

RIVM rapport 714801 023

**Monitoring van ecologische effecten van
milieuveranderingen**

parameterkeuze en stratificatiebasis

J.R.M. Alkemade¹, J.B. Latour², A. van Strien³ en
M. de Heer¹

Juli 1999

¹RIVM

²Latour Advies/TNO-MEP

³Centraal Bureau voor Statistiek

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het IKC-Natuurbeheer en
Directoraat generaal Milieubeheer, Directie Bodem in het kader van het project Monitoring
en Diagnose Bodem nr. 714801.

Abstract

Three institutes, Statistics Netherlands (CBS), the National Reference Centre for Nature Management (IKC-N) and the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) jointly co-ordinate the Ecological Monitoring Network (NEM), set up to collect relevant information for the Dutch government on the state of nature in the Netherlands. One of the objectives of the NEM is to monitor the changes in flora and fauna caused by the changes in environmental factors (mainly acidification, eutrophication and desiccation). To realise this objective on a national scale, the changes in flora and fauna related to the changes in the abiotic conditions (environmental quality) will have to be charted. This is important for assessing how far environmental and nature policy guarantees the occurrence of flora and fauna. Creating a monitoring network that will be as efficient as possible will demand a stratification of the Netherlands into the most possible homogeneous areas, at least where expected abiotic changes are concerned. It is also efficient to consider only the flora and fauna parameters (variables) most vulnerable to environmental changes. The study reported on here has investigated the flora and fauna parameters giving the most state-of-the-art information about the effects of changes in environmental quality on the natural surroundings and habitat. Species groups easy to measure and vulnerable to changes in acidification, eutrophication and desiccation were selected. The species groups, 'higher plants', butterflies, dragonflies and lichens, were found to be the most suitable, while summer birds and amphibians were found moderately suitable. Ultimately, 14 strata were distinguished in which desiccated or non-desiccated areas are indicated.

Voorwoord

In 1995 is door het CBS, het IKC-N en het RIVM het initiatief genomen voor het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Het doel van dit project is om bestaande meetnetten beter af te stemmen op de informatiebehoefte van de rijksoverheid, met name met betrekking tot het natuurbeleid, het bosbeleid, het landschapsbeleid, het milieubeleid en het waterbeleid. In het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring is een stratificatie of gebiedsindeling gemaakt van Nederland op basis van de thema's verzuring, vermesting en verdroging. Tevens is onderzocht welke variabelen (b.v. soorten of soortgroepen) het beste kunnen worden gemeten om ecologische veranderingen als gevolg van verzuring, vermesting en verdroging in beeld te brengen. Dit rapport geeft het verslag van dit onderzoek.

De auteurs danken Niek van Leeuwen voor de ondersteuning met het gebruik van Arc/Info en het maken van de kaarten. Wil Tamis danken we voor de vele discussies die over dit onderwerp zijn gevoerd. Carla Bisseling danken we voor haar inhoudelijke bijdragen en discussies.

De resultaten van deze studie zijn toegepast in een vervolgstudie in het kader van het NEM (van Strien, 1998). Daarin is nagegaan in hoeverre bestaande en nieuwe PGO-meetnetten zouden kunnen voldoen aan het meetdoel met betrekking tot verzuring, vermesting en verdroging.

Inhoud

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	6
2. DE KEUZE VAN FLORA EN FAUNA ELEMENTEN	8
2.1 <i>Inleiding</i>	8
2.2 <i>Werkwijze</i>	8
2.3 <i>Resultaten</i>	9
2.3.1 <i>Waaruit te kiezen ?</i>	9
2.3.2 <i>Selectiecriteria</i>	10
2.3.3 <i>Beschrijving beschikbare informatie</i>	11
2.3.4 <i>Selectie van variabelen</i>	14
2.4 <i>Discussie</i>	18
3. STRATIFICATIE OP BASIS VAN VERZURING, VERMESTING EN VERDROGING	20
3.1 <i>Inleiding</i>	20
3.2 <i>Gebiedsindeling op basis van gevoeligheid</i>	22
3.3 <i>Gebiedsindeling op basis van milieuthema's</i>	24
3.3.1 <i>Verzuring</i>	24
3.3.2 <i>Vermesting</i>	26
3.3.3 <i>Verdroging</i>	27
3.4 <i>Combinaties van gevoeligheidsstrata, milieu strata: de uiteindelijke stratificatie</i>	29
3.5 <i>Begroeiingstypen</i>	36
4. Toepassing en conclusies	37
LITERATUUR	39
BIJLAGE 1: TOTSTANDKOMING GEAGGREGEERDE BEGROEIINGSTYPEKAART	41
BIJLAGE 2: VERZENDLIJST	44

Samenvatting

Het Centraal Bureau voor Statistiek (CBS), het Informatie- en Kennis Centrum Natuur (IKC-N) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) coördineren gezamenlijk het netwerk Ecologische Monitoring (NEM) om daarmee de voor het rijk relevante informatie over de toestand van de natuur te verzamelen.

Een van de meetdoelstellingen van het NEM is:

"Het signaleren en evalueren van landelijke veranderingen in abiotiek (met name verzuring, vermisting en verdroging) en de gevolgen daarvan voor flora en fauna".

Voor deze meetdoelstelling zal op nationale schaal in beeld gebracht dienen te worden welke veranderingen optreden in flora en fauna in samenhang met de veranderingen in de abiotische condities (milieukwaliteit). Dit is van belang ter evaluatie van het natuur- en milieubeleid, omdat het de vraag 'in hoeverre worden door het milieubeleid de condities voor het voorkomen van flora en fauna gewaarborgd?' beantwoorden kan.

Om te komen tot een zo efficiënt mogelijk meetnet is een stratificatie van Nederland nodig. Een stratificatie levert een indeling van Nederland op met gebieden die zoveel mogelijk homogeen zijn ten aanzien van de verwachte abiotische veranderingen. Daarnaast is het efficiënt om alleen naar die flora en faunaelementen (variabelen) te kijken die het meest gevoelig zijn voor milieuveranderingen. Deze studie beperkt zich tot het terrestrische deel van de natuur, de stratificatie is gericht op de onbemeste delen van Nederland.

In dit rapport is onderzocht wat, naar de huidige kennis van zaken, de flora en fauna elementen (variabelen) zijn die het meest zullen zeggen over de gevolgen van milieukwaliteitsveranderingen voor de natuur.

Uit de analyse komen de flora, dagvlinders, libellen, en korstmossen als meest geschikte soortengroepen naar voren. Matig geschikt zijn broedvogels en amfibieën. Ongeschikt zijn vleermuizen, zoogdieren, paddestoelen, sprinkhanen en krekels en reptielen. Voor reptielen, sprinkhanen/ krekels en paddestoelen is het verstandig om nog een nadere analyse uit te voeren omdat de analyse voor deze soortengroepen deels op expertkennis is gebaseerd over de soortengroep als geheel in plaats van per soort.

De gebiedsindeling van Nederland (of stratificatie) is gebaseerd op de te verwachten milieuveranderingen en gevoeligheden van gebieden voor deze veranderingen. Het principe waarmee de stratificatie tot stand komt, is dat er in alle gebieden een even grote precisie wordt nagestreefd: een homogeen gebied waar weinig gebeurt, kan met minder meetlocaties volstaan dan een heterogeen gebied waar veel veranderingen optreden.

Uiteindelijk zijn 14 strata onderscheiden waarbinnen verdroogde en niet verdroogde gebieden kunnen worden aangewezen. De optimale verdeling van de meetlocaties over deze strata kan op dit moment niet berekend worden, maar er wordt een verdichting van het meetnet aangeraden in de strata die gevoelig zijn of waarbij de zure depositie of de stikstofdepositie naar verwachting sterk zal dalen. Optioneel kan het meetnet in de strata binnen het ongevoelige gebied, waarbij of de zure depositie of de stikstofdepositie verandert, worden verdicht. In de relatief heterogene strata zou ook een verdichting op zijn plaats zijn.

1. INLEIDING

Bij verschillende ministeries in Nederland bestaat behoefte aan informatie omtrent de toestand van ecosystemen en soorten. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij wordt door het Natuurplanbureau (RIVM, SC-DLO, IBN-DLO en LEI-DLO) de vierjaarlijkse Natuurverkenningen en de jaarlijkse Natuur Balans uitgebracht, waarin wordt ingegaan op de huidige en de te verwachten toestand van natuur, bos en landschap. In opdracht van het ministerie van VROM brengt het RIVM vierjaarlijks Milieuverkenningen en de jaarlijkse Milieu Balans uit waarin de huidige en de te verwachten toestand van het milieu wordt beschreven. In opdracht van het ministerie van V&W brengt Rijkswaterstaat voor de rijkswateren de Watersysteemverkenningen uit. Bij deze verkenningen staat evaluatie van het natuurbeleid, het bosbeleid (voorzover het gaat om het ecologisch functioneren van het bos), het landschapsbeleid, het milieubeleid en het waterbeleid centraal.

In het kader van deze beleidsverkenningen is er behoefte aan een geïntegreerd netwerk van meetnetten dat zowel biotische als abiotische parameters omvat en dat is toegesneden op de informatiebehoefte van het rijksbeleid.

Vanuit de rijksoverheid hebben CBS, IKC-N en RIVM in 1995 het initiatief genomen voor het Netwerk Ecologische Monitoring (Bisseling et al., in prep.). Het doel van dit project is om bestaande meetnetten beter af te stemmen op de informatiebehoefte van de rijksoverheid.

Een van de meetdoelstellingen van het NEM is:

"Het signaleren en evalueren van landelijke veranderingen in abiotiek (met name verzuring, vermesting en verdroging) en de gevolgen daarvan voor flora en fauna"

Voor deze meetdoelstelling zal op nationale schaal in beeld gebracht dienen te worden in hoeverre de abiotische condities (milieukwaliteit) voldoende zijn of worden voor de realisatie van de natuurdoelen. Dit is van belang ter evaluatie van het natuur- en milieubeleid, omdat het de vraag 'in hoeverre worden door het milieubeleid de condities voor het voorkomen van flora en fauna gewaarborgd?' beantwoorden kan.

Om te komen tot een zo efficiënt mogelijk meetnet is een stratificatie van Nederland nodig. Een stratificatie levert een indeling van Nederland op met gebieden die zoveel mogelijk homogeen zijn ten aanzien van de verwachte abiotische veranderingen. Daarnaast is het efficiënt om alleen naar die flora en fauna elementen (variabelen) te kijken die het meest gevoelig zijn voor milieuveranderingen.

In dit rapport wordt aangegeven wat, naar de huidige kennis van zaken, de flora en fauna elementen (variabelen) zijn die het meest zullen zeggen over de gevolgen van milieukwaliteitsveranderingen voor flora en fauna. De studie beperkt zich tot de thema's verzuring, vermesting en verdroging. Andere thema's spelen op een te lokaal (verspreiding: b.v. bestrijdingsmiddelen) of te globaal (klimaatverandering) niveau voor een landelijke meetnet. Ook de tijdschaal waarop veranderingen te verwachten zijn, is voor sommige thema's te groot om meegenomen te kunnen worden (verspreiding: zware metalen; klimaatverandering) Het thema versnippering wordt behandeld in een andere studie (zie het NEM hoofdrapport; Bisseling et al., 1999). De resultaten van dit onderzoek worden beschreven in hoofdstuk 2.

Bij de selectie van variabelen zal vanuit drie invalshoeken worden gewerkt namelijk:

1. gevoeligheid voor milieuthema's: er zijn soorten en soortgroepen aan te wijzen die gevoelig zijn voor milieuthema's;

2. de meetbaarheid van de variabelen: soorten of groepen van soorten;
3. het beleidsmatig belang van soorten, zoals b.v. de aandachtsoorten in het kader van natuurbeleid, hieronder worden binnen het NEM de doelsoorten, de Rode-lijstsoorten en de soorten die internationaal van belang zijn verstaan.

In hoofdstuk 3 wordt besproken wat volgens de te verwachten milieuveranderingen en gevoeligheden van gebieden voor deze veranderingen de meest optimale gebiedsindeling of stratificatie van Nederland is.

De resultaten van deze studie worden gebruikt in de vervolgstudies. Voor de soortengroepen die in deze studie zijn geselecteerd wordt een voorstel voor een meetnet voorbereid (zie van Strien, 1998). De stratificatie van Nederland vormt de basis om de meetlocaties zo goed mogelijk te plaatsen. De algemene lijn van het NEM wordt behandeld in het NEM hoofdrapport (Bisseling et al., 1999).

2. DE KEUZE VAN FLORA EN FAUNA ELEMENTEN

2.1 Inleiding

Om de gevolgen van veranderingen in het abiotische milieu voor flora en fauna te meten met een ecologisch meetnet is het niet noodzakelijk om alle soorten uit alle soortgroepen te meten. Buiten dat het onhaalbaar zal zijn, is het van weinig praktisch nut. Er kan volstaan worden met een selectie van soorten of soortgroepen die gevoelig worden geacht voor de te verwachten milieuveranderingen als gevolg van verzuring, vermesting en verdroging. Deze variabelen (soorten) moeten een beeld geven van de ecologische effecten van de bovengenoemde milieuthema's.

Het doel van dit deel van het onderzoek is: 'aan te geven welke variabelen het beste gekozen kunnen worden om ecologische veranderingen als gevolg van veranderingen in het milieu in beeld te brengen'. Hierbij moet eerst een aantal selectie criteria worden vastgesteld die bij de keuze van de variabelen gebruikt gaan worden.

Bij de analyse zal gebruik worden gemaakt van bestaande informatie. De resultaten van deze studie kunnen gebruikt worden om prioriteiten te stellen ten aanzien van bestaande of nieuwe meetnetten met betrekking tot het monitoren van veranderingen in de abiotische kwaliteit en de effecten op de natuur.

2.2 Werkwijze

Tijdens het onderzoek zijn vier stappen doorlopen, deze stappen zijn als volgt omschreven:

Stap 1.

Het kiezen van de selectiecriteria via een workshop met het projectteam van het Netwerk Ecologische Monitoring.

Stap 2.

Omschrijven van de potentieel beschikbare hoeveelheid informatie die bij de selectie van variabelen gebruikt kan worden. Per bron zal er een korte typering worden gegeven wat de informatie waard is in het kader van de gevoeligheid voor milieuthema's, de meetbaarheid en de beleidsrelevantie.

Stap 3.

Selectie van variabelen door de selectiecriteria (zie stap 1) toe te passen op de hoeveelheid beschikbare informatie (zie stap 2).

Stap 4.

Nagaan of er nog aanvullende informatie behoefte bij VROM bestaat die niet gedekt wordt door de bestaande meetinspanningen in het kader van de meetactiviteiten t.b.v. bosvitaliteit, verdroging en Life Support Function en het NEM inclusief de bij stap 3 geselecteerde variabelen.

2.3 Resultaten

2.3.1 Waaruit te kiezen ?

Bij de keuze van variabelen voor het meten van veranderingen kan men verschillende typen van variabelen kiezen zoals:

- afzonderlijke soorten, b.v. parnassia
- soortengroepen, b.v. hogere planten
- ecologische soortengroepen, b.v. flora en fauna van natte duinvalleien

Het meten van afzonderlijke soorten is voor sommige soortengroepen (b.v. amfibieën of zoogdieren) noodzakelijk, omdat er per soort verschillende meetmethoden gebruikt moeten worden. Voor meetnetten waarbij dat niet nodig is, zoals bij broedvogels, vlinders of flora, is het efficiënter om op een monitoringslocatie alle soorten van de soortengroep te inventariseren. Ten eerste omdat men dan niet speciaal op zoek moet naar geselecteerde soorten, want deze worden automatisch meegenomen en ten tweede omdat alle soorten tezamen een indicatieve waarde voor het abiotische milieu hebben.

Het monitoren van ecologische soortengroepen (levensgemeenschappen) kan voordelen hebben ten opzichte van het monitoren van soorten en soortengroepen omdat levensgemeenschappen opgebouwd kunnen zijn uit soorten die uit verschillende taxonomische soortengroepen kunnen komen en weliswaar binnen één type voorkomen maar wat betreft morfologie en ecologie op zeer uiteenlopende wijze verbonden zijn met dit milieutype. Hierdoor is het in potentie mogelijk dat eerder of beter indicaties over veranderingen in het milieu worden verkregen dan wanneer alleen per soortengroep wordt gekeken. Een van de praktische problemen bij de uitwerking van deze optie is dat er nog geen echte goede operationele beschrijvingen zijn van levensgemeenschappen waarin ook alle soortengroepen aan bod komen (tabel 2.1), laat staan een beschrijving van hun indicatieve waarde.

Tabel 2.1: overzicht van bestaande indelingen van de levensgemeenschappen, uitgesplitst naar soortengroep

	<i>Flora</i>	<i>Zoog- dieren</i>	<i>Vogels</i>	<i>Rep- tielen</i>	<i>Amfibiën</i>	<i>Vlinders</i>	<i>Libellen</i>
Natuurdoeltypen	X	X	X	X	X	X	X
Plantengemeenschappen	X						
SBB doeltypen	X		X			X	
Ecotopen	X						

Volgens Tabel 2.1 zou alleen de indeling in natuurdoeltypen in aanmerking komen voor het nader selecteren van levensgemeenschappen. Een van de praktische problemen hiervan echter is dat de natuurdoeltypen uit ecologisch oogpunt gezien nogal breed zijn en daardoor uiteindelijk toch niet specifiek genoeg zijn voor de selectie van levensgemeenschappen. Hier zou eerst een nieuwe indeling van de Nederlandse flora en fauna in ecologische soortengroepen gestalte moeten krijgen.

In deze studie wordt ingegaan op de keuze van soortengroepen, omdat het niet efficiënt is om naar specifieke soorten op zoek te gaan en omdat het op dit moment onhaalbaar is om

levensgemeenschappen te monitoren. Naast soortengroepen zullen ook enkele aanvullende variabelen worden meegenomen in de overwegingen, zoals broedsucces van vogels en bosvitaliteit.

2.3.2 Selectiecriteria

Het vaststellen van selectiecriteria is een essentiële stap om op een reproduceerbare manier tot keuze van variabelen te komen die gebruikt kunnen worden voor het monitoren van veranderingen in milieukwaliteit.

In deze studie is een breed spectrum aan mogelijke selectiecriteria voorgelegd aan het NEM kernteam en daar is een keuze gemaakt voor de volgende criteria:

1. de soortengroep of in ieder geval veel soorten van de soortengroep moet(en) alleen gevoelig zijn voor veranderingen voor verzuring, vermesting en verdroging en niet gevoelig voor andere milieuthema's,
2. de soortengroep/ variabele moet goed meetbaar zijn en
3. de soortengroep moet zoveel mogelijk ook vanuit beleidsoptiek relevant zijn.

De criteria worden hier kort toegelicht.

1. Gevoeligheid voor verzuring, vermesting en verdroging

Van veel soorten is de gevoeligheid voor milieuthema's bekend. Gevoelig betekent dat de soort kan verdwijnen of juist verschijnen door veranderingen in de milieukwaliteit. Soorten kunnen door meerdere factoren (andere stressoren of door natuurlijke processen) verdwijnen of verschijnen. Dit bemoeilijkt de interpretatie van de uitkomsten. Het gaat er in het kader van deze studie om dat een soort alleen gevoelig is voor de milieuthema's waar men vanuit het meetnet in geïnteresseerd is (verzuring, vermesting en verdroging). Daarmee zijn de resultaten die het meetnet op zal leveren eenduidiger te interpreteren. Er zijn echter niet veel soorten die zo'n specifieke relatie met de milieukwaliteit hebben dat de aan/afwezigheid van de soort direct en ondubbelzinnig kan worden geïnterpreteerd als een verandering in milieu.

Overigens kunnen sommige soorten wel heel gevoelig zijn voor milieu veranderingen maar niet noodzakelijker wijs in alle stadia van de levenscyclus van de soort. Als een boom ergens eenmaal tot een goede ontwikkeling is gekomen zal de boom daar nog heel lang staan, ook als de milieuomstandigheden veranderen en minder gunstig worden. De aan/afwezigheid van de boom zelf zegt dan niet zoveel over de milieuveranderingen (de vitaliteit van de boom is weer wel informatief)

2. Meetbaarheid.

In principe zijn alle soorten meetbaar als er maar goed, veel en intensief wordt gemeten. In deze notitie wordt echter met meetbaar bedoeld dat de soort goed en eenduidig herkenbaar is, dat de inventarisatie van een meetlocatie snel kan geschieden en de aanwezigheid van een soort niet onderhevig is aan hevige schommelingen van jaar op jaar.

3. Beleidsrelevantie

Er zijn verschillende redenen waarom soorten vanuit de optiek van het beleid relevant kunnen zijn. Er zijn verschillende beleidskaders die ieder weer hun eigen soorten hebben. Soorten kunnen als doelsoorten van natuurdoeltypen zijn benoemd of zijn opgenomen in de Bonn conventie, de EG habitat- en vogel richtlijn, of de rode lijst. De beleidsrelevantie van een

soortengroep wordt hier vastgesteld door te inventariseren hoeveel soorten van deze soortengroep in een van deze kaders als soort wordt opgevoerd.

De criteria worden op de volgende manier uitgewerkt:

1. Gevoelig voor alleen de milieuthema's verzuring vermesting en verdroging:

- alle soorten die gevoelig zijn voor verzuring, vermesting of verdroging
- minus het aantal van deze soorten dat bovendien gevoelig is voor andere milieufactoren (versnippering, verstoring, verspreiding of klimaat)
- blijft over het aantal soorten dat voornamelijk gevoelig is voor verzuring, vermesting of verdroging

In het geval dat er voor soorten goede relaties zijn vastgesteld, bijvoorbeeld met statistische of empirische modellen, tussen het voorkomen van soorten en verzuring, vermesting en verdroging wordt aangenomen dat die soorten gevoelig hiervoor zijn, ook al zijn de soorten ook gevoelig voor andere milieuthema's.

2. meetbaarheid van veranderingen in soorten

- aantal soorten dat goed meetbaar is
- aantal soorten dat slecht meetbaar is

3 Beleidsmatige betekenis van soorten:

- de Rode lijst
- doelsoorten
- Bonn conventie
- EG Habitat richtlijn + Vogelrichtlijn

2.3.3 Beschrijving beschikbare informatie

Op basis van literatuuronderzoek is voor een groot aantal soortengroepen de gevoeligheid, de meetbaarheid en de beleidsrelevantie van de groep nagegaan. Voor de inschatting van de gevoeligheid is gebruik gemaakt van bronnen waarin reeds de kennis over gevoeligheid was samengevat. Voor de inschatting van de meetbaarheid is vooral gebruik gemaakt van Vos et al. (1994). De beleidsrelevantie van soorten en soortengroepen zijn gebaseerd op de relevante beleidspublicaties.

1. Gevoeligheid

Voor het in beeld brengen van de gevoeligheid van soorten kunnen de volgende bronnen worden gebruikt:

Flora en Fauna 2030 (Ovaa et al., 1993)

In het project FF2030 is per soortengroep en per soort aangegeven wat de gevoeligheid voor milieuthema's is. De volgende soortengroepen zijn hierbij in beschouwing genomen:

- hogere planten
- zoogdieren
- vleermuizen
- vogels
- dagvlinders

- libellen
- zeeieren
- zeevissen
- kreeftachtigen
- mariene weekdieren

Voor ieder van deze soortengroepen is op basis van expert kennis aangegeven of de soorten gevoelig zijn voor milieuthema's. Men heeft hierbij getracht om de sterkte van de relatie aan te duiden in termen van 'zeker een verband', 'mogelijk een verband' en 'indicatie voor verband'.

Botanisch basisregister (CBS, 1996)

In het botanisch basisregister is voor alle plantensoorten in Nederland informatie opgenomen over de gevoeligheid voor milieuthema's. De gevoeligheid van de soorten is gebaseerd op het ecotopen systeem. Hierbij zijn de milieussen steeds in drie klassen ingedeeld (bv droog, vochtig en nat). Per plantensoort is aangegeven tot welke ecotoop deze behoort en dus ook tot welke klasse van de milieussen. Een plantensoort kan tot meerdere ecotopen behoren en dus ook in meerdere klassen tegelijk voorkomen. Als een soort tot een "gevoelig" ecotoop behoort is dat een indicatie dat een soort gevoelig is.

NEM ontwikkelingsreeksen

Door Schaminée en Janssen (1998) zijn in het kader van het NEM deelproject 1.7 voor ca. 50 natuurdoeltypen ontwikkelingsreeksen opgesteld. Hierbij zijn planten, vlinders, vogels en het abiotische milieu betrokken.

Iedere ontwikkelingsreeks is in drie tot vijf tijdfasen verdeeld. Per fase is een soortenlijst met indicatie van de abundantie opgenomen. Met behulp van de ecologische responsies per plantensoort (MOVE; Alkemade et al., in prep.) is per ontwikkelingsreeks bepaald wat de abiotische condities zijn die hier bij horen, waarmee de gevoeligheid van de betreffende soorten kon worden ingeschat (Huisman & Wiertz, 1997).

Serie' indicatorsoorten' (Staatsbosbeheer)

Voor natuurdoeltypen van Staatsbosbeheer zijn door de KIWA ook successie reeksen opgesteld en ruwe indicaties van de abiotische randvoorwaarden opgesteld (o.a. Jalink & Jansen, 1995; Jalink, 1996).

Hierbij is uitgegaan van een aantal concrete locaties, die voldoende representatief worden geacht voor een bepaald landschapstype. Van deze locaties is de vegetatiekundige informatie verzameld, de variatie in de vegetatie beschreven en geanalyseerd en vervolgens in verband gebracht met bestaande geohydrologische, geohydrogeminische, bodemkundige en beheersmatige informatie. Deze interpretatie leidt tot een beeld van de indicaties van de aanwezige plantengemeenschappen ten aanzien van de beschreven standplaatsfactoren en geeft inzicht in de indicatie van de soorten binnen deze gemeenschappen. Alle milieufactoren worden in een as met 5-6 stappen ingedeeld

De indicaties zijn per plantensoort van het vegetatietype en voor het gehele vegetatietype uitgewerkt. Iedere soort kan tot een of meerdere klassen van de milieufactoren behoren. Tenslotte is er per plantensoort aangegeven welke soorten zullen domineren of verdwijnen bij veranderingen in de milieukwaliteit (verdroging, vernatting, verrijking, verzuring en verarming).

De systematiek is nog niet voor alle natuurdoeltypen uitgewerkt

Natuurplanner/ MOVE

In de Natuurplanner zitten voor ca. 900 planten en 40 vlinders correlatieve verbanden met de milieufactoren verzuring, vermisting en verdroging (Latour et al., 1997). Hierbij is het voorkomen van plantensoorten als functie van de milieuomstandigheden uitgedrukt in ecologische amplitudes (MOVE: Alkemade et al., in prep.). Bij de ecologische amplitudes kan voor iedere waarde van de milieuvareabele de bijbehorende kans op voorkomen worden uitgerekend. Vergelijkbare relaties zijn opgesteld voor de vlinders (vlinderMOVE: Oostermeijer & van Swaay, 1996)

Tabel 2.2 geeft een overzicht van de verschillende bronnen per soortengroep.

Tabel 2.2: bronnen met informatie over gevoeligheid per soortengroep

	<i>Expert oordeel</i>	<i>Correlatief</i>
Flora		<ul style="list-style-type: none"> • indicatorsoorten SBB • Natuurplanner • Botanisch basisregister • NEM ontwikkelingsreeksen
Zoogdieren	FF2030	
Vleermuizen	FF2030	
Vogels	FF2030	
Reptielen	Atlas	
Amfibieën	Atlas	
Vlinders	FF2030	VlinderMOVE
Libellen	FF2030	
Sprinkhanen en krekels	Diversen	
Paddestoelen	FF2030	
Korstmossen	Diversen	

Alleen FF2030 is voor veel soortengroepen uitgewerkt en kan daarom als een goed uitgangspunt worden gebruikt. Met name voor de flora en ook voor de dagvlinders zijn er aanvullende alternatieven. Voor de flora zijn er zelfs diverse verschillende alternatieven. Hierbij kan echter worden opgemerkt dat er toch ook weer niet zoveel verschil is tussen de benaderingen. Met uitzondering van enkele specifieke cases is er veel op correlatief onderzoek gebaseerd. Datasets met vegetatieopnamen zijn gebruikt om aan te geven bij welke vegetatie iedere plant voorkomt en hier zijn dan de abiotische condities bij geschat. Onderlinge verschillen tussen methoden hebben dan betrekking op: 1) de datasets die gebruikt zijn en 2) de manier waarop de abiotische variabele zijn onderverdeeld in klassen: 3 klassen (ecotopensysteem uit het botanisch basisregister); 6 klassen (SBB handboek); continu (natuurplanner). Niettemin is het wel goed om vast te stellen dat als het voorkomen van soorten met empirische of correlatieve modellen goed is beschreven (vogels en dagvlinders) dit zeer bruikbaar is voor het geven van een invulling van het begrip gevoeligheid.

2. Meetbaarheid

Voor het in beeld brengen van de meetbaarheid van soorten is gebruik gemaakt van het MIBI rapport (Vos et al. 1994). Dit rapport bevat een methodiek voor het opzetten van een meetnet terrestrische ecosystemen. In de bijlage van dat rapport is een tabel opgenomen met daarin de meetbaarheid van de soorten. Dit is uitgewerkt voor zoogdieren, vleermuizen, vogels,

reptielen, amfibieën, weekdieren, vlinders, libellen, overige insecten en planten en 3 paddestoelen.

3. Beleidsrelevantie

Voor het in beeld brengen van de beleidsrelevantie van soorten kunnen de volgende bronnen worden gebruikt.

Botanisch basisregister (CBS, 1996)

In het botanisch basisregister is voor alle plantensoorten in Nederland informatie opgenomen over de beleidsmatige betekenis van soorten (rode lijst soorten, aandachtsoorten en doelsoorten)

MIBI rapport (Vos et al., 1994)

Ook het al eerder genoemde MIBI rapport bevat een tabel met de beleidsstatus van de soorten. Dit is uitgewerkt voor zoogdieren, vleermuizen, vogels, reptielen, amfibieën, weekdieren, vlinders, libellen, overige insecten en planten en 3 paddestoelen.

Lijst van Aandachtsoorten

Deze lijst is opgesteld in het kader van het NEM en bevat informatie per soort en per soortengroep over de beleidsstatus.

Overige bronnen

Er zijn natuurlijk nog tal van andere bronnen die informatie bevatten over de gevoeligheid en de meetbaarheid. Voor enkele soortengroepen zijn atlassen gebruikt waarin de verspreiding, de ecologie en de gevoeligheid voor milieuthema's per soort worden besproken (zie tabel 2.2).

2.3.4 Selectie van variabelen

criterium 1: gevoeligheid voor verzuring, vermesting en verdroging

In tabel 2.3 staat het aantal soorten van een soortengroep dat gevoelig is voor verzuring, vermesting en verdroging. Tevens is aangegeven hoeveel van deze soorten (die dus gevoelig zijn voor verzuring, vermesting en verdroging) ook nog eens gevoelig zijn voor verspreiding, versnippering en klimaat. Deze soorten, die dus voor veel thema's gevoelig zijn, worden van het aantal soorten dat gevoelig is voor verzuring, vermesting en verdroging afgetrokken. Het restant is het aantal soorten dat alleen voor verzuring, vermesting en verdroging gevoelig is. (NB. Soorten kunnen zowel gevoelig voor klimaat als voor versnippering en verspreiding zijn zodat de getallen in de tabel 2.3 niet van elkaar afgetrokken kunnen worden.)

Overigens is gevoeligheid voor klimaat minder een probleem dan gevoeligheid voor versnippering en verspreiding omdat klimaatseffecten overal te verwachten zijn en daarmee voor het meetnet minder storend zullen zijn.

Tabel 2.3. Gevoeligheid van soorten voor milieuthema's verzuring, vermisting of verdroging mede in relatie tot de gevoeligheid voor andere milieuthema's op basis van de gegevens van Flora en Fauna 2030 (Ovaa et al., 1993).

	Totaal aantal van de soorten groep t.b.v. de analyse	Aantal soorten gevoelig voor verzuring, vermisting verdroging (a)	Soorten van (a) en bovendien gevoelig voor verspreiding en ver- snippering	soorten van (a) en bovendien gevoelig voor klimaat	aantal soorten dat alleen voor verzuring, vermisting en verdroging gevoelig is	eind score
Hogere planten	933	528(56 %)	70 (7,5 %)	161(17%)	321 (34 %)	+
Zoogdieren	39	37 (95%)	30 (81%)	21 (53%)	0 (0 %)	-
Vleermuizen	10	10 (100%)	10 (100%)	4 (40%)	0 (0%)	-
Vogels	146	62 (42%)	24 (16%)	23 (15%)	25 (17%)	0
Reptielen	7	7	Allen	?	geen	-
Amfibieën	15	15	Veel	?	enkele	0
Dagvlinders	71	32 (43%)	17 (23%)	8 (11%)	12 (16%)	0 + ^(*)
Libellen	60	51 (88%)	3 (5%)	3 (5%)	46 (80%)	+
Sprinkhanen/ Krekels		Veel	Matig	?	beperkt	0
Paddestoelen		Veel	?	?	?	+?
Korstmossen		Allen	?	?	allen ?	+

- = minder dan 5% van de soorten alleen gevoelig voor verzuring, vermisting en verdroging
 0 = 5-25% van de soorten alleen gevoelig voor verzuring, vermisting en verdroging
 + = meer dan 25% van de soorten alleen gevoelig voor verzuring, vermisting en verdroging
 +^(*) = op basis van vlinderMOVE

Hogere planten, libellen en naar verwachting korstmossen hebben dus relatief veel soorten die alleen gevoelig zijn voor verzuring, vermisting of verdroging en scoren dus positief op criterium 1. Vleermuizen, zoogdieren en reptielen lijken allen ongeschikt volgens dit criterium. Broedvogels, dagvlinders en naar verwachting sprinkhanen en amfibieën vallen in de tussencategorie.

In aanvulling op FF2030 zijn voor het opstellen van tabel 2.3 de modellen MOVE (Alkemade et al., in prep.) en vlinderMOVE (Oostermeijer & van Swaay, 1996) gebruikt. Met deze modellen kan de gevoeligheid van planten en dagvlinders worden ingeschat. Dit betekent, in relatie tot tabel 2.3, dat er voor ongeveer 90% van de plantensoorten en 50% van de dagvlinders een duidelijke relatie met de milieuthema's verzuring, vermisting en verdroging is gevonden. Als gevolg hiervan zal bij de eindscore voor de dagvlinders niet de waarde "0" maar "+" worden gehanteerd.

criterium 2: Meetbaarheid

Tabel 2.4 geeft het aantal soorten per soortengroep dat goed meetbaar is.

Veel soortengroepen zijn goed meetbaar en hebben een positieve score. Alleen de paddestoelen hebben een ongunstige verwachting. Dit is echter op expert opinie gebaseerd en niet op een inhoudelijke analyse. Deze conclusie dient daarom wel onder voorbehoud te worden gebruikt. Recent is er door mycologen een studie uitgevoerd waarbij de geschiktheid van alleen meetbare paddestoelen voor het NEM is bekeken. Deze studie gaf aan dat er toch goede perspectieven zijn voor een selectie van de paddestoelen. Het heeft zin om dit nader te onderzoeken. Inmiddels is een aanzet hiertoe gedaan (zie van Strien, 1998)

Tabel 2.4. Meetbaarheid van soorten per soortengroep. Voor sommige soortengroepen is de inschatting op basis van expert opinie.

	<i>Aantal soorten t.b.v. de analyse</i>	<i>Aantal soorten dat goed meetbaar is (%)</i>	<i>eindscore</i>
Hogere planten	1500	+/- 1000 (66%)	+
Zoogdieren	46	11 (24%)	0
Vleermuizen	18	13 (73%)	+
Broedvogels	173	57 (33%)	+
Broedsucces		goed meetbaar	+
Reptielen	7	5 (71%)	+
Amfibieën	14	11 (79%)	+
Dagvlinders	78	21 (26%)	+
Libellen		goed meetbaar	+
Sprinkhanen/ Krekels		matig meetbaar	0
Paddestoelen		slecht meetbaar	-
Korstmossen		goed meetbaar	+
Bosvitaliteit		goed meetbaar	+

-= minder dan 5 % van de soorten goed meetbaar

0= 5 tot 25 % van de soorten goed meetbaar

+= meer dan 25% van de soorten goed meetbaar

 criterium 3: beleidsrelevantie

Tabel 2.5 geeft het aantal soorten dat vanuit de optiek van het beleid van belang is. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de voor genoemde beleidscategorieën: de Bonn conventie, de Habitat Richtlijn, de Doelsoorten lijst en de Rode lijst.

Tabel 2.5. Beleidsrelevantie van soorten per soortengroep.

	Aantal soorten	Bonn conventie	Habitat Richt Lijn	Doel Soort	Rode lijst Soort	percentage soorten met beleidsstatus	Eind score
hogere planten	1400			407	Ca. 500	Ca. 36%	+
Zoogdieren	48	5	15	11	17	35%	+
Vleermuizen	16	16	16	6	9	100%	+
Vogels	173	99	95	63	57	57%	+
Reptielen	7		3	5	6	85%	+
Amfibieën	14		8	7	9	64%	+
Dagvlinders	70		3	47	47	70%	+
Libellen	60		8	23	27	41%	+
Sprinkhanen/ Krekels	42				18	43%	+
Paddestoelen	3502				1655	67%	+
Korstmossen					327	?	+

- = minder dan 5% van de soorten heeft een beleidsstatus

0 = 5-15% van de soorten heeft een beleidsstatus

+ = meer dan 15% van de soorten heeft een beleidsstatus

Eindscores

Tabel 2.6 geeft de eindscore van deze studie. Per soortengroep worden de eindscores per criterium samengevat. Omdat het nog open is of het beleids criterium bij het kiezen van variabelen voor het meten van veranderingen meegenomen moeten worden, is er voor gekozen eerst een subtotaalscore te maken zonder dat het beleids criterium is meegewogen en vervolgens een aparte beoordeling te maken als dit criterium wel meegenomen zou worden. De totaalscore zonder weging is een eenvoudig sommatie van de scores van de afzonderlijke criteria. De totaalscore met implicatie van de beleidsbetekenis is een beoordeling of de variabele-groep in de context van het NEM een goede indicator kan zijn voor het monitoren van ecologische veranderingen als gevolg van veranderingen in het milieu. In de praktijk blijkt dat vrijwel elke genoemde groep wel enige beleidsrelevantie kent.

Uit deze analyse komen de flora, dagvlinders, libellen, en korstmossen als meest geschikte soortengroepen naar voren. Matig geschikt zijn broedvogels en amfibieën. Ongeschikt zijn vleermuizen, zoogdieren, paddestoelen, sprinkhanen en krekels en reptielen. Voor reptielen, sprinkhanen/ krekels en paddestoelen is het verstandig om nog een nadere analyse uit te voeren omdat de analyse voor deze soortengroepen deels op expert kennis is gebaseerd over de soortengroep als geheel in plaats van per soort of soortengroep.

In het laatste deel van het onderzoek werden deze resultaten voorgelegd aan enkele medewerkers van het ministerie van VROM (zie stap 4 van de werkwijze, par. 2.2). Er werd geconcludeerd dat geen aanvullingen nodig waren.

Tabel 2.6. Eindbeoordeling van variabelen om ecologische veranderingen als gevolg van veranderingen in milieu in beeld te brengen. Bij de bepaling van de totaal score werd de beleidsbetekenis minder belangrijk gevonden dan de meetbaarheid en gevoeligheid.

<i>BIOTA</i>	<i>Gevoelig</i>	<i>meetbaar</i>	<i>Sub totaal</i>	<i>Beleidsbetekenis</i>	<i>totaal score</i>
Flora	+	+	++	+	Hoog
Zoogdieren	-	0	-	+	Laag
Vleermuizen	-	+	0	+	Laag
Broedvogels aantallen	0	+	+	+	Matig
Broedsucces	+	+	++	+	Hoog
Reptielen	-	+	0	+	Laag
Amfibieën	0	+	+	+	Matig
Dagvlinders	+	+	++	+	Hoog
Libellen	+	+	++	+	Hoog
Sprinkhanen/ krekels	0	0	0	+	Laag
Paddestoelen	+	-	0	+	Laag
Korstmossen	+	+	++	+	Hoog
Bosvitaliteit	+	+	++	+	Hoog

2.4 Discussie

De resultaten van dit hoofdstuk zijn gebaseerd op een snelle inventarisatie. Voor het monitoren van ecologische veranderingen als gevolg van veranderingen in het milieu zijn de soortengroepen flora, dagvlinders, libellen en korstmossen geschikt. Op basis van deze inventarisatie is in het vervolg onderzoek de haalbaarheid in de praktijk ten behoeve van het NEM van deze (deels nog op te zetten) meetnetten onderzocht (van Strien, 1998). Naast deze soortengroepen komen de variabelen bosvitaliteit en broedsucces ook positief uit de analyse.

De analyse kan natuurlijk nog worden uitgebreid en verbeterd. De verwachting is echter niet dat dit tot totaal andere resultaten zal leiden. Voor flora en korstmossen is het al lang bekend dat zij een duidelijke relatie met verzuring, vermesting en verdroging hebben. Voor libellen en dagvlinders geldt ongeveer hetzelfde, alleen moet bij deze groepen deze relatie nog meer aangetoond worden, met onderzoek.

Ten aanzien van de analyse zijn de volgende verbeteringen en verfijningen mogelijk:

- Voor sommige soortengroepen was er relatief weinig informatie beschikbaar. Met name voor de sprinkhanen en krekels, korstmossen en paddestoelen was er relatief weinig informatie. Een nadere analyse zou hier zeker op zijn plaats zijn. Recent is er door mycologen een studie uitgevoerd waarbij de geschiktheid van meetbare paddestoelen voor het NEM is bekeken (zie van Strien, 1998). Deze studie gaf aan dat er toch goede perspectieven zijn voor paddestoelen.
- Soortengroepen die net niet of net wel in aanmerking komen voor selectie zoals de broedvogels, en de amfibieën zouden nader moeten worden onderzocht of er toch niet mogelijkheden zouden zijn.
- Er is aangenomen dat het aangeven van de gevoeligheid van soorten voor iedere soortengroep op een zelfde manier is gedaan in FF 2030. Dit hoeft niet het geval te zijn want de uitwerking in het kader van de studie FF2030 is per soortengroep door verschillende deskundigen gedaan waarbij de ene deskundige misschien meer naar volledigheid heeft gestreefd (benoemen van zoveel mogelijk milieuthema's per soort) en

de ander meer naar hoofdlijnen (benoemen van alleen de belangrijkste milieuthema's). Dit verschil zal met name doorwerken als soorten ook voor verspreiding, versnippering en klimaat zijn aangeduid (wel volledig) terwijl dit toch duidelijk minder belangrijke thema's zouden zijn (geen hoofdlijn) dan verzuring, vermesting en verdroging. Immers deze volledigheid leidt er in de analyse van dit rapport toe dat dergelijke soorten uiteindelijk niet gekozen worden volgens het gevoeligheids criterium. Op dit moment is het echter niet mogelijk om met deze verschillen in deskundigheidsanalyse rekening te houden maar het blijft een punt van aandacht bij de interpretatie van de resultaten.

- De gevoeligheid van soorten voor verzuring, vermesting en verdroging heeft niet voor alle soorten dezelfde betekenis en is soms niet altijd even relevant. Ganzen scoren bijvoorbeeld positief op vermesting omdat er dan meer voedselaanbod is terwijl dit niet een belangrijk onderwerp is in het milieubeleid. Immers de ganzen scoren hier positief omdat er dan meer te grazen valt in de weilanden.
- Bij de selectie zijn de drie criteria gevoeligheid, meetbaarheid en beleidsrelevantie afzonderlijk uitgewerkt. Het verdient aanbeveling om deze drie criteria ook simultaan toe te passen. Op dit moment is het namelijk nog niet mogelijk om met zekerheid vast te stellen of de soorten die gevoelig zijn van een soortengroep ook de soorten zijn die goed meetbaar zijn. In het algemeen mag dit wel worden verwacht omdat voor het aangeven van gevoeligheid een indicatie over de trend in de afgelopen jaren mede bepalend is geweest. Een aanvullende analyse zou hier meer licht op kunnen werpen.
- Het uitwerken van de mogelijkheden van het gebruik van levensgemeenschappen verdient nadere aandacht. Een van de vereisten hierbij is wel dat de meetpunten van de verschillende soortengroepen (vogels, vlinders, flora etc.) meer op elkaar kunnen worden afgestemd. Als het op voorhand al duidelijk is dat dit niet mogelijk zal zijn, bijvoorbeeld omdat de vrijwilligers die het monitoringswerk doen zich niet op die manier laten aansturen, heeft het echter geen zin om meer aandacht aan levensgemeenschappen te besteden.

3. STRATIFICATIE OP BASIS VAN VERZURING, VERMESTING EN VERDROGING

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt besproken wat volgens de te verwachten milieuveranderingen en gevoeligheden van gebieden voor deze veranderingen de meest optimale gebiedsindeling van Nederland is.

Een gebiedsindeling van Nederland is nodig om verschillende meetnetten op te zetten of aan te passen, zodanig dat zij zo optimaal mogelijk de ecologische veranderingen als gevolg van milieukwaliteitsveranderingen in beeld kunnen brengen. In hoofdstuk 2 is aangegeven welke flora en fauna elementen het beste gebruikt kunnen worden om deze veranderingen in beeld te brengen. In tabel 2.6 wordt aangegeven dat het gaat om hogere planten, libellen, dagvlinders, broedsucces van vogels en korstmossen.

In dit deel wordt een gebiedsindeling van Nederland voorgesteld om meetlocaties zodanig te plaatsen dat er een zo optimaal mogelijk meetnet kan worden verkregen. Zo'n gebiedsindeling wordt stratificatie genoemd. Een stratificatie maakt het mogelijk een efficiënte (met de minste kosten de beste schatting) opzet van het meetnet te verkrijgen. Het principe is dat er in alle gebieden een even grote precisie wordt nagestreefd: een homogeen gebied waar weinig gebeurt kan met minder meetlocaties volstaan dan een heterogeen gebied waar veel veranderingen optreden (zie o.a. Särndal et al., 1992, pag. 100 e.v.).

Overigens kunnen ook achteraf gebieden onderscheiden worden. Er wordt dan niet op voorhand gelet op ingrepen (zoals de milieuthema's verzuring, vermisting en verdroging) en toestandsvariabelen (b.v. grondsoort of grondgebruik), maar er worden simpelweg overall meetlocaties geplaatst (zie ook Vos et al., 1994). Deze meetlocaties kunnen dan later op diverse wijzen worden gegroepeerd. Deze aanpak heeft echter het risico dat in sommige gebieden weinig of geen meetpunten vallen, en in andere gebieden relatief teveel. De meetinspanningen in strata, die overbemonsterd zijn, kunnen daardoor relatief te groot zijn geweest. Bovendien bestaat dan het gevaar dat gewenste informatie niet uit het meetnet gehaald kan worden omdat in sommige strata te weinig is gemeten. Om dat gevaar te ontlopen is een stratificatie nodig.

Een stratificatie deelt Nederland in min of meer homogene gebieden in: strata. In het NEM worden de ecologische veranderingen in kaart gebracht die het gevolg zijn van veranderingen in het abiotische milieu. Een relevante stratificatie deelt Nederland dus in gebieden die homogeen zijn met betrekking tot veranderingen in het abiotische milieu en in de mate waarin ecologische effecten kunnen worden verwacht. Er zijn dus twee factoren waarnaar gestratificeerd kan worden: de mate van verwachte verandering als gevolg van verzuring, vermisting en verdroging en de mate van gevoeligheid van gebieden voor deze veranderingen. Zo kunnen bijvoorbeeld de volgende strata ontstaan: 'gevoelig gebied voor vermisting met grote verwachte verandering van vermisting' of: 'ongevoelig gebied waarbij de verwachte verandering in verzuring groot is en de verdroging niet verandert'.

Het nadeel van zo'n stratificatie voor het meetnet naar veranderingen is dat het alleen goed werkt als de strata in de tijd stabiel blijven. De veranderingen in het abiotische milieu kunnen niet altijd goed worden voorspeld, omdat er veranderingen in prioriteiten bij het beleid en onverwachte veranderingen, bijvoorbeeld doordat de emissiebronnen van locatie veranderen kunnen optreden. Een verandering van de stratificatie betekent het afbreken van meetreeksen op bepaalde meetlocaties, omdat deze locaties moeten worden verlegd. Aan deze bezwaren

wordt tegemoet gekomen door de strata tamelijk grof in te delen en de gevoeligheid (die niet verandert) mee te laten spelen.

Het uitgangspunt van de stratificatie is dat het gemiddelde van de te meten variabele, bijvoorbeeld het aantal van een bepaalde soort, de natuurwaarde, of het aantal soorten, met zo laag mogelijke variantie geschat wordt en dat per gebied de variantie van het gemiddelde gelijk is. Wanneer de variantie van de te meten variabelen in een bepaald stratum hoger is dan in andere, dan worden daar meer meetlocaties neergelegd. Een hogere variantie is te verwachten in strata waar veel veranderingen zijn te verwachten. Daarom wordt het meetnet verdicht in de strata waar een der milieuthema's sterk verandert en waar het gebied gevoelig is.

De stratificatie-principes die we aanhouden zijn daarmee:

- meetlocaties verspreiden over geheel Nederland, zodat uitspraken over de effecten op landelijke schaal mogelijk worden;
- meetlocaties verdichten in strata die én gevoelig zijn én waar verwachte veranderingen groot zijn.

Bij de stratificatie wordt de volgende informatie gebruikt:

- depositiegegevens van vermestende en verzurende stoffen in 1995
- depositiegegevens van vermestende en verzurende stoffen in 2020
- gevoeligheid van de bodem voor veranderingen als gevolg van deze deposities
- areaal van verdroogde gebieden

Het voordeel van de stratificatie met milieuthema's is dat de verschillen in effecten tussen strata goed te vergelijken zijn en dat ook elke factor afzonderlijk kan worden geanalyseerd. De ecologische effecten van b.v. verzuring kunnen afzonderlijk worden onderzocht, omdat er zowel in gevoelig als in ongevoelig gebied is gemeten, in zowel verdroogd als niet verdroogd gebied en bij hoge en lage vermesting. Door in elk stratum voldoende meetlocaties te leggen kunnen de effecten van de afzonderlijke factoren ontrafeld worden. Het is daarom van belang elk stratum, mits aanwezig, zo goed mogelijk te voorzien van meetlocaties.

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze gestratificeerd wordt en welke keuzen daarin gemaakt zijn.

Achtereenvolgens werken we de stratificatie naar de gevoeligheid en naar de milieuthema's uit.

De stratificatie is gericht op de natuurgebieden. Bij het opzetten van een meetnet is het van belang om het type natuur aan te geven, b.v. begroeiingstypen, omdat begroeiingstypen verschillen in gevoeligheid voor effecten van verzuring, vermesting en verdroging. Per milieustratum wordt geïnventariseerd welke typen daar een belangrijk deel van het oppervlakte beslaan. Eventueel kunnen op basis hiervan begroeiingstypen worden geselecteerd om te monitoren.

In paragraaf 3.2 wordt een gebiedsindeling gemaakt aan de hand van de gevoeligheid voor milieuveranderingen van verschillende gebiedstypen. In paragraaf 3.3 wordt een gebiedsindeling gemaakt aan de hand van de te verwachten milieuveranderingen. In paragraaf 3.4 wordt een combinatie van gevoeligheid en milieuverandering gemaakt om te komen tot de uiteindelijke stratificatie. In paragraaf 3.5 wordt per stratum een indeling gemaakt naar begroeiingstypen.

3.2 Gebiedsindeling op basis van gevoeligheid

De gevoeligheid van de bodem in een gebied voor verzuring, vermesting en verdroging wordt vooral bepaald door bodemfactoren, dus door kalkgehalte, lutum gehalte en organisch stofgehalte en dergelijke. De diverse gevoeligheidskaarten zijn beschreven in Klijn (1997). Deze kaarten laten zien dat er een sterke relatie is met de indeling naar fysisch geografische regio's. Daarom wordt voor de eenvoud verder als gevoeligheidskaart voor alle drie de thema's de fysisch geografische kaart aangehouden. Daarbij wordt de variatie die er binnen fysisch geografische regio's nog bestaat in gevoeligheid van de bodem verder genegeerd, omdat er anders teveel strata ontstaan.

Tabel 3.1 geeft de gevoeligheid weer per fysisch geografische regio voor verzuring, vermesting en verdroging. Bij verzuring gaat het om de gevoeligheid voor verzuring van de bovenlaag van de bodem. Bij vermesting wordt de gevoeligheid van de bodem voor stikstofdepositie en voor fosfaatverzadiging gegeven, bovendien wordt hierin de gevoeligheid van het oppervlaktewater voor eutrofiëring met fosfaat meegenomen. Bij verdroging gaat het om de effecten van grondwaterstand verlaging op bodem standplaatsfactoren.

Tabel 3.1. Gevoeligheid van fysisch geografische regio's voor verzuring, vermesting (stikstof en fosfaat) en verdroging. Gebaseerd o.a. Klijn (1997) en hier vereenvoudigd. De fysisch geografische regio's langs de kust die vooral water betreffen zijn hier weggelaten. G= (zeer) gevoelig. X= (weinig of) niet gevoelig.

	VERZURING	VERMESTING	VERMESTING	VERDROGING
		Stikstof	Fosfaat	
Heuvelland	X	G	X-G	G
Hogere zandgronden	G	G	G	X-G
Duinen	G	G	G	G
Laagveen	X	X	G	G
Zeeklei	X	X	X	X-G
Rivierklei	X	X	X	G

Hogere zandgronden en duinen zijn gevoelig voor verzuring, waarbij kalkarme duinen overigens weer gevoeliger zijn dan kalkrijke duinen. Deze gebieden zijn ook gevoelig voor vermesting. Laagveengebieden zijn dat ook, maar niet zozeer voor stikstofdepositie als wel voor eutrofiëring door fosfaat. Heuvelland is vooral gevoelig voor stikstofdepositie. Alle regio's zijn gevoelig voor verdroging, al zijn zeekleigebieden minder gevoelig dan de andere regio's en zijn delen van de hogere zandgronden ongevoelig.

Als we letten op de gevoeligheid voor verzuring en vermesting leidt dit tot een indeling in gevoelige gebieden (hogere zandgronden, duinen, heuvelland) en niet-gevoelige gebieden (zeeklei en rivierklei). Laagveengebieden hebben een aparte positie, omdat deze vooral voor fosfaat gevoelig zijn. Aangezien de gevoeligheid voor verdroging niet duidelijk verschilt tussen de fysisch geografische regio's kan een indeling in bovengenoemde drie gebieden volstaan. De indeling is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1. Gevoelige gebieden t.a.v. verzuring, vermesting en verdroging in Nederland

3.3 Gebiedsindeling op basis van milieuthema's

Tot dusver is gesproken over de effecten van verzuring, vermesting en verdroging. Om met deze effecten rekening te houden is bij de uitwerking van de stratificatie gekozen om, waar mogelijk, te kijken naar de te verwachten veranderingen van deze milieuthema's. Hierdoor wordt het mogelijk om gebieden te onderscheiden waar weinig of waar veel zal veranderen. Door deze invalshoek te kiezen kunnen gebieden waar veel effecten zijn te verwachten vergeleken worden met gebieden die weinig zullen veranderen.

De stratificatie voor verzuring en vermesting is gebaseerd op de te verwachten veranderingen van verzurende en vermestende depositie tussen 1995 en 2020 volgens het 'European Coordination' scenario van de Milieuverkenningen 1997 (RIVM, 1997). Dit scenario betreft de verwachte economische ontwikkelingen in Nederland en omliggende landen en omvat de voorgenomen milieumaatregelen, zoals b.v. genoemd in het NMP. Deze maatregelen betreffen de beoogde gevolgen van landelijk beleid op de verzurende depositie.

Voor het thema verdroging zijn alleen kwalitatieve inschattingen van de actuele situatie beschikbaar. Overzichten op landelijk niveau van te nemen maatregelen en de te verwachte veranderingen in grondwaterstand zijn niet beschikbaar. Daarom is bij het thema verdroging alleen uitgegaan van de huidige indeling in verdroogde en niet verdroogde gebieden (IPO & RIZA, 1995).

3.3.1 Verzuring

Voor het thema verzuring zijn kaarten gemaakt waarin de zure depositie wordt gegeven in 1995 en in 2020. De zure depositie is de som van de deposities van SO_x , NH_x en NO_y . Deze kaarten zijn gepubliceerd in het kader van de Milieuverkenningen 1997 (RIVM, 1997). Zowel de kaart van 1995 als 2020 heeft een oplossend vermogen van 5x5 km. Per gridcel is het potentieel zuur bepaald aan de hand van de depositie van SO_x , NH_x en NO_y .

Bij de stratificatie wordt naast de grootte van de te verwachten veranderingen ook de uitgangssituatie in 1995 in beschouwing genomen. De strata die onderscheiden zijn, zijn: "in 1995 hoge depositie en in 2020 lage depositie", "in 1995 hoog, in 2020 nog steeds hoog" en "in 1995 laag, in 2020 laag". Beleidsmatig gezien is het eerste stratum van belang, omdat daar immers de positieve effecten te verwachten zijn. De vergelijking met de andere strata kan dan eenvoudig gemaakt worden.









De vraag is vervolgens wat "laag" en wat "hoog" is. Het onderscheid moet zoveel mogelijk samenvallen met de grens waarbij effecten zijn te verwachten. Voor verzuring zijn vooral bossen op hogere zandgronden gevoelig en daarnaast duingebieden. De "critical load" die daarvoor geldt is ca. 1500-2000 potentieel zuur in mol/ha/j (RIVM, 1997). De grenswaarde van 1750 mol/ha/j lijkt daarom redelijk samen te vallen met de te verwachten effecten. In tabel 3.2 staan per gevoeligheidsgebied het aantal gridcellen gegeven per verzuringsstratum.

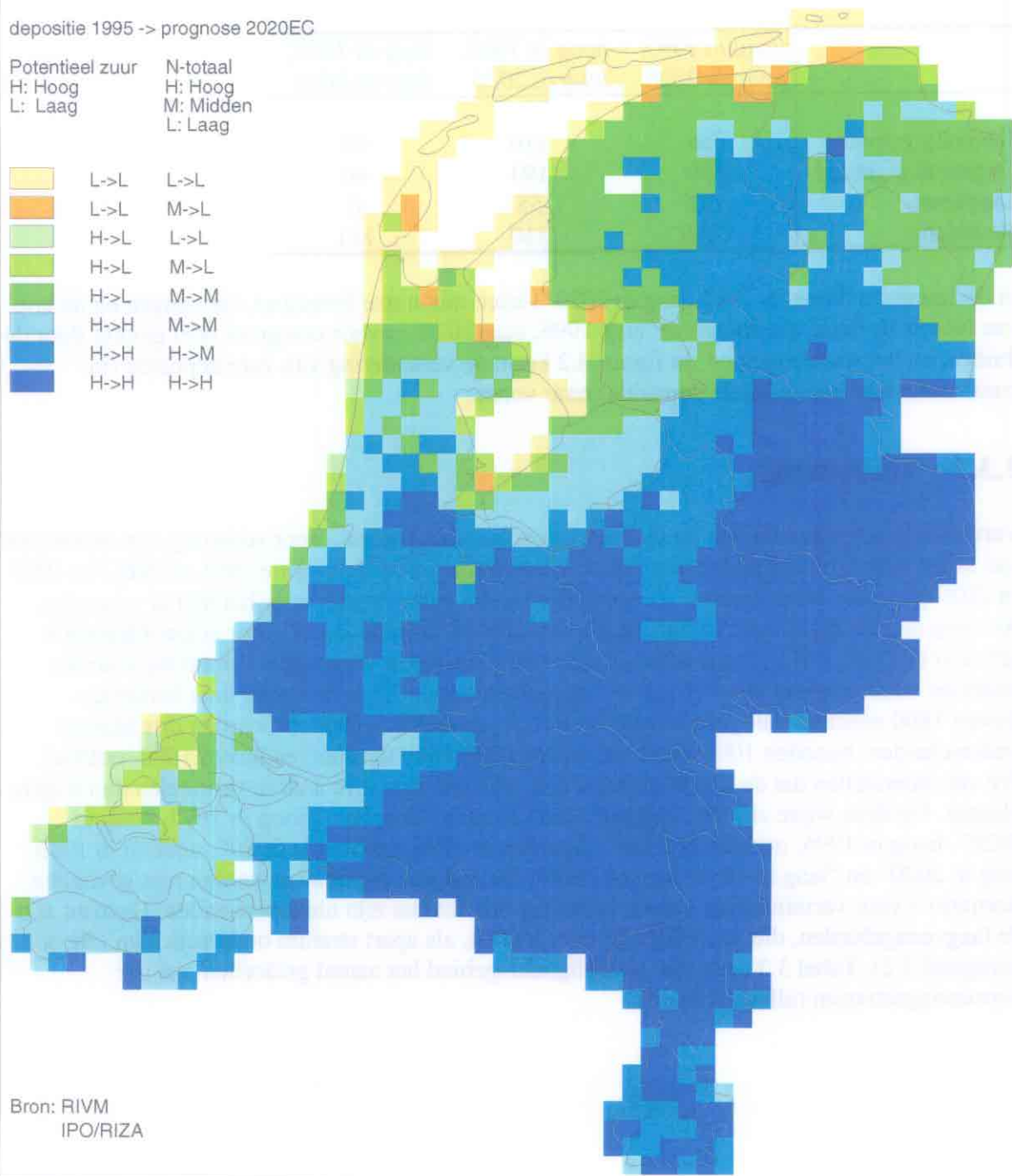
Verandering in depositie

depositie 1995 -> prognose 2020EC

Potentieel zuur
H: Hoog
L: Laag

N-totaal
H: Hoog
M: Midden
L: Laag

	L->L	L->L
	L->L	M->L
	H->L	L->L
	H->L	M->L
	H->L	M->M
	H->H	M->M
	H->H	H->M
	H->H	H->H



Bron: RIVM
IPO/RIZA

Datum: Thursday 17-Dec-98 12:54

Figuur 3.2: De verwachte verandering van verzurende en vermistende depositie tussen 1995 en 2020 volgens het 'European Coordination' scenario.

Tabel 3.2. Het aantal 5x5 blokken per gevoeligheidscategorie bij de grens van 1750 mol/ha/j potentieel zuur. Als meer dan 25% van een gridcel in gevoelig gebied ligt, is deze bij de categorie gevoelig meegenomen. Hetzelfde geldt voor het ongevoelige gebied. Hierdoor ontstaat een overlap, zodat de optelling van het aantal gridcellen ongelijk is aan het gegeven totaal voor Nederland.

	<i>hoog in 1995, hoog in 2020</i>	<i>hoog in 1995, laag in 2020</i>	<i>laag in 1995, laag in 2020</i>
Gevoelig gebied	786	110	60
Ongevoelig gebied	539	194	40
Laagveen	122	55	0
Nederland	1260	310	111

In de categorie 'hoog in 1995, laag in 2020' vallen met name Friesland, Groningen en de kop van Noord Holland. De categorie 'laag 1995, laag 2020' is voor een groot deel gevuld door de duinen, en het waddengebied. In figuur 3.2 komt de verandering van zure depositie (in combinatie met vermestende depositie) naar voren.

3.3.2 Vermesting

Vermesting is het gevolg van de toevoer van stikstof en fosfaat. Voor schatting van de toevoer van stikstof in natuurgebieden worden de kaarten met stikstofdepositie (NO_y en NH_x) in 1995 en 2020 gebruikt. Deze kaarten zijn dezelfde als die gebruikt zijn voor het thema verzuring. Analoog aan de strata voor verzuring worden hier de "critical loads" voor stikstofdepositie gebruikt (RIVM, 1997). Deze critical loads betreffen typen vegetaties. Vooral bij waarden onder de 1000 mol/ha/j stikstof valt te verwachten dat de flora zich weer gaat herstellen. Boven 1800 mol/ha/j valt geen enkele herstel te verwachten. Daarom worden drie klassen onderscheiden: beneden 1000 mol/ha/j, tussen 1000-1800 mol/ha/j en boven 1800 mol/ha/j. We veronderstellen dat de klasse grenzen ook relevant zijn voor andere variabelen dan hogere planten. Op deze wijze zijn de volgende strata te onderscheiden: "hoog in 1995, hoog in 2020", "hoog in 1995, midden in 2020", "midden in 1995, midden in 2020", "midden in 1995, laag in 2020" en "laag in 1995, laag in 2020". De andere combinaties werden niet gevonden. Scenario's voor vermindering van de belasting met fosfaat zijn niet voorhanden. Daarom zijn de laagveengebieden, die gevoelig zijn voor fosfaat, als apart stratum onderscheiden (zie ook paragraaf 3.2). Tabel 3.3 geeft per gevoeligheidsgebied het aantal gridcellen aan per vermestingsstratum (alleen stikstof).

Tabel 3.3. Het aantal 5x5 hokken per gevoeligheidscategorie wat betreft stikstofdepositie. Als meer dan 25% van een gridcel in gevoelig gebied ligt, is deze bij de categorie gevoelig meegenomen. Hetzelfde geldt voor het ongevoelige gebied. Hierdoor ontstaat een overlap, zodat de optelling van het aantal gridcellen ongelijk is aan het gegeven totaal voor Nederland. Hoog is een depositie van hoger dan 1800 mol/ha/j, midden is een depositie tussen 1000 en 1800 mol/ha/j en laag is beneden 1000 mol/ha/j.

	Hoog in 1995, hoog in 2020	hoog in 1995, midden in 2020	midden in 1995, midden in 2020	Midden in 1995, laag in 2020	laag in 1995, laag in 2020
Gevoelig gebied	495	231	140	24	66
Ongevoelig gebied	224	101	361	59	28
Laagveen	26	78	70	3	0
Nederland	663	338	501	74	105

Veel blokken komen in de categorie “hoog in 1995, hoog in 2020” voor. Dit betreft met name de hogere zandgronden in zuid en midden Nederland. Een kaart waarin de vermessingsstrata, in samenhang met de verzuringsstrata, naar voren komen wordt gegeven in figuur 3.2.

3.3.3 Verdroging

Het thema verdroging kon niet op dezelfde wijze behandeld worden als de thema's verzuring en vermessing. Dit hangt samen met een gebrek aan kwantitatieve gegevens over de effecten van anti-verdrogingsmaatregelen op grondwaterstanden. In de Milieuverkenningen 1997 worden daarom alleen kwalitatieve inschattingen gegeven. In plaats van naar de veranderingen in verdroging te kijken is bij de stratificatie uitgegaan van de beschikbare informatie over de verdroogde gebieden in Nederland. Een inventarisatie van de verdroogde gebieden heeft plaatsgevonden in 1994 (IPO & RIZA, 1995). Deze inventarisatie leverde een kaart op met daarin een onderscheid tussen verdroogde en niet verdroogde gebieden. De verdroogde gebieden hebben per definitie een hoofd of nevenfunctie natuur (zie figuur 3.3). Dit is direct het indelingscriterium voor de stratificatie. Tabel 3.4 geeft het aantal km^2 verdroogd en niet verdroogd gebied weer per gevoeligheidscategorie. Het areaal van verdroogde gebieden wordt weergegeven in km^2 en niet in 5 bij 5 km blokken, omdat de verdroogde gebieden veelal delen van blokken beslaan.

Tabel 3.4. Het aantal km^2 verdroogd gebied en niet verdroogd gebied uitgesplitst naar gevoeligheidscategorie, gebaseerd op IPO & RIZA, (1995). Tevens is per categorie het percentage verdroogd gebied weergegeven.

	Niet verdroogd gebied (km^2)	Verdroogd gebied (km^2)	Percentage verdroogd
Gevoelig gebied	14.060	3.706	21
Ongevoelig gebied	11.742	1.440	11
Laagveen	1.611	965	60
Nederland	27.413	6111	22



Figuur 3.3: Verdroogde gebieden in Nederland

Verdroging en ook de maatregelen die daartegen ingaan spelen veelal op zeer plaatselijke schaal, daarom verdient het aanbeveling om de monsterlocaties van de meetnetten zo te kiezen dat tenminste een aantal locaties gevoelige begroeiingstypen bevat.

3.4 Combinaties van gevoeligheidsstrata, milieu strata: de uiteindelijke stratificatie

In de paragrafen 3.2 en 3.3 is de kaart van Nederland op verschillende manieren ingedeeld, zodanig dat er min of meer homogene gebieden (strata) ontstaan ten aanzien van gevoeligheid en verandering in milieu. In deze paragraaf zijn deze indelingen over elkaar gelegd zodat er combinaties van strata ontstaan. Deze combinaties vormen de uiteindelijke strata die een rol spelen bij de inrichting van de verschillende meetnetten.

Tabel 3.5 geeft het aantal 5 x 5 km blokken weer per combinatie van verzurings- en vermistingscategorie, voor het gevoelige, het ongevoelige en het laagveen gebied. Bovendien wordt het aantal km² verdroogd gebied per categorie weergegeven.

De gridcellen die op de grens van gevoelig en ongevoelig gebied liggen zijn bij beide gebiedstypen meegenomen wanneer zij voor ten minste 25% uit beide categorieën bestaan. Hiermee ontstaan potentieel 30 verschillende strata, waarin zowel een verdroogd als een niet verdroogd gebied kan worden onderscheiden (zie tabel 3.5). Deze strata zijn echter lang niet allemaal even groot en sommige strata zijn zelfs niet gevuld. De allerkleinste strata kunnen buiten beschouwing gelaten worden of een groep kleine strata kan samengevoegd worden tot één stratum.

In tabel 3.6 staan die strata die relevant zijn voor het NEM en die minimaal 25 blokken van 5 bij 5 km omvatten. Het uiteindelijk aantal strata is 14, waarbinnen verdroogde en niet verdroogde gebieden worden onderscheiden. In de figuren 3.4 a, b, c worden de uiteindelijke strata in een kaartbeeld weergegeven.

Tabel 3.5. Combinatie van gevoeligheid, verandering en verdroging voor cellen waarvan tenminste 25% van het landoppervlakte in een van de klassen gevoelig (tabel 3.5 A), niet gevoelig gebied (tabel 3.5 B) of laagveen gebied (tabel 3.5 C) ligt. H->H betekent: Hoog in 1995 en Hoog in 2020 etc.

Tabel 3.5 A: gevoelig gebied

Pot. Zuur	Totaal N	Aantal 5x5 km lande lijk	Aantal > 25% gevoelig	Opp. Verdroomd in gevoelig gebied (km ²)
L->L	L->L	96	57	102
L->L	M->L	15	3	23
H->L	L->L	9	9	35
H->L	M->L	58	20	113
H->L	M->M	241	81	176
H->L	H->M	2	0	0
H->H	M->L	1	1	0
H->H	M->M	260	59	206
H->H	H->M	336	231	604
H->H	H->H	663	495	2391
Totaal				3648

Tabel 3.5 B: ongevoelig gebied

Pot. Zuur	Totaal N	Aantal 5x5 km lande lijk	Aantal >25% Ongevoelig	Opp. Verdroomd in ongevoelig. Gebied (km ²)
L->L	L->L	96	25	13
L->L	M->L	15	15	23
H->L	L->L	9	3	0
H->L	M->L	58	44	60
H->L	M->M	241	145	206
H->L	H->M	2	2	3
H->H	M->L	1	0	0
H->H	M->M	260	216	287
H->H	H->M	336	99	281
H->H	H->H	663	224	443
Totaal				1316

Tabel 3.5 C: laagveen

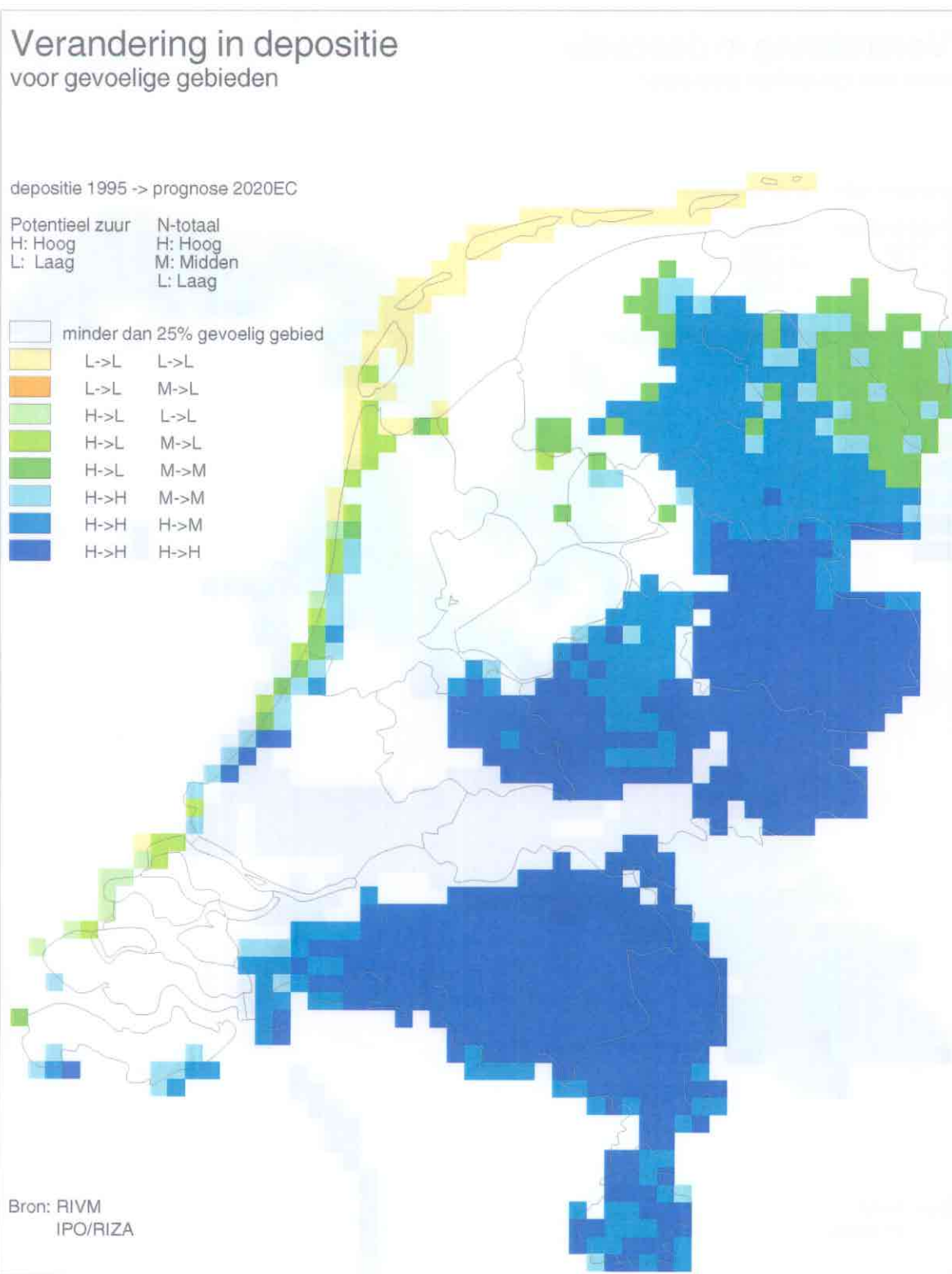
<i>Pot. Zuur</i>	<i>Totaal N</i>	<i>Aantal 5x5 km lande lijk</i>	<i>Aantal >25% laagveen</i>	<i>Opp. Verdroogd in laagveen (km²)</i>
L->L	L->L	96	0	0
L->L	M->L	15	0	0
H->L	L->L	9	0	0
H->L	M->L	58	3	11
H->L	M->M	241	52	272
H->L	H->M	2	0	0
H->H	M->L	1	0	0
H->H	M->M	260	18	131
H->H	H->M	336	78	404
H->H	H->H	663	26	86
Totaal				904

Tabel 3.6. Combinatieklassen van depositie van potentieel zuur (grens 1750) en stikstof (grenzen 1000 en 1800). Andere combinaties komen niet of nauwelijks voor (< 25 blokken van 5 x 5 km). (x) = stratumnummer. Als een gridcel op de grens van gevoeligheidsgebieden ligt, wordt die bij beide meegeteld, mits het oppervlakte van een gebied >25% van de gridcel betreft. Codering zie tabel 3.5.

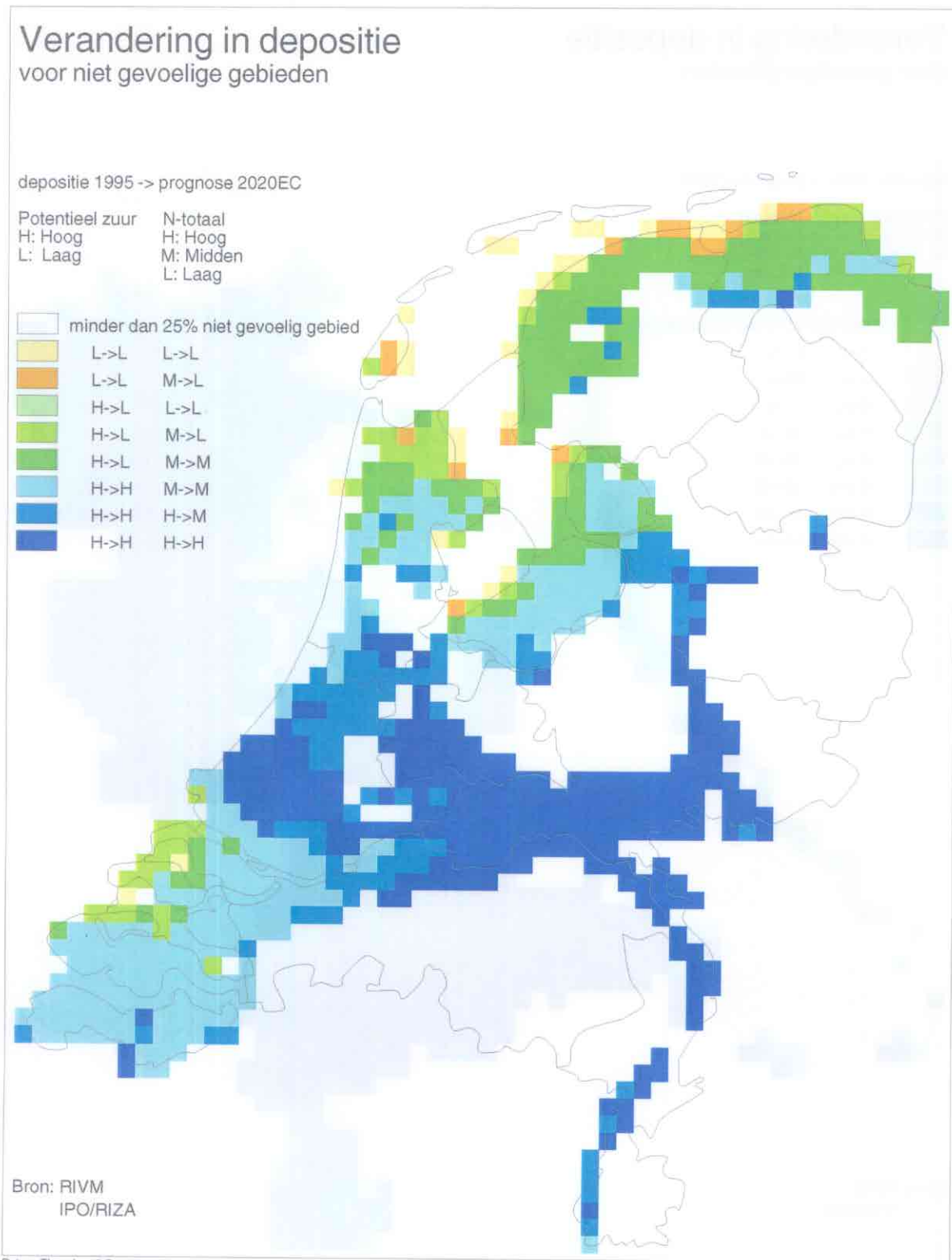
Stratum	Gevoeligheid	Zuur	stikstof	blokken	Verdroogd (km ²)	Niet verdroogd
1	Gevoelig	H->H	H->H	495	2411	7827
2			H->M	231	613	3832
3		M->M	59	213	681	
4		H->L	M->M	81	189	1398
5		H->L, L->L	M->L, L->L	89	279	320
6	niet gevoelig	H->H	H->H	224	499	3481
7			H->M	99	316	1334
8		M->M	216	296	3628	
9		H->L	M->M	145	219	2613
10		H->L, L->L	M->L, L->L	87	107	640
11	Laagveen	H->H	H->H	26	96	247
12			H->M	78	421	701
13		M->M	18*	158	99	
14		H->L	M->M	52	289	564

* Dit stratum is klein, maar wordt toch gehandhaafd.

Stratum	Gebiedsbeschrijving
1	hoge zandgronden in Zuid en Midden Nederland.
2	Drenthe, Veluwe, randen van hoge zandgronden
3	randen hoge zandgr., binnenduinen
4	hoge zandgr. in Gr, Fr., N-O Drenthe
5	verspreide plaatsen in de duinen Wadden, duinen Noord-Holland
6	Rivierengebied, zeeklei Zuid-Holland.
7	verspreide gebieden in Nederland.
8	Zeeland, ijsselmeerpolders
9	zeeklei in Friesland & Groningen
10	o.a. kop Noord-Holland
11	Laagveengebied van zuid-holland
12	Zuid-holland, Noord-Holland, Overijssel
13	Noord-Holland
14	Laagveengebied van Friesland en Groningen



Figuur 3.4 a: Gebiedsindeling naar verandering in depositie voor het gevoelige gebied. In tabel 3.6 wordt aangegeven welke strata worden onderscheiden



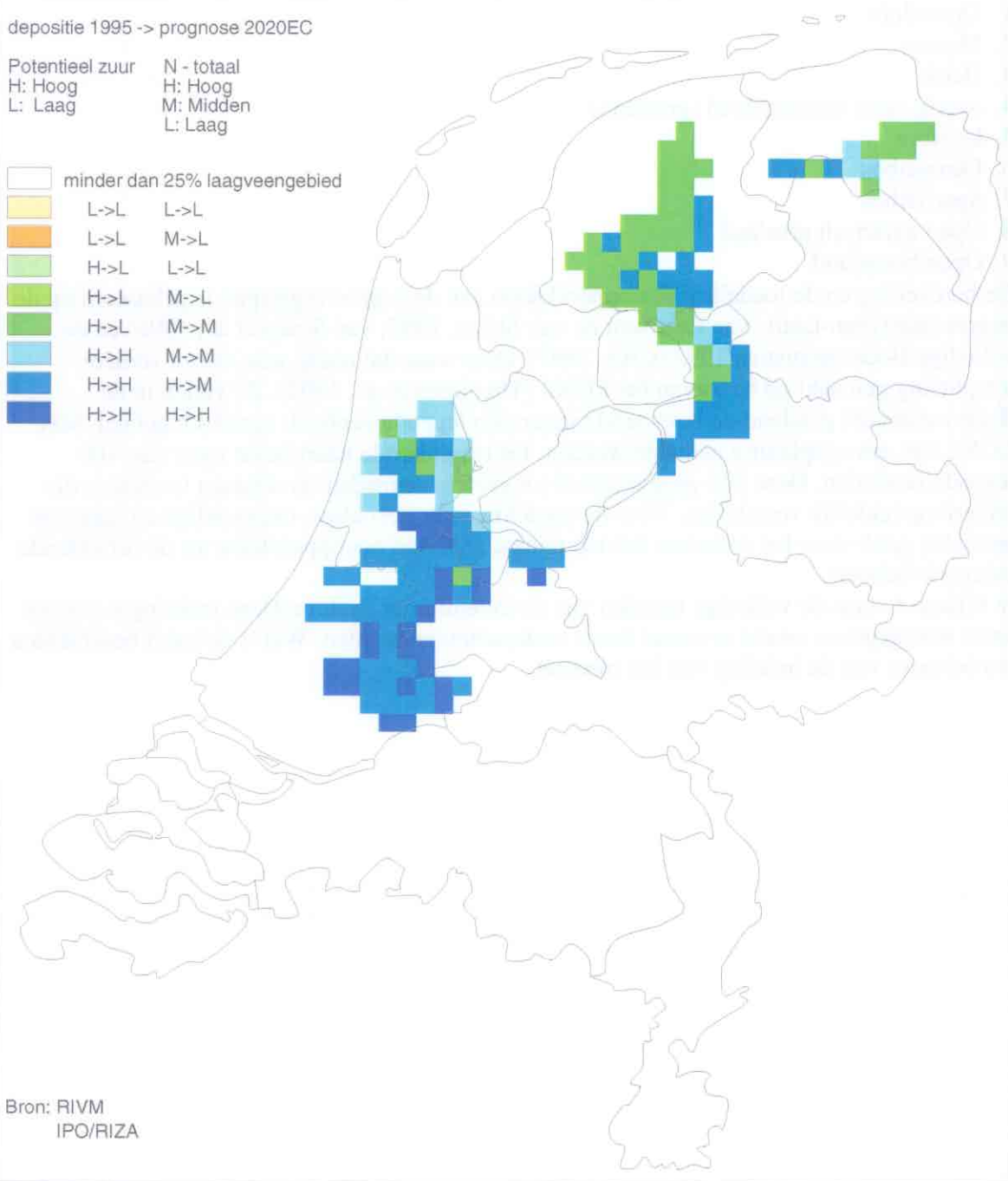
Figuur 3.4 b: Gebiedsindeling naar verandering in depositie voor het niet-gevoelige gebied. In tabel 3.6 wordt aangegeven welke strata worden onderscheiden.

Verandering in depositie voor laagveengebieden

depositie 1995 -> prognose 2020EC

Potentieel zuur N - totaal
H: Hoog H: Hoog
L: Laag M: Midden
L: Laag

	minder dan 25% laagveengebied	
	L->L	L->L
	L->L	M->L
	H->L	L->L
	H->L	M->L
	H->L	M->M
	H->H	M->M
	H->H	H->M
	H->H	H->H



Bron: RIVM
IPO/RIZA

Datum: Thursday 17-Dec-98 12:59

Figuur 3.4 c: Gebiedsindeling naar verandering in depositie voor het laagveen gebied. In tabel 3.6 wordt aangegeven welke strata worden onderscheiden

3.5 Begroeiingstypen

In deze paragraaf wordt een schatting gemaakt van de arealen per begroeiingstypen in elk stratum, zoals hierboven is aangegeven. De volgende begroeiingstypen zijn onderscheiden:

1. Open duin
2. Moeras
3. Heide
4. overig open natuurgebied (grasland)
5. Loofbos
6. Dennenbos
7. Sparrenbos
8. Open agrarisch grasland
9. Open bouwland

De berekening en de toedeling van oppervlakten aan de begroeiingstypen is gebaseerd op de begroeiingstypen-kaart (van Leeuwen en van Strien, 1997; van Strien et al., 1996) en de volledige Bodemstatistiek 1993 (CBS, 1997). Daar waar dat nodig was, is een verdere uitsplitsing gemaakt op basis van het LGN2 (Thunissen et al., 1992). Zo vallen in de Bodemstatistiek grasland en bouwland binnen één legenda eenheid: agrarisch gebied. Met LGN2 kan een opsplitsing gemaakt worden. De resulterende kaart bevat meer dan 100 legenda eenheden. Deze zijn geaggregeerd tot grotere eenheden om klassen te creëren die onderling duidelijk verschillen. Voor de toedeling naar gevoelige, ongevoelige en laagveen gebieden geldt weer het criterium dat ten minste 25% van het oppervlakte tot de betreffende categorie behoort.

In bijlage 1 staan de volledige tabellen van de indeling per stratum. Deze indeling is niet als kaart weergegeven omdat er teveel items onderscheiden worden. Wel is de kaart beschikbaar ten behoeve van de indeling van het meetnet.

4. Toepassing en conclusies

In het voorgaande is in de eerste plaats (hoofdstuk 2) een snelle inventarisatie uitgevoerd om een selectie te kunnen maken van soortgroepen die een beeld kunnen geven van de ecologische veranderingen als gevolg van veranderingen in het milieu (m.n. verzuring, vermesting en verdroging). Op basis van deze inventarisatie wordt aanbevolen om de volgende soortengroepen op te nemen in het NEM: flora, dagvlinders, libellen, en korstmossen. Naast deze soortengroepen komen de variabelen bosvitaliteit en broedsucces ook positief uit de analyse.

Deze soortgroepen en variabelen zijn gevoelig voor verzuring, vermesting en verdroging en bovendien zijn hiermee soortgroepen vermeden die ook erg gevoelig zijn voor andere ingrepen. Daarnaast is gelet op het beleidsmatige belang van de soortgroepen. Bij enkele van deze soortgroepen is zelfs zonder stratificatie de oorzaak van veranderingen al vaak tot op zekere hoogte aannemelijk te maken door te letten op de ecologische indicatiewaarden van soorten.

De analyse kan natuurlijk nog worden uitgebreid en verbeterd. De verwachting is echter niet dat dit tot totaal andere resultaten zal leiden. Voor flora en korstmossen is het al lang bekend dat deze soortengroepen een duidelijke relatie met verzuring, vermesting en verdroging hebben. Voor libellen en dagvlinders geldt ongeveer hetzelfde, alleen moet hier nog meer worden aangetoond van deze verwachting.

In de tweede plaats is een gebiedsindeling tot stand gekomen die Nederland indeelt in een zo beperkt mogelijk aantal strata die min of meer homogeen zijn ten aanzien van de gevoeligheid van de bodem, de verwachte verandering van depositie van verzurende en vermestende stoffen en de mate van verdroging.

De volgende stap is de meetlocaties zo te verdelen over de strata dat er een efficiënt en volledig meetnet ontstaat. Het aantal meetlocaties per stratum kan worden bepaald aan de hand van berekende waarden voor de variantie van de variabelen die gemeten gaan worden. Een dergelijke studie wordt uitgevoerd door Gremmen en van Tongeren (in prep.).

Aanknopingspunten voor dergelijke berekeningen zijn Bouman (1994); Vos et al. (1994) en enkele handboeken (o.a. Särndal et al., 1992). Wel kan verwacht worden dat in strata waarin verwacht kan worden dat er veel verandert (gevoelige gebieden of gebieden waarin de depositie sterk verandert) en strata die relatief heterogeen zijn de variantie hoog zal zijn. In deze strata is een verdichting van meetlocaties aan te raden. De mate waarin verdicht zou moeten worden kan op dit moment helaas niet bepaald worden. In een vervolgstudie in het kader van het NEM wordt dit uitgewerkt.

Een verdichting van het meetnet zou in de volgende strata plaats moeten vinden: stratum 2 (gevoelig, zuur H->H, stikstof H->M), 4 (gevoelig, Zuur H->L, stikstof M->M), 12 (laagveen, zuur H->H, stikstof H->M), en 14 (laagveen, zuur H->L, stikstof M->M). Optioneel zijn de strata te verdichten in het ongevoelige gebied waarbij of de zure depositie (stratum 7) of de stikstofdepositie verandert (stratum 9) ten opzichte van de rest van het ongevoelige gebied. In de relatief heterogene strata (5 en 10) zou ook een verdichting op z'n plaats zijn.

Binnen de strata kan nog een onderscheid worden gemaakt in begroeiingstypen. In bijlage 1 staan per stratum de arealen van elk begroeiingstype weergegeven. Op basis van deze tabellen en de achterliggende kaarten kunnen bij het opzetten of aanpassen van de meetnetten de meest relevante begroeiingstypen per stratum geselecteerd worden.

Ondanks de stratificatie naar ingrepen en toestandsvariabelen (bodemsoort; wel/niet natuurgebieden) zullen conclusies over de effecten van verzuring, vermisting en verdroging niet zonder meer sluitend zijn. Er kunnen namelijk nog allerlei andere factoren doorheen spelen, zoals beheersmaatregelen en versnippering. Daarom zijn vooral die variabelen geselecteerd waarbij de relaties met de betreffende beleidsthema's zo eenduidig mogelijk zullen zijn. Deze selectie heeft plaatsgevonden in hoofdstuk 2.

De stratificatie zoals boven beschreven is de algemene leidraad. Per soortgroep kunnen variaties optreden, bijvoorbeeld door niet alle strata mee te nemen, maar daaruit weer een nadere selectie te maken.

Bij hogere planten zal de stratificatie als boven beschreven worden toegepast. Bij dagvlinders en het broedsucces van vogels stellen wij voor dezelfde stratificatie te kiezen, omdat vogels en vlinders sterk van de vegetatie(structuur) afhangen. Voor libellen zal met name gekeken moeten worden naar gevoeligheid voor fosfaatbelasting, aangezien libellen sterk aan water gebonden zijn. Voor deze diergroepen, maar ook voor planten is een nadere onderverdeling van de strata naar begroeiingstype gewenst. Een grove indeling van begroeiingstypen (b.v. grasland, heide, loofbos en naaldbos) zal hierin volstaan. Korstmossen vergen een wat andere stratificatie. Korstmossen zijn namelijk veel minder gebonden aan de ondergrond, zodat een indeling naar gevoeligheid weinig zin heeft. Daarentegen is het juist wel zinvol om de verschillende componenten van zure depositie te onderscheiden. Voor korstmossen lijkt daarom een stratificatie voor de hand te liggen die is gebaseerd op de depositie van NH_x , NO_y en SO_x afzonderlijk.

Literatuur

- Alkemade J.R.M., J. Wiertz en J.B. Latour (in prep.) MOVE: vegetatiemodel versie 1.0. De kans op voorkomen van ca. 1000 plantensoorten als functie van vocht, pH en nutriënten. Rapportnr. 711901015. RIVM, Bilthoven.
- Bisseling C., A. van Strien en M. de Heer (1999). Weten wat er leeft. De ontwikkeling van het bNetwerk Ecologische Monitoring (NEM). Rapport nr. 35, IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Bouman A.E. (1994). Meten is weten ? Naar een monitornet Natuur, Bos en Landschap in Gelderland. Provincie Gelderland afd. RWG/NLBO.
- CBS (1997), Bodemstatistiek 1993, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- CBS (1996) Botanisch basisregister, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- Huisman G. en J. Wiertz (1997). Standplaatskenmerken voor successiestadia van natuurdoeltypen berekend met de Natuurplanner. NEM deelproject 1.7 (abiotisch). Rapportnr 714801012. RIVM, Bilthoven.
- IPO & RIZA (1995). Verdrogingskaart van Nederland. Landelijke inventarisatie van verdroogde gebieden 1994. IPO publicatie nr 80, Den Haag.
- Jalink M.H. en A.J.M. Jansen (1995) Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwater afhankelijke beekdalgemeenschappen. Deel 2 uit de serie 'indicatorsoorten'. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jalink M.H. (1996) Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring laagveenmoerassen. Deel 3 uit de serie 'indicatorsoorten'. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Latour J.B., I.G. Staritsky , J.R.M. Alkemade en J. Wiertz (1997). De Natuurplanner Decision support systeem Natuur en Milieu. Versie 1.1. Rapport nr. 711901019, RIVM, Bilthoven.
- Klijn F. (1997). An hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological classification, with examples of ecoregions, ecodistricts and ecoseries of the Netherlands. Proefschrift Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden
- Oostermeijer G. en C. van Swaaij (1996). De gevoeligheid van dagvlinders voor vermesting, verdroging en verzuring. De Vlinderstichting, Wageningen, rapportnr. VS 96.03
- Ovaa A.H., J. Latour & R. Reiling (1993). Proefproject Flora en Fauna 2030, Hoofdrapport. Landbouw Universiteit Wageningen, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.
- RIVM (1997). Milieu Verkenning 4, 1997-2020. Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn.
- Särndal C-E, B Swensson & J. Wretman (1992). Model Assisted Survey Sampling. Springer Verlag, New York Inc..

- Schaminée J en A. Janssen (red.) (1998). Wegen naar Natuurdoeltypen, Ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen A en B). Rapportnr. 26 IKC-Natuurbeheer, Wageningen.
- Van Leeuwen N. & A. van Strien (1997), Begroeiingstypen-kaarten voor natuurmeetnetten, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- Van Strien, A.J., A. Groeneveld, H. Hartholt, N. van Leeuwen, J. Mulder, H. Sierdsema, G. Smit & C. van Swaay, (1996), Legenda Begroeiingstypen kaarten. NEM-deelrapport 1.2, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- Van Strien. A.J. (1998) Natuurmeetnetten op maat. De afstemming van PGO-meetnetten op de informatiebehoefte van de rijksoverheid. CBS, Voorburg.
- Vos, P., A.B.M. Orleans, F.L.T. Mugge, J.H.W. Hendriks & W.J. ter Keurs (1994), Meetnet Terrestrische Ecosystemen. Een vooronderzoek ten behoeve van de inrichting van een landelijk meetnet voor terrestrische ecosystemen. Rapport Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden.
- Thunissen, H. R. Olthof, P. Getz & L. Vels, (1992), LGN2, Grondgebruiksdatabank van Nederland vervaardigd met behulp van Landsat Thematic Mapper opnamen. Beleidscommissie Remote Sensing. DLO-SC rapport 68, Wageningen

Bijlage 1: Totstandkoming geaggregeerde begroeiingstypenkaart

Totstandkoming van de geaggregeerde begroeiingstypenkaart en vervolgens berekening van de oppervlakten van de legenda-eenheden (per stratum van de milieustratificatie) vond plaats aan de hand van een combinatie van deelverzamelingen uit de begroeiingstypen kaart (Van Leeuwen en Van Strien, 1997; Van Strien et al., 1996), de volledige Bodemstatistiek 1993 (Anonymus, 1997) en het volledige LGN2 (Thunissen et al., 1992)

Bij de toedeling van oppervlakten is uitgegaan van de bodemstatistiek en de NEM begroeiingstypen kaart, daar waar dat relevant is een verdere uitsplitsing gemaakt met behulp van het LGN. B.v. grasland en bouwland binnen de legendaeenheid agrarisch gebied van de Bodemstatistiek.

Om tot de gewenste legenda indeling te komen zijn extra berekeningen uitgevoerd, omdat of deze legenda eenheden niet in de NEM begroeiingstypen kaart voorkomen of omdat m.b.v. het LGN2 een veel nauwkeuriger uitspraak gedaan kan worden m.b.t. het oppervlakte.

Acties:

1. Vergrassing van de heide is opnieuw bepaald vanwege de andere bovengrens t.o.v. LARCH. Nu vergrassing meer dan 90% i.p.v. meer dan 75% vergrassing.
2. Daarnaast is binnen de bodemstatistiek in het agrarisch gebied met het LGN2 een nieuwe indeling in gras en akker gemaakt vanwege de beschikbaarheid van het LGN2. Indeling in de NEM begroeiingstypen kaart gebeurde aan de hand van verouderde km² gegevens van het LKN. Openheid versus geslotenheid komen uit de NEM begroeiingstypen kaart.
3. Natuurlijk grasland volgt uit de koppeling van het LGN2 met het agrarisch gebied binnen het NIS. Het oppervlak in het NIS is gebruikt exclusief de oppervlakten in eigendom en beheer door onbekenden en/of particulieren. (Onbekend is de onbekende en nog steeds niet te achterhalen restcategorie geërfd van de RPD bij de overdracht van het NIS)
4. Binnen de eenheid droog natuurlijk terrein van de Bodemstatistiek in combinatie met de geografische ligging is de oppervlakte stuifzand bepaald aan de hand van de relevante spectrale klasse van het LGN2.
5. Overig natuurlijk terrein volgt uit nog niet ingedeeld nat en droog natuurlijk terrein Bodemstatistiek, dus niet behorend tot duin, heide of moeras en geen bebouwing uit LGN2.
6. Indeling naar loof- en naaldbos volgt uit de indeling van meerdere klassen uit het LGN2 binnen de eenheid bos van de bodemstatistiek. Aan het bos van de bodemstatistiek (min. opp. 1 ha) is het nog niet gedekte duinbos toegevoegd uit de begroeiingstypen duinkaart.
7. toewijzing den en spar aan naaldbos: dit is de meest uitgebreide actie en wordt hieronder wat uitgebreider uitgewerkt.

Toewijzing den en spar aan naaldbos:

Doel is tot een toekenning te komen van het bos uit de bodemstatistiek aan de hand van de actuele bostypen naald en loof uit LGN2 en indien terecht naar indeling den en spar uit de bosstatistiek.

Per 500m grid is daartoe gesommeerd het oppervlak:

1. Bos uit de bodemstatistiek, aangevuld met duinbos
2. Naald en loof uit LGN2
3. Verdeling bos in boomsoortgroepen uit de bosstatistiek

Als voorwaarde is gesteld dat het huidige oppervlakte naald en loof (LGN2) ongeveer overeenkomt met het gemeten (Bosstatistiek 84) bos. Dit moet weer overeenkomen met de oppervlakten bodemstatistiek.

Toewijzing: Wanneer een 500m grid in aanmerking komt om den/spar toegewezen te krijgen dan:

1. Verhouding uit Bosstat op oppervlakte uit Bodemstatistiek
2. Wanneer geen toewijzing, maar wel bosstatistiek grid dan naald van LGN2 naar niet toegewezen naaldbos
3. Wanneer geen bosstatistiek dan verhouding naald/loof uit LGN2 aangehouden. Naald naar niet toegewezen naaldbos. Geen bosstatistiek loof opgeteld bij loofbos, dit is waarschijnlijk vnl. op niet gevoelige gronden. Een deel van het bos wordt gedekt door moerassen en heiden, dus er kan geen schatting worden gegeven.

NB: in de totalen is een deel van het bos 'zoek' geraakt; de oorzaak hiervan ligt mogelijk in niet tot de Bosstat. behorende grids; deze nieuwe bossen liggen vooral op niet-gevoelige gronden.

Er is een combinatie van de 500m grids van bosstatistiek 84 en de gesommeerde oppervlakte van loof en naald LGN2 en het bos uit de bodemstatistiek, aangevuld met duinbos gemaakt. De matrices van oppervlakten volgt hieronder voor twee verschillende kritische waarden. Alleen de gearceerde kolom in aanmerking verder te worden toegewezen. Uiteindelijk is gekozen voor de kritieke waarde van matrix 2.

Matrix 1 (Oppervlakten in ha:)

Bodemstatistiek	Bos84 < 0,5 * bodemstat			0,5 * bodemstat < Bos84 < 2 * bodemstat			Bos84 > 2 * bodemstat		
	LGN naald < 0,5 bosstat84	LGN naald > 0,5 en < 2 * bosstat84	LGN naald > 2 * bosstat84	LGN naald < 0,5 bosstat84	LGN naald > 0,5 en < 2 * bosstat84	LGN naald > 2 * bosstat84	LGN naald < 0,5 bosstat84	LGN naald > 0,5 en < 2 * bosstat84	LGN naald > 2 * bosstat84
0 - 5 ha	0	2947	764	0	27036	3591	0	3306	385
5 - 10 ha	0	2283	558	0	38858	3871	0	2219	91
> 10 ha	0	3892	558	0	206184	5751	0	323	0
Totaal	0	9122	1880	0	272078	13213	0	5848	476

Matrix 2 (oppervlakte in ha)

Bodemstatistiek	Bos84 < 0,7 * bodemstat			0,5 * bodemstat < Bos84 < 2 * bodemstat			Bos84 > 2 * bodemstat		
	LGN naald < 0,7 bosstat84	LGN naald > 0,7 en < 1,4* bosstat84	LGN naald > 1,4 * bosstat84	LGN naald < 0,7 bosstat84	LGN naald > 0,7 en < 1,4 * bosstat84	LGN naald > 1,4 * bosstat84	LGN naald < 0,7 bosstat84	LGN naald > 0,7 en < 1,4* bosstat84	LGN naald > 1,4 * bosstat84
0 - 5 ha	0	5031	1298	0	21057	3386	0	6253	1003
5 - 10 ha	0	3965	1192	0	32456	4569	0	5256	442
> 10 ha	0	7347	2038	0	191562	11008	0	4526	227
Totaal	0	16343	4528	0	245075	18963	0	16035	1672

Tot: 302616 ha Bosstatistiek bos en additioneel duinbos, buiten heide en moeras

Let op: Totalen in de tabellen gelden voor gebieden met minstens 25% van het landoppervlak behorend tot een van de gebieden gevoelig, ongevoelig gebied of laagveen gebied

Bijlage 2 Verzendlijst

1	Directeur van de Directie Bodem van het Directoraat-Generaal Milieubeheer: mr. A.B. Holtkamp	
2	Plv. Directeur Generaal Milieubeheer, dr.ir. B.C.J. Zoeteman	
3	drs. A. Bertoen	IKC-N
4	C. Bisseling	IKC-N
5	drs. P Bremer	prov. Overijssel
6	drs. F.A.M. Claessen	DBW, RIZA
7	drs. J. Cortenraadt	prov. Limburg
8	drs. A. Dijkstra	prov. Drenthe
9	dr. H.F. van Dobben	IBN-DLO
10	drs. E. v.d. Dool	prov. Utrecht
11	drs. L. van Duuren	CBS
12	drs. R. van Ek	DBW, RIZA
13	drs. A. Eijs	DGM-SVS
14	dr. R. Gast	IBN-DLO
15	drs. H. v.d. Goes	prov. Noord-Holland
16	drs de Graaf	prov. Flevoland
17	dr. N.J.M. Gremmen	
18	drs. C.L.G. Groen	FLORON
19	drs. M. Hall	prov. Groningen
20	drs. N van Heijst	SBB
21	drs. R. Hobbeschot	prov. Friesland
22	drs. Y. Hoogeveen	SC-DLO
23	dr. E. de Hullu	SBB
24	drs L.M. Jalink	prov. Zuid Holland
25	drs. A.J.M. Jansen	KIWA
26	dr. J. Karres	LNV-N
27	drs. M. Klein	IKC-N
28	J. van Laar	DLG-Utrecht
29	dr. B.H. van Leeuwen	Natuurbeschermingsraad
30	N. van Leeuwen	van Leeuwen milieudvies
31	drs. J. v.d. Linden	prov. Noord-Brabant
32	dr. R. van der Meijden	Rijksherbarium
33	drs. P. van Oeffelt	prov. Noord-Brabant
34	dr.ir. M.J. van der Peijl	
35	ir. H. Prins	RIZA
36	drs. M. Rijken	prov. Gelderland
37	drs. J. Runhaar	SC-DLO
38	dr. H. Siepel	IBN-DLO
39	drs. J.C. Smittenberg	Provincie Drenthe
40	W. Tamis	FLORON
41	drs. B. Tänzer	IKC-N
42	dr O.F.R. van Tongeren	
43	dr. B.F. van Tooren	Natuur Monumenten
44	dr. F.J. Zadelhoff	IKC-N
45	dr. A.N. van der Zande	SC-DLO
46	dr.s G. van Zuijlen	prov. Zeeland
47	Depôt van Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie	
48	Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu	
49	prof.ir. N.D. van Egmond	
50	ir. F. Langeweg	
51	ir. R. van den Berg	
52	ing. G.P. Beugelink	
53	ir. A.H.M. Bresser	
54	drs. B.J.E. ten Brink	
55	dr.ir. J.J.B. Bronswijk	
56	ir. W. van Duijvenbooden	
57	prof.dr. H.J.P. Eijsackers	
58	drs. A. van der Giessen	

59	drs. W. Ligtoet
60	drs. R.J.M. Maas
61	drs. J.G. Nienhuis
62	drs. R. Reiling
63	ir C.J. Roghair
64	dr. W. Slooff
65	drs. R.J. van de Velde
66	dr. H.J.P.A. Verkaar
67	drs. J. Wiertz
68	drs. R. Wortelboer
69	Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
70-73	auteurs
74	Bibliotheek RIVM
75	Bureau Rapportenregistratie
76	Depot LWD/ECO
77	Depot LBG
78-96	Bureau Rapportenbeheer
97-100	Reserve-exemplaren