




Planbureau-werk in uitvoering

Mobiliteit en effecten op natuur

U. Kirsten
M.J.S.M. Reijnen
J. Vreke
R.J.H.G. Henkens

Werkdocument 2003/10



Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte

Wageningen, 2003

Mobiliteit en effecten op natuur

U. Kirsten
M.J.S.M. Reijnen
J. Vreke
R.J.H.G. Henkens

Werkdocument 2003/10

De reeks 'Planbureau - werk in uitvoering' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor het Natuurplanbureau. De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van het Natuurplanbureau verspreid. De inhoud heeft een voorlopig karakter en is vooral bedoeld ter informatie van collega-onderzoekers die aan planbureauproducten werken. Citeren uit deze reeks is dan ook niet mogelijk. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd. De reeks omvat zowel inhoudelijke documenten als beheersdocumenten.*

* Uitvoerende instellingen: Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Rijksinstituut voor integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR)

Werkdocument 2003/10 is gekwalificeerd als status C. Dit document is geaccepteerd door Florence van den Bosch, plaatsvervangend opdrachtgever namens het Milieu- en Natuurplanbureau

Betekenis Kwaliteitsstatus

Status A: inhoudelijke kwaliteit is beoordeeld door een adviseur uit een zogenoemde referentenpool. Deze pool bestaat uit onafhankelijke adviseurs die werkzaam zijn binnen het consortium RIKZ, RIVM, RIZA en WUR

Status B: inhoudelijke kwaliteit is beoordeeld door een collega die niet heeft meegewerkt in het desbetreffende projectteam

Status C: inhoudelijke kwaliteitsbeoordeling heeft (nog) niet plaatsgevonden

©2003 ALTERRA Research Instituut voor de Groene Ruimte
Postbus 47, 6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 47 47 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Project 394-230011.03 &.04

[NPB Werkdocument 2003/10 – oktober 2003]

Werkdocumenten in de Reeks 'Planbureau - werk in uitvoering' worden uitgegeven door het Natuurplanbureau, vestiging Wageningen. Informatie: (0317) 47 78 45; e-mail: info@npb-wageningen.nl

Website: www.natuurplanbureau.nl

Inhoud

1	Inleiding	7
2	Mobiliteit als maatschappelijk fenomeen	8
2.1	Een korte historie van mobiliteit	8
2.2	Mobiliteit in de maatschappij vandaag	11
3	Modelconcept	12
3.1	Beschrijving van het model	12
3.2	Vraag naar verplaatsingen	13
3.3	Infrastructuur	14
3.4	Mogelijkheden voor sturing	14
4	Effectindicatoren en infrastructuraspecten	16
4.1	Inleiding	16
4.2	Overzicht ecologische effecten	16
4.3	Verlies en verandering van habitat	17
4.4	Verbinden van habitat	17
4.5	Isolatie van habitat: barrièrewerking	18
4.5.1	Overzicht	18
4.5.2	Kwantificering	18
4.6	Beïnvloeding van habitat en biota door emissie van stoffen en energie	19
4.6.1	Overzicht	19
4.6.2	Kwantificering	21
4.7	Ecologische indicatoren en relevante aspecten van infrastructuur	23
5	Indicatoren voor mobiliteit	26
5.1	Inleiding	26
5.2	Motieven voor mobiliteit	27
5.2.1	Bevolking	27
5.2.2	Bedrijfsleven	27
5.3	Indicatoren voor mobiliteit	29
6	Conclusies en aanbevelingen	31
	Literatuur	33

1 Inleiding

Mobiliteit, gedefinieerd als het transport van personen of goederen, is een belangrijke voorwaarde voor ons (economische) welvaartsniveau geworden. Hierdoor kunnen mensen met elkaar handel drijven, ze kunnen familie bezoeken, voor hen gunstige woon-werklocaties zoeken, etc. De keerzijde van mobiliteit is echter dat het ongewenste effecten in de leefomgeving van mensen veroorzaakt en leidt tot aanzienlijke ecologische effecten. Dit wordt vooral veroorzaakt door de aanwezigheid en het gebruik van de benodigde infrastructuur. In het beleid is er dan ook veel aandacht voor maatregelen die de omvang van deze ongewenste effecten doet afnemen.

Dit onderzoek richt zich op maatregelen die de ongewenste effecten voor de natuur kunnen verminderen via het beïnvloeden van de vraag naar en restricties voor verplaatsingen en van de motieven die aan de vraag ten grondslag liggen. Hiervoor is het nodig dat de causaliteit tussen de omvang en oorzaken van mobiliteit en de effecten van daarvan op de natuur op zodanige wijze in kaart wordt gebracht dat bij ongewenste effecten kan worden getraceerd waardoor ze worden veroorzaakt en er aanknopingspunten worden geboden voor sturingsmogelijkheden om deze effecten te reduceren. In dit onderzoek is dat beperkt tot de bestaande fysieke infrastructuur, effecten van veranderingen in de bestaande infrastructuur zijn buiten beschouwing gelaten. Vanwege de beschikbare tijd heeft het onderzoek een sterk verkennend karakter.

Hoofdstuk 2 geeft eerst kort een algemene beschouwing over de historische ontwikkeling van mobiliteit, waarna wordt ingegaan op het belang van mobiliteit vandaag. In hoofdstuk 3 wordt het centrale thema van het onderzoek neergezet dat in de hoofdstukken 4 en 5 nader wordt uitgewerkt. Hoofdstuk 4 gaat nader in op concrete ecologische effecten van mobiliteit en aspecten van infrastructuur die hiervoor verantwoordelijk zijn. Hoofdstuk 5 beschrijft de relatie tussen de motieven van mobiliteit en aanwezigheid en gebruik van infrastructuur. Hoofdstuk 6 geeft conclusies en aanbevelingen.

2 Mobiliteit als maatschappelijk fenomeen

Waarom is mobiliteit zo'n belangrijke factor geworden? Mobiliteit bestaat al erg lang. Om de uitgangspunten van mobiliteit te verkennen, vindt in paragraaf 2.1 een korte zoektocht door de geschiedenis plaats. Paragraaf 2.2 beschrijft de mobiliteit in de maatschappij van vandaag waarbij vooral het spanningsveld tussen economie en ecologie aandacht krijgt

2.1 Een korte historie van mobiliteit

Uitgangspunt van elke reflectie over mobiliteit van mensen is dat mobiliteit voor de mens belangrijk is, niet alleen ten aanzien van zijn eigen verplaatsing maar ook van het vervoer van goederen. Deze altijd al aanwezige vormen van mobiliteit hebben zich in de loop van de tijd ontwikkeld en mobiliteit is hierdoor voortdurend toegenomen. Dit proces is nog versterkt doordat ook de mogelijkheden voor mobiliteit (aanbodzijde), in de vorm van vervoermiddelen en wegen (vaar-, spoor-, rijwegen), steeds zijn toegenomen. De vraag *naar* en het aanbod *van* mobiliteit lijken net als op heel veel andere markten altijd in een wisselwerking te hebben gestaan.

Prehistorische ontwikkeling

Grieken en Romeinen voeren al in de antieke tijd met zeil- en roerboten. Niemand weet wanneer het eerste zeil werd gebruikt om te varen (zie o.a. <http://www.deutsches-museum.de/bildung/akademie/wasser/w2.htm>). Voor de "uitvinding" van het zeil was mobiliteit gebaseerd op eigen kracht of op de kracht van dieren: roeien, rijden of lopen. Daarnaast is het ook voorstelbaar dat men zich met behulp van een vlot op een stromende rivier heeft voortbewogen. Het gebruik van dieren voor vervoersdoeleinden betekende een verschuiving van het benutten van menselijke tot niet-menselijke energiebronnen wat al de mogelijkheid tot een hogere mobiliteit creëerde. Vermoedelijk werd met het gebruik van zeilen de mogelijkheid tot mobiliteit voor de eerste keer op een technische manier vergroot. Waarschijnlijk was dit tegelijkertijd de eerste keer dat energie van natuurlijke hulpbronnen "systematisch" voor vervoersdoeleinden werd gebruikt. Het lijkt alsof zeilboten de eerste echte wereldwijde transport- en communicatiemiddelen zijn geweest, vooral in de tijd van de ontdekkingsreizen en de kolonisatie. De bouw van vaarwegen heeft ook voorheen niet toegankelijke plaatsen in de wereld dichter aan elkaar gesloten.

Historische ontwikkelingen in de nieuwe tijd

Het zeilverkeer bracht echter ook onvermijdelijke beperkingen van de bereikbaarheid van sommige plaatsen met zich mee. Zeilen was te afhankelijk van grillige windsterkten en van vaarwegen. Zeilen stelde meer een aanvullend vervoermiddel voor en kon *niet* de functie van een meer tijd- en menselijke energiesparende manier van mobiliteit *te land* invullen. Dit veranderde in de negentiende eeuw in verband met de uitvindingen die de kracht van fossiele energiebronnen konden omzetten in wielconsistente, circulerende mechanismen. Voor die tijd werd weliswaar gebruik gemaakt van de energie van fossiele brandstoffen, echter niet voor het doel van voortbeweging. De eerste stoommachine werd 1648 door Severy gebouwd maar was in essentie te krachteloos om te worden gebruikt voor verkeers- en vervoersdoeleinden. De verbetering van de efficiëntie van de stoommachine in 1784 door James Watt heeft fossiele energie ook voor mobiliteitsdoeleinden beschikbaar gemaakt (zie o.a. <http://www.deutsches-museum.de/bildung/akademie/wasser/w3.htm>).

Nieuwe mogelijkheden

Dit was echter slechts de technische voorwaarde die een verhoogde mobiliteit mogelijk maakte, althans de mogelijkheid tot een hoger mobiliteitsaanbod creëerde. In de meer economische zin had een voldoende groot deel van de maatschappij een vraag naar mobiliteit met een bepaalde betalingsbereidheid moeten hebben om de investeringen in de nodige infrastructuur terug te verdienen. De investeringen in de infrastructuur werden meestal door de overheid gedaan zodat het financiële risico over alle belastingbetalers werd verdeeld. Het spoorverkeer betekende een enorme stap in de richting van goedkopere mobiliteit, ook in termen van reistijdwinst. Als gevolg van technische uitvindingen en regelmatige vernieuwingen werd de benodigde reistijd steeds minder en/of de afgelegde afstand steeds groter.

Invloed welvaartsniveau en -verdeling op de vraag

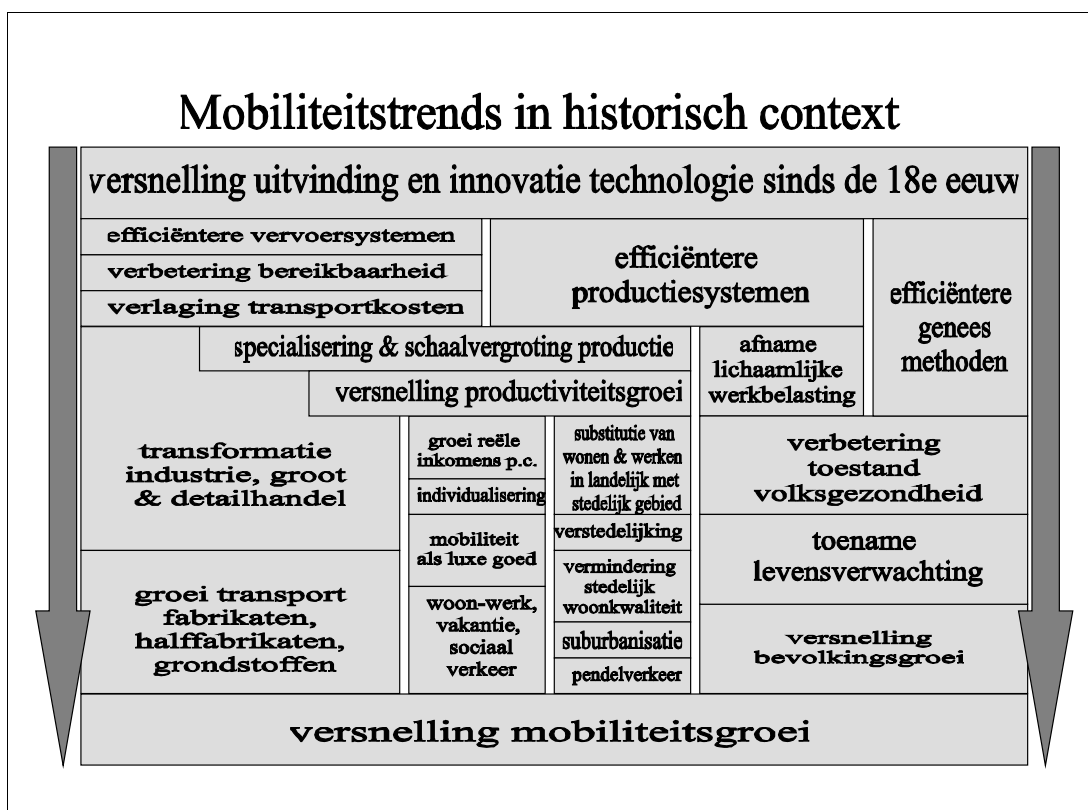
De industriële revolutie die in het begin gedragen was door de stoommachine, was in economische zin mogelijk omdat deze bijdroeg aan het verhogen van de productiviteit. Dit maakte een snelle uitbreiding van de infrastructuur van vooral het spoorwegennet mogelijk. Toegevoegde uitvindingen in dezelfde eeuw zoals een reeks van verschillende motortypen hebben de technische voorwaarden geleverd voor de individuele mobiliteit door middel van auto's en fietsen. Pas in de twintigste eeuw werden deze vervoermiddelen betaalbaar voor de grote meerderheid van de Nederlanders omdat de kostprijs daalde en omdat het welvaartsniveau en de welvaartsverdeling verbeterden.

Wisselwerking tussen vraag en aanbod

Het is denkbaar dat het vervoersaanbod de tijdsgeest heeft beïnvloed in de vorm van reizen als instrument ter invulling van productie- en consumptiedoelinden. Het fenomeen van opgewekte preferenties kan ook nu nog steeds worden geobserveerd als men bijvoorbeeld aan de enorme invloed van reclame denkt. Denkbaar is dat de optie zich gemakkelijk te kunnen verplaatsen mensen ertoe aanzet van het diverse aanbod gebruik te maken. Denkbaar is ook dat het creëren van nieuwe mogelijkheden te maken heeft met de eeuwige mensheidsdroom om zich nagenoeg onbeperkt te kunnen verplaatsen. De romans van Jules Verne vormen in dit opzicht een bekend voorbeeld van dergelijke mobiliteitsdromen. Hierdoor kan men spreken van een soort wisselwerking tussen vraag en aanbod. De wens naar mobiliteit was een drijfveer om de technologie te verbeteren en de mogelijkheid van mobiliteit creëerde andersom nieuwe preferenties. Ook op andere gebieden van consumptie werkt de psyche van mensen vaak op deze manier: wat men ziet wat kan, dat wil men doen (zie ook Pellenberg 1996).

Een systematiek voor mobiliteitstrends

Figuur 2.1 verduidelijkt hoe diverse maatschappelijke trends rondom mobiliteit langs de historische ontwikkeling met elkaar zijn verweven. Het was niet de ambitie alle mogelijke trends, de daartussen liggende dwarsverbanden en de correcte chronologische volgorde in beeld te brengen. Het ging erom een meer systematische kijk naar de historische ontwikkeling van mobiliteit te krijgen. Raakvlakken tussen elementen van dit schema duiden op een directe (hier niet nader bepaalde) samenhang, niet elkaar rakende elementen staan ook in de realiteit eerder van elkaar af.



Figuur 2.1 Mobiliteitstrends in historisch context (toelichting in tekst)

De technologische revolutie en de aangestipte trends

Uitgangspunt bij de gedachtevorming die ten grondslag ligt aan fig. 2.1 is de technologische revolutie (zie Kaelble 1987 p. 10-21) die drie cruciale ontwikkelingen inleidde: de toegenomen mogelijkheden (1) in het vervoer, (2) van productieprocessen en (3) in de geneeskunde. De laatste twee ontwikkelingen vormden belangrijke voorwaarden voor de verbetering van de algemene volksgezondheid die gepaard ging met een hogere levensverwachting en uiteindelijk een versnelde bevolkingsgroei. De uit het opzetten en verbeteren van de vervoerssystemen resulterende vergroting van de bereikbaarheid betekende een verlaging van de transportkosten en in sociaal opzicht een vergroting van mogelijke sociale contacten. Economisch gezien hebben de lagere reële transportkosten, samen met de specialisering en schaalvergroting van de productie maar ook met de hogere productiviteitsgroei, het vervoer van eindproducten, halffabrikaten en grondstoffen aangewakkerd.

De productiviteitsgroei gaat bij gelijkblijvende werkgelegenheid samen met een stijging van de reële inkomens per capita. De hogere reële inkomens hebben onder andere tot een grotere individuele keuzevrijheid geleid, wat een vergroting van de individuele keuzemogelijkheden betekende. Verder heeft het gebruik van nieuwe technologie tot rationalisering van het productieproces in de landbouwsector geleid en tegelijkertijd de stedelijke productie vergroot. Vanwege de verschuiving van banen naar de steden werd het ook aantrekkelijker in de steden te gaan wonen. Deze trend heeft zich pas in de jaren '70 omgedraaid, ook omdat de stedelijke woonkwaliteit vooral in verhouding tot wonen op het platte land verminderde. Het fenomeen dat mensen in zogenaamde slaapsteden gaan wonen en in de "echte" steden blijven werken, heeft pendelverkeer tot gevolg.

De grote omvang van mobiliteit vandaag heeft zijn oorzaken in een lange ontwikkeling van verschillende technologische, maatschappelijke en demografische trends.

2.2 Mobiliteit in de maatschappij vandaag

Mobiliteit is in verschillende opzichten onmisbaar geworden, maar mobiliteit vertoont ook onwenselijke bijeffecten. Één van de belangrijkste voor de maatschappij positief beleefde effecten van mobiliteit is – mits redelijk betaalbaar – dat de toegenomen mogelijkheid zich te verplaatsen als smeermiddel werkt voor de economie. Mobiliteit is een belangrijke voorwaarde voor ons welvaartsniveau geworden (zie: van de Poll, 1981; Heertje, 1998).

Meer infrastructuur en intenser gebruik ervan

Een mogelijkheid voor de overheid om bij te dragen aan economische groei en werkgelegenheid is mobiliteit faciliteren ofwel het vervoer makkelijker maken, d.w.z. reëel goedkoper vervoer mogelijk maken in termen van materiële input, tijd en moeite. Dit betekent óf nieuwe infrastructuur aanleggen óf het mogelijk maken van intensiever gebruik van bestaande infrastructuur of allebei. In alle gevallen wordt de ruimtelijke impact van mobiliteit groter. Nieuwe infrastructuurprojecten tasten onze leefomgeving aan en kunnen samenhangende gebieden versnipperen. De emissies door het energieverbruik in verkeer en vervoer belasten het milieu en veranderen de ruimtelijke condities voor de natuur. Mensen en dieren ondervinden vaak overlast van aan mobiliteit gerelateerd geluid en licht. Zieke mensen in een verziekte leefomgeving en het verlies van biodiversiteit kunnen het gevolg zijn. Dit zijn voorbeelden die door de meeste mensen negatief worden beoordeeld.

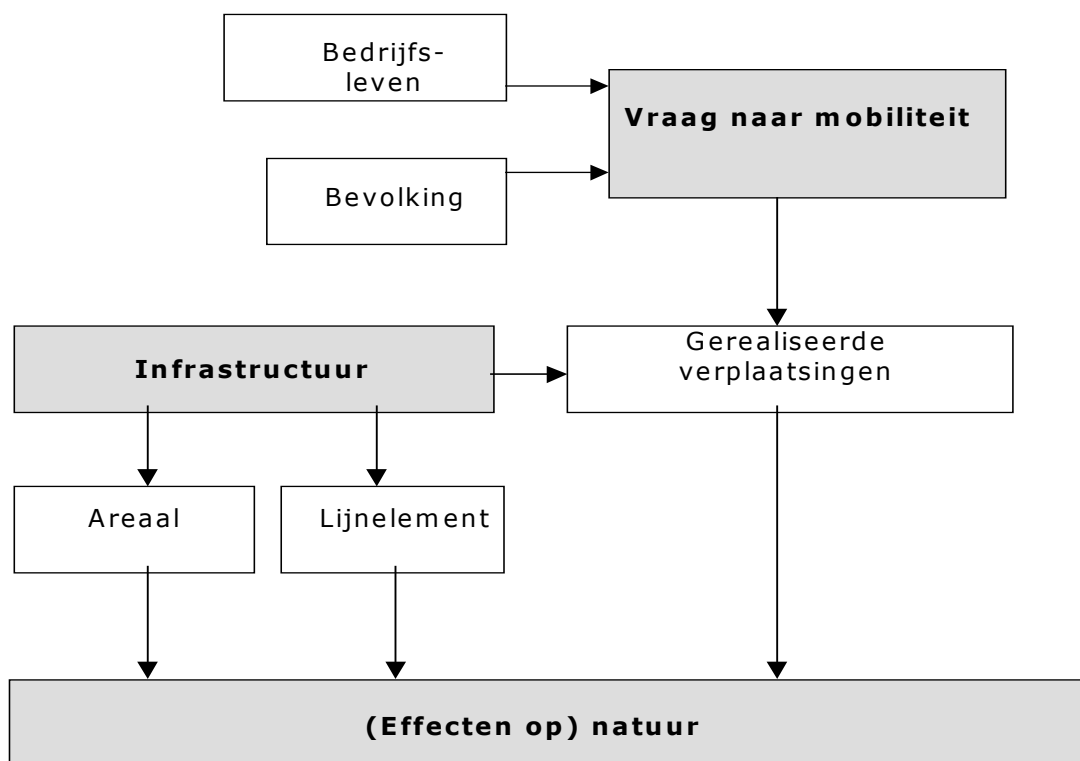
Mobiliteit als voorwaarde voor economische ontwikkelingen

Daar staat tegenover dat in onze maatschappij weinig mensen bestaan die zouden willen afzien van de bestaande mobiliteit. Wellicht bestaan er nog minder mensen die een welvaartsrimp zouden accepteren. Een vermindering van mobiliteit betekent onder de huidige omstandigheden tegelijkertijd een potentiële verlaging van welvaart, vanwege het genoemde verschijnsel van mobiliteit als smeermiddel voor de economie (zie ook Leeflang 1996). Daarom vormt de kwaliteit van gezondheid, milieu, natuur en leefomgeving enerzijds versus ons (economisch) welvaartsniveau anderzijds het grote spanningsveld rondom het gebruik van vervoersmiddelen binnen onze samenleving.

3 Modelconcept

3.1 Beschrijving van het model

Het doel van het onderhavige onderzoek is het beschrijven van de causaliteit tussen de omvang en oorzaken van mobiliteit en de effecten van mobiliteit op natuur. Deze beschrijving moet het mogelijk maken om de oorzaken van ongewenste effecten op natuur te traceren, ook moet ze handvatten bieden om de aard en omvang van de mobiliteit te beïnvloeden ten einde de ongewenste effecten op natuur te reduceren. Uitgangspunt bij het onderzoek is de bestaande fysieke infrastructuur, effecten van aanleg van nieuwe infrastructuur zijn buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3.1 Modelconcept. De pijlen in dit schema geven één richting aan, voor de overzichtelijkheid zijn terugkoppelingen en dwarsverbanden, die in de praktijk optreden, niet weergegeven.

Bij het in kaart brengen van de relaties tussen mobiliteit en natuur (zie Figuur 3.1) is onderscheid gemaakt tussen mobiliteit in enge zin en in ruime zin. Mobiliteit in enge zin betreft de gerealiseerde verplaatsingen ofwel het gerealiseerde vervoer van personen of goederen, mobiliteit in ruime zin omvat tevens de (fysieke) infrastructuur die deze verplaatsingen mogelijk maakt. Er wordt gesproken over gerealiseerde verplaatsingen, omdat zij de resultante zijn van de vraag naar verplaatsingen en de mogelijkheid om in deze vraag te voorzien.

Zowel het gebruik als de aanwezigheid van de fysieke infrastructuur kan effecten hebben op natuur. Voor de aard en omvang van de effecten van vooral mobiliteit in enge zin is het van belang hoe en wanneer een verplaatsing plaatsvindt, daarbij maakt het niet uit waarvoor en door wie dit gebeurt. Ofwel, van belang is wat de verkeersintensiteit is, welke vervoermiddelen dit betreft, met welke snelheid wordt gereden, op welk tijdstip het vervoer plaatsvindt etc.. Bij ongewenste effecten kan worden nagegaan door welke van deze factoren ze worden veroorzaakt en welke verplaatsingen dit betreft. Voor de sturing door de overheid is het vervolgens van belang door wie deze verplaatsingen plaatsvinden en welke motieven er aan ten grondslag liggen. Deze kennis stelt de overheid in staat om gerichte maatregelen te nemen. Met andere woorden de informatie over de totale vervoersstromen is van belang voor de bepaling van de (te verwachten) effecten op natuur, de informatie over de samenstelling van de vervoersstromen voor de sturing door de overheid.

De belangrijke grootheden in het weergegeven modelconcept (Figuur 3.1) zijn de vraag naar mobiliteit, de (bestaande) infrastructuur, de gerealiseerde verplaatsingen en de effecten op natuur. Doordat het onderzoek beperkt is tot de bestaande fysieke infrastructuur, is de vraag naar mobiliteit feitelijk gereduceerd tot de vraag naar verplaatsingen. De vraag naar aanleg van nieuwe infrastructuur en/of uitbreiding van bestaande infrastructuur is buiten beschouwing gelaten. In paragraaf 3.2 wordt nader ingegaan op de vraag naar verplaatsingen. Paragraaf 3.3 is gewijd aan de infrastructuur en paragraaf 3.4 aan de mogelijkheden voor sturing door de overheid.

Voor de effecten van mobiliteit op natuur is in hoofdstuk 4 een overzicht samengesteld van belangrijke effectindicatoren en aspecten van infrastructuur die daarvoor verantwoordelijk zijn. In hoofdstuk 5 is aangegeven hoe de relatie tussen de motieven voor verplaatsingen en de relevante aspecten van infrastructuur kan worden uitgewerkt.

3.2 Vraag naar verplaatsingen

Mobiliteit is geen doel op zich, maar een middel om andere doelen te bereiken. Deze doelen zijn de oorzaken van of de motieven voor mobiliteit. Op basis van de aard van de activiteiten die aan de motieven ten grondslag liggen is er onderscheid gemaakt tussen twee groepen actoren:

- het bedrijfsleven, waar de motieven vooral voortkomen uit economische activiteiten. De bij het bedrijfsleven onderscheiden motieven zijn het vervoer van goederen (grondstoffen, halffabrikaten en eindproducten), het leveren van diensten en zakenreizen.
- de bevolking, waar de motieven vooral voortkomen uit sociale activiteiten. De bij de bevolking onderscheiden motieven zijn woon-werkverkeer, eigen verzorging, sociale contacten en recreatie en vakantie.

De vraag naar verplaatsingen is het resultaat van beslissingen van actoren. Er is daarbij steeds sprake van een (individueel) beslisprobleem dat uit verschillende onderdelen bestaat, namelijk wel of niet verplaatsen, wanneer verplaatsen, naar welke bestemming verplaatsen, via welke route verplaatsen en via welke vervoerswijze verplaatsen. Dit laatste betreft naast de keuze van het vervoermiddel ook de keuze om al dan niet met anderen samen te reizen, zoals via carpooling.

Omdat de uiteindelijke vraag naar verplaatsingen het aggregaat is van alle individuele beslissingen, zijn de omvang en samenstelling van de groepen actoren (bedrijfsleven en bevolking) belangrijke bepalende factoren.

Bij gerealiseerde verplaatsingen zijn vooral het vervoermiddel, de verkeersintensiteit, de rijnsnelheid en het tijdstip bepalend voor de aard en omvang van de effecten op natuur.

3.3 Infrastructuur

De fysieke infrastructuur bestaat uit:

- verbindingen, zoals snel-, spoor- en vaarwegen;
- kunstwerken, zoals bruggen, viaducten en ecoducten;
- voorzieningen, als parkeerplaatsen, vliegvelden en stations.

De gerealiseerde verplaatsingen zijn het gebruik van de fysieke infrastructuur door 'eigen vervoer' en door de zogenaamde 'gebruiksinfrastructuur', het georganiseerde vervoer van personen en/of goederen via vaste dienstregelingen (zoals bij bus, trein en vliegtuig) of via charters.

Bestaan en gebruik van fysieke infrastructuur leiden beide tot effecten op natuur. De effecten van het bestaan van infrastructuur komen voort uit het oppervlaktesbeslag, de doorsnijding van de ruimte en de vormgeving van de infrastructuur. Bij dat laatste kan worden gedacht aan bijvoorbeeld reductie van effecten door bermen of ecoducten.

3.4 Mogelijkheden voor sturing

De omvang van de effecten van verplaatsingen op natuur wordt bepaald door aard, omvang en tijdstip van verplaatsing, ongeacht wie dit betreft of waarom het gebeurt. Voor sturing door de overheid echter is deze informatie wel van belang, omdat deze kennis haar in staat stelt om gericht maatregelen te nemen. Een belangrijk uitgangspunt bij sturing door de overheid is dat sturing vaak het meest effectief is als brongerichte maatregelen worden genomen.

Mogelijkheden voor sturing door de overheid zijn:

- directe ingrepen in de fysieke infrastructuur bijvoorbeeld door het aanleggen van kunstwerken, het plaatsen van geluidwerende schermen, het sluiten van wegen of het aanleggen van nieuwe wegen;
- (stimuleren van) technische oplossingen zoals reductie van uitlaatgassen of zuinigere motoren;
- beïnvloeding van de vraag naar verplaatsingen door psychologische of structurele maatregelen (Steg en Kalfs, 2000). (zie kader 3.1).

In dit onderzoek ligt het accent op beïnvloeding van het gebruik, omdat geen aandacht wordt besteed aan effecten van veranderingen in de fysieke infrastructuur. Om gericht te kunnen sturen zijn kennis over de actoren en de motieven voor het gebruik onontbeerlijk. Voordelen van gericht sturen zijn dat de effectiviteit doorgaans groter is, terwijl bovendien de termijn waarop resultaten optreden korter is.

Kader 3.1 Psychologische en structurele maatregelen

Psychologische maatregelen richten zich op het veranderen van de waargenomen voor- en nadelen van alternatieven, op het vergroten van kennis of op het verduidelijken van normen. Voorbeelden zijn voorlichting, educatie, voorbeeldgedrag en sociale ondersteuning. Bij toepassing van psychologische maatregelen wordt verondersteld dat mensen hun gedrag vrijwillig veranderen als ze inzien dat dit noodzakelijk en/of voordelig is. De maatregelen zijn vooral effectief als het gewenste gedrag geen grote nadelen heeft en er voldoende mogelijkheden zijn om dit gedrag te vertonen. Bij het doorvoeren van minder vrijblijvende maatregelen kunnen psychologische maatregelen een belangrijke ondersteunende functie vervullen.

Structurele maatregelen zijn gericht op het daadwerkelijk veranderen van de keuzesituatie en beïnvloeden daarmee het 'kunnen'. Voorbeelden zijn prijsmaatregelen, wettelijke regelgeving en ruimtelijk beleid. Bij toepassing van structurele maatregelen wordt verondersteld dat mensen hun gedrag aanpassen aan de veranderde omstandigheden. Deze maatregelen zijn vooral effectief als er geen geschikte alternatieven zijn, als alternatieven erg onaantrekkelijk zijn of als er sprake is van gewoontegedrag. Het gewenste gedrag kan aantrekkelijker worden gemaakt (belonen ofwel pullmaatregelen) en/of het ongewenste gedrag kan minder aantrekkelijk worden gemaakt (straffen ofwel push-maatregelen). Beloningen en straffen zullen effectiever zijn als de beloning of straf 1) snel op het gedrag volgt, 2) voldoende sterk is, 3) relevant is, dat wil zeggen aansluit bij wat men belangrijk vindt, en 4) afkomstig is van instanties waarmee men een binding voelt. Verder blijkt dat men maatregelen aanvaardbaarder vindt als duidelijk wordt gemaakt in welke opzichten men erop vooruitgaat; beloningen zijn daarom vaak effectiever dan straffen. Ook aan beperkende maatregelen zijn vaak voordelen verbonden.

Psychologische strategieën en pull-maatregelen hebben als voordeel dat de keuzevrijheid niet wordt ingeperkt. Dit is meteen het grote nadeel: men kan zich er gemakkelijk aan onttrekken. Push-maatregelen zijn vaak effectiever, omdat ze dwingender van karakter zijn. Ze kunnen echter meer weerstand oproepen, vooral als de keuzevrijheid te veel wordt ingeperkt en men zich ten onrechte in het nauw gedreven voelt.

4 Effectindicatoren en infrastructuuraspecten

4.1 Inleiding

Effectindicatoren geven informatie over de ecologische effecten van de aanwezigheid en het gebruik van infrastructuur. Par. 4.2 geeft een overzicht van de verschillende categorieën van effecten. In par. 4.3 tot en met 4.6 worden de effecten per categorie nader toegelicht. Par. 4.7 onderscheidt de belangrijkste effectindicatoren die informatie geven over het gebruik van infrastructuur. De aspecten van de aanwezigheid en het gebruik van infrastructuur die hierbij een belangrijke rol spelen zijn aangeduid als infrastructuurindicatoren. Deze indicatoren zijn belangrijk voor het koppelen van de ecologische effecten aan de motieven die ten grondslag liggen aan de vraag naar verplaatsingen. Dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 5.

4.2 Overzicht ecologische effecten

Mobiliteit beïnvloedt de natuur vooral via de aanleg en het gebruik van de benodigde infrastructuur. De meest belangrijke wijze van vervoer van personen en goederen is over de weg, via het spoor, over het water en door de lucht. Elk wijze van vervoer heeft zijn eigen infrastructuurle voorzieningen. Vervoer over de weg is het meest omvangrijk en heeft geleid tot het dichtste en meest gebruikte wegennetwerk in Europa (European Environment Agency 1999). Het spoor- en vaarwegennetwerk zijn veel minder omvangrijk, maar worden wel intensief gebruikt. Vervoer door de lucht binnen Nederland is relatief beperkt van omvang, zeker vergeleken met andere grotere landen.

Ecologische effecten van mobiliteit zijn vooral onderzocht voor wegen en verkeer (zie o.a. van der Grift et al. 2003, Forman et al. 2003; Sherwood et al. 2002; Spellerberg 1998, 2002; Reijnen et al. 1997; Bennett 1991). Ook de ecologische effecten van luchtvaart hebben relatief veel aandacht gekregen (zie o.a. Oost et al. 1998). Minder bekend is er over de ecologische effecten van vervoer over het spoor (o.a. Tulp et al. 2002) en van vervoer over het water. De ecologische effecten zijn in de volgende categorieën onder te brengen:

- verlies en verandering van habitat door aanleg van infrastructuurle voorzieningen;
- verbinding van habitat doordat bermbegroeiingen als corridor functioneren en transportmiddelen als dispersiedrager;
- isolatie van habitat door barrièrewerking van de aanwezigheid en het gebruik van infrastructuurle voorzieningen;
- beïnvloeding van habitat en biota door emissie van stoffen en energie, zoals geluid, visuele prikkels, licht, trillingen, gasvormige stoffen, zware metalen, strooizout.

De verschillende effectcategorieën zijn hierna beknopt toegelicht. Hiervoor is vooral gebruik gemaakt van een beperkt aantal direct beschikbare en recente (overzicht)publicaties. De meeste publicaties hebben betrekking op wegen en verkeer.

4.3 Verlies en verandering van habitat

Overzicht

Aanleg van infrastructuur leidt direct tot verlies van habitat en de daarin voorkomende plant- en dierpopulaties. Dit blijft vaak niet beperkt tot de oppervlakte van de infrastructuurlijke voorzieningen zelf. Door verstoring van het hydrologische systeem kan habitat tot op grotere afstand van infrastructuur zodanig veranderen dat kenmerkende dier- en plantensoorten verdwijnen (Spellerberg 1998, 2002; Forman et al. 2003). Habitatverlies treedt ook op door winning van bijvoorbeeld zand t.b.v. de aanleg van wegen en spoorlijnen. Aan dit aspect is weinig aandacht gegeven (Spellerberg 2002).

Aan de andere kant leidt doorsnijding van in het bijzonder boshabitat tot het ontstaan van randzones. Mits goed ontwikkeld kunnen deze randzones plaats bieden aan een karakteristieke flora en fauna (Spellerberg et al. 1998). Ook ontstaat in de berm van wegen, spoorlijnen e.d. nieuwe habitat. Bij een natuurgericht beheer kunnen deze bermen een waardevolle habitat vormen voor in het bijzonder planten, kleine zoogdieren, vlinders, loopkevers en andere insecten. De breedte van de berm, de aanwezigheid van relictten van natuurlijk habitat en de abiotische condities spelen daarbij een belangrijke rol (Bennett 1991; Sykora et al. 1993). Vooral in uitgestrekte agrarische gebieden kan het voorkomen van veel soorten in grote mate afhankelijk zijn van de aanwezigheid van bermen (Bennett 1991). Bij vaarwegen vormt het watermilieu ook habitat voor allerlei watergebonden planten en dieren.

Kwantificering

Het totale directe en indirecte oppervlakteverlies door aanleg van infrastructuur is eenvoudig te bepalen door de oppervlakte van de infrastructuurlijke voorzieningen en hieraan gerelateerde activiteiten te berekenen. Belangrijker is echter welke oppervlakte natuur verloren gaat. Voorzover bekend zijn daarvoor bestaande infrastructuur geen kwantitatieve gegevens van bekend.

De oppervlakte aan bermen, randen e.d. van de bestaande infrastructuur is aanzienlijk. Wegbermen in Nederland beslaan bijv. ca. 2% van het landoppervlak (in Spellerberg et al. 2002). Belangrijker is of er ook gegevens zijn over de oppervlakte van bermen in relatie tot de kwaliteit van de daar aanwezige natuur. Dit is voor deze studie niet nagegaan.

4.4 Verbinden van habitat

Overzicht

Wanneer bermen van wegen en spoorlijnen en randen langs vaarwegen andere habitatplekken verbinden, kunnen ze de uitwisseling van planten en dieren tussen deze habitatplekken bevorderen (Spellerberg et al. 1998, 2002; Forman et al. 2003). Dit kan een positief effect hebben op het (duurzaam) voorkomen van soorten in de habitatplekken die worden verbonden.

Vaarwegen kunnen daarnaast ook een verbindingsfunctie hebben voor watergebonden organismen, zoals vissen. Belangrijk is dan wel of stuwen e.d. geen barrières vormen. Bermen en randen dragen ook bij de verspreiding van exoten. Ook het gebruik van infrastructuur (o.a. transport van goederen) speelt daarbij een rol.

Kwantificering

Op basis van gegevens over het ruimtelijk patroon van bermen en randen en de structuur van de aanwezige begroeiing is het in beginsel mogelijk de verbindingsfunctie te kwantificeren (zie Broekmeyer & Steingröver 2001). Vanwege de grote lengte aan bermen, randen e.d. in Nederland is uitvoering hiervan nogal tijdrovend.

4.5 Isolatie van habitat: barrièrewerking

4.5.1 Overzicht

Versnippering is een van de hoofdoorzaken van de achteruitgang van flora en fauna in Nederland. Versnippering vermindert de totale oppervlakte van het leefgebied van soorten, verkleint de oppervlakte van afzonderlijke leefgebieden, vergroot de isolatie van leefgebieden door toenemende onderlinge afstanden en de weerstand van het tussenliggende landschap. Populaties van soorten in deze leefgebieden hebben daarom een grote kans om lokaal uit te sterven. Daarnaast neemt de kans af dat nieuwe leefgebieden worden gekoloniseerd.

Transportinfrastructuur versterkt deze versnippering. Vooral de barrièrewerking is hiervoor verantwoordelijk. Twee aspecten spelen daarbij een rol. Enerzijds steken dieren een lijnvormige transportinfrastructuur niet of minder over door zowel de aanwezigheid als het gebruik van de infrastructuur. Anderzijds, als dieren een lijnvormige infrastructuur oversteken neemt de kans op sterfte toe (bijv. door aanrijdingen bij wegen en spoorlijnen, verdrinking bij vaarwegen), waar bij het gebruik een belangrijke factor is.

Barrièrewerking treedt vooral op bij niet-vliegende diersoorten, als zoogdieren, amfibieën, reptielen en vele insectensoorten. Ook voor kleine vlindersoorten wordt de uitwisseling tussen populaties aan weerszijden van vooral weginfrastructuur bemoeilijkt.

Sterfte door gebruik van infrastructuur krijgt ook afzonderlijk veel aandacht (Spellerberg 2002; Forman et al. 2003). Met name wegverkeer zorgt jaarlijks voor grote aantallen slachtoffers onder de fauna. In slechts weinig gevallen blijken populaties hierdoor in aantal achteruit te gaan. In een onderzoek naar verkeersslachtoffers onder Egels bleek dat er een negatief effect op de populatiedichtheid zou kunnen zijn van ongeveer 30% (Huijser & Bergers 1997). Ook voor Boomarters zijn er, voor wat betreft de invloed van verkeerssterfte op de laatste Nederlandse populaties, aanwijzingen voor een effect op populatieniveau (Das & Boom 2001).

4.5.2 Kwantificering

Er bestaan diverse maten waarmee het ecologische effect van barrièrewerking van infrastructuur is te kwantificeren. We beperken ons hier tot een ecologisch geschaalde maat die recent is ontwikkeld in het kader van het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO, van der Grift et al. 2003).

In het kader van het Meerjarenprogramma Ontsnippering is nagegaan op welke plaatsen in Nederland transportinfrastructuur (rijks- en provinciale wegen, spoorwegen en vaarwegen) een probleem vormt voor de levensvatbaarheid van dierpopulaties (van der Grift et al. 2003). De studie beperkt zich tot de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en diersoorten waarvoor een probleem is te verwachten (niet-vliegende soorten). Vanwege het grote aantal soorten is

gebruik gemaakt van ecoprofielen. De ecoprofielen representeren elk een groep soorten, die een vergelijkbare hinder ondervinden van transportinfrastructuur. In totaal zijn 10 ecoprofielen geselecteerd die vier belangrijke ecosysteemttypen representeren.

Voor het identificeren van knelpunten is gebruik gemaakt van het kennissysteem LARCH. Hiermee is voor elk ecoprofiel in de situatie met en zonder infrastructuur bepaald:

- waar potentieel habitat voorkomt;
- welke habitats een ruimtelijk samenhangend ecologisch netwerk vormen;
- wat de duurzaamheid is van deze netwerken.

Voor de situatie met transportinfrastructuur is per ecoprofiel op basis van literatuurgegevens en expertkennis bepaald wat de doorlatendheid is van de verschillende typen transportinfrastructuur. Tabel 4.1 geeft de relevante infrastructuuraspecten weer:

Tabel 4.1 Infrastructuuraspecten gebruikt voor het beoordelen van de barrièrewerking voor de fauna (van der Grift et al. 2003)

Aspect	Transportinfrastructuur		
	Autowegen	Spoorwegen	Vaarwegen
Provinciale weg	X		
Rijksweg	X		
Verkeersintensiteit	X		
Enkel spoor		X	
> 1 spoor		X	
Mitigerende maatregelen	X	X	X

Plaatsen waar transportinfrastructuur de duurzaamheid van leefgebieden negatief beïnvloedt zijn als knelpunten aangeduid. De knelpunten zijn geïdentificeerd naar de mate van ecologisch verlies dat optreedt (of anders gezegd de mate van ecologische winst bij opheffen van het knelpunt). De ecologische verlies of winst is uitgedrukt in termen van verandering in de draagkracht van het ecologische netwerk. De draagkracht wordt afgemeten aan het aantal reproductieve eenheden (broedparen etc.) dat maximaal kan voorkomen.

Het resultaat is een ruimtelijk overzicht van knelpunten per ecoprofiel van knelpunten in vijf categorieën van ecologische winst of verlies. In totaal zijn 1126 knelpunten geïdentificeerd. Bij autowegen is het aantal knelpunten veel groter dan bij spoorwegen en vaarwegen. Op sommige plaatsen is sprake van overlap van knelpunten van verschillende ecoprofielen. Voor mobiele soorten kan het effect van knelpunten tot vele km van wegen merkbaar zijn.

4.6 Beïnvloeding van habitat en biota door emissie van stoffen en energie

4.6.1 Overzicht

Gebruik van transportinfrastructuur geeft emissies van allerlei stoffen en energie zoals geluid, visuele stimuli, licht, trillingen, gassen, zware metalen en stroom. De reikwijdte van deze emissies varieert sterk. Gegevens hierover zijn vooral gebaseerd op autowegen (Reijnen et al. 1995; Ellenberg 2002, Forman et al. 2003). Verhoogde niveau's van licht, trillingen en zware

metalen zijn tot maximaal ca. 100 m waarneembaar. Strooizout komt niet verder dan de bermen en bermsloten. Geluid en visuele stimulie reiken veel verder, tot meer dan 1000 m van een weg. Ook direct waarneembare verhoogde niveau's van gasvormige stoffen (zoals NO_x, SO₂, CO₂, VOS) beperken zich over het algemeen tot een zone van maximaal 100 m langs de weg. Daarnaast worden gasvormige stoffen afkomstig verkeer over relatief grote afstanden meegevoerd en dragen bij aan de algemene depositie van deze stoffen op regionale en nationale schaal. Daarnaast leidt run-off door afvoer van hemelwater tot verontreiniging van aangrenzende en kruisende waterlopen.

Verstoring door met name geluid en visuele stimuli

Voor broedvogels is aangetoond dat dichtheden in de nabijheid van auto- en spoorwegen aanzienlijk kunnen zijn verlaagd. Effectafstanden reiken tot meer dan 1000 meter (Reijnen et al. 1995, 1996, 1997; Tulp et al. 2002; Foppen et al. 2002). Geluid bleek het effect het beste te verklaren. Er zijn ook aanwijzingen dat geluid de meest bepalende factor is. In open gebieden is een belangrijke rol van visuele stimuli echter niet uit te sluiten. Vergelijkbare effecten voor overige faunagroepen zijn in Nederland waarschijnlijk niet te verwachten (Reijnen en Foppen 2001; Nieuwenhuizen & van Apeldoorn 1995).

In hoeverre vliegverkeer een belangrijke versturende werking heeft op de fauna is niet uitgebreid verkend. Dit lijkt nog het meest waarschijnlijk tijdens de start en landing (Oost et al. 1998). Geluidsverstoring kan wellicht worden verwaarloosd voor het scheepvaartverkeer (mogelijk m.u.v. speedbootachtige vaartuigen).

Licht

Literatuur over de ecologische effecten van kunstmatige verlichting in natuurlijke terreinen is schaars. Uitspraken over effecten hebben meestal een hypothetisch karakter of zijn gebaseerd op laboratoriumexperimenten (Outen 2002).

Kunstmatige verlichting gerelateerd aan transportinfrastructuur heeft vooral invloed op diersoorten. Een belangrijk aspect is de aantrekkende werking van licht op dieren. Dit leidt in veel gevallen tot een grotere sterfte, vooral bij zoogdieren, trekvogels, amfibieën en insecten. Bij broedvogels, zoals uilen, kan daarbij ook verblinding een rol spelen. Snelvliegende vleermuizen profiteren echter ook van het grote insectenaanbod.

Verlichting kan ook leiden tot vermijdingsgedrag. Bij de grutto blijkt wegverlichting de broeddichtheid te verlagen tot op een afstand enkele honderden meters (De Molenaar et al. 2000). De grootte van het effect is echter gering. Ook is aangetoond dat langzaam-vliegende vleermuizen en sommige amfibiesoorten kunstmatige verlichting mijden. Bij een gericht onderzoek naar een aantal zoogdiersoorten bleken sommige soorten (haas, ree, bruine rat en egel) niet te reageren op wegverlichting, terwijl andere soorten (muskusrat, vos, bunzing en hermelijn) (De Molenaar et al. in druk).

Voorzover bekend zijn er geen studies uitgevoerd naar de effecten van kunstmatige verlichting op de structuur en soortsamenstelling van vegetaties (Outen 2002).

Gasvormige stoffen

Depositie van stikstof(NO_x, NH₃) en zwavelverbindingen (SO₂) leidt tot verzuring en vermesting van de natuur. In 2000 (RIVM 2000) was in ongeveer driekwart van Nederland de stikstof- en zuurdepositie te hoog om de beoogde natuurkwaliteit realiseren. Emissie van NO_x en SO₂ door gebruik van transportinfrastructuur hebben een belangrijke bijdrage in de depositie.

Met de uitstoot van vooral CO₂, maar ook van N₂O en CH₄ draagt de transportsector ook bij aan de emissie van broeikasgassen (RIVM 2003a). CO₂ is het belangrijkste broeikasgas dat verantwoordelijk wordt gesteld voor de verandering van het klimaat. Effecten op de natuur zal al waarneembaar, vooral als gevolg van temperatuur stijging. Het betreft vooral een verandering van de soortensamenstelling in Nederland, die naar verwachting verder zal doorzetten (RIVM 2003b).

Fotochemische luchtverontreiniging is de vorming van ozon uit NO_x en VOS onder invloed van zonlicht (UV-straling) in de onderste lagen van de atmosfeer. Vooral op warme zomerdagen kan fotochemische smog gevormd worden. Algemeen wordt aangenomen dat deze smog mede de vitaliteit van o.a. bomen verlaagt (Spellerberg 2002).

(Zware) metalen

Langs wegen worden (zware) metalen worden vooral verspreid via uitlaatgassen en door slijtage van banden. Verhoogde concentraties van deze stoffen in de bodem, vegetatie en fauna reiken meestal niet verder dan 50 m van de weg (Spellingier 2002). Er zijn echter geen duidelijke aanwijzingen dat hierdoor de aantallen van biota worden beïnvloed.

In welke mate deze problematiek speelt bij andere typen infrastructuur is niet nagegaan.

Overig

Naast de emissies rechtstreeks uitgestoten door de voertuigen veroorzaken de productie van brandstoffen en elektriciteit (voor spoorwegen, verlichting wegen, bediening waterwegen, e.d.) ook emissies van gassen (CO₂, NO_x, VOS, SO₂, e.a.) en afvalstoffen. Verder leidt de constructie en afbraak van voertuigen eveneens tot de uitstoot van schadelijke stoffen.

Bij de afvoer van hemelwater komt er heel wat verontreiniging in het milieu. Een belangrijke bron van verontreiniging vormt strooizout dat leidt tot verzilting van bermen. Dit komt zonder het treffen van speciale maatregelen via de afwatering in de waterlopen terecht. Anderzijds leidt het gebruik van herbiciden, bijv. voor het onkruidvrij houden van infrastructuur, tot verontreiniging van de bodem wat weer uitspoelt naar het grond- en oppervlaktewater.

Verder kan scheepvaart aanleiding geven tot het verstoren van het habitat van waterorganismen (verstoring broed- en paaizones door golflslag, turbiditeit als gevolg van omwoeling van sediment, Raes 2002).

4.6.2 Kwantificering

Kwantificering van de effecten is alleen mogelijk voor verstoring van broedvogels door weg- en treinverkeer en voor de emissie van gasvormige stoffen die bijdragen aan verzuring, vermesting en klimaatverandering.

Verstoring van broedvogels door wegverkeer

De relatie tussen wegverkeer en dichtheid van broedvogels in bos en open weidegebied is uitgebreid beschreven onderzocht door Reijnen et al. (1995, 1996, 1997). Het onderzoek laat zien dat een verlaagde dichtheid van broedvogels een algemeen verschijnsel is. Bij 29 van de 41 soorten in bos en bij 8 van de 12 soorten in open weidegebied werd een effect vastgesteld. De grootte van het effect is bepaald door het verband na te gaan tussen geluidbelasting door verkeer (als een maat voor de verkeersbelasting) en de dichtheid van soorten. Het geluidsniveau waarboven een effect optreedt, wordt drempelwaarde genoemd. Uit de helling van de curve is de relatieve afname van de dichtheid af te leiden.

Recent onderzoek van Foppen et al. (2002) laat zien dat verstoring door verkeer niet alleen de abundantie en/of presentie van broedvogels in bossen en open weidegebieden verlaagd, maar van broedvogels in alle andere biotopen in Nederland (heide, moeras, overig agrarisch gebied en verstedelijkte gebied). Globaal wordt ca. 50% van de broedvogelsoorten in Nederland negatief beïnvloed door verkeer. Per biotooptype varieert dit van 30% tot 60%. De resultaten van dit onderzoek waren echter niet geschikt om het verband tussen verkeersinvloed en abundantie/presentie van soorten te kwantificeren.

Om het versturende effect van wegen op broedvogels te kwantificeren is uitgegaan van het effect voor alle soorten gezamenlijk en voor de meest gevoelige soort (tabel 4.2; Reijnen et al. 1997).

Tabel 4.2 Drempelwaardes voor broedvogels van open terrein en bos die aangeven tot welke etmaalwaarde verkeersgeluid, er sprake is van een dichtheidsafname (Reijnen 1997).

Habitat	Drempelwaarde dB(A)	
	Gemiddelde soort	Meest gevoelige soort
Open weidegebied	47	43
Bos	42	36

Deze informatie is echter alleen beschikbaar voor bos en open weidegebied. Daarom zijn andere open biotopen gelijk gesteld aan open weidegebieden en andere gesloten biotopen aan bos. Met behulp van het verband tussen verkeersgeluid en dichtheid van broedvogels is de breedte van de zone langs weg te bepalen waar een verlaagde dichtheid optreedt en de relatieve afname van de dichtheid. Voor het bepalen van de breedte van de verstoorde zone zijn twee methoden beschikbaar:

1. de drempelwaarde in dB(A) vertalen in een afstand tot de weg (effectafstand) aan de hand van de verkeersintensiteit, de snelheid en het aandeel opgaande begroeiing in het gebied grenzend aan de weg (bosfractie). Deze drie aspecten zijn het meest bepalend voor het geluidsniveau. Hiervoor is een handleiding met tabellen beschikbaar (Reijnen et al. 1992). Hiermee is ook een Gisapplicatie gemaakt (Reijnen et al. 2002) die verbeterd is door Foppen et al. (2002).
2. de geluidscontour die gelijk is aan de drempelwaarde direct met beschikbare Gisapplicaties bepalen.

Methode 2 heeft in beginsel de voorkeur. Een praktisch probleem is echter dat gangbare geluidsmodellen geen rekening houden met de bosfractie en dat vaak ook instellingen worden gebruikt die niet corresponderen met de instellingen van het geluidsmodel gebruikt voor het opstellen van de dosis-effectrelaties. Hierdoor wordt de breedte van de versturende zone over het algemeen overschat.

Met behulp van de breedte van de verstoorde zone langs wegen is de oppervlakte verstoord gebied te bepalen voor heel Nederland of delen daarvan en voor verschillende biotopen (zie Reijnen et al. 2002 en Foppen et al. 2002). Van de totale oppervlakte van Nederland is 12-19% door verkeer verstoord (Foppen et al. 2002). Ook is het mogelijk een indicatie te geven van het populatieverlies voor soorten waarvan dosis-effectrelaties beschikbaar zijn (voor de grutto is dit 10%, Foppen et al. 2002).

Verstoring van broedvogels door treinverkeer

Effecten van verstoring door trein verkeer op de dichtheid van broedvogels zijn alleen onderzocht voor open weidegebieden. De opzet van dit onderzoek was vergelijkbaar met dan van het wegverkeeronderzoek (Tulp et al. 2002). Het aantal soorten dat een effect vertoont is geringer dan bij wegverkeer, maar het geluidsniveau waarboven een effect optreedt, is grote lijnen vergelijkbaar.

Voor de kwantificering van het effect kan het beste worden uitgegaan van de hiervoor beschreven 'methode 2'.

Verzuring en vermesting door gasvormige stoffen

Gegevens over de totale depositie van NO_x, NH₃ en SO₂ in Nederland en het aandeel van transport daarin zijn beschikbaar (RIVM 2003a). De mate waarin drempelwaarden voor natuur worden overschreden geeft informatie over de grootte van het effect. De totale depositie is ruimtelijk te differentiëren. Het is niet bekend of dit ook mogelijk is voor het aandeel van transport in de depositie. Dat moet nog worden nagegaan.

Voor planten is het totale effect met behulp van modellen ook nauwkeurig te bepalen op een gridbasis van 1x1 km (RIVM 2000). Ook hiervoor is niet duidelijk of op dit schaalniveau het aandeel van transport in het effect is weer te geven.

Klimaatverandering

Gegevens over de totale emissie van broeikasgassen in Nederland en het aandeel van transport daarin zijn beschikbaar. Het is niet bekend of de totale emissie en het aandeel van transport daarin ook ruimtelijk is te differentiëren.

4.7 Ecologische indicatoren en relevante aspecten van infrastructuur

Tabel 4.3 geeft een overzicht van de in de vorige paragrafen beschreven ecologische effecten van transportinfrastructuur. Effecten die geheel of gedeeltelijk samenhangen met het gebruik van transportinfrastructuur hebben de grootste invloed. Dit komt omdat ecologische effecten van het gebruik van infrastructuur over het algemeen een veel grotere oppervlakte bestrijken dan effecten van de aanwezigheid van infrastructuur.

Tabel 4.3 Globaal overzicht ecologische effecten van transportinfrastructuur

Kwantificering: ?, niet bekend; x, mogelijk alleen landelijk; X, tot op regionale en lokale schaal.

Aanwezigheid/gebruik: X, belangrijk; x, minder belangrijk

Belang: ?, niet bekend; +, beïnvloede oppervlakte relatief klein; ++, beïnvloede oppervlakte groot.

Beïnvloeding habitat en biota		Belangrijkste soortgroepen	Kwantificering			Aanwezigheid	Gebruik	Belang
Verlies en verandering van habitat	Direct verlies	Alle	?	Oppervlakte en kwaliteit	Alle infra	X		+
	Indirect verlies	Alle	?			X		+
	Bermen/randenvliegvelden	Planten Kleine zoogdieren Insecten	x	Oppervlakte en kwaliteit	Alle infra	X	x	+
Verbinden van habitat	Bermen, sloten en randen	Planten Kleine zoogdieren Insecten	?			X	x	+?
	Vaarwegen	Watergebonden soorten	?			X		+?
Isolatie van habitat	Barrièrewerking	Niet-vliegende soorten	X	Knelpunten levensvatbare populaties	Wegen Spoorlijnen Vaarwegen	X	X	++
Emissie van stoffen en energie	Verstoring door geluid en visuele stimuli (licht, sterfte)	Broedvogels	X	Verstoorde oppervlakte en populatieverlies door geluid	Wegen Spoorlijnen		X	++
		Overige soortgroepen	?				X	?
	Verzuring en vermesting door depositie van NO _x en SO ₂	Planten	x	Bijdrage aan oppervlakte met overschrijding kritische waarden depositie	Alle infra		X	++
		Algemeen	x	Bijdrage aan overschrijding landelijke doelstelling gemiddelde depositie	Alle infra		X	++
	Klimaatverandering door emissie van CO ₂	Alle soortgroepen	x	Bijdrage aan emissie	Alle infra		X	++
	Zware metalen	Fauna	?				X	+?

Alle ecologische effecten genoemd in tabel 4.3 zijn in beginsel als indicatoren te beschouwen. We hebben ons hier beperkt tot de ecologische effecten die alleen samenhangen met het gebruik van wegen. In dit onderzoek ligt immers het accent op mogelijkheden tot het beïnvloeden van het gebruik van infrastructuur. Daarnaast hebben we ons beperkt tot de ecologische effecten van groot belang die kwantificeerbaar zijn (tabel 4.4). De geselecteerde ecologische indicatoren weerspiegelen de belangrijkste effecten van infrastructuur, zowel van de aanwezigheid als het gebruik ervan (zie tabel 4.3).

Tabel 4.4 Ecologische indicatoren en relevante infrastructuuraspecten die samenhangen met het gebruik van infrastructuur

Indicator	Belangrijkste soortgroepen	Type infrastructuur	Relevante aspecten van infrastructuur	
			Aanwezigheid	Gebruik
Barrièrewerking	Niet-vliegende soorten	Wegen	Provinciale weg Rijksweg	Intensiteit
		Spoorlijnen	1 spoor >1 spoor	1 spoor >1 spoor
		Vaarwegen	-	-
Verstoring door met name geluid, visuele stimuli, licht,	Broedvogels	Wegen Spoorlijnen	-	Geluid of intensiteit/snelheid
Verzuring en vermisting door depositie van NO _x en SO ₂	Planten	Alle infrastructuur	-	Bijdrage aan oppervlakte met overschrijding kritische waarden depositie
	Algemeen			Bijdrage aan overschrijding landelijke doelstelling gemiddelde depositie
Klimaatverandering door emissie van CO ₂	Alle soortgroepen	Alle infrastructuur	-	Bijdrage aan emissie

5 Indicatoren voor mobiliteit

5.1 Inleiding

De gerealiseerde mobiliteit (mobiliteit in enge zin) is een verzameling verplaatsingen door verschillende actoren, met verschillende vervoermiddelen en voor verschillende doeleinden. Iedere verplaatsing is een beslissing van een individuele actor. Met andere woorden: de aard en omvang van de gerealiseerde mobiliteit zijn het resultaat van beslissingen van individuele actoren. Om invloed op de mobiliteit te kunnen uitoefenen is inzicht vereist in de relevante actoren of groepen van actoren en in de motieven en restricties die hun (vraag naar) verplaatsingen bepalen..

Om inzicht te krijgen in de motieven en restricties van actoren zijn zij op basis van de aard van de activiteiten die aan hun mobiliteit ten grondslag liggen, ingedeeld in twee groepen: bevolking en bedrijfsleven. In paragraaf 5.2 is nader ingegaan op de motieven van deze groepen actoren. Omdat het een eerste, eenvoudige verkenning betreft, is geen aandacht besteed aan indicatoren voor de omvang en samenstelling van deze groepen. Ook aan mogelijke effecten van variaties in omvang en samenstelling van de groepen op (de vraag naar) mobiliteit is geen aandacht besteed.

De beoogde toepassing van de indicatoren is het bieden van handvatten voor gerichte beïnvloeding door de overheid van mobiliteit om hierdoor ongewenste effecten op natuur te reduceren of te voorkomen. Dit vereist kennis over:

- de vraag naar mobiliteit voor de onderscheiden groepen actoren, bij voorkeur gespecificeerd naar vervoerswijze (vervoermiddel plus keuze alleen of samen te reizen), traject, motief en tijdstip
- de restrictie(s) die er de oorzaak van is (zijn) dat een gevraagde verplaatsing niet wordt gerealiseerd of via een ander vervoermiddel wordt gerealiseerd, bij voorkeur gespecificeerd per groep actoren
- de gerealiseerde mobiliteit per groep actoren, bij voorkeur gespecificeerd naar traject, vervoermiddel, motief en tijdstip
- de gerealiseerde mobiliteit per traject, kunstwerk en voorziening, bij voorkeur gespecificeerd naar vervoermiddel en tijdstip
- de capaciteit van de bestaande trajecten, kunstwerken en voorzieningen en de mate waarin deze worden benut,
- de, met name ongewenste, effecten van bestaande infrastructuur en gerealiseerde mobiliteit op natuur, gespecificeerd per traject, bij voorkeur met een indicatie van de oorzaken van deze effecten (zie hoofdstuk 4)

Dit betreft dus informatie over groepen actoren (vraag, restricties, realisatie), infrastructuur (capaciteit trajecten), gerealiseerde mobiliteit en effecten op natuur. De gewenste specificatie blijft in veel gevallen beperkt tot totalen. Een verdere specificatie is alleen gewenst bij mobiliteit (zowel gebruik als traject) die negatieve effecten op natuur veroorzaakt of kan veroorzaken. Als het autoverkeer op een specifiek traject bijvoorbeeld een negatief effect heeft op natuur, dan is ook informatie vereist over mogelijke alternatieven voor de betreffende verplaatsingen, zoals via alternatieve routes (gewenste informatie ondermeer capaciteit, benutting en effecten op natuur voor deze trajecten) of met de trein (mogelijkheden voor vervoer per trein, inclusief voor- en natransport). Deze informatie geeft aan of sturing in die richting mogelijkheden biedt.

In paragraaf 5.3 is aangegeven welke informatie de indicatoren voor mobiliteit moeten leveren, welke indicatoren gewenst zijn en hoe deze eventueel kunnen worden verkregen..

5.2 Motieven voor mobiliteit

5.2.1 Bevolking

De mobiliteit bij de bevolking bestaat voornamelijk uit verplaatsingen van personen. Daarbij zijn vier categorieën motieven voor mobiliteit onderscheiden (zie ook CBS-statline; Town, 1980, pp.9-14), te weten:

- **sociale contacten**, dit betreft het gericht en fysiek opzoeken van personen. Voor ontmoetingen met andere personen moet vaak een ruimtelijke afstand worden overbrugd. De personenkring die zich leent voor sociaal verkeer kan zeer breed zijn. Het kan gaan om familieleden, vrienden, bekenden of onbekenden, van lang- tot kortdurende en van frequente tot slechts eenmalige ontmoetingen. Sociaal verkeer kan worden gedefinieerd als mobiliteit die in de vrije tijd plaatsvindt om personen voor persoonlijke doeleinden op te zoeken.
- **recreatie, vakantie en toerisme**. Bij deze categorie speelt de behoefte te willen recreëren op een andere locatie dan de eigen woning een doorslaggevende rol. Dit leidt tot een vraag naar mobiliteit. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen activiteiten vanuit de eigen woning (zoals sporten en dagtochten) en verblijfsrecreatie. Typisch recreatieverkeer is verkeer naar natuurlijke omgevingen c.q. natuurgebieden. Typisch recreatieve activiteiten zoals fietsen, skaten, hardlopen, wandelen etc. kunnen er de oorzaak van zijn dat natuur ook op een kleinschaliger niveau wordt versnipperd.
- **eigen verzorging**, dit betreft alle activiteiten voor het verkrijgen van de goederen en diensten die nodig zijn om in de eigen levensbehoefte te voorzien. Dit betreft zaken als de dagelijkse boodschappen, de aankoop van kleding, het bezoeken van arts en tandarts etc.. Hierdoor ontstaat mobiliteit met het doel zichzelf (en het gezin) te verzorgen.
- **woon-werkverkeer**. De existentiële dwang om inkomen te genereren is een belangrijke reden om te werken, daarnaast kan de persoonlijke ontwikkeling een belangrijke drijfveer zijn. Werken leidt in de meerderheid van de gevallen tot een vraag naar mobiliteit omdat de locaties waar wordt gewoond en wordt gewerkt niet identiek zijn. Interessant is de vraag naar de samenhang tussen vervoersaanbod en woon-werkverkeer (zie Hamerslag 1998 en Nijkamp 1979, pp9-18).

De laatste categorie van motieven betreft mobiliteit om *inkomen te genereren*, voor de andere categorieën geldt het tegenovergestelde: mobiliteit om *inkomen te besteden*. Alle motieven hebben een binnenlands component maar kunnen ook een grensoverschrijdend component hebben.

5.2.2 Bedrijfsleven

De mobiliteit in het bedrijfsleven bestaat uit vervoer van goederen en personen. Bij het vervoer van goederen is onderscheid gemaakt tussen grondstoffen, haffabrikaten en eindproducten. De motieven voor mobiliteit bij het bedrijfsleven zijn ingedeeld in vijf categorieën, te weten:

- **zakenreizen**. Zakenreizen worden gemaakt met het doel een persoonlijk contact aan te gaan voor bijvoorbeeld een zakelijk gesprek of het tekenen van een contract. Voor veel zakenreizen zijn er alternatieven voorhanden, zoals het gebruik van communicatiemiddelen waarbij geen mobiliteit optreedt. Nagegaan zou moeten worden

wanneer wordt gekozen voor zakengesprekken via persoonlijke contact en wanneer voor andere communicatiemiddelen.

- **dienstverlening.** Er is sprake van mobiliteit voor dienstverlening als er op een andere locatie dan de vaste werkplek productieactiviteiten worden verricht, zoals door een monteur die de verwarming repareert of de hypotheekadviseur die 'aan huis komt'.
- **leveringen aan producerende bedrijven.** De productie in (producerende) bedrijven bestaat uit het verwerken of bewerken van grondstoffen en/of halffabrikaten met als doel het maken van halffabrikaten of eindproducten. Omdat de gebruikte grondstoffen vaak elders worden gewonnen en halffabrikaten vaak op andere locaties worden geproduceerd, moeten deze worden aangevoerd. Het vervoer van met name halffabrikaten is het resultaat van de specialisatie van bedrijven. Specialisatie is aantrekkelijk omdat bedrijven gebruik maken van schaal- en synergievoordelen (Stelder 1998). Van schaalvoordelen profiteert men als een gegeven capaciteit intensiever wordt gebruikt, bij synergievoordelen worden met dezelfde voorziening twee of meer doeleinden nagestreefd. Als praktisch voorbeeld kan een boerderij dienen. Stel boer A heeft een maaimachine voor graan en een oogstmachine voor suikerbieten. Als boer A zich gaat specialiseren op graan, kan hij de oogstmachine verkopen om te besparen op de vaste (eenmalige en periodieke) kosten. De vrije capaciteit van de maaimachine wordt opgevuld met een groter inzet op de graanoogst (het schaaffect). Als boer B in plaats van boer A zijn productie van graan uitbreidt kunnen A en B de maaimachine collectief gebruiken (het synergie-effect).
- **distributie van eindproducten.** Als de eindproducten gereed zijn, moeten ze worden vervoerd naar de groot- en detailhandel. Daarbij kan sprake zijn van meer verplaatsingen, namelijk van de fabriek naar de (groot)handel en vervolgens naar de detailhandel.
- **doorvoer.** Onder doorvoer wordt hier verstaan het vervoer van goederen over Nederlands grondgebied zonder dat Nederland de herkomst of bestemming van deze goederen vormt. Mogelijk trekt de geografische ligging van Nederland en de beschikbare infrastructuur (inclusief de zee- en luchthavens) de doorvoer van goederen aan. Het is interessant na te gaan of er prijsverschillen (bij mobiliteit) zijn met andere landen.

Evenals bij de bevolking is er bij het bedrijfsleven sprake van een grensoverschrijdende component. Grensoverschrijdend vervoer wordt in alle ons bekende databestanden ingedeeld in invoer, uitvoer en doorvoer.

Invoer betreft het vervoer van in Nederland geloste goederen vanuit het buitenland. Uitvoer betreft het vervoer van in Nederland geladen goederen naar het buitenland toe. In principe kunnen ook diensten worden geëxporteerd en geïmporteerd. Wat mobiliteit betreft zit deze dienstenexport en -import verscholen in het sociaal verkeer en in de zaken- en vakantie-reizen.

Invoer was voor de meer gesloten economieën van eeuwen geleden in eerste instantie een middel om goederen te verkrijgen die in dat land niet werden geproduceerd. Uitvoer was welkom om overtollige producten te verkopen. Op het moment dat meer bilaterale vrijhandel werd toegelaten, kwam het motief van specialisatie in het spel. Bij het bijna continue voortgaande proces van specialisatie spelen met name economische redenen een rol. Zo worden in Nederland gevangen garnalen naar Marokko vervoerd om daar door goedkope arbeiders te worden gepeld maar vervolgens weer op de Nederlandse markt worden aangeboden.

5.3 Indicatoren voor mobiliteit

In paragraaf 5.1 is aangegeven waarover de indicatoren informatie moeten verschaffen, namelijk over de vraag naar mobiliteit, de gerealiseerde mobiliteit en de fysieke infrastructuur. De hierover gewenste informatie betreft de voor effecten op natuur relevante aspecten zoals de intensiteit van het gebruik en de omvang van (door mobiliteit) veroorzaakte schadelijke processen als emissies en geluidhinder. Dit geldt zowel voor de totale gerealiseerde mobiliteit als voor specifieke vormen van mobiliteit en voor mobiliteit op specifieke tijdstippen of trajecten. Dit laatste geeft aan dat tijd en ruimte belangrijke dimensies van de informatie zijn.

De tijddimensie geeft aan wanneer de mobiliteit plaatsvindt. Dit kan zowel de periode binnen een etmaal betreffen, als de periode binnen een week (zoals werkdag of weekend) of binnen een jaar (zoals broedseizoen). De ruimtelijke dimensie geeft aan waar (welk traject) mobiliteit plaatsvindt. Een traject is gedefinieerd als een aaneensluitend gedeelte van de fysieke infrastructuur dat als één eenheid wordt beschouwd en dat niet geheel of gedeeltelijk samenvalt met een of meer andere trajecten. Een traject kan de verbinding zijn tussen twee steden of dorpen, maar ook een weg door een natuurgebied. Een traject kan worden gesplitst in twee of meer (nieuwe) trajecten. Er zijn indicatoren gewenst op verschillende ruimtelijke schaalniveaus, variërend van nationaal tot specifieke (natuur)gebieden. Om indicatoren voor de vraag naar mobiliteit en de gerealiseerde mobiliteit te kunnen koppelen, is informatie vereist over de herkomst en de bestemming van de verplaatsingen.

De gewenste indicatoren zijn verschillend van aard. De vraag naar mobiliteit is een grootheid die niet kan worden waargenomen. Wat wordt waargenomen is de gerealiseerde mobiliteit, ofwel dat deel van de vraag dat wordt geëffectueerd. Het deel van de vraag dat niet wordt geëffectueerd blijft doorgaans onzichtbaar. De kwantificering van de indicatoren voor de vraag moet daarom berusten op modellen, analyses, interpretaties e.d.. Hierbij kunnen de onderscheiden motieven als aanknopingspunt dienen. Tijdens het onderzoek is geen inventarisatie uitgevoerd naar de beschikbare informatie op dit punt. Het ligt echter voor de hand om voor deze indicatoren aan te sluiten bij / gebruik te maken van bestaande literatuur, bijvoorbeeld op het gebied van demografie, recreatie (zie o.a. CBS 1997, 1998 en 1999) en bedrijvigheid. Bij de verdere uitwerking moet ook aandacht worden besteed aan het effect van variaties in de opbouw van de bevolking respectievelijk het bedrijfsleven op de vraag naar mobiliteit en de effectuering daarvan.

Voor de gerealiseerde mobiliteit geldt dat ze in principe per traject en per groep actoren, kan worden waargenomen. Echter, in de bestaande informatiebronnen is de gewenste informatie niet kant en klaar beschikbaar. Er is informatie beschikbaar (CBS-statline) over ondermeer de totale vervoersstroom, eventueel per traject of vervoermiddel, en het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag, plus de daarbij afgelegde afstanden, gespecificeerd naar vervoermiddel en motief (zie tabel 5.1), maar de koppeling met bijvoorbeeld herkomst, bestemming en trajecten ontbreekt.

Tabel 5.1 Gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag in 20000 (bron: CBS-statline)

Motief	Vervoerswijze							totaal
	auto als bestuurder	auto als passagier	trein	bus/tram	fiets	lopen	overig	
Woon/werkverkeer	0.26	0.04	0.02	0.02	0.13	0.02	0.02	0.51
Verzorging	0.38	0.23	0.01	0.04	0.43	0.30	0.01	1.40
Sociaal	0.18	0.14	0.01	0.01	0.13	0.19	0.01	0.67
Recreatie	0.24	0.20	0.01	0.02	0.25	0.25	0.01	0.98
Totaal	1.06	0.61	0.05	0.09	0.94	0.76	0.05	3.56

Een mogelijke werkwijze om de gewenste indicatoren te benaderen is het toedelen van de waargenomen (totale) vervoersstroom aan de gespecificeerde categorieën (zoals groep actoren en motief) door gebruik te maken van een verdeelsleutel. Er kan bijvoorbeeld een verdeelsleutel worden toegepast om de voor een gebied waargenomen mobiliteit toe te delen aan deelgebieden binnen dat gebied, of om waargenomen mobiliteit toe te delen aan actoren, vervoerswijzen of motieven. De daarbij te volgen werkwijze bestaat uit de volgende stappen:

- het specificeren van de categorieën (gebieden, actoren, vervoerswijzen, motieven, etc.) waarvoor de informatie beschikbaar moet komen
- het verzamelen van de toe te delen informatie uit bestaande informatiebronnen en/of via eigen waarnemingen
- het vaststellen van de verdeelsleutel, dit is de verhouding tussen de onderscheiden categorieën. De verdeelsleutel kan worden gebaseerd op data uit andere periodes of andere gebieden, op theoretische overwegingen, op onderzoek (van derden) of op veronderstellingen
- het toedelen van de mobiliteit aan de onderscheiden categorieën door de verdeelsleutel toe te passen

Er kan ook sprake zijn van een iteratief proces, in die zin dat eerst de toedeling naar gebieden plaats vindt en vervolgens een verdere toedeling naar vervoerswijzen, actoren en/of motieven.

6 Conclusies en aanbevelingen

Mobiliteit bestaat al sinds de oudheid en is in de loop der tijd sterk in omvang toegenomen. In de huidige tijd is mobiliteit een van de pijlers van de welvaart, met helaas ook een aantal negatief gewaardeerde effecten, waaronder effecten op natuur. De effecten van mobiliteit op natuur zijn onder te verdelen in

- effecten van verplaatsingen (mobiliteit in enge zin);
- effecten van het bestaan en/of de aanleg van infrastructuur om de verplaatsingen mogelijk te maken, zoals wegen, kunstwerken en voorzieningen;
- effecten bij de productie van hulpmiddelen voor verplaatsingen zoals vervoermiddelen, brandstof en elektriciteit (voor spoorverkeer)

Dit onderzoek beperkt zich tot de eerste twee categorieën van effecten, dit zijn de directe effecten op natuur. Bij de derde categorie is er sprake van indirecte effecten van mobiliteit op natuur. De meeste directe effecten van mobiliteit op natuur zijn ongewenst. De overheid zoekt daarom naar mogelijkheden om de mobiliteit zodanig te beïnvloeden dat deze effecten worden gereduceerd of zelfs verdwijnen. Daarbij heeft zij de volgende mogelijkheden:

- directe ingrepen in de fysieke infrastructuur bijvoorbeeld door het aanleggen van kunstwerken, het plaatsen van geluidwerende schermen, het sluiten van wegen of het aanleggen van nieuwe wegen
- (stimuleren van) technische oplossingen zoals reductie van uitlaatgassen of zuinigere motoren
- beïnvloeding van de gerealiseerde verplaatsingen, al dan niet via de vraag naar verplaatsingen, door het uitvaardigen van psychologische of structurele maatregelen.

In dit rapport is de aandacht beperkt tot beïnvloeding van de verplaatsingen omdat ten eerste verplaatsingen aanzienlijke effecten hebben op natuur en ten tweede beïnvloeding van de verplaatsingen sneller (positieve) resultaten oplevert dan de meer tijdrovende beïnvloeding via directe ingrepen in de infrastructuur en het stimuleren van technische oplossingen.

Effecten op natuur: ecologische indicatoren en aspecten van infrastructuur

Mobiliteit beïnvloedt de natuur vooral via de aanleg en het gebruik van de benodigde infrastructuur. De meest belangrijke wijzen van vervoer van personen en goederen zijn over de weg, via het spoor, over het water en door de lucht. De ecologische effecten zijn in de volgende categorieën onder te brengen:

- verlies en verandering van habitat door aanleg van infrastructurele voorzieningen;
- verbinding van habitat doordat bembegroeiingen als corridor functioneren en transportmiddelen als dispersiedrager;
- isolatie van habitat door barrièrewerking van de aanwezigheid en het gebruik van infrastructurele voorzieningen;
- beïnvloeding van habitat en biota door emissie van stoffen en energie, zoals geluid, visuele prikkels, licht, trillingen, gasvormige stoffen, zware metalen, strooizout.

Effecten die samenhangen met het gebruik van infrastructuur zijn het meest omvangrijk. Het betreft met name verstoring (broedvogels), barrièrewerking (voor niet-vliegende soorten), verzuring en vermesting (planten) en klimaatverandering. Deze effecten zijn goed bruikbaar als ecologische indicatoren voor de effecten van mobiliteit op natuur. De relevante aspecten van

infrastructuur zijn belangrijk voor het koppelen van de ecologische effecten aan de motieven die ten grondslag liggen aan de vraag naar verplaatsingen.

De effecten op natuur van met name vliegverkeer en vaarwegen moeten nog beter in kaart worden gebracht. Ook moet de mate waarin de effecten van verzuring en klimaatverandering zijn te kwantificeren verder worden verkend.

Gerealiseerde verplaatsingen

Verplaatsingen zijn doorgaans geen doel op zich, maar een middel om een doel te bereiken. De meest effectieve manier om mobiliteit te beïnvloeden is dus via de doelen die aan de verplaatsingen ten grondslag liggen. Daarom is geïnventariseerd welke motieven aan mobiliteit ten grondslag liggen. Er zijn daarbij twee groepen actoren onderscheiden: bevolking en bedrijfsleven.

Voor beide groepen is een eerste inventarisatie van motieven gemaakt. Het verdient aanbeveling om in een vervolgstudie deze motieven verder uit te werken en daarbij ook relaties te leggen tussen de omvang van de mobiliteit, per motief, en de samenstelling van de groepen actoren. Zo zullen verschillen in leeftijdsopbouw en gezinssituatie bij de bevolking invloed hebben op de omvang van zowel de totale vraag naar mobiliteit als de verdeling daarvan over motieven.

De vraag naar mobiliteit wordt doorgaans slechts voor een deel geëffectueerd: de gerealiseerde verplaatsingen. Impliciete restricties voor het realiseren van een gewenste verplaatsing zijn de aanwezigheid en de capaciteit van de bestaande infrastructuur. De combinatie van vraag en restricties resulteert in de gerealiseerde verplaatsingen. In een vervolgonderzoek moet worden nagegaan welke restricties een rol spelen bij het realiseren van de vraag naar verplaatsingen.

De gerealiseerde mobiliteit, per vervoermiddel, is gelijk aan de som over de motieven (en groepen actoren) van de gerealiseerde verplaatsingen. Voor ongewenste effecten op natuur moet worden nagegaan door welke verplaatsingen ze worden veroorzaakt. Door deze verplaatsingen weer te specificeren naar actoren en hun motieven, krijgt de overheid handvatten om gericht te sturen. Deze sturing kan zijn gericht op beïnvloeding van de vraag of op het opwerpen of wegnemen van restricties (bijvoorbeeld voor alternatieve routes of andere vervoermiddelen). Ook hier is nader onderzoek naar mogelijkheden voor sturing aan te bevelen.

Bepalen indicatoren voor mobiliteit

Om de geschetste werkwijze te kunnen volgen, moet er inzicht zijn in de aard en omvang van de gerealiseerde verplaatsingen. Dit geldt zowel voor de mobiliteit specifieke trajecten of tijdstippen als voor mobiliteit op regionaal of nationaal niveau. De informatie die beschikbaar is in bestaande informatiebronnen is voor dit doel ontoereikend. Dit betekent dat de omvang van de mobiliteit per motief, actorgroep, traject etcetera, moeten worden benaderd op basis van beschikbare data en op theorie of empirie gebaseerde verdeelsleutels. Dit is een legitieme werkwijze waarvoor nog onderbouwende analyses zijn vereist.

Literatuur

- Bennett, A.F. 1991. Roads, road sides and wildlife cobervation: a review. In Nature Conservation 2: The role of corridors (D.A. Saunders & R.J. Hobbs, eds) pp. 99-118. Chipping Norton, Surrey Beatty and Sons.
- Broekmeyer, M. & E. Steingröver, 2001. Handboek Robuuste Verbindingen, Ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1999). Toerisme in Nederland: Het gebruik van logiesaccomodaties 1997. Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1998). Vakanties van Nederlanders 1997. Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1997). Dagrecreatie 1995/'96. Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Commissie van de Europese Gemeenschap 1992. Groenboek betreffende de invloed van het vervoer op het milieu. Ellis publications, Maastricht.
- C.R.O.W. (Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek) 1996. Energieverbruik door verkeer en vervoer, Ede.
- Das & Boom 2001. Veluws verkeer drama voor Boomarter. Kwartaalblad van Das & Boom, 9^e jaargang, deel 3, 2001.
- Feitelson, E., & Verhoef, E.T. 2001. Transport an Environment: in Search for Sustainable Solutions, Edward Elgar Publishing, Northampton, MA., USA.
- Foppen, R., A. van Kleunen, W-B, Loos, J. Nienhuis & H. Sierdsema 2002. Broedvogels en wegverkeer, een nationaal perspectief. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Forman, R.T.T. et al. 2003. Road Ecology. Island Press, Washington.
- Grift, E.A. van der, R. Pouwels & R. Reijnen 2003. Meerjarenplan Ontsnippering, knelpuntenanalyse. Alterra-rapport 768, Alterra, Wageningen.
- Hafkamp, W.A., en Geerlings, H. 2002. Mobiliteit en ruimte anders beschouwd, groei als kans voor vernieuwing. In: Bruinsma, F.R., Van Dijk, J., en Gorter, C. (eds), Mobiliteit en beleid, Koninklijke Van Gorcum, Assen, pp.7-18.
- Leefflang, P.S.H. 1999. Het belang van het vervoer in een context van ontwikkelingen in de macro-omgeving van bedrijven, in: Elhorst, J.P., Strijker, D. (eds), Het economisch belang van het vervoer: verleden, heden en toekomst. Stichting Ruimtelijke Economie, Groningen, pp.7-10.
- Molenaar, de J.G., D.A. Jonkers & M.E. Sanders, 2000, Wegverlichting en natuur III. Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie. DWW-Ontsnipperingssreeks deel 38, Delft.
- Molenaar, de J.G., R.J.H.G. Henkens, C. ter Braak, C. van Duyne, G. Hoefsloot & D.A. Jonkers 2003 (in druk). Wegverlichting en natuur IV. Effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren. DWW-Ontsnipperingssreeks 44, Delft
- Müller, S. & G. Berthoud 1997. Fauna and traffic safety, Lausanne. LAVOC.

- Nieuwenhuizen, W. & R.C. van Apeldoorn 1995. De mogelijke verstoring van eekhoorns door verkeer: een oriënterend onderzoek. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Nijkamp, P. 1979. Mobiliteit als ruimtelijk-analytisch en ruimtelijk beleidsvraagstuk, in: Nijkamp, P., & Rietveld, P. (eds), *Het stuur uit handen?*, Stenfert Kroese B.V., Leiden-Antwerpen, pp.9-27.
- Nyqvist, C. 2001. Mobiliteit in het geding. Proefschrift, Universiteit Utrecht.
- NVI (Nederlands Vervoerswetenschappelijk Instituut) 1983. Maatschappelijke ontwikkelingen en mobiliteit. PB-IVVS (Projectbureau Integrale Verkeers- en vervoerstudies) en Stichting NVI, Den Haag / Rijswijk.
- Oost, L., D.A. Jonkers & J.G. de Molenaar 1998. Natuur en Luchtvaart. Literatuurstudie naar verstoring van natuur door luchtvaart. IBN-rapport 379, Wageningen.
- Outen, A. 2002. The ecological effects of road lightning. Sherwood, B., D. Cutler & J. Burton (eds) 2002. *Wildlife and Roads, the ecological impact*. Imperial College Press, London, p. 133-155.
- Pellenberg, P.H. 1999. Het huidig belang van de vervoerssector voor de nationale en de noordelijke economie, in: Elhorst, J.P., Strijker, D. (eds), *Het economisch belang van het vervoer: verleden, heden en toekomst*, Stichting Ruimtelijke Economie, Groningen, pp.51-66.
- Poll, Van de, E.H. 1981. De economische betekenis van infrastructuur voor het verkeer en vervoer, in: Van de Oll, E.H., Hamerslag, R., De Kiewit, P., De Wit, T. (eds), *Verkeer en vervoer in historisch perspectief*, Delft University Press, Delft, pp.11-22.
- Pouwels, R. 2000. LARCH: een toolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap. Alterra-rapport 043, Wageningen.
- Raes, L. 2002. Naar een duurzame mobiliteit in Vlaanderen, het ontwerp mobiliteitsplan Vlaanderen. MVG, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Mobiliteitscel.
- Reijnen, M.J.S.M.(R.), G. Veenbaas en R.P.B. Foppen 1992. Het voorspellen van het effect van snelverkeer op broedvogelpopulaties. IBN-DLO/Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Wageningen/Delft.
- Reijnen, R., R. Foppen, C. ter Braak & J. Thissen 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. 3. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32; 187-202.
- Reijnen, R. R. Foppen & H. Meeuwssen 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*. 75: 255-260.
- Reijnen, R., R. Foppen & G. Veenbaas 1997. Disturbance by road traffic as a threat to breeding birds : evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation* 6, 567-581.
- Reijnen, R., E. van der Grift, M. van der Veen, M. Pelk, A. Lüchtenborg & D. Bal 2000. De wég met de minste weerstand. Opgave ontsnippering. Alterra/Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Reijnen, R. & R. Foppen 2001. Effecten van verstoring door wegverkeer op de natuur. Een quick scan van recente ontwikkelingen op basis van literatuuronderzoek. Interne rapportage Alterra.

- Reijnen, R., R. Foppen, G. Veenbaas & H. Bussink 2002. Disturbance by road traffic as a threat to breeding birds : evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. Sherwood, B., D. Cutler & J. Burton (eds) 2002. *Wildlife and Roads, the ecological impact*. Imperial College Press, London, p. 249-267.
- RIVM 2001. Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2000. RIVM-rapport 725301008, Bilthoven.
- RIVM 2000. *Natuurbalans 2000*.
- RIVM 2003a. *Milieubalans 2003*. Kluwer Alphen aan den Rijn.
- RIVM 2003b. *Natuurbalans 2003*. Kluwer Alphen aan den Rijn.
- Scheele, R.J., & J.A.C. van Toorenborg 1993. De ontwikkeling van de bereikbaarheid in Nederland 1950 tot 1990. Projectbureau Integrale Verkeers- en Vervoersstudies, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesbureau Transpute en Universiteit Utrecht, Den Haag/Gouda/Utrecht.
- Sherwood, B., D. Cutler & J. Burton (eds) 2002. *Wildlife and Roads, the ecological impact*. Imperial College Press, London.
- Span, H.J.Th. 1981. De economische betekenis van infrastructuur voor het verkeer en vervoer, in: Van de Oll, E.H., Hamerslag, R., De Kiewit, P., De Wit, T. (eds), *Verkeer en vervoer in historisch perspectief*, Delft University Press, Delft, pp.23-32.
- Spellerberg, I.F. 2002. *Ecological effects of roads*. Science Publishers, Enfield, USA..
- Steg, L., Arnold, M., Ras, M., & Van Velzen, E. 1997. Maatschappelijke en individuele determinanten van autogebruik : toepassing van het model 'determinanten van milieurelevant consumentengedrag'. Sociaal en Cultureel Planbureau, VUGA, Den Haag.
- Steg, L., en Kalfs, N. 2000. *Altijd weer die auto!SCP onderzoeksrapport 2000/2*, Den Haag.
- Stelder, D. 1998. Transporteren of stilstaan, in: Elhorst, J.P., en Oosterhaven, J. (eds), *Transport en welvaart:vervoer in vogelvlucht*, Universiteitsdrukkerij RuG, Groningen, Reg-publicatie 16, pp.201-210.
- Sykora, K.V., L.J. de Nijs & T.A.H.M. Pelsma 1993. *Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen*. KNNV, Utrecht.
- Town, S.W. 1980. *The Social Distribution of Mobility and Travel Patterns*. Transport an Road Research Laboratory Report 948, Department of Environment, Department of Transport, Crowthorne, Berkshire, UK.
- Tulp, I., Reijnen, M.J.S.M., ter Braak, C.J.F., Waterman, E., Bergers, P.J.M., Dirksen, S. Snep, R.P.H. & W. Nieuwenhuizen 2002. Effect van treinverkeer op dichtheden van weidevogels. Rapport 02-034. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Vlek, C.A.J. & Steg, E.M. 2002. Mobiliteit en omgevingskwaliteit: naar een duurzaam verkeer en vervoer, in: Bruinsma, F.R., Van Dijk, J., en Gorter, C. (eds), *Mobiliteit en beleid*, Koninklijke Van Gorcum, Assen, pp.19-38.

Internetlinks

Deutsches Museum, München:

<http://www.deutsches-museum.de/bildung/akademie/wasser/w2.htm>

Deutsches Museum, München:

<http://www.deutsches-museum.de/bildung/akademie/wasser/w3.htm>

Köppen, V., Wirtschaftsgeschichte:

<http://miro.wiwi.hu-berlin.de/~vkoeppen/studium/skripte/Wirtschaftsgeschichte.pdf>

Pfister, U, Die industrielle Revolution:

<http://www.uni-muenster.de/GeschichtePhilosophie/Geschichte/hist-sem/SWG/SS2001/Vorlesung.htm>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nationaal Verkeers- en vervoersplan:

<http://www.minvenw.nl/rws>

Natuurplanbureau-onderzoek



Verschenen werkdocumenten in de reeks 'Planbureau - werk in uitvoering (per 31 oktober 2003)

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van het Natuurplanbureau, vestiging Wageningen – gebouw Alterra-oost, kamer 1.422; tel: (0317) 47 78 45; e-mail: info@npb-wageningen.nl

Werkdocumenten vanaf nummer 2001/01 zijn ook te downloaden via de NPB-website www.natuurplanbureau.nl

1998

- 98/01 *Querner, E.P., Th.G.C. v.d. Heijden & J.W.J. v.d. Gaast.* Beschikbaarheid grond- en oppervlaktewater voor natuur. Nadere uitwerking en toepassing in Oost-Gelderland.
- 98/02 *Reijnen, R.* (samenstelling) Graadmeters biodiversiteit terrestrisch. Graadmeters bijzondere natuurkwaliteit terrestrisch t.b.v. de Natuurplanbureaufunctie en graadmeter ruimtelijke kwaliteit natuur voor Monitoring Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR).
- 98/03 *Higler, L.W.G.* Graadmeters biodiversiteit aquatisch.
- 98/04 *Dijkstra, H.* Graadmeters voor landschapskwaliteit. Raamwerk en bouwstenen voor een kwaliteitsindex 2000+.
- 98/05 *Sprangers, J.T.C.M.* (red.) Graadmeters voor algemene natuurkwaliteit: een eerste verkenning.
- 98/06 *Nabuurs, G.J. & M.N. van Wijk.* Graadmeters voor de fysieke producten van bos.
- 98/07 *Buijs, A.E., J.F. Coeterier, P. Filius & M.B. Schöne.* Graadmeters sociaal draagvlak en beleving
- 98/08 *Neven, M.G.G. & E.E.M. Verbij.* Laten we wel zijn! Studie naar conceptualisering van natuurgerelateerd welzijn.
- 98/09 *Kuindersma, W.* (red.), *P Kersten & M. Pleijte.* Bestuurlijke graadmeters. Een inventarisatie van bestuurlijke graadmeters voor de Natuurverkenning 2001.
- 98/10 *Mulder, M., M. Klaassen & J. Vreke.* Economische graadmeters voor Natuur. Ontwikkeling raamwerk en aanzet tot invulling verdelingsgraadmeters.
- 98/11 *Smaalen, J.W.M., C. Schuiling, G.J. Carlier, J.D. Bulens & A.K. Bregt.* Handboek Generalisatie. Generaliseren ten behoeve van graadmeteronderzoek in het kader van Natuurplanbureaufunctie.
- 98/12 *Dammers, E. & H. Farjon.* Naar een nieuwe benadering voor de scenario's van de Natuurverkenningen 2001.
- 98/13 vervallen
- 98/14 *Hinssen, P.J.W.* Activiteiten in 1999 in toeleverende onderzoeksprogramma's. Inventarisatie van projecten en de betekenis van de resultaten daaruit voor producten van het Natuurplanbureau.
- 98/15 *Hinssen, P.J.W.* (samenstelling). Voorstudies Natuurbalans 99. Een inventarisatie van de haalbaarheid van een aantal onderwerpen.

1999

- 99/01 *Kuindersma, W.* (red). Realisatie EHS. Intern achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999 voor de onderdelen Begrenzing en realisatie EHS, Strategische Groenprojecten, Landinrichting, Compensatiebeginsel en Bufferbeleid.
- 99/02 *Prins, A.H., T. van der Sluis en R.M.A. Wegman.* Begrenzing van beekdalen in de Ecologische hoofdstructuur.; De relatie met biodiversiteit van planten.
- 99/03 *Dijkstra, H.* Landschap in de natuurbalans 1999.
- 99/04 *Ligthart, S.* Bescherming van natuurgebieden, nationale en internationale instrumenten.; Intern achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999.
- 99/05 *Higler, B & S. Semmekrot.* Verkennende studie graadmeter natuurwaarde laagveenwateren
- 99/06 *Neven, I. K. Volker & B. van de Ploeg.* Tussenrapportage van een exploratief onderzoek naar de indicering van het concept maatschappelijk draagvlak voor de natuur.
- 99/07 *Wijk, H. van & H. van Blitterswijk.* Achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999.
- 99/08 *Kuindersma, W.* Beleidsevaluatie voor de Natuurbalans; Een handleiding voor medewerkers aan de Natuurbalans.
- 99/09 *Hinssen, P. J. Luijt & L. de Savornin Lohman.* Het meten van effectiviteit door het Natuurplanbureau; Enkele overwegingen.
- 99/10 *Koolstra, B.J.H., G.W.W. Wameling & V. Joosten.* Modelkoppeling en –aanpassing SMART/SUMO – LARCH; Modelkoppeling en aanpassing ten behoeve van integratie in de natuurplanner in het kader van het project Graadmeters Natuurwaarde Terrestrisch.
- 99/11 *Koolstra, B.J.H., R.J.F. Bugter, J.P. Chardon, C.J. Grashof, J.D. van Kuijk, R.M.G. Kwak, A.A. Mabelis, R. Pouwels & P.A.Slim.* Graadmeter natuurwaarde terrestrisch; Verslaglegging van de uitgevoerde werkzaamheden.
- 99/12 *Wijk, M.N. van, J.G.de Molenaar & J.J. de Jong.* Beheer als strategie; Een eerste aanzet tot ontwikkelen van een graadmeter beheer (tussenrapportage).
- 99/13 *Kuindersma, W. & M.Pleijte.* Naar nieuwe vormen van beleidsevaluatie voor het Natuurplanbureau?; Een overzicht van evaluatiemethoden en de toepasbaarheid daarvan.
- 99/14 *Kuindersma, W, M. Pleijte & M.L.A. Prüst.* Leemtes in de beleidsevaluatie natuurbalansen ingevuld?; Een verkenning van de mogelijkheden om enkele leemtes in het evaluatiedeel van de Natuurbalans op te vullen.
- 99/15 *Hinssen, P.J.W. & H. Dijkstra.* Onderbouwende programma's; de resultaten van 1999 en de plannen voor 2000. Inventarisatie van projecten en de betekenis van de resultaten daaruit voor producten van het Natuurplanbureau
- 99/16 *Mulder, M. Wijnen & E.Bos.* Uitgaven, kosten en baten van natuur; Inventarisatie van de rijksuitgave aan natuur, bos en landschap en toepassing van maatschappelijke kosten-batenanalyses bij natuurbeleidsverkenning.
- 99/17 *Kalkhoven, J.T.R., H.A.M. Meeuwse & S.A.M. van Rooij.* Omzetting typologie Basiskaart Natuur 2020 naar typologie Begroeiingstypenkaart
- 99/18 *Schmidt, A.M., M. van Heusden & C.J. de Zeeuw.* Tussenresultaten project Informatiologische Natuurplanbureau
- 99/19 *Buijs, A.E., M.H. Jacobs, P.J.F.M. Verweij & S. de Vries.* Graadmeters beleving; theoretische uitwerking en validatie van het begrip 'afwisseling'
- 99/20 *Farjon, H. J.D. Bulens, M. van Eupen, K.Schotten & C. de Zeeuw.* Plangenerator voor natuur-scenario's; ontwerp en verkenning van de technische mogelijkheden van de Ruimtescanner
- 99/21 *Berg, A.E. van den.* Graadmeters beleving: Horizonvervuiling (*vervallen*)

2000

- 00/01 *Sluis, Th. Van der.* Natuur over de grens; functionele relaties tussen natuur in Nederland en natuurgebieden in grensregio's
- 00/02 *Goossen, C.M., F. Langers & S. de Vries.* Recreatie en geluidbelasting in 1995 en 2030; onderzoek voor Milieuverkenning 5
- 00/03 *Kelholt, H.J & B. Koole.* N-footprint 1980 – 1997, doorkijk 2030
- 00/04 *Broekmeyer, M.E.A., R.P.B. Foppen, L.W.G. Higler, F.J.J. Niewold, A.T.C. Bosveld, R.P.H. Snep, R.J.F. Bugter & C.C. Vos.* Semi-kwantitatieve beoordeling van effecten van milieu op natuur
- 00/05 *Broekmeyer, M.E.A. (samenstelling).* Stroom- en rekenschema's 1^e fase VijNo thema natuur. Bijlagerapport voor de bouwsteen natuur en de indicatoren natuurkwaliteit, landschapskwaliteit en confrontatie recreatievraag en –aanbod
- 00/06 *Vegte, J.W. van de & E. Turnhout.* De maat van de natuur; een onderzoek naar waarderinggrondslagen in graadmeters voor natuur
- 00/07 *Kuindersma, W., M.A. Hoogstra & E.E.M. Verbij.* Realisatie Ecologische Hoofdstructuur 2000. Achtergronddocument bij hoofdstuk 4 van de Natuurbalans 2000
- 00/08 *Kuindersma, W. & E.E.M. Verbij.* Realisatie van groen in de Randstad. Achtergronddocument bij hoofdstuk 9 van de Natuurbalans 2000
- 00/09 *Van Wijk, M.N, M.A. Hoogstra & E.E.M. Verbij.* Signalen over natuur en landschap. Achtergronddocument bij hoofdstuk 2 van de Natuurbalans 2000
- 00/10 *Van Wijk, M.N. & H. van Blitterswijk.* Evaluatie van het bosbeleid. Achtergronddocument bij hoofdstuk 5 van de Natuurbalans 2000
- 00/11 *Veeneklaas, F.R. & B. van der Ploeg.* Trendbreuken in de landbouw. Achtergrondrapport project VIJNO-toets van het Milieu- en Natuurplanbureau voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening
- 00/12 *Schaminée, J.H.J. & N.A.C. Smits.* Kwantitatieve veranderingen in de vegetatie van drie biotopen (laagveenwateren, heide en schraalgraslanden) voor zeldzaamheid en voedselrijkdom over de periodes 1930-1950 (referentie), 1980-1990 en 1990-2000. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2000
- 00/13 *Willemen, J.P.M. & A.M. Schmidt.* Datacatalogus. Eerste inventarisatie van geo-data beschikbaar voor het Natuurplanbureau
- 00/14 *Klijn, J.A.* Landbouw, natuur en landschap in Nederland; een voorverkenning voor de Natuurverkenning 2
- 00/15 *Klijn, J.A.* Landschap in Natuurplanbureau-producten: een mental map en onderzoeksaanbevelingen
- 00/16 *Elbersen, B., R. Jongman, S. Múcher, B. Pedrolí & P. Smeets.* Internationale ruimtelijke strategie
- 00/17 *Berends, H, E den Belder, N. Dankers & M.J. Schelhaas.* Een multidisciplinaire benadering van de gebruikswaarde van natuur; verkenning van een methode om ontwikkelingsopties voor (stukken) natuur te beoordelen

2001

- 01/01 *Jansen, S. m.m.v. R. P.H. Snep, Y.R. Hoogeveen & C. M. Goossen.* Natuur in en om de stad
- 01/02 *Baveco, H., J.C.A.M. Bervaes & J.Vreke.* Advies over de ontwikkeling van modellen voor het Natuurplanbureau
- 01/03 *Zouwen, M. van der & J. van Tatenhove.* Implementatie van Europees natuurbeleid in Nederland
- 01/04 *Sanders, M.E. & A.H. Prins.* Provinciaal natuurbeleid: kwaliteitsdoelen voor de Ecologische Hoofdstructuur
- 01/05 *Reijnen, M.J.S.M. & R. van Oostenbrugge.* Wetenschappelijke review van SMART-MOVE. Onderdeel van het kern-instrumentarium van het Natuurplanbureau
- 01/06 *Bruchem, C. van.* Stuwende schaarste. Over de drijvende kracht achter de ontwikkeling van de agrarische sector

- 01/07 *Berkhout, P., G. Migchels & A.K. van der Werf.* Te hooi en te gras. Verkenning naar ontwikkelingen in de grondgebonden veehouderij en gevolgen hiervan voor natuur en landschap
- 01/08 *Backus, G.B.C.* Parel in de Peel. Intensieve veehouderij en natuur in Nederland Plattelandstad
- 01/09 *Salz, P.* Requiem voor de visserij in Vis Mineur
- 01/10 *Smit, A.B.* Ruimte voor akkers en tuinen, bomen en bollen. Verkenning naar ontwikkelingen in de akkerbouw en opengrondstuinbouw en effecten hiervan op natuur en landschap
- 01/11 *Bouwma, I.M., J.A. Klijn & G.B.M. Pedrolì.* Voorstudies Natuurverkenningen 2002 – onderdeel internationaal. Deel A: Europees beleid, wetgeving en financiële middelen, nu en in de toekomst; Deel B: Verkenning internationale waarden Nederlandse natuur en landschap
- 01/12 *Oerlemans, N., J.A. Guldemond & E van Well.* Agrarische natuurverenigingen in opkomst. Een eerste verkenning naar natuurbeheeractiviteiten van agrarische natuurverenigingen
- 01/13 *Koster, A., A. Oosterbaan & J.H. Spijker.* Ontwikkeling van natuur in de Nederlandse steden
- 01/14 *Bos, E.J. & J.M. Vleugel (eindred).* Uitgaven aan natuur door Rijk, provincies, lagere overheden, particulieren en de EU
- 01/15 *Oostenbrugge, R., F.J.P. van den Bosch & K.M. Sollart.* Natuurbalans 2001: enquête resultaten provincies
- 01/16 *Bouwma, I.M.* Programma Internationaal Natuurbeheer 1996 – 2000. Doelen & besteding
- 01/17 *Jonkhof, J.F. & M.P. Wijermans.* De Deltametropool: een grenzeloos parklandschap!
- 01/18 *Jonkhof, J.F. & W. Timmermans m.m.v. J. Borsboom-van Beurden & L. Crommentuijn.* Groen wonen tussen stad en land
- 01/19 *Keuren, A, H. Houweling & J.G. Nienhuis.* EHS 2000. Technische achtergronden bij de bestanden van de Ecologische Hoofdstructuur
- 01/20 *Veldkamp, B., A. Keuren, J.G. Nienhuis & H. Houweling.* EHS 2001. Technische achtergronden bij de bestanden van de Ecologische Hoofdstructuur
- 01/21 *Koole, B., J. Lujit & M.J. Voskuilen.* Grondmarkt en grondgebruik. Een scenariostudie voor Natuurverkenning 2

2002

- 02/01 *Berg, A.E. van den, M.H.I. Bloemmen, T.A. de Boer & J. Roos-Klein Lankhorst.* De beleving van watertypen. Literatuuroverzicht en validatie van de indicator 'water' uit het BelevingsGIS
- 02/02 *Geertsema, W.* Het belang van groenblauwe dooradering voor natuur en landschap. Achtergronddocument Natuurbalans 2002
- 02/03 *Sanders, M.E.* Beleidsevaluatie Agrarisch Natuurbeheer. Voortgang, knelpunten en effectiviteit
- 02/04 *Opdam, P.F.M.* Natuurbeleid, biodiversiteit en EHS: doen we het wel goed?
- 02/05 *Veer, M. & M. van Middelkoop.* Mensen en de natuur; recreatief gebruik van natuur en landschap
- 02/06 *Kuindersma, W., H.M.P. Capelle, R.C. van Apeldoorn & W.W. Buunk.* Bescherming natuurgebieden en soorten in Nederland vanaf 2002
- 02/07 *Sival, F.P., A. van Hinsberg, P.C. Jansen, D.J. van de Hoek & M. Esbroek.* Overlevingsplan Bos en Natuur. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2001
- 02/08 *Roos-Klein Lankhorst, J., A.E. Buijs, A.E. van den Berg, M.H.I. Bloemmen, S. de Vries, C. Schuiling & A.J. Griffioen.* BelevingsGIS versie februari 2002. Hoofdttekst (met bijlagen op CD-rom)
- 02/09 *Oostenbrugge, R. van, E.A. van der Grift, B.S.J. Nijhof, P.F.M. Opdam & M.J.S.M. Reijnen (red).* Levensvatbaarheid populaties. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2002
- 02/10 *Koomen, A.J.M. & T. Weijsschede.* Evaluatie landschapsbeleid voor de Natuurbalans 2002. De betekenis van SGR2 voor de bescherming van landschappen en de stand van zaken in de WCL-gebieden, Belvedere/Unesco-gebieden en bij de Proeftuinen
- 02/11 *Balduik, C.A., H. Leneman & E. Gerritsen.* Natuurbeleid en verbreding. Achtergrond en opgaven
- 02/12 *Bloemmen, M.H.I., A.E. Buijs & S. de Vries.* De beleving van reliëf; Literatuuroverzicht en validatie van de indicator 'reliëf' uit het belevingsGIS
- 02/13 *Beintema, A.J.* De rol van Nederlands beleid in de internationale bescherming van trekkende watervogels

- 02/14 *Reijnen, M.J.S.M., J.T.R. Kalkhoven & J. Dirksen.* Graadmeter doelrealisatie EHS. Verkenning van praktisch toepasbare opties.
- 02/15 *Willemen, J.P.M. & A.M. Schmidt.* Kernbestanden Natuurplanbureau. Overzicht van ruimtelijke gegevensbestanden geïnventariseerd voor het Natuurplanbureau
- 02/16 *Koomen, A.J.M.* Verkenning van de samenhang tussen aardkunde en historische geografie. Een verkenning op basis van de landelijke digitale bestanden AKIS en HISTLAND

2003

- 03/01 *Winsum-Westra, M. van, m.m.v. A.E van den Berg, A.E. Buijs & en J.Vreke* .Meetproblematiek natuurhouding. Problemen bij en suggesties voor het meten van de natuurhouding van actoren
- 03/02 *Balduk, C.* Bestuurlijke trends. Beleidsdocumentanalyse naar veranderingen in percepties over sturing bij het Ministerie van LNV
- 03/03 *Klostermann, J.E.M.* Bestuurlijke evaluatie van beleid voor zoet-zout overgangen. Achtergronddocument Natuurbalans 2003
- 03/04 *Leneman, H.* Natuurkosten; Verslag van werkzaamheden maart tot juli 2003
- 03/05 *Schmidt, A.M., L. Kooistra, J.G. Nienhuis en O. Knol.* Duurzame Informatievoorziening Natuurplanbureau; Stand van zaken januari 2003
- 03/06 *Spijker, J.J., M.J. Strookman, E.A. de Vries & H.C.J. Vrolijk.* Stedelijk groen onder de loep. Verkenning naar de mogelijkheden van de Databank Gemeentelijk Groenbeheer als informatiebron voor het Milieu- en Natuurplanbureau
- 03/07 *Balduk, C.* 'De Betrouwbare Overheid'; Maatschappelijk vertrouwen in de overheid
- 03/08 *Luttik, J., B. van der Ploeg, J. van den Berg, M.J.S.M. Reijnen & M.E. Sanders.* Landbouw Natuurlijk; over het meten van natuurkwaliteit in agrarisch gebied
- 03/09 *Beek, A.J.C.M. van, J.T. Kalkhoven, G. Mighels, A.J. Visser & C. Wierda.* Koppelingen tussen landbouw & natuur; een scenariostudie naar de interacties tussen landbouw en natuur bij ontwikkelingen op basis van Business as Usual in 2030
- 03/10 *Kirsten, U., M.J.S.M. Reijnen, J. Vreke & R.J.H.G. Henkens* Mobiliteit en effecten op natuur