde houtopbrengsten door meer diversiteit

De nieuwe vormen van bosbeheer, waarbij expliciet ook de aandacht uitgaat naar de natuurwaarde van het bos kan leiden tot lagere inkomsten door gederfde houtopbrengsten. Natuurbeschermingsorganisaties verwijderen in bepaalde gevallen exoten (Douglas, Fijnspar) vroegtijdig en grootschalig om ruimte te geven aan inheemse boomsoorten (zie werkplannen van Natuurmonumenten en Provinciale Landschappen). Dit sluit uiteraard beter aan bij de doelstellingen, maar heeft consequenties voor de inkomsten.

4.4.2 Natuurproducten en hun opbrengsten

Hout

Het totale houtvolume dat jaarlijks wordt geoogst bedraagt ca. 1 miljoen m³ rondhoutequivalenten³ CBS). De gemiddelde houtprijs van op stam verkocht hout lag in 1997 in de orde van grootte van fl. 30 per m³. Houtoogst levert een belangrijke positieve bijdrage aan het bedrijfsresultaat van particuliere bosbedrijven; de inkomsten uit houtverkoop bedragen ca. 30% van de totale inkomsten (Berger et. al, 1997). Bij de natuurbeschermingsorganisaties (0-10%) en Staatsbosbeheer (ca. 5%) ligt dit percentage lager. De houtproductiefunctie heeft verschillende relaties met biodiversiteit.

Flexibiliteit in houtsortimenten

Eén van de kenmerken van het 'productieproces' in bossen is de lange periode tussen aanplant of natuurlijke verjonging en houtoogst. Dit betekent dat keuzes over aan te planten of te verjongen boomsoorten die beseigenaren of beheerders nu maken, bepalen welke boomsoorten en daarmee welke sortimenten in de verre toekomst kunnen worden geoogst. Vanwege de vele onzekerheden m.b.t. tot zo'n lange periode is het in het bosbeheer belangrijk om zorg te dragen voor voldoende flexibiliteit. Concreet betekent dit dat wordt gestreefd naar een grote diversiteit in boomsoorten en

³ Rondhoutequivalent = hoeveelheid rondhout die nodig is om een bepaalde hoeveelheid van een product te maken. uitgedrukt in m³ zonder schors.

leeftijden of ontwikkelingsfasen in het bos. Technologische ontwikkelingen als het Plato-proces (verduurzaming van hout onder hoge druk en temperatuur) en nieuwe methoden van verzaging en verlijming lijken de noodzaak van deze flexibiliteit te verkleinen.

Overige bosproducten

Bosbijproducten spelen in Nederland meestal een geringe rol. Wel kunnen lokaal bosbijproducten een belangrijke financiële bijdrage leveren aan het bedrijfsresultaat, waarbij moet worden opgemerkt dat hier dan ook vaak weer hoge kosten tegenover staan. Natuurproducten en grondstoffen dragen 5% bij aan de totale inkomsten van Staatsbosbeheer en de natuurbeschermingsorganisaties. Bij de particuliere bosc-eigenaren is dit aandeel ruim 9% (in 1997; Berger et al., 1999). De belangrijkste producten worden hieronder genoemd.

Wild

Jacht(verhuur) is voor veel bos- en natuurbeheerders een aanzienlijke inkomstenbron. Voor de particuliere bosc-eigenaren gaat het om gemiddeld 6% van de totale inkomsten uit het bos (Berger et al, 1997). Bij Staatsbosbeheer (1%; jaarverslag, 1997) en de natuurbeschermingsorganisaties is dit aandeel beduidend kleiner.

Kerstbomen en -groen

De verkoop van kerstbomen en kerstgroen (bijv. Amerikaanse eikenblad, fijnspartakken, ligusterbessen) draagt voor ca. 3% bij aan de totale inkomsten van particuliere bosbedrijven (Berger et al, 1997). Bij Staatsbosbeheer en de natuurbeschermingsorganisaties is dit aandeel verwaarloosbaar klein.

Paddestoelen, bijenvergunningen, bosbessenkaarten

In beperkte mate komt in de huidige praktijk het kweken van paddestoelen op dood hout in bossen voor. Een meer voorkomende activiteit is het tegen een prijs uitgeven van bijenvergunningen (Hekhuis & De Baaij, 1997). Ook worden lokaal bosbessenkaarten verkocht. De bijdrage in het inkomen uit bos is sectorbreed verwaarloosbaar.

Ecovlees

In het natuurbeheer wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van begrazing door runderen. Enkele organisaties, zoals Stichting Het Drents Landschap en Natuurmonumenten verkopen als afgeleide hiervan vlees onder het keurmerk ecovlees. De runderen lopen vooral in natuurterreinen, maar maken ook gebruik van het aangrenzend bos. De aan het bos toe te rekenen inkomsten zijn vrijwel nihil.

Inheems genetisch plantmateriaal

Recent is er nogal wat aandacht voor inheems genetisch materiaal voor bomen en struiken. Er is een markt voor inheems genetisch plantmateriaal voor bomen en struiken ontstaan (Hekhuis & De Baaij, 1997). Een bedrijf is gespecialiseerd in de oogst en verkoop van inheems materiaal: de Stichting Bronnen. Kwekerijen worden ingeschakeld bij de opkweek en vermeerdering van dit materiaal. De indruk bestaat dat de verkoopmogelijkheden op dit moment nog niet zo groot zijn (mond. meded.

S.G.M. de Vries). In de toekomst zal dit materiaal ook gecertificeerd beschikbaar komen, op dit moment geschied de verkoop nog in goed vertrouwen.

4.4.3 Natuurdiensten

Recreatie

De recreatieve betekenis van het Nederlandse bos is groot. Jaarlijks worden er in totaal ongeveer 200 – 230 miljoen bosbezoeken gebracht (Peltzer, 1995). CBS statistieken geven cijfers over bestedingen tijdens dagtochten en vakanties. Het totaal aan bestedingen aan overnachtingen bedraagt alleen voor de Veluwe ruim 350 miljoen. Voor de dagtochten liggen de bestedingen in de orde van grootte van 11 miljoen gulden (wandelen), 5 miljoen gulden (fietsen), 16 miljoen gulden (zonnen, zwemmen, picknicken, dagkamperen), 22 miljoen gulden (toeren) en 40 miljoen gulden (overige sportieve recreatie) (Hekhuis & De Baaij, 1997). Naast deze directe bestedingen is het bos een belangrijke vestigingsfactor voor hotels, campings, bungalowparken, restaurants, cafés en andere horeca, winkels, fietsverhuurbedrijven, zwembaden etc.

Uit onderzoek (o.a. Van den Berg & Coeterier, 1980; Angenent et al, 1990) komt naar voren dat veel afwisseling zowel in soorten bomen (loof/ naald en verschillende soorten loofbomen), in etages (hoog – laag differentiatie en ondergroei), licht-donker, verschillende kleuren, licht – schaduw) en ook het waarnemen van veel vogels en andere dieren sterk bijdraagt aan een hoge belevingswaarde en daarmee een belangrijke factor voor de bovenstaande recreatieve betekenis.

Deze recreatieve betekenis wordt echter slechts in beperkte mate door de bosbeheerders en eigenaren vermarkt (vergoedingen voor het gebruik van het bos als decor voor foto – en filmopnames, entreeheffing etc.). Enkele bouseigenaren zien expliciet af van subsidiëring en verkrijgen hun inkomsten ondermeer uit entreeheffing (Box 2).

Box 2. Nationaal Park Hoge Veluwe

Stichting De Hoge Veluwe is een particulier nationaal park. Het park combineert kunst met landschapsschoon en uitgebreide recreatieve voorzieningen. Eén van de grote attracties van het nationale park is, door de grote aantallen edelherten, wilde zwijnen en reeën, de grote kans op het zien van wild. Het park ziet af van een rijkssubsidie in het kader van de Regeling Functiebeloning, maar verkrijgt een groot deel (60-70%) van haar inkomsten uit entreeheffing. Jaarlijks worden meer dan 600.000 dagkaarten verkocht.

Het overgrote deel van deze betekenis komt echter ten goede aan (recreatie)ondernemers buiten de bossector. Op het moment wordt er aan gewerkt om een deel van deze betekenis ten goede te laten komen aan de bossector. Hierbij kan worden gedacht aan een beheerfonds, een opslag op de toeristenbelasting, een landelijke, regionale of lokale bos- en natuurkaart, arrangementen met recreatie-ondernemers, prijzen voor excursies etc. Binnen de bossector zijn op dit gebied duidelijke ontwikkelingen gaande.

In 1997 zorgden bij particuliere bosbedrijven de directe inkomsten uit recreatie (boscamping, verhuur kampeerfaciliteiten, wandel- fiets, ruiterkaarten, entreegelden, parkeergelden, overige vergunningen, overige recreatieopbrengsten) voor ca. 5% van de totale inkomsten.

Voor het verkrijgen van subsidie in het kader van de Regeling Functiebeloning is de boseigenaar verplicht zijn bos open te stellen voor recreanten. Bij openstelling ontvangt de eigenaar bij de huidige regeling een basisbijdrage van fl. 140 per ha, bij niet-openstelling een bodembijdrage van fl.35 per ha. Gemeenten ontvangen de helft (resp. fl. 70 bij openstelling).

Waterregulatie, CO₂-vastlegging, Landschapsschoon

Waterregulatie

De waterregulerende functie (waterkwaliteit en -kwantiteit) van bos wordt in toenemende mate erkend. Water dat onttrokken wordt onder bos- en natuurgebieden brengt minder zuiveringskosten met zich mee dan bijvoorbeeld oppervlaktewater. Deze waterzuiverende werking komt slechts zeer incidenteel ten goede aan de bossector. Het bostype is direct van belang voor deze functie van het bos. Betere vasthouding van nutriënten door gemengd bos (Heitz en Rehfuess, 1999) is positief voor de kwaliteit van het grondwater. Ook ten behoeve van een grotere doorstroming naar het grondwater is er vanuit de waterleidingsbedrijven een voorkeur voor loofbos boven naaldbos ("verloving", ook wel "verloofing" genoemd). Donker naaldbos (Douglas, fijnspar) verdampt meer water, met name in de winterperiode (Dolman, 1987). Dit laatste type bos vangt tevens meer luchtvervuiling in, waardoor de kwaliteit van het grondwater negatief wordt beïnvloed.

CO₂-vastlegging

FACE is een organisatie die is opgericht door de gezamenlijke energieproducenten. FACE staat voor Forests Absorbing Carbon Dioxide Emission. De organisatie is in het leven geroepen om de uitstoot van CO₂ deels te compenseren door het aanleggen van nieuwe bossen (niet alleen in Nederland). De organisatie legt zich toe op het (mede)financieren van de aanleg van nieuwe bossen. In Nederland is de doelstelling 5000 ha. Aan de nieuwe bossen worden bij (mede)financiering verschillende eisen gesteld (ondermeer ten aanzien van duurzaamheid, inheemse boomsoorten). In zoverre bestaat er een indirecte relatie met biodiversiteit. Gemengde bossen groeien meestal niet sneller dan de snelst groeiende monoculturen op die plek (Bartelink, 1998), maar geven wel een betere risicospreiding en vervulling van andere functies (zie elders in dit hoofdstuk).

Een andere strategie voor de vermarkting van de CO₂-vastlegging is het uitgeven van CO₂-certificaten. Deze strategie wordt momenteel uitgewerkt.

Landschapsschoon voor wonen en bedrijvigheid

De aanwezigheid van bos heeft een duidelijk effect op de huizenprijzen (Hekhuis & De Baaij, 1997; Luttk & Zijlstra, 1997; Van Leeuwen, 1997), hoewel er niet over elke regio in Nederland informatie beschikbaar is. Over het algemeen is de waardestijging van huizen door aanwezigheid van groen hoger naarmate de omgeving als geheel meer verstedelijkt is. Dit waardeverhogend effect komt niet ten goede aan

de bossector. De relatie met biodiversiteit is onduidelijk, hoewel een afwisselende omgeving in het algemeen positief gewaardeerd wordt.

4.4.4 Optiewaarde, Bestaanswaarde en Nalatenschapswaarde

Subsidiëring door de overheid, contributies door leden van natuurbeschermingsorganisaties, donaties, sponsoring en eisen aan het productieproces (bijv. certificering) zijn een gevolg van een gevoel bij de mens ten aanzien van de maatschappelijk of individueel gevoelde noodzaak van natuurbehoud. In economische termen wordt deze gevoelswaarde beschreven aan de hand van de begrippen optiewaarde, bestaanswaarde en nalatenschapswaarde (zie voetnoot pagina 2). Soms is een duidelijke relatie met biodiversiteit aan te tonen, in andere gevallen is deze relatie wel aanwezig, maar minder duidelijk.

Diversiteit uit het oogpunt van flexibiliteit

De eisen van de samenleving aan het bos veranderen sterk in de loop van de tijd. De afgelopen eeuw is hiervan een goed voorbeeld. Het Nederlandse bos is voortgekomen uit de noodzaak van erosiebestrijding op de hogere zandgronden, houtproductie (behoefte aan mijnhout) en werkverschaffing. Het resultaat is dat het huidige Nederlandse bos vooral bestaat uit grove den (ca. 70%) in monoculturen. De laatste decennia (met name de laatste 10 jaar) zijn de behoeftes sterk veranderd in de richting van gemengd bos naar leeftijden en boomsoorten, waarbij de natuurwaarde en de recreatiefunctie bovenaan staan. Dit brengt met zich mee dat er een kloof bestaat tussen behoefte en aanbod. Om in de toekomst een dergelijke kloof te vermijden wordt gestreefd naar een beheer, waarbij alle ontwikkelingsrichtingen open blijven staan. Dit betekent o.a. dat een grote diversiteit aan boomsoorten een betere uitgangspositie geeft.

Behoud diversiteit op ecosysteemniveau en subsidiering

De maatschappelijke vraag naar natuur (in bossen) neemt sterk toe. Dit komt ondermeer tot uiting in een groeiend ledental van natuurbeschermingsorganisaties en het Bosbeleidsplan (1993), waarin een groot deel van het bosareaal wordt gereserveerd voor bos met accent natuur. Deze vraag is van economisch belang, wanneer een terugkoppeling plaatsvindt in subsidiestelsels als de Regeling Functiebeloning, het Programma Beheer of andere vormen van subsidie (postcodeloterij). Van de totale inkomsten uit bos nemen overheidsbijdragen (rijk en provincie) bij de natuurbeschermingsorganisaties en Staatsbosbeheer een relatief groot deel in; bij de natuurbeschermingsorganisaties in de orde van grootte van 40-60% (jaarverslag Natuurmonumenten 1997, jaarverslag Stichting Het Geldersch Landschap, 1997; jaarverslag Stichting Het Groninger Landschap), bij Staatsbosbeheer ca. 70% (jaarverslag Staatsbosbeheer, 1997).

In de huidige landelijke Regeling Functiebeloning is geen onderscheid gemaakt in bostypen. Wel is er een aparte regeling m.b.t. zogenoemde A-locaties. A-locatie bossen zijn bossen die representatief worden geacht voor de Nederlandse bosgemeenschappen, vaak met grote delen gemengd bos dat veel eigenschappen heeft van de Potentieel Natuurlijke Vegetatie (PNV). Voor een selecte groep bossen die

zijn aangewezen als A-locatie wordt een beperkt extra subsidiebedrag gekregen (fl.40 per ha), bovenop de subsidiebijdrage van fl. 140 per ha bij openstelling. De boscijveraar dient bij aanwijzing te voldoen aan bepaalde eisen.

Deze beide regelingen zullen worden vervangen door de regeling in het kader van het Programma Beheer. In het Programma Beheer zal een drietal doelpakketten voor bos worden onderscheiden die verschillen in de eisen voor de natuurwaarde. Tegenover ieder pakket staat een geldbedrag, met een hoger bedrag voor het pakket met hogere eisen voor natuurwaarde.

Certificering en het behoud van diversiteit

Er is op dit moment veel aandacht voor de certificering van hout in het kader van de discussie over duurzaam bosbeheer. Bij de certificering worden expliciet eisen gesteld aan het rekening houden met biodiversiteit (zie hieronder). In Nederland is op dit moment 20% van het bos gecertificeerd volgens de FSC criteria (Forest Stewardship Council). Dit betreft o.a. de gemeentebossen van Arnhem, het Kroondomein en een aantal regio's van Staatbosbeheer (Boetekees, 1999).

Principe 6 van de FSC:

Bosbeheer moet de ecologische functies en de integriteit van het bosbezit in stand houden door het bewaren of verbeteren van *biodiversiteit*, milieukwaliteit, unieke en kwetsbare ecosystemen en landschappen (Werkgroep FSC. in voorbereiding).

Er is nog geen duidelijkheid of dit keurmerk ook tot hogere houtprijzen zal leiden. Vaak gebeurt het aanvragen van het keurmerk vanuit promotionele doeleinden. In de houtverwerkende industrie komen nu ook bedrijven die alleen met eco-hout werken. Mogelijk gaat er een aparte markt ontstaan. De Rijksoverheid overweegt de mogelijkheid van een fiscale stimuleringsregeling voor duurzaam geproduceerd hout, bijvoorbeeld door daarop het lage btw-tarief te laten gelden (ook op de eindproducten) (Hekhuis & De Baaij, 1997).

Behoud diversiteit en sponsoring

In 1991 ging ongeveer fl. 5 miljoen sponsorgelden naar projecten op het gebied van bos en natuur en er wordt gewerkt aan een verdere ontwikkeling (Hekhuis & De Baaij, 1997). De bijdrage van sponsoring aan het totale inkomen bij natuurbeschermingsorganisaties is klein (bij Natuurmonumenten < 2%; jaarverslag 1997). Voor een deel van de sponsoring kan een directe relatie worden gelegd met biodiversiteit. Bijvoorbeeld in het kader van sponsoring van poelen of adoptie van dieren. In het overgrote deel is deze relatie minder duidelijk.

Behoud diversiteit en provinciale regelingen geïntegreerd bosbeheer

In een aantal provincies (Overijssel, Noord-Brabant, Zuid-Limburg, Gelderland) bestaat er een (financiële) regeling voor de stimulering van geïntegreerd bosbeheer. In deze regelingen zijn veelal eisen opgenomen ten aanzien van de hoeveelheid dood hout, het aandeel dikke bomen en het aandeel inheemse boomsoorten. Een voorbeeld is de (experimentele) regeling in de provincie Overijssel. Naast een basisbijdrage van fl. 50-60 per ha per jaar (met eisen aan de maximale oppervlakte van de kap- en verjongingseenheden) gelden toeslagen van fl. 40-50 per ha per jaar voor het aandeel

inheemse boomsoorten (> 90%), het aantal dikke bomen (> 20 bomen per afdeling dikker dan 40 cm) en het aantal dode bomen (> 5 per ha dikker dan 40 cm).

Behoud diversiteit en contributies, donaties

Contributies en donaties (giften, nalatenschappen etc.) vormen een belangrijke inkomstenbron voor de natuurbeschermingsorganisaties (ca. 15-20% van de totale inkomsten; jaarverslag Natuurmonumenten 1997; jaarverslag Stichting Het Geldersch Landschap 1997; jaarverslag Stichting Het Groninger Landschap, 1997). De rol die diversiteit en aantrekkelijkheid heeft op het permanente karakter van bijvoorbeeld een lidmaatschap van Natuurmonumenten of een provinciale Landschapsstichting is slecht gekwantificeerd. Leden van dergelijke organisaties reageren over het algemeen zeer attent als er in een bepaald gebied wordt ingegrepen. Zie de onderkant van de linkerkolom in Figuur 1 voor de rol die diversiteit speelt. De relatie is moeilijk in geld of toe- of afnemende ledentallen uit te drukken.

4.5 Samenvatting en conclusies

4.5.1 Kerngegevens (Werkgelegenheid, omzet)

De bosbouwsector biedt directe werkgelegenheid aan circa 3.200 personen. In de houthandel en houtverwerkende industrie zijn ongeveer 50.000 personen werkzaam, de omzet bedraagt circa 14 miljard gulden. De rijksuitgaven voor het bestaande bos bedragen ongeveer 50 miljoen gulden. De economische waarde staat volgens de economische theorie gelijk aan het nut van de mens. In die zin heeft bos een grote economische waarde. Deze grote economische waarde wordt echter slechts in zeer beperkte mate in financiële kengetallen (gulden) uitgedrukt. Daar komt bij dat een zeer gering deel ten goede komt aan de bossector (zie ook figuur 1). Dit geldt zowel voor de kosten en opbrengsten van het beheer, natuurproducten (hout en bosbijproducten), natuurdiensten en overige waarden van het bos. De rol van biodiversiteit is daarmee ook moeilijk in concrete getallen uit te drukken, hoewel er een aantal beter gedocumenteerde voorbeelden bestaan.

Economische betekenis van biodiversiteit (zie ook Figuur 1)

- **Ziekte en storm:** Ziekteverspreiding wordt gereduceerd in een meer divers bos; er bestaat echter geen inzicht in de beperking van schade door ziekte als het bos meer divers zou zijn. Er zijn ook aanwijzingen dat de biodiversiteit van de bodem economisch belangrijk is, i.v.m. schade door wortelziekten (eerder windworprisco). Stormschade kan de bedrijfsvoering aanzienlijk beïnvloeden, zelfs op macro-economische niveau (invloed op de houtmarkt). Bos dat minder homogeen is, is over het algemeen beter bestand tegen risico's van storm. Uit dit oogpunt moet bos met een hogere structuurdiversiteit nagestreefd worden. Verzekeringspremies tegen storm en brand zijn hoger in monoculturen met naaldbos en lager in loofbos (resp. F 15, en F 4,- /ha.jr). Door de gevolgen van klimaatverandering (drogere zomers) kan een meer divers bos zelfs als preventieve maatregel beschouwd worden.
- **Houtproductie:** Flexibiliteit over langere periodes betekent dat er moet worden gestreefd naar een grotere diversiteit in boomsoorten en leeftijden of

ontwikkelingsfasen in het bos. Een hogere natuurwaarde van het bos kan anderzijds leiden tot lagere inkomsten door gedeerde houtopbrengsten, bijvoorbeeld door het achterblijven van een deel van het oogstbare hout als dood hout. Er zal mogelijk een aparte markt ontstaan voor gecertificeerd hout, afkomstig uit duurzaam beheerde bossen. Hierbij zijn er minimum voorwaarden gesteld aan de diversiteit van het bos (bijv. mengingsaandeel).

- Verjongings- en beheerskosten: Door het gebruikmaken van natuurlijke processen, probeert men de beheerskosten te drukken, daarbij wordt het bos minder homogeen en neemt dus de biodiversiteit (bossamenstelling en bosstructuur) toe. Hoewel biodiversiteit in dit geval geen primair doel is, wordt het resultaat zeer gewaardeerd door de bosbeheerders.
- Bosbijproducten: Bosbijproducten spelen in Nederland meestal een geringe rol. Wel kunnen lokaal bosbijproducten een belangrijke financiële bijdrage leveren aan het bedrijfsresultaat, waarbij moet worden opgemerkt dat hier dan ook vaak weer hoge kosten tegenover staan. De relatie tussen de opbrengsten uit bosbijproducten en biodiversiteit is direct, bijvoorbeeld bij verkoop van verschillende soorten wild (jacht), of sponsoring van poelen of adoptie van dieren.
- Overige functies: De recreatieve functie van bos is groot. Jaarlijks worden ongeveer 200 tot 230 miljoen bezoeken gebracht aan het Nederlandse bos. Daarbij worden aanzienlijke bedragen besteed aan overnachtingen en dagverblijf. Het bos is een belangrijke vestigingsplaats voor hotels, campings, zwembaden, etc. Afwisselend bos wordt meer gewaardeerd dan monotoon bos, biodiversiteit is daarmee indirect van groot belang. Deze recreatieve betekenis wordt echter slechts in beperkte mate door beseigenaren vermarkt. In 1997 waren de directe recreatieopbrengsten bij particuliere bosbedrijven slechts ca 5% van de totale opbrengsten (via opbrengsten camping, uitgave wandelkaarten, heffing entreegelden, etc.). Het waardeverhogend effect van bos op huizenprijzen komt ook niet ten goede aan de bossector. Ook hier wordt afwisselend bos (dus met een hoger biodiversiteit) beter gewaardeerd.

Relatie tussen biodiversiteit en regelgeving

De maatschappelijke vraag naar natuur (in bossen) neemt sterk toe. Dit komt ondermeer tot uiting in een groeiend ledental van natuurbeschermingsorganisaties en het Bosbeleidsplan (1993), waarin een groot deel van het bosareaal wordt gereserveerd voor bos met accent natuur. Deze vraag is van economisch belang, wanneer een terugkoppeling plaatsvindt in subsidiestelsels zoals de Regeling Functiebeloning, het Programma Beheer of andere vormen van subsidie (bijv. Postcodeloterij). In de Regeling Functiebeloning is een hoger geldbedrag beschikbaar voor pakketten met hogere eisen voor natuurwaarde, dus met meestal ook een hogere biodiversiteit.

Toekomstige rol van biodiversiteit

De laatste decennia (met name de laatste 10 jaar) zijn de behoeftes sterk veranderd in de richting van gemengd bos naar leeftijden en boomsoorten, waarbij de natuurwaarde en de recreatiefunctie bovenaan staan. Dit brengt met zich mee dat er een kloof bestaat tussen behoefte en aanbod. Om in de toekomst een dergelijke kloof te vermijden wordt gestreefd naar een beheer, waarbij alle ontwikkelingsrichtingen

open blijven staan. Dit betekent o.a. dat een grote diversiteit aan boomsoorten een betere uitgangspositie geeft. Er is dus grote kans dat de biodiversiteit door deze ontwikkelingen toe zal nemen. Er bestaat hierbij wel een risico voor de meer storingsgevoelige oorspronkelijke boscosecosystemen, omdat daar de biodiversiteit kan afnemen als gevolg van verzuring en vermessing.

Aanbeveling

De rol van biodiversiteit voor de sector bos is in principe groot c.q. vertegenwoordigt een grote economische waarde. Omdat de rol van biodiversiteit voor de sector bosbouw vrij moeilijk te onderbouwen is, zou onderzoek naar een aantal interessante relaties nuttig zijn. Meer kennis kan namelijk bijdragen aan een betere economische positie van bos (en natuur). Hierbij dienen directe economische aspecten bekeken te worden: kosten en opbrengsten van ziekte, wind, brand door anders gestructureerd bos. Voor dit onderzoek zullen aantal effecten ook met veldonderzoek moeten worden gesteund.

4.6 Literatuur

Amels, C.W. 1974 Stam- en wortelrot als primaire oorzaak van stormschade. Scriptie Landbouwhogeschool en De Dorschkamp Scr. No 10, 29p.

Angenent, J.J.M., T. van Setten, J. Oosterbaan en L.H.E. Herbert 1990 De belevingswaarde van populierenbossen. Wageningen, 'De Dorschkamp', Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer. Rapportnr. 581.

Arnolds, E.J.M. (ed.) 1985 Veranderingen in de paddestoelenflora (mycoflora). Wetensch. Meded. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 167: 1-101.

Bartelink, H.H. 1998 Simulation of growth and competition in mixed stands of Douglas-fir and beech. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, 219p.

Berg, A. van den en J.F. Coeterier 1980 De waarneming en de waardering van bossen. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 52 (10): 263-273.

Berger, E.P., J. Luijt en R.A.M. Schrijver 1999 Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse Particuliere bosbouw over 1997. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut. Rapportnr. 6.99.96.

Bosbeleidsplan 1993 Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij; directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna.

Boetkees, G. 1999 FSC Nieuwsbrief Februari 1999. Hart voor Hout, Amsterdam, 2p.

Bosdata, 1998 IN: Kerngegevens Bos en Hout in Nederland. Wageningen, Stichting Bos en Hout.

Bouwma, I.M. & Olsthoorn, A.F.M. 1997 Trends in het ecologisch functioneren van bossen. Rapport IBN-DLO, Wageningen, Nr. 284, 77p.

Broekmeyer, M.E.A. & Vos, W. 1991 Bosreservaten in Nederland. Landbouwkundig Tijdschrift 103 (1): 26-29.

Burg, J. van den 1998 Het groeiplaatseisenonderzoek van "De Dorschkamp" is afgesloten. Nederlands Bosbouw tijdschrift 69 (5): 242-245.

Bussink, C.B., Wieman, E.A.P. & Olsthoorn, A.F.M. 1997 Verwachtingen en knelpunten van kleinschalig bosbeheer. Een enquête onder bouseigenaren en bosbeheerders. Rapport IBN, No. 285, 144p.

CBS 1998 IN: Kerngegevens Bos en Hout in Nederland. Wageningen, Stichting Bos en Hout.

Christensen, J.B. 1987 Catastrofale gebeurtenissen zoals stormschade en hoe daar bij de beheersplanning rekening mee gehouden kan worden. Nederlands Bosbouw tijdschrift 59(3): 58-62.

Daamen, W.P. 1996 Trends ecologisch functioneren bossen. Periode 1953-1995: 2e, 3e, 4e Bosstatistiek en HOSP-inventarisatie. Project Natuurverkenningen 1997. Maatschap Daamen, Schoonderwoerd en De Klein, Maurik. Rapportserie 66, 78p.

Dolman, A.J. 1987 Predicting evaporation from an oak forest. Ph.D. Dissertation, State University, Groningen, The Netherlands, 91p.

Gorissen, A., Jansen, A.E. & Olsthoorn, A.F.M. 1993 Influence of a two year application of ammonium sulphate on growth, nutrient uptake, and rhizosphere microflora of juvenile Douglas-fir. Plant and Soil 157: 41-50.

Heitz, R. & Rehfuess, K.E. 1999 Reconversion of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) stands into mixed forests; effects on soil properties and nutrient fluxes. In: A.F.M. Olsthoorn, H.H. Bartelink, J.J. Gardiner, H. Pretzsch, A. Franc & S. Wall (Eds.) Management of mixed species forest: silviculture and economics. IBN Scientific Contributions 15: 46-57.

Hekhuis, H.J. en G. de Baaij 1997 Toepassing van het profijtbeginsel voor de financiering van bos- en natuurbeheer. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Rapportnr. 254.

Hopffgarten, E.-H. von 1933 Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule (*Trametes raciperda*). Phytopathologische Zeitschrift 6 (1): 1-48. N.B. (Nu genoemd: *Heterobasidion annosum*)

Jansen, A.E. 1991 The mycorrhizal status of Douglas fir in The Netherlands: its relation with stand age, regional factors, atmospheric pollutants and tree vitality. Agriculture, Ecosystems and Environment 35 (2/3): 191-208

Kimmins, J.P. 1997 Forest ecology. A foundation for sustainable management. 2nd Edition. Prentice Hall, Simon & Schuster, Upper Sadler River, 596p.

Koop, H., Berris, L. & Wolf, R. 1990 Stormschade, wind in de zeilen voor natuurontwikkeling in bossen. Nederlands Bosbouw tijdschrift 62 (10/11): 318-324.

Leeuwen, M.G.A. van 1997 De meerwaarde van groen voor wonen : een regionale analyse Rapport LEI-DLO, Den Haag, Mededeling Nr. 576 : 58p.

Luttik, J. & Zijlstra, M. 1997 Woongenot heeft een prijs : het waardeverhogend effect van een groene en waterrijke omgeving op de huizenprijs Rapport DLO-Staring Centrum Nr. 562, Wageningen, 49p.

Maes, N., Vuure, T. van & Prins, G. 1991 Inheemse bomen en struiken in Nederland: Bedreiging, behoud en herintroductie van inheems genenmateriaal. Stichting Kritisch Bosbeheer, Utrecht, 106p.

Maes, N.C.M., Roevekamp, C.J.A. & Ketelaar, H.Tj.J. 1993-1997 Genetisch kwaliteit inheemse bomen en struiken, 6 delen. Rapporten IKC Natuurbeheer en IBN-DLO. Deelproject [1, fase 2]: Randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van inheems genenmateriaal / [uitv.]: N.C.M. Maes. - 86 p.. Deelproject [2]: Inventarisatie inheems genenmateriaal Oost - Twente, Rivierengebied en Zuid - Limburg / [door] N.C.M. Maes. - 87 p.. Deelproject [3]: Inheems genenmateriaal in de Achterhoek rond Winterswijk / [door] N.C.M. Maes. - 75 p.. Deelproject [4]: Inventarisatie inheems genenmateriaal in Drenthe / [door] C.J.A. Roevekamp [en] N.C.M. Maes. - 88 p. - (IKC Natuurbeheer ; nr. W-77). Deelproject [5]: Inventarisatie inheems genenmateriaal in de kustduinen / [door] N.C.M. Maes. - 120 p. - (IKC Natuurbeheer ; nr. W-88). Deelproject [6]: Registratie- en kwaliteitscontrole van inheems genenmateriaal / [door] C.J.A. Roevekamp, N.C.M. Maas [en] H.Th.J. Ketelaar. - 61 p. - (IKC Natuurbeheer ; nr. W-135).

Mitchell, S.J. 1995 The windthrow triangle: A relative windthrow hazard assessment procedure for forest managers. The forestry Chronicle, 71 (4): 446-450.

Moraal, L.G. 1998 Insectenplagen op bomen en struiken in 1997 in bossen, natuurgebieden en wegbeplantingen. Nederlands Bosbouw tijdschrift 70 (3): 123-129.

Nabuurs, G.J., Kramer, K. & Mohren, G.M.J. 1997 Effecten van klimaatveranderingen op het Nederlandse bos en bosbeheer. IBN-Report 256, Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen, Netherlands, 55p.

Nas, R.M.W.J. 1994 Risicobeheer in het bosbedrijf. De Landeigenaar, 40 (5): 19-22.

Natuurverkenning '97, 1997 Achtergrond document Evaluatie Bos. Wageningen, Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer.

Olsthoorn, A.F.M. 1998 Soil acidification effects on fine root growth of Douglas-fir on sandy soils. Ph.D. Thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, also IBN Scientific Contributions 12, 153p.

Peltzer, R.H.M., 1995 Recreatie en natuur in de Loonse en Drunense duinen. Deelonderzoek recreatie en natuur. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Rapportnr. 189.

Perrin, R. 1985 Peut-on compter sur les mycorhizes pour lutter contre les meladies des plantes ligneuses? Eur. J. For. Path. 15 (5/6): 372-379.

Peterken, G.F. 1996 Natural woodland: ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge, 522p.

Rassenlijst 1990 5e Rassenlijst van bomen. Commissie voor de samenstelling van de lijst van bosbouwgewassen. Drukkerij Leiter-Nijpels B.V., Maastricht, 160p.

Schmid-Haas, P. 1991 Ursächliche Zusammenhänge zwischen Nadelverlust, Zuwachs, Sturmgefährdung und fäule. Schweiz. Z. Forstwes. 142 (6): 505-512.

Somsen, F.J. 1994 De verzekering dekt de schade. Een eeuw bossenverzekering. De Landeigenaar, 40 (5): 24-25.

Vera, F.W.M. 1997 Metaforen voor de wildernis. Eik, hazelaar, rund paard. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, 426p. Also Ph.D. Thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.

Werkgroep FSC in prep. Eindvoorstel Nederlandse FSC standaard voor de certificering van goed bosbeheer.

Zak, B. 1964 The role of mycorrhiza in root disease. Annual Revue of Phytopathology 2: 377-392.

5 Functionele biodiversiteit en de kust- en zeevisserij

Mardik F. Leopold & Norbert M.J.A. Dankers (IBN-DLO)

5.1 Samenvatting

De visserij speelt wereldwijd in op de bestaande biodiversiteit in zee. Voortdurend worden 'nieuwe' soorten ontdekt die bevisbaar blijken en marktwaardig zijn. De visserij is een zich voortdurend vernieuwende sector, die blijft inspelen op nieuwe vangsttechnieken en markten. De biodiversiteit in zee is daarmee functioneel voor de visserij: ook nu niet beviste soorten kunnen immers in de toekomst van waarde blijken te zijn. Anderzijds zijn niet beviste soorten ook concurrenten of zelfs predatoren van de huidige marktwaardige soorten en leveren zo in een aantal gevallen verliesposten op. In het algemeen kan echter gesteld worden, dat een goed functionerend, en divers ecosysteem een grote veerkracht heeft, wat belangrijk is voor de visserij op langere termijn. Daarnaast leveren de wereldzeeën nog een aantal andere diensten en goederen, die in geld uitgedrukt, veel groter zijn dan de opbrengsten van de visserij (tabel 1). De visserij is daardoor in competitie met de andere economische functies die aan de zee worden toegeschreven en is dus zeker niet de enige sector die gebaat is bij een goed ecologisch functioneren van de zeeën.

De Nederlandse visserij neemt, met name in de Noordzee en Waddenzee internationaal een belangrijke plaats in. Naast de opbrengsten uit de visserij zelf zijn ook de opbrengsten uit de visverwerkende industrie, de toeleverende industrie, de transportsector en detailhandel voor Nederland belangrijk (tabel 2). Op de Nederlandse viskotters werken circa 2000 mensen; in de visdetailhandel 3150. De visserij zelf werkt ongeveer budget-neutraal, met een jaaropbrengst (1997) van 569 miljoen tegen materiële en loonkosten van 571 miljoen en (niet meeberekende) toegebrachte milieuschade. In de schelpdiervisserij liggen de cijfers gunstiger: een jaarwinst van ruim 50 miljoen, milieuschade niet meegerekend. Een voorspelbare trend is, dat de milieuschade in de toekomst wel zal worden betrokken in de jaarcijfers, en afgezet tegen de andere economische functies van de zee. Deze trend is, met de invoering van Eco-labels, al ingezet.

5.2 Omschrijving systeem

Oceanen, zeeën en randzeeën bedekken, met een totaal van 363 miljoen vierkante kilometer, 70% van het aardoppervlak. Het grootste *areaal aan habitats* op aarde wordt daarmee ingenomen door zowel de zoute wateren, als door de mariene sedimenten op de bodems van de wereldzeeën; het grootste *volume* aan habitats door zeewater. Voor een kuststaat als Nederland gelden ongeveer dezelfde verhoudingen. NederLAND, met een oppervlakte van circa 37.000 km², grenst aan de Noordzee met een oppervlakte van circa 600.000 km². Het Nederlandse deel van de Noordzee, het zogenaamde Nederlands Continentale Plat (NCP) heeft een oppervlakte van ruim 57.000 km²; nog aangevuld met de eveneens zoute wateren van de Waddenzee (2800

km²), en de zoute Delta (ruim 600 km²). Onze Nederlandse vissersvloot 'oogst' ook buiten onze landsgrenzen, in de Noordzee, het Kanaal, de Oostzee, de Ierse Zee en in delen van de Atlantische Oceaan.

Op en in zee leeft een grote diversiteit aan organismen, in grootte variërend van micro- tot megaplankton (bijvoorbeeld kwallen; met biomassa's van nanogrammen tot kilogrammen), vissen (minder dan 1 gram tot enkele tonnen), zeevogels (grammen tot kilo's) en walvisachtigen (tientallen kilo's tot tientallen tonnen). In en op de bodem wordt de dierenwereld in biomassa gedomineerd door de zogenaamde macrofauna, in grootte variërend van miligrammen tot enkele honderden kilo's; daarnaast is er nog een grotendeels onbekende groep van microfauna (< 1 mg). De plantenwereld op de zeebodem is beperkt tot de ondiepe kustgebieden, waar wieren en zeegrassen zeer rijke biotopen vormen, zowel in biomassa en productie, als in het aantal (geassocieerde) soorten.

De aantallen soorten zijn voor de meeste groepen hooguit bij benadering bekend. Alleen van de ondiep levende, grotere planten (wieren en zeegrassen) en mogelijk de koralen en van de drie hogere diergroepen, waarvan alle soorten regelmatig aan het oppervlak komen, de zeeschildpadden (circa tien soorten), de walvisachtigen (tientallen soorten) en de zeevogels (honderden) zijn alle soorten bekend, dat wil zeggen dat voor deze groepen de kans klein is (maar niet nul) dat nog nieuwe soorten zullen worden ontdekt. Vissen worden wereldwijd bejaagd en mede om die reden intensief onderzocht, maar met hun tienduizenden soorten wereldwijd zijn er zeker nog vele onbekend, met name in de diepzee. Naast deze meest bekende groepen van organismen zijn er vele waarvoor veel minder informatie beschikbaar is op soortsniveau. Met name de kleinere organismen zijn zeer talrijk, maar grotendeels onbekend. Het aantal macrobenthos-soorten (levend op of in de zeebodem en groter dan 1 mm) wordt wereldwijd, op grond van extrapolatie, geschat op 500.000 tot 10 miljoen (Snelgrove 1998), het aantal microbenthos-soorten en ook het aantal plankton-soorten zal nog groter zijn.

De biodiversiteit in zee is, alleen al door het grote areaal zee, dat zich uitstrekt over alle klimaatszones, groot. Het *belang* van de marine biodiversiteit wordt eveneens groot geacht, zij het dat dit tegelijkertijd nog grotendeels ondefinieerbaar is. Omdat het merendeel van de mariene soorten nog onbekend is, kan de totale biodiversiteit niet goed worden beschreven. Dit maakt, dat ook de *waarde* (economisch en niet economisch) van de beschikbare biodiversiteit slecht te kwantificeren is. Als startpunt kan de waarde van het hele ecosysteem 'wereldzee' worden genomen, waarvan de waarde van de biodiversiteit in zee dan een onderdeel is. Om tot een getalsmatige waarde van het biotoop zee te kunnen geven, kan worden uitgegaan van de waarde van (voor de mens nuttige) processen die zich in zee afspelen inclusief van de productie van voedsel of delfstoffen. Het ecosysteem 'zee' levert via verschillende processen, diensten en goederen voor de wereldbevolking. Deze verschillende bijdragen kunnen, indien bekend en vervolgens, waar mogelijk, uitgedrukt in geld, bij elkaar worden opgeteld, als de 'waarde van de zee'. Een alternatieve maat voor de waarde van de zee is de 'vervangingswaarde', dit zijn de kosten die gemaakt zouden moeten worden om een functionerend ecosysteem op te bouwen dan wel te vervangen na een milieuramp of overbevissing.

5.3 De waarde van de zee

Verschillende biologische functionele groepen beïnvloeden op wereldschaal belangrijke processen, als klimaat, inclusief de CO₂-balans; de stikstof, fosfaat en zwavel cycli; transport, omzetting en opslag van verontreinigende stoffen; en de productie van een grote hoeveelheid én variatie aan oogstbare (eetbare) soorten (Costanza *et al.* 1997). Daarnaast heeft ook het abiotische deel van de zeeën een onmisbare klimatologische functie en verder: een belangrijke transport functie (scheepvaart); een mijnbouwfunctie (olie, gas, mineralen, zand); een waterstaatkundige (opvang rivierafvoer) en vuilnisvat-functie (opvang van allerlei op land geproduceerd afval); een recreatiefunctie; een militaire; en een spirituele functie (de zee als muze, of bron van inspiratie). De 'randen van de zee', de kuststreken, hebben wereldwijd de belangrijkste bewoningsfunctie voor de mens, afgemeten aan de relatieve aantallen mensen die in kustgebieden leven. Al deze zaken zijn, soms met de nodige fantasie, in geld uit te drukken. In deze bijdrage beperken we ons tot de waarde van de biota, in het bijzonder de biodiversiteit, voor de visserij en laten de door de abiotiek gedragen functies grotendeels buiten beschouwing. Costanza *et al.* (1997) becijferden voor de belangrijkste ecosystemen op aarde, inclusief de wereldzeeën, de waarde per hectare (zie tabel 1). 'Waarde' is hier een afgeleide van zowel natuurlijk kapitaal en productie, maar ook van ecologische processen die waardevol, cq onmisbaar zijn voor het functioneren van de aarde als geheel. De meegewogen ecologische processen dragen daardoor bij aan de kwaliteit van (menselijk) leven, zowel direkt als indirekt, en vertegenwoordigen daardoor een deel van de totale economische waarde van onze wereld. De totale 'waarde van de aarde' wordt zo becijferd op 33×10^{12} (33 biljoen) US \$ per jaar, bij een wereld-economische productie van gemiddeld 18 biljoen per jaar. Anders gezegd, de diensten en goederen die de wereld-ecosystemen leveren zijn 1.8 keer zo groot als de hele economische productie op aarde. Dit is nog een minimum schatting, omdat nog niet alle vormen van ecologische service zijn benoemd en meegewogen. De wereldzeeën leveren aan het totaal van 33 biljoen US \$ jaarlijks een bijdrage van bijna 21 biljoen, of 63% volgens:

Tabel 1. De waarde van de wereldzeeën, berekend uit de verschillende functies die door de zee worden vervuld. Bron: Costanza *et al.* (1997).

Gebied	Oppvl (ha x 10 ⁶)	Nutriënt/CO ₂ recycling	Voedsel productie	Recreatie	Cultureel/ Esthetisch	Anders	Totaal \$/ha/jaar	Totale waarde 10 ¹² \$ per jaar
(bedragen in US \$ per ha per jaar)								
Oceanen	33200	156	15	-	76	5	252	8.38
Rand- zeeën	3102	3677	93	82	62	138	4052	12.57
Totaal	36302						577	20.95

Hierbij vallen een aantal zaken op:

- De randzeeën (waaronder ook de Noordzee en de Waddenzee vallen) hebben een zeer hoge waarde per hectare en hoewel het totale oppervlak aan randzeeën klein is vergeleken bij dat van de oceanen, is hun totale waarde toch bijzonder groot.
- De economisch belangrijkste bijdrage van de zeeën zit in de cycli die nutriënten en gassen via de zeeën doormaken. Zou deze bijdrage geheel komen te vervallen, dan zou de wereld, inclusief de wereldeconomie zoals wij die kennen, niet kunnen bestaan.
- Visserij levert, via de onttrekking van vis, schaal- en schelpdieren een significante bijdrage aan de wereldwijde opbrengst van de zeeën, maar deze ligt niet wezenlijk hoger dan de opbrengsten van een aantal andere functies en de baten van de visserij vallen in feite in het niet bij die van de waarde van het ecosysteem als geheel.

Hiermee komt de vraag aan de orde in hoeverre de opbrengsten van de visserij ten koste (mogen) gaan van die van andere, even waardevolle functies, of zelfs van die van de meest waardevolle functie, die van de recycling. In een recent literatuuroverzicht van studies aan mariene biodiversiteit wordt geconcludeerd, dat de visserij wereldwijd één van de belangrijkste bedreigingen vormt voor de instandhouding van de marine biodiversiteit (Stam 1996), dat de visserij hele soorten kan uitroeien en dat in enkele gevallen de grenzen van de veerkracht ('*resilience*') van mariene ecosystemen is bereikt.

Het krachtenveld visserij-biodiversiteit-ecosysteemfuncties, het onderwerp van deze studie, kan worden benaderd vanuit een gedachte omtrent *functionele* biodiversiteit. Dit kan mono-thematisch, alleen vanuit de visserij worden gedaan: hoeveel biodiversiteit is nodig om te kunnen blijven vissen, om optimaal rendement uit de visserij te halen of om een optimale opbrengst/risico verhouding te hebben? Ook kan het probleem multi-thematisch benaderd worden door de mogelijke gevolgen van aantasting van biodiversiteit door visserij voor andere functies, mee te wegen. Het laatste lijkt een vollediger beeld op te leveren, ookal omdat er toenemende druk is vanuit deze andere functies, op het beheer van de visserij.

5.4 Afhankelijkheid van de sector van biodiversiteit

5.4.1 De waarde van de Nederlandse visserij

De Nederlandse vloot neemt in de wereld een bescheiden, maar in de EU-wateren en met name in de Noordzee en Waddenzee een belangrijke plaats in. Na Denemarken en Spanje was Nederland in 1997 de grootste visexpediteur van Europa. Deze export is echter slechts ten dele gebaseerd op de eigen vangst, want Nederland is ook een belangrijk importerend, verwerkend en doorvoerend land. De Nederlandse vloot is zeer modern en de gemiddelde productie per schip ligt dan ook het hoogst van alle EU-landen (Productschap Vis 1998).

Tabel 2. Vangst, export en import van vis en visproducten in de belangrijkste landen (in miljarden US \$ voor het jaar 1996). NB: onder 'cultuur' is de productie van zout- en zoetwaterculturen samengenomen. Bron: Productschap Vis (1998).

Land	Vangst (10 ⁶ tonnen)	Cultuur Export (10 ⁶ tonnen)	Import (10 ⁹ US \$)	Exp/Imp (10 ⁹ US \$)	
China	14.222	17.715	2.857	1.184	2.4
Peru	9.515	0.006	1.120	-	-
Chili	6.693	0.217	1.697	-	-
Japan	5.964	0.829	0.709	17.024	0.0
USA	5.001	0.393	3.148	7.080	0.4
Rusland	4.675	0.054	1.686	0.419	4.0
Thailand	3.138	0.510	4.118	0.818	5.0
Noorwegen	2.638	0.055	3.416	0.536	6.4
Zuid Korea	2.413	0.359	1.513	1.057	1.4
IJsland	2.060	0.004	1.425	-	-
Denemarken	1.681	0.042	2.599	1.619	1.6
Spanje	1.055	0.234	1.461	3.135	0.5
Taiwan	0.967	0.263	1.818	0.613	3.0
Canada	0.901	0.070	2.291	1.159	2.0
UK	0.868	0.110	1.308	2.605	0.5
Frankrijk	0.542	0.286	1.003	3.194	0.3
Zweden	0.371	0.008	0.334	0.587	0.6
Nederland	0.363	0.100	1.470	1.142	1.3
Italië	0.359	0.201	0.372	2.591	0.1
Ierland	0.333	0.035	0.432	0.105	4.1
Faroer	0.304	0.017	0.381	-	-
Portugal	0.264	0.002	0.275	0.783	0.4
Duitsland	0.237	0.075	1.056	2.543	0.4
België	0.031	0	0.389	0.966	0.4

Uit dit overzicht is een aantal zaken op te maken:

- Er zijn landen die in eigen wateren, dan wel via hun eigen visserij niet al hun vis zelf kunnen vangen en daardoor belangrijke import landen zijn (bijvoorbeeld Japan). Deze landen zijn daardoor aangewezen op de productie en biodiversiteit in een veel groter gebied dan de eigen wateren.
- Hiertegenover staan landen die de zee, behalve voor zichzelf, ook voor anderen exploiteren (Chili, Peru, Faroer, IJsland, Noorwegen, Rusland, Ierland) en dus belangrijke export landen zijn.
- Er is ook een aantal landen met een groot handelsoverschot, dat vooral gehaald wordt uit maricultuur en minder uit de zeevisserij (bijvoorbeeld Thailand). Voor een deel is deze maricultuur overigens wel afhankelijk van de lokale productie aan broed-materiaal (te vergelijken met de Nederlandse mosselcultuur).
- De import/exportcijfers kunnen een vertekend beeld opleveren. Zo zou het mogelijk kunnen zijn dat de gehele export van de Faroer naar Nederland gaat voor verwerking. Als die vis naderhand weer geëxporteerd wordt, komt hij ook weer voor in de Nederlandse exportcijfers. De relatie visserij-biodiversiteit is vooral gerelateerd aan de eerste kolom cijfers in tabel 2: de daadwerkelijke vangst. Hieruit blijkt echter nog niet hoe divers die vangst is: hij kan uit een gering aantal soorten bestaan (de noordelijke Europese landen, met een visserij vooral gebaseerd op kabeljauw-achtigen), of veel meer divers.

Door het bestaan van de zeevisserij wordt in Nederland ook een visverwerkende industrie in stand gehouden. De Nederlandse visserij genereert dus geld door de visserij zelf, door de toeleverende industrie (scheepswerven, brandstof, netten etc), door de afnemende industrie (visverwerking en verkoop) en logistiek (transport, handel). De visdetailhandel in Nederland biedt 3150 mensen werk (0.49% van de arbeidsplaatsen in de hele Nederlandse detailhandel; Productschap Vis 1998).

De belangrijkste component van de Noordzee-vloot, de kottersector (426 schepen en een bemanning van in totaal 1922 mensen in 1997) behaalde in 1997 een bruto inkomen ('besomming') van 569 miljoen, tegen materiële kosten van 407 miljoen, en loonkosten van 164 miljoen (samen 571 miljoen). Netto maakten de vissers dus in 1997 een verlies van 2 miljoen, maar gemiddeld over 1992-97 was er een winst van 6.8 miljoen gulden, vooral door de winst van 32 miljoen in 1992. Bij deze winst/verlies rekening zijn nog niet meegerekend: de toegebrachte milieuschade (aantasting habitats, CO₂-belasting en verbruik fossiele brandstoffen: 331 miljoen liter in 1997; bron: Productschap Vis 1998).

De belangrijkste component van de vloot in de Waddenzee en Delta wordt gevormd door de mosselbedrijven (75 schepen en een bemanning van 225 in totaal in 1997). Deze sector behaalde in 1997 een bruto inkomen ('besomming') van 120 miljoen, tegen materiële kosten van 50.4 miljoen, loonkosten van 13.7 miljoen (samen 64.1 miljoen). Netto maakten deze vissers dus in 1997 een winst van 55.9 miljoen, en gemiddeld over 1992-97 een winst van 52.2 miljoen gulden. Hiervoor was een ruimtebeslag nodig van 1.4% en 6.4% van de Waddenzee, respectievelijk de Oosterschelde. Overige milieukosten waren voor deze sector in 1997: wegvissen van wild mosselzaad uit deze natuurgebieden, verjaging van schelpdieretende vogels van de percelen en een onbekende hoeveelheid verbruikte brandstof en productie van CO₂).

5.4.2 Diversiteit van de vangst en afhankelijkheid van biodiversiteit

Voor de hele Nederlandse visserij is slechts een gering deel van alle in de Noordzee en aangrenzende wateren aanwezige soorten vis, schaal- en schelpdieren (vele honderden soorten) van belang. De vloten zijn op slechts enkele soorten gespecialiseerd, maar bijvangst-soorten worden aangeland als er: 1) geen beperkend quotum voor is vastgesteld en 2) er een goede prijs voor te krijgen is. De vangst is daardoor eerder een redelijke afspiegeling van de beschikbare biodiversiteit aan marktwaardige vis, dan van de totale biodiversiteit. Algemene soorten worden in de regel ook in grote hoeveelheden gevangen. Zeldzame soorten vormen gewoonlijk slechts bijvangst, tenzij een specifieke visserij loont.

Tabel 3. Hoeveelheden vis, aangeland in de Nederlandse havens 1997 (miljoenen kilo's):

Schol		57.9	Griet	0.7	
Mossel	ca.	23.3*	Roggen		0.7
Kabeljauw	21.7		Zeeduivel	0.6	
Schar		12.7	Steenbolk	0.6	
Tong	12.4		Makreel		0.5
Garnaal		9.9	Horsmakreel	0.4	
Bot	7.0		Zeewolf		0.1
Haring		4.1	Haai	0.1	
Spisula	ca.	3.5**	Leng	0.1	
Wijting		3.1	Heek	0.1	
Tarbot		2.5	Zeebaars		0.1
Kokkel		1.7***	Scharretong	<0.1	
Tongschar	1.7		Geep	<0.1	
Schelvis		1.5	Roodbaars	<0.1	
Koolvis		1.3	Heilbot		<0.1
Rode poon	1.2				
Grauwe poon	0.9		Overige soorten		2.3

- * Waarde als vers vleesgewicht. Aangenomen percentage vleesgewicht 25% van versgewicht.
- ** Geschat, informatie Directie Visserij
- *** Sterk fluctuerend; in 1998 9.7 miljoen kg

5.4.3 Habitatsdiversiteit

Alle soorten stellen specifieke eisen aan hun habitat. Daarom is een range van habitats noodzakelijk om alle soorten te behouden voor de natuur én de visserij. Sommige vissen, waaronder een aantal commercieel belangrijke, stellen bovendien verschillende habitateisen voor de opeenvolgende levensstadia. Voor de Nederlandse visserij zijn daardoor een aantal specifieke paaigebieden op open zee (schol, haring, makreel) van groot belang en daarnaast de kinderkamerfunctie (platvis, kabeljauwachtigen en haring) langs de kust. Dit deel van de Noordzee en aangrenzende Delta en Waddenzee is door de hoge lokale productiviteit, de voortdurende toestroom van water en vislarven en de relatieve schaarste aan grote vissen die zouden kunnen jagen op jonge vis, een ideaal opgroei gebied van jonge vis. Nadat de vissen hier tot halfwas gegroeid zijn hebben ze behoefte aan goede voedselgebieden elders waar ze op kunnen groeien tot paaigrootte. De habitateisen voor de verschillende stadia zijn nog grotendeels onbekend.

Binnen de benodigde habitats zijn enkele *processen* van groot belang. In alle stadia waarin groei optreedt, dient voldoende voedsel beschikbaar te zijn. Larventransport van paaigebieden naar kinderkamers moet in voldoende mate kunnen plaatsvinden (Corten 1986, 1990), opgroeiende vislarven moeten niet alleen voldoende, maar ook op het juiste moment over het juiste voedsel kunnen beschikken (Cushing 1974) en uiteraard moet ook de mortaliteit, inclusief de visserijmortaliteit niet te hoog zijn.

5.5 Potentiële markten

5.5.1 Markten en restricties

Potentiële markten voor Nederlandse vis en visproducten liggen wereldwijd, in alle importerende landen (zie tabel 2). Echter, gezien de wereldwijde, structurele overbevissing, liggen de problemen niet alleen bij de vermarkting, maar ook in het verkrijgen van de benodigde vis. De Nederlandse visserij krijgt dan ook in toenemende mate te maken met restrictief beleid, door quoterings van de beschikbare bestanden, maar ook ten aanzien van verstoring van natuurwaarden, waaronder de biodiversiteit. Het vinden van ecologisch minst kwetsbare opties, alsook het definiëren van compenserende en mitigerende maatregelen ten aanzien van uit te voeren visserij en het ontwikkelen van producten met een steeds hogere toegevoegde waarde aan het ruwe product 'vis' vormen steeds belangrijkere aandachtspunten.

5.5.2 Visserijbeleid: de visserij mono-thematisch bekeken

De klassieke visserijbiologie en het daaraan gekoppelde visserijmanagement bekijkt individuele visserijen of op zijn best individuele visbestanden (*fish stocks*). Als regel wordt hierbij geredeneerd, dat de optimale hoeveelheid te vangen vis (vermeerderd met overblijvende natuurlijke sterfte) gelijk is aan de natuurlijke aanwas. Als zo kan worden gewerkt, wordt maximaal geoogst zonder dat op het oorspronkelijke bestand (het 'kapitaal') wordt ingeteerd en zo zou een visserij tegelijkertijd 'duurzaam' én optimaal kunnen zijn. Hoewel deze '*maximum sustainable yield*' gedachte een simpel model is, wordt dit vrijwel nergens ter wereld gerealiseerd (Berrill 1997). Bij een zich ontwikkelende visserij worden als regel eerst de meest grote vissen weggevangen, waardoor de gemiddelde visgrootte afneemt en de vissen zich op steeds jongere leeftijd (moeten) gaan voortplanten. Daarnaast stelt de markt, die wordt ontwikkeld, steeds hogere eisen en kan de visserij niet even snel veranderen als de jaarlijkse veranderingen in natuurlijke aanwas bij de vis. Dit betekent, dat in jaren met een minder dan gemiddelde aanwas de visserij intensiteit toch na-ijlt, en dat het systeem steeds kwetsbaarder wordt voor een jaar of een reeks van jaren waarin de natuurlijke aanwas bij de vis minder is. Overbevissing is het gevolg, met een visstapel waarin de gemiddelde lengte steeds kleiner wordt en een steeds stijgende inspanning van de visserij om toch de markt te kunnen blijven bedienen (stijgende *catch per unit effort*, CPU) als tekenen aan de wand. Inderdaad is gebleken, dat ook in de Noordzee, waar al tientallen jaren visserijbeleid wordt gevoerd, de vissen steeds kleiner zijn geworden (Rice & Gislason 1996), terwijl de vissersschepen wel, maar de vangsten niet altijd groter werden en sommige visbestanden zelfs geheel instortten (haring, makreel) of inmiddels in omvang zijn gedaald tot onder het 'veilig biologisch minimum' (tong, schol, kabeljauw). In de Waddenzee zijn eerst de oester, en vervolgens de mossel, zodanig zwaar bevestigd, dat in het geval van de oester, de visserij ophield te bestaan en in het geval van de mossel, alle wilde mosselbanken verdwenen en de visserij veranderde in een kwekerij in een Waddenzee, die een totaal ander aanzien kreeg.

In feite betekent deze vorm van visserij en visserij management, dat de biodiversiteit in beide (voorbeeld)gebieden is aangetast. Dit geldt zowel voor de diversiteit van de

beviste soorten (grote vissen verdwenen uit de Noordzee; oesters en wilde mosselbanken verdwenen uit de Waddenzee) als voor een reeks van 'bijvangstsoorten' die mede slachtoffer (Philippart 1997; Lindeboom & De Groot 1998). De visserij zelf is hierdoor kwetsbaar geworden, zowel in biologische zin (de vis raakt op en de aanwas staat onder druk en fluctueert sterk) als in administratieve zin (de regelgeving volgt de problemen en wordt steeds restrictiever).

Eén van de klassieke oplossingen voor het probleem van lokale overbevissing is het zoeken naar nieuwe visgronden en/of nieuwe visbestanden. Het aanboren van nieuwe mogelijkheden zou gezien kunnen worden als het benutten van functionele biodiversiteit. Indien er een vorm van 'wisselteelt' ontwikkeld zou kunnen worden zou het systeem zelfs blijvend kunnen werken. De werkelijkheid is echter, dat de visserijdruk in de thuiswateren onverminderd hoog blijft, terwijl tegelijkertijd wordt geïnvesteerd in en uitgebreid naar verre visserijen, een proces dat zich niet alleen in Nederland, maar in alle andere grote vissende naties afspeelt. Het resultaat is voorspelbaar: met steeds betere middelen (schepen, opsporingsapparatuur, verwerkingstechnieken en opslag/vervoer/marketing) zullen ook de nieuwe vistapels worden overbevist en zal de verre visserij zich eerst opnieuw gaan verplaatsen om vervolgens in te storten. In dit licht is het illustratief, dat de nieuwste generatie hektrawlers (de grootste schepen uit de Nederlandse vissersvloot) niet meer in de Noordzee 'passen' en alleen nog worden ontwikkeld voor de verre visserij, in dit geval voor de West-Afrikaanse kusten.

De vraag die nog openstaat is: welke biodiversiteit is functioneel of optimaal voor een gegeven visserij in een bepaald gebied. Naar analogie van de situatie in de landbouw zou men kunnen zeggen: hoe minder diversiteit, hoe beter. Het oogsten, sorteren en verwerken van vis wordt eenvoudiger naarmate de vangst eenvormiger is. Bijvangst, hetzij van ongewenste soorten, hetzij van ongewenste maten, vermindert de efficiëntie. Daarnaast kunnen bijvangstsoorten (voedsel)concurrenten of predatoren zijn van de doelsoort en deze in zijn groei remmen of zelfs wegvreten, waardoor de opbrengst van de visserij sub-optimaal is. Kort gezegd: in een ideale zee voor een kokkelvisser komen alleen kokkels en hun voedsel voor (plankton) en geen concurrenten (mossels, oesters) en zeker geen predatoren (eidereenden, zeesterren); in een ideale zee voor een tongvisser komen alleen tongen en hun voedsel (kleine bodemdieren) voor en geen concurrenten (andere bodemvissen), geen predatoren (zeehonden, bruinvissen) en geen bijvangstsoorten (met name veel bodemdieren die in de netten worden meegevangen). Hoewel dit geschetste beeld op korte termijn en in theorie aantrekkelijk lijkt en een dergelijke situatie zeker tijdelijk tot hoge opbrengsten kan leiden, is een monocultuur in zee aan de andere kant bijzonder kwetsbaar. Als er iets gebeurt met de beviste soort, en de ervaring leert dat dit af en toe optreedt, is het voor de visserij bij herhaling van cruciaal belang als dan kan worden overgeschakeld op een andere soort. Dit geldt zowel bij structurele overbevissing (overschakeling naar een verre visserij) als bij een goed gemanagede visserij die te maken krijgt met een (tijdelijke) natuurlijke teruggang in de beviste soort. Vele vissersschepen zijn dan ook uitgerust om meerdere soorten te bevissen, soms ook met verschillende vistuigen. Zo kunnen de grote hektrawlers overschakelen van makreel naar horsmakreel, haring of blauwe wijting, kunnen de boomkorvissers overschakelen van tong naar schol, de spanvissers van kabeljauw naar haring, de

eurokotters van garnaal naar platvis of rondvis en de kokkelschepen van kokkels naar spisula. In feite weerspiegelt deze flexibiliteit van de vloot de processen in de levensgemeenschap. Toe- en afname van soorten kan door de vissers flexibel worden gevolgd. Deze omschakelingsmogelijkheden bestaan uitsluitend door een rijkdom aan soorten en juist deze biedt op lange termijn zekerheid aan de vissers.

5.5.3 De visserij multi-thematisch bekeken

De visserij is niet de enige actor op de zee. Sommige delen van de zee zijn voor de visserij gesloten omdat andere functies daar voorrang krijgen (scheepvaart, mijnbouw, militair). Verder brengt de visserij onmiskenbaar schade toe (kortdurend of structureel) aan het ecosysteem waarin ze opereert. Dit kan op gespannen voet staan met de recreatiefunctie en zeker met de internationale afspraken omtrent behoud van biodiversiteit (Verdrag over Biologische Diversiteit van Rio de Janeiro, 1992). De schade die de visserij (ongewild) toebrengt aan het bevestigde ecosysteem is nog grotendeels onbecijferd, en kan dus niet goed worden afgewogen tegen de andere belangen. Wel is inmiddels duidelijk, dat met name de bodemberoerende visserij een grote, negatieve invloed heeft op de biodiversiteit op de zeebodem en dat ook in de waterkolom vele soorten waarop niet primair gevestigd wordt grote schade oplopen (Engel & Kvitek 1998, Lindeboom en De Groot 1998, Watling & Norse 1998). De vraag is echter, hoe schadelijk een door de visserij toegebrachte vermindering van de biodiversiteit werkelijk is, afgezien van een min of meer emotioneel verlies aan soorten of diversiteit binnen soorten, waarvan de meeste mensen nog nooit gehoord hebben. Deze vraag is het meest pregnant in situaties waar door de visserij toegebrachte milieuschade zichtbaar is. In Nederland is dit in de Waddenzee en in de Delta, waar natuurtoerisme een belangrijke functie is (Eisma & Den Engelse 1974, De Groot 1992). Op de Noordzee, waar toerisme vooral is beperkt tot het strand is dit probleem minder duidelijk. Naast de recreatie functie heeft de zee, en met name randzeeën als de Nederlandse wateren een belangrijke functie als 'wereldlong' (tabel 1) en in dit licht dient de vraag gesteld te worden: functioneert de zee minder goed met minder soorten? Dit is de vraag naar *functional redundancy*: wordt een verlies aan de ene soort, en met name zijn functie in het ecosysteem, goedgehaakt door een andere soort, die de opengevallen plaats inneemt? Daarnaast moet de vraag gesteld worden, of de visserij wellicht ook de basis van de biodiversiteit aantast, de onderliggende habitats.

Er komen steeds meer aanwijzingen, dat een regelmatige bodemberoering door trawlers wezenlijke functies van het ecosysteem aantast (Piersma & Koolhaas 1997, Watling & Norse 1998). De effecten zijn vooral groot als systemen bevestigd worden, en die een lange regeneratietijd hebben die gelegen zijn in gebieden met weinig natuurlijke dynamiek (te vergelijken met 'climax vegetaties' aan land). Het meest extreme voorbeeld hiervan is het destructief bevissen van een koraalrif. In de Nederlandse situatie gelden destructieve bevissingen op oude mosselbanken en in de diepere, stabiele delen van de Noordzee als meest schadelijk maar de werkelijk economische schade die werd en wordt toegebracht is nooit becijferd.

De vraag of '*functional redundancy*' in zee bestaat en hoe dit functioneert is eveneens moeilijk te beantwoorden. Recent zijn hiertoe pogingen gedaan door Freckman *et al.* (1997), Snelgrove *et al.* (1997), Snelgrove (1998). De algemene conclusie is dat door de onderlinge competitie waarin de soorten verweekeld zijn en door het natuurlijke proces van soortsvorming en uitsterven van soorten (EWGRB 1997), verschillende soorten inderdaad in staat lijken elkaars functies binnen een functionele groep geheel of gedeeltelijk over te nemen. Er lijkt dus een aanzienlijke *functional redundancy* in zee te bestaan, maar de betrokken onderzoekers waarschuwen wel dat het gehele voedselweb nog slechts zo fragmentarisch bekend is, dat nog lang niet duidelijk is of verlies van soorten in voldoende mate kan worden opgevangen om alle ecosysteemfuncties te blijven onderhouden. Ook is vooralsnog in de meeste situaties onbekend of er sleutelsoorten zijn voor bepaalde functies en het algemene advies in deze is dan ook om uit te gaan van het voorzorgsprincipe waar het gaat om beoordeling van functionele diversiteit.

5.6 Conclusies

De mariene biodiversiteit staat wereldwijd, en mede door de visserij, onder druk. Dit roept de vraag op vanuit de visserij, hoeveel biodiversiteit moet blijven bestaan om te kunnen blijven vissen; anderzijds of de visserij niet meer het voorzorgsprincipe zou moeten gaan hanteren om te streven naar instandhouding van de biodiversiteit, of deze nu 'nuttig' is of niet. De laatste vraag wordt ingegeven door een groeiend besef, dat de wereldzeeën (economisch) onmisbare andere functies vervullen dan visserij en dat onbekend is in hoeverre volledige of minder volledige biodiversiteit hiervoor cruciaal is. Een voorspelbare trend in de beoordeling van de visserijsector is, dat de milieuschade die aan de zeeën wordt toegebracht, in de toekomst wel zal worden betrokken in de winst/verliesrekening, en bovendien afgezet tegen de andere economische functies van de zee. Deze trend is, met de invoering van Eco-labels, al ingezet.

Wanneer alleen naar de relatie doelsoort-visserij wordt gekeken, is de biodiversiteit optimaal als deze zo laag mogelijk wordt gehouden, te weten de beviste soort en de onderliggende voedselsoorten. Een hogere biodiversiteit gaat via competitie en predatie de productie aan bevisbare vis tegen. Hier staat echter tegenover, dat een dergelijke monocultuur uitermate kwetsbaar is voor ineenstorting, door natuurlijke oorzaken of door overbevissing, waarna niet kan worden uitgeweken naar alternatieven. Biodiversiteit is dus vooral functioneel vanwege haar functie als risicospreider.

5.7 Literatuur

Berrill M. 1997. The plundered seas: can the world's fish be saved? Sierra Club Books, San Francisco, 208 pp.

Corten A. 1986. On the causes of the recruitment failure of herring in the central and northern North Sea in the years 1972-1978. J. Cons. int. Explor. Mer 42: 281-294.

Corten A. 1990. Long-term trends in pelagic fish stocks of the North Sea and adjacent waters and their possible connection to hydrographic changes. *Neth. J. Sea Res.* 25: 277-235.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R.S., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V.O., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton, 1997. P., & van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Cushing D.H. 1974. The natural regulation of fish populations. In: F.R. Harden Jones (ed.). *Sea fisheries research: 399-415*, Elek Sciece, London.

Eisma D. & Den Engelse L. 1974. *Het Nederlandse waddengebied, betekenis, bedreiging bescherming*. Aula, Utrecht, 122 pp.

Engel J. & Kvitek R. 1998. Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Cons. Biol.* 12: 1204-1214.

EWGRB (European Working Group on Research and Biodiversity) 1997. *Understanding biodiversity. An agenda into biodiversity*. Europese Commissie, DG XII, Stockholm en Brussel, 122 pp.

Freckman D.W., Blackburn T.H., Brussaard L., Hutchings P. & Palmer M.A., 1997. Linking biodiversity and ecosystem functioning of soil and sediments. *Ambio* 26: 556-562.

De Groot R.S. 1992. *Functions of Nature - Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Wolters Noordhoff, 315pp.

Lindeboom H.J. & De Groot S.J. 1998. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ rapport 1998-1, RIVO-DLO rapport C003/98, 404 pp.

Philippart C.J. 1998. Long-term impact of bottom fisheries on several bycatch species of demersal fish and benthic invertebrates in the southeastern North Sea. *Ices J. mar. Sci.* 55: 342-352.

Productschap Vis 1998. *Statistisch overzicht 1997*. Productschap Vis, Rijswijk, 106 pp.

Rice J. & Gislason H., 1996. Patterns of change in the size spectra of numbers and diversity of the North Sea fish assemblage, as reflected in surveys and models. *ICES J. mar. Sci.* 53: 1214-1225.

Snelgrove P.V.R. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation* 7: 1123-1132.

Snelgrove P., Blackburn T.H., Hutchings P.A., Alongi D.M., Grassle J.F., Hummel H., King G., Koike I., Lamshead P.J.D., Ramsing N.B. & Solis-Weiss V. 1997. The importance of marine sediment diversity in ecosystem processes. *Ambio* 26: 578-583.

Stam M. 1996. *Marine Biodiversity: a literature update*. Dept. Mar. Biol. University Groningen, 20p + appendix.

Watling L. & Norse E.A. 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Cons. Biol.* 12: 1180-1197.

5.8 Samenvatting

In deze studie wordt de waarde van biodiversiteit voor Nederlands uitgaand toerisme onderzocht aan de hand van drie cases. Het belangrijkste methodologische knelpunt bij deze studie was de bepaling van de mate waarin biodiversiteit de oorzaak is voor toerisme. *Biodiversiteit* valt als bron voor toerisme in de praktijk nauwelijks te isoleren van aanverwante bronnen zoals het *landschap*, de *natuur* of de *levende natuur*. Binnen deze studie is daarom bij de inschatting van de economische waarde van biodiversiteit voor toerisme een brede marge gehanteerd (zie tabel O).

Tabel O *Inschatting van de waarde van biodiversiteit voor het Nederlands toerisme*

Toerisme door biodiversiteit in:	Directe bijdrage aan Nederlandse economie (guldens per jaar)	Bijdrage aan Nederlandse werkgelegenheid (mensjaren)
Alpen	128-285 miljoen	1250-2730
Ned. Antillen	48-88 miljoen	55-105
Kenia	14-23 miljoen	20-31

Aan de hand van de cases is ook een hele ruwe schatting gemaakt van de economische waarde van de mondiale biodiversiteit voor het Nederlands uitgaand toerisme. Deze schatting komt op 659-1757 miljoen gulden per jaar en een bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland van 3.900-10.400 mensjaren.

De genoemde cijfers dienen met grote voorzichtigheid te worden gehanteerd, aangezien deze zijn berekend met behulp van cijfers die gedeeltelijk zijn geschat.

6 Biodiversiteit en de sector toerisme

Drs. Arno Fluitman, Bureau CREM, Amsterdam

6.1 Inleiding

Het doel van dit onderzoek was:

Het geven van inzicht in de waarde van biodiversiteit voor Nederlands uitgaand toerisme.

De nadruk binnen het onderzoek ligt op de economische waarde van biodiversiteit voor de sector toerisme in Nederland.

Het onderzoek is verkennend van aard en berust geheel op bronnenonderzoek: een internetsearch, het online documentatiesysteem van de Stichting Recreatie en een beperkt literatuuronderzoek in overige bronnen. Daarnaast zijn relevante organisaties in Nederland telefonisch benaderd⁴.

6.1.1 Afbakening van het onderzoek

De waarde van biodiversiteit is bepaald voor het *Nederlands uitgaand toerisme*. Dit wil zeggen dat er alleen is gekeken naar vakanties van Nederlanders naar het buitenland.

Binnen het zoekveld "uitgaand toerisme" is met name gekeken naar het *Nederlandse belang (economisch en in mindere mate sociaal-cultureel)*. Er is dus geen aandacht besteed aan de waarde van de biodiversiteit voor de lokale (buitenlandse) toeristenindustrie.

Een belangrijk knelpunt bij deze studie was de bepaling van de mate waarin biodiversiteit de oorzaak is voor toerisme. Het grootste probleem hierbij was dat *biodiversiteit* als bron voor toerisme in de praktijk nauwelijks valt te isoleren van aanverwante bronnen zoals het *landschap*, de *natuur* of de *levende natuur* (zie ook paragraaf 1.4). Binnen deze studie is daarom bij de bepaling van de economische waarde van biodiversiteit voor toerisme een brede marge gehanteerd.

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van cases. Hierbij is gekozen voor drie gebieden waar Nederland relatief veel impact heeft: de Alpen, de Nederlandse Antillen en Kenia. De Alpen staan in deze studie model voor inter-Europees toerisme, wintersport en natuurtoerisme. De Nederlandse Antillen staan model voor verre vakanties, watersport (duiken) en zonvakanties. Kenia staat model voor verre vakanties, natuur(wild)parken en ecotoerisme.

⁴ Stichting Continu Vakantie Onderzoek, CBS, DLO-Staring Centrum, ANWB/Nederlands Alpen Platform, Natuurmonumenten, Ministerie van EZ, Ministerie van BZ-NAAZ ("Antillenhuis"), ANVR, Stichting Recreatie, NBT, AVN, Nederlands Comité IUCN, TUI, NIPO, NRIT, UvA-SEO, KPMG-BEA

Na uitvoering van de cases is een ruwe extrapolatie gemaakt naar de waarde van biodiversiteit voor het totale Nederlands uitgaand toerisme.

6.1.2 De belangen van Nederland bij uitgaand toerisme

Het Groot Woordenboek Hedendaags Nederlands [Van Dale 1991] definieert toerisme als "het reizen ter ontspanning". Toerisme is de grootste industrie ter wereld met jaarlijkse bestedingen die afhankelijk van de meetmethode uitkomen op 425 miljard US\$ (WTO 1997 in [Ecotourism Society 1998] tot 550 miljard US\$ [WTTC 1997]⁵.

In Nederland werd in 1997 15,6 miljard gulden uitgegeven aan ruim 10 miljoen korte en lange vakanties naar het buitenland [CBS 1998].

Nederland heeft op verschillende manieren belang bij uitgaand toerisme:

1. **De bijdrage aan de Nederlandse economie door de directe bestedingen**, bijvoorbeeld aan reisbureaus en vliegtuigmaatschappijen. Deze bijdrage wordt door het CBS niet bepaald, er worden alleen steekproefstatistieken bijgehouden van de totale bestedingen (in Nederland en het buitenland) van uitgaande toeristen. Bij het CBS is wel bekend wat bijvoorbeeld de netto omzet is van reisbureaus (1,7 miljard gulden in 1994). De World Travel & Tourism Council heeft voor Nederland berekend dat de totale bijdrage van toerisme en recreatie⁶ aan het Bruto Binnenlands Product ruim 13% of ruim 100 miljard gulden is.
2. **De bijdrage aan de Nederlandse economie door de indirecte bestedingen**, bijvoorbeeld door het laten afdrukken van vakantiefoto's⁷, de omzet van tijdschriften over reizen en de groei van Schiphol.
3. **De bijdrage aan de werkgelegenheid**, afhankelijk van de meetmethode 19.100 [CBS 1997a] tot 26.000 [NRIT 1996] arbeidsplaatsen.
4. **De vergroting van het welzijn van Nederlanders.**
5. **Overige sociaal-culturele waarden** als kennisvergroting en contact met andere culturen.

Naast deze positieve effecten voor de Nederlandse economie is er ook sprake van een "kapitaalvlucht" uit Nederland, door de bestedingen van Nederlanders in het buitenland.

⁵ Het gaat hier om de bestedingen van internationaal (uitgaand) toerisme. De totale bijdrage van toerisme en recreatie aan de economie is nog veel groter.

⁶ Deze bijdrage heeft niet alleen betrekking op uitgaand toerisme, maar op alle goederen en services die worden geproduceerd voor toeristen en recreanten, inclusief activiteiten die een sterke relatie hebben met de toerisme en recreatie industrie.

⁷ Ongeveer de helft van de totale foto-industrie is toerisme gerelateerd.

6.1.3 De relatie tussen toerisme en biodiversiteit

Toerisme oefent druk uit op de biodiversiteit en is in veel gevallen zelfs verantwoordelijk voor aantasting ervan. Volgens de studie *Tourism & Environment* [*] staan de volgende ecosystemen het meest onder druk door het toerisme:

1. kustgebieden (eilanden, kustwateren, koraalriffen, lagunes, mangrove, stranden, duinen)
2. hooggebergte
3. zoetwater ecosystemen (rivieren, meren)
4. (ant)arctische kustgebieden

De omgekeerde relatie tussen toerisme en biodiversiteit komt echter ook voor ([Roe 1997], [Ceballos-Lascuráin 1996]). Indien de biodiversiteit in een gebied toeristen trekt en daarmee geld opbrengt, dan kan dit een belangrijke reden zijn om de biodiversiteit te beschermen. Dit is met name het geval wanneer de opbrengsten uit het toerisme hoger zijn dan bijvoorbeeld de exploitatie van het gebied voor landbouw of veeteelt. Daarnaast speelt een rol dat, door het contact van toeristen met de wonderen van de natuurlijke wereld, het draagvlak voor het behoud van biodiversiteit toeneemt.

Biodiversiteit en natuur vormen een belangrijke bron voor toerisme. De laatste tien jaar zijn er diverse begrippen ontstaan die hiermee te maken hebben, zoals ecotoerisme en natuurtoerisme.

Ecotoerisme of natuurtoerisme wordt door de World Tourist Organisation (WTO) omschreven als “reizen met als voornaamste doel het genieten van de natuur” (er bestaan echter ook andere definities⁸). Dit wil echter niet zeggen dat natuurtoerisme of ecotoerisme géén druk op de biodiversiteit veroorzaken. Verschillende bronnen (b.v. [Acott 1999], [Wolters 1993], [Egmond 1997]) wijzen er op dat kleinschalig ecotoerisme een belangrijke belasting voor het ecosysteem kan betekenen. Dit is zeker het geval wanneer het gaat om gevoelige ecosystemen die voorheen nog niet ontsloten waren voor het toerisme. Bovendien moet worden beseft dat een voor toeristen aantrekkelijke natuur zeker niet hetzelfde hoeft te zijn als biodiversiteitsrijke natuur (zie o.a. [Chirgwin 1997]). Een netjes schoongeveegd strand is uit het oogpunt van biodiversiteit bijvoorbeeld niet ideaal. En als het water helder is, dan wil dat nog niet zeggen dat het biologisch in goede conditie is.

Sinds de Earth Summit van 1992 in Rio de Janeiro is het begrip “Duurzaam Toerisme” in zwang gekomen. Deze benaming wordt gebruikt voor toeristische activiteiten die bijdragen aan de instandhouding van natuur en natuurlijke hulpbronnen (vrij naar [Groenendal 1997]).

⁸ The Ecotourism Society (TES) definieert ecotoerisme anders, namelijk als “verantwoordelijk reizen naar natuurlijke gebieden op een wijze die het lokale milieu behoudt en rekening houdt met het welzijn van de lokale bevolking” [Ecotourism 1998]. De term ecotourisme wordt in de praktijk nogal losjes gehanteerd en dreigt een nogal inhoudsloos begrip te worden.

6.1.4 De beweegredenen voor toerisme

Om te kunnen bepalen in welke mate biodiversiteit of natuur de reden is voor een reis, moet er inzicht bestaan in de beweegredenen van toeristen bij het kiezen van een vakantiebestemming. Dergelijk motivatie-onderzoek met betrekking tot natuur-aspecten wordt relatief weinig uitgevoerd. In Nederland is het bekendste voorbeeld het Omnibus-onderzoek onder ANWB-leden (zie tabel I, [ANWB 1998]).

In de "European Tourism Analysis" [Opaschowski 1993] is een onderzoek opgenomen naar de kenmerken die toeristen vinden horen bij kwaliteitstoerisme. Het landschappelijk schoon kwam daarbij als belangrijkste kenmerk naar voren en de meerderheid van de overige kenmerken had ook een directe of indirecte link met het milieu.

Voor deze studie is het van belang om onderscheid te maken naar het type invloed dat biodiversiteit heeft op het toerisme in een gebied (zie tabel I).

Tabel I Verschillende typen relaties tussen biodiversiteit en toerisme

1. Biodiversiteit is het **belangrijkste doel van de reis**, bijvoorbeeld bij een "vogelreis", het duiken in de buurt van koraalriffen, het bezoek van wildparken, of bij andere vormen van 'ecotoerisme'.
2. Biodiversiteit is niet het primaire doel van de reis, maar wel een **belangrijke randvoorwaarde** om een gebied **fysiek** aantrekkelijk te houden voor toeristen. Voorbeelden hiervan zijn schoon zwemwater en schaduw door voldoende vegetatie.
3. Biodiversiteit is niet het primaire doel van de reis, maar draagt wel bij aan de **recreatieve of belevingswaarde** van een gebied. Voorbeelden hiervan zijn de rust die mensen opdoen in een natuurlijke omgeving, de beleving van bloesemgeur in de lente of de inspiratie die iemand opdoet door het zien van een bijzonder landschap.
4. Biodiversiteit is niet het primaire doel van de reis, maar **biodiversiteitsproblemen** kunnen wel een gevaar opleveren voor het toerisme. Voorbeelden hiervan zijn aardverschuivingen door erosie, overstromingen door ontbossing, vervuiling door aantasting van de regulatiefunctie van het ecosysteem.

In paragraaf 1.2 werd al aangedragen dat *biodiversiteit* als bron voor toerisme nauwelijks valt te isoleren van aanverwante bronnen zoals het *landschap*, de *natuur* of de *levende natuur*. De meeste toeristen zullen deze beweegredenen zelfs moeilijk van elkaar kunnen onderscheiden.

De waarde van biodiversiteit kan het beste worden bepaald voor het eerste type toerisme uit tabel I. Voor het tweede type toerisme is een inschatting gemaakt van het belang van biodiversiteit, maar in het derde geval is dat in het kader van deze studie niet mogelijk gebleken. De invloed van biodiversiteitsproblemen op het toerisme (geval vier) wordt alleen kwalitatief behandeld.

6.1.5 De economische waarde van ecotoerisme

Er worden momenteel nog niet systematisch gegevens verzameld over ecotoerisme of natuurtoerisme. Hierbij speelt ongetwijfeld een rol dat de definitie die wordt gegeven van ecotoerisme nogal verschilt.

De World Tourism Organisation (WTO) heeft begin jaren negentig geschat dat natuurtoerisme verantwoordelijk is voor 7% van alle internationale reisbestedingen [Lindberg 1997]. Het World Resource Institute (WRI) heeft in 1990 bepaald dat natuurtoerisme met 10-30% per jaar stijgt [Reingold 1993], veel sneller dan de gemiddelde groei van toerisme in de wereld (momenteel 4-5% [WTTC 1999a]).

Voor het Great Barrier Reef in Australië is berekend dat de directe inkomsten gerelateerd aan toerisme en recreatie in 1991 meer dan 500 miljoen US\$ bedroegen [Ceballos-Lascuráin 1996].

In het kader van deze studie zijn geen Nederlandse gegevens over (uitgaand) ecotoerisme gevonden. Het lijkt er op dat het ecotoerisme in Nederland zowel bij de gespecialiseerde als bij de "algemene" reisorganisaties groeit. Het is echter niet duidelijk of deze groei volledig wordt veroorzaakt door een grotere belangstelling van toeristen voor dergelijke reizen. Een deel van de groei zou ook kunnen worden veroorzaakt doordat al langer bestaande reizen nu onder het mom van ecotoerisme worden verkocht.

In de literatuur [Filion 1992] zijn indicatoren voorgesteld voor de schaalgrootte van het mondiale natuur- of ecotoerisme. Afhankelijk van de regio bestaat 40-60% van het internationale toerisme uit natuur- of ecotoerisme en 20-40% uit toerisme gerelateerd aan wilde dieren⁹. In 1997 waren er volgens de WTO 595 miljoen internationale toeristische reizigers [Ecotourism 1998]. Hiervan zouden dus 238-357 miljoen reizigers gerelateerd kunnen worden aan natuur- of ecotoerisme. Hiernaast is ook nog een belangrijk deel van het lokale toerisme gerelateerd aan biodiversiteit.

6.2 Waarde van biodiversiteit voor Nederlands uitgaand toerisme

6.2.1 Waarderingsmethode

De economische gebruikswaarde van biodiversiteit voor het toerisme

In deze studie wordt het economisch belang van de mondiale biodiversiteit voor de Nederlandse toeristenindustrie geschat. Daarbij moet worden gedacht aan de uitgaven die Nederlandse toeristen doen binnen de Nederlandse toeristenbranche voor reizen naar het buitenland. Het gaat daarbij dus om uitgaven die terecht komen bij Nederlandse reisbureaus en touroperators.

⁹ Let op: toerisme gerelateerd aan wilde dieren is een deelverzameling van natuurtoerisme en de beide percentages zijn dus niet optelbaar.

Op het gebied van economische waardering van natuur of biodiversiteit is een behoorlijk aantal studies uitgevoerd (b.v. [Groot 1998], [Costanza 1997], [KPMG 1997]). Daarnaast zijn er ook diverse onderzoeken gedaan naar de lokale waarde van toerisme of ecotoerisme voor een bepaald gebied (b.v. [Wagner 1997], [Powell 1995], [Lindberg 1994], [Driml 1993]). In deze studie gaat het echter niet om de waarde van het betreffende gebied zelf, maar om de waarde die door middel van uitgaand toerisme wordt gegenereerd *in Nederland*. Om deze waarde te bepalen zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1. Bepaal het aantal Nederlandse toeristen naar het te onderzoeken gebied in een gegeven periode.
2. Bepaal de bestedingen van de Nederlandse toeristen voor reizen naar het betreffende gebied.
3. Bepaal welk deel van deze bestedingen moet worden toegerekend aan de Nederlandse economie.
4. Bepaal welk deel van het toerisme is gerelateerd aan biodiversiteit in het betreffende gebied.

Voor de *eerste stap* zijn in het algemeen goede cijfers beschikbaar, met name uit het Continu Vakantie Onderzoek [CBS 1998]. Het aantal Nederlandse toeristen naar een gebied fluctueert uiteraard in de tijd.

Voor de *tweede stap* zijn ook cijfers beschikbaar uit het Continu Vakantie Onderzoek [CBS 1998]. De bestedingen zijn echter niet voor elk land beschikbaar, terwijl er wel grote verschillen zijn in de bestedingen voor de verschillende landen¹⁰. De cijfers uit het Continu Vakantie Onderzoek worden bepaald door middel van steekproefsgewijze enquêtes. Ondanks de duidelijke vraagstelling is er verschil van interpretatie mogelijk bij toerekenen van bestedingen door consumenten aan een bepaalde reis.

Voor de *derde stap* zijn geen directe cijfers beschikbaar. Het percentage van de bestedingen ten gunste van de Nederlandse economie moet daarom worden geschat. De bijdrage aan de Nederlandse economie zou in principe indirect kunnen worden bepaald. Wanneer er gegevens beschikbaar zijn over de gemiddelde uitgaven op de plaats van de bestemming, dan kunnen die worden afgetrokken van de totale bestedingen. Helaas zijn dergelijke statistieken in Nederland en het buitenland niet zonder meer vergelijkbaar, waardoor een dergelijk verschilberekening tot onzinnige resultaten bleek te leiden.

De *vierde stap* is het bepalen van de mate waarin biodiversiteit een reden vormt voor het toerisme in een gebied. Dit is de meest subjectieve stap in de methode.

Per gebied wordt een overzicht gegeven van beweegredenen van toeristen om naar een gebied te reizen. Daarbij is waar mogelijk gebruik gemaakt van bestaande onderzoeksgegevens. Aan de hand van de beweegredenen van toeristen is vervolgens een inschatting gemaakt van het percentage toeristen dat gerelateerd kan worden aan biodiversiteit. Eerder werd al gesteld dat biodiversiteit zelden los kan worden gezien

¹⁰ Dit varieert van gemiddeld 554 gulden voor een lange vakantie naar Luxemburg tot 4412 gulden voor een lange vakantie naar het Verre Oosten (gemiddelde 1995-1997 [CBS 1998]).

van aanverwante redenen voor toerisme, zoals natuur. Bij de schatting van het percentage toerisme dat aan biodiversiteit kan worden gerelateerd zal dan ook een brede marge worden gebruikt¹¹.

De totale economische gebruikswaarde bestaat uit de vermenigvuldiging van de cijfers uit de vier stappen. Deze waarde is tijdsafhankelijk. In dit onderzoek is de keuze gemaakt voor het meest recente cijfer dat beschikbaar is, maar er had ook bijvoorbeeld met een langjarig gemiddelde gerekend kunnen worden. De economische gebruikswaarde geeft alleen een beeld van de directe bestedingen die gerelateerd kunnen worden aan toerisme ten gevolge van biodiversiteit. De indirecte economische effecten zijn hierin dus niet opgenomen.

De sociaal-culturele gebruikswaarde van biodiversiteit voor het toerisme

Eén van de intrinsieke functies van biodiversiteit is de zogenaamde informatiefunctie, of de rol van biodiversiteit voor recreatie, beleving en inspiratie. Deze sociaal-culturele functie speelt uiteraard een belangrijke rol binnen het toerisme (zie ook tabel 1, type 3). Voorbeelden hiervan zijn de kennismaking met “bushmen” in Afrika of het tekenen in de natuur. Bij deze sociaal-culturele waarde van biodiversiteit kan verder nog worden gedacht aan verbreding van de menselijke (wetenschappelijke) kennis. Toerisme geeft ook druk op het culturele milieu. Daarbij kan worden gedacht aan de erosie van traditionele levenswijze van gemeenschappen of aan het verdwijnen van traditionele manieren om in het levensonderhoud te voorzien. De mate waarin toerisme invloed heeft op de lokale gemeenschap hangt af van [Cochrane 1994, in Roe 1997]:

- de schaal van de toeristische ontwikkeling;
- de betrokkenheid van de lokale bevolking;
- de kloof in termen van cultuur en welvaart tussen de toeristen en de lokale gemeenschap;
- het belang van het toerisme voor de lokale economie.

In verschillende studies die betrekking hebben op de wisselwerking tussen toerisme en natuur komt zijdelings ook de sociaal-culturele impact van toerisme aan bod (b.v. [Roe 1997]). Er is tijdens dit onderzoek slechts één studie gevonden die betrekking heeft op de sociaal-culturele *gebruikswaarde* van toerisme [Costanza 1997]. In deze studie wordt de totale jaarlijkse waarde van ecosysteemfuncties economisch gewaardeerd. De culturele waarde van de mondiale ecosystemen is volgens Costanza [1997] 3 biljoen US\$ per jaar.

In deze studie wordt alleen een indicatie gegeven van de sociaal-culturele waarde door middel van het invullen van een kwalitatieve matrix (zie tabel V).

¹¹ Eerst is het percentage toeristen geschat dat vanwege de natuur, biodiversiteit of verwante redenen op reis gaat. Dit percentage wordt als bovengrens gebruikt. Daarna wordt de marge bepaald, die groter is genomen naarmate de relatie tussen het toerisme en de biodiversiteit minder duidelijk is.

6.2.2 Casestudie Alpen

De Alpen vormen één van de drukst bezochte toeristenbestemmingen in Europa. Het is daarnaast ook één van de gebieden in Europa waar de biodiversiteit het meest onder druk staat van het toerisme [*].

In het Omnibus-onderzoek van de ANWB zijn aan 1241 Nederlanders vragen gesteld over duurzaam toerisme in de Alpen [ANWB 1998]. Bijna een derde van alle Nederlanders blijkt wel eens op vakantie naar de Alpen te gaan. Het belangrijkste vervoermiddel hierbij is de auto (77%), gevolgd door respectievelijk de bus (14%), de trein (7%) en het vliegtuig (2%).

De motieven voor het Alpentoeisme van Nederlanders zijn te vinden in tabel II. De belangrijkste redenen zijn volgens verwachting: natuur (58% van de ondervraagden), de wintersport (51%) en de wandelmogelijkheden (42%)¹².

Tabel II Motieven van Nederlanders voor en vakantie in de Alpen [ANWB 1998]

Motief	Percentage
Natuur	58%
Wintersport	51%
Wandelmogelijkheden	42%
Uitgaansmogelijkheden	13%
het weer	10%
lekker eten	8%
Bezoek aan familie, vrienden	5%
Gunstige prijzen	4%
Vriendelijke bevolking	3%
Anders	4%

Er is een belangrijk verschil tussen zomer- en wintertoerisme in de Alpen. De reden waarom zomertoeristen naar de Alpen komen heeft een duidelijke relatie met biodiversiteit ("natuur" en "wandelmogelijkheden" in tabel II). Bij het merendeel van het wintertoerisme in de Alpen (skiën en snowboarden) is de relatie met biodiversiteit veel minder duidelijk. Een groot deel van de wintersporters komt om te skiën; een mooie bosrijke omgeving wordt ongetwijfeld gewaardeerd, maar skihellingen des te meer. Voor de aanleg van skipistes worden hellingen ontbost, waardoor het natuurlijke ecosysteem ernstig wordt aangetast.

De laatste jaren is er overigens een duidelijke trend zichtbaar van zomer- naar wintervakanties in de Alpen [Austria 1999].

In tabel III en IV wordt een inschatting gemaakt van de waarde van de biodiversiteit voor het Nederlands zomer- en wintertoerisme in de Alpen. De totale economische waarde van de biodiversiteit in de Alpen voor het Nederlands toerisme komt hiermee op 128-285 miljoen gulden per jaar. De bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland wordt geschat op 1250-2730 mensjaren.

¹² De ondervraagden konden meer dan één reden opgeven waarom zij naar de Alpen op vakantie gaan.

Tabel III Nederlands zomertoerisme in de Alpen

Parameter	Waarde	Bron
aantal Nederlandse toeristen per jaar ¹³	787.000	[CBS 1998]
Gemiddelde bestedingen per vakantie per toerist ¹⁴	f1041	[CBS 1998]
Percentage besteding voor Nederlandse economie	20%	Schatting ¹⁵
waarde per jaar (in miljoen guldens)	66-131	Berekening ¹⁶
Nederlandse werkgelegenheid uitgaand toerisme	26.000	[NRIT 1996]
Percentage van totaal uitgaand toerisme per jaar (10,5 miljoen)	7,5%	[CBS 1998]
waarde voor de directe werkgelegenheid (in mensjaren)	780-1560	berekening ¹⁷

Tabel IV Nederlands wintertoerisme in de Alpen

Parameter	Waarde	Bron
aantal Nederlandse toeristen per jaar ¹⁸	941.000	[CBS 1998]
Gemiddelde bestedingen per vakantie per toerist	f1094	[CBS 1997b]
Percentage besteding voor Nederlandse economie	30%	Schatting ¹⁹
Percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit	20-50%	Schatting ²⁰
waarde per jaar (in miljoen guldens)	62-154	berekening ²¹
Nederlandse werkgelegenheid uitgaand toerisme	26.000	[NRIT 1996]
Percentage van totaal uitgaand toerisme per jaar (10,5 miljoen)	9,0%	[CBS 1998]
waarde voor de directe werkgelegenheid (in mensjaren)	470-1170	berekening ²²

In tabel V wordt een ruwe inschatting gegeven van de sociaal-culturele waarde van Nederlands Alpentoeerisme voor Nederlanders.

¹³ Hierbij is uitgegaan van de Nederlandse zomervakanties van minimaal 5 dagen naar de Franse Alpen, Zwitserland, Oostenrijk en de Italiaanse Dolomieten.

¹⁴ Gewogen gemiddelde van de gemiddelde bestedingen van Nederlanders per Alpenland (voor zowel zomer- als wintervakanties)

¹⁵ Schatting, uitgaande van relatief veel zelfstandige reizen naar de Alpen en derhalve een relatief groot percentage van de bestedingen ter plekke.

¹⁶ Product van aantal toeristen per jaar, gemiddelde bestedingen, percentage besteding en percentage toerisme

¹⁷ Product van Nederlandse werkgelegenheid, het percentage van het totale uitgaande toerisme en het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit. Vereenvoudiging is dat hierbij de werkgelegenheid per uitgaande toerist onafhankelijk wordt geacht van de bestemming.

¹⁸ Hierbij is uitgegaan van de Nederlandse wintervakanties van minimaal 5 dagen naar de Franse Alpen, Zwitserland, Oostenrijk en de Italiaanse Dolomieten.

¹⁹ Schatting uitgaande van relatief veel zelfstandige reizen naar de Alpen (per auto) en derhalve relatief een relatief groot percentage van de bestedingen ter plekke. Het aantal georganiseerde wintersportreizen is naar verwachting groter dan het aantal georganiseerde reizen in de zomer. Het percentage bestedingen voor de Nederlandse economie wordt in de winter dan ook groter ingeschat dan in de zomer.

²⁰ Uitgaande van 5% bezoek familie/vrienden [ANWB 1998], 5% bezoek steden/cultuur, 20% voor langlaufen en wandelen ([CBS 1997b], geheel toegerekend aan natuur/biodiversiteit) en 70% alpineskiën of snowboarden [CBS 1997b]. Van deze 70% wordt iets minder dan de helft (30%) gerelateerd aan natuur/biodiversiteit.

²¹ Product van aantal toeristen per jaar, gemiddelde bestedingen, percentage besteding en percentage toerisme.

²² Product van Nederlandse werkgelegenheid, het percentage van het totale uitgaande toerisme en het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit. Vereenvoudiging is dat hierbij de werkgelegenheid per uitgaande toerist onafhankelijk wordt geacht van de bestemming.

Tabel V Inschatting sociaal-culturele waarde van toerisme Alpen

Vragen met betrekking tot toerisme in het gebied	Ja/Nee	In welke mate?
Speelt sociale interactie met lokale gemeenschappen vaak een rol?	ja	bepikt
Speelt de esthetische, artistieke of spirituele belevingswaarde vaak een rol?	ja	belangrijk
Levert de reis een bijdrage aan de persoonlijke kennis over biodiversiteit?	ja	bepikt

6.2.3 Casestudie Nederlandse Antillen

Nederlandse toeristen komen in het algemeen naar de Antillen voor een combinatie van zon, watersport (duiken) en cultuur. Binnen de Nederlandse Antillen heeft Bonaire het ecotoerisme concept omarmd. Volgens de UNEP nadert het aantal toeristen echter de draagcapaciteit van het eiland. Er is helaas geen consensus onder de touroperators over de noodzaak om de groei van de toeristenindustrie te begrenzen [UNEP 1994].

In tabel VI wordt een inschatting gemaakt van de waarde van de biodiversiteit voor het Nederlands toerisme. De totale economische waarde van de biodiversiteit in de Nederlandse Antillen voor het Nederlands toerisme ligt in de orde van 46-88 miljoen gulden per jaar. De bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland wordt geschat op 55-105 mensjaren.

Tabel VI Nederlands toerisme in de Nederlandse Antillen

Parameter	Waarde	Bron
Aantal Nederlandse toeristen per jaar	77.000	[CBS 1998]
Gemiddelde bestedingen per vakantie per toerist ²³	f3313	[CBS 1998]
Percentage besteding voor Nederlandse economie	60%	Schatting ²⁴
Percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit	30-57,5%	Schatting ²⁵
Waarde per jaar (in miljoen gulden)	46-88	Berekening ²⁶
Nederlandse werkgelegenheid uitgaand toerisme	26.000	[NRIT 1996]
Percentage van totaal uitgaand toerisme per jaar (10,5 miljoen)	0,7%	[CBS 1998]
Waarde voor de directe werkgelegenheid (in mensjaren)	55-105	berekening ²⁷

In tabel VII wordt een ruwe inschatting gegeven van de sociaal-culturele waarde van toerisme in de Nederlandse Antillen voor de Nederlandse toeristen.

²³ Gemiddelde uitgaven Nederlandse toeristen in het Caraïbisch gebied.

²⁴ Schatting uitgaande van relatief veel georganiseerde reizen naar de Antillen en derhalve relatief een relatief groot percentage van de bestedingen ten gunste van de Nederlandse economie.

²⁵ Uitgaande van de volgende motivatie van toeristen: 40% duiken [UNEP 1994], snorkelen en andere watersport (volledig toegerekend aan biodiversiteit), 5% cruisetourisme ([Girigorie 1996], voor de helft toegerekend aan natuur/biodiversiteit), 30% zon en zee ([Girigorie 1996], voor de helft toegerekend aan natuur/biodiversiteit), 5% cultuur [Girigorie 1996], 5% overig (waaronder bezoek vrienden/bekenden met overnachting in hotel).

²⁶ Product van aantal toeristen per jaar, gemiddelde bestedingen, percentage besteding en percentage toerisme.

²⁷ Product van Nederlandse werkgelegenheid, het percentage van het totale toerisme en het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit. Vereenvoudiging is dat hierbij de werkgelegenheid per uitgaande toerist onafhankelijk wordt geacht van de bestemming.

Tabel VII Inschatting sociaal-culturele waarde Nederlandse Antillen

Vragen met betrekking tot toerisme in het gebied	Ja/Nee	In welke mate?
Speelt sociale interactie met lokale gemeenschappen vaak een rol?	ja	belangrijk (oude kolonie)
Speelt de esthetische, artistieke of spirituele belevingswaarde vaak een rol?	ja	belangrijk (zon, zee, rust)
Levert de reis een bijdrage aan de persoonlijke kennis over biodiversiteit?	ja	belangrijk (zee-ecosysteem)

6.2.4 Casestudie Kenia

Voor Nederlanders is Kenia waarschijnlijk het bekendste voorbeeld van een "safari-land". Naast de wilde dieren vormt echter ook de kust (en het koraalrif) een belangrijke toeristische trekpleister. Deze twee beweegredenen zijn samen verantwoordelijk voor 88% van de toeristen die Kenia binnen komen [Sinke 1995].

In tabel VIII wordt een inschatting gemaakt van de waarde van de biodiversiteit voor het Nederlands toerisme. De totale economische waarde van de biodiversiteit in Kenia ligt in de orde van 14-23 miljoen gulden per jaar. De bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland wordt geschat op 20-31 mensjaren.

Tabel VIII Nederlands toerisme in Kenia

Parameter	Waarde	Bron
Aantal Nederlandse toeristen per jaar	16.000	[CBS 1998]
Gemiddelde bestedingen per vakantie per toerist	f3000	Schatting ²⁸
Percentage besteding voor Nederlandse economie	60%	Schatting ²⁹
Percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit	50-80%	Schatting ³⁰
Waarde per jaar (in miljoen gulden)	14-23	Berekening ³¹
Nederlandse werkgelegenheid uitgaand toerisme	26.000	[NRIT 1996]
Percentage van totaal uitgaand toerisme per jaar (10,5 miljoen)	0,15%	[CBS 1998]
Waarde voor de directe werkgelegenheid (in mensjaren)	20-31	Berekening ³²

In tabel IX wordt een ruwe inschatting gegeven van de sociaal-culturele waarde van toerisme in Kenia voor de Nederlandse toeristen.

²⁸ Schatting op basis van de gegevens in [CBS 1998]. Uitgaven hoger dan gemiddeld voor de "overige landen" in het CBS-onderzoek (f2272), aangezien het om een verre vakantie gaat. Uitgaven iets lager dan voor het Caraïbisch gebied (f3313), aangezien de vliegbkosten en de kosten voor levensonderhoud daar vermoedelijk hoger zijn.

²⁹ Schatting uitgaande van relatief veel georganiseerde reizen naar de Antillen en derhalve relatief een relatief groot percentage van de bestedingen ten gunste van de Nederlandse economie.

³⁰ Volgens [Sinke 1995] komt 88% van de toeristen naar Kenia voor de kust en de wilde dieren in de parken. Volgens [Filion 1992] is 80% van het toerisme in Kenia "wild" gerelateerd, dit percentage wordt ook aangehaald door de Kenya Wildlife Service. Er wordt dan ook van uitgegaan dat 80% van de toeristen naar Kenia komt vanwege de natuur/biodiversiteit.

³¹ Product van aantal toeristen per jaar, gemiddelde bestedingen, percentage besteding en percentage toerisme

³² Product van Nederlandse werkgelegenheid, het percentage van het totale toerisme en het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit. Vereenvoudiging is dat hierbij de werkgelegenheid per uitgaande toerist onafhankelijk wordt geacht van de bestemming.

Tabel IX Inschatting sociaal-culturele waarde van toerisme Kenia

Vragen met betrekking tot toerisme in het gebied	Ja/Nee	In welke mate?
Speelt sociale interactie met lokale gemeenschappen vaak een rol?	ja	belangrijk (Masai)
Speelt de esthetische, artistieke of spirituele belevingswaarde vaak een rol?	ja	belangrijk
Levert de reis een bijdrage aan de persoonlijke kennis over biodiversiteit?	ja	belangrijk (wilde dieren)

6.2.5 Veralgemeinering voor Nederlands uitgaand toerisme

Om een goed beeld te krijgen van de economische waarde van "biodiversiteit" zouden eigenlijk meer cases moeten worden uitgevoerd. Daarbij zou met name aandacht moeten worden besteed aan de landen die verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van het Nederlandse uitgaande toerisme: Frankrijk, Duitsland en de landen rond de Middellandse Zee.

In tabel X wordt een hele ruwe schatting gegeven van de economische waarde van de mondiale biodiversiteit voor het Nederlands uitgaand toerisme: 659-1757 miljoen gulden per jaar. De bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland wordt geschat op 3.900-10.400 mensjaren.

Tabel X Nederlands uitgaand toerisme

Parameter	Waarde	Bron
Aantal Nederlandse uitgaande toeristen per jaar ³³	10.510.000	[CBS 1998]
Gemiddelde bestedingen per vakantie per toerist	f1393	[CBS 1998]
Percentage besteding voor Nederlandse economie	30%	Schatting ³⁴
Percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit	15-40%	Schatting ³⁵
Waarde per jaar (in miljoen gulden)	659-1757	Berekening ³⁶
Nederlandse werkgelegenheid uitgaand toerisme	26.000	[NRIT 1996]
Waarde voor de directe werkgelegenheid (in mensjaren)	3900-10400	Berekening ³⁷
Aantal Nederlandse touroperators (totaal 250)	100	NIPO ³⁸
Aantal Nederlandse reisbureaus en overige reisverkopers (totaal 1800)	720	NIPO ³⁹

³³ Totaal aantal buitenlandse lange vakanties (=langer dan 5 dagen)

³⁴ Schatting, uitgaande van relatief veel zelfstandige reizen en derhalve een relatief groot percentage van de bestedingen ter plekke.

³⁵ Uitgaande van de minimale schatting in [Filion 1992], die aangeeft dat 40-60% van het wereldtoerisme natuur- of ecotoerisme is. Het percentage van 40% lijkt gezien de cases bovendien redelijk.

³⁶ Product van aantal toeristen per jaar, gemiddelde bestedingen, percentage besteding en percentage toerisme.

³⁷ Product van Nederlandse werkgelegenheid en het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit. Vereenvoudiging is dat hierbij de werkgelegenheid per uitgaande toerist onafhankelijk wordt geacht van de bestemming.

³⁸ Berekend als het totaal aantal touroperators maal het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit.

³⁹ Berekend als het totaal aantal reisbureaus maal het percentage toerisme gerelateerd aan biodiversiteit.

6.3 Relevante ontwikkelingen

6.3.1 Ontwikkelingen binnen het internationale toerisme

Binnen het toerisme is een duidelijke trend te zien om vaker en korter op vakantie te gaan. Daarnaast is groeit de markt voor verre vakanties en is er een duidelijke jacht gaande naar nieuwe exotische bestemmingen. Hiermee worden nieuwe 'bronnen' van biodiversiteit aangeboord, maar wordt ook de mogelijke druk van toerisme op de biodiversiteit groter.

De vakanties worden de laatste jaren bovendien individueler en actiever. Voorbeelden hiervan zijn de opkomst van het mountainbiken, jetskiën, parapenten, raften etc. Dergelijke activiteiten kunnen de waarde van biodiversiteit verminderen. andersoortig toerisme kunnen aantasten.

6.3.2 Mogelijke effecten van biodiversiteitsproblemen

Door overexploitatie van een ecosysteem kunnen lokale milieuproblemen ontstaan zoals vervuiling, erosie, aardverschuivingen of overstromingen. Dit kan een negatief effect hebben het toerisme en daarmee op de waarde van de biodiversiteit in een bepaald gebied.

Naast de lokale milieu-effecten, kunnen ook globale milieuproblemen een bedreiging vormen voor het toerisme. Door het broeikas effect kan het klimaat veranderen en dit zou gevolgen kunnen hebben voor de sneeuwval in berggebieden als de Alpen, waardoor het wintertoerisme onder druk kan komen te staan.

6.3.3 Ontwikkelingen binnen het ecotoerisme

Ecotoerisme is binnen het internationale toerisme één van de snelst stijgende sectoren. Het World Resource Institute (WRI) heeft in 1990 bepaald dat natuurtoerisme met 10-30% per jaar stijgt [Reingold 1993], veel sneller dan de gemiddelde groei van toerisme in de wereld (momenteel 4-5% [WTTC 1999a]).

Binnen de sector "verantwoord" toerisme lijkt zowel een verdieping als een verbreding zichtbaar. Aan de ene kant is er een nichemarkt die zich nadrukkelijk profileert op "duurzaam" toerisme, waarbij inmiddels vele keurmerken zijn ontstaan. Aan de andere kant gaan ook grote touroperators en toeristische branche-organisaties zich steeds nadrukkelijker bezighouden met verantwoord toerisme.

6.4 Conclusies en aanbevelingen

6.4.1 De economische waarde van biodiversiteit voor uitgaand Nederlands toerisme

Ten aanzien van de uitkomsten:

Toerisme is de grootste en één van de snelst groeiende industriële sectoren ter wereld. Een belangrijk deel van het toerisme heeft een relatie met biodiversiteit of natuur. Het spreekt dan ook voor zich dat de economische waarde van biodiversiteit voor het toerisme groot is.

In deze studie wordt de economische waarde van de biodiversiteit voor het uitgaand Nederlands toerisme onderzocht aan de hand van drie cases. Zoals kon worden verwacht is de bijdrage van biodiversiteit aan de Nederlandse toeristenindustrie het grootst voor landen die veel Nederlandse toeristen trekken (zie tabel XI).

Tabel XI Inschatting van de waarde van biodiversiteit voor het Nederlands toerisme

Toerisme door biodiversiteit in:	waarde voor Nederlandse economie (gulden per jaar)	bijdrage aan Nederlandse werkgelegenheid (mensjaren)	Nederlandse toeristen (aantal per jaar)
Alpen	128-285 miljoen	1250-2730	1.728.000
Ned. Antillen	48-88 miljoen	55-105	77.000
Kenia	14-23 miljoen	20-31	16.000

Aan de hand van de cases is ook een hele ruwe (ordegrootte) schatting gemaakt van de economische waarde van de mondiale biodiversiteit voor het Nederlands uitgaand toerisme. Deze schatting komt op 659-1757 miljoen gulden per jaar en een bijdrage aan de directe werkgelegenheid in Nederland van 3.900-10.400 mensjaren.

De genoemde cijfers dienen met grote voorzichtigheid te worden gehanteerd. De economische waarde is berekend met behulp van cijfers, die gedeeltelijk zijn geschat. Vandaar dat de onnauwkeurigheidsmarge rondom de uitkomsten groot is.

De berekende cijfers geven alleen een beeld van de directe economische waarde. De totale waarde voor de Nederlandse economie is aanzienlijk groter omdat er ook nog indirecte bestedingen zijn die aan het uitgaand toerisme kunnen worden gerelateerd, zoals uitgaven aan kaarten, reisgidsen, foto's etc. In de literatuur wordt wel gerekend met een factor 2.2 voor de bepaling van de totale economische effecten uit berekende directe bestedingen [Ceballos-Lascuráin 1996].

Ten aanzien van de methode:

Het belangrijkste methodologische knelpunt bij deze studie was de bepaling van de mate waarin biodiversiteit de oorzaak is voor toerisme. *Biodiversiteit* valt als bron voor toerisme in de praktijk nauwelijks te isoleren van aanverwante bronnen zoals het *landschap*, de *natuur* of de *levende natuur*. De meeste toeristen zullen deze beweegredenen zelfs moeilijk van elkaar kunnen onderscheiden. Binnen deze studie is daarom bij de inschatting van de economische waarde van biodiversiteit voor toerisme een brede marge gehanteerd.

Een ander probleem bij de berekening van de economische waarde van biodiversiteit is de toerekening van bestedingen aan de Nederlandse economie. Hierover worden voor zover bekend geen gegevens bijgehouden. De bijdrage aan de Nederlandse economie zou in principe indirect kunnen worden bepaald. Wanneer er gegevens beschikbaar zijn over de gemiddelde uitgaven op de plaats van de bestemming, dan kunnen die worden afgetrokken van de totale bestedingen. Helaas blijken dergelijke statistieken in Nederland en het buitenland niet zonder meer vergelijkbaar, waardoor een dergelijk verschilberekening tot onzinnige resultaten bleek te leiden.

Het aantal toeristen dat een land bezoekt (en daarmee de economische waarde van biodiversiteit) is sterk afhankelijk van factoren die niets met biodiversiteit te maken hebben, bijvoorbeeld de wisselkoersen in een land. Dit speelt onder andere een rol bij het toerisme in de Nederlandse Antillen.

Het is tenslotte niet duidelijk welke invloed afname van de biodiversiteit heeft op de berekende economische waarde. Afname van de biodiversiteit in een gebied zal uiteindelijk lijden tot een afname van het aan biodiversiteit gerelateerde toerisme, maar deze relatie is vermoedelijk niet recht evenredig.

Ten aanzien van de beschikbare informatie

De beschikbaarheid van recente en gedetailleerde economische statistieken over de sector toerisme is laag. Dit is verrassend voor een sector met een dergelijk groot economisch belang.

6.4.2 De sociaal-culturele waarde van biodiversiteit voor uitgaand Nederlands toerisme

De aanpak die binnen het project “gebruikswaarde van biodiversiteit” is gekozen, met korte verkennende themastudies lijkt op zichzelf goed hanteerbaar. Een goede analyse van de niet-economische waarden van biodiversiteit is echter niet haalbaar gebleken binnen het korte tijdsbestek van deze themastudie.

6.4.3 De gebruikswaarde van biodiversiteit voor toerisme en recreatie in Nederland

De voorliggende studie richt zich op de waarde van biodiversiteit voor uitgaand Nederlands toerisme. De bijdrage van toerisme en recreatie in Nederland aan de Nederlandse economie is echter vele malen groter dan die van het uitgaand toerisme. Het zou dus interessant zijn om de gebruikswaarde van biodiversiteit ook te onderzoeken voor het thema “toerisme en recreatie in Nederland”.

6.5 Bronnen

* (zonder jaartal), Questions and Answers No. 3, *Tourism & Environment*.

Acott, T.G. et al. (1999), An evaluation of deep ecotourism and shallow ecotourism, in: *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 6, nr. 3, p 238-253.

ANVR (zonder jaartal), Reisereld en de zorg voor het milieu. Milieubrochure Algemeen Nederlandss Verbond van Reisonderneiningen.

ANVR (1998), Nota "Duurzaam Toerisme II".

ANWB (1998), Omnibus onderzoek.

Austria (1998), 1997 Facts and Figures, www.austria-tourism.at/oew/tourstat.html.en

Austria (1999), Tourism in Austria, www.wk.or.at/bstf/tourism_in_austria.htm.

Bengtsson, J. et al. (1997), The value of biodiversity.

Boo, E. (1990), Ecotourism: the potentials and pitfalls, WWF.

Bouman, H. (1994), Politiek correct op reis: de omstreden charmes van het ecotoerisme, in: *Intermediar*, vol. 30, nr. 27, p 22-29.

CBS (1997a), Statistisch Jaarboek 1997

CBS (1997b), Nederlanders op wintersport 1997.

CBS (1998), Continu Vakantie Onderzoek (gegevens 1997).

Ceballos-Lascuráin, H. (1996), Tourism, ecotourism, and protected areas, IUCN.

Chirgwin, S. and Hughes, K. (1997), Ecotourism: the participants' perceptions, in: *Journal of Tourism Studies*, vol. 8, nr. 2, p 2-7.

Costanza, R. et al. (1997), The value of the world's ecosystem services and natural capital, in: *Nature*, vol 387, p 253-260.

Driml, S. and Common, M. (1993), Data on visitor expenditure and user fees at five World Heritage Areas, in: *Australian Journal of Environmental*, vol. 2, nr. 1, p19-29.

Driml, S. and Common, M. (1995), Economic and Financial Benefits of Tourism in Major Protected Areas, in: *Australian Journal of Environmental Management* 2, no. 2, p. 19-39.

Ecotourism Society (1998), Ecotourism Statistical Fact Sheet (www.ecotourism.org).

Egmond, T. van (1997), Kleinschalig toerisme vaak schadelijker dan massatoerisme, in: Culterele Marketing Nieuwsbrief, vol. 6, nr. 6, p 6.

EZ/VROM/LNV (1995), Symposium uitgaand toerisme en natuurlijk milieu 27 juni 1995.

Filion, F.L. et al (1992), The economics of global ecotourism, paper presented at the 4th World Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela.

Girigorie, L.B. et al (1996), Curalyse-toer, model voor de toeristische sector van Curacao, SEO.

Groenendal, M. (1997), De betekenis van ecotoerisme, Nationale Hogeschool voor toerisme en verkeer.

Groot, A.W.M., de, (1998), Natuurlijk vermogen: een empirische studie naar de economische waardering van natuurgebieden in het algemeen en de Oostvaardersplassen in het bijzonder, SEO.

Hvenegaard, G.T. (1994), Ecotourism: A status report and conceptual framework, in: The Journal Of Tourism Studies, vol. 5, no.2, dec. '94, p. 24-35.

Iwand, W.M. (zonder jaartal), Better Environment-Better Business, TUI.

KPMG Milieu, 1997, Verdroging in natuurgebieden: schade, waardering en verhaal.

Lindberg, K. and Enriquez (1994), An analysis of Ecotourism's Economic Contribution to Conservation and Development in Belize, WWF.

Lindberg, K. (1996), The Economic Impact of Ecotourism.

Lindberg, K. (1997), Ecotourism in the Asia-Pacific Region: Issues and Outlook.

NRIT (1996), De economische betekenis van Toerisme en Recreatie in Nederland anno 1995.

Opaschowski, H. (1993), European Tourism Analysis.

O'Neill, J. (1997), Managing Without Prices: The Monetary Valuation of Biodiversity.

Powell, R. and Chalmers, L. (1995), Regional Economic Impact: Gibraltar Range and Dorrigo National Parks.

Reingold, L. (1993), Identifying the Elusive Ecotourist, in: Going Green: A Supplement to TOur & Travel News, p. 35-36.

Roe, D. et al. (1997), Take Only Photographs, Leave Only Footprints, IIED.

Sinke, R. (1995), Natuur en milieu op bestemming verder weg, inleiding op symposium uitgaand toerisme en natuurlijk milieu 27 juni 1995, ANWB.

UNEP (1994), Ecotourism in the Wider Caribbean Region, CEP Technical Report No. 31.

Van Dale (1991), Groot Woordenboek Hedendaags Nederlands.

Wagner, J.E. (1997), Estimating the economic impacts of tourism

Wight, P.A. (1996), North American Ecotourism markets: Motivations, Preferences, and Destinations.

Wolters, T.M. (1993), Ontwikkelingslanden overspoeld met eco-trips, in: Recreatie&Toerisme, vol. 3, nr. 3, p 26-27.

WTTC (1997), Travel & Tourism's Economic Impact (www.wttc.org).

WTTC (1999a), Travel & Tourism's Economic Impact (www.wttc.org).

WTTC (1999), Travel & Tourism: European Union Economic Impact (www.wttc.org).

7 Betekenis biodiversiteit voor de farmaceutische industrie

Drs. Mirjam Groot en Dr. Ton Breure, RIVM, Bilthoven

7.1 Abstract

De betekenis van biodiversiteit voor de farmaceutische industrie wordt in deze rapportage globaal beschreven. De omzet van de Nederlandse farmaceutische industrie bedraagt 4% van de Europese en 1% van de wereldwijde farmaceutische industrie.

De ontwikkelingen op genetisch en moleculair biologisch terrein maken het gebruik van de biodiversiteit meer en meer mogelijk bij het ontdekken en ontwikkelen van nieuwe stoffen. Er bestaan grote screeningsprojecten en -bedrijven, waarbij natuurlijke stoffen worden getest op bruikbaarheid. Daarnaast worden op grote schaal sequenties van DNA van veel verschillende organismen opgehelderd, die steeds meer inzicht verschaffen in het functioneren van organismen en die het mogelijk maken zeer gericht te zoeken naar werkzame en bruikbare stoffen. Deze technieken worden ook in de in Nederland gevestigde bedrijven toegepast.

7.2 Korte beschrijving van het systeem

De productie van geneesmiddelen is gedeeltelijk afhankelijk van biodiversiteit. Productie van geneesmiddelen wordt afhankelijk geacht van biodiversiteit als biologische producten worden vermarkt, als stoffen uit natuurlijke organismen worden vermarkt en als bij de productie van stoffen gebruik wordt gemaakt van biotechnologische of moleculair biologische technieken. In Nederland zijn er vijf grote farmaceutische bedrijven, waar naast formulering van reguliere geneesmiddelen, farmacologisch actieve verbindingen worden gefabriceerd. Daarnaast is er één bedrijf waar intermediären (tussenproducten) voor de farmaceutische industrie worden gemaakt. Voorts zijn er 140 bedrijven, waar vooral geneesmiddelen worden geformuleerd (samengesteld uit op de markt beschikbare actieve verbindingen, waaronder enkele grote. Voor de vijf grote bedrijven, waar actieve stoffen worden geproduceerd, is in tabel 1 een schets gegeven van de processen (Ros *et al.*, 1995). Het was niet mogelijk om onderzoeksgegevens te krijgen uit concurrentie-overwegingen.

In dit rapport is kwantitatieve informatie weergegeven van de bedrijven AKZO (Organon en Intervet), DSM en Gist-brocades (onderdeel van DSM). Tevens zijn gegevens van de brancheorganisatie voor reguliere geneesmiddelen Nefarma weergegeven. Omdat Solvay Pharmaceuticals en DSM-Andeno in Venlo voornamelijk chemische syntheses uitvoeren, wordt op hun activiteiten niet verder ingegaan.

Tabel 1: De vijf grote farmaceutische bedrijven in Nederland en de activiteiten die op het bedrijf plaatsvinden (uit Ros et al., 1995).

Bedrijf	Aktiviteiten
Akzo-Pharma Oss	Biologische extractie, chemische synthese, formulering
DSM Andeno Maarssen	Biologische extractie, chemische synthese
DSM Andeno Venlo	Chemische synthese (vooral intermediairen)
Solvay Pharmaceuticals (voorheen Duphar) Weesp	Chemische synthese, formulering
Gist-brocades Delft	Fermentatie, chemische synthese

Een tweede groep van geneesmiddelenproducenten vormen de producenten van plantaardige geneesmiddelen. Deze groep heeft een kleinere impact op de Nederlandse economische markt dan de groep producenten van reguliere geneesmiddelen. Van de plantaardige geneesmiddelenproducenten VSM en Biohorma b.v. (A. Vogel) zijn gegevens weergegeven. Ook is onderzocht wat het belang voor de sector is van samenwerking met universiteiten en wetenschappelijke instituten.

7.3 Afhankelijkheid sector van de natuur

Het belang van biodiversiteit voor de productie van geneesmiddelen wordt door producenten van reguliere geneesmiddelen niet altijd onderkend, omdat stoffen die van oorsprong uit plantaardig of dierlijk materiaal afkomstig zijn tegenwoordig vaak chemisch bereid worden. Van oudsher zijn geneeskrachtige planten bekend (Van Genderen et al. 1996). Een klassiek voorbeeld is de geneeskrachtige werking van wilgenbast tegen koorts, pijn en reumatische aandoeningen. De werking berust op de aanwezigheid van salicylaten. Derivaten daarvan worden tegenwoordig chemisch bereid en nog steeds zeer breed toegepast, zoals bijvoorbeeld acetylsalicylzuur (aspirine) (Bowman en Rand, 1980).

Sommige veel gebruikte geneesmiddelen worden echter nog steeds uit de betreffende planten bereid, zoals bijvoorbeeld de digitalisglycosiden uit vingerhoedskruid, die gebruikt worden tegen hartritmestoornissen.

Ook worden nog steeds veel eiwitten gewonnen uit dierlijke en humane grondstoffen (bloed, urine en organen), denk bijvoorbeeld aan de hormoonproductie bij Organon. Ook in tabel 1 is nog te zien, dat extractie van stoffen uit biologisch materiaal een belangrijke activiteit is bij Akzo-Pharma en DSM.

In bepaalde gevallen worden (met name micro-)organismen specifiek gekweekt voor de productie van natuurlijke metabolieten. Tegenwoordig wordt veel gedaan aan de verbetering van de stammen van de producerende organismen met behulp van moleculair biologische technieken, maar in essentie is het proces onveranderd. De vorming van antibiotica door bacteriën en schimmels is al meer dan 100 jaar bekend. In 1928 deed Fleming zijn observatie dat de uitscheidingsproducten van de schimmel *Penicillium notatum* de groei van de staphylococcon remt en dat was het begin van de ontwikkeling van de toepassing en productie van penicilline, een groep van verbindingen waar Gist-brocades een belangrijk deel van zijn groei en omvang aan te

danken heeft. Momenteel wordt het basismolecuul door de schimmel gefabriceerd en worden daarna m.b.v. chemische en biochemische processtappen modificaties aangebracht.

Was vroeger de toepassing van natuurlijke stoffen als geneesmiddelen grotendeels afhankelijk van kennis over geneeskrachtige werking van kruiden of van toevallige observaties, tegenwoordig wordt structureel gezocht naar stoffen die toepasbaar zijn voor een specifiek doel. De directe inventarisatie van de mogelijkheden van globale biodiversiteit voor o.m. de farmaceutische industrie wordt mooi geïllustreerd aan de hand van het INBio-project in Costa Rica, waar ter financiering van de conservering van de natuurgebieden de Costaricanen de in die natuurgebieden voorkomende planten en dieren inventariseren op de productie van stoffen die potentieel interessant zijn voor de farmaceutische industrie. Een blijk van de belangstelling voor dergelijke informatie is de subsidiëring van dat project door het Amerikaanse bedrijf Merck. Zie ook <http://www.inbio.ac.cr>.

Dat dit niet het enige project is waar inventarisatiestudies worden uitgevoerd omdat het economisch belang van natuurlijke producten en biodiversiteit hoog wordt ingeschat mag blijken uit een overzicht in *The Economist* (anonymus 1998). Een aantal bedrijven test aan de lopende band natuurlijke verbindingen in de zgn. "high throughput screening", waarbij in een volledig geautomatiseerd systeem een aantal zeer gevoelige relevante tests worden uitgevoerd. Kennis over aangrijpingspunten van geneesmiddelen bij mensen (humane drug targets), zowel receptoren als eiwitten, maakt het mogelijk, zeer specifieke testen voor potentiële geneesmiddelen op te zetten

Phytera, een Amerikaans bedrijf denkt binnenkort 1 miljoen van dergelijke tests per week te kunnen uitvoeren op een bepaalde functionaliteit. Om aan voldoende plantenmateriaal te komen, werkt het bedrijf met plantencelcultures en zij hebben nu reeds cellen van 5000 verschillende plantensoorten in huis. Onlangs heeft het bedrijf zijn aandacht ook uitgebreid naar marine micro-organismen. Twee andere bedrijven inventariseren de producten van bodembacteriën door de totale hoeveelheid DNA uit bodem te extraheren en dat dan tot expressie te brengen in streptomyeten, bacteriën die zij in het laboratorium goed kunnen hanteren. De producten worden vervolgens getoetst op bruikbaarheid in een high throughput system.

Met de ontwikkeling van moleculair biologische technieken worden hele nieuwe wijzen van medicijnontwikkeling mogelijk. Van grote aantallen organismen wordt de genetische informatie opgehelderd en in databestanden vastgelegd. Verschillende farmaceutische bedrijven hebben gezamenlijk een "fabriek" in beheer, waarvan het product bestaat uit sequenties van onbekende genen van verschillende organismen. Deze sequenties kunnen door de aandeelhouders vervolgens worden gebruikt in specifieke toepassingen.

Pfost (1998) beschrijft de werkwijze in de farmaceutische industrie als een zeer complex multidisciplinair geheel, waarbij moleculaire biologie en informatietechnologie een centrale rol spelen. Op dit moment wordt uitgebreid gebruik gemaakt van de genom databases waarin relevante genen kunnen worden opgezocht, en op

basis waarvan product-specificaties kunnen worden gesteld aan de te (onder)zoeken actieve component. Ook in Nederland wordt al hard op deze manier gewerkt, blijkens bijvoorbeeld het een overzicht van de activiteiten van Organon in Bionieuws (1998). De activiteiten verschuiven steeds meer in de richting van toepassing van moleculaire biologie en *genomics* (onderzoek naar structuur en functie van genen en van de regulatie van genexpressie). Kennis van de relatie tussen structuur en functie van genen maakt het mogelijk steeds gericht te zoeken naar genen en eiwitten die betrokken bij fysiologische processen en naar stoffen die de werking kunnen beïnvloeden. Hierbij is ook de kennis over het functioneren van andere organismen dan de mens van groot belang, omdat die voor meer eenvoudige modelsystemen kunnen zorgen. Een voorbeeld is de nematode *Caenorhabditis elegans*, het eerste eukarote organisme waarvan het genetisch materiaal volledig is gesequenced. Bijna 50% van de genen van dit organisme blijkt overeen te komen met die van humane genen.

Wanneer bekend is welke stof moet worden gemaakt, wordt een gen gezocht in de databases dat daarvoor codeert, het organisme wordt gebruikt voor de productie daarvan, of de genen worden overgeplaatst in een organisme dat voor productie geschikt is. Een mooi voorbeeld van het laatste is de werkwijze van het bedrijf Pharming in Leiden. Dit bedrijf, voortgekomen uit de Universiteit Leiden is gegrondvest op het idee, dat het mogelijk moet zijn om medicijnen te produceren op basis van menselijke eiwitten. De basisstoffen voor deze medicijnen zouden dan moeten worden geproduceerd door dieren, die de menselijke eiwitten in hun melk zouden moeten produceren. Eén van de resultaten daarvan was de productie in 1990 van de transgene stier Herman. Nu is men zo ver, dat begonnen kan worden aan de klinische proeven met lactoferrine, een eiwit dat gebruikt kan worden om de dikte van het bloed te reguleren bij b.v. hartoperaties. Een ander product van dit bedrijf is een enzym dat geproduceerd wordt in de melk van konijnen en dat gebruikt wordt tegen de Ziekte van Pombe, een spierziekte die het resultaat is van een genetisch defect. (Pharming).

De ontwikkeling van alle nieuwe technieken maakt het op de markt brengen van nieuwe medicijnen niet goedkoper. Het op de markt brengen van een nieuw medicijn kost \$200 - \$300 mln. (Organon 1998, Krantz 1998). Het Leidse BioSciencePark huisvest een aantal innovatieve biotechnologische bedrijven, die ook belangrijk zijn voor de ontwikkeling van nieuwe farmaceutische producten: Centocor, Pharming, Introgene, verder zijn innovatieve multinationals als b.v. Genzyme in Naarden, Eli Lilly in Nieuwegein en Novartis in Nederland vertegenwoordigd.

7.4 Relevante potentiële markten

Brancheorganisatie reguliere geneesmiddelen

De omzet van de farmaceutische industrie in Nederland bedraagt 4% van de Europese farma-omzet. Het economisch belang uit zich onder andere in het binnen de landsgrenzen hebben van een aantal producerende bedrijven. Deze bedrijven zijn ook innovatief bezig en besteden een groot bedrag aan R&D voor de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen (Nefarma, 1998).

Tabel 2 geeft het belang van de Nederlandse farmaceutische industrie weer . In totaal wordt circa 17% van de Nederlandse omzet besteed aan onderzoek en ontwikkeling.

Tabel 2: Gegevens over de Nederlandse farmaceutische industrie (Nefarma 1997)

Farmaceutische industrie in Nederland	
Omzet (inkoop apothekers 1997, mln. gld.)	4218
Omzetstijging 1997 (%)	6.7
Marktaandeel Europa (%)	4
Marktaandeel wereldwijd (%)	1
Aantal banen in NL 1995	13376
Kosten R&D 1996 (mln. gld.)	490
Farmaceutische productie 1997 (schatting in mln. gld)	8100
Waarde invoer 1996 (mln. gld.)	5788
Waarde uitvoer 1996 (mln. gld.)	6323
Uitvoeroverschot 1996 (mln. gld.)	535
Nieuwe geneesmiddelen NL 1997	17

Producenten reguliere geneesmiddelen

Van grote farmaceutische bedrijven zijn hieronder gegevens weergegeven van het bedrijf als geheel en van geneesmiddelen producerende onderdelen van het bedrijf.

AKZO NOBEL, met hoofdzetel in Nederland, is een multinationale onderneming die zich onder meer bezighoudt met de productie en marketing van producten voor de gezondheidszorg (Pharma).. In tabel 3 zijn gegevens uit het jaarverslag van AKZO NOBEL (1998) weergegeven. AKZO Pharma neemt ongeveer de helft van de uitgaven voor R&D voor z'n rekening. Uitbesteding van R&D-activiteiten en samenwerking met derden, zoals universiteiten, wetenschappelijke instituten en afnemers, vormen een integraal deel (30% van het totale researchbudget) van AKZO NOBEL's R&D-beleid (AKZO NOBEL, 1998). Onderdeel van AKZO Pharma zijn Organon en Intervet, welke receptplichtige medicijnen maken voor mens en dier respectievelijk. In tabel 4 zijn gegevens van Organon en Intervet weergegeven.

Tabel 3: Gegevens uit het jaarverslag van AKZO NOBEL (wereldwijd) (AKZO, 1998). Het bedrijfsresultaat en de netto omzet zijn weergegeven in miljoen guldens.

	AKZO NOBEL	Pharma	Organon	Intervet
Bedrijfsresultaat (mln. gld)	2.465	0.931	?	?
Netto omzet (mln. gld))	24.052	4.615	2.54	0.72
Stijging netto-omzet (%)	23%	17%	19%	?
Uitgaven R&D (mln. gld.)		641		
Aantal medewerkers	68900	15700	8800	?

Tabel 4: Gegevens van Organon en Intervet als onderdeel van AKZO Pharma. (nvt = niet van toepassing; ? = geen gegevens over bekend) (AKZO, 1998)

	Organon		Intervet	
	Totaal	NL	Totaal	NL
Medewerkers	8800	2000	?	?
Medewerkers marketing	4000	250	?	?
Onderzoekers	1500	900	?	?
Verkooplanden	100	nvt	120	nvt
Vestigingslanden	52	nvt	35	nvt
Publicaties	?	nvt	167	nvt

Organon heeft onderzoeksprogramma's aan vruchtbaarheidsmedicijnen, anticonceptiva, hormoonpreparaten (o.a. tegen osteoporose) en onvruchtbaarheid. 75% Van het R&D-budget wordt besteed aan innovatief onderzoek en dit is 16% van de totale verkoopomzet.

Intervet produceert biologische preparaten voor behandeling van vee, vis en huisdieren, producten om vruchtbaarheid en voortplanting te verbeteren, corticosteroiden, niet-hormonale ontstekingsremmers (NSAID's) en antibiotica.

DSM is een sterk geïntegreerd internationaal chemieconcern, met binnen de cluster Life Science Products, de productie van actieve stoffen. DSM produceert halffabrikaten voor kleinere farmaceutische bedrijven (DSM, 1998). Gist-brocades, 's werelds grootste producent van de basisgrondstof penicilline, een door een schimmel geproduceerd antibioticum, behoort sinds kort ook tot DSM (Life Science Products). In tabel 5 worden gegevens van DSM en Gist-brocades weergegeven.

Tabel 5: Gegevens over DSM en Gist-brocades uit 1998

	DSM	Gist-brocades
Bedrijfsresultaat (mln)	1201	188.5
Netto omzet (mln)	12405	2252
Stijging netto-omzet (%)	21	4.1
Aantal medewerkers (eind '97)	18135	6401
Medewerkers	18135	6401
Medewerkers NL	9533	2155
Verkoop Europa (%)	75	?
Verkoop Amerika (%)	16	?
Vestigingslanden	40	15
Vestigingen (aantal)	200	?

Innovatie is een continu proces. Genetische manipulatietechnieken worden gebruikt voor de verbetering van penicilline producerende schimmelstammen (Gist-brocades, 1998).

Bij het technologiebeleid wordt samenwerking met instituten en kennisinstellingen steeds belangrijker. Via Chemferm werkt Gist-brocades samen met universiteiten (Delft, Groningen, Nijmegen, Wageningen).

Samenwerking vindt plaats met farmaceutische onderzoeksbedrijven die onderzoek doen naar de effectiviteit van geneesmiddelen, de biologische beschikbaarheid van geneesmiddelen en vergelijkend onderzoek uitvoert tussen geneesmiddelen met een gelijke functie.

Producenten plantaardige geneesmiddelen

Biohorma B.V. is fabrikant en importeur van natuurlijke geneesmiddelen, reformproducten en natuurlijke cosmetica onder de merknaam A. Vogel (Hofman; Pers. Comm.). Het bedrijf is licentiehouders in de Benelux en Italië. VSM Geneesmiddelen ontwikkelt, produceert en vermarkt homeopathische en fytotherapeutische geneesmiddelen (van der Molen; Pers. Comm.). Beide bedrijven doen onderzoek. VSM doet teeltonderzoek aan planten. Het onderzoek voor VSM wordt uitgevoerd door HomInt, de internationale groep van fabrikanten van homeopathische geneesmiddelen waartoe VSM behoort.. Biohorma doet voornamelijk klinische studies naar effecten van de producten. Ter bevordering van wetenschappelijk onderzoek beschikt zij over academici met biologische, medische en farmaceutische kennis. Tevens onderhoudt Biohorma contacten met universiteiten en universiteitsklinieken in verschillende landen.

VSM heeft geen genenbank om wildtypen te bewaren, wel worden wildtypen zoveel mogelijk gestandaardiseerd als uitgangsmateriaal (van der Molen, Pers. Comm.; Hofman, Pers. Comm.).

Tabel 6 Gegevens van VSM en A. Vogel (van der Molen, Pers. Comm.; Hofman, Pers. Comm.)

	VSM	A. Vogel
Bedrijfsresultaat (mln gld)	40	80
Aantal medewerkers	250	250
Onderzoekers	geen	20
Afzetmarkt	Nederland (Buitenlandse omzet is verwaarloosbaar)	Nederland, België, Luxemburg, Italië, Ned. Antillen en Suriname
Plantensoorten voor medicijnproductie	800-1000	200-300

Universiteiten en wetenschappelijke instituten

Universiteiten en wetenschappelijke instituten doen innovatief onderzoek naar nieuwe geneesmiddelen. Aan de Rijksuniversiteit Groningen wordt bij de faculteit farmacie aan vier onderzoeksprojecten gewerkt, die een relatie hebben met biodiversiteit. Er wordt voornamelijk gewerkt met planten. Onderzoek wordt gedaan aan de werking van stoffen en metabolische productiestappen in de plant zoals menthol, vluchtige oliën, flavonoïden, antimycine etc..

De afdeling werkt naast eigen onderzoek ook aan opdrachten van kleine niet marktdraagkrachtige bedrijven. Samenwerking vindt plaats met universiteiten in het

buitenland (bijv. Indonesië). Het streven is om in de toekomst meer onderzoek te doen in Europees verband (Quax; Pers. Comm.).

7.5 Ontwikkelingen en trends in de samenleving

Producenten reguliere geneesmiddelen

De farmaceutische industrie richt zich steeds meer op de toepassing van de moleculaire biologie, voor de ontwikkeling van nieuwe medicijnen. Op basis van kennis van het menselijk genoom kan op moleculair niveau worden nagegaan welke defecten leiden tot een ziekte en kan gericht worden gezocht in databases naar betrokken genen. Het is moeilijk aan te geven wat de veranderingen en trends in Nederland zullen zijn. Feldman (1999) schetst de ontwikkelingen in de Verenigde Staten. Hij schat dat er op dit moment 65 geneesmiddelen, gebaseerd op moderne biotechnologische processen op de markt zijn, waarmee al 100 miljoen patiënten per jaar worden behandeld. 300 van dergelijke geneesmiddelen zijn in de fase van klinische testen en enige honderden zijn nu in de pre-klinische fase. In de afgelopen 5 jaar hebben farmaceutische industrieën meer dan 750 samenwerkingsovereenkomsten gesloten met biotechnologische bedrijven, met een totale waarde van \$13 miljard. Verder heeft de FDA (US Food en Drug Administration) de registratie van "biotechnologische geneesmiddelen" vergemakkelijkt en versneld. De National Institute of Health (NIH), dat o.m. de fundamentele biotechnologische research steunt heeft voor 1999 een budget van \$15,6 miljard, een stijging van 14% t.o.v. 1998.

Ook Japan doet zijn best om de ontwikkeling te steunen (Saegusa, 1999). Het MITI steunt de ontwikkeling van de biotechnologie in 1999 met een bedrag van \$416 miljoen in een programma om voor 2010 de omzet in de biotechnologie te verhogen tot \$ 208 miljard, met als twee van de 5 speerpunten gentherapie en ontwikkeling van geneesmiddelen.

Bij Organon zijn er sinds 1998 zeven projecten op het gebied van de orale anticonceptiva, vier op het gebied van de HRT (Hormone Replacement Therapy) en twee op het gebied van de vruchtbaarheidsregulering welke zich reeds in verschillende fasen van ontwikkeling bevinden. Voor de periode tot 2004 bevinden zich drie nieuwe CNS (Central Nervous System)-producten en twee producten voor de behandeling van artherotrombose in ontwikkeling. De ontwikkelingen van producten binnen de onderzoeksprogramma's gaat gewoon door. (AKZO, 1998).

Intervets strategie blijft onveranderd gericht op het handhaven van substantiële autonome groei door versterking van het productaanbod, met name op basis van bijdragen uit de research en door grotere geografische spreiding en uitbreiding van het distributieapparaat (AKZO, 1998).

Producenten plantaardige geneesmiddelen

Veel van de plantaardige grondstoffen voor de natuurlijke geneesmiddelen worden zowel door VSM als door Biohorma zelf geteeld. Dit gebeurt op een ecologisch-biologische manier (EKO-keur). Op de lange termijn hebben beide bedrijven het streven om het telen van planten in eigen beheer uit te breiden. Dit wordt gedaan om

uit kwaliteitsoogpunt, maar ook omdat de noodzaak van eigen kweek in tegenstelling tot pluk uit de natuur aanzienlijk zal toenemen (van der Molen, Pers. Comm.; Hofman, Pers. Comm.).

Beschrijving conclusies

Het deel van de farmaceutische industrie dat reguliere medicijnen produceert speelt macro-economisch gezien een belangrijke rol in de Nederlandse samenleving. Zowel nationaal als internationaal doet deze tak van de farmaceutische industrie goed mee. Van de Nederlandse omzet wordt circa 17% besteed aan onderzoek en ontwikkeling. Er wordt samengewerkt met universiteiten, wetenschappelijke instituten en afnemers.

De ontwikkeling van nieuwe biochemische en moleculair biologische technieken maakt het mogelijk om heel doelgericht te zoeken naar stoffen die toepasbaar zijn als geneesmiddel. Hierbij is biodiversiteit van belang als drager van genetische informatie. Aan de ene kant worden producten van allerlei soorten organismen met moderne technieken gescreend op werkzaamheid, aan de andere kant levert de snel toenemende genetische kennis over organismen informatie over het functioneren van genen en kan met behulp van die kennis gericht gezocht worden naar actieve stoffen, kunnen modelsystemen gemaakt of geselecteerd worden om potentiële geneesmiddelen te testen, en kunnen specifieke genen met behulp van moleculair biologische technieken worden ingebouwd in een gewenst productie-organisme. Duidelijk is, dat met name de ontwikkeling van de genetica, biotechnologie en informatica (systemen om om te gaan met de grote hoeveelheid genetische data die worden verzameld) het gebruik van biodiversiteit alleen maar doen toenemen.

De plantaardige geneesmiddelen industrie speelt economisch gezien geen grote rol in Nederland. Op universiteiten wordt onderzoek gedaan aan plantaardige geneesmiddelenproductie. Door onderzoek aan de metabolische processen in planten, wordt het mogelijk stoffen uit planten synthetisch te produceren. Hierdoor neemt de noodzaak voor het verzamelen van planten uit de natuur af en heeft het onderzoek een positief effect op de biodiversiteit van planten in het milieu. Het streven van plantaardige geneesmiddelenproducenten is om in de toekomst meer planten zelf te kweken voor de productie van geneesmiddelen.

7.6 Literatuurlijst

AKZO NOBEL (1998). Jaarverslag 1997.

Anonymus (1998) Biotech's secret garden. *The Economist* May 30th pp 87-89

Bowman, W.C., Rand, M.J. (1980) *Textbook of Pharmacology*, 2nd ed. Blackwell, Oxford, UK

DSM, 1998. Jaarverslag 1997.

Feldbaum, C.B. (1999) Biotechnology's long term promise. *Nature Biotechnology* Vol 17 supplement BE 11

Genderen, H., van, Schoonhoven, L. M. en Fuchs, A., 1996. Chemisch-ecologische flora van Nederland en België. KNNV Uitgeverij.

Gist-brocades, 1998. Jaarverslag 1997.

Nefarma, 1998. Jaarverslag 1997.

Organon (1998) Organon 75 jaar. Bionieuws 8, (20) 4-10

Pfost, D.R. (1998) The engineering of drug discovery, Nature Biotechnology 16, 131

Ros, J.P.M., van der Poel, P., Etman, E.J. en Montfoort, J.A., 1995. Procesbeschrijvingen industrie; Farmaceutische industrie. Samenwerkingsproject Procesbeschrijvingen Industrie Nederland (SPIN). RIVM rapportnr. 736301105.

Saegusa, A. (1999) Japan pushes to capitalize on biotechnology. Nature Biotechnology 17, 320-321

Gebruikte websites

<http://www.akzonobel.com>

<http://www.dsm.nl>

<http://www.gist-brocades.nl>

<http://www.inbio.ac.cr>

<http://www.intervet.com>

<http://www.organon.com>

Met dank aan

E. A. Hofman. Biohorma b.v.

J. van der Molen. VSM

Prof. Quax. Hoogleraar aan de faculteit Farmacie van de Rijks Universiteit Groningen.

8 Maatschappelijke betekenis van biodiversiteit voor het reinigend vermogen van water en bodem

Mirjam Groot en Ton Breure RIVM Laboratorium voor Ecotoxicologie, Bilthoven

8.1 Samenvatting

Organismen spelen een belangrijke rol bij het verloop van de biogeochemische cycli (koolstof-, stikstof en andere cycli). Het economisch belang daarvan is moeilijk in geld uit te drukken. Daarnaast zorgen organismen in bodem en water er ook voor dat een groot deel van ons afval wordt opgeruimd. Daarvan wordt in de milieubiotechnologie dankbaar gebruik gemaakt. De markt voor biologische sanering van bodem bedraagt fl. 1 tot 2 miljard per jaar voor de komende 25 jaar. In de ontwikkeling van technieken worden van overheidswege ook grote bedragen gestoken. De Stichting Kennisontwikkeling en Kennistransfer Bodem (SKB) ontvangt uit ICES gelden fl. 10 mln per jaar voor een periode van 10 jaar om onderzoek te stimuleren.

Ook voor de biotechnologische reiniging van baggerspecie bestaat een grote markt die geschat wordt op fl. 55,5 - 550 mln per jaar. Technologische toepassingen van het natuurlijk reinigend vermogen van oppervlaktewater worden overwogen, maar een totale kapitalisatie daarvan is nog niet gemaakt.

8.2 Inleiding

Een van de functionele motieven voor het behoud van biodiversiteit is de bijdrage aan de "life support functies" of regulatiefuncties (VROM et al. 1997). Deze functies omvatten de biologische en chemische processen dat de biosfeer leefbaar houdt. Een overzicht van dergelijke functies is opgesteld door Van der Voet et al. (1997). Het zelfreinigend vermogen van water en bodem maakt deel uit van die functies. Het omvat de processen die een rol spelen bij de omzetting van organische stoffen die in die compartimenten terecht komen. Bij deze omzettingen spelen zowel fysische, chemische als biologische processen een rol. Voor het onderhavige onderzoek is vooral nagegaan in hoeverre biologische processen daarbij een rol spelen en in hoeverre biodiversiteit een factor is.

Onder natuurlijke omstandigheden beperkt het reinigend vermogen van water en bodem zich tot de natuurlijke kringlopen van elementen, met name de koolstof- en stikstofkringloop. Organismen in bodem en water spelen een belangrijke rol bij de mineralisatie van organische stoffen. Dood organisch materiaal wordt afgebroken en de elementen worden weer gebruikt voor de groei van nieuwe organismen. Deze processen worden door uitgevoerd door een groot aantal organismen samen, die met elkaar in wisselwerking staan in een zogenaamd voedselweb. De produkten van de ene groep organismen wordt weer gebruikt als voedsel voor de volgende groep. Een

andere vorm van interactie is dat de organismen zelf als voedsel dienen voor anderen. Ook zijn organismen (m.n. bacteriën en schimmels) in staat milieuvreemde organische stoffen als polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), olieresiduen, of gehalogeneerde verbindingen af te breken. Daarnaast kunnen organismen de chemische omstandigheden zodanig aanpassen, dat zware metalen worden vastgelegd, veelal in de vorm van sulfiden, waardoor hun giftige werking voor ecosystemen en de mens afneemt.

De relatie reinigend vermogen - biodiversiteit

De relatie tussen biodiversiteit en reinigend vermogen is nog aan veel discussie onderhevig. De totale capaciteit van een systeem is voor een belangrijk deel afhankelijk van de hoeveelheid biomassa. Een zeer groot deel van de omzettingen bij reiniging van ecosystemen vindt plaats door bacteriën en schimmels, organismen met over het algemeen een beperkt vermogen om verschillende typen substraten om te zetten. Wanneer dus meer typen verbindingen moeten worden afgebroken, zijn daar ook meer soorten voor nodig. Daarnaast is het functioneren van micro-organismen sterk afhankelijk van de omgevingsfactoren als zuurgraad, temperatuur, redox-toestanden (aeroob / anaeroob) etc. Daarbij kunnen zij niet, zoals hogere organismen de directe omgeving van hun cellen beïnvloeden. Dat betekent ook, dat door de grote heterogeniteit in de natuur, er alleen al om die reden een hoge diversiteit belangrijk is. Ook over de relatie tussen biodiversiteit en stabiliteit van ecosystemen bestaat nog veel discussie. Zeer recent zijn nog geheel verschillende relaties voorgesteld tussen biodiversiteit en het verloop van ecosysteem processen. (zie bijvoorbeeld voor een samenvatting Naeem 1998). Recent is aangetoond dat gemodelleerde niet-starre interacties tussen soorten bijdragen aan een stabiliserende werking (Polis 1998, McCann et al. 1998). Daarbij moet stabiliserende werking worden beschouwd in termen van persistentie, het voortbestaan van ecosystemen buiten evenwicht. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van de meta-populatietheorie, waarin lokale instabiliteit (het uitsterven en vestigen van lokale populaties, samen met aanwezige ruimtelijk en temporele heterogeniteit in de omgeving (verdwijnen en ontstaan van nieuwe vestigingsmogelijkheden, beschouwd worden als de "processen" die het duurzaam bestaan van meta-populaties mogelijk maken zonder dat sprake is van een evenwichtssituatie (Opdam et al. 1998). Lawton en Brown (1994) noemt die diversiteit binnen de functionele groepen een "verzekering" dat de processen doorlopen, wanneer er soorten uitvallen.

8.3 Reinigend vermogen in terrestrische bodems

Afbraak van natuurlijke verbindingen

Zowel in natuurgebieden als daarbuiten is afbraak van natuurlijke verbindingen van belang voor de recycling van nutriënten. In conventionele landbouwgebieden is de diversiteit relatief laag t.o.v. de diversiteit in natuurgebieden en wordt de stabiliteit en gewenste capaciteit van het systeem bijgestuurd met behulp van chemicaliën en mechanische bewerkingen. De afhankelijkheid daarvan neemt af bij duurzaam gebruik van de grond.

Op wereldschaal hebben Costanza et al. (1997) een schatting gemaakt van de economische waarde van LSF processen als bodemvorming, nutriënt cycling en afbraak van stoffen. Zij kwamen uit op een bedrag van \$ 19,4 · 10¹² per jaar, een bedrag dat gelijk is aan het bruto nationaal product van de hele wereld. Het is niet direct mogelijk dit voor Nederland te vertalen, maar het is duidelijk dat het economisch belang van die processen erg groot is.

Met name het AB-DLO in Haren (tegenwoordig in Wageningen) heeft veel onderzoek gedaan naar de kwantificering van de mineralisatiecapaciteit in Nederland. Begin jaren '90 hebben zij een voedselwebmodel opgesteld (De Ruiter, 1995) en een uitgebreid bemonsteringsprogramma op diverse typen bodem uitgevoerd om de koolstof en stikstofmineralisatiesnelheid te schatten. Met behulp van de voedselwebben is het mogelijk een schatting te geven van de stabiliteit van het betrokken ecosysteem. De capaciteit van deze voedselwebben (de maximale activiteit) is vooral afhankelijk van de biomassa op de verschillende trofische niveaus. De stabiliteit van deze voedselwebben is afhankelijk van de diversiteit aan deelnemende organismen.

Uit het onderzoek blijkt, dat micro-organismen, bacteriën en schimmels, de belangrijkste organismen zijn voor de afbraak van dood organisch materiaal in de bodem, zoals plantenresten, dode micro-organismen, wortel exudaten and dierlijke mest. Micro-organismen vormen het voedsel voor microbivoren zoals protozoën en nematoden en spelen een sleutelrol in het voedselweb en bij de nutriënt cycli. Een landbouwgrond bevat in de bouwvoor (0-25 cm diepte) in Nederland ongeveer 3000 kg (vers gewicht) biomassa per hectare. In veel van deze bodems maken bacteriën meer dan 70% van de totale biomassa and activiteit uit. (Bloem et al., 1994; Velvis, 1997). In een landbouwgrond mineraliseren de micro-organismen ongeveer 1000 kg koolstof (C) ha⁻¹ jaar⁻¹ en ongeveer 100 kg stikstof (N) ha⁻¹ jaar⁻¹ (Bloem et al 1997, De Ruiter et al. 1993, Schouten et al. 1999). Dit is ongeveer 50% van de gemiddelde stikstofbehoefte van een landbouwkundig gewas (Bloem et al 1997, Bosch en De Jonge 1989, Neeteson, J.J. 1990) en 25% van de stikstofbehoefte van grasland (Pelser, 1988).

Intrinsieke reiniging van de bodem

Intrinsieke reiniging van de bodem is de afbraak van giftige stoffen, die onder natuurlijke omstandigheden plaatsvindt. Een voorbeeld daarvan is de reiniging van stortplaatspercolaat dat in de watervoerende lagen van de bodem onder en rondom stortplaatsen terechtkomt.

Van Breukelen et al. (1998) hebben een literatuurstudie uitgevoerd naar de afbraak van stoffen in stortplaatspercolaat. Stortplaatspercolaat is een waterige oplossing met hoge concentratie opgelost organisch materiaal en daarnaast een grote verscheidenheid aan andere opgeloste stoffen zoals microverontreinigingen (al dan niet gehalogeneerde aromatische en alifatische verbindingen en zware metalen. zie ook tabel 1).

Tabel 1: Percolaat en grondwatersamenstelling bij stortplaatsen (RIVM 1991)

	eenheid	percolaat		grondwater		
		gemiddeld	maximum	gemiddeld	maximum	streefwaarde
chloride (Cl)	mg / L	743	7122	214	9600	100-
Natrium (Na)	mg / L	2988	4335	195	1760	-
totaal stikstof	mg / L	438	2250	23	413	2-10
arseen (As)	µg / L	51	499	184	2350	10
cadmium (Cd)	µg / L	4	140	0,2	10	1,5
chrom (Cr)	µg / L	67	1750	7	40	1
koper (Cu)	µg / L	30	830	14	884	15
kwik (Hg)	µg / L	1	26	0,4	53	0
nikkel (Ni)	µg / L	92	1050	13	180	15
lood (Pb)	µg / L	394	30300	7	300	15
zink (Zn)	µg / L	720	30000	122	10000	150
minerale olie	mg / L	1386	30200	26	330	50

In Nederland zijn 4000 voormalige stortplaatsen geïdentificeerd, die nog tientallen tot honderden jaren percolaat zullen afgeven. Momenteel zijn er nog ongeveer 50 in bedrijf en in afbouwende fase. De oppervlakken waar nu nog gestort wordt zijn voorzien van een folie waardoor geen percolaat meer uitreedt. Dit wordt nu technologisch gereinigd. Momenteel wordt er voor al die oude stortplaatsen een monitoringsprogramma opgezet. (Nagelhout, 1999) Het materiaal heeft een hoge reducerende capaciteit en wordt, met name door microbiologische processen geoxydeerd, onder reductie van het bodemmateriaal. Wanneer het percolaat uit de stort komt is het diep anaeroob en treedt methanogene vergisting op. Wanneer het zich van het stort af beweegt, gaat de methanogene zone eerst over in een sulfaatreducerende zone, vervolgens in de Fe(III) en Mn(IV) reducerende zone, dan in de nitraatreducerende zone en komt tenslotte in een aerobe zone.

Door de hoge biodiversiteit onder de bacteriën zijn bij al die verschillende redoxtoestanden organismen aanwezig (voor ieder type verbindingen en voor iedere redoxtoestand weer andere) die in staat zijn de organische stof om te zetten. In de sulfaatreducerende zone wordt sulfide gevormd, waardoor in die zone ook een groot deel van de eventueel aanwezige zware metalen worden vastgelegd. Over het algemeen is het totale proces zo efficiënt, dat geen grote verspreiding van giftige stoffen uit een stortplaat optreedt (Nagelhout 1999).

Technologische toepassing van het reinigend vermogen van bodem

Technologische toepassingen van het reinigend vermogen van de bodem vindt plaats bij biotechnologische bodemreiniging. Door de grote diversiteit van organismen in de bodem zijn vaak ook organismen, met name schimmels en bacteriën in de bodem aanwezig, die in staat zijn milieuvreemde stoffen, die door mensen in het milieu gebracht worden, af te breken. Soms gebeurt een dergelijke afbraak spontaan, vaak ook zijn de milieu-omstandigheden zodanig, dat hulp moet worden geboden. Op basis van de natuurlijke afbraakcapaciteit in de bodem zijn verschillende reinigingstechnieken ontwikkeld, waarbij de grond, afhankelijk van de situatie al dan niet ontgraven wordt.

Veel organisaties in Nederland zijn bezig met kennisontwikkeling op het gebied van biologische reiniging. Grotenhuis en Schelwald -van der Kley (1997) hebben daarvan een overzicht gemaakt.

Als de grond niet ontgraven wordt, wordt gesproken van biologische *in situ* sanering. Deze techniek wordt als zeer kansrijk gezien en de stichting NOBIS (Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering), stimuleert de ontwikkeling van deze techniek door onderzoeksinstituten, reinigers en probleembezitters bij elkaar te brengen.

Tieleman en Kooper (1998) hebben voor NOBIS een inventarisatie gemaakt van de verontreinigde lokaties en een schatting gemaakt van de lokaties waarbij met gebruikmaking van de in de bodem aanwezige biologische activiteit (een deel van) de verontreinigingen *in situ* kan worden verwijderd.

Allereerst is een inventarisatie gemaakt van de totale bodemsaneringsmarkt. Hiertoe zijn 350.000 potentieel verontreinigde lokaties en 150.000 huidige bedrijfslokaties geïnventariseerd.

Niet meegenomen zijn: verontreinigingsgevallen buiten huidige of voormalige bedrijfsterreinen zoals stortplaatsen, ophogingen en slootdempingen.

Verder hebben een aantal regio's (Flevoland, Zuid-Holland, Zeeland en de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Utrecht geen bestand geleverd met voormalige bedrijfslokaties.

Van de 500.000 geïnventariseerde lokaties kon 17% niet worden getoetst vanwege ontbrekende gegevens.

Geschat wordt, dat met de resterende 428.350 lokaties 50 - 75% van de totale saneringsmarkt wordt gedekt.

Naar schatting 279.351 lokaties daarvan zijn ernstig verontreinigd.

Over het algemeen zullen lokaties die gereinigd kunnen worden via ontgraving voor minder dan kf 100, op deze wijze worden gereinigd. Dan blijven er ruim 87.000 lokaties over die potentieel via biologische *in situ* technieken kunnen worden gereinigd, d.w.z. door de biologische activiteit in de bodem te verhogen, door de omstandigheden te optimaliseren, zonder de grond af te graven.

Tabel 2: Aandeel van het aantal locaties waar biologische in situ sanering naar verwachting een aanvaardbare saneringsoplossing biedt, al dan niet gecombineerd met andere technieken (Tieleman en Kooper 1998).

	% van aantal gevallen	
	Biologische <i>in situ</i> sanering mogelijk, onafhankelijk van de omvang	Biologische <i>in situ</i> sanering alleen mogelijk, als kosten ontgraven > kf. 100
biologische <i>in situ</i> sanering mogelijk	71	25
biologische <i>in situ</i> sanering mogelijk, echter alleen in combinatie met andere technieken	55	19
biologische sanering mogelijk als totaaloplossing	16	6

Tabel 3: Marktaandeel biologische in situ technieken, afhankelijk van de aangegeven variabele (% van 39 miljard in de komende 20 - 25 jaar) (Tieleman en Kooper, 1998)

kostenaandeel per geval	omvang gevallen (% van kosten)	
	alle gevallen	alleen gevallen > kf. 100
aandeel van de gevallen waarin biologische <i>in situ</i> technieken een rol spelen (bruto marktaandeel)	71	68
aandeel biologische <i>in situ</i> technieken* (netto marktaandeel)	44	42

* Hierbij is de volgende aanname gedaan: De gevallen die volledig biologisch kunnen worden gesaneerd zijn voor 100% meegenomen, de gevallen waar biologische in situ technieken worden toegepast samen met andere maatregelen zijn voor 50% meegenomen.

Geschat wordt, dat de totale omvang van de bodemsaneringsmarkt fl. 39 miljard bedraagt. Het bruto aandeel van biologische in-situ sanering technieken (alle saneringen waarbij biologische, naast eventuele andere technieken een rol spelen) wordt geschat op fl. 27 miljard, d.w.z. een jaarlijkse bruto-omzet van fl. 1,1 miljard over de komende 25 jaar. Het netto-marktaandeel van het biologische deel van de behandeling bedraagt fl. 16 miljard over 25 jaar, d.w.z. een omzet van fl. 655 miljoen per jaar. (alleen de kosten die gepaard gaan met het biologische deel van de techniek) (tabel 3).

Uitgaande van een onderschatting van het aantal saneringsgevallen zal die omzet per jaar naar schatting bruto fl. 1,5 - f 2,2 miljard, of netto fl. 0,87 - fl. 1,3 miljard. bedragen.

In 1997 werd 2735 kt verontreinigde grond ontgraven. Daarvan werd 1000 kt gestort (1996, 1150 kt, 1995 1400 kt, 1994 1850 kt). De gemiddelde stortkosten waren in 1997 fl. 99,- per ton in Nederland. De rest werd gereinigd. Hiervan werd 350 kt gereinigd met biologische technieken (voornamelijk landfarming). Ook met deze techniek wordt gebruik gemaakt van het natuurlijk reinigend vermogen in de grond, dat wordt geactiveerd door de omstandigheden te optimaliseren. Tarieven voor grondreiniging variëren van fl. 40,- tot fl. 150,- per ton, afhankelijk van de mate van verontreiniging en de grondsoort. Het gemiddelde tarief is fl. 70,- per ton. Naar schatting is dan de omzet aan ex-situ biologische technieken kf. 24.500 (Werkgroep

Afvalregistratie 1998). In 1998 is naar schatting 400 kt biologisch ex situ gereinigd (Miedema, 1999). Bij deze reiniging zijn 15 tot 20 bedrijven in Nederland betrokken.

Een voorbeeld van een grootschalig project waarbij biologische bodemsanering wordt toegepast wordt uitgevoerd door de Subat (Stichting Uitvoering Bodemsanering en Amovering Tankstations), die tot taak heeft de bodem onder 1912 (gedeeltelijk voormalige) tankstations te reinigen in opdracht van de gezamenlijke olie-maatschappijen. De reiniging vindt voor het overgrote deel met biologische technieken plaats. Sinds 1994 zijn 1225 saneringen uitgevoerd, waarbij 540 kt is afgevoerd. Hiervan is 410 kt gereinigd via landfarming. Door optimalisering van de techniek is de reinigingsprijs tussen 1994 en 1998 gedaald van ± fl. 120,- per ton tot minder dan fl. 60,- per ton. Verder zijn 100 in situ saneringen begonnen, die ieder kf. 300 tot 400 kosten. De operatie dient in 2002 - 2003 te zijn afgerond en heeft dan naar schatting fl. 100 mln gekost (Subat 1999).

Biologische reiniging van baggerspecie

Een groot deel van de baggerspecie in Nederland bevat hoge concentraties polycyclische aromatische koolwaterstoffen olieverontreinigingen en zijn daarmee in principe biologisch te reinigen. Harmsen et al. (1997) hebben een inventarisatie gedaan naar de mogelijkheden van biotechnologische reiniging. Reiniging van deze afvalstof zal *ex situ* moeten plaatsvinden. Zij schatten een jaarlijks aanbod van 11,9 miljoen m³ baggerspecie, waarvan 3,3 - 10 miljoen m³ (1,5 - 4,4 mln ton droge stof) biologisch zou kunnen worden gereinigd.

Deze specie zou kunnen worden verwerkt tot 1,3 - 3,3 miljoen ton droge stof schone grond, 1,3 - 3,4 miljoen ton droge stof kantgrond en 0,7 - 2,3 ton droge stof bouwstof. De kosten die gepaard gaan met grootschalige reiniging bedragen afhankelijk van de gekozen techniek naar schatting fl. 37 - 125 per ton droge stof (kosten fl. 55,5 - 550 mln per jaar).

8.4 Reinigend vermogen van oppervlaktewater

Nederland heeft erg veel oppervlaktewater, waarop een grote hoeveelheid eutrofiërende en andere stoffen worden geloosd. Een groot deel van die stoffen worden omgezet en verwijderd door de grote variëteit aan biota die daarin aanwezig zijn. Een overzicht van de hoeveelheid oppervlaktewater is gegeven in tabel 4.

Reinigend vermogen van oppervlaktewater

In een watersysteem kunnen verschillende natuurlijke biologische, fysische en chemische processen onderscheiden worden die leiden tot verandering in de waterkwaliteit. Verontreinigingen die via natuurlijke zuivering uit het oppervlaktewater worden verwijderd kunnen worden vastgelegd in biomassa, in dood organische materiaal, in de water- of moerasbodem, verwijderd worden naar de atmosfeer of worden omgezet naar minder schadelijke verbindingen. De belangrijkste verontreinigingen van het Nederlandse oppervlaktewater zijn de nutriënten stikstof en fosfaat, pesticiden (gehalogeneerde verbindingen), polycyclische aromatische koolwaterstoffen en zware metalen.

Uitgebreide literatuuroverzichten over het natuurlijk reinigen vermogen van oppervlaktewater zijn gemaakt door Ietswaart et al (1999), Johnston (1991) en het Waterloopkundig Laboratorium (WL) i.s.m. Bureau SME (1997). Veruit de hoogste biologische reinigingscapaciteit wordt gevonden in eutrofe moerassen, hoewel die capaciteit daar vaak onvoldoende zal zijn voor het creëren van schoon (helder) water. De jaarlijkse emissies van eutrofiërende stoffen en andere verontreinigingen zijn omvangrijk, zoals weergegeven in tabel 5. Uit de tabellen 4 en 5 kan een schatting gemaakt worden van de gemiddelde belasting van verschillende typen oppervlaktewater in Nederland met een groot aantal afvalstoffen.

Tabel 4: Oppervlaktewater van Nederland (Verdonschot et al. 1997)

Water	Oppervlak (ha)	
rijkswateren		
Nederlands deel van de Noordzee ^a	5750000	
Waddenzee	282814	
IJsselmeer en Markermeer	181000	
Randmeren	9410	
rivieren en zoete delta	37100	
estuaria	75900	
afgesloten zeearmen zout	15400	
regionale wateren	41900	(100%)
sloten	25127	(60%)
kanalen	3350	(8%)
oude armen	419	(1%)
beken	4188	(10%)
bronnen	377	(0,9%)
vennen	2094	(5%)
zand,- grind- en kleigaten	1256	(3%)
laagveenwateren	2932	(7%)
brakke wateren	1675	(4%)
duinwateren	42	(0,1%)
poelen	419	(1%)

^a R. Leewis, RIVM-LWD, pers. Comm.)

Verwijdering van stikstof

Stikstof is een nutriënt dat in principe in het systeem wordt gerecycleerd. Het wordt gebruikt voor de produktie van biomassa en komt na afsterving als detritus op de bodem, waar de organische stof weer door micro-organismen wordt afgebroken. In eutrofe moerassystemen kan de ophoping 750 - 1000 kg ha⁻¹ jr⁻¹ bedragen. Verwijdering uit het systeem vindt plaats door denitrificatie, een proces dat onder anaerobe omstandigheden door bacteriën wordt uitgevoerd en waarbij gasvormig stikstof (N₂) wordt gevormd. De mate van denitrificatie is sterk afhankelijk van de omstandigheden en kan oplopen tot 3,5 kg N ha⁻¹ d⁻¹ in moerassen met een hoog stikstof en een hoog organische stof gehalte (Johnston 1991). Dat is in dezelfde orde van grootte als de gemiddelde belasting van de regionale wateren (tabel 5) en het is dus duidelijk dat de natuurlijke reinigingscapaciteit van het regionale oppervlaktewater regelmatig onvoldoende is. Wanneer de jaarlijkse aanvoer van dood organisch materiaal groter is dan de afbraak, treedt veenvorming op, waarmee 35-50 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ kan worden vastgelegd. De afvoer van in biomassa opgeslagen stikstof moet plaatsvinden door verwijdering van het plantenmateriaal of de vissen.

Ammonium kan ook adsorberen aan kleimineralen en aan veen en kan dan in een latere fase weer vrijkomen.

Tabel 5: Emissies naar water in 1995 (Van der Auweraert et al. 1997)

	Lozing op				
	Rijkswateren Ton / jaar	regionaal water ton / jaar	riool ton / jaar	rijkswater kg / ha	regionaal water kg / ha
vermestende stoffen					
fosforverbindingen (als P)	3490.0	3310.0	9510.0	5.8010	78.9976
stikstofverbindingen (als N)	4760.0	24600.0	59900.0	7.9119	587.1122
metalen en metalloïden					
antimoonverbindingen (als Sb)	0.4	0.3	3.1	0.0006	0.0067
arseenverbindingen (als As)	1.8	0.5	3.6	0.0030	0.0130
cadmiumverbindingen (als Cd)	0.4	0.2	1.0	0.0007	0.0053
chromverbindingen (als Cr)	5.9	2.4	25.7	0.0098	0.0573
koperverbindingen (als Cu)	24.8	20.1	153.0	0.0412	0.4797
kwikverbindingen (als Hg)	0.4	0.1	0.6	0.0006	0.0017
loodverbindingen (als Pb)	16.6	47.8	124.0	0.0276	1.1408
nikkelverbindingen (als Ni)	7.2	2.9	24.0	0.0119	0.0695
zinkverbindingen (als Zn)	87.6	114.0	597.0	0.1456	2.7208
organische verbindingen					
niet gehalogeneerd totaal	4460.0	3030.0	8730.0	7.4133	72.3150
alifaten totaal	4080.0	2160.0	8300.0	6.7816	51.5513
aromaten totaal	375.0	870.0	432.0	0.6233	20.7637
gehalogeneerd totaal	24.0	5.1	249.0	0.0399	0.1222
gehalogeneerde alifaten	23.4	5.0	247.0	0.0389	0.1203
gehalogeneerde aromaten	0.6	0.1	1.9	0.0010	0.0020
andere verbindingen					
chloriden	271000.0	27600.0	249000.0	450.4475	658.7112
cyaniden	35.3	0.0	0.8	0.0587	0.0012
fluoriden	20400.0	2480.0	1280.0	33.9082	59.1885

Verwijdering van fosfaat

Ook fosfaat kan worden vastgelegd in biomassa. In eutrofe moerassystemen kan de ophoping 50 - 200 ha⁻¹ jr⁻¹ bedragen. Ook hier geldt dat afvoeren van het organisch materiaal een methode is om het fosfaat uit het systeem te verwijderen. Fosfaat kan aan bodemdeeltjes adsorberen, met name aan ijzer- en aluminium hydroxyden en calcium- en magnesium carbonaten. De adsorptie aan de ijzercomplexen treedt op in zuur milieu en zuurstofrijke omstandigheden. Anaerobie, vaak het gevolg van hoge biologische activiteit door een hoge eutrofiëringsgraad, waardoor alle zuurstof wordt, leidt tot desorptie. M.a.w. hoge biologische activiteit is slecht voor de fosfaatvastlegging.

Verwijdering van microverontreinigingen

Microverontreinigingen (pesticiden (gehalogeneerde verbindingen), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en zware metalen) kunnen op verschillende wijze worden verwijderd.

Apolaire organische verbindingen (PAK, PCB's) zullen voor een belangrijk deel adsorberen aan de zwevende stof en waar mogelijk sedimenteren. In principe zijn deze verbindingen afbreekbaar door bacteriën, doch de snelheden zullen bijzonder laag zijn. Hierbij zullen PCB's met veel chlooratomen alleen onder anaerobe omstandigheden kunnen worden omgezet, terwijl PAK het beste onder aerobe omstandigheden worden omgezet. Beide soorten verbindingen hopen zich op in vetten en kunnen daarom gemakkelijk bioaccumuleren in de voedselketen. Zware metalen kunnen worden opgenomen door planten, en met het plantenmateriaal worden afgevoerd. Daarnaast kunnen ze, onder anaerobe omstandigheden neerslaan als sulfiden. De benodigde sulfide wordt dan geproduceerd door specifieke bacteriën, die sulfaat onder anaerobe omstandigheden als terminale electronenacceptor kunnen gebruiken. Dit impliceert dan wel, dat voldoende sulfaat aanwezig moet zijn.

Technologische toepassing van het reinigend vermogen van oppervlaktewater

In het kader van de voorbereidingen voor de Vierde Nota Waterhuishouding heeft het WL i.s.m. Bureau SME een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van natuurlijke zuivering van oppervlaktewater, met als doel, mogelijkheden aan te geven voor een zo optimaal mogelijk toepassing van natuurlijke zuivering bij de inrichting van het landschap. (WL en SME 1997).

In dit onderzoek worden drie typen systemen voor natuurlijke zuivering onderscheiden:

natuurlijke, natuurvriendelijke en natuurtechnische systemen.

Bij natuurlijke systemen staat de ontwikkeling van natuurwaarden centraal, waarbij de potenties van de natuurlijke systemen voor zuivering optimaal worden benut, binnen de randvoorwaarden voor natuurontwikkeling.

Voorbeelden van dergelijke systemen zijn:

- natuurlijke beeksystemen met aangrenzende overstromingsgebieden; beken begeleid door broekbossen en moerassen;
- natuurlijke rivieruiterwaardesystemen met nevengeulen, moerassen en ooibossen;
- zoetwatergetijdemoerassen;
- zoutwatergetijdemoerassen;
- meerbegeleidende moerassen, meren met overzones, bestaande uit riet- en biezenmoerassen en moerasbossen;
- laagveenmoerassen: complex van ondiep water met rietlanden en broekbossen.

Bij natuurvriendelijke systemen zijn inrichting en beheer gericht op verbetering van de waterkwaliteit en ontwikkeling en vergroting van natuurwaarden van het aquatisch systeem. Natuurvriendelijke systemen bestaan uit oevers die natuurvriendelijk zijn ingericht met moerasstroken. Perspectiefrijke situaties voor natuurvriendelijke

systemen zijn in landbouwgebieden langs beken, sloten en vaarten die direct grenzen aan landbouwgronden of langs boezemwateren.

Bij natuurtechnische systemen zijn inrichting en beheer optimaal afgestemd op de zuiveringsfunctie ten einde de beoogde waterkwaliteitsdoelstellingen te behalen. Voorbeelden zijn: zuiveringsmoerassen of helofytenfilters en slibvangsystemen

Belangrijke ontwikkelingen:

De activiteiten van NOBIS en het PGBo (Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek) zullen vanaf 1999 worden voortgezet binnen de SKB (Stichting Kennisontwikkeling en Kennistransfer Bodem). Het ligt in de bedoeling in de komende 10 jaar vanuit de overheid fl. 100 mln te investeren in de ontwikkeling van biologische saneringstechnieken. Daarnaast zal vanuit de publiek/private sector nog fl. 5 mln per jaar worden aangetrokken. De overheidsgelden zijn afkomstig uit de ICES gelden (ICES = Commissie voor Economische Structuur) (Vermeulen en Ouboter 1998, SKB 1999).

Verder zijn er plannen om meer gericht gebruik te maken van natuurlijke reinigingscapaciteit van oppervlaktewater, en daarmee rekening te houden bij de inrichting van gebieden.

8.5 Literatuur

Bloem, J., Lebbink, G., Zwart, K.B., Bouwman, L.A., Burgers, S.L.G.E. de Vos, J.A., de Ruiter, P.C. (1994) Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralisation in winter wheat fields under conventional and integrated management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 51, 129-143.

Bloem, J., de Ruiter, P.C., Bouwman, L.A. (1997) Food webs and nutrient cycling in agro-ecosystems. In "Modern Soil Microbiology" (J.D. van Elsas, J.T. Trevors and E. Wellington, editors), pp. 245-278. Marcel Dekker Inc. New York.

Bosch, H., De Jonge, P. (eds) (1989) Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond 1989. Proefstation voor de Akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, Lelystad

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruello, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260

De Ruiter, P.C., Neutel, A.-M., Moore, J.C. (1995) Energetics, patterns of interaction strengths, and stability in real ecosystems, *Science* 269, 1257-1260

De Ruiter, P.C., Van Veen, J.A., Moore, J.C., Brussaard, L., Hunt, H.W. (1993) Calculation of nitrogen mineralization in soil food webs. *Plant and Soil* 157, 263-273

Grotenhuis, J.T.C., Schelwald-van der Kley (1997) Kennisatlas biorestauratie. Onderzoekscapaciteit Nederlandse kennisinstellingen op het gebied van biologische in-situ sanering. NOBIS, Novem, PGB, POSW, Senter en Stowa. Rapport verkrijgbaar bij CUR/NOBIS, Gouda

Harmsen, J., Vermeulen, G.D., Hoeks, J., Otten, K., Klaus, M.C.G., Joziase, J., Feenstra, L. (1997) Definitiestudie biologische reiniging baggerspecie. CUR/NOBIS rapportnummer 96-1-02

Ietswaart, Th. (ed). (1999) Biodiversiteit en natuurlijke zuivering in oppervlaktewater. Een literatuurstudie naar de stand van de wetenschap. RIZA werkdocument nr. 99.018X, RIVM briefrapport nr. 007/99 LWD TB/ti

Johnston, C.A. (1991) Sediment and nutrient retention by freshwater wetlands: Effects on surface water quality. CRC Critical Reviews in Environmental Control 21 (5,6) 491-565)

Lawton, J.H., Brown, V.K. (1994) Redundancy in ecosystems. In: Schulze, E.-D., Mooney, H.A. (eds.) Biodiversity and Ecosystem function. Springer, Berlin, pp. 255-270

McCann, K., Hastings, A., Huxel, G.R. (1998) Weak trophic interactions and the balance of nature. Nature 395, 794-798

Miedema, H.J. (1999) NV Service Centrum Grondreiniging, Utrecht, telefonische mededeling

Naeem, S. (1998) Species redundancy and ecosystem reliability. Conservation Biology 12, 39-45

Nagelhout (1999) Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies RIVM, telefonische mededeling

Neeteson, J.J. (1990) Waaron bij het ene gewas wel en bij het andere geen risico van nitraatuitspoeling bij stikstofbemesting bij het huidige advies. Meststoffen 1/2, 9-11

Opdam, P., Den Boer, P., Ten Houte de Lange, S., Kwa, C. (1998) Biodiversiteit: ecologische achtergronden. In: Biodiversiteit. pp. 53-82, Stichting Uitgeverij van de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Pelser, L. (ed.) (1988) Handboek voor de rundveehouderij. Proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij, Lelystad

Polis, G.A. (1998) Stability is woven by complex webs. Nature 395, 744-745

RIVM (1991) Nationale Milieuverkenning 1990-2010. Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen a/d/ Rijn

Schouten, A.J., Breure, A.M., Bloem, J., Didden, W., de Ruiter, P.C., Siepel, H. (1999) Life support functies van de bodem: operationalisering t.b.v. het biodiversiteitsbeleid. RIVM Rapportnr. 607601003

SKB (1999) SKB gaat van start. SKB Nieuws nummer 1 maart 1999, SKB, Gouda
Subat, (1999), kengetallen, telefonisch meegedeeld door de heer N. de Jong, Subat, Rotterdam.

Tieleman, Y, Kooper, W.F. (1998) Marktverkenning Biologische In-Situ Bodemsanering in Nederland met consequenties van de beleidsvernieuwing. CUR NOBIS 96003 en CUR NOBIS 96003-S, CUR NOBIS Gouda

Van Breukelen, B., Röling, W.F.M., Heimovaara, T.J. (1998) The intrinsic capacity of aquifers to degrade pollution from (old) landfills. Phase 1. CUR/NOBIS rapportnummer 96-3-04

Van der Auweraert, R.K.J., Draaijers, G.P.J., Jonker, W.J., Verhoeve, P (1997) Emissies in Nederland Bedrijfsgroepen en regio's 1995 en ramingen 1996. Publicatiereeks Emissieregistratie Nr 39, september 1997. Hoofdingspectie Milieuhygiëne, Den Haag

Van der Zanden, P (1993) Simulation of carbon and nitrogen mineralization by food web modeling in ten different soils varying in texture and land use. Doctoraal verslag Rijksuniversiteit Groningen, uitgevoerd bij IB-DLO o.l.v. P.C. de Ruiter

Van der Voet, E., Klijn, F., Tamis, W., Huele, R. (1997) Regulatiefuncties van de biosfeer. Ministerie van VROM, Publicatiereeks Stoffen, Veiligheid en Straling, nr 1997/33

Velvis, H. (1997) Evaluation of the selective respiratory inhibition method for measuring the ratio of fungal:bacterial activity in acid agricultural soils . Biol. Fertil. Soils 25:354-360.

Verdonschot, P., Peters, E., Schot, J., Arts, G., van der Straten, J., van den Hoorn, M. (1997) Waternatuur in de regionale blauwe ruimte, Gemeenschapstypen in regionale oppervlaktewateren. IKC-N, Wageningen

Vermeulen, H.J., Ouboter P.S.H. (1998) Stichting Kennisontwikkeling en Kennistransfer Bodem Missie, doelen, organisatie & investeringsplan. Informatie: H.J. Vermeulen, Postbus 429, 2800 AK Gouda

Ministeries van VROM, LNV en V&W (1997) Notitie N59 Omgevingskwaliteit voor Biodiversiteit

Waterloopkundig Laboratorium en Bureau SME (1997) Ruimte voor natuurlijke zuivering: een haalbaarheidsstudie. Hoofdrapport. Verslag van een onderzoek in het kader van de voorbereidingen van de Vierde Nota Waterhuishouding. RIKZ, Den Haag

Werkgroep Afvalregistratie (1998) Afvalverwerking in Nederland, gegevens 1997.
Rapportnummer Afval Overleg Orgaan (AOO) 98-5, Rapportnummer Vereniging van
Afvalverwerkers (VVAV) VVAV98019IR.R

9 Betekenis biodiversiteit voor wetenschap en educatie

Mirjam Groot en Ton Breure (RIVM Laboratorium voor Ecotoxicologie, Bilthoven)

9.1 Samenvatting

Deze rapportage beschrijft een onderzoek naar de betekenis van biodiversiteit voor de Nederlandse samenleving voor de sector wetenschap en educatie. Biodiversiteitsonderzoek wordt o.a. gefinancierd door de overheid, het bedrijfsleven en instellingen. Onderzoek aan biodiversiteit is direct en indirect van belang voor de Nederlandse economie. Omdat de opgaven bij de verschillende betrokken actoren zelden of nooit compleet zijn op punten als budget, looptijd, menskracht en onderling moeilijk vergelijkbaar is het moeilijk de totaalsom in budget of werkgelegenheid te bepalen. Ook is het moeilijk om precies het aandeel biodiversiteit in meeromvattend onderzoek aan te geven. Slechts een ruwe schatting is mogelijk: Rijksonderzoekinstellingen, DLO en universiteiten samen komen naar schatting op ca. 70 +/- miljoen per jaar. Bij het onderzoek zijn internationale contacten van belang. Behoud en uitbreiding van planten- en diercollecties (botanische- en dierentuinen, genenbanken) is belangrijk om soortenkennis te vergaren en het uitsterven van planten en dieren tegen te kunnen gaan. Het bezoek van hortussen, dierentuinen, Naturalis en zoölogische musea is bijzonder groot: Drie hortussen trekken 190.000 bezoekers, naar 11 dierentuinen gaan jaarlijks 9 miljoen mensen, Naturalis en zoölogische musea trekken ongeveer 1 miljoen mensen per jaar. In Nederland blijkt een groot aantal particuliere stichtingen en verenigingen een belangrijke rol te spelen bij de natuureducatie, beheer en openstelling van natuurgebieden. Aan Staatsbosbeheerterreinen bijvoorbeeld wordt per jaar 100 miljoen keer een bezoek gebracht ! De grote organisaties als Natuurmonumenten, Wereldnatuurfonds, Greenpeace, de Waddenvereniging, de provinciale landschappen en een aantal andere educatie- of studiegerichte verenigingen hebben tezamen enkele miljoenen leden. Uit de analyse van onderzoek en educatie blijkt in ieder geval dat biodiversiteit daarbinnen in alle opzichten, gerekend naar omzet, werkgelegenheid en betrokkenheid van burgers, een verrassend omvangrijke en belangrijke bedrijfstak vormt. Op specifieke aspecten van agrobiodiversiteit en genenbanken wordt in hoofdstuk 4 uitgebreid ingegaan.

9.2 Korte beschrijving van het systeem

In dit rapport is het onderzoek naar de financiering van wetenschappelijk onderzoek aan biodiversiteit door de Nederlandse overheid en de uitvoering van de onderzoeksprojecten door verschillende onderzoeksinstituten en genenbanken weergegeven. Tevens is weergegeven hoe educatie en conservering van biodiversiteitscollecties van belang zijn voor de Nederlandse samenleving. Per onderwerp zal apart worden ingegaan op wetenschap en op educatie.

Onder wetenschap wordt verstaan: de activiteiten van de ministeries van OC&W, VROM, LNV en V&W, onderzoeksinstituten, bedrijven en genenbanken.

Onder educatie wordt verstaan: de activiteiten van musea, botanische tuinen, dierenparken, en verenigingen voor natuurbeheer en -educatie.

9.3 Afhankelijkheid sector van de natuur

Wetenschap

Biologische diversiteit is binnen de biologische wetenschap een belangrijk studieonderwerp met raakvlakken binnen o.a. de moleculaire biologie, taxonomie, ecologie en fysiologie. Daarnaast heeft biodiversiteitsonderzoek maatschappijwetenschappelijke aspecten, zoals ethische en belevingsvraagstukken, perceptie met betrekking tot het gebruik van duurzame goederen, coherentie van de wetgeving, enz. Wij hebben ons vooral gericht op de natuurwetenschappen. De uitkomsten van het wetenschappelijk onderzoek zijn van belang voor gebruik bij en ontwikkeling van landbouw, visserij, toerisme en industriële sectoren. Dit belang geldt zowel op nationaal als internationaal niveau en onderzoek vindt op beide niveaus plaats. De ontwikkeling van deze Nederlandse economische sectoren is afhankelijk van onderzoek aan biodiversiteit.

Educatie

Educatieve instellingen zijn afhankelijk van de natuur om de diversiteit van het systeem aarde te kunnen presenteren en uitleggen. Onderzoek aan biodiversiteitscollecties is van belang voor uitleg en begrip van de natuur.

9.4 Relevante potentiële markten

Wetenschap

Internationaal

In het Vijfde Europese Kaderprogramma voor Onderzoek en Technologische Ontwikkeling (1999-2003) is biodiversiteit in verschillende onderzoeklijnen verweven (Catizzone *et al.*, 1998). In de call for tenders van dit programma komt biodiversiteit aan de orde in verschillende "key actions" (tabel 1).

Tabel 1: Biodiversiteit in het 5e kaderprogramma van de EU

Key action	Titel	Relevante onderwerpen	Budget 1999
1	Duurzaam beheer en waterkwaliteit	Ecologische kwaliteit van zoetwaterecosystemen en wetlands; preventie van verontreiniging	EUR 62,5 - 66,7 mln
2	"Global change", klimaat en biodiversiteit	Interacties tussen ecosystemen en de koolstof- en stikstofcyclus; meting en conservering van biodiversiteit;	EUR 70,8 - 75 mln
3	Duurzame mariene ecosystemen	Meting ecosysteemfunctioneren; duurzaam beheer en gebruik; reductie anthropogene invloed op biodiversiteitsafname	EUR 27,1 - 31,3 mln

De verschillende onderzoekslijnen zijn “sustainable management and quality of water, global change, climate and biodiversity, en sustainable marine systems.” Naast ondersteuning van onderzoek op deze terreinen, wordt ook ondersteuning geleverd aan infrastructuur en instellingen die zich bezighouden met deze onderwerpen (zie voor de EG informatie (http://cordis.lu/eesd/calls/a_199901.htm))

Onderzoek uitgaande van de ministeries

In Nederland wordt wetenschappelijk onderzoek gefinancierd door de centrale overheid en de vrije marktsector. De totale uitgaven van deze bronnen in 1999 is geschat op 15.7 miljard gulden. Van dit bedrag wordt circa 39% door de overheid, 48% door de vrije marktsector en 13% door andere bronnen als buitenlandse industrie en financiële ondersteuning gefinancierd. Van deze fondsen gaat circa 4.3 miljard gulden direct naar de 13 Nederlandse universiteiten en circa 0.7 miljard naar het NWO (NWO 1998).

De onderzoeksuitgaven van de in dit rapport onderzochte Ministeries is in 1999 naar raming 3384.8 voor het Ministerie van OC&W, 95.2 voor het Ministerie van VROM, 319 voor het Ministerie van LNV en 181.8 voor het Ministerie van V&W (<http://www.minocw.nl>). De financiering van onderzoek aan biodiversiteit is een onderdeel van het totale bedrag voor onderzoek.

Onderzoek bij universiteiten instellingen

De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), stimuleert en subsidieert wetenschappelijk onderzoek aan universiteiten en instellingen in Nederland, met geld van het Ministerie van OC&W voor subsidiëring van onderzoeksprogramma's (NWO 1998). In 1998 werd door het NWO 655 miljoen gulden besteed aan wetenschappelijk onderzoek (NWO 1998). Door het NWO zijn de volgende programma's met betrekking tot biodiversiteit gesubsidieerd: Prioriteitprogramma 'Biodiversiteit in verstoorde ecosystemen' (NWO 1996), Prioriteitprogramma 'Sustainable use and conservation of marine living resources' en het Stimuleringsprogramma 'Biodiversiteit'. Binnenkort zal ook het Stimuleringsprogramma 'Systeemgerichte Ecotoxicologie' starten (tabel 2).

Tabel 2: Overzicht van het budget en de looptijd van de door het NWO gesubsidieerde biodiversiteitsonderzoeksprogramma's (Verschoor; Pers. Comm.)

Onderzoeksprogramma	Budget (mln)	Looptijd
Prior. progr. Biodiversiteit in verstoorde ecosystemen	8.7	1994-2004
Prior. progr. Sustainable use and conservation of marine living resources	8	1998-2004
Stim. progr. Biodiversiteit	12	1999-2005
Stim. progr. Systeemgerichte Ecotoxicologie	10.5	1999-2005

Het Ministerie van VROM financiert direct biodiversiteitsonderzoek bij het RIVM zoals weergegeven in tabel 3. Het aantal manweken wat aan het project besteed wordt, geeft de grootte van het project aan. (<http://www.bda.rivm.nl>).

Tabel 3: Onderzoeksprogramma's m.b.t. biodiversiteit bij het RIVM en de hoeveelheid manweken werkzaamheden (RIVM concept Meerjaren Activiteiten Plan 1999)

Onderzoeksprogramma	Manweken werk per project (1 manweek ~ fl 6800,-, gemiddeld)
Milieu en Natuur (408657)	322
Biodiversiteit Internationaal (717101)	4
Monitoring Ecologische effecten (718101)	49
Functionele Biodiversiteit (607601)	165
Modellen en Informatiesystemen Water en Drinkwater (703716)	169
Modellen en Informatiesystemen Bodem en Grondwater (711401)	269

Het Ministerie van LNV financiert biodiversiteitsonderzoek in het kader van de DLO-programmafinanciering. In 1997 was de omvang van die programma's ca fl. 8 miljoen. In tabel 4 worden de programma's met budget en looptijd weergegeven (LNV-DWK, 1997a; LNV-DWK, 1997b).

Tabel 4: Biodiversiteitsprogramma's van DLO, budget en looptijd van de onderzoeksprogramma's

Onderzoeksprogramma	Budget (mln)	Looptijd
Natuurbeheer en -ontwikkeling in aquatische ecosystemen (196)	1.9	t/m 1997
Benutting van genetische variatie in de veehouderij (214)	2.4	t/m 1998
Ontwikkeling en toepassing van methoden voor de kwantificering van genetische diversiteit t.b.v. natuur en landschapontwikkeling (283)	0.8	t/m 1998
Bodemkwaliteit en microbiële diversiteit (305)	0.8	t/m 1999
Biodiversiteit in natuurterreinen en cultuurlandschappen (319)	6.3	t/m 1999
Systeemgerichte ecotoxicologie voor natuurlijke omgeving (321)	1.5	t/m 1999
Duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen in ontwikkelingslanden (322)	1.8	t/m 1999

Door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt onderzoek bij Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde (RWS-DWW), het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en het Rijksinstituut voor zoetwaterbeheer en afvalwaterbehandeling (RIZA) gefinancierd. Bij RWS-DWW zijn bij de afdeling Infrastructuur en Milieu maatregelen twee productgroepen die zich bezighouden met de onderzoeksprogramma's 'Bermbeheer' en 'Ontsnippering en Compensatie' welke betrekking hebben op biodiversiteit (tabel 5). Voor de programma's is jaarlijks resp. 0.6-0.8 en 0.75-1 miljoen gulden beschikbaar. De projecten hebben een looptijd van 1 tot 8 jaar, maar er zijn ook projecten die doorlopend zijn. Per productgroep zijn vijf mensen werkzaam, echter voor minder dan 5 fte. Een deel van het onderzoek wordt uitbesteed aan instellingen en bedrijven. Onderzoek wordt o.a. gedaan naar de diversiteit van flora en fauna in bermen, vervuiling van bodem, water en lucht door wegverkeer en versnippering van het landschap door het wegennet. Naar aanleiding van het onderzoek wordt (beheers)beleid gemaakt (Verstraal; Pers. Comm.; Bekker, Pers. Comm.).

Door het RIZA wordt zoetwateronderzoek gedaan met als doel de maatschappelijke gewenste waterhuishouding van de binnenwateren te bevorderen welke de zorg omvat voor het op en in de bodem vrij aanwezige water (<http://www.nod.nl>). Er zijn binnen

het RIZA 10 thema's waarin onderzoek is onderverdeeld. Verwacht mag worden dat biodiversiteitsonderzoek in alle thema's verweven is, echter de thema's met een duidelijke relatie met biodiversiteit zijn weergegeven. Binnen de thema's Eutrofiëring, Inrichting en herstel, Verdroging en Ecologie zijn verschillende onderzoeken met een relatie tot biodiversiteit. Binnen het thema Inrichting en herstel Binnen het thema Eutrofiëring zijn 2 projecten met een looptijd van 4 jaar en een budget van 2.7 miljoen gulden. Binnen het thema verdroging zijn 4 projecten met een relatie tot biodiversiteit. De projecten hebben een looptijd van 4-10 jaar en het budget wat aan de projecten tezamen is besteed is 4.6 miljoen. Binnen het thema ecologie hebben alle projecten (40) een relatie tot biodiversiteit. De duur van de projecten varieert van 3 maanden tot 4 jaar en het budget voor onderzoek aan dit thema is jaarlijks 5 miljoen.

Door het RIKZ geïnvesteerd in een marine biodiversiteitsprogramma aan de Rijksuniversiteit Groningen (tabel 5). Daarnaast komt het thema biodiversiteit (als onderdeel) regelmatig naar voren in het marine ecologisch onderzoek en advieswerk (7 projecten). Het is niet aan te geven welke onderdelen dat zijn (van der Tol; Pers. Comm.). Door het niet toenemen van de budgetten voor marien ecologisch onderzoek en een zekere verankering van het begrip biodiversiteit in het begrippenkader van waterbeheer en beleid is een toename van biodiversiteit gerelateerd onderzoek niet vanzelfsprekend (van der Tol; Pers. Comm.).

Tabel 5: Gegevens over biodiversiteitsonderzoek bij RWS-DWW, RIKZ en RIZA (Verstraal en Bekker Pers. Comm.:)

	RWS-DWW	RIZA	RIKZ
Aantal projecten	2	46	1
Budget (mln) (totaal)	1.35-1.8	ca. 7 per jaar	1.6
Looptijd (jaren)	1-8	3mnd-10 jaar	4

Een belangrijk centrum van biodiversiteitsonderzoek is de Onderzoeksschool Biodiversiteit, een samenwerkingsverband van de Universiteit van Amsterdam met UL, UU, Naturalis, CBS-KNAW, LUW en het ECTI. Zij heeft als toepassingsgebieden: exploitatie en beheer van het fysieke milieu, plantaardige en dierlijke productie en zuiver wetenschappelijk onderzoek. De Onderzoeksschool Biodiversiteit leidt op tot zelfstandig onderzoeker in de systematische en evolutiebiologie. De wetenschappelijke missie richt zich op de documentatie en analyse van de patronen van biodiversiteit en de evolutionaire processen die deze patronen veroorzaakt hebben. Zij heeft als doelgroep de overheid en het bedrijfsleven (<http://www.nod.nl>).

De onderzoeksschool heeft een budget van 9,3 miljoen gulden. Hiervan komt 4,3 miljoen uit de eerste geldstroom, 2,4 miljoen uit de tweede geldstroom en 2,6 miljoen uit de derde geldstroom. Subsidies worden verkregen van UVA, UL, UU, KNAW, OC&W, NWO, EU, LUW en diverse contacten (nationaal en internationaal).

Het aantal medewerkers bedraagt 149 mensjaren, waarvan 82 mensen wetenschappelijk personeel en 67 mensen niet wetenschappelijk personeel.

In de Nederlandse OnderzoeksDatabank (<http://www.nod.nl>) worden biodiversiteitsonderzoeksprojecten voor een groot aantal onderzoeksinstituten in Nederland weergegeven. In tabel 6 wordt per instituut het aantal projecten gegeven.

Aantallen onderzoeken als opgegeven in de onderzoeksdatabase verschillen vaak van de opgave van de instellingen zelf vanwege de verschillen in projectdefinities en moment van peiling. De belangrijkste indicatie die uit de tabel getrokken kan worden, is dat een groot aantal instellingen betrokken is bij biodiversiteitsonderzoek.

Omdat genenbanken van belang zijn voor wetenschappelijk onderzoek, wordt hieronder de potentiële markt voor het Centraal Bureau voor Schimmelcultures (CBS) en de Nederlandse Cultuur Collectie Bacteriën (NCCB) weergegeven. Het CBS heeft als doel een bijdrage te leveren aan de kennis over de biodiversiteit van schimmels, het conserveren van levende schimmelcultures als genetische bron voor onderzoek, het leveren van service aan onderzoekers en industrie en het doorgeven van kennis via cursussen en cursusboeken, publikaties in wetenschappelijke tijdschriften en het eigen tijdschrift 'Studies in Mycology' en boeken. De collectie van het CBS bestaat uit 35000 verschillende stammen en neemt elk jaar met ca. 1000 toe (<http://www.cbs.knaw.nl>). Voor uitbreiding van de collectie zijn genenbanken voor 100% afhankelijk van biodiversiteit.

Het CBS levert schimmelcultures aan onderzoekers en bedrijven. Het CBS doet zelf taxonomisch onderzoek en onderzoek naar optimale condities voor het bewaren van schimmels. Onderzoek wordt gedaan aan 14 projecten. Cursussen worden gegeven aan studenten en gastmedewerkers (ook internationaal) (<http://www.cbs.knaw.nl>).

Het NCCB biedt zijn diensten aan aan wetenschappelijk, industriële en educatieve instellingen in Nederland. Hieronder vallen het identificeren van stammen en diverse mogelijkheden om stammen te deponeren en aan te vragen. De collectie bestaat uit de meer dan 4500 wild type stammen van de vroegere LMD Bacterie Collectie (welke aangevuld worden door stammen uit eigen onderzoek, maar ook door deposities van stammen beschreven in wetenschappelijke publikaties en door uitwisseling met buitenlandse collecties) en uit de vroegere Phabagen Collectie bestaande uit 5000 bacteriële mutanten, 450 kloningsvectoren en 600 bacteriofagen. Prioriteit voor het uitbreiden van de collectie bacteriestammen, plasmiden en bacteriofagen is het belang voor een brede groep microbiologen en moleculair biologen. Het NCCB heeft een eigen taxonomisch onderzoeksprogramma, welke versterkt met samenwerkingsverbanden verder ontwikkeld zal worden (Rademakers; Pers. Comm.).

Tabel 6: Biodiversiteitsprojecten (aantal) per onderzoeksinstituut

Instituut	Biodiversiteitsprojecten (aantal)
VUA	14
UVA	13
RUG	21
UL	26
UU	8
LUW	67
KUN	3
KUB	1
TUD	1
CBS (Centraal bureau voor Schimmelcultures)	2
NIOZ	8
RIZA	9
RIVM	6
PD (Plantenziektkundige Dienst)	1
DLO	45
NIOO	82
RWS-WW	4
TNO	2
STOWA	4
USHN	1
Waterschappen	6
Natuur stichting	4
ARCADIS/Heidemij advies	1
DHV milieu en infrastructuur bv	1
Infoplan bv	1
NV-KEMA	2
Naturalis	2
Rijksherbarium/Hortus Botanicus Leiden	3
Vlinderstichting	13
Totaal	351

Tabel 7 Onderzoekscapaciteit gelieerd met biodiversiteit (RMNO-NRLO, 1995)

Instituut	Aantal programma's	Personele inzet	Financiële inzet
RIZA	6		
IBN-DLO	7	102 mensjaar	
SC-DLO	2	15 mensjaar	
IPO-DLO	1	15 mensjaar	
AB-DLO + SC-DLO	1	19 mensjaar	
RIVO-DLO	1	23 mensjaar	
DLO	3	12 mensjaar	
RIVM	4	127 mensjaar	
Interdepartementaal	3		77.8 Mf
Ministerie LNV	1		10.5 Mf
Ministerie EZ	1		25 Mf/jaar
NWO	1		8.5 Mf voor 10 jaar
TNO	2		
CBS		8 fte	
RIKZ	5	252 fte	14.9 Mf
Onderzoekscholen	5		

De RMNO/NRLO hebben een aantal inventarisaties uitgevoerd van de onderzoekscapaciteit in Nederland op het gebied van Biodiversiteit (1995, 1997) De inventarisatie van 1995 is samengevat in onderstaande tabel 7. Bij een inventarisatie van het onderzoeksaanbod 2 jaar later is niet nagegaan wat de kwantiteit van het onderzoek op dat moment. Daarbij kwamen ook andere instituten naar voren zoals het NIOO. In die inventarisatie werden ook niet de onderzoeksscholen meegenomen maar de afzonderlijk universiteiten. Hierbij kwamen wel weer een aantal universitaire vakgroepen naar voren, die niet deelnemen in de onderzoeksscholen. (RMNO/NRLO 1997).

9.5 Educatie

De twee belangrijkste museale collecties bevinden zich in het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis in Leiden en in het Zoölogisch Museum in Amsterdam. Naturalis heeft als doel het onderzoeken en presenteren van de diversiteit van het systeem aarde aan de hand van museale collecties (Krikken, 1999). Het Zoölogisch Museum Amsterdam heeft als doel het beheren, ontsluiten en onderzoeken van de omvangrijke en waardevolle zoölogische collecties van de Universiteit van Amsterdam als wetenschappelijke faciliteit voor onderzoekers binnen en buiten de universiteit, op een zodanige wijze dat het instituut wordt erkend als een der belangrijkste Europese kenniscentra van biodiversiteit (Los; Pers. Comm.). De omvang van de collecties van beide musea is weergegeven in tabel 8. Beide musea zijn voor 100% afhankelijk van biodiversiteit (onderzoek, kennis, onderwijs, commerciële exploitatie (tentoonstellingen), het natuurbeschermingsproject van Naturalis, enz.).

Uitbreiding van de collectie van het zoölogisch museum vindt plaats na intensieve selectie van binnenkomend materiaal. Nieuw materiaal komt binnen door aanschaf van objecten die van belang zijn voor onderzoek, giften, en overleden dieren voor presentatie. De prioriteit voor opname van objecten in de collectie is met name afhankelijk van het belang van het object voor onderzoek. Geld voor uitbreiding en behoud van de collectie wordt verkregen door subsidies, sponsoring en commerciële activiteiten (Los; Pers. Comm.).

Door musea wordt onderzoek zowel op nationaal als internationaal niveau gedaan. Het aantal (inter)nationale wetenschappers wat het Zoölogisch Museum bezoekt is ca. 700 per jaar. De bezoeken variëren in tijd van 1 dag tot enkele maanden (Los, 1999). Bij het budget voor behoud en beheer van collecties is voor Naturalis inclusief medewerkers en gebouwen.

De samenwerkingsverbanden zijn goed ontwikkeld. Er wordt door beide musea samengewerkt met instituten en universiteiten in binnen- en buitenland (Schram en Menken, 1998; Krikken, 1999).

Tabel 8: Inhoud van de collectie van het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis en het Zoölogisch Museum Amsterdam. (? betekent geen waarde gegeven) (<http://www.naturalis.nl>; Los: Pers. Comm.)

Aantal objecten (x1000)	Naturalis	Zoölogisch Museum
Gewervelde dieren	570	150
Ongewervelde dieren. excl. insecten	2290	3070
Insecten	5250	6880
Fossielen	1160	?
Gesteenten en mineralen	440	?
Educatieve collectie	60	?
Totaal	9770	13000

In tabel 8 zijn gegevens weergegeven over het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis en het Zoölogisch Museum Amsterdam. Deze collecties bevatten beide enige miljoenen objecten.

Tabel 9: Gegevens over het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis en het Zoölogisch Museum Amsterdam (Krikken, 1999; Los: Pers. Comm.)

	Naturalis	Zoölogisch Museum
Onderzoeksprogramma's	4	3
Onderzoekprojecten nationaal	3	?
Onderzoekprojecten internationaal	20	?
Onderzoeksprogramma's aan Biodiversiteit	4	3
Subsidie voor onderzoek (miljoen/jaar)	2	?
Medewerkers (totaal)	140	29.9
Medewerkers onderzoek	60	18.5
Medewerkers Biodiversiteitsonderzoek	60	18.5
Omzet (totaal miljoen/jaar)	25	3
Tentoonstellingsbezoekers (per jaar)	300000	600000
Wetenschappelijke bezoekers (per jaar)	?	700
Exploitatiebudget (miljoen per jaar)	25	?
Budget collectiebeheer en onderzoek (miljoen/jaar)	10	0.5
Budget voor collectiebehoud en -beheer (miljoen/jaar)	7	3
Subsidie voor nieuwe aankopen/jaar (gulden)	65000	13000
Publicaties (pagina's/jaar)	3500	2000

Botanische tuinen

Botanische tuinen herbergen en conserveren een grote diversiteit aan planten. Het onderzoek naar de botanische tuinen is gedaan naar de tuinen van de universiteit Utrecht, de universiteit van Amsterdam en de universiteit Leiden. De hortus in Haren is niet in het onderzoek betrokken, omdat deze omgebouwd wordt tot animatiepark en hiermee een ander doel heeft dan de andere botanische tuinen. Botanische tuinen hebben als doelstelling bij te dragen aan het vergroten en verspreiden van de kennis over de natuur in het algemeen en planten in het bijzonder en aan het behoud van bedreigde ecosystemen en plantensoorten. Zij dragen bij aan natuurbescherming door soortsonderzoek,

onderzoek en educatie (Joosse en Lukkien, 1998; de Koning; Pers. Comm.; Ursem; Pers. Comm.). Om het doel te kunnen bereiken zijn Botanische tuinen voor 100% afhankelijk van biodiversiteit (de Koning; Pers. Comm.; Ursem; Pers. Comm.). Op ex-situ collecties (genenbanken) voor landbouwdoelen is in hoofdstuk 4 uitgebreid ingegaan.

In tabel 10 is de collectiegrootte van verschillende botanische tuinen weergegeven. Uitbreiding van de collectie vindt plaats door uitwisseling van zaden door botanische tuinen over de gehele wereld. Circa 600 Botanische tuinen en instituten geven zaadlijsten uit met zaden en sporen die aangevraagd kunnen worden. Aan uitwisseling van zaden zijn geen kosten verbonden. Ook vindt uitbreiding van de collectie plaats door onderzoekers tijdens expeditie, via inbeslagnames door de Algemene inspectiedienst van het Ministerie van LNV en wordt een deel gekocht bij gespecialiseerde bedrijven (Joosse en Lukkien, 1998; de Koning; Pers. Comm.).

Tabel 10 : Collectiegrootte van de verschillende botanische tuinen naar aantal soorten en aantal soorten van wilde herkomst. (? betekent geen waarde gegeven) (Tolsma; Pers. Comm.; de Koning; Pers. Comm.)

Hortus	Collectiegrootte soorten	Soorten van wilde herkomst	Gedroogde exemplaren
UVA	12000	?	7915
UU	10061	3394	?
UL	ca. 15000	?	?

Door de botanische tuinen van de Universiteit Utrecht wordt samengewerkt op nationaal en internationaal niveau met bedrijven (Phytera) en instellingen (Universiteit Utrecht, Productschap voor Siergewassen, Stichting Nederlandse Plantentuinen, Botanic Gardens Conservation International) (Joosse en Lukkien, 1998). Door de hortus Leiden wordt naast samenwerking met andere botanische tuinen en het Rijksherbarium ook samengewerkt met natuurhistorische musea. Europese samenwerking vindt plaats naar de geschiedenis der botanie (de Koning; Pers. Comm.). Door de hortus Amsterdam wordt samengewerkt met verschillende organisaties voor botanische tuinen, universiteiten en musea.

In tabel 11 zijn gegevens van botanische tuinen weergegeven. Hieruit blijkt dat bij hortussen een relatief groot aantal vrijwilligers werken. Met onderzoeksprogramma's wordt onderzoek door de hortus zelf bedoeld. Onderzoek aan de plantencollecties wordt veelal gedaan door externe instituten. Aan de plantencollecties van de botanische tuinen van de Universiteit Utrecht wordt veel onderzoek gedaan door de universiteit Utrecht (Wollenberg *et al.*, 1992).

De Hortus Botanicus Leiden is onderdeel van de onderzoeksschool Biodiversiteit en hierdoor betrokken bij tientallen onderzoeken omtrent biodiversiteit (de Koning; Pers. Comm.).

Tabel 11: Gegevens over de botanische tuinen van de universiteit van Amsterdam, Utrecht en Leiden (Joose en Lukkien, 1998; de Koning; Pers. Comm.)

Hortus	UVA	UU	UL
Onderzoeksprogramma's	4	3	10-tallen*
Onderzoeksbudget	50000	150000	3000000**
Medewerkers (totaal)	?	125,5	?
Medewerkers (vast)	16	26	16
Vrijwilligers	80	70	40
Onderzoekers	4	?	12
Bezoekers (1997)	67204	36014	ca. 90000
Publicaties (pagina's)	5***	?	30-40
Donateurs	?	1200	?

* Tientallen onderzoeken worden gedaan bij de onderzoeksschool Biodiversiteit waarvan de Hortus Botanicus Leiden onderdeel is.

** Onderzoeksbudget voor de hortus botanicus Leiden en het Rijksherbarium samen.

*** Aantal publicaties (niet het aantal pagina's).

Dierentuinen presenteren een deel van de biologische diversiteit die we op aarde hebben (EEG, 1991). Dierentuinen spelen een essentiële rol bij het krijgen van begrip voor het belang van natuurbehoud, waarbij begrip en liefde voor de natuur een eerste vereiste is (NVD, 1991). Kennis, begrip en liefde voor bedreigde soorten zorgt voor een draagvlak voor natuurbescherming (niet gekend, is niet geliefd). In Europa bezoeken per jaar 100.000.000 mensen de circa 200 dierentuinen.

Door dierentuinen wordt geen biodiversiteitsonderzoek gedaan, maar met internationale fokprogramma's voor de in dierentuinen aanwezige (bedreigde) diersoorten wordt een bijdrage geleverd aan de bescherming van de wereldwijde biodiversiteit (IUDZG/CBGS (IUCN/SSC), 1993; EEG, 1991).

Door de fokprogramma's kunnen dierentuinen hun collectie behouden en eventueel uitbreiden, zonder dat er dieren uit het wild gevangen moeten worden. Ook kunnen dierpopulaties in het wild vergroot worden met gefokte dieren uit dierentuinen en kunnen in het wild uitgestorven dieren geherintroduceerd worden. Voor elk fokprogramma is een medewerker van één van de meewerkende dierentuinen aangewezen als coördinator. Dit is een medewerker die er in de dierentuin mee werkt en veel kennis heeft van de soort. De medewerker opereert onder de hoede van een soortcommissie en naar de werkprocedures voor de EEP-coördinatoren (EAZA, 1999). De soortcommissie helpt de medewerker bij de uitvoering van zijn functie. Meer dan 200 dierentuin in 25 Europese landen zijn betrokken bij de fokprogramma's (EEG, 1991). In Nederland is er een samenwerkingsverband voor dierentuinen via de Nederlandse vereniging van dierentuinen waaraan elf dierentuinen zijn verbonden (Apenheul, Artis, Burgers' Zoo, Dierenpark Amersfoort, Dierenpark Wissel, Diergaarde Blijdorp, Dolfinarium Harderwijk, Noorder Dierenpark, Ouwehands Dierenpark, Safari Beekse Bergen, Vogelpark Avifauna). De dierentuinen hebben software waarin het aantal aanwezige dieren per soort weergegeven wordt (NOD, 1998). Het is echter niet mogelijk om met deze software aan te geven hoeveel dieren er in de 11 dierentuinen aanwezig zijn. Samen krijgen de elf dierentuinen jaarlijks 9

miljoen bezoekers. Ze zijn aangesloten bij de European Community Association of Zoos and Aquaria (ECAZA), het European Endangered Species Programme (EEG) en de International Union of Zoological Gardens (IUDZG). Op collecties 'ex-situ' van landbouwhuisdieren is in hoofdstuk 4 ingegaan.

Tabel 12 Overzicht van enige in Nederland actieve verenigingen en stichtingen voor natuurbescherming en -educatie

Organisatie	Leden/ donateurs in NL	Activiteiten	Internetadres
Nederlandse Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten	> 900000	aankoop beheer en ontwikkeling van natuurgebieden in Nederland; 300 natuurgebieden, 78000 ha	www.natuurmonumenten.nl
Wereld Natuur Fonds	756000	bijdragen aan natuurbeschermingsprojecten over hele wereld (48.000 jeugdleden)	www.wnf.nl
Greenpeace	600000	acties voor behoud natuur en tegen milieuvervuiling; 36 kantoren in 32 landen. Hoofdzetel in Amsterdam	www.greenpeace.org
Dierenbescherming	212000	belangenbehartiging huis-en wilde dieren, dierenasiels, LID (Landelijke Inspectiedienst); (32000 jeugdleden)	www.dierenbescherming.nl
IVN-Vereniging voor Natuur en Milieueducatie	17000	Natuur en milieueducatie	www.ivn.nl
NIVON-Nederlands Instituut voor Volksontwikkeling en Natuurvriendenwerk	43000	o.a. natuurvakanties en acties t.b.v. natuurbescherming	www.nivon.nl
NJN Nederlandse jeugdbond voor Natuurstudie		natuureducatie voor jongeren, natuurvakanties	www.njmo.nl
Waddenvereniging	53000	natuurbescherming en -educatie	www.waddensea.nl
It Fryske Gea	18500	aankoop en beheer natuurgebieden, 53 gebieden, 14700 ha, natuureducatie	www.eernewoude.nl
Milieudefensie	48000	acties, in internationaal verband ihkv Friends of the Earth	www.milieudefensie.nl
Stichting het Overijssels Landschap		aankoop beheer natuurgebieden, natuureducatie (30 gebieden, 3200 ha)	www.obd.nl/instel.ovland/overland.htm
Stichting het Geldersch Landschap		aankoop beheer natuurgebieden, natuureducatie (>90 gebieden, 10000 ha)	www.hgl-vgk.nl
Stichting Het Utrechts Landschap		aankoop beheer natuurgebieden, natuureducatie (>40 gebieden, 4000 ha)	www.utr-landschap.nl
Stichting Het Groninger Landschap	10000	aankoop beheer natuurgebieden, natuureducatie (20 gebieden, 7000 ha)	www.groningerlandschap.nl

Natuurbescherming en educatie

Natuurbeheerders zijn zeer actief in natuureducatie, door opzet en instandhouding van bezoekerscentra, uitgifte van documentatie, bijvoorbeeld ook via informatie op het internet en het scheppen van faciliteiten voor verblijfsrecreatie (vakantiehuizen en campings). In Nederland wordt veel belang gehecht aan bescherming van de natuur en het milieu. Naast een overheidsinstelling als Staatsbosbeheer, die per jaar 100.000.000 bezoekers registreert op de 220.000 hectaren natuurgebied dat zij onder beheer heeft en faciliteiten biedt voor verblijfsrecreatie in de natuur, o.m. door de

instandhouding van 57 natuurkampeerterreinen, zijn er een groot aantal verenigingen en stichtingen die zich met natuurbescherming en -educatie bezig houden (zie tabel 12).

Gezien de ledenaantallen bestaat er een groot draagvlak voor natuurbescherming en -educatie. Daarnaast bestaan er een groot aantal provinciale stichtingen die zich richten op aankoop, beheer van landschappen en natuurgebieden (Het Geldersch Landschap, Het Drentse Landschap, Het, Utrechts Landschap, It Fryske Gea, Het Groninger Landschap, etc.), die samen enige honderden gebieden bezitten met een oppervlak van 10.000-den hectaren. Deze stichtingen worden voor een groot deel gefinancierd door particulieren en bedrijven.

Enige voorbeelden hiervan zijn ook opgenomen in tabel 12. Een belangrijke activiteit van de verenigingen is ook de jeugdeducatie, waarop vaak een groot deel van de activiteit is gericht. Sommige verenigingen hebben grote jeugdafdelingen, bijvoorbeeld het Wereld Natuur Fonds met 48.000 jeugdleden, de Dierenbescherming met 32.000 jeugdleden en het NJN dat zich helemaal op jeugd- en jongereneducatie gericht heeft.

9.6 Ontwikkelingen en trends in de samenleving

Wetenschap

De positie van het NWO zal versterkt worden, doordat het Ministerie van OC&W de organisatie een grotere invloed gaat geven op de verdeling van de eerste geldstroom over de universiteiten. Het gaat met name vooral om onderzoekscholen en persoonsgerichte stimulering van toponderzoekers. Op deze manier wordt topkwaliteit van onderzoek gestimuleerd. Hierdoor zal meer biodiversiteitsonderzoek terechtkomen in prioriteiten- en stimuleringsprogramma's.

Het CBS verhuist in het jaar 2000 naar Utrecht, waardoor de samenwerking met de universiteit Utrecht versterkt kan worden (<http://www.cbs.knaw.nl>).

Het NCCB is voor identificaties, onderzoek en aanvragen van stammen afhankelijk van trends in de maatschappij. Deze activiteiten worden voor een groot deel gestuurd door opdrachtgevers (de markt). In 1999 zal de wildtype collectie mogelijk sterk toenemen door acquisitie van andere, met opheffen bedreigde, collecties (Rademakers; Pers. Comm.).

Educatie

Het onderzoek wat gedaan wordt door de musea is sterk afhankelijk van maatschappelijke trends in de samenleving, omdat onderzoeksfinanciering in belangrijke mate afhankelijk is van externe subsidiegevers die naast wetenschappelijke ook maatschappelijke trends vertegenwoordigen (bijv. natuurbescherming, milieu-indicatoren, bedreigde diersoorten enz.).

Onderzoek aan biodiversiteit zal toenemen, echter hiervoor is behoefte aan overheidssteun voor het instandhouden en beheren van collecties (Krikken, Pers. Comm.; Los, Pers. Comm.).

Botanische tuinen en dierentuinen zijn afhankelijk van biodiversiteit door studie aan, verslag doen van, presenteren van en begrip bijbrengen voor de biodiversiteit (de Koning, Pers. Comm.). Een groot deel van de financiering van botanische tuinen komt uit de private sfeer (derde geldstroom). Gezien ook het grote aantal leden en donateurs van natuurbeschermings en -educatie-instellingen bestaat daarvoor een goed maaatschappelijk draagvlak.

Dierenparken zorgen voor de overleving van met uitsterven bedreigde diersoorten en om deze taak in de toekomst nog beter te kunnen uitvoeren, zal nog meer samenwerking noodzakelijk zijn. Momenteel worden circa 30.000 planten- en diersoorten met uitsterven bedreigd, waarvan slechts enkele honderden behouden zouden kunnen worden. Bij maximale effectiviteit zouden misschien duizend soorten behouden kunnen worden. Sommige autoriteiten verwachten dat meer dan een miljoen soorten in de komende 100 jaar zullen uitsterven. De taak van dierentuinen als "biodiversiteitsbeschermer" wordt steeds belangrijker.

9.7 Beschrijving conclusies

Biodiversiteitsonderzoek wordt in Nederland door een groot aantal instituten en universiteiten uitgevoerd. Het onderzoek wordt zowel op nationaal als internationaal niveau financieel ondersteund.

Onderzoek aan biodiversiteit wordt uitgevoerd aan specifieke biodiversiteitsprogramma's, echter het is ook verweven in veel wetenschappelijk biologisch onderzoek.

Ook bij genenbanken is wetenschappelijk onderzoek naar biodiversiteit van de collecties van belang. Zij hebben naast een wetenschappelijk belang tevens een commercieel belang.

Botanische tuinen en musea hebben naast een educatieve functie ook een onderzoeksfunctie en nemen zij deel in natuurbeschermingsprojecten. Naast eigen onderzoek hebben zij een functie als onderzoeksinstelling voor wetenschappers, zowel nationaal als internationaal. Uitbreiding van collecties vindt nationaal, maar vooral internationaal plaats.

Evenals botanische tuinen vervullen dierentuinen naast een educatieve functie ook andere functies. Door de internationale fokprogramma's wordt wildvangst voor de collectie van dierentuinen tegengegaan en worden populaties van bedreigde en uitgestorven diersoorten respectievelijk vergroot en geherintroduceerd.

Een versterking van de positie van het NWO tot gevolg hebben dat biodiversiteitsonderzoek in prioriteit- en stimuleringsprogramma's verwerkt zal

worden. Genenbanken zijn voor opdrachten afhankelijk van trends en ontwikkelingen in de maatschappij, omdat zij voor opdrachten worden gefinancierd door het bedrijfsleven.

Doordat een toenemend aantal planten- en diersoorten met uitsterven bedreigd wordt, zal de rol van dierentuinen en botanische tuinen als "biodiversiteitsbeschermer" in de toekomst belangrijker worden.

9.8 Literatuur

Catizzone, M., Larsson, T. and Svensson, L., 1998. Understanding Biodiversity; A research agenda prepared by the European Working Group on Research and Biodiversity (EWGRB). European Commission. EUR 18444-Understanding Biodiversity. Ecosystems Research Report No 25.

EAZA, 1999. Working procedures for EEP coordinators. Eaza Executive Office Amsterdam.

IUDZG/IUCN (IUCN/SSC), 1993. The World Zoo Conservation Strategy; The Role of the Zoos and Aquaria of the World in Global Conservation.

LNV-DWK, 1997a. Overzicht kennisprogramma's 1997; Hoofdrapport. Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

LNV-DWK, 1997b. Overzicht Kennisprogramma's 1997; Bijlagenrapport. Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Joosse, A. en Lukkien, V., 1998. Botanische tuinen Universiteit Utrecht; Tuinen voor wetenschap en publiek. Universiteit Utrecht, Jaarverslag 1996-1997.

Krikken, 1998. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis Leiden; informatie over de Sector Collecties & Onderzoek.

NOD, 1998. Animal Inventory List 1997 of the Dutch Federation Zoos. Compiled by the National Foundation for Research in Zoological Gardens, Amsterdam. (Stichting Nationaal Onderzoek Dierentuinen)

NVD, 1991. Dierentuinen en Natuur- en Milieu educatie. Een beleidsvisie van de dierentuinen van de Nederlandse Vereniging van Dierentuinen.

NWO Facts, 1996. Deel 2 Jaarboek 1996. Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek.

NWO now, 1998. Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek.

RMNO/NRLO (1995) Biodiversiteit. Omgevingskwaliteit voor Biodiversiteit. RMNO rapport nr 113, NRLO rapport nr 95/10

RMNO/NRLO (1997) Achtergronddocumenten voor het advies "Leven in Verscheidenheid" RMNO rapport nr. 128, NRLO rapport nr 97/20

Schram, F.R. en Menken, S.B.J., 1998. Institute for systematics and population biologie (ISP) zoological sections including zoological museum; Annual Report 1997.

Universiteit van Amsterdam.

Wollenberg, L.J.W., Tolsma, J., Vos, J., Lukkien, V.P.A. en Oudijk, A., 1992. Utrecht University catalogue of plant collections. Universiteit Utrecht, faculteit biologie.

Gebruikte websites

<http://www.artis.nl/>

<http://www.bda.rivm.nl/>

<http://www.bio.uu.nl/botgard/collect.htm>

<http://www.cbs.knaw.nl/> (Centraal Bureau Schimmelcultures)

http://www.cordis.lu/eesd/calls/a_199901.htm (Europese Unie)

<http://www.dierenbescherming.nl>

<http://www.eernewoude.nl> (It Fryske Gea)

<http://www.greenpeace.org>

<http://www.groningerlandschap.nl>

<http://www.hgl-vgk.nl> (Stichting Het Geldersch Landschap)

<http://www.ivn.nl>

<http://www.milieudefensie.nl>

<http://www.minocw.nl/>

<http://www.naturalis.nl/>

<http://www.natuurmonumenten.nl>

<http://www.nivon.nl>

<http://www.njmo.nl> (Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie)

<http://www.nod.nl/> (Nederlandse Onderzoeksdatabase)

<http://www.nwo.nl/>

<http://www.obd.nl/instel.ovland/overland.htm> (Stichting Het Overijssels Landschap)

<http://www.utr-landschap.nl>

<http://www.waddensea.nl>

<http://www.wnf.nl>

Met dank aan

- Drs. J. Krikken. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis. Hoofd sector collectie en onderzoek.
- Drs. W. Los. Directeur van het Zoölogisch Museum Amsterdam.
- J. de Koning. Directeur Hortus Botanicus Leiden.
- Ing. A. Oudijk. adjunct directeur Hortus Botanicus Universiteit Utrecht
- Drs. L.J.W. van den Wollenberg, Hoofd, Nationaal Steunpunt BGCI. Hortus Botanicus Universiteit Utrecht.

- J. Tolma. Conservator Hortus Botanicus Universiteit Utrecht.
- B. Ursem. Hortus botanicus universiteit van Amsterdam
- Dr. F. Princée, Stichting Nationaal Onderzoek Dierentuinen
- J.L.W. Rademakers. Conservator NCCB.
- T. Verstraal en G.J. Bekker. Rijkswaterstaat.
- P. Boers, H. Hosper, F. Claessen, H. Winkels en F. Kappers. RIZA Lelystad.
- M. van der Tol. RIKZ.

Lijst van gebruikte afkortingen

CBS	Centraal Bureau voor Schimmelcultures
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek
ECTI	Expertise Centrum voor Taxonomische Identificatie
EEG	European Endangered Species Programme
EU	Europese Unie
ECAZA	European Community Association of Zoos and Aquaria
IUDZG	International Union of Zoological Gardens
KNAW	Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
KUB	Katholieke Universiteit Brabant
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
LUW	Landbouw Universiteit Wageningen
NCCB	Nederlandse Cultuur Collectie van Bacteriën
NIOO	Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
NOD	stichting Nationaal Onderzoek Dierentuinen
NVD	Nederlandse Vereniging van Dierentuinen
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OC&W	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
PD	Plantenziektkundige Dienst
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RIZA	Rijks Instituut voor Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RUG	Rijks Universiteit Groningen
RWS-DWW	Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde
STOWA	Stichting toegepast Onderzoek Waterbeheer
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TUD	Technische Universiteit Delft
UL	Universiteit Leiden
USHN	Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier
UU	Universiteit Utrecht
UVA	Universiteit van Amsterdam
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VUA	Vrije Universiteit Amsterdam
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat

10 De kaarten overziende; samenvatting en discussie

J.A. Klijn (SC-DLO)

10.1 Inleiding

Deze bundel geeft compilatiestudies op een aantal deel terreinen, waar de gebruikswaarde en zo mogelijk de economische betekenis van biodiversiteit is verkend. Allereerst is nog eens blootgelegd dat een schijnbaar simpele vraag niet zo gemakkelijk te beantwoorden bleek en zelfs voor een groot deel als onmogelijke vraag kan worden betiteld. De achtergronden daarvan staan hieronder vermeld (10.2). Toch is het niet alleen een verhaal van "hoe warm het was en hoe ver". Er bleek juist ook heel veel feitelijke informatie voorhanden te zijn, waaruit soms verrassende inzichten naar voren kwamen. Ook daarop wordt hier ingegaan.

10.2 Hoe gebruikswaarde en economische waarde van biodiversiteit toe te kennen?

Uit de studies blijkt dat het moeilijk om de precieze rol van biodiversiteit in engere zin te bepalen en die te isoleren van die van de levende natuur in een meer brede betekenis. Zoals biodiversiteit is gedefinieerd gaat het immers in eerste instantie om de genetische, soorts- en ecosysteemvariatie, met *de nadruk op variatie, verscheidenheid*. Eigenlijk geldt natuurlijk ten principale dat alle menselijk leven zelf en alle menselijke activiteiten, dus ook het economisch handelen volledig van de natuur, meer specifiek de levende natuur of nog meer beperkt de biodiversiteit afhankelijk is. De totale biodiversiteit als *conditio sine qua non*. Waarmee de gebruikswaarde en de economische betekenis oneindig groot is. Vanzelfsprekend is dit een "Adam-en-Eva-redenering" die tegelijk zowel correct als weinigzeggend is, vergelijkbaar met de constatering dat aan de zon een soortgelijke oneindige betekenis is toe te kennen. Maar wat dan wel? Een spannender vraag zou kunnen zijn wat de meerwaarde van delen van die verscheidenheid zou zijn: kunnen we niet op onderdelen met minder toe? Minder genetische verscheidenheid, minder soorten, minder ecosystemen? Wat verliezen we aan gebruikswaarden, kunnen we die wellicht door technisch vernuft compenseren? Wat is de schade bij verlies? En is als benadering daarvan wellicht een vervangingswaarde te becijferen? Er zijn in dat verband de laatste tijd interessante beschouwingen gegeven die de waarde van de natuur pogen te becijferen, ondermeer door Rudolf de Groot ((1992) *Functions of Nature*) en door Constanza et al. in *Nature*, 1997, maar deze publikaties gaan niet expliciet in op het engere begrip biodiversiteit.

Veel van het huidige gebruik of misbruik van de levende natuur blijkt weliswaar in principe herleidbaar tot die biologische variatie, maar in de dagelijkse praktijk van het gebruik, zoals in bepaalde takken van de landbouw of de visserij, concentreert men zich juist vaak op een relatief beperkt aantal commercieel interessante soorten. En zelfs daarbinnen streeft men – althans tijdelijk – naar uniformiteit in produkten die naar volume, kwaliteit en prijs het beste scoren. Monocultures en genetisch versmalde

deelpopulaties zijn op korte tijdschalen het gemakkelijkst. Men zou, paradoxaal genoeg, het beeld kunnen krijgen dat biologische variatie juist een ongewenst verschijnsel is. Dat is allereerst historisch gezien natuurlijk kortzichtig. Immers, de eeuwenlange praktijk van veredeling van cultuurgewassen en huisdieren stoelt op biologische variatie. En er zijn specialistische bedrijfstakken, die nog steeds leven van de biologische variatie in de brede zin van het woord: de veredelingsbranche of – dichter bij de eigen belevingswereld van de gewone man – de immense variëteit die men in tuincentra terugvindt.

Voor de toekomst en dan op een wat langere tijdschaal zal overigens blijken dat met name de landbouw steeds gesteld wordt voor veranderende markten, de vraag naar nieuwe producten, de veranderende productie-eisen (bijvoorbeeld minder milieubelasting, hogere eisen aan de produktkwaliteit door de consument), de noodzaak om hogere resistentie tegen ziekten en plagen te ontwikkelen, de mogelijkheid om gewassen bepaalde profylactische eigenschappen mee te geven. Dus zal op dat moment de waarde van het genetisch kapitaal eens te meer tot zijn recht komen, al zullen de technieken van veredeling aanzienlijk anders zijn. Wat voor de landbouw geldt, zal ook voor andere sectoren opgeld doen: er zijn veel, nog amper vermoede toekomstwaarden in het geding: de zogenaamde optionele waarden.

Er zijn nogal wat voorbeelden, waarbij actuele gebruiksfuncties en de economische betekenis daarvan niet simpel in een eenduidige relatie met biologische variatie als zodanig is verbonden. Biologische waterzuivering bijvoorbeeld draait vaak efficiënter met behulp van een beperkt assortiment soorten, de teelt van consumptievis is gebaseerd op zeer versimpelde ecosystemen. Iets dergelijks ziet men in de bosbouw: monocultures blijken, als alles goed gaat (dus geen ziektes, branden, windschade), naar bedrijfsvoering en verkoopbaar produkt lucratiever. Toch zitten er net als in alle andere gevallen ecologische en economische risico's aan een te smalle biodiversiteitsbasis voor sectoren die ook of juist op lange termijnen werken.

Weer een ander voorbeeld is de farmaceutische industrie, die vanzelfsprekend ook sterk leunt op natuurlijke verbindingen uit plant en dier. Na selectie en isolatie van die stoffen doet de sector zijn uiterste best om die stoffen chemisch, dus zoveel mogelijk los van de natuur, te vervaardigen. Met deze voorbeelden voor ogen is het begrijpelijk dat het bijzonder moeilijk is de actuele gebruikswaarde c.q. economische waarde van biodiversiteit in de eerder aangeduide engere zin in diverse produktietakken aan te geven. Zoals het ook erg moeilijk is om de optionele waarde voor de toekomst nu al enigszins in te schatten.

Een anderssoortig probleem bleek bij een sector als (eco) toerisme, waarvan het duidelijk is dat die zeker voor een deel berust op de aanwezigheid en aantrekkelijkheid van een gevarieerde natuur. Het is echter duidelijk dat – afgezien van zeer specialistische natuurreizen of safari's - toeristen hun bestemming en activiteiten slechts deels motiveren op grond van wat biodiversiteit te bieden heeft, maar dat meestal doen op basis van landschappelijke of natuurwaarden in veel bredere zin dan bedoeld in de strakke definitie van biodiversiteit. Kortom, de actuele gebruikswaarde van biodiversiteit en de omrekening naar een economische betekenis

voor die sector is uitermate moeilijk. Dat verklaart de ruime marges die in dat hoofdstuk moesten worden aangehouden.

Tenslotte zijn er voorbeelden waar de natuur, c.q. biodiversiteit, maatschappelijke prestaties levert, die nooit via marktwerking een min of meer reële prijsstelling hebben gekregen en juist om die reden heel moeilijk zijn te economiseren. Natuurlijke reiniging van water en bodem is een proces, dat dankzij organismen optreedt, maar waarvoor geen markt van vraag en aanbod en prijsvorming is aan te geven. Moeilijk derhalve om deze prestatie van de natuur in economische termen uit te drukken, tenzij op zeer specifieke onderdelen of via allerlei omwegen. Een indirecte benadering om dergelijke natuurprestaties in monetaire termen uit te drukken zou kunnen zijn de geleverde prestatie (zoals de afbraak van organisch afval of afbraak van toxische stoffen of olieresiduen) af te zetten tegen technologische oplossingen en voorzieningen en daarmee een schaduwprijs te genereren. Deze berekeningswijzen zijn in het betreffende hoofdstuk door gebrek aan tijd om dit theoretisch en methodologisch enigermate bevredigend uit te knobbelen niet of zeer incidenteel mogelijk gebleken . Zeker ligt hier een kans voor nader onderzoek. Overigens is ook hier weer de vraag in hoeverre zo'n benadering vooral aangeeft wat het resultaat is van natuurlijke biologische processen in brede zin en welk aandeel daarvan expliciet op het conto van de biologische verscheidenheid kan worden geboekt.

Tot zover een aantal inherente en deels moeilijk oplosbare vraagstukken van theoretische, methodologische en praktische aard. Met die beperkingen en handicaps voor ogen dienen de gegevens en getallen te worden bekeken.

10.3 Enkele hoofdpunten en kerngegevens m.b.t. de relatie gebruik en biodiversiteit

De landbouw algemeen

De sector landbouw en daartoe behorende bedrijfstakken zijn per definitie afhankelijk van biodiversiteit. Cultuurgewassen en landbouwhuisdieren zijn en worden gebaseerd op oorspronkelijk wilde soorten. Life support functies (LSF), zoals het bodemleven dat afbraak- en omzetting van reststoffen regelt en de natuurlijke regulatie van ziekten en plagen, zijn ook in aanleg op biodiversiteit terug te voeren. De bruto productie in land- en tuinbouw bedroeg in 1995 ca. 37 miljard, de netto toegevoegde waarde bijna 13 miljard. De werkgelegenheid in landbouw (en visserij à 2000 mensen) was toen 251.000 arbeidsjaren. Tezamen met handel, toelevering, vervoer en verwerkende voedings- en genotmiddelenindustrie tezamen 548.000 mensjaren. Natuurlijk kan dit alles deels op het conto van de agrobiodiversiteit geschreven. Toch is het praktisch ondoenlijk om de factor biodiversiteit nu en in de toekomst als zodanig te isoleren en te kwantificeren; in het onderstaande worden enkele onderwerpen meer in detail bekeken.

Kosten en baten van ex situ genetische bronnen van agrobiodiversiteit

Het verzamelen *ex situ*, opslaan en instandhouden van het genetisch kapitaal van landbouwgewassen en landbouwhuisdieren gebeurt in genenbanken. Uit de analyse

door Elings blijkt de maatschappelijke betekenis in de meest ruime betekenis (instrumenteel en niet-instrumenteel) zeer groot. Toch is dat alles niet in economische termen te besommen. Afdalend tot de gebruikswaarde kunnen we die in direkt, indirekt en optioneel (=potentieel waardevol in de toekomst) verdelen. Ons daarna beperkend tot de (actuele) direkte economische waarde komt het beeld boven van een economisch buitengewoon rendabele functie van genenbanken. Ten opzichte van de investeringen (2 Mf/jaar) wordt er in het bedrijfsleven een veelvoud terugverdiend in de veredelingsbranche en de diverse produktietakken. Als "rule of the thumb" uit internationaal onderzoek blijkt de ratio opbrengst-kosten op 40:1 gesteld, waarbij in Nederland de toegevoegde waarde op ca. 80 Mf komt te liggen. Daarbij valt aan te tekenen dat genenbanken beslist nog niet alles beheren aan agrobiodiversiteit; zij vormen slechts een vangnet voor een deel ervan. De agrobiologische variatie te velde (in binnen- en buitenland) (de *in situ* variatie) is beduidend groter en vertegenwoordigt dus een veel grotere waarde. De toekomstwaarde van *ex situ* en *in situ* opgeslagen genetisch kapitaal lijkt met de snelle opkomst van genetische technieken aan de ene kant en anderzijds de perspectiefvolle ontwikkeling van de biologische landbouw, waar ook andere soorten en rassen dan de gangbare worden gebruikt, boven alle twijfel verheven.

Biodiversiteit als middel tegen ziekten en plagen

Vanzelfsprekend zijn ziekten en plagen zélf een naar gebruikswaarde en economische betekenis minder gewenst fenomeen van biodiversiteit. Men zou de economische schade aan opbrengst en/of de kosten van de bestrijding dus aan de debetkant van biodiversiteit kunnen noteren. Dit echter is hier niet aan de orde. Een verstandig gebruik van biodiversiteit blijkt in veel gevallen een adequate natuurlijke onderdrukking van ziekten en plagen op te leveren, die in een aantal bedrijfstakken al een geaccepteerd alternatief biedt voor chemische methoden (o.a. fruitteelt, waar 80% van de appelteelters al roofmijten inzetten). Zelfs is de praktijk van gewasrotatie een expressie van het feit dat verstandig omgaan met gewaskeuze en het ervaringsfeit dat het bodemleven bij gewasafwisseling een natuurlijke regulator vormt een goed voorbeeld. Per definitie is natuurlijk ook de biologische landbouw en de progressie daarin – gerekend naar kwaliteit, produktieniveau, omzet) een voorbeeld hoe men door uitgekiende gewaskeuze en het gebruiken van natuurlijke vijanden (antagonisten) goede bedrijfsresultaten kan halen. Door Van Wingerden en Booij zijn daarvan voorbeelden gegeven. Uit hun overzicht blijkt dat over de gehele linie, dus inclusief akkerbouw, de vollegrondsgroenteteelt, de kassenteelten, echter nog niet van een groot economisch belang van biologische bestrijdingsmethoden (gebaseerd op biodiversiteit) kan worden gesproken. Ten dele heeft dit met de gewenste "bedrijfszekerheid" en effectiviteit van de in te zetten organismen te maken, ten dele met duurder uitgangsmateriaal (resistente gewassen), ten dele ook met de hogere arbeidskosten. Dit evenwel is de actuele situatie, waarbij goedkope chemische methoden vooralsnog een vaak lucratiever en bedrijfszekerder alternatief vormen. Zeker waar de afwenteling naar andere functies (drinkwater, natuur, gezondheid werknemers en consument) nog niet aan de kostenkant geboekt wordt. Zij wijzen er terecht op dat met het verschuiven van een aantal economische of juridische randvoorwaarden (overheidseisen m.b.t. hanteren bestrijdingsmiddelen, kwaliteitseisen aan consumptieprodukten, milieueffingen, bewuster koopgedrag bij consumenten) snel een moment kan komen dat biologische bestrijdingsmethoden een

grotere economische betekenis kunnen krijgen. Ook wijzen zij erop dat andere, "teeltondersteunende", functies van de agrobiodiversiteit (bestuiving door insecten, rol bodemleven bij decompositie en nutriëntenvoorziening) nog niet in hun beschouwing zijn meegenomen. Tenslotte zijn indirecte baten, zoals de ecologische variatie en landschappelijke aantrekkelijkheid op en rond de boerenbedrijven nog niet meegerekend.

De bos(bouw)sector

De functies die onze bossen vervullen, inclusief die van houtproductie, recreatie, natuur, zijn direct en indirect afhankelijk van biodiversiteit in boven- en ondergrondse ecosystemen en soorten alsmede de genetische variatie binnen soorten. Het gaat hier merendeels om in vergelijking tot de landbouw om weinig gemanipuleerde systemen. Van groot belang is de rol van de natuurlijke begroeiing, de bovengrondse fauna en het bodemleven, die essentiële functies vervullen bij de voedselkringloop, bestuiving, verspreiding, verjonging. Biodiversiteit van zowel winbare boomsoorten als bodemleven blijkt vooral nuttig ter vermindering van ziekten en plagen, risico's van storm en brandschade en een royaler sortiment in markten waarbij de vraag kan veranderen.

De gebruikswaarde van biodiversiteit die ten goede komt aan de sector, zoals aangegeven door Wieman en Olsthoorn ligt bij de opbrengst van hout (in totaal 30 miljoen gulden, maar na aftrek van de kosten voor onderhoud en winning overigens weinig lucratief), overige natuurproducten (wild, bijenhoning, bessen, paddestoelen), betaling door recreanten (aantal bosbezoeken ligt op 200 tot 230 miljoen bezoeken, maar de entree levert slechts ca. 5% op van de inkomsten) en een aantal specifieke vergoedingen voor openstelling, aangepast beheer, CO2 fixatie. Veel inkomsten van bosbeheerders (60% is niet particulier beheerd, d.w.z. in beheer bij overheid of natuurorganisaties) komen tot stand door lidmaatschappen en sponsoring c.q. subsidies. Opbrengsten die niet ten goede komen aan de sector gaan bijvoorbeeld naar recreatieve/toeristische ondernemers. Al met al is het beeld er een van een relatief natuurlijk systeem, waar veel maatschappelijke belangen direct of indirect aan biodiversiteit zijn gekoppeld, maar waar de houtproductie zelf – na verdiscontering van kosten een hooguit relatief bescheiden aandeel heeft. Andere functies (natuur, recreatie) zijn qua gebruikswaarde en economische betekenis belangrijker, al komt niet alles de sector ten goede en lopen geldstromen vaak zeer indirect- (lidmaatschappen, sponsoring, subsidies).

De visserijsector

Wat door Leopold en Dankers is behandeld is de visserij op zee (ook buiten Nederland) en in de kustwateren, een en ander inclusief de schaal- en schelpdieren. Dit is dus vergelijkbaar met de jacht. Niet behandeld zijn binnenvisserij en viscultures.

Meer nog dan de bosbouw en zeker nog beduidend meer dan de agrarische takken is de visserij afhankelijk van wat een ongestuurd, zij het wel sterk beïnvloed natuurlijk systeem produceert. Feitelijk is de afhankelijkheid van de natuur c.q. de biodiversiteit erg groot. Daarbij gaat het de mens in eerste instantie om de relatief commercieel aantrekkelijke soorten vis en schaal- en schelpdieren (garnalen, mosselen, kokkels).

Het niet aantrekkelijke deel (bijvangst) gaat overboord of wordt industrieel verwerkt. De economische betekenis is uit te drukken in een jaaropbrengst van ca. 570 miljoen gulden, waar tegenover kosten van materiaal en lonen van eenzelfde bedrag. Door overexploitatie en toegenomen investering in vangstmiddelen zijn de laatste jaren de kosten en opbrengsten ongeveer gelijk geworden. De grenzen van de groei (vangstcapaciteit) zijn dus al enige jaren bereikt en hebben geleid tot restrictieve maatregelen (quotering). Werkgelegenheid in de visserij en verwerkende industrie en detailhandel is er voor resp. 2000 en 3150 mensen. Door de auteurs wordt –evenals bij bijvoorbeeld de bosbouw – gewezen op het feit dat op korte termijn (!) het belang van een laag niveau in de biodiversiteit groter lijkt te zijn dan een grotere diversiteit. Immers niet commercieel interessante soorten zijn lastig als bijvangst of als concurrent. Op wat langere termijn kan een grotere rijkdom aan soorten nuttig zijn voor ecologische of economische risicospreiding. (opvang van aantalsschommelingen, evt. veranderde samenstelling door klimaatsverandering, veranderde vraag). Verwacht wordt dat regelgeving ook zodanig verandert dat (over)exploitatie van commerciële soorten en schade aan andere soorten of gemeenschappen verder zal worden teruggedrongen.

De farmaceutische industrie

De farmaceutische industrie in Nederland kent een klein aantal grote ondernemingen, die ook erg internationaal opereren, daarnaast een aantal kleinere. De totale farmaceutische produktie bedraagt ca. 8,4 miljard en is goed voor 4% van de Europese markt. De werkgelegenheid in 1995 bedroeg ruim 13000 banen. Feitelijk zijn de geneeskrachtige stoffen in oorsprong vaak ontleend aan planten of dieren, en ook bij de bereiding maakt men bij biologische / biochemische processen gebruik van organismen. Maar door industriële technieken (chemisch, biochemisch) tracht men in de produktieketen de afhankelijkheid van diezelfde natuur om redenen van kostenbeperking, bedrijfszekerheid en soms de beperkte beschikbaarheid in de natuur te verminderen. Het is de auteurs, Groot en Breure, niet mogelijk gebleken de betekenis van biodiversiteit, uitgedrukt in bijdrage aan bedrijfsresultaat of aandeel in werkgelegenheid te kwantificeren. Wel zijn er enkele producenten van specifiek plantaardige geneesmiddelen, zoals Biohorma en VSM, waar die relatie met de natuur een handelsmerk is en dus duidelijker gecorreleerd. Deze halen tezamen een bedrijfsresultaat van 120 Miljoen gulden en bieden 500 medewerkers werk. Internationaal opererende buitenlandse bedrijven onderkennen het belang van biodiversiteit soms expliciet en investeren zowel in onderzoek van ecosystemen als in het behoud ervan, de grote Nederlandse bedrijven relativeren dat belang om eerder genoemde redenen of laten het achterste van de tong niet zien. Toch blijkt uit internationale studies het voortdurend belang van biodiversiteit bij het ontdekken, isoleren en produceren van werkzame stoffen ondermeer door het zeer grootschalig en geavanceerd screenen van genetische informatie in wilde soorten. De typisch natuurlijke geneesmiddelen uit de alternatieve branche zijn economisch minder belangrijk, maar hier is de relatie evident blijvend.

De sector (buitenlands) toerisme

Toerisme door Nederlanders, zowel binnen als buiten Nederland, is zowel naar deelname als in economische termen (bestedingen, werkgelegenheid) een belangwekkende sector. Hier is vooral het uitgaand toerisme aan de orde gesteld.

Jaarlijks worden er ca. 10 miljoen kortere of langere vakanties in het buitenland doorgebracht, waarbij ruim 15,5 miljard gulden is uitgegeven. De toe te rekenen werkgelegenheid ligt tussen de 19000 en 26000 arbeidsplaatsen. De toeristische industrie is een der snelst groeiende. Toerisme heeft per definitie baat bij een aantrekkelijk landschap en een gevarieerde natuur. Door Fluitman (bureau CREM) is de omvang en betekenis van het uitgaand toerisme onderzocht, m.n. naar populaire bestemmingen. Allereerst blijkt dat in de beweegredenen voor toeristen het onderscheid landschap, natuur en biodiversiteit amper te maken is. Dat verklaart waarom met ruwe taxaties en ruime marges is gewerkt. Natuurmotieven blijken relatief groot. Getracht is voor een aantal populaire bestemmingen (Alpen zomer, Alpen winter; Kenia, Antillen) een zeer ruwe (!) schatting te maken van het aandeel biodiversiteit in de plaatskeuze en daarmee uitgaven en werkgelegenheid. Gezamenlijk voor buitenlandse bestemmingen – bepaald door extrapolatie - ligt dat tussen de 15 en 40%, tussen de 650 en 1750 miljoen gulden en de 3900 en 10.000 arbeidsplaatsen (afgerond). Naar ontwikkelingen gemeten is het ecotoerisme binnen het internationaal toerisme een zeer snelle stijger (10 – 30% groei). Natuurlijk zijn deze getallen maar in zeer beperkte mate uit te leggen als voordelen van biodiversiteit voor de “ B.V. Nederland”. Immers er treedt een forse kapitaal-export vanuit Nederland naar andere landen op, m.a.w. de landseconomie lijdt verliezen als gedeeltelijk gevolg van de aantrekkelijke biodiversiteit over de grenzen. Het zou interessant zijn de waarde van de Nederlandse natuur voor inkomend toerisme te beschouwen, c.q. de mogelijkheid dat Nederlanders meer in eigen land blijven.

Het reinigend vermogen van bodem en water in relatie tot biodiversiteit

Organismen spelen een sleutelrol bij belangrijke stoffenkringlopen, waar o.a. organische stof mineraliseert. Ook zorgen zij voor een belangrijk deel voor het opruimen van afvalstoffen, waaronder ook toxische stoffen. De rol van de levende natuur is hier te omschrijven als “life support function”. Er is bij die processen een groot aantal soorten in een voedselweb betrokken en er zijn indicaties dat biodiversiteit een “verzekering” biedt voor het doorgaan van deze vitale processen, mochten er eventueel soorten uitvallen. Er is volgens Groot en Breure nog geen methode om de totaalprestatie van de levende natuur te kwantificeren in economische termen. Wel is op onderdelen, namelijk daar waar technologische toepassing van biologische reiniging van vervuilde grond en baggerspecie aan de orde is, een grove economische taxatie te geven. Biologische sanering “in situ” van verontreinigde grond staat voor een markt van 1 tot 2 miljard per jaar, voor baggerspecie tussen de 55,5, en 550 miljoen per jaar. Voor de zelfreiniging van oppervlaktewater zijn in het onderzoek door Groot en Breure geen bruikbare schaduwrijzen gevonden.

Biodiversiteit, onderzoek en educatie

Onderzoek aan biodiversiteit in Nederland is bij universitaire en andere onderzoeksinstellingen een branche met een aanzienlijk jaarlijks budget (70 +/- 20miljoen) en biedt derhalve veel mensen werk. Ook hier trouwens is het volgens Groot en Breure moeilijk binnen het onderzoek aan de levende natuur het aandeel biodiversiteitsonderzoek meer specifiek af te zonderen.

Educatie, gericht op het overbrengen van kennis over biodiversiteit, gebeurt natuurlijk op allerlei fronten, bijvoorbeeld via onderwijs, boekwinkels, films en tv, maar meer specifiek in musea, botanische tuinen en dierentuinen. Omzet, bezoekersaantallen en

werkgelegenheid in de laatstgenoemde groep activiteiten zijn ronduit aanzienlijk. Het bezoek door Nederlanders aan natuur en bos is gigantisch, terwijl ook de ledenaantallen van natuurorganisaties proportioneel bijzonder hoog zijn. Natuurlijk vormt biodiversiteit in engere zin slechts een der motieven. Het beeld komt op van een ook in economisch opzicht omvangrijke branche, zelfs los van allerlei naar schatting zeer omvangrijke geassocieerde economische activiteiten (recreatie, horeca, accessoires zoals boeken, gidsen, kijkers).

10.4 De slotsom?

Natuurlijk kan een onvolledige verkenning in kort tijdsbestek, met een aantal inherente handicaps om de gebruikswaarde of economische waarde van biodiversiteit vast te stellen, geen simpele optelsom van de waarde van de biodiversiteit in Nederland opleveren. Toch is o.i. door het identificeren, beter benoemen, deels zelfs al in economische termen uitdrukken van die waarden een nu al indrukwekkend beeld van de actuele en directe betekenis voor een aantal maatschappelijke functies aan te geven. In veel van de eerder genoemde sectoren gaat het om zeer grote bedragen, variërend van tientallen miljoenen per jaar tot enkele miljarden per jaar. Opgeteld een fors aantal miljarden, met daarbij vele duizenden arbeidsplaatsen. Daarbij steeds de kanttekening dat er *slechts een deel van de prestatie van de levende natuur* in het zicht is gebracht. Een taxatie van de totale maatschappelijke prestatie van de levende natuur in dergelijke termen zou pure speculatie zijn, er valt slechts aan te nemen dat het een veelvoud moet zijn van hetgeen wel in beeld is gebracht. Het zou een forse inspanning vergen om een veel vollediger en betrouwbaarder "tableau" samen te stellen van alle directe en indirecte economische en andere gegevens. Eerlijkheids- halve zou men ook de andere kant van de medaille aan de orde moeten stellen: wat kost het de samenleving om i) schade door biodiversiteit (bv. ziekten en plagen) te vermijden of herstellen en ii) wat kost de bescherming van de alle maatschappelijk waardevol geachte biodiversiteit in eigen land veilig te stellen, bv. in natuurgebieden, in genenbanken, dierentuinen en wat dies meer zij. Door Vreke en Veeneklaas (J.Vreke & F.R.Veeneklaas, 1997. Economische kosten-baten-analyse van de ecologische hoofdstructuur. SC rapport 554, Wageningen) is op grond van het oppervlak natuurgebied in Nederland, de over dat oppervlak veronderstelde ontgane opbrengsten (de zogeheten "opportunity costs", bv. voor landbouw) opgeteld bij de gemiddelde beheerskosten, op een totaal van dik 1,5 miljard gulden per jaar besomd.

Veel belangrijker echter zijn de indirecte waarden en toekomstwaarden, waar amper een reële inschatting in economische termen van is te geven. Een inschatting van de orde van grootte zou wellicht wenselijk zijn om de betekenis van biodiversiteit in de politiek-maatschappelijke discussie nog beter tot zijn recht te laten komen. Het is evenwel de vraag of de directe baten, de vele en veelsoortige indirecte baten en allerlei toekomstwaarden van biodiversiteit door een onderzoeksintensivering op theoretisch, methodologisch en empirisch vlak nauwkeuriger in beeld gebracht moeten gaan worden. Door theoretische en methodologische handicaps kan één en ander gemakkelijk tot pseudo-objectiviteit en -nauwkeurigheid leiden. Grote onderschatting maar mogelijk ook overschatting zijn beide mogelijk. Afhankelijk van

aannames, invalshoek en incompleteit van berekeningen kunnen er allerhande min of meer suggestieve uitkomsten gegenereerd worden. Er kan daardoor een heilloos wetenschappelijk en maatschappelijk debat ontstaan. Wij zijn al met al beducht voor cijferfetisjisme dat de werkelijke aanpak van problemen en creativiteit bij het oplossen ervan in de weg kan komen te staan. Wellicht is het veel beter te volstaan met het trachten bewust te worden, te benoemen en in kaart te brengen van de vele functies van biodiversiteit en daaraan een goede risicoschatting bij onverhoopt verlies toe te voegen. Maatschappelijk nuttiger en meer in de geest van het biodiversiteitsverdrag is het om in de communicatie tussen actoren (overheid, burgers, maatschappelijke groeperingen, bedrijfsleven) het algemeen en zakelijk belang en de mogelijkheden tot behoud te leren kennen. De energie en inventiviteit van betrokkenen kan dan aangewend om het duurzaam gebruik af te stemmen op het behoud van biodiversiteit op langere termijn.