W.Th. Wassink

BEEKDALLANDSCHAPPEN
Een morfologisch onderzoek in de zandgebieden van Nederland

Proefschrift
ter verkrijging van de graad van doctor
op gezag van de rector magnificus van
de Landbouwuniversiteit te Wageningen,
dr. C.M. Karssen, in het openbaar te
verdedigen op maandag 8 maart 1999
des namiddags om 16.00 uur in de aula.

ISBN 90-5808-012-9
Trefw.: landschapsarchitectuur, beekdalen, morfologie

BEEKDALLANDSCHAPPEN
Een morfologisch onderzoek in de zandgebieden van Nederland

W.Th. Wassink

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0795 3504

Promotor: ir. K. Kerkstra,
hoogleraar in de landschapsarchitectuur

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

1 INLEIDING 11
1.1 Problematiek van de beekdallandschappen 11
1.2 Oriëntatie van het onderzoek 14
1.3 Opzet van de dissertatie 16

2 GENESE EN ONTWIKKELING 19
2.1 Inleiding 19
2.2 De natuurlijke ordening 19
2.2.1 Geologie 19
2.2.2 Hydrologie 24
2.2.3 Bodem 26
2.2.4 Vegetatie 27
2.3 Het occupatieproces 28
2.3.1 Inleiding 28
2.3.2 De periode tot aan 1900 29
2.3.3 De periode na 1900 33
2.3.4 Recente ontwikkelingen 37

3 HET LANDSCHAPSMORFOLOGISCH MODEL 41
3.1 Inleiding 41
3.2 Algemene landschapsbegrippen 41
3.2.1 Landschap en beekdallandschap 41
3.2.2 Landschapsvormende factoren en processen 42
3.2.3 De vorm van het landschap 43
3.2.4 Verschijningsvorm 44
3.2.5 Landschapsbeeld 45
3.3 Analyse van de vorm van het landschap 45
3.3.1 De problematiek van de vorm 45
3.3.2 Landschapsbeschrijvingsmethoden 46
3.3.3 Het perspectief van de ruimtevormende elementen 49
3.3.4 Het perspectief van de gevormde ruimte 49
3.3.5 Ordening en ordeningsniveau 53
3.4 De structuur van het landschapsmorfologisch model 57
3.4.1 De drie morfologische lagen 57
3.4.2 Terreinvormen 58
3.4.3 Netwerken 59
3.4.4 Volumes 62
3.4.5 De samenhang tussen de morfologische lagen 63
3.4.6 De relatie tussen vorm en vorming 68
3.4.7 Tot slot 70

4 DE MORFOLOGIE 73
4.1 Inleiding 73
4.2 Beekdalstelsels 73
4.2.1 patroonmatige aspecten 73
4.2.2 De rangschikking 77
4.3 Beekdallandschappen vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen 77
4.3.1 Inleiding 77
4.3.2 Terreinvormen 79
4.3.3 Netwerken 80
4.3.4 Volumes 91
4.3.5 De samenhang tussen de drie morfologische lagen 91
4.3.6 De samenhang tussen de gehanteerde begrippen 100
4.4 Beekdallandschappen vanuit het perspectief van de gevormde ruimte 102
4.4.1 Inleiding 102
4.4.2 Alzijdig begrensde ruimten 103
4.4.3 Tweezijdig begrensde ruimten 105
4.4.4 Gedeelde ruimten 106
4.4.5 Continue ruimten 107
4.4.6 Geen ruimte, massa 108
4.4.7 De samenhang tussen de gehanteerde begrippen 108
4.5 Beekdalelementen 110
4.5.1 Inleiding 110
4.5.2 Beeklopen 110
4.5.3 Beekbegeleidende beplantingen 112
4.5.4 Broekbossen 114
4.6 Tot slot 114

5 EEN LANDSCHAPSMORFOLOGISCHE TYPOLOGIE 117
5.1 Inleiding 117
5.2 Opbouw van de typologie 117
5.3 Toelichting op de beekdaltypen 122
5.3.1 Massatypen 122
5.3.2 Alzijdige typen 123
5.3.3 Tweezijdige typen 129
5.3.4 Delingstypen 134
5.3.5 Continue typen 135
5.4 Tot slot 140

6 HET TRANSFORMATIEPROCES 141
6.1 Inleiding 141
6.2 Verbreiding van de beekdaltypen 141
6.2.1 Inleiding 141
6.2.2 Verbreiding van de beekdaltypen rond 1900 141
6.2.3 Verbreiding van de beekdaltypen in de huidige situatie 143

6.3 Transformaties 144
6.3.1 Inleiding 144
6.3.2 Functieverlies van beplantingselementen 144
6.3.3 Ontginning van de woeste gronden 148
6.3.4 Ruilverkavelingen 151
6.3.5 Beekkanalisaties 154
6.3.6 Natuurbouw- en landinrichtingsprojecten 155
6.4 Morfodynamiek 163
6.5 Tot slot 164

7 EVALUATIE EN DISCUSSIE 167
7.1 Inleiding 167
7.2 Het beschrijvingsinstrumentarium 167
7.2.1 Het landschapsmorfologisch model 167
7.2.2 De landschapsmorfologische typologie 169
7.3 Toepassingsmogelijkheden in het ontwerpproces 171
7.3.1 De analysefase 171
7.3.2 De synthesefase 171
7.4 De toekomst van de beekdallandschappen 174
7.4.1 De problematiek 174
7.4.2 Toekomstige ontwikkelingsrichtingen 174
7.4.3 Het Casco-concept 176
7.5 Tot slot: De landschapsmorfologische benadering 177

SAMENVATTING 181
SUMMARY 185
LITERATUUROVERZICHT 189
FOTOVERANTWOORDING 207
BIJLAGEN:
I Patroonstudie van de beekdallandschappen 209
I.1 Algemeen 209
I.2 Werkwijze 209
I.3 Kanttekeningen 210
II Analyse van het stroomgebied van de Regge 211
II.1 Algemeen 211
II.2 Het studiegebied 211
II.3 Werkwijze 213
III Analyse van landinrichtingsprojecten 215
III.1 Algemeen 215
III.2 Werkwijze 215
III.3 De onderzochte landinrichtigsprojecten 215
IV Analyse van natuurbouwprojecten 218
IV.1 Algemeen 218
IV.2 Werkwijze 218
IV.3 De maatregelen 218
IV.4 De gelokaliseerde natuurbouwprojecten 221

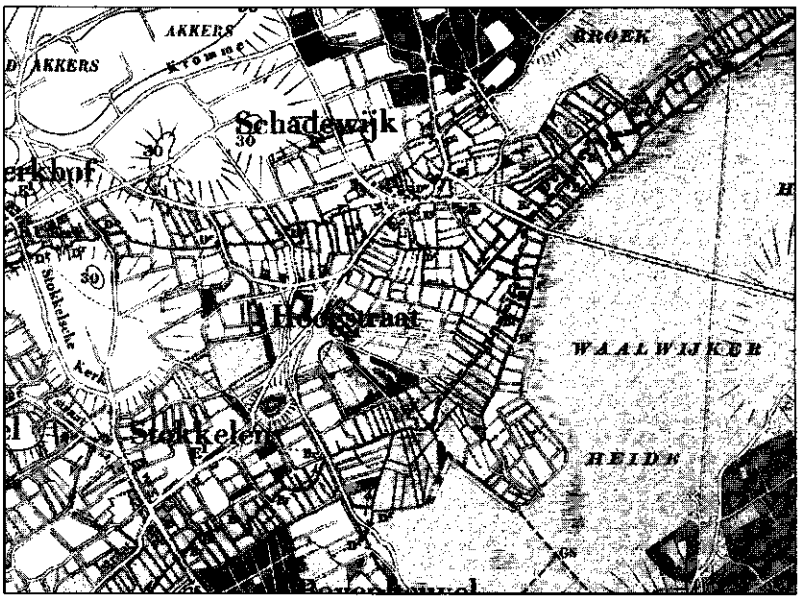
CURRICULUM VITAE 229

VOORWOORD

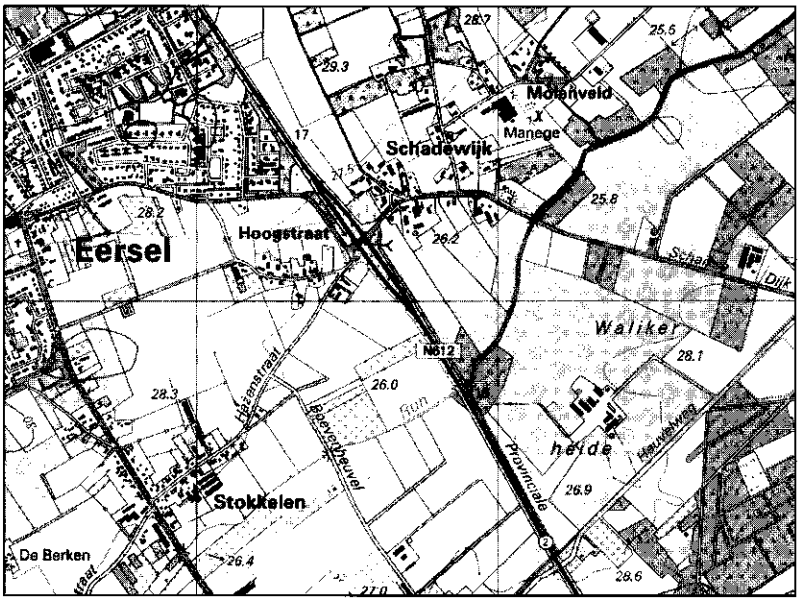
Dit proefschrift heeft betrekking op de morfologie van de beekdalen in de Nederlandse zandgebieden. Binnen de zandgebieden zijn de beekdalen landschappelijke eenheden met een eigen karakter waardoor ze zich onderscheiden van hun omgeving. Om deze reden wordt in dit proefschrift dan ook de term 'beekdallandschap' gehanteerd. Beekdalen zijn fascinerend en kunnen worden beschouwd als de levensaders van de zandgebieden. De aanwezigheid van stromend water heeft er voor gezorgd dat mensen al in een ver verleden werden aangetroken door de beekdalen. Daarnaast heeft stromend water door de eeuwen heen ontwerpers en landschapsarchitecten geïnspireerd. Het zijn de architectonische kwaliteiten van water die mij er toe hebben gebracht om me tijdens mijn studie te verdiepen in de toepassingsmogelijkheden van hydrologische aspecten in de landschapsarchitectuur. Toen mij vervolgens de mogelijkheid werd geboden om als Assistent in Opleiding onderzoek te verrichten naar beekdalen hoefde ik dan ook niet lang na te denken. Dat het onderzoek uiteindelijk acht jaar zou duren kon ik toen nog niet vermoeden. Het waren echter prachtige en inspirerende jaren. Met name de laatste vier jaar waren echter ook tropenjaren aangezien ik naast een baan het proefschrift moest afronden.

Het schrijven van een proefschrift is niet uitsluitend het werk van de promovendus. Bij deze wil ik iedereen bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan de totstandkoming van dit proefschrift.
In de eerste plaats betreft dit mijn promotor, prof. ir Klaas Kerkstra. Daarnaast hebben in het bijzonder Peter Vrijlandt, Michaël van Buuren en Meto Vroom middels hun bruikbare commentaar en aanwijzingen een belangrijke bijdrage geleverd. Een bijzondere inspanning hebben ook Adri van 't Veer en Gerrit Kleinrensink geleverd door zorg te dragen voor het vele kartografische werk dat moest worden verzet. Tevens wil ik mijn familie en vrienden bedanken die mij de afgelopen jaren hebben gesteund.

Tot slot wil ik jou, Hanny, speciaal bedanken voor de enorme steun die je al die jaren voor mij bent geweest. Ik besef dat vanwege het proefschrift er vaak weinig tijd was voor andere leuke dingen. De gelegenheid hiervoor lijkt nu aangebroken.



a. Een fragment van de topografische kaart uit 1898 (de omgeving van Eersel in Noord-Brabant) toont een duidelijk gestructureerd landschap. Het beekdal van de Aa of Run (van rechtsboven naar linksonder) is een belangrijke drager van de landschapsstructuur en contrasteert in ruimtemaat, grondgebruik en percelering met de heidevelden aan de oostzijde en de akkers aan de westzijde.



b. Een fragment van de topografische kaart van hetzelfde gebied uit 1996 laat zien dat de oorspronkelijke landschappelijke structuur grotendeels is vervaagd. De verschillen in ruimtemaat, grondgebruik en percelering zijn grotendeels verdwenen.

Figuur 1.1.1
Topografische kaarten illustreren de veranderingen die sinds het begin van deze eeuw hebben plaatsgevonden in de Nederlandse zandgebieden.

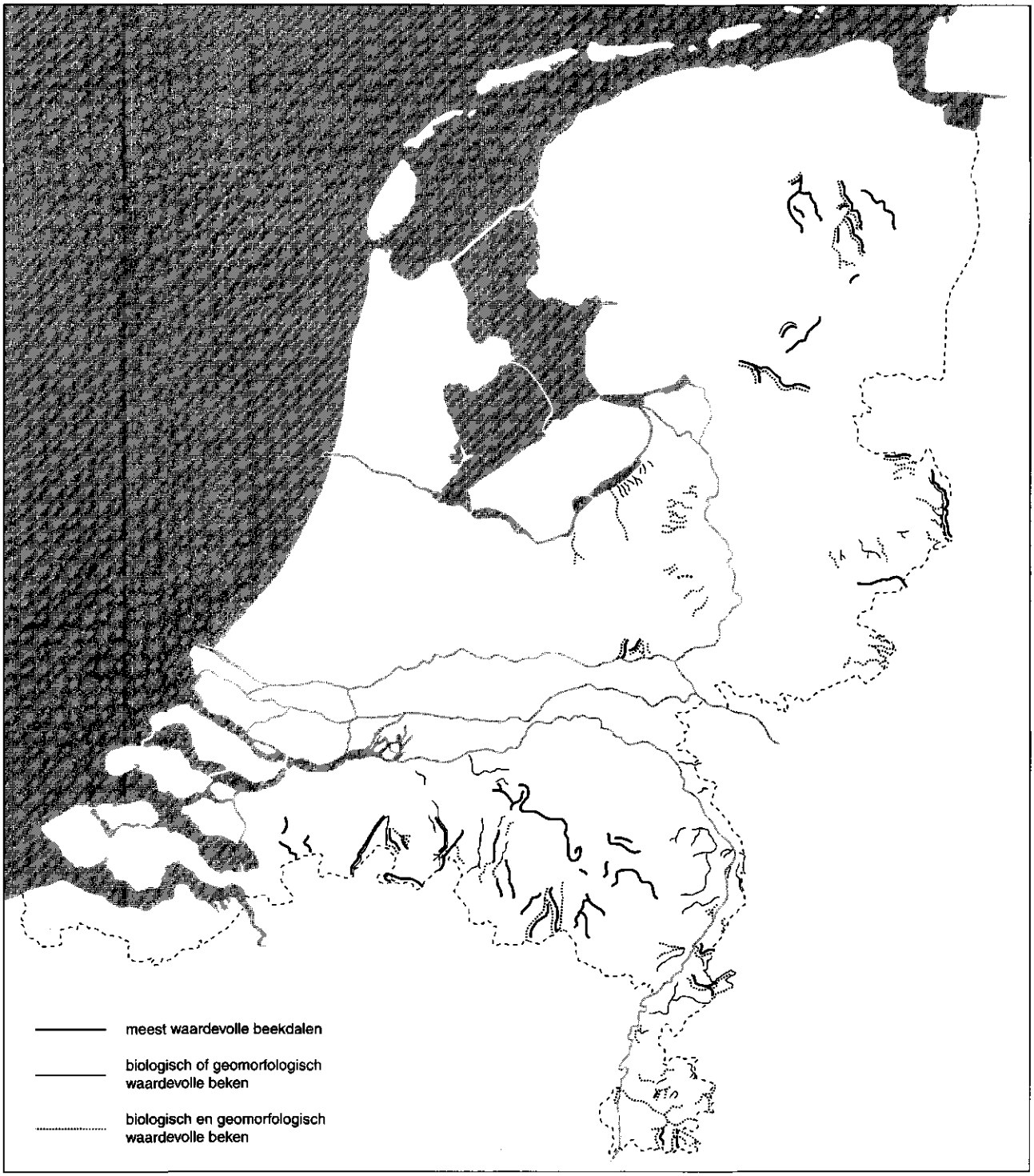
1 INLEIDING

1.1 Problematiek van de beekdallandschappen

Topografische kaarten van de Nederlandse zandgebieden laten zien dat het landschap aan het begin van deze eeuw een duidelijke ordening had (figuur 1.1.1a). Grote oppervlakten heide en veen werden afgewisseld door akkercomplexen en wei- of hooilanden. De wijze waarop de verschillende landschappelijke eenheden ten opzichte van elkaar waren gespreid was in sterke mate een afspiegeling van de aanwezige abiotische verschillen. De hogergelegen gronden met goede hydrologische eigenschappen - niet te nat en niet te droog - dienden als akker. De lagergelegen drassige beekdalen[1] waren veelal in gebruik als wei- of hooiland. De heide- en veengebieden waren te nat, te droog of te onvruchtbaar om in cultuur te nemen.
Topografische kaarten laten tevens zien dat de beekdalen aan het begin van deze eeuw konden worden beschouwd als de dragers van de landschappelijke structuur. De beekdalen vormden netwerken van min of meer continue zones die de zandgebieden dooraderden. Deze zones werden gekenmerkt door meanderende beken, fijnmazig verkavelde wei- of hooilanden en een grote rijkdom aan beplantingselementen (m.n. kavelgrensbeplantingen en broekbossen). De beplantingselementen vormden een samenhangend patroon en gaven de beekdallandschappen een besloten karakter (kleine ruimtematen) dat sterk contrasteerde met de grote open heidevelden.
Ten opzichte van de omgeving waren de beekdalen relatief voedselrijk en nat en op de overgang van beekdal naar omgeving kwamen vele hydrologische en bodemkundige gradiënten voor. Als gevolg hiervan hadden de beekdalen een karakteristieke flora en fauna (zie o.a. Westhoff et al., 1970; Bink et al., 1984; Everts & De Vries, 1991).

Sinds het begin van deze eeuw is de oorspronkelijke landschappelijke structuur grotendeels vervaagd (figuur 1.1.1b). De grote open heidevelden zijn in productie genomen en verdicht door de aanleg van beplantingen en de bouw van boerderijen. De beekdallandschappen zijn daarentegen steeds opener geworden door het rooien van beplantingselementen. Tevens zijn de verschillen in grondgebruik tussen beekdal en omgeving sterk afgenomen en hebben stedelijke gebieden zich sterk uitgebreid. Als gevolg van dit proces zijn de oorspronkelijke samenhangende landschapspatronen gefragmenteerd en is de differentiatie in ruimtematen sterk genivelleerd (Kerkstra & Vrijlandt 1988; Van Noorden, 1988; De Jonge, 1988; Hazendonk & Veen, 1988; Van Buuren et al., 1991). Topografische kaarten illustreren deze veranderingen en laten tevens zien dat de beekdalen binnen het huidige landschap nauwelijks nog herkenbaar zijn als afzonderlijke landschappelijke eenheid.

De geschetste problematiek is echter niet uitsluitend ruimtelijk van aard,



Figuur 1.1.2
De ecologisch waardevolle beken en beekdalen in Nederland (bron: Ministerie van L en V & Ministerie van VROM, 1986).

maar gaat gepaard met een scala aan ecologische en milieuproblemen[2] (zie o.a.: Westhoff et al., 1970; De Molenaar, 1980; Vissers et al., 1985; Buitenhuis et al., 1986; De Wit & Bleuten, 1988; Van Buuren, 1997). Door sterke bemesting van de voedselarme heidevelden, ontwatering van de natte beekdalen en kanalisatie van de meanderende beken zijn de eerder genoemde abiotische verschillen (vochttoestand, voedselrijkdom, micro-reliëf) tussen de beekdalen en het omringende landschap in sterke mate genivelleerd. Als gevolg van de nivellering van de abiotische verschillen en de fragmentatie en isolatie van biotopen is ook de karakteristieke flora en fauna in de beekdalen sterk in kwaliteit achteruit gegaan (zie o.a. Westhoff et al., 1970; De Moolenaar, 1980; Van der Straaten & Von Meijenfeldt, 1983). Deze ontwikkelingen hebben er toe geleid dat tegenwoordig nog maar een beperkt aantal beekdalen vanuit ecologisch oogpunt als waardevol is aan te merken (figuur 1.1.2).

Bij het zoeken naar oplossingen voor de complexe ruimtelijke problematiek van de zandgebieden blijken beekdalen grote potenties te hebben, zowel landschapsarchitectonisch als ecologisch gezien.
Vanuit landschapsarchitectonisch oogpunt kunnen de beekdalen een belangrijk aanknopingspunt vormen bij de totstandkoming van een duurzaam landschappelijk raamwerk of casco[3] dat kan dienen als drager van de toekomstige landschapsstructuur (De Bruin, et al., 1987; Kerkstra & Vrijlandt, 1988; Jongman,1993). De beekdalen zijn hiervoor van belang aangezien de beken en beekdalen een relatief stabiele factor zijn binnen de snel veranderende zandgebieden. Deze beken en beekdalen zijn - ondanks alle ingrepen die hebben plaatsgevonden - nog steeds continue zones die de zandgebieden dooraderen. Daarnaast vormen de beekdalen een belangrijk onderdeel van het watersysteem van de zandgebieden. In de beekdalen treedt grondwater uit en verzamelt zich oppervlaktewater, waarna de beken zorgen voor de afvoer van het water. Via de stroming van grond- en oppervlaktewater staan de beken en beekdalen in verbinding met de overige delen van de zandgebieden (Farjon et al., 1991; Van Buuren, 1991; Van Buuren, 1997). Het watersysteem is daarom te beschouwen als de 'bloedsomloop' van de zandgebieden en de beekdalen als de zichtbare 'aders'. Vanuit het oogpunt van duurzaamheid is het van belang om de situering van het raamwerk af te stemmen op deze hydrologische relaties (Van Buuren, 1997).

Vanuit ecologisch oogpunt zijn de beekdalen elementen die een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het herstel van natte ecosystemen. Door de aanwezigheid van bodemkundige en hydrologische gradiënten hebben de beekdalen hiervoor grote potenties. Beekdalen kunnen tevens een bijdrage leveren aan de realisering van de Ecologische Hoofdstructuur[4] (Ministerie van LNV, 1990). Binnen de Ecologische Hoofdstructuur dienen de beekdalen veelal een functie te gaan vervullen als ecologische verbindingszone. Door het aanleggen van beekbegeleidende beplantingen en bossen moet een verbinding ontstaan tussen de ecologische kernen in de dekzandgebieden en de (aan te leggen) groot-

schalige boselementen in het rivierensysteem (Ministerie van LNV, 1990).
De laatste jaren zijn op basis van de genoemde landschapsarchitectonische en ecologische potenties en gesteund door het natuur- en landschapsbeleid een groot aantal natuurbouw- of natuurontwikkelingsprojecten in de beekdalen uitgevoerd of in voorbereiding genomen (o.a. Buchem et al., 1992; Hermens & Wassink, 1992; De Kwaadsteniet, 1993; Verdonschot, 1995; Zonderwijk, 1995; Stoutjesdijk, 1997). De uitvoering van dergelijke projecten gaat veelal gepaard met fysieke ingrepen in de beekdalen. Voorbeelden hiervan zijn de aanleg van beekbegeleidende beplantingen en natuurvriendelijke oevers en het opnieuw laten meanderen van gekanaliseerde beeklopen. Daarnaast wordt in toenemende mate het beheer van de beekdalen geëxtensiveerd.

1.2 Oriëntatie van het onderzoek

In dit proefschrift worden de beekdallandschappen vanuit een landschapsarchitectonische invalshoek onderzocht. Hierbij staan de vormaspecten van de beekdallandschappen centraal. Onder invloed van de hiervoor beschreven ontwikkelingen zullen de beekdallandschappen in de nabije toekomst grote vormveranderingen ondergaan. Om de consequenties van dit veranderingsproces vanuit een landschapsarchitectonische invalshoek te kunnen beoordelen is het van belang om meer inzicht te hebben in de vormverschillen binnen en tussen beekdallandschappen en in welke mate de verschillende beekdallandschappen aan vormveranderingen onderhevig zijn geweest. Inzicht in de vormveranderingen die tot dusver hebben plaatsgevonden in de beekdallandschappen kan mogelijk ook aanknopingspunten bieden hoe vanuit een landschapsarchitectonische optiek in de toekomst met de beekdallandschappen kan worden omgegaan. Tot op heden is er echter weinig systematisch onderzoek verricht naar de vormaspecten van de beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden. Wel is vanuit een ecologische en hydrologische invalshoek recentelijk veel wetenschappelijk onderzoek verricht dat betrekking heeft op de beekdalen (o.a. Bijlmakers et al., 1987; Van Dort en Kemmers, 1988; Everts & De Vries, 1991; Van der Hoek & Higler, 1993; Jalink en Jansen, 1995).

Inzicht in de vormveranderingen van de beekdallandschappen kan ook leiden tot een verdere aanscherping van het casco-concept. Een belangrijk punt van discussie in dit verband is of toepassing van het casco-concept zal leiden tot een toe- of afname van de landschappelijke diversiteit. Daar waar de opstellers van het casco-concept een vergroting van de diversiteit van het landschap beogen (Kerkstra, 1991a), leeft bij anderen de vrees dat toepassing van het casco-concept juist zal leiden tot nivellering van de landschappelijke diversiteit (Dauvellier, 1991; Schotman, 1991). Aangezien beekdalen belangrijke dragers zijn van het raamwerk

kan meer inzicht in de ontwikkeling van de beekdallandschappen mogelijk een bijdrage leveren aan deze discussie.

Op grond van de problematiek en potenties van de beekdallandschappen en op basis van de oriëntatie van het onderzoek is de volgende centrale onderzoeksvraag geformuleerd:

Centrale onderzoeksvraag:
Welke vormveranderingen hebben plaatsgevonden en vinden plaats in de beekdallandschappen en kunnen deze vormveranderingen worden gerelateerd aan de hieraan ten grondslag liggende factoren en processen?

Het beantwoorden van deze centrale onderzoeksvraag vereist een beschrijvingsinstrumentarium waarmee de vormaspecten van de beekdallandschappen kunnen worden geanalyseerd in het licht van de landschapsvormende factoren en processen die hieraan ten grondslag liggen. Alhoewel voor het analyseren van het landschap reeds verschillende beschrijvingsmethoden voorhanden zijn (zie voor een overzicht o.a. De Veer et al., 1977; Smardon et al., 1986; Dijkstra, 1991) hebben slechts enkele van deze methoden betrekking op de vorm van het landschap. Kenmerkend voor een groot aantal methoden is dat deze uitsluitend bruikbaar zijn voor het analyseren van deelaspecten van de vorm van het landschap zoals bijvoobeeld de geomorfologie, de percelering of de maat van de ruimte. Methoden die wel betrekking hebben op de totale vorm van het landschap zijn vooral bruikbaar om de vorm van het landschap te ontleden in kleine homogene eenheden, maar zijn minder geschikt om op een systematische wijze de vorm van het landschap als geheel te onderzoeken. Daarnaast is het met de bestaande methoden nauwelijks mogelijk om een relatie te leggen tussen de vorm van het landschap en de achterliggende factoren en processen. Op grond van deze kenmerken kan worden gesteld dat bestaande beschrijvingsmethoden onvoldoende bruikbaar zijn voor het specifieke doel van dit onderzoek en dat het derhalve noodzakelijk is om een beschrijvingsinstrumentarium te ontwikkelen waarmee de vormaspecten van de beekdallandschappen kunnen worden geanalyseerd.

De methode die in dit onderzoek is ontwikkeld voor de analyse van de beekdallandschappen hangt nauw samen met de wijze waarop het begrip 'landschap' is gehanteerd. In dit onderzoek wordt het landschap beschouwd als een complex systeem met zowel uiterlijke kenmerken als een (interne) werking. De uiterlijke kenmerken van het landschap zijn bepalend voor hetgeen we waarnemen van het landschap[5] . Met de werking worden de factoren en processen bedoeld die ten grondslag liggen aan het landschap. Deze landschapsvormende factoren en processen en de uiterlijke kenmerken van het landschap zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Dit impliceert dat voor inzicht in het veranderingsproces zoals zich dat in de beekdallandschappen voltrekt en heeft voltrokken inzicht in deze factoren en processen van cruciaal belang is.

Tevens is het van belang om de vormaspecten van beekdallandschappen uit verschillende tijden en van verschillende plaatsen op een wetenschappelijke en systematische wijze onderling te kunnen vergelijken. Een typologie van de beekdallandschappen kan hierbij een bruikbaar hulpmiddel zijn. Vanwege het dynamische karakter van het landschap dient een dergelijke typologie niet alleen toepasbaar te zijn voor het typeren van de huidige vorm van de beekdallandschappen, maar dient deze ook toepasbaar te zijn voor de typering van historische en toekomstige beekdallandschappen.

Vanwege het ontbreken van een bruikbaar beschrijvingsinstrumentarium waarmee de vormaspecten van de beekdallandschappen op een systematische wijze kunnen worden geanalyseerd en getypeerd is de volgende afgeleide onderzoeksvraag geformuleerd:

Afgeleide onderzoeksvraag:
Is het mogelijk om een beschrijvingsinstrumentarium te ontwikkelen waarmee de vormaspecten van beekdallandschappen kunnen worden geanalyseerd en getypeerd in het licht van de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende factoren en processen?

Alhoewel deze onderzoeksvraag is afgeleid van de centrale onderzoeksvraag kan het beantwoorden van deze vraag worden beschouwd als een voorwaarde voor het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag.

1.3 Opzet van de dissertatie

Hoofdstuk 2 vormt een verkenning van het onderzoeksobject: de beekdallandschappen van de Nederlandse zandgebieden. Op basis van literatuurgegevens wordt ingegaan op de genese en ontwikkeling van de beekdallandschappen. Naast een algemene verkenning heeft dit hoofdstuk tot doel om inzicht te krijgen in de landschapsvormende processen die ten grondslag liggen aan de opbouw van de beekdallandschappen.
In de volgende hoofdstukken (H3 t/m H5) wordt ingegaan op het beschrijvingsinstrumentarium dat is ontwikkeld voor de analyse van de vormaspecten van de beekdallandschappen. Dit beschrijvingsinstrumentarium bestaat uit drie nauw met elkaar samenhangende componenten:
1) een landschapsmorfologische taal;
2) een landschapsmorfologisch model;
3) een landschapsmorfologische typologie.
Met de landschapsmorfologische taal wordt het stelsel van begrippen bedoeld waarmee de vormaspecten van de beekdallandschappen kunnen worden geduid. Deze taal zal in de hoofdstukken 3 t/m 5 stapsgewijs worden ontwikkeld.
Het model dat is ontwikkeld voor het beschrijven en analyseren van de vormaspecten staat in hoofdstuk 3 centraal. Dit model is het 'landschapsmorfologisch model' genoemd.

In hoofdstuk 4 worden de beekdallandschappen met behulp van het landschapsmorfologisch model geanalyseerd. Door gebruik te maken van empirisch materiaal is het tevens mogelijk om het landschapsmorfologisch model verder te verfijnen[6].
De resultaten van dehoofdstukken 3 en 4 vormen de basis voor een morfologische typologie van de beekdallandschappen. In hoofdstuk 5 wordt op deze typologie ingegaan. Met behulp van de typologie is het mogelijk om de beekdallandschappen in te delen op basis van overeenkomsten en vormverschillen.
In hoofdstuk 6 wordt aan de hand van de typologie aangegeven hoe de vorm van de beekdallandschappen sinds het begin van deze eeuw is veranderd. Tevens wordt een relatie gelegd tussen deze veranderingen en de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende processen.
Tenslotte worden in hoofdstuk 7 de onderzoeksresultaten geëvalueerd en wordt ingegaan op de toepassingsmogelijkheden van de onderzoeksresultaten.

Noten

1 In dit onderzoek wordt de term 'beekdal' gehanteerd als het gaat over de abiotische vorm of opbouw en de term 'beekdallandschap' als het gaat over het geheel van landschappelijke kenmerken.

2 Voor een overzicht van deze ecologische en milieuproblemen wordt bijvoorbeeld verwezen naar Van Buuren (1997).

3 Het casco-concept gaat uit van een scheiding van hoogdynamische functies (o.a. landbouw en verstedelijking) en laagdynamische functies (natuurontwikkeling en -behoud, bosbouw, drinkwaterwinning en extensieve vormen van recreatie). Hoogdynamische functies zijn intensief van aard, maken snelle ontwikkelingen door en vereisen in de meeste gevallen een flexibele ruimtelijke inrichting. Laagdynamische functies hebben een extensief karakter en hebben behoefte aan een stabiele ruimtelijke inrichting (Kerkstra, 1991b).

4 De basisgedachte achter de casco-benadering en de ruimtelijke uitwerking hiervan vertoont grote overeenkomsten met de ecologische hoofdstructuur (Kerkstra, 1991b). Een groot verschil is dat de casco-benadering naast landschapsecologische voorwaarden ook pretendeert in economisch en esthetisch opzicht voorwaarden te scheppen. Dit uit zich in een multifunctionele invulling van het raamwerk, met naast natuurontwikkeling ook ruimte voor waterwinning en -berging en extensieve vormen van recreatie en bosbouw.

5 Hierbij spelen psychologische processen, zoals kennis, emotie en behoeften een belangrijke rol (Gardner, 1985; Lang, 1987).

6 De opbouw van de dissertatie suggereert een scheiding tussen de totstandkoming van het landschapsmorfologisch model (H 3) en de uitwerking en toepassing van het landschapsmorfologisch model (H 4) In werkelijkheid is er echter geen strikte scheiding geweest, maar was er sprake van een cyclisch proces, waarbij op basis van empirisch materiaal het landschapsmorfologisch model meerdere malen is bijgesteld.
Omwille van een logische presentatie is er echter voor gekozen om bij de

verslaglegging een tweedeling te maken in een theoretisch hoofdstuk waarin het landschapsmorfologisch model centraal (H3) staat en een empirisch hoofdstuk waarin het landschapsmorfologisch model wordt toegepast voor de beekdallandschappen (H4).

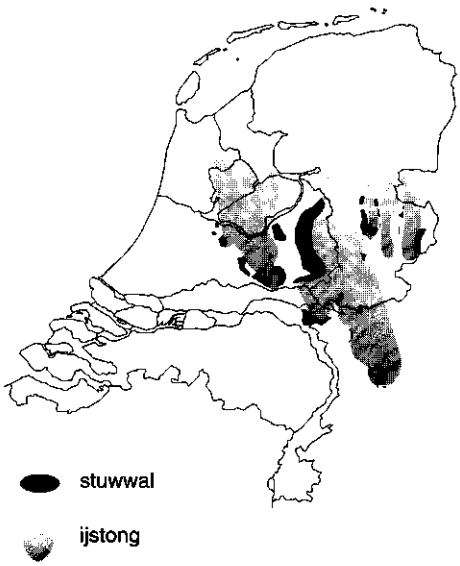
2 GENESE EN ONTWIKKELING

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk vormt een verkenning van de genese en ontwikkeling van de beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden. Het doel van dit hoofdstuk is het verkrijgen van inzicht in de factoren en processen die ten grondslag liggen aan de vorm van de beekdallandschappen. Uiteraard komen uitsluitend de hoofdlijnen aan de orde, waarbij de nadruk is gelegd op die factoren en processen die vrij direct hebben geresulteerd in vormveranderingen. Dit betekent dat bijvoorbeeld juridische en bestuurlijke processen grotendeels buiten beschouwing worden gelaten.
Allereerst wordt ingegaan op de natuurlijke ordening van de beekdallandschappen (§2.2) en vervolgens op de wijze waarop de mens deze natuurlijke ordening heeft omgevormd tot het huidige cultuurlandschap (§2.3).

2.2 De natuurlijke ordening

2.2.1 Geologie



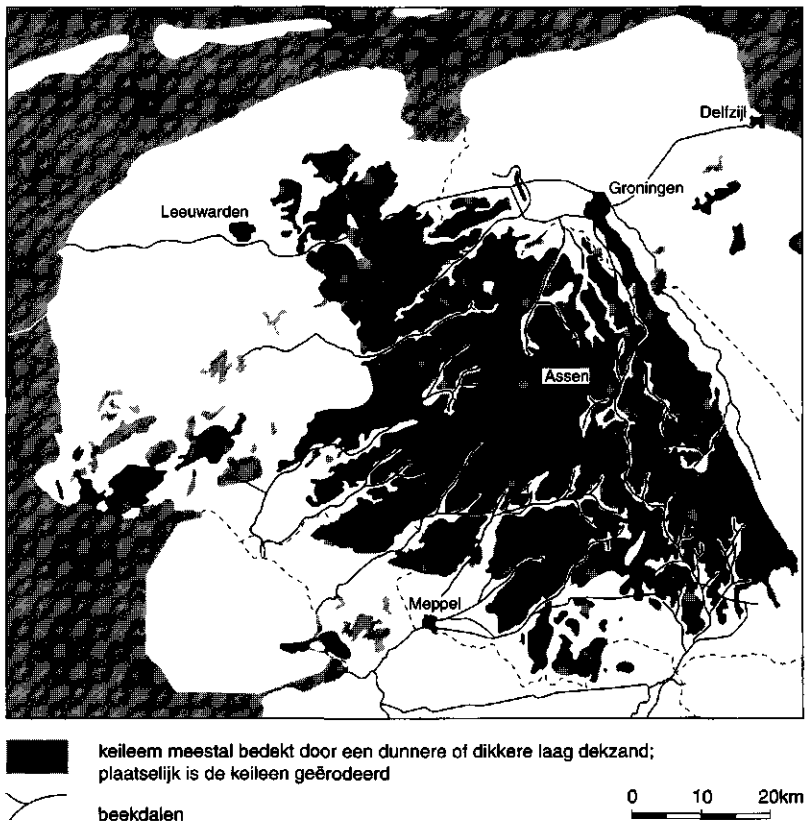
Figuur 2.2.1
De maximale ijsuitbreiding tijdens het Saalien: De noordelijke zandgebieden waren tijdens deze periode geheel bedekt met landijs. In het centrale deel ontstonden stuwwallen door de stuwende werking van het landijs. De zuidelijke zandgebieden werden niet bedekt met landijs (bron: Ter Wee, 1962).

Het Saalien
Tijdens het Saalien (200.000 - 100.000 jaar geleden) ontstonden de hoofdvormen van het huidige landschap van de zandgebieden. Van grote invloed hierop waren de koude perioden waarin gletsjers vanuit het noorden Nederland binnendrongen. Tijdens de maximale uitbreiding van het landijs werd het noordelijke deel van Nederland bedekt tot aan de lijn Vogelzand-Utrecht-Nijmegen (figuur 2.2.1).

In het noordelijke deel werden de tot dan toe aanwezige beekdalen grotendeels opgeruimd door de verwoestende kracht van het landijs. Hierbij werd de ondergrond afgeschuurd tot een vlak plateau: het Fries-Drents Plateau (figuur 2.2.2a). Door de schurende werking van het landijs werd het onderliggende bodemmateriaal fijngewreven tot keileem. Dit keileem ligt op het gehele Fries-Drents Plateau dicht aan de oppervlakte. Verder komt keileem ook in enkele delen van Twente en de Achterhoek dicht aan de oppervlakte voor.
In het centrale deel van de zandgebieden stuwden de gletsjertongen het bodemmateriaal op tot hoge stuwwallen (figuur 2.2.2b). Hierbij volgden de gletsjertongen veelal de bestaande rivierdalen die hierdoor werden uitgediept.
In het zuiden van Nederland was er geen landijsbedekking gedurende het Saalien. Hierdoor werden de aanwezige beekdalen - in tegenstelling tot

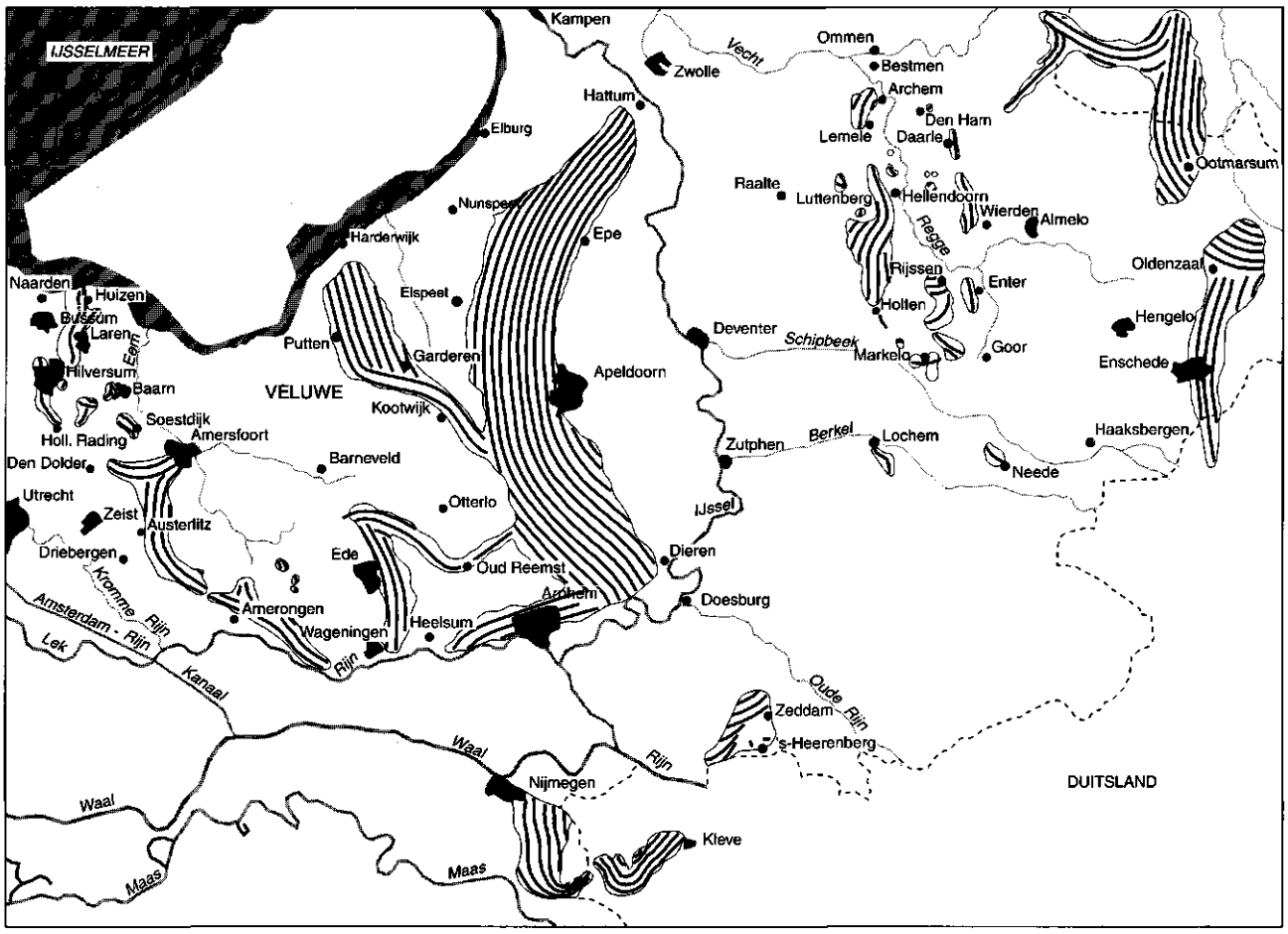
Figuur 2.2.2
De hoofdvormen van het landschap van de Nederlandse zandgebieden.

a. In de noordelijke zandgebieden werd de ondergrond afgeschuurd tot een vlak plateau: het Fries-Drents Plateau (grijs raster). Door de schurende werking van het landijs werd het onderliggende bodemmateriaal fijngewreven tot keileem (bron: Haans & Maarleveld, 1965).



de beekdalen in het noorden en midden van Nederland - niet opgeruimd door landijs. Wel vond door het ontbreken van een vegetatiebedekking een sterke erosie plaats en sneden de beekdalen zich diep in (Buiks & Geerts, 1981). De hoofdvormen in het zuidelijk deel van Nederland worden voor een belangrijk deel bepaald door tectonische bewegingen. Als gevolg van bodembewegingen langs breuken in de aardkorst ontstonden de lagergelegen Centrale Slenk en de hogergelegen Peelhorst en het Kempisch Plateau (figuur 2.2.2c). De beekdalen volgen globaal de terreinhellingen zoals die door de tectoniek zijn ontstaan. Dit betekent dat de beekdalen op de Peelhorst zijdelings afstromen naar het Maasdal in het oosten en de Centrale Slenk in het westen. De beekdalen op het Kempisch Plateau stromen globaal van zuid naar noord, terwijl de beekdalen in de Centrale Slenk de hoofdrichting van de Slenk volgen en bij Den Bosch in de Maas uitmonden.

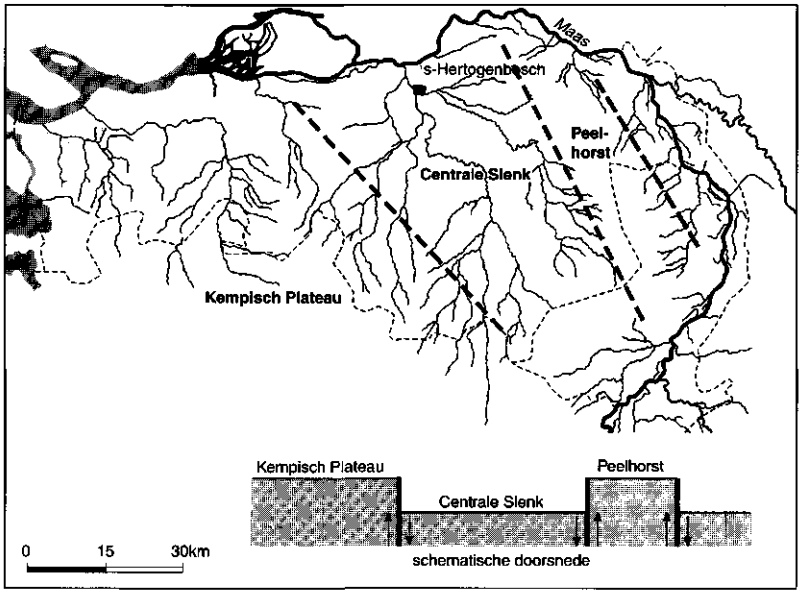
Aan het einde van het Saalien begon het landijs zich naar het noorden en oosten terug te trekken. Hierbij kwamen grote hoeveelheden smeltwater vrij. Op het Fries-Drents Plateau kon als gevolg van de ondoorlatende keileemlaag het water moeilijk naar de diepte wegzakken en moest zodoende wel oppervlakkig afstromen. Als gevolg hiervan ontstond een fijnmazig patroon van smeltwaterbeken. Deze beken schuurden brede diepe beekdalen uit waarbij de geulen tot in de zandige ondergrond reikten (De Roo, 1952).



Stuwwallen met strekkingslijnen

0 5 10 20 km

b. In het centrale deel van de zandgebieden stuwden de gletsjertongen het bodemmateriaal op tot hoge stuwwallen. Hierbij volgden de gletsjertongen veelal de bestaande rivierdalen die hierdoor werden uitgediept (bron: Maarleveld, 1953).



c. De hoofdvormen van het landschap van de zuidelijke zandgebieden hangen samen met de invloed van tectonische krachten: Door bodembewegingen langs breuken in de aardkorst ontstonden de lager gelegen Centrale Slenk en de hoger gelegen Peelhorst en het Kempisch Plateau. De beekdalen volgen globaal de terreinhellingen zoals die door de tectoniek zijn ontstaan (naar: Haanse & Maarleveld, 1965).

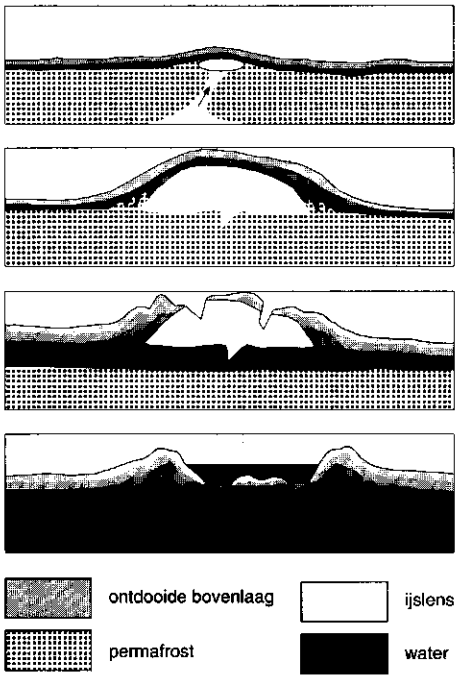
In het centrale deel van de zandgebieden nam de hoogte van de stuwwallen door erosie af en raakten de diepe bekkens tussen de stuwwallen opgevuld met erosiemateriaal en met rivier- of zeeafzettingen.

Het Eemien

Tijdens het warmere klimaat van het Eemien (100.000 - 70.000 jaar geleden) keerde de vegetatie terug, waardoor de erosie afnam en de hoofdvormen uit het Saalien werden vastgelegd.

Het Weichselien

In het Weichselien (70.000 - 10.000 jaar geleden) werden de hoofdvormen uit het Saalien verder gemodelleerd. De huidige vorm van de beekdalen is voor een belangrijk deel in deze periode tot stand gekomen (Maarleveld, 1951). Tijdens het Weichselien was het koud en droog waardoor Nederland het karakter van een poolwoestijn had. De diepere bodemlagen waren in deze periode permanent bevroren (= permafrost), waardoor regen- en smeltwater gedwongen waren om oppervlakkig af te stromen. Alleen in de zomer ontdooide het bovenste gedeelte van de bodem en vormde een papperige en met water doordrenkte bovenlaag. Deze laag was dermate onstabiel dat deze bij zelfs maar geringe terreinhellingen hellingafwaarts begon te stromen (Visscher, 1972; Zonneveld, 1985). De meeste van de huidige beekdalen zijn door dit proces van gelifluctie[1] ontstaan aan het begin van het Weichselien (Maarleveld, 1951; Maarleveld, 1953; Van der Hammen, 1961; Zonneveld, 1985).
In gebieden met een relatief sterke terreinhelling, zoals de stuwwallen in het centrale deel van de zandgebieden, vond een veel sterkere erosie plaats en hebben de beekdalen zich dieper ingesneden.
In de zuidelijke zandgebieden vond er tijdens de koude perioden van het Weichselien een hernieuwde insnijding van de beekdalen plaats. Deze insnijdingen werden afgewisseld met perioden van sedimentatie in de tussenliggende warmere perioden (Van Huissteden, et al., 1986; Bohncke & Vandenberghe, 1991).



Figuur 2.2.3
De ontwikkeling van een pingo-ruïne: Een pingo ontstaat door het aangroeien van een ijslens in de bodem (a), waarbij het bodemijs zich heuvelvormig ontwikkelt (b). Hierbij wordt het bodemmateriaal naar boven geduwd en glijdt vervolgens hellingafwaarts (c). Na het afsmelten van de ijskern blijven min of meer ronde meertjes over, omgeven door een wal (d) (naar: Ten Cate & Maarleveld, 1977).

Het einde van het Wechselien wordt gekarakteriseerd door een extreem koude en droge periode. Hierdoor had de wind vrij spel en werden grote hoeveelheden dekzand verplaatst en afgezet als dekzandruggen. De overheersende windrichting was westelijk tot zuidwestelijk en derhalve komen in de zandgebieden veel dekzandruggen voor die globaal een zuidwest-noordoost richting hebben (Maarleveld & Van der Schans, 1961; Heijnens & Tijssen, 1982). Voorbeelden hiervan zijn de paraboolduinen in de Gelderse Vallei en de Midden-Brabantse ruggen. Op diverse plaatsen werden door het stuivende zand beekdalen afgesnoerd en moesten de beeklopen zich verleggen of ontstonden grote overstromingsvlakten (Buiks & Geerts, 1981; Heijnens & Tijssen, 1982). In Twente en de Achterhoek komen verschillende beekdalen voor die begeleid worden door langgerekte dekzandruggen. Deze ruggen begeleiden de beekdalen soms over een lengte van vele kilometers. Aangenomen wordt dat de ruggen zijn ontstaan doordat de schaarse vegetatie langs de randen van

de beekdalen het dekzand heeft vastgelegd (Van der Hammen, 1961).

Tijdens het Weichselien ontstonden ook de voor het Fries-Drents Plateau kenmerkende pingoruïnes. De pingo's ontstonden door het aangroeien van ijslenzen in de bodem, waarbij het bodemijs zich heuvelvormig ontwikkelde. Hierbij werd het bodemmateriaal naar boven geduwd en gleed vervolgens hellingafwaarts (figuur 2.2.3). Nadat het klimaat warmer werd en het ijs van deze heuvels smolt, bleven min of meer ronde meertjes over, pingoruïnes of dobben genoemd (Ten Cate & Maarleveld, 1977). Aangezien pingo-ruïnes vooral voorkomen in gebieden met een ondoorlatende ondergrond worden deze hoofdzakelijk op het Fries-Drents keileemplateau aangetroffen (Westhoff, et. al.,1970). In dit gebied hebben een groot aantal beekdalen een pingoruïne als oorsprongsgebied.

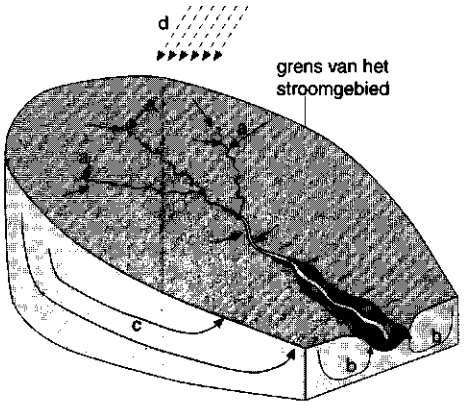
Aan het einde van het Weichselien was het grootste deel van de beekdalstelsels opgevuld en afgesnoerd door dekzand. Alleen door de grotere beeklopen stroomde voldoende water om er voor te zorgen dat ze niet opgevuld raakten met dekzand (Van der Hammen, 1961; De Vries, 1974). Aan het einde van het Weichselien verdween ook de permafrost. Hierdoor was het regenwater niet langer gedwongen om oppervlakkig af te stromen. Dit samengevoegd met de relatief goede doorlatendheid van de bodem van de zandgebieden zorgde er voor dat het neerslagoverschot grotendeels via het grondwater werd afgevoerd (De Vries, 1974). Hierdoor werd een groot aantal beekdalen niet watervoerend en ontstonden de zogenoemde 'droge dalen'. Deze droge dalen komen met name voor op de flanken van de stuwwallen.

Het Holoceen

Aan het begin van het Holoceen (ca. 10.000 jaar geleden) werd het klimaat geleidelijk warmer en vochtiger en keerde de vegetatie terug. Met de terugkomst van de vegetatie werden de glaciale landschapsvormen en dus ook de beekdalen min of meer gefixeerd (Van der Hammen, 1961). In de loop van het Holoceen heeft zich echter wel een dichter stelsel van beekdalen ontwikkeld. Deze ontwikkeling vond plaats door terugschreidende erosie vanuit de aanwezige grotere beeklopen (De Vries, 1980) Daarnaast wordt er momenteel vanuit gegaan dat de mens actief heeft deelgenomen aan de ontwikkeling van de beekdalstelsels door het graven van sloten en het verbinden van afvoerloze laagtes (De Vries, 1974; De Vries, 1980; Van de Westeringh, 1984; Van den Berg & De Lange, 1984; Gorter, 1986). Doordat deze gegraven waterlopen na verloop van tijd begonnen te meanderen zijn veel van de in het verleden gegraven beken nauwelijks te onderscheiden van wat tegenwoordig "natuurlijke" beken worden genoemd (Hagens, 1978).

Op de vlakke hooggelegen plateaus, op de waterscheidingen tussen de beekdalen, was de afwatering dikwijls gestremd. Hier ontwikkelde zich op grote schaal hoogveen (Van de Ven, 1993). Grote hoogveengebieden ontstonden op het Fries-Drents Plateau, in Noordwest Twente, in West-

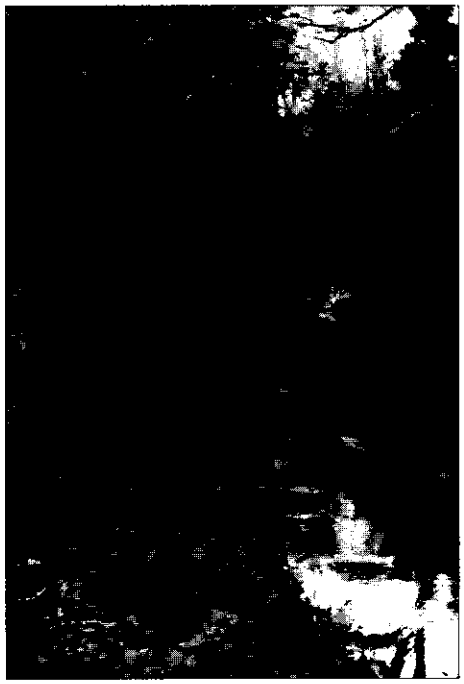
Brabant en in het Peelgebied op de grens tussen Brabant en Limburg (Keuning, 1979). Deze hoogveengebieden gaven hun water vanwege de dempende werking geleidelijk af aan de beekdalen. Ook in de delen van de zandgebieden waar nauwelijks hoogveengebieden voorkwamen was vanwege de beperkte drainage sprake van een tamelijk constante toevoer van water in de richting van de beekdalen.



Figuur 2.2.4
De opbouw van het stroomgebied van een beekdalstelsel: De grens van het stroomgebied wordt gevormd door de grond- en oppervlaktewaterscheiding. Water bereikt een beekdalstelsel door de afstroming van oppervlaktewater (a), via het uittreden van ondiep en diep grondwater (resp. b en c) of in de vorm van neerslag (d).

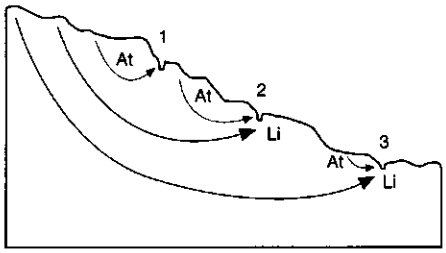
2.2.2 Hydrologie

Beekdalstelsels vormen het min of meer natuurlijke drainagesysteem van de zandgebieden. Via de beekdalstelsels worden de neerslagoverschotten afgevoerd. Water bereikt een beekdalstelsel in de vorm van neerslag, door de afstroming van oppervlaktewater of via het uittreden van grondwater (figuur 2.2.4). Het gehele stelsel van relaties van grond- en oppervlakte waterstroming kan worden beschouwd als de 'bloedsomloop' van het landschap. Binnen deze bloedsomloop zijn de beekdalstelsels de zichtbare aders.
De gebieden van waaruit een beekdalstelsel water ontvangt, vormen samen het stroomgebied (Hooghart, 1986; Van der Hoek & Higler, 1993). Via de stroming van grond- en oppervlaktewater staat het beekdalstelsel in relatie met het gehele stroomgebied. Als gevolg hiervan is zowel kwantiteit als kwaliteit van het water dat zich in een beekdalstelsel verzamelt afhankelijk van de eigenschappen van en ingrepen in het gehele stroomgebied (Van Buuren, 1997).



Figuur 2.2.5
De Slinge bij Winterswijk in de Achterhoek; een voorbeeld van een laaglandbeek.

Het type beek dat karakteristiek is voor de beekdalstelsels in de zandgebieden is de laaglandbeek (figuur 2.2.5). Een laaglandbeek wordt gekenmerkt door een gering verhang, een lage stroomsnelheid (minder dan 0.5m/sec), een grofzandig tot modderige bodem en een meanderende vorm (Moller-Pillot, 1971; De Molenaar, 1980; Higler, 1983; Bink et al., 1984). Alhoewel laaglandbeken in de Nederlandse zandgebieden algemeen voorkomen, zijn laaglandbeken buiten Nederland vrij zeldzaam en komen alleen voor in de Noordwesteuropese laagvlakte (Van der Straaten & Von Meijenfeldt, 1983).
Het begin van een laaglandbeek wordt meestal gevormd door enkele slootjes die zich samenvoegen tot een beek. Het water verzamelt zich in de oorsprongsgebieden door oppervlakkige afstroming of ondiepe grondwaterstroming.
Sommige oorsprongsgebieden worden gevoed door diep grondwater dat diffuus, over een groot gebied uittreedt. Deze beken vallen zelden droog en worden ook wel kwelbeken genoemd (CUWVO, 1988). Kwelbeken worden aangetroffen langs de oostrand van de Veluwe (Higler, 1983).
Tot aan het begin van deze eeuw ontsprong een groot aantal beken in moerasachtige laagten of hoogveengebieden. Beken die hun oorsprong vonden in een hoogveengebied worden ook wel veenbeken genoemd. Het hoogveen fungeerde als een spons waarin grote hoeveelheden water konden worden geborgen en waaruit een regelmatige afvoer van water



At = atmotroof
Li = lithotroof
1 = bovenloop
2 = middenloop
3 = benedenloop

Figuur 2.2.6
Over het algemeen neemt van de bovenloop naar de benedenloop de voeding door het diepe grondwater geleidelijk toe. Hiermee samengaand neemt de hoeveelheid opgeloste stoffen toe, waardoor de samenstelling van het beekwater verschuift van atmotroof naar lithotroof (bron: Van den Aart et al., 1988).

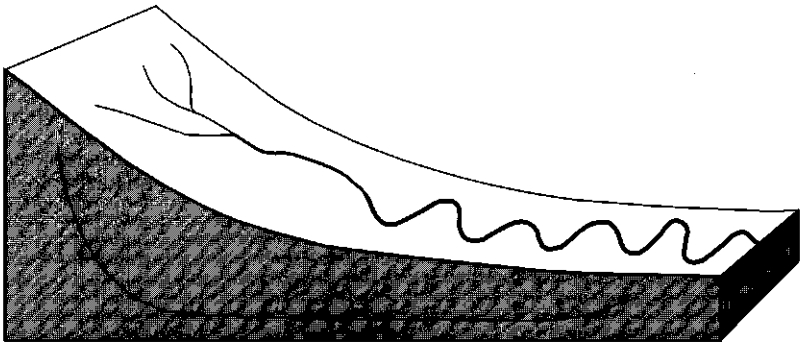
plaatsvond (Buruma & Van Dalen, 1986). Tot aan de grootschalige hoogveenontginningen (± vanaf de 16e eeuw) kwam dit type beek veelvuldig voor. Voorbeelden van vroegere veenbeken zijn onder andere de Reest, Boorne, Westerwoldse Aa en Hunze. Doordat de oorsprongsgebieden van de veenbeken zijn verveend hebben deze beken steeds meer het karakter van een laaglandbeek gekregen ("regenbeken"). De Reest op de grens van Overijssel en Drente is nog een van de best bewaarde restanten van een veenbeek.
In enkele oorsprongsgebieden van beekdalen komen echte bronsituaties voor. Een bron is een plaats waar een geconcentreerde, natuurlijke uitvloeiing van grondwater optreedt (Pannekoek & Van Straaten, 1984). De meeste bronnen worden gevoed door diep grondwater en zijn daardoor het hele jaar watervoerend. Het type beek dat wordt gevoed door water uit één of meerdere bronnen wordt een bronbeek genoemd (CUWVO, 1988). Bronbeken worden aangetroffen langs de rand van de Veluwe, de Twentse stuwwallen en langs de rand van de stuwwal van Nijmegen (Maas, 1959; Colaris, 1983; Zonderwijk, et al., 1988). In de benedenloop gaan bronbeken meestal over in een laaglandbeek.

De midden- en benedenlopen van laaglandbeken worden gevoed door zowel oppervlakkig afstromend water en ondiep grondwater als door diep grondwater (figuur 2.2.6). De stroming van het diepere grondwater volgt globaal de terreinhelling, van hoog naar laag (Engelen et al., 1989). Over het algemeen is dit dezelfde richting die het beekdal volgt. Het diepe grondwater stroomt relatief langzaam en heeft verblijftijden van soms duizenden jaren (Engelen et al., 1989). Tijdens deze lange weg lossen allerlei stoffen op. Hierdoor krijgt het grondwater een samenstelling die doorgaans als lithotroof wordt aangeduid (Van Wirdum, 1980). Dit in tegenstelling tot het ondiepe grondwater dat veel kortere verblijftijden heeft en daardoor over het algemeen een geringe hoeveelheid opgeloste stoffen bevat. Deze samenstelling wordt doorgaans als atmotroof aangeduid (Van Wirdum, 1980). Of en waar het diepe grondwater in de midden- en benedenlopen uittreedt hangt onder andere af van de hoogte van het maaiveld, de kweldruk en het al dan niet voorkomen van slechtdoorlatende lagen (Altenburg & Wildschut, 1983). Over het algemeen neemt van bovenloop naar benedenloop de voeding door het diepe grondwater geleidelijk toe. Vanwege de constante toevoer van diep grondwater vallen de midden- en benedenlopen slechts zelden droog. De grondwaterstand is hierdoor in de benedenlopen permanent dicht bij het maaiveld. Tevens kunnen in natte perioden overstromingen optreden.
Op de hogere delen buiten de beekdalen overheerst de infiltratie en komen voornamelijk lage grondwaterstanden voor, terwijl op de overgang van de beekdalen naar de hogere gronden kwel en infiltratie elkaar veelal afwisselen.

2.2.3 Bodem

De stroming van grond- en oppervlaktewater is in belangrijke mate bepalend voor de bodemkundige omstandigheden in de beekdalen (Roelofs et al., 1982; Kemmers, 1990). Processen als kwel, infiltratie, meandering, overstroming en verlanding hebben geleid tot een grote variatie aan ruimtelijke patronen in de bodemsamenstelling.
In de beekdalen komen vooral beekeerd- en madeveengronden voor (figuur 2.2.7). Beekeerdgronden komen met name voor in gebieden waar kwel en infiltratie elkaar afwisselen, terwijl de madeveengronden voorkomen op plekken met permanente kwel (Everts & De Vries, 1991). Als gevolg hiervan worden beekeerdgronden voornamelijk in de bovenlopen van de beekdalstelsels aangetroffen, terwijl de madeveengronden vrijwel uitsluitend in de benedenlopen voorkomen. Langs de rand van de beekdalen, op de overgang van infiltratie naar kwel komen vooral gooreerdgronden voor (Van der Hoek & Higler, 1993). Op de hogere delen buiten de beekdalen worden bodems uitgeloogd waardoor hier hoofdzakelijk podzolgronden worden aangetroffen. Daar waar stagnatie van water optreedt is veen tot ontwikkeling gekomen.

De indeling van bovenloop, middenloop en benedenloop hangt tevens samen met een overgang van erosie naar sedimentatie (DVWK, 1984; Newson, 1984). In de bovenloop waar de erosie overheerst komen voor-



bovenloop ← → middenloop ← → benedenloop

ondiepe kwel / oppervlakkige afstroming ← → diepe kwel

wisselende waterstanden, soms droog ← → permanenent nat, soms overstroming

erosie ← → evenwicht erosie/sedimentatie ← → sedimentatie

voedselarm ← → voedselrijk

beekeerdgronden ← → madeveengronden

zand ← → klei en veen

Figuur 2.2.7
Overzicht van de belangrijkste hydrologische en bodemkundige gradiënten in de lengterichting van een beekdalstelsel (naar: Altenburg & Wildschut, 1983; Van den Aart et al., 1988; DVWK, 1984; Grootjans, 1980).

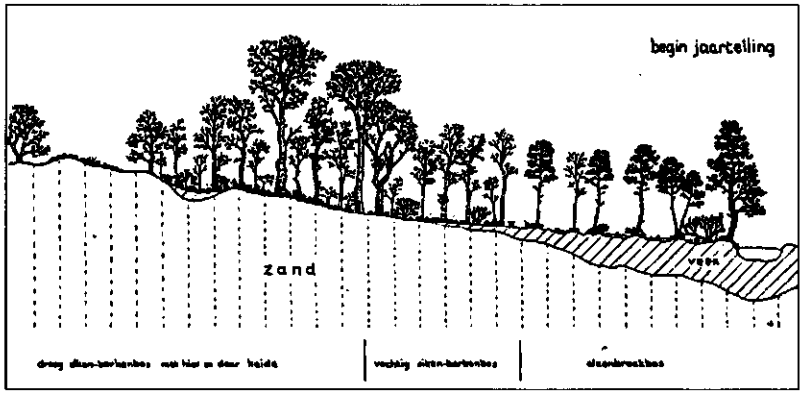
al zandige bodems voor. In de benedenloop overheerst de sedimentatie waardoor hier naast veenbodems ook kleibodems voorkomen. In de middenloop is er een evenwicht tussen erosie en sedimentatie.
Samenhangend met de overgang van erosie naar sedimentatie en de overgang van ondiepe naar diepe kwel is er ook een gradiënt van voedselarm naar voedselrijk. Deze gradiënt doet zich zowel voor van bovenloop naar benedenloop als dwars op het beekdal (Grootjans, 1980). Deze gradiënt wordt nog versterkt door de overstromingen met relatief voedselrijk water die met name stroomafwaarts plaatsvinden (Schimmel, 1955).

In figuur 2.2.7 zijn de belangrijkste hydrologische en bodemkundige gradiënten samengevat.

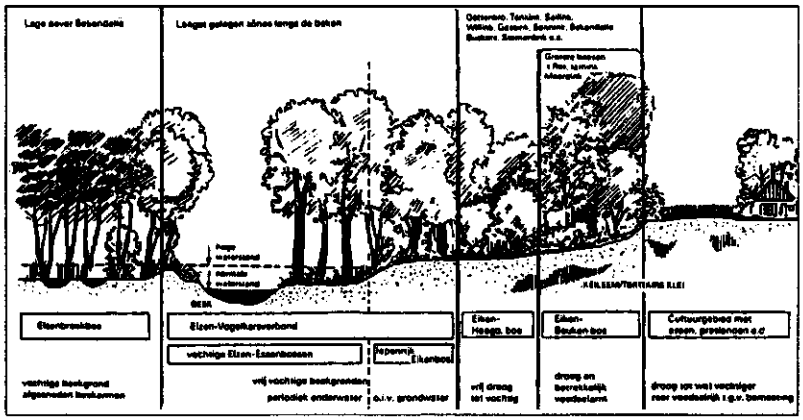
2.2.4 Vegetatie

De vegetatie is een afspiegeling van de verschillen of gradiënten in milieucondities. Hierbij spelen hydrologische en bodemkundige omstandigheden een belangrijke rol[2] (Roelofs et al., 1982; Grootjans, 1985; De Wit et al., 1988; Everts & De Vries, 1991; Van der Werf, 1991).
Onder antropogeen weinig beïnvloede omstandigheden bestaat de vegetatie in de beekdalen en beekoverstromingsvlakten hoofdzakelijk uit elzenbroekbos (figuur 2.2.8a) (Westhof et al., 1970; Van der Werf, 1991; Sortelder et al., 1998). In voedselrijke situaties komt in de beekdalen naast elzenbroekbos onder andere ook vogelkers-essenbos voor en op de overgang naar de hogere gronden het essen-iepenbos (figuur 2.2.8b). (Westhof et al., 1970; Van den Brand et al., 1983; Van der Werf, 1991).
In beekdalen met zeer natte omstandigheden treedt hoofdzakelijk veengroei op. Deze laatste omstandigheden komen van nature op grote schaal voor in de benedenlopen van de Drentse beekdalstelsels (Ringenaldus, 1983; Everts & De Vries, 1991). Deze venige benedenlopen zijn vermoedelijk grotendeels boomloos geweest, waardoor het broekbos zich hier beperkt tot de dalflanken en de bovenlopen van de beekdalstelsels (Ringenaldus, 1983).
Op de hogere delen buiten de beekdalen bestaat de natuurlijke vegetatie in voedselarme situaties voornamelijk uit eiken-berkenbossen (Bakker & De Vries, 1983; Everts & De Vries, 1991). In meer voedselrijkere situaties komen tevens eiken-beukenbossen en eiken-haagbeukenbossen voor (Westhof et al., 1970; Van den Brand et al., 1983; Van der Werf, 1991).

Tot voor kort werd algemeen aangenomen dat onder antropogeen weinig beïnvloede omstandigheden een min of meer gesloten bosvegetatie ontstaat. Recent onderzoek van Vera (1997) laat echter zien dat bij deze aanname de nodige vraagtekens kunnen worden geplaatst. Genoemde auteur komt tot de conclusie dat er door toedoen van grote grazers veel meer sprake moet zijn geweest van een half-open landschap.



a. Vegetatiekundige gradiënt van een Drents beekdal met een mineraal-arme ondergrond. (bron:Bakker & De Vries, 1983).



b. Vegetatiekundige gradiënt van een beekdal in de Achterhoek met een minraalrijkere ondergrond (bron:Van den Brand et al., 1983).

Figuur 2.2.8
Vegetatiekundige gradiënten dwars op het beekdal zoals die onder antropogeen weinig beïnvloede omstandigheden kunnen worden aangetroffen.

2.3 Het occupatieproces

2.3.1 Inleiding

Al eeuwen lang oefent de mens invloed uit op de vorm van de beekdallandschappen. Van de hiervoor beschreven min of meer natuurlijke beekdallandschappen is dan ook allang geen sprake meer. In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop de mens de beekdallandschappen heeft geoccupeerd. Hierbij is een onderscheid gemaakt in de periode tot aan 1900 (§2.3.2) en de periode na 1900 (§2.3.3). Deze tweedeling hangt samen met de kaartstudie die in hoofdstuk vier aan de orde komt. In deze kaartstudie staat de periode na 1900 centraal, aangezien er vanaf deze periode voldoende gedetailleerd en betrouwbaar topografisch kaartmateriaal beschikbaar is om de vormaspecten van de beekdallandschappen te analyseren.

2.3.2 De periode tot aan 1900

Ontbossing van de hogere gronden
Al ver voor het eind van de negentiende eeuw is de mens in de weer geweest met het manipuleren van de beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden. In paragraaf 2.2.1 is reeds aangegeven dat de mens mogelijkerwijs zelf een actieve bijdrage heeft geleverd aan het ontstaan van de beekdalen. De eerste min of meer grootschalige ingrepen die van invloed zijn geweest op de beekdallandschappen vonden plaats vanaf ongeveer de achtste eeuw na Christus en bestonden uit het ontginnen van de bossen op de hogere gronden buiten de beekdalen. Door het wegvallen van de bosbegroeiing verdween de bufferende werking en werd het neerslagoverschot versneld afgevoerd. Als gevolg hiervan namen de overstromingen in de beekdalen toe. Deze overstromingen werden versterkt door de ontginningen van de hoogveengebieden die vanaf de 18e eeuw grootschalig werden aangepakt (Ringenaldus, 1983; Boink, et al., 1986; Pedroli, 1989; Van de Ven, 1993). Als gevolg van deze toestroom van water stonden in de wintermaanden grote delen van de zandgebieden onder water (Van der Woud, 1987; Van de Ven, 1993). In de zomermaanden bleef er echter weinig over van de woeste waterstromen. Het water zakte weg en de meeste beken vielen grotendeels droog (Van der Woud, 1987).

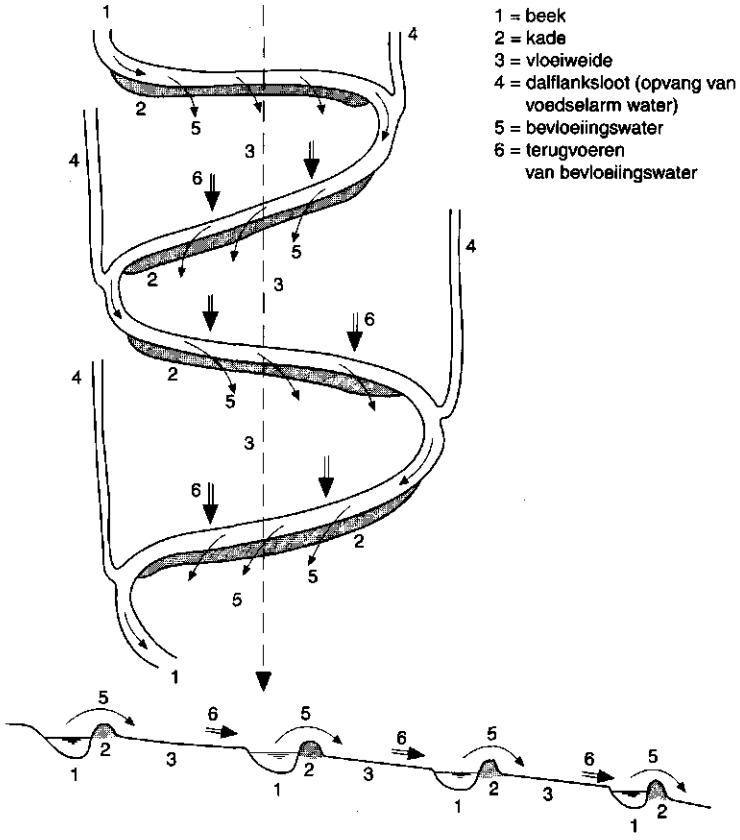
Ontginning van de beekdalen
Vanwege de relatief voedselrijke omstandigheden werden delen van de beekdalen al vroeg ontgonnen en in produktie genomen als hooi- of weiland. Deze graslanden werden afhankelijk van de streek maden, meden, maten of beemden genoemd. Vanaf de elfde en twaalfde eeuw namen de ontginningen sterk toe als gevolg van een relatief sterke toename van de bevolking en een toenemend belang van de veeteelt (Abrahamse et al., 1985; Natuurbeschermingsraad, 1989; Stortelder et al., 1998). De overstromingen van de beekdalen in de wintermaanden werden daarbij aanvankelijk niet als ongunstig ervaren. Door de jaarlijkse overstromingen werd een laagje vruchtbaar slib afgezet en door de kwelstromen vond een constante aanvoer van mineralen plaats. Hierdoor waren de beekdalen een belangrijke leverancier van voedingsstoffen binnen de voedselarme zandgebieden.

Tijdens de ontginning van de beekdalen werden delen van de oorspronkelijke broekbossen gekapt en werden de oorsprongsgebieden oppervlakkig ontwaterd (Westhoff et al., 1970; Ringenaldus, 1983; Higler, 1993). In perioden met een geringe bevolkingsdruk werden de natste delen van de beekdalen weer verlaten, waardoor zich hier opnieuw broekbossen konden ontwikkelen (Stortelder et al., 1998). Deze broekbossen hadden als leverancier van stook- en geriefhout een belangrijke functie binnen het landbouwkundig systeem. De broekbossen werden ten behoeve hiervan veelal beheerd als hakhoutbossen (Van der Straaten & Von Meijenfeldt, 1983; During, 1987; Caspers, 1992).

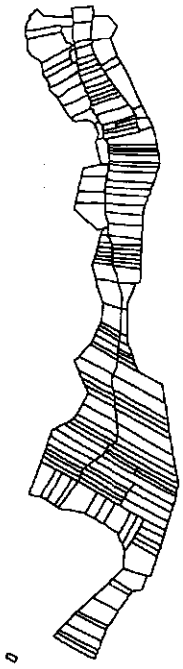
Bevloeiing van de groenlanden

Om de vruchtbaarheid van de hooi- en weilanden verder te vergroten maakte men op verschillende plaatsen gebruik van bevloeiingssystemen (figuur 2.3.1). Hierbij werd het beekwater door middel van lage kades opgeleid en vervolgens als een dunne film over het hooiland geleid (Staring, 1868; Haveman, 1990). Hierdoor vond een verlaging van de stroomsnelheid plaats en kregen vruchtbare slibdeeltjes de kans om te sedimenteren en kon het beekwater mineralen afstaan aan de bodem. Op de laagste punten werd het water opgevangen in een afvoersloot. Vaak kon het water meerdere malen worden benut. Daarnaast werden ook eenvoudigere methoden gehanteerd, zoals het afdammen van de beek, waardoor deze overstroomde.

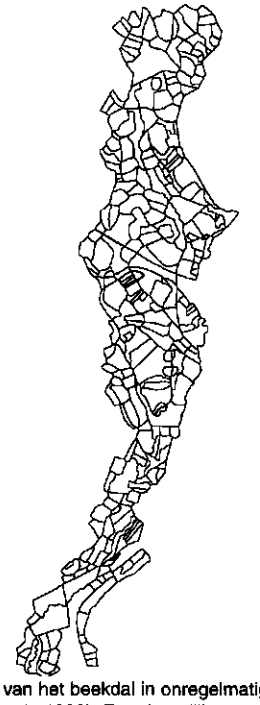
Het bevloeien van de hooi- en weilanden werd in de Nederlandse zandgebieden tot aan deze eeuw veelvuldig toegepast (Staring, 1868; Zuurdeeg, 1991; Thissen en Meijer, 1991). Met name in de Achterhoek kwamen grote aantallen vloeivelden voor (Baaijens, 1988). De ligging van veel beken langs de rand van het beekdal en niet op het laagste punt heeft mogelijk te maken met het vroegere gebruik als bevloeiingssysteem.



Figuur 2.3.1
Het basisprincipe van een vloeiweide in de Achterhoek in bovenaanzicht (boven) en lengtedoorsnede (onder) (naar: Haveman, 1990).



a. verdeling van een beekdal in regelmatige stroken en blokken (Amerdiep, 1914). Een dergelijk regelmatig patroon hangt veelal samen met een collectieve ontginningswijze en met het voorkomen van relatief weinig microreliëf.



b. verdeling van het beekdal in onregelmatige blokken (Hagmolenbeek, 1903). Een dergelijk onregelmatig patroon hangt veelal samen met een individuele ontginningswijze en met het voorkomen van veel microreliëf.

Figuur 2.3.2
De relatie tussen de percelering en de ontginningswijze van de beekdalen.

De verkaveling van de beekdalen

De wijze waarop de beekdalen aan het eind van de negentiende eeuw waren verkaveld hangt nauw samen met de wijze waarop het grondbezit in de voorafgaande eeuwen was georganiseerd.

Vanaf de dertiende eeuw tot halverwege de negentiende eeuw zijn de gronden in de beekdalen grotendeels in gemeenschappelijk gebruik geweest bij de dorps- of buurschapsgenoten. In de provincies Drente, Overijssel en Gelderland werden deze organisaties van buurschapsgenoten 'marken' genoemd en in de Brabant en Limburg 'gemeynten' (Keuning, 1979; Haartsen, et al, 1989). Daar waar de groengronden lange tijd in bezit bleven van de marken en de gemeynten werden deze na opheffing collectief verdeeld in regelmatige stroken en blokken (figuur 2.3.2a). De kavels waren lang en smal en lagen meestal met de kortste zijde naar de beek.

In Gelderland en Overijssel waren de marken minder sterk georganiseerd waardoor hier meer individuele ontginningen plaatsvonden (Vervloet, 1986). Bij individuele ontginningen zijn de groengronden veelal verdeeld in onregelmatige blokken (figuur 2.3.2b). Een andere factor welke het ontstaan van een onregelmatige verkaveling heeft bevorderd is het microreliëf van het landschap (Vervloet, 1986). In tegenstelling tot bijvoorbeeld Drente waar grote aaneengesloten plateaus voorkomen overheerst in Overijssel, Gelderland en delen van Brabant het kleinschalige dekzandreliëf. Een kleinschalige afwisseling van hoger en lager gelegen gronden bevorderde het ontstaan van individuele ontginningen omdat op de hoger gelegen gronden meestal maar plaats was voor één of enkele bedrijven (Keuning, 1955)[3].

Alhoewel de marken pas officieel door de markewet van 1886 werden opgeheven waren al grote delen van de groengronden voor die tijd al in private handen overgegaan (Bieleman, 1992). De verdeling van de beekdalen vond - evenals van de essen - over het algemeen eerder plaats dan de verdeling van de omringende heidevelden (PPD van Drenthe, 1956). Zo werden in Drente de groenlanden van het Loonerdiep al in 1640 verdeeld en de groengronden van het Orvelterdiep omstreeks 1642 (Alleijn, 1980).

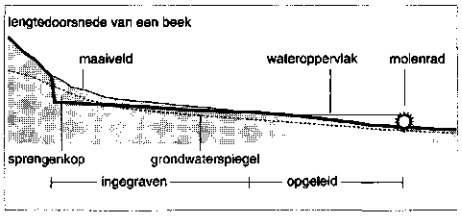
In de 19e eeuw werden ook de gemeynten opgeheven (Bieleman, 1992). In West-Brabant waren delen van de beemden langs de Mark echter al in de 15e eeuw verkaveld en in de Kempen zelfs al in de 14e eeuw (Renes, 1984) Elders in West-Brabant waren nog in het midden van de 19e eeuw grote delen onverkaveld en in gemeenschappelijk gebruik (Renes, 1984).

Kavelgrensbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen

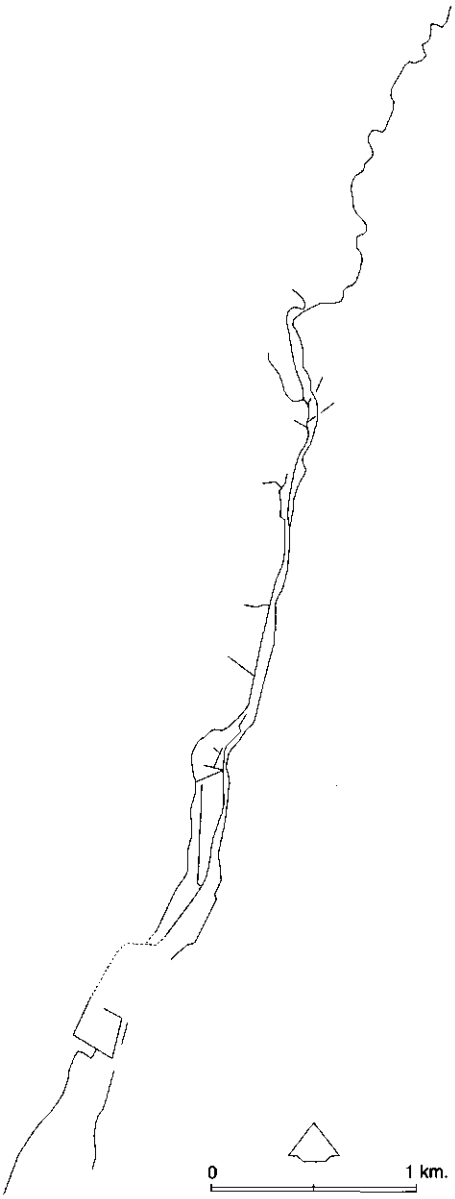
Om de kavels of percelen af te scheiden werden in veel gevallen kavelgrensbeplantingen aangelegd in de vorm van houtwallen, singels of bomenrijen. De beplantingen dienden als eigendomsscheiding en moesten het vee binnen en het wild buiten de percelen houden. Ook werden de beeklopen veelal van beplantingen voorzien. Beekbegeleidende beplantingen waren namelijk een doeltreffend middel om te voorkomen

dat de beken hun loop verlegden.
Vanwege de rijkdom aan beplantingselementen waren de beekdalen een belangrijke houtproducent. Het hout werd gebruikt als brandstof, voor het maken van gereedschappen, rasterpalen en de eikenschors werd benut voor de productie van looistof (Alleijn, 1980; Nooren, 1981; Schmitz, et. al., 1993). Het zeer dichte patroon van populierenrijen zoals dat aan het begin van deze eeuw in het stroomgebied van de Dommel voorkwam wordt wel in verband gebracht met de klompenindustrie die hier tot grote bloei kwam (Schmitz, et. al., 1993). Andere functies die de kavelgrensbeplantingen vervulden waren windkering en het opvangen van slib uit de beek. Voor het opvangen van slib zijn met name de beplantingen die loodrecht op de beek zijn gelegen van belang. Deze beplantingen remmen bij overstromingen de stroomsnelheid af, waardoor het vruchtbare slib de kans krijgt om te bezinken (Alleijn, 1980; Saris, 1984; Schmitz, et. al., 1993).
In welke tijd kavelgrensbeplantingen in de beekdalen zijn ontstaan valt niet met zekerheid te zeggen. Daar waar een gemeenschappelijke vorm van grondbezit was, zoals de marken, dateren de meeste kavelgrensbeplantingen in de beekdalen van na de verdeling van de gronden (PPD van Drenthe, 1956; Alleijn, 1980; Westhoff, et. al., 1970). Bij de individuele ontginningen, zoals bijvoorbeeld in Twente, de Achterhoek en delen van Noord-Brabant waren er al kavelgrensbeplantingen in de 16e eeuw (Alleijn, 1980), maar mogelijk nog veel eerder (Nooren, 1981). Een wettelijke verplichting tot verdeling van de markegronden leidde aanvankelijk (tot ongeveer 1910) tot een sterke toename van de kavelgrensbeplantingen in de beekdalen (Nooren, 1981).

Transport over water
Tot aan de negentiende eeuw hadden de beken in de zandgebieden een belangrijke transportfunctie. De zandwegen waren in de wintermaanden meestal slecht begaanbaar waardoor transport over land nauwelijks mogelijk was. Het dichte net van waterlopen bood hiervoor ten dele een uitkomst (Schutten, 1981; Van der Woud, 1987). Omstreeks de veertiende eeuw was er al veel scheepvaart. De bloeiperiode van de scheepvaart op de laaglandbeken was echter rond 1800 (Schutten, 1981). In de ondiepe waterlopen van de zandgebieden vond het transport plaats met behulp van platbodems. Daar waar dit nodig was werden ten behoeve van de scheepvaart de bochtigste trajecten rechtgetrokken. Daarnaast zijn aanvullend op het natuurlijke waterlopenstelsel vele nieuwe waterwegen gegraven. Voorbeelden hiervan zijn onder andere de turfvaarten in het westelijk deel van Noord-Brabant en de Schipbeek in Overijssel.



a. de werking van een sprengenstelsel. Een spreng is een kunstmatige bron die ontstaat door het graven van sleuven in de dalwand, waardoor het diepe grondwater wordt aangeboord. Het begin van een spreng noemt men de sprengkop. (naar Tolkamp, 1983).



b. het patroon van waterlopen van het sprengenstelsel van de Renkumse beek.

Figuur 2.3.3
De opbouw van een sprengenbeek

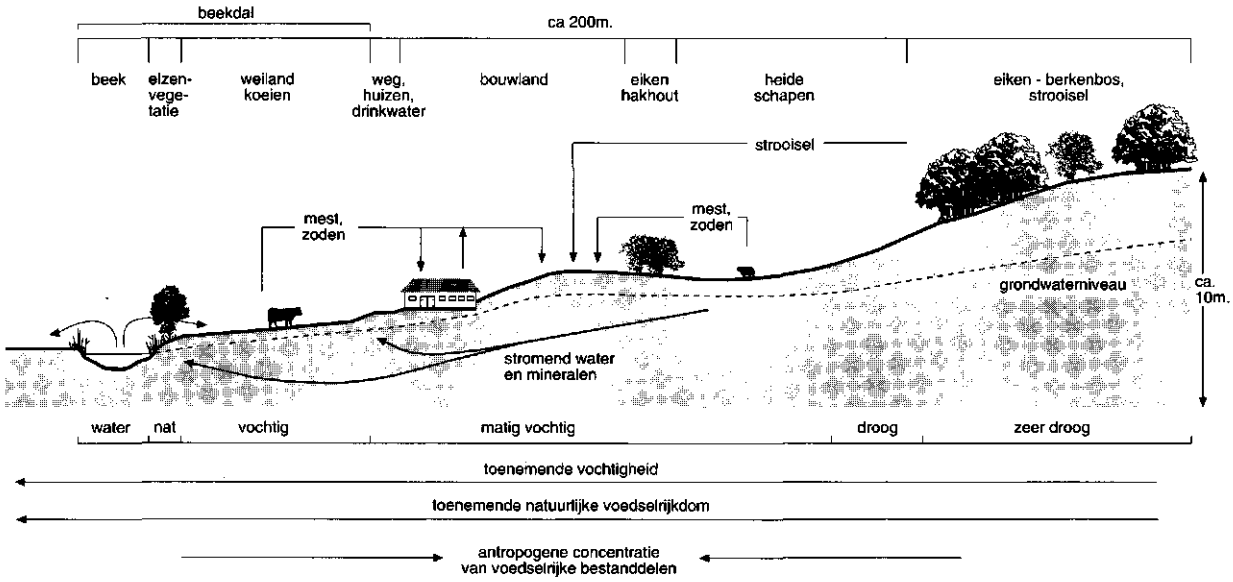
Waterkracht

Daar waar de beken constant water voerden en voldoende verval hadden was het mogelijk om waterkracht te benutten voor het aandrijven van watermolens. Op veel plaatsen in de zandgebieden waren deze omstandigheden ruimschoots aanwezig. De watermolens deden omstreeks de twaalfde eeuw hun intrede (Higler, 1993). In de vijftiende eeuw waren er in Midden- en Oost-Brabant meer dan 40 watermolens (Kouwe, 1988) en alleen al in Twente kunnen 88 watermolens worden achterhaald (Hagens, 1978). Ten behoeve van de wateraanvoer werden soms complete beekstelsels verlegd of gegraven. Om de wateraanvoer extra te versterken werden op sommige plaatsen zogenaamde sprengenbeken gegraven. Sprengenbeken zijn gegraven beken die gevoed worden door water uit een spreng (IJzerman, 1979; Menke, 1983; Tolkamp, 1983; van Vilsteren et al., 1995). Een spreng is een kunstmatige bron die ontstaat door het graven van sleuven in de dalwand, waardoor het diepe grondwater wordt aangeboord (figuur 2.3.3a). Een spreng snijdt het grondwater over een zo groot mogelijke lengte aan. Het begin van een spreng noemt men de sprengkop. Een voorwaarde voor de aanleg van sprengen is een voldoende groot stijghoogteverschil van het diepe grondwater. Sprengenbeken worden daarom vooral aangetroffen langs de randen van de Veluwe. Daar waar sprengenbeken benut werden voor het aandrijven van watermolens zijn de benedenlopen veelal opgeleid langs de rand van de beekdalen. Vaak zijn er meerdere parallel lopende stelsels van sprengenbeken in een beekdal (figuur 2.3.3b).
De eerste sprengenbeken op de Veluwe werden in de elfde eeuw gegraven, maar het merendeel in de zestiende en zeventiende eeuw (IJzerman, 1979; Menke, 1983).

2.3.3 De periode na 1900

De voorgaande paragrafen laten zien dat er tot aan het eind van negentiende eeuw al verschillende ingrepen in de beekdallandschappen hebben plaatsgevonden. Desondanks is de opbouw van het landschap nog in sterke mate een afspiegeling van het landbouwkundig systeem zoals dat vanaf de Middeleeuwen tot ontwikkeling was gekomen. De beekdallandschappen vormden een belangrijke schakel binnen dit systeem (figuur 2.3.4). De meeste beekdalen waren ontgonnen en ingericht als hooi- of weiland en fungeerden als leverancier van mest en zoden. De beeklopen zorgden bij overstromingen voor vruchtbaar slib en hadden voor een groot deel nog een meanderende vorm.

De industrialisatiegolf in de tweede helft van de negentiende eeuw was de aanleiding tot grote veranderingen van de beekdallandschappen. De grootste veranderingen vonden echter pas plaats vanaf het begin van de twintigste eeuw. Vele functies die de beekdalen tot die tijd vervulden gingen geleidelijk aan verloren. Waterkracht werd vervangen door andere energiebronnen, wegen werden verbeterd en spoorlijnen werden aan-



Figuur 2.3.4
Een schematische weergave van de functionele relaties binnen het middeleeuwse landbouwkundig systeem. Binnen dit systeem waren de beekdalen de meest voedselrijke delen en fungeerden als leverancier van mest en zoden (naar: Vink, 1980).

gelegd waardoor transport over water niet langer noodzakelijk was. Gelijktijdig onderging de landbouw een snelle technologische ontwikkeling. Als gevolg hiervan kwam een veranderingsproces op gang dat van grote invloed is geweest op de opbouw van de beekdallandschappen.

Ontginning van de woeste gronden

Mede door de uitvinding van kunstmest werd het mogelijk om de voedselarme woeste gronden in gebruik te nemen als landbouwgrond. Bij de ontginning van de heide- en veengebieden werd de afwatering sterk verbeterd. In de meeste gevallen was de ontginning van de woeste gronden niet direct van invloed op de beekdalen zelf, aangezien de meeste beekdalen al ruim voor deze periode waren ontgonnen. Wel hadden de ontginningen tot gevolg dat de hydrologische verschillen en de verschillen in voedselrijkdom tussen de voormalige woeste gronden en de beekdalgronden afnamen. Daarnaast hadden de ontginningen van de woeste gronden tot gevolg dat een groot deel van de allernatste beekdalgraslanden in onbruik raakten, aangezien op de hoger gelegen gronden een betere agrarische productie kon worden bereikt. Op deze 'verlaten' graslanden ontwikkelde zich geleidelijk weer het oorspronkelijke elzenbroekbos (Van den Bremen, 1961; Natuurbeschermingsraad, 1989; Stortelder et al., 1998). Deze ontwikkeling had tot gevolg dat de oppervlakte broekbos in het begin van deze eeuw sterk toenam.
Daar waar de woeste gronden minder geschikt waren om in productie te nemen als landbouwgrond werd veelal op grote schaal naaldbos aangeplant. Ook de grote behoefte aan hout droeg hiertoe bij.

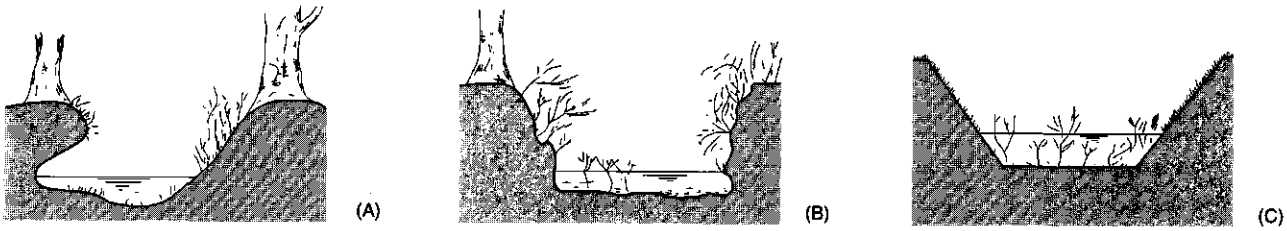
Figuur 2.3.5
Voorbeeld van een in verval geraakte houtwal.

De afname van beplantingselementen
Alhoewel de kavelgrensbeplantingen en de broekbossen aan het begin van deze eeuw aanvankelijk nog toenamen vond na circa 1920 een sterke afname plaats. Oorzaak van de afname was het wegvallen van de functies die de beplantingselementen voorheen hadden. Zo werd de functie als stook- en geriefhout vervangen door andere materialen en met de introductie van prikkeldraad in de dertiger jaren verdween tevens de veekerende functie van de kavelgrensbeplantingen. Het gevolg was dat de kavelgrensbeplantingen niet werden onderhouden en in verval raakten en geleidelijk verdwenen of werden gerooid (figuur 2.3.5) (de Regt, 1984; Saris 1984; Van Noorden, 1988; De Jonge 1988; Vlaanderen, 1989).

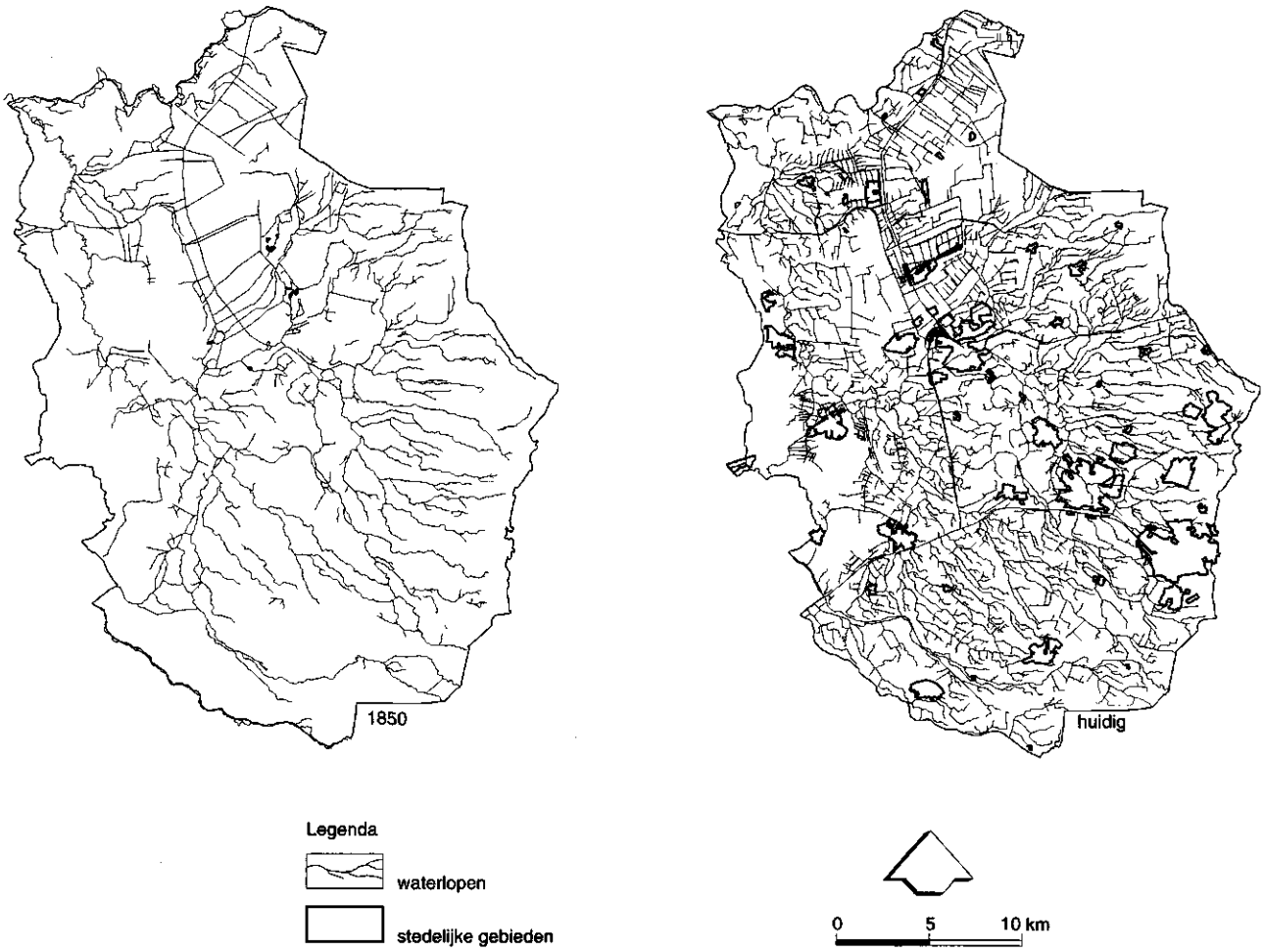
Ruilverkavelingen
Door de opkomst van zwaardere machines en een toenemende intensivering van de landbouw waren grote percelen en een diepe ontwatering vereist. Deze wens tot schaalvergroting en verbetering van de productieomstandigheden vormde de aanleiding tot de uitvoering van grote aantallen ruilverkavelingen. Alhoewel al voor de Tweede Wereldoorlog enkele ruilverkavelingen plaatsvonden, dateren de meeste ruilverkavelingen van na de oorlog. Tijdens ruilverkavelingen werden de beekdalen ontwaterd en werden gronden in en buiten het beekdal herverkaveld tot grote aaneengesloten percelen. Hiervoor werd het meestal noodzakelijk geacht om nog resterende kavelgrensbeplantingen en broekbossen te verwijderen (Gorter, 1986; Stortelder et al., 1998). Daar waar restanten van broekbossen gespaard bleven, werd de beek veelal langs de rand van het bos gelegd om onderhoud aan de beek te vergemakkelijken (During, 1987). De ingrepen hebben tot gevolg gehad dat abiotische verschillen, zoals de verschillen tussen droog en nat en verschillen in microreliëf, voor een belangrijk deel zijn genivelleerd.

Regulering van het watersysteem
Door de ontginning van de woeste gronden had een sterke intensivering van het drainagenet plaatsgevonden. Als gevolg hiervan verminderde het waterbergend vermogen van de hogere delen buiten de beekdalen, hetgeen leidde tot een versnelde afvoer van grond- en oppervlaktewater. Dit had weer tot gevolg dat de afvoerpieken en overstromingen in de beekdalen toenamen (Wieringa, 1983; Bieleman, 1992; Van de Ven, 1993). Aanvankelijk waren met name overstromingen in de zomermaanden gevreesd omdat hierdoor de hooioogst kon mislukken (Keuning, 1965).Vanaf het begin van deze eeuw begon men echter ook de overstromingen in de wintermaanden vanuit landbouwkundig oogpunt steeds meer als een probleem te beschouwen. Door het beschikbaar komen van kunstmest was het bevloeien van de beekdalgraslanden niet langer noodzakelijk en zelfs ongewenst, aangezien hierdoor de kunstmest wegspoelde en de graslanden in het voorjaar te lang koud bleven (Wieringa, 1983; Westhof et al.,1970). Dit samengevoegd met de toenemende mechanisatie in de landbouw maakte dat een verbetering van de waterhuishouding in de beekdalen noodzakelijk werd geacht.

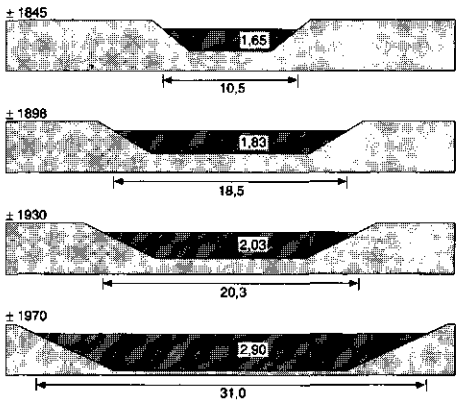
Figuur 2.3.6
Voorbeeld van een gekanaliseerde beekloop.



Figuur 2.3.7
Beekprofielen en enkele kenmerken. a. natuurlijke, meanderende beek; b. genormaliseerde beek, volgens ouderwetse normen; c. genormaliseerde beek, geschikt voor machinaal onderhoud (bron: Tolkamp, 1983).



Figuur 2.3.8
De intensivering van het drainagenet in het stroomgebied van de Regge sinds 1850 (bron: Van Buuren, 1997). De intensivering hangt onder andere samen met de ontginning van de woeste gronden, intensivering van het agrarisch gondgebruik, kanalisatie van de beeklopen en uitbreiding van de stedelijke gebieden.



Figuur 2.3.9
De veranderingen in het profiel van de Berkel: Sinds halverwege de vorige eeuw is de bedding in een aantal tussenstappen ongeveer drie keer zo breed en twee keer zo diep geworden (bron: Waterschap van de Berkel, 1985).

Om de beekdalen te optimaliseren voor landbouwkundig gebruik werden vele beken rechtgetrokken, verbreed en uitgediept (figuur 2.3.6). Ook werden soms omleidingskanalen gegraven (onder andere bij de Dinkel en de Beerze) of bovenlopen afgekoppeld. Om machinaal onderhoud van de beeklopen mogelijk te maken verwijderde men de beplanting langs de beeklopen en voorzag men de oevers van werkpaden (De Molenaar, 1980; Harmsen et al., 1988). Daarnaast werden stuwen aangelegd en werd het natuurlijke profiel van de beek vervangen door een cultuurtechnisch profiel (figuur 2.3.7).
Na de Tweede Wereldoorlog werden tijdens ruilverkavelingen opnieuw vele nieuwe waterlopen gegraven. Door de steeds verdergaande regulering van de waterlopen en door de toename van verharde oppervlakten (steden, wegen) namen ook de afvoerpieken steeds verder toe. De verschillende ontwikkelingen hebben tot gevolg gehad dat een steeds verdere intensivering van het drainagenet plaatsvond (figuur 2.3.8). Tevens was het veelal noodzakelijk om het profiel van de beken meerdere keren aan te passen aan de gewenste afvoercapaciteit. Wijzigingen in het profiel van de Berkel laten zien dat sinds halverwege de vorige eeuw de bedding in een aantal tussenstappen drie keer zo breed en twee keer zo diep is geworden (figuur 2.3.9). De vele beekregulaties hebben tot gevolg gehad dat tegenwoordig nog maar een klein percentage van de beken in de Nederlandse zandgebieden een meanderend profiel heeft.

2.3.4 Recente ontwikkelingen

De ontwikkelingen die in dit hoofdstuk zijn beschreven hebben geleid tot een sterke uniformering van de oorspronkelijke landschappelijke verschillen in de zandgebieden. Als onderdeel van dit proces is ook de structurerende werking van de beekdalen sterk afgenomen. Tevens zijn de natuurwaarden in de beekdalen sterk achteruit gegaan. Uit onvrede met deze ontwikkelingen wordt de laatste tiental jaren in toenemende mate gezocht naar alternatieve vormen van inrichting en beheer van de beekdalen. Daarnaast vormt het zoeken naar goedkopere beheersvormen voor beeklopen een stimulans voor een aanpassing van de inrichting en het beheer van de beekdalen (Harmsen et al., 1988).

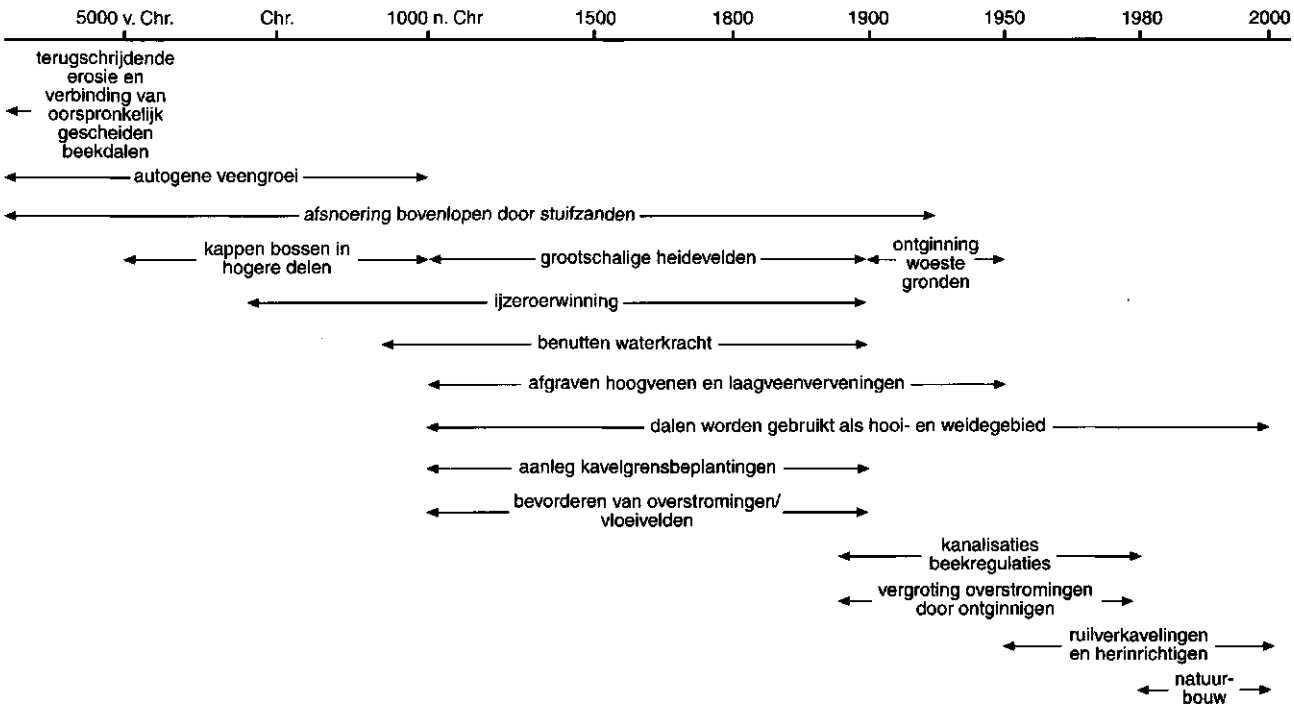
Een belangrijke impuls voor een verandering van beheer en inrichting van de beekdalen werd gevormd door de totstandkoming van de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening en het Natuurbeleidsplan. Een belangrijk beleidsdoel van beide beleidsplannen is het realiseren van de ecologische hoofdstructuur (EHS). Ten behoeve hiervan voorziet het Natuurbeleidsplan in het uitvoeren van natuurontwikkelingsprojecten over een oppervlakte van 50.000 hectare. Deze projecten worden uitgevoerd op kansrijke locaties. De beekdalen behoren tot deze kansrijke locaties, aangezien de beekdalen een netwerk vormen dat de verschillende typen landschappen met elkaar verbindt. Aangegeven wordt dat het tot de beekdalen behorende bosachtige element in de vorm van beekbe-

Figuur 2.3.10
Een pasaangelegde plas-drasoever langs de Oude Bornsebeek (Ov).

Figuur 2.3.11
Een pasaangelegde houtwalbeek langs de Geesterense Molenbeek (Ov.). De vroegere beplanting is nog gedeeltelijk aanwezig.

geleidende bossen kan zorgen voor een koppeling van de ecologische kernen op de dekzandgebieden met grootschalige boselementen in het rivierensysteem (Min. LNV, 1989).
Een belangrijke impuls vanuit een landschapsarchitectonische invalshoek was de ontwikkeling van de casco-benadering. In de casco-benadering kunnen beekdalen belangrijke dragers vormen van het casco of raamwerk. Deze casco-benadering heeft inmiddels een grote vlucht genomen in het landschapsbeleid (Ministerie van LNV, 1992).
Gesteund door het beleid werken de vernieuwde inzichten inmiddels door in vele landinrichtingsplannen en landschapsbeleidsplannen. Daarnaast hebben deze inzichten er toe geleid dat de afgelopen jaren een groot aantal natuurbouwprojecten[4] in de beekdalen is uitgevoerd (Hermens & Wassink, 1992). Deze kentering heeft tot gevolg dat momenteel in de beekdalen ruimtelijke ontwikkelingen plaatsvinden die veelal tegengesteld zijn aan de ontwikkelingen die in de voorgaande decennia plaatsvonden. Zo worden bijvoorbeeld meanders gegraven en plas-drasoevers en beekbegeleidende beplantingen aangelegd (figuur 2.3.10 en 2.3.11). Door deze ontwikkelingen zullen de beekdallandschappen in de nabije toekomst opnieuw grote veranderingen ondergaan, dit keer onder invloed van natuurbouw en natuurontwikkeling.

In figuur 2.3.12 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste ontwikkelingen die van invloed zijn geweest op de morfologie van de beekdallandschappen.



Figuur 2.3.12
Overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen die van invloed zijn geweest op de morfologie van het beekdallandschappen (gewijzigd naar: Everts & De Vries, 1991).

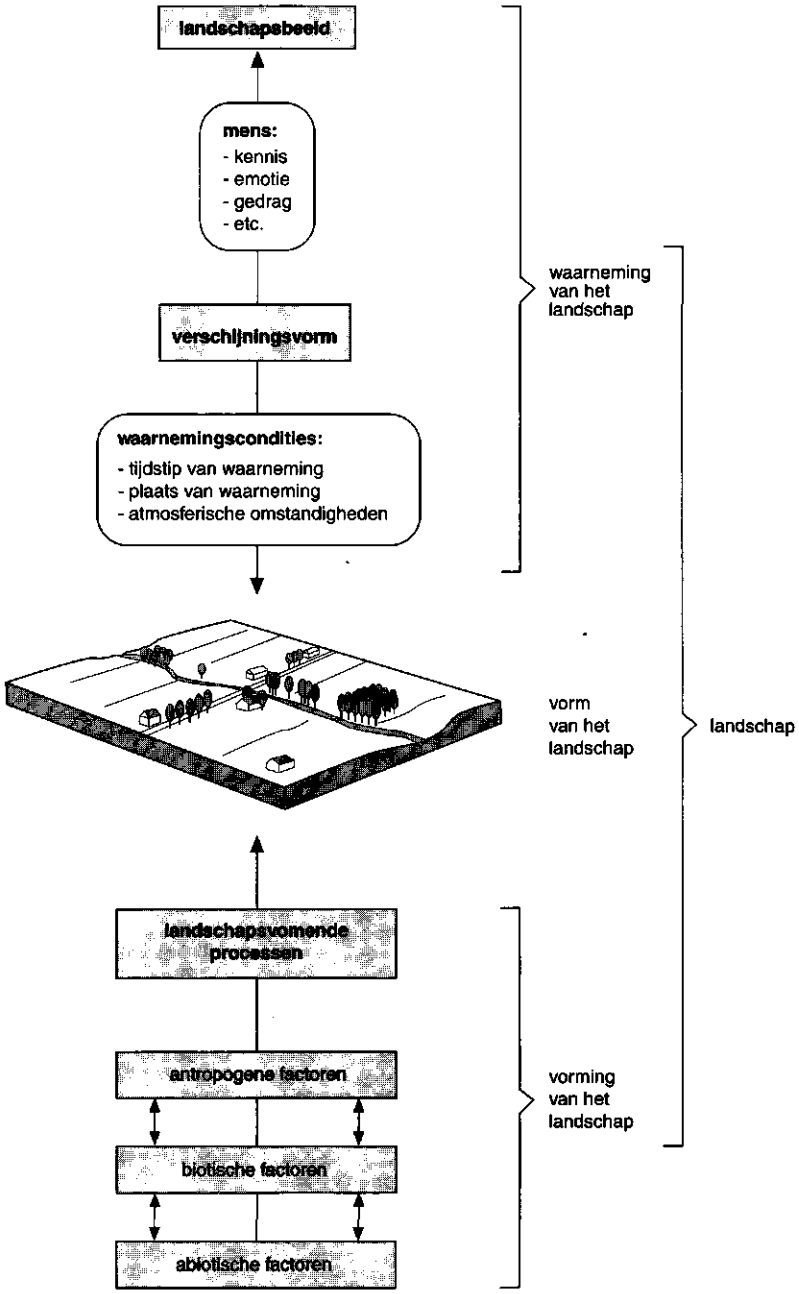
Noten

1 Vroeger werd voor bodemvloei de term 'solifluctie' gebruikt, tegenwoordig hanteert men liever de term 'gelifluctie' om verwarring met bodemvloei in niet-arctische gebieden te voorkomen (Kroonenberg & Pons, 1982).

2 Andere aspecten die in natuurlijke situaties een rol spelen zijn klimaat, tectoniek, gesteente, reliëf en de fauna (Everts & De Vries, 1991).

3 Dit type landschap staat bekend als het kampenlandschap (Bijhouwer, 1977).

4 Natuurbouw is gehanteerd als verzamelnaam voor alle projecten in de beekdalen waarbij fysiek worden ingegrepen ten behoeve van een verbetering van de ecologische kwaliteiten van de beken of beekdalen. Andere termen die hiervoor in de literatuur worden gehanteerd zijn o.a. natuurontwikkeling, beekherstel of natuurtechnisch beekherstel. In hoofdstuk 3 zal nader op de natuurbouwprojecten worden ingegaan.



Figuur 3.2.1
Het begrippenstelsel. Tussen de gehanteerde begrippen die betrekking hebben op het landschap is een bepaalde samenhang voorstelbaar. De vorm van het landschap staat centraal in dit onderzoek. De vorm van het landschap wordt gevormd door een geheel van factoren en processen die de landschapsvormende factoren en processen worden genoemd. De begrippen verschijningsvorm en landschapsbeeld hangen samen met de waarneming van het landschap. Hierbij spelen waarnemingscondities en de mens als waarnemer een cruciale rol.

3 HET LANDSCHAPSMORFOLOGISCH MODEL

3.1 Inleiding

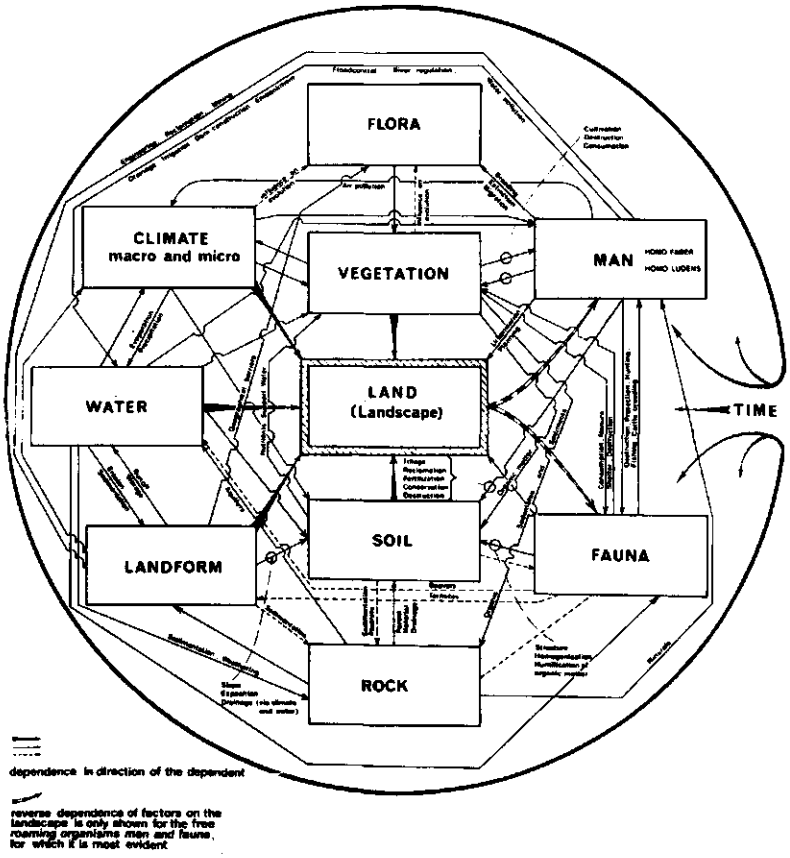
In dit hoofdstuk staat het model centraal dat is ontwikkeld voor de analyse van de vormaspecten van de beekdallandschappen. Dit model is het 'landschapsmorfologisch model' genoemd. De opzet van het landschapsmorfologisch model hangt nauw samen met de wijze waarop verschillende begrippen worden gehanteerd die betrekking hebben op het landschap. Deze begrippen staan in de eerste twee paragrafen centraal. Allereerst wordt ingegaan op enkele algemene landschapsbegrippen (§3.2) en vervolgens wordt ingegaan op aspecten die relevant zijn voor de analyse van de vorm van het landschap (§3.3). Deze beide paragrafen vormen het theoretisch kader voor het landschapsmorfologisch model (§3.4).

3.2 Algemene landschapsbegrippen

3.2.1 Landschap en beekdallandschap

Voor het begrip landschap bestaat een groot aantal omschrijvingen en definities (voor een overzicht wordt onder andere verwezen naar Schroevers, 1982; Vroom, 1982b en Dijkstra, 1992). De meeste definities omschrijven het landschap als het zichtbare gedeelte van het aardoppervlak of als het geheel van waarneembare verschijnselen aan het aardoppervlak, dat al of niet vanaf één punt is te overzien. Bij verschillende definities wordt daaraan toegevoegd dat het landschap een resultante is van de wisselwerking tussen mens en natuur. Deze wisselwerking die ten grondslag ligt aan het landschap en de waarneembare verschijnselen aan het aardoppervlak zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden (Vroom, 1976).
In aansluiting op deze definities wordt het landschap in dit onderzoek opgevat als een complex systeem met zowel een (interne) werking of vorming als waarnemingskenmerken. Tussen de verschillende begrippen die betrekking hebben op het landschap kan een bepaalde samenhang worden voorgesteld (figuur 3.2.1). De landschapsvormende factoren en processen (§3.2.2) hebben betrekking op de vorming van het landschap. De vorming resulteert in vorm, het begrip dat centraal staat in dit onderzoek (§3.2.3). Door middel van het herkennen van vormen neemt de mens het landschap waar. Begrippen die betrekking hebben op de waarneming van het landschap zijn de verschijningsvorm (§3.2.4) en het landschapsbeeld (§3.2.5).

Een beekdallandschap kan worden beschouwd als een specifiek landschapstype dat zich van de overige landschapstypen onderscheidt op grond van zowel uiterlijke kenmerken als op grond van de werking.



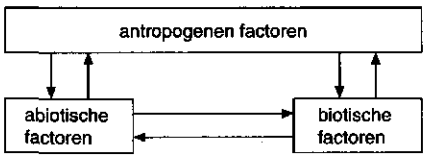
Figuur 3.2.2
De landschapsvormende factoren: De figuur vormt een illustratie van de complexe stelsels van relaties die bestaan tussen de verschillende landschapsvormende factoren (bron: Zonneveld, 1979, in: Zonneveld, 1984).

3.2.2 Landschapsvormende factoren en processen

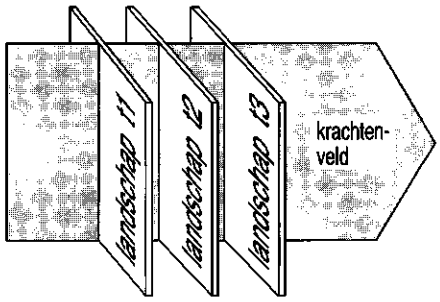
Aan het landschap ligt een krachtenveld ten grondslag dat veelal wordt aangeduid als het geheel van landschapsvormende factoren. Deze factoren bepalen de werking of vorming van het landschap en zijn te beschouwen als de 'motor' van het landschap. Tussen de landschapsvormende factoren bestaan complexe relaties. Figuur 3.2.2 vormt hier een illustratie van.

Binnen het geheel van landschapsvormende factoren kan een onderscheid worden gemaakt in drie groepen van factoren (Kerkstra et al., 1976; figuur 3.2.3):

- abiotische factoren (klimaat, reliëf, bodem, grond- en oppervlaktewater);
- biotische factoren (flora, fauna);
- antropogene factoren (mens, grondgebruik).



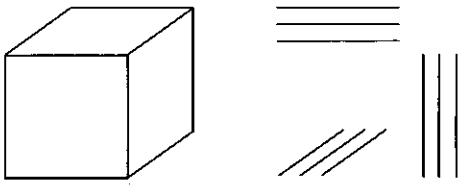
Figuur 3.2.3
Binnen het geheel van landschapsvormende factoren kan een onderscheid worden gemaakt in drie groepen van factoren (bron: Kerkstra et al., 1976).



Figuur 3.2.4
De dynamiek van het landschap: Het landschap is constant aan verandering onderhevig. Dit impliceert dat het landschap op een bepaald tijdstip (t=x) een momentopname is in een voortdurend veranderingsproces (naar: Kerkstra et al., 1976).

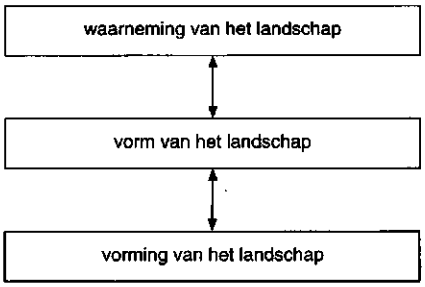
Deze landschapsvormende factoren sturen processen[1] aan, die de landschapsvormende processen worden genoemd. Door de werking van de landschapsvormende processen is het landschap - en daarmee ook de vorm van het landschap - constant aan verandering onderhevig (figuur 3.2.4). Dit impliceert dat de vorm van het landschap op een bepaald tijdstip slechts een momentopname is in een voortdurend veranderingsproces.
Ten aanzien van de landschapsvormende processen zijn zowel processen met een grote dynamiek als processen met een geringe dynamiek[2] te onderscheiden. Een voorbeeld van een proces met een grote mate van dynamiek is de verandering van het grondgebruik zoals zich dat de afgelopen eeuw in de zandgebieden heeft voltrokken. In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat het met name antropogene factoren zijn die de processen sturen die resulteren in een grote landschappelijke dynamiek[3].
Naast dergelijke dynamische processen zijn er processen waarvan de dynamiek naar menselijke maatstaven zo gering is dat er ogenschijnlijk sprake is van een statisch gegeven. Voorbeelden hiervan zijn processen als bodemvorming en tectonische bewegingen[4].

3.2.3 De vorm van het landschap

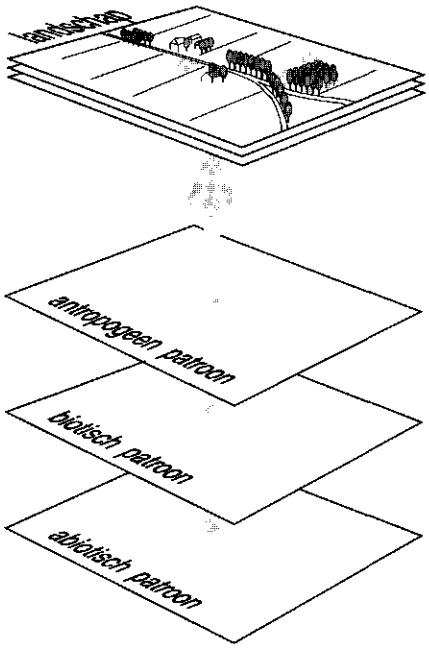


Figuur 3.2.5
Het zien van gehelen: Het geheel (de kubus) is meer - en eer - dan de som der delen (de losse lijnstukken).

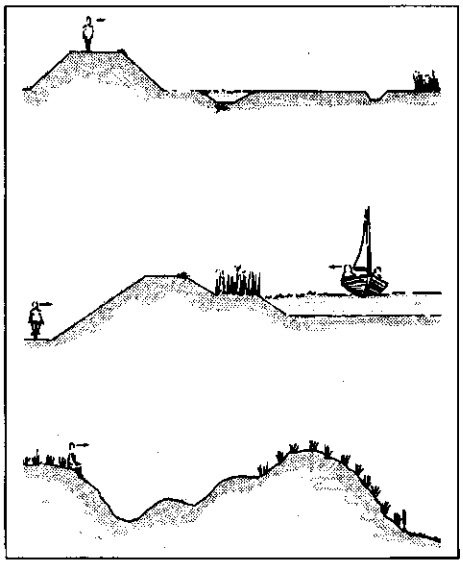
Van Dale (1995) definieert vorm als "het attribuut der dingen waardoor zij op zichzelf zicht- of tastbaar of visueel voorstelbaar zijn". In deze definitie ligt het belang van vorm voor de mens besloten. Door middel van het waarnemen en herkennen van vormen neemt de mens de dingen en dus ook het landschap waar. Deze waarneming en herkenning vindt op een gestructureerde manier plaats (Coeterier, 1987; Gibson, 1966). De waarnemer neemt in eerste instantie geen losse vormen of landschapselementen waar, maar ziet deze in een omgeving en in relatie tot elkaar. Pas in een later stadium richt de waarneming zich meer op details. Het zien van gehelen is vooral bestudeerd door de gestaltpsychologen (Koffka, 1962). Een bekende leuze van de gestaltpsychologen is: "Het geheel is meer - en eer - dan de som der delen". Dit houdt in dat een vorm wordt gezien als een geheel met totaliteitseigenschappen die niet te verklaren zijn uit de eigenschappen van de samenstellende delen. Het geheel verleent aan de delen hun betekenis. Figuur 3.2.5 illustreert dat bijvoorbeeld een kubus andere eigenschappen heeft dan de losse lijnstukken waaruit deze is opgebouwd.
Ook het landschap kan worden gezien als een geheel met totaliteitseigenschappen. Op basis van dergelijke totaliteitseigenschappen kan onderscheid worden gemaakt tussen verschillende landschapstypen, zoals bijvoorbeeld het Groninger terpenlandschap, het Drentse esdorpenlandschap en het Zeeuwse kwelderlandschap. Ook de beekdallandschappen kunnen worden gezien als een geheel met totaliteitseigenschappen. Delen binnen dergelijke gehelen zijn bijvoorbeeld huizen, beplantingselementen, wegen en waterlopen. Deze delen hebben op hun beurt ook weer totaliteitseigenschappen.



Figuur 3.2.6
De vorm van het landschap is te beschouwen als de intermediair tussen de waarneming en de vorming van het landschap.



Figuur 3.2.7
Het triplex-model: In het triplex-model wordt het landschap opgevat als de resultante van abiotische, biotische en antropogene patronen (bron: Kerkstra et al., 1976).



Figuur 3.2.8
Waarnemingpositie en kijkrichting: In de wijze waarop het landschap aan de waarnemer verschijnt is de waarnemingspositie en kijkrichting van cruciaal belang (bron: Stroband & De Poel, 1981).

De landschapsvormende processen liggen ten grondslag aan de vorm van het landschap. Onder invloed van de landschapsvormende processen ontstaan nieuwe landschapsvormen en veranderen of verdwijnen bestaande landschapsvormen (respectievelijk formeren, transformeren en deformeren). De vorm van het landschap kan derhalve worden beschouwd als de ruimtelijke expressie van de landschapsvormende processen. Daarnaast is de vorm van het landschap gedefinieerd als het attribuut van de dingen waardoor zij zicht- of tastbaar of visueel voorstelbaar wordt. Deze beide kanten van het begrip vorm impliceren dat de vorm van het landschap kan worden beschouwd als de intermediair tussen de waarneming van het landschap aan de ene kant en de vorming van het landschap aan de andere kant (figuur 3.2.6).
Morfologie is de leer van de vorm of vormleer. Het onderscheid dat in dit onderzoek wordt gehanteerd tussen de morfologie van het landschap en de landschapsvormende factoren vertoont overeenkomsten met het onderscheid dat in de plant- en dierkunde wordt gemaakt tussen de morfologie en fysiologie van plant en dier. De morfologie beschrijft de uiterlijke vorm, terwijl de fysiologie de interne werking of vorming beschrijft.

Voor het analyseren en beschrijven van het landschap wordt veelvuldig gebruik gemaakt van het triplex-model (figuur 3.2.5). In dit model wordt het landschap opgevat als de resultante van abiotische, biotische en antropogene patronen[5] waartussen complexe vertikale relaties bestaan. Dit model is echter niet geheel zuiver, aangezien abiotische, biotische en antropogene patronen niet als zodanig bestaan. Een voorbeeld is het beplantingspatroon, welke volgens het triplex-model tot het biotisch patroon wordt gerekend. Echter niet uitsluitend biotische factoren zijn bepalend voor het beplantingspatroon, maar ook antropogene factoren (o.a. aanplanten, beheer, beïnvloeding milieuomstandigheden) en abiotische factoren (bodemkundige en hydrologische condities).
Het probleem is gelegen in het feit dat patronen een vormcategorie zijn en dat voor elke vormcategorie in principe geldt dat deze wordt bepaald door een wisselwerking tussen abiotische, biotische en antropogene factoren.

3.2.4 Verschijningsvorm

De verschijningsvorm is de wijze waarop de vorm van een object of het landschap aan een waarnemer verschijnt. Hierbij spelen naast vorm ook andere eigenschappen een rol, zoals kleur en waarnemingscondities. Ten aanzien van de waarnemingscondities kan onder andere onderscheid worden gemaakt in waarnemingspositie, kijkrichting, waarnemingstijdstip en atmosferische condities.
De waarnemingspositie (hoogte en afstand) en kijkrichting bepalen welke vormen worden waargenomen. Heeft de waarnemer bijvoorbeeld een verhoogde positie (berg, vliegtuig) dan neemt hij andere vormen of

andere aspecten van de vorm waar dan op ooghoogte of bij een verlaagde positie (figuur 3.2.8).
De verschijningsvorm van het landschap wordt tevens bepaald door het tijdstip van de waarneming. In de zomer is bijvoorbeeld de verschijningsvorm van het landschap anders dan in de winter (Van der Schouw & De Veer, 1980). Ook het tijdstip op de dag is van invloed op de verschijningsvorm. Hierbij is vooral de stand van de zon van belang (Nicolai, 1971).
Ten slotte kunnen ook meteorologische omstandigheden van invloed zijn op de verschijningsvorm. De waarneming van de vorm van het landschap kan bijvoorbeeld worden beperkt door mist en nevel.

3.2.5 Landschapsbeeld

Het landschapsbeeld is in dit onderzoek in navolging van Herfkens en Schöne (1980) gedefinieerd als "de innerlijke afbeelding van de uiterlijke verschijningsvorm". Het landschapsbeeld ontstaat door de interactie tussen subject, de mens en object, de vorm. Bij deze interactie wordt gebruik gemaakt van alle ter beschikking staande zintuigen (Gibson, 1966; Prak, 1979). Bij de waarneming van landschappen is de visuele waarneming een belangrijk onderdeel van de totale waarneming (Stroband & de Poel, 1981). Van de beschikbare informatie wordt slechts een selectief deel ontvangen. De selectie van informatie wordt gestuurd door kennis, emotie, gedrag, bepaalde behoeften en schema's[6] (Gardner, 1985; Lang, 1987). De "mental-map" zoals omschreven door Lynch (1960) is een voorbeeld van een dergelijk schema. De selectie van informatie resulteert in beelden of in dit geval landschapsbeelden. Een landschapsbeeld bestaat in feite dan ook alleen in de geest van de waarnemer.

3.3 Analyse van de vorm van het landschap

3.3.1 De problematiek van de vorm

In de vorige paragraaf is de bijzondere positie van de'vorm' aangegeven als intermediair tussen de vorming en de waarneming van het landschap. Vanwege deze positie kan door middel van een analyse van de vorm of vormveranderingen van het landschap mogelijk een relatie worden gelegd tussen veranderingen van de uiterlijke kenmerken van het landschap en de landschapsvormende processen die hieraan ten grondslag liggen. In deze paragraaf wordt ingegaan op een aantal aspecten die een rol spelen bij de analyse van de vorm van het landschap.

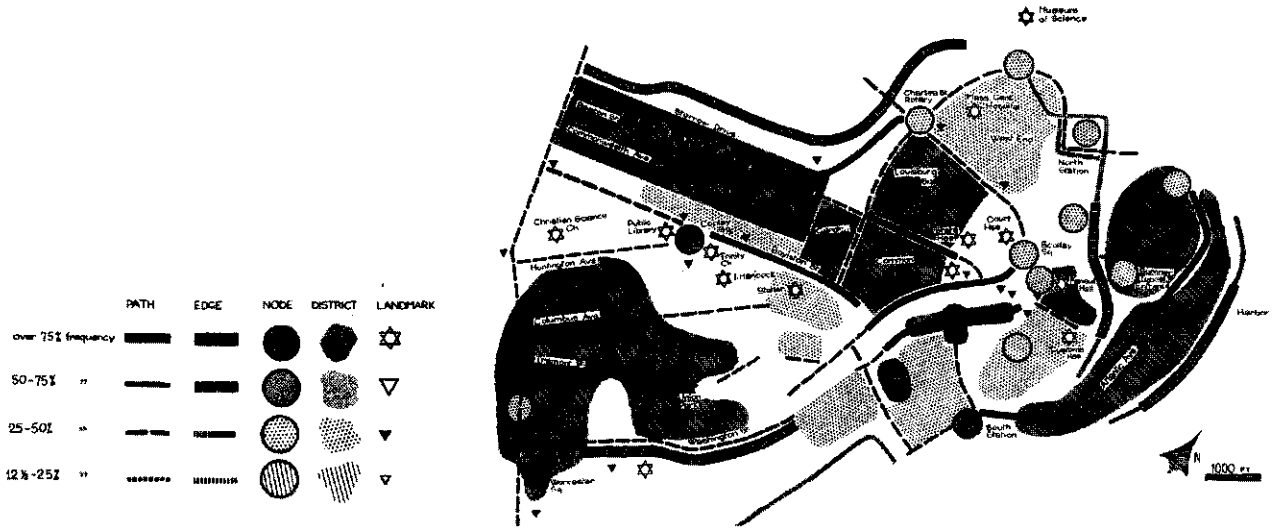
Allereerst wordt ingegaan op de bestaande methoden voor het analyseren van de uiterlijke kenmerken van het landschap (§3.3.2). Vervolgens wordt ingegaan op twee verschillende perspectieven van waaruit de

vorm van het landschap kan worden geanalyseerd. Deze twee perspectieven hangen samen met de begrippen 'massa'[7] en 'ruimte'[8]. Beide begrippen zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Enerzijds kan worden gesteld dat de vorm van het landschap bestaat uit massa die wordt begrensd door ruimte. Anderzijds kan worden gesteld dat de vorm wordt bepaald door ruimte die wordt begrensd door massa. In dit onderzoek is de vorm van het landschap vanuit beide perspectieven geanalyseerd. In het eerste perspectief wordt de vorm van het landschap geanalyseerd aan de hand van de spreiding van de samenstellende delen of landschapselementen in de ruimte. Dit wordt het perspectief van 'de ruimtevormende elementen' genoemd (§3.3.3). In het tweede perspectief wordt de vorm van het landschap geanalyseerd aan de hand van de ruimten zoals die worden gevormd door de samenstellende delen. Dit is het perspectief van 'de gevormde ruimte' genoemd (§3.3.4). Tenslotte wordt ingegaan op de niveaus van ordening waarop het landschap kan worden geanalyseerd (§3.3.5).

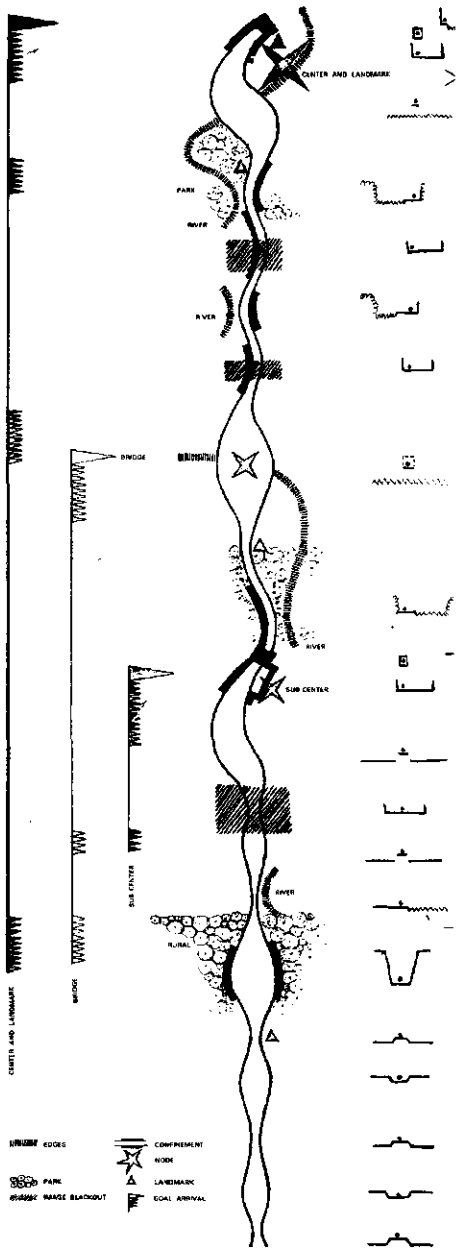
3.3.2 Landschapsbeschrijvingsmethoden

Voor het analyseren en typeren van de uiterlijke kenmerken van het landschap bestaat reeds een groot aantal methoden (voor een overzicht wordt verwezen naar De Veer et al., 1977; Smardon et al., 1986 en H. Dijkstra, 1991). Met behulp van figuur 3.2.1 is het mogelijk om deze methoden globaal in drie groepen in te delen:

1) methoden die betrekking hebben op het landschapbeeld;
2) methoden die betrekking hebben op de verschijningsvorm van het landschap;
3) methoden die betrekking hebben op de vorm van het landschap;



Figuur 3.3.1
Het visuele beeld of 'the mental map' van Boston (Bron: Lynch, 1960). Op basis van interviews onder de bevolking van Boston is een gemeenschappelijk beeld van de stad samengesteld. Dit beeld is het gemiddelde van de vele individuele beelden die bestaan.



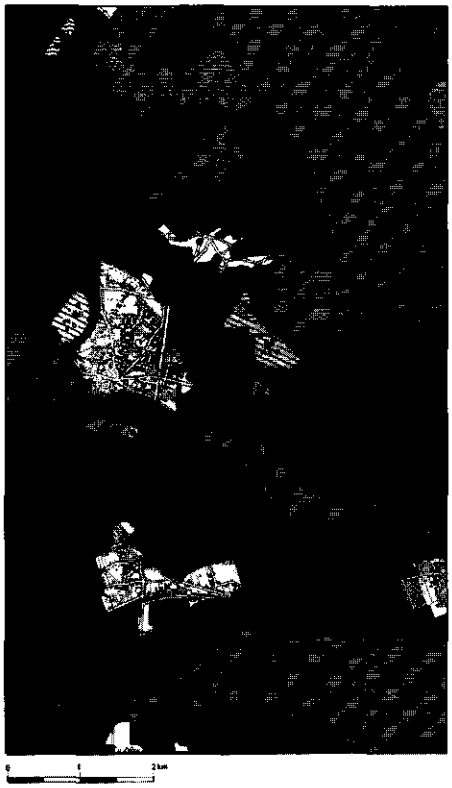
Figuur 3.3.2
Voorbeeld van een methode die is gehanteerd voor de analyse van het landschapsbeeld vanaf een route (Appleyard et al.,1964).

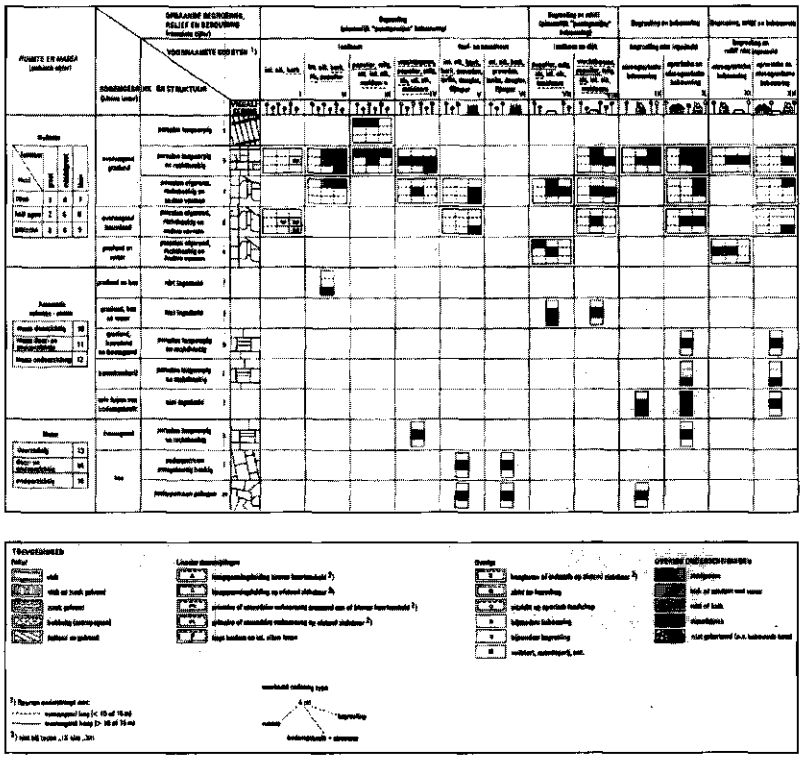
Deze driedeling vertoont parallellen met de indeling die Dijkstra (1992) hanteert voor de bestudering van de visueel-ruimtelijke aspecten van het landschap. Genoemde auteur maakt onderscheid in respectievelijk een omgevingspsychologische benadering, een visuele benadering en een geografische benadering.

Methoden die betrekking hebben op het landschapsbeeld
Tot methoden die betrekking hebben op de analyse of beschrijving van het landschapsbeeld kan een grote groep worden gerekend (o.a. Lynch, 1960; Cullen, 1961; Coeterier, 1987). Een bekend voorbeeld is 'The image of the city' (figuur 3.3.1) van Lynch (1960). Ook studies waarbij de beleving en waardering van landschappen een belangrijke plaats innemen kunnen tot deze groep worden gerekend. Met name in de Verenigde Staten is hier veel onderzoek naar verricht (zie Smardon et al., 1986). Daarnaast zijn er in Amerika verschillende methoden ontwikkeld die betrekking hebben op de waardering van landschapsbeelden, de zogenaamde assessement-onderzoeken (zie Elsner & Smardon, 1979; Smardon et al., 1986). Een voorbeeld van een onderzoek voor de Nederlandse situatie is het onderzoek 'Waarneming en waardering van Landschappen' (Coeterier, 1987).

Methoden die betrekking hebben op de verschijningsvorm
Bij methoden die betrekking hebben op de verschijningsvorm van het landschap speelt de positie van de waarnemer een belangrijke rol. Binnen deze groep van onderzoeken kan daarom veelal onderscheid worden gemaakt in onderzoeken waarbij het landschap wordt geanalyseerd vanaf waarnemingspunten, routes of gebieden (Dijkstra, 1992). Een bekend voorbeeld van de analyse vanaf een route is 'View from the road' (figuur 3.3.2) van Appleyard et al. (1964). Voorbeelden van een analyse van gebieden zijn de 'landschapstypologie naar visuele kenmerken' (Van der Ham & Iding, 1971) en de beelddragermethode (Stroband & De Poel, 1981; Hinborch et al., 1982).

Methoden die betrekking hebben op de vorm van het landschap
Tot op heden bestaan er nauwelijks methoden die zich uitsluitend richten op de vorm van het landschap en die tevens toepasbaar zijn op de beekdallandschappen. Wel zijn er methoden die zich richten op deelaspecten van de vorm van het landschap. Voorbeelden hiervan zijn de geomorfologische kartering (Ten Cate & Maarleveld, 1977), methoden voor het typeren van perceelsvormen (o.a. Renes, 1981; Barends, 1989) en methoden voor het typeren van de ruimte (o.a. Thiel, 1961; McCluskey, 1985). Van deze methoden wordt in dit onderzoek in meer of minder mate gebruik gemaakt. Tevens zijn er methoden die zich gedeeltelijk richten op de vorm van het landschap. Een voorbeeld van een methode voor de Nederlandse situatie is de methode van landschapsbeeldkartering van De Veer (1977). In deze methode wordt het landschap op basis van ruimte en massa, bodemgebruik en structuur en begroeiing, bebouwing en reliëf uiteengelegd in een groot aantal eenheden (figuur 3.3.3). Deze





Figuur 3.3.3
Voorbeeld van een landschapsbeeldkartering volgens methode De Veer e.a. Deze methode bevat een aantal aspecten die betrekking hebben op de vorm van het landschap. In het kaartbeeld komt de vorm als zodanig echter niet tot uitdrukking (bron: De Veer et al., 1977).

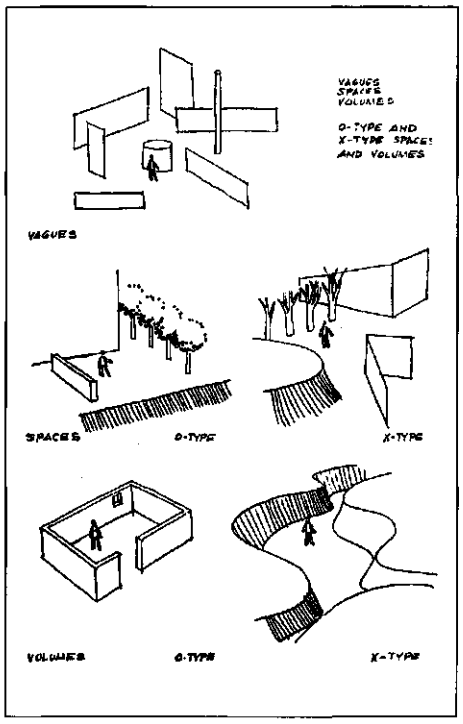
methode bevat een aantal componenten die ook in dit onderzoek zijn gebruikt. Een belangrijk verschil tussen de landschapsbeeldkartering en dit onderzoek is dat bij de landschapsbeeldkartering het landschap sterk uiteen wordt gelegd in kleine homogene eenheden, terwijl dit onderzoek zich vooral richt op de relaties tussen de elementen waaruit het landschap is opgebouwd en de patronen die hierdoor ontstaan.

Toepassingsmogelijkheden

De verschillende methoden voor het analyseren van de uiterlijke kenmerken van landschappen zijn echter slechts gedeeltelijk bruikbaar voor het doel van dit onderzoek. Enerzijds komt dit doordat deze methoden maar in beperkte mate de vormaspecten van het landschap analyseren en de relaties tussen vormen. Anderzijds zijn deze methoden maar beperkt bruikbaar doordat deze nauwelijks een relatie leggen tussen de uiterlijke kenmerken van het landschap en de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende factoren en processen. Hierdoor is het met deze methoden slechts gedeeltelijk mogelijk om het procesmatige karakter van het landschap (transformatie, morfodynamiek) te analyseren.

3.3.3 Het perspectief van de ruimtevormende elementen

Een mogelijk perspectief van waaruit de vorm van het landschap kan worden beschreven is op basis van de spreiding van samenstellende delen of landschapselementen in de ruimte. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in een grondvlak of aardoppervlak en elementen die op het grondvlak zijn geplaatst. Deze elementen worden veelal landschapselementen genoemd. Het grondvlak en de landschapselementen zijn te beschouwen als de samenstellende delen van de vorm van het landschap. De landschapselementen zijn te beschouwen als de kleinste, ruimtelijk afgrensbare onderdelen van het landschap (Dijkstra, 1992; Alphen et al., 1994). Voorbeelden van landschapselementen zijn bomen, huizen, waterlopen en wegen. Landschapselementen hoeven niet uitsluitend uit massa te bestaan, ook landschapselementen zonder massa kunnen van invloed zijn op de vorm van het landschap. Voorbeelden van dergelijke landschapselementen zijn waterlopen en afgravingen.
Op basis van verschillen in vorm wordt binnen de landschapselementen veelal een onderscheid gemaakt in puntelementen (solitaire bomen, huizen etc.), lijnelementen (wegen, waterlopen etc.) en vlakelementen (bossen, steden etc.). Voor een analyse van de spreiding van de landschapselementen in de ruimte wordt veelal gebruik gemaakt van patroonkaarten, zoals bijvoorbeeld het beplantingspatroon, het bebouwingspatroon en het patroon van wegen en waterlopen.

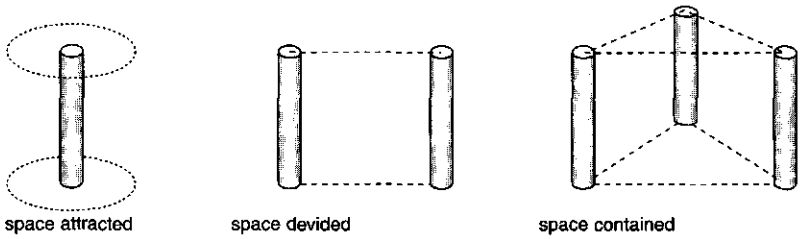


Figuur 3.3.4
'Volumes', 'spaces' en 'vagues'. Volumes zijn aan alle zijden begrensde ruimten. Vagues zijn ruimten die bestaan uit losse volumes. Spaces zijn een overgangsvorm tussen volumes en vagues. Het 'o-type' zijn ruimten die naar binnen zijn gekeerd en het 'x-type' zijn ruimten die naar buiten zijn gekeerd. (bron: Thiel, 1961).

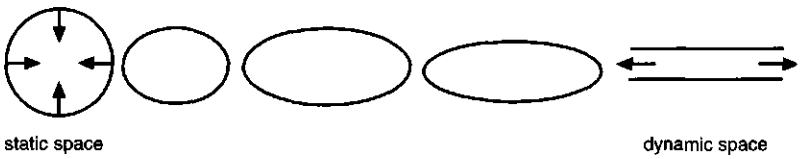
3.3.4 Het perspectief van de gevormde ruimte

De vorm van het landschap kan ook worden geanalyseerd op basis van de ruimtes zoals die worden gevormd door de landschapselementen. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn onder andere de vorm en maat van de ruimte en de begrenzing van de ruimte. Tussen deze benadering en de voorgaande benadering bestaat een wederzijdse afhankelijkheid. In feite zijn het twee kanten van dezelfde medaille. Enerzijds is een analyse van de ruimte niet mogelijk zonder de landschapselementen in beschouwing te nemen waardoor de ruimte wordt begrensd. Anderzijds worden landschapselementen begrensd door ruimte.

Bestaande indelingen voor het typeren van de ruimte
Voor het typeren van de ruimte bestaan verschillende indelingen, waarvan enkele ook bruikbaar zijn voor dit onderzoek. Thiel (1961) maakt onderscheid in drie ruimtetypen: 'volumes', 'spaces' en 'vagues' (figuur 3.3.4). Daarnaast maakt hij onderscheid in een 'o-type' en een 'x-type'. 'Volumes' zijn besloten, aan alle zijden begrensde ruimten. Hiertegenover staan de 'vagues'. Deze ruimten bestaan uit losse volumes die schijnbaar willekeurig gespreid zijn in een continue ruimte. 'Spaces' zijn een overgang tussen 'volumes' en 'vagues'. Binnen deze drie ruimtetypen maakt Thiel onderscheid in het 'o-type' en het 'x-type' Het o-type

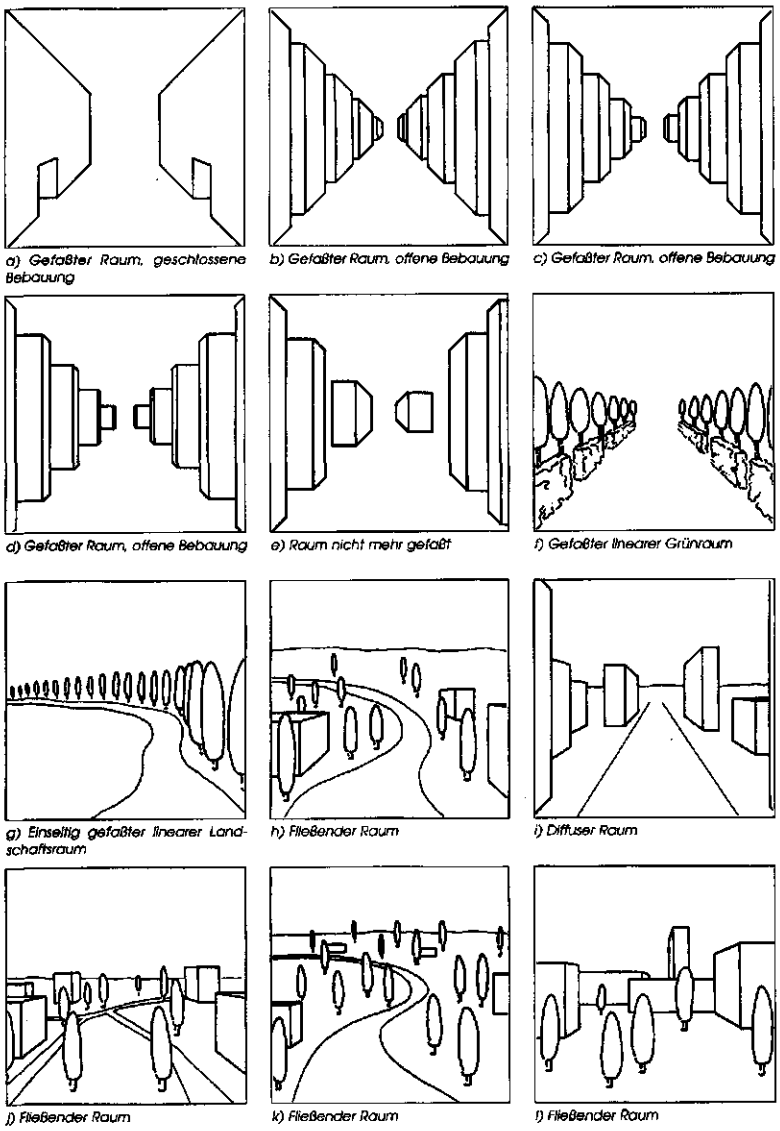


Figuur 3.3.5
'Space attracted', 'space divided' en 'space contained'. Vertikale elementen werken polariserend en bakenen een ruimte af rondom het object (space attracted). Twee vertikale elementen impliceren de aanwezigheid van een vertikaal vlak, waardoor de ruimte wordt verdeeld (space divided). Zijn er meer dan twee vertikale elementen aanwezig dan ontstaat er een ruimte waarbij er een onderscheid mogelijk is tussen "binnen" en "buiten" (space contained). (bron: McCluskey, 1985)



Figuur 3.3.6
Dynamic en static space: Dynamic space zet aan tot beweging en is naar buiten gekeerd, terwijl static space naar binnen is gekeerd en aanzet tot rust. (bron: McCluskey, 1985).

zijn ruimten die naar binnen zijn gekeerd en die aanzetten tot rust en het x-type zijn ruimten die naar buiten zijn gekeerd en aanzetten tot beweging.
McCluskey (1985) onderscheidt drie vormen van ruimtewerking: 'space attracted', 'space divided' en 'space contained' (figuur 3.3.5). Vertikale elementen, zoals een boom of een toren werken polariserend en bakenen een ruimte af rondom het object (space attracted). Twee vertikale elementen, mits dicht genoeg bij elkaar, impliceren de aanwezigheid van een vertikaal vlak, waardoor de ruimte wordt verdeeld (space divided). Zijn er meer dan twee vertikale elementen aanwezig dan ontstaat er een ruimte waarbij er een onderscheid mogelijk is tussen "binnen" en "buiten" (space contained). Het laatst genoemde ruimtetype komt overeen met de 'volumes' zoals omschreven door Thiel, terwijl de 'space attracted' en de 'space devided' ruimtetyperingen zijn die thuishoren bij de 'vagues'. McCluskey maakt tevens een onderscheid in 'static space' en 'dynamic space' (figuur 3.3.6). De 'dynamic space' komt overeen met het 'x-type' van Thiel en zet aan tot beweging en is naar buiten gekeerd, terwijl de 'static space' overeenkomt met het 'o-type' van Thiel dat naar binnen is gekeerd en aanzet tot rust.
Een typering van de ruimte die bij de voorgaande indelingen aansluit is de indeling van Curdes (1993). Curdes onderscheidt 'Gefaßter Raum', 'Fließender Raum' en Diffuser Raum (figuur 3.3.7). De 'Gefaßter Raum'



Figuur 3.3.7
'Gefaßter Raum', 'Fließender Raum' en Diffuser Raum. De 'Gefaßter Raum' is een begrensde ruimte en de 'Diffuser Raum' een onbegrensde ruimte. De 'Fließender Raum' is een overgangsvorm en zet aan tot beweging (bron: Curdes, 1993).

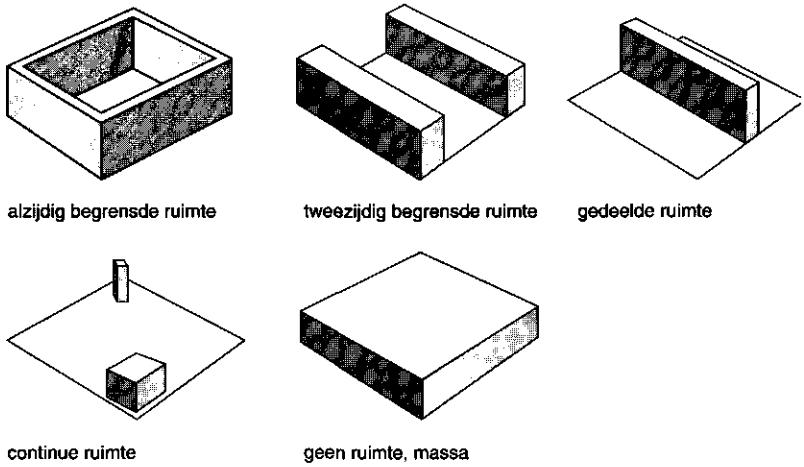
is een begrensde ruimte en komt overeen met de 'volumes' van het x-type en met de 'space contained', terwijl de 'Diffuser Raum' een onbegrensde ruimte is die overeen komt met de 'vagues'. De 'Fließender Raum' bevindt zich hier tussenin en komt overeen met de 'spaces' van het x-type.

Het beschrijven en typeren van de ruimte vindt over het algemeen plaats op een laag ordeningsniveau. Een laag ordeningsniveau biedt over het algemeen betere mogelijkheden om de driedimensionale aspecten van de ruimte te analyseren. Indien de ruimte op een hoger ordeningsniveau wordt geanalyseerd heeft dit meestal betrekking op de patroonmatige aspecten van de ruimte[9].

De samenhang tussen de typeringen

De hiervoor beschreven typeringen van Thiel, McCluskey en Curdes vertonen een onderlinge samenhang. Deze samenhang impliceert dat een indeling mogelijk is in 5 ruimtetypen. Dit zijn (figuur 3.3.8):

- alzijdig begrensde ruimten
- tweezijdig begrensde ruimten
- gedeelde ruimten
- continue ruimten
- geen ruimte, massa



Figuur 3.3.8
Tussen de beschreven typeringen kan een bepaalde samenhang worden voorgesteld op grond waarvan een onderscheid kan worden gemaakt in 5 ruimtetypen: (a) alzijdig begrensde ruimten; (b) tweezijdig begrensde ruimten; (c) gedeelde ruimten; (d) continue ruimten; (e) geen ruimte, massa.

Alzijdig begrensde ruimten zijn aan alle zijden begrensd. Hierdoor zijn alzijdig begrense ruimten naar binnen gekeerd en zetten ze aan tot rust. De essentie van alzijdig begrensde ruimten is dat er sprake is van een 'binnen' en een 'buiten' en dat de grens tussen binnen en buiten eenduidig vast ligt. Alzijdig begrensde ruimten komen overeen met wat McCluskey (1985) 'Static Space' en 'Space contained' noemt en wat Thiel (1961) omschrijft als 'volumes' volgens het 'o-type'.

Tweezijdig begrensde ruimten hebben als kenmerk dat ze langgerekt zijn en dat het begin en eind van de ruimten veelal niet vanaf één positie is te

overzien. Hierdoor zetten tweezijdig begrensde ruimten aan tot beweging en zijn derhalve naar buiten gekeerd. Bij tweezijdig begrensde ruimten ligt de grens tussen binnen en buiten wel vast in de breedterichting, maar niet in de lengterichting. Tweezijdig begrensde ruimten komen overeen met wat McCluskey (1985) 'dynamic space' noemt en wat Thiel (1961) 'volumes' volgens het 'x-type' noemt.

Gedeelde ruimten hebben als kenmerk dat de ruimte in twee delen wordt opgesplitst. Hierdoor is er geen sprake van een binnen en een buiten, maar in feite onstaat aan beide zijden van de ruimtevormende elementen een ruimte die aan één zijde wordt begrensd. Gedeelde ruimten komen overeen met wat McCluskey (1985) 'space devided' noemt en wat Curdes (1993) omschrijft als 'einseitig gefaßter Raum'.

Het kenmerk van continue ruimten is dat de ruimtevormende elementen de ruimte niet begrenzen. De aanwezige landschapselementen liggen als losse elementen in een continue ruimte. Continue ruimten komen overeen met de 'vagues' van Thiel (1961) en de 'diffuser Raum' van Curdes (1993). Rondom de afzonderlijke volumes kunnen wel gepolariseerde ruimten ontstaan die McCluskey 'space attracted' noemt.

Tenslotte zijn situaties te onderscheiden waarbij geen sprake is van ruimte, maar massa. Dergelijke situaties komen bijvoorbeeld voor als het landschap bedekt is met bos. Uiteraard is dit afhankelijk van het ordeningsniveau waarop het landschap wordt beschouwd. Wordt namelijk in detail naar een bosgebied gekeken dan blijkt dat er paden door het bos lopen en dat er open ruimtes in het bos voorkomen.

In hoofdstuk vier zullen deze vijf ruimtetypen worden gehanteerd om de vorm van het landschap te analyseren vanuit het perspectief van de gevormde ruimte.

3.3.5 Ordening en ordeningsniveau

Naast een analyse van de vorm vanuit verschillende perspectieven kan de vorm van het landschap ook op verschillende niveaus van ordening worden geanalyseerd.
Ordening is een bepaalde interpretatie van de vorm. Ordening beschrijft de samenhang en relaties tussen vormen in termen van bijvoorbeeld hiërarchie, evenwijdigheid, gerichtheid en continuïteit. Het verschil tussen vorm en ordening is een verschil in niveau. De kubus uit de vorige paragraaf (figuur 3.2.6) is bijvoorbeeld een object met een bepaalde vorm. Deze kubus kan echter ook worden beschreven als vlakken die op een bepaalde manier ten opzichte van elkaar zijn geordend. Met andere woorden vorm op het ene niveau is ordening op het andere niveau[10].

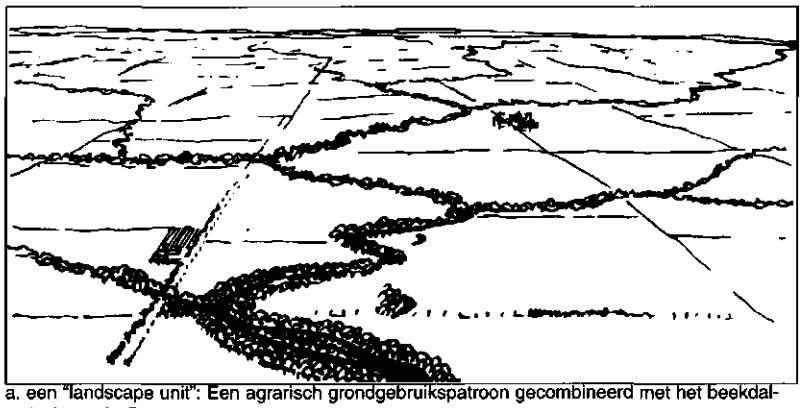
In het landschap komen verschillende soorten en niveaus van ordening

voor, zowel in patroon als in driedimensionale zin (Vroom, 1982a; Coeterier, 1984). Beeklopen kunnen bijvoorbeeld worden geanalyseerd op het niveau van een geheel stelsel van beeklopen, maar ook op het niveau van de afzonderlijke beeklopen. Tussen de verschillende ordeningsniveaus kan een hiërarchische samenhang worden gezien (Coeterier, 1987). Alexander (1979) verwoordt dit als volgt:

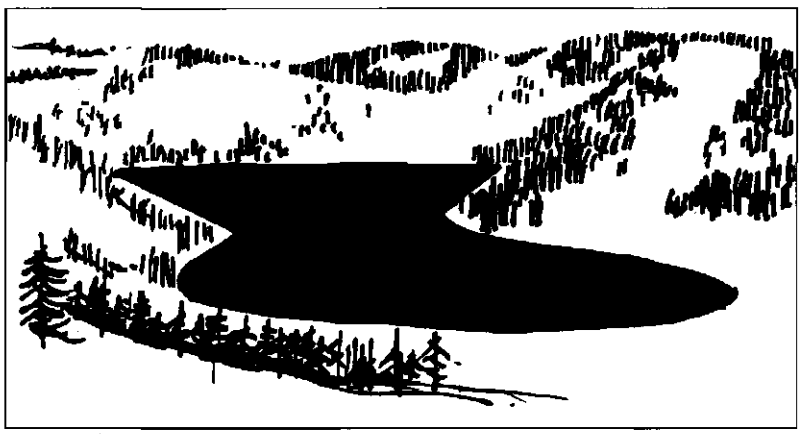
"Each pattern depends both on the smaller pattern it contains, and on the larger patterns within which it is contained (p. 312)."

Zoals Alexander aangeeft is het aantal ordeningsniveaus in feite onbeperkt. Ten aanzien van beplantingselementen is bijvoorbeeld de volgende hiërarchische reeks voorstelbaar: beplantingspatroon-houtwal-boom-blad-bladcel. Vroom (1986) laat aan de hand van een vergelijking van een drietal studies zien dat het landschap in veel gevallen wordt onderzocht op drie hiërarchisch samenhangende niveaus. De verklaring hiervoor kan gezocht worden in behoefte aan inzicht in de samenhang tussen elementen van een verschillend niveau. Een mogelijke reden dat veelal voor drie niveaus wordt gekozen is dat bij meer dan drie niveaus het herkennen van de verschillende niveaus en de relaties tussen de niveaus te complex wordt (Vroom, 1986). Figuur 3.3.9 laat een voorbeeld zien van de ordening van het landschap op drie hiërarchische niveaus.

Afhankelijk van het gehanteerde ordeningsniveau worden bepaalde stelsels van vormen of aspecten van de vorm belicht. Over het algemeen geldt dat op een hoog ordeningsniveau met name de patroonmatige aspecten van de vorm en de vorm van gehele stelsels worden belicht, terwijl de driedimensionale aspecten van de vorm en de vorm van afzonderlijke landschapselementen meestal op een laag ordeningsniveau worden belicht. Voor het onderzoek betekent dit dat het van belang is om van tevoren te definiëren op welk ordeningsniveau de vorm van het landschap wordt geanalyseerd.



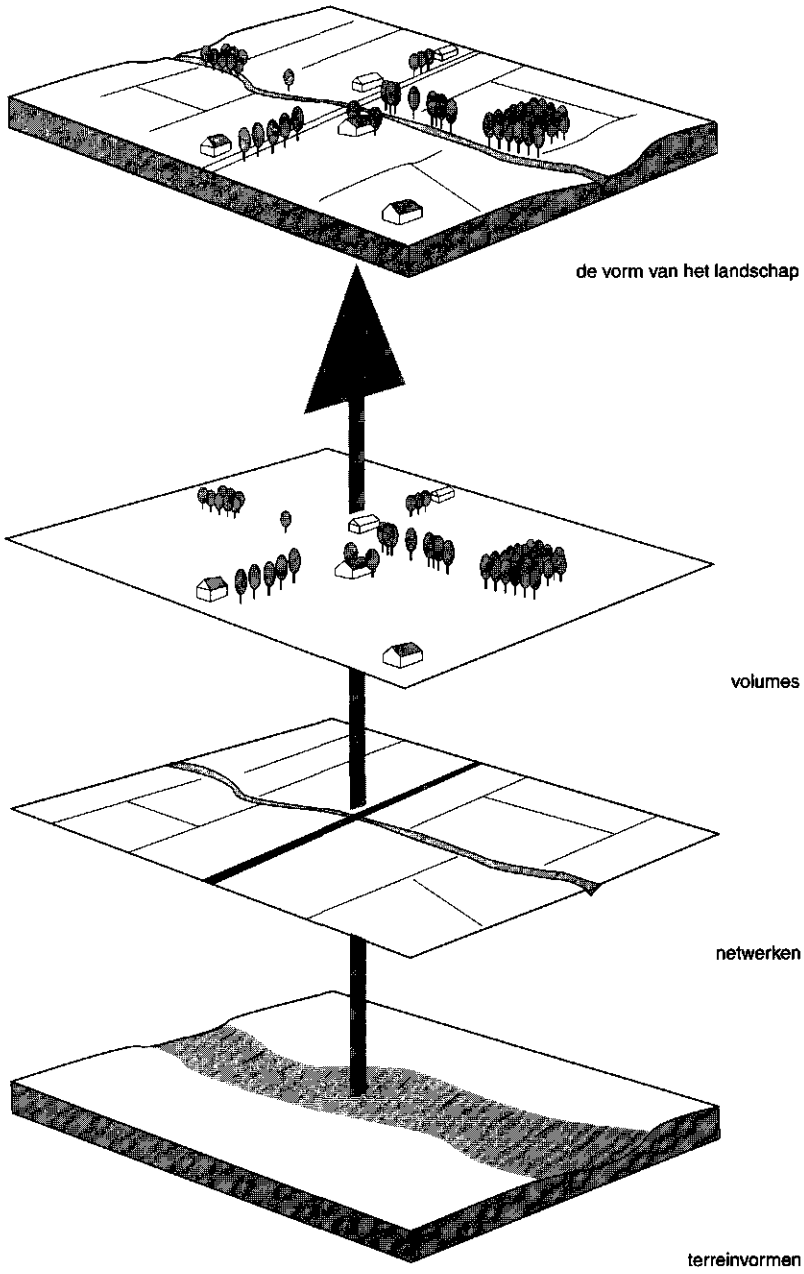
a. een "landscape unit": Een agrarisch grondgebruikspatroon gecombineerd met het beekdalstelsel van de Great Plain.



b. een "setting unit": Een meer omgeven door bergen en bos.

c. een "waterscape unit": Vertikale elementen die de ruimte begrenzen.

Figuur 3.3.9
Ordeningsniveaus: Het landschap kan worden onderzocht op verschillende ordeningsniveaus. Deze figuur is een voorbeeld van een onderzoek waarbij de rol van water in het landschap is onderzocht op drie hiërarchisch samenhangende ordeningsniveaus; landscape unit, setting unit, waterscape unit (Bron: Litton et al., 1974 in: Vroom, 1986).



Figuur 3.4.1
Het landschapsmorfologisch model: In het model wordt de vorm van het landschap uiteengelegd in drie morfologische lagen. Tussen de drie morfologische lagen bestaan compleze vertikale relaties.

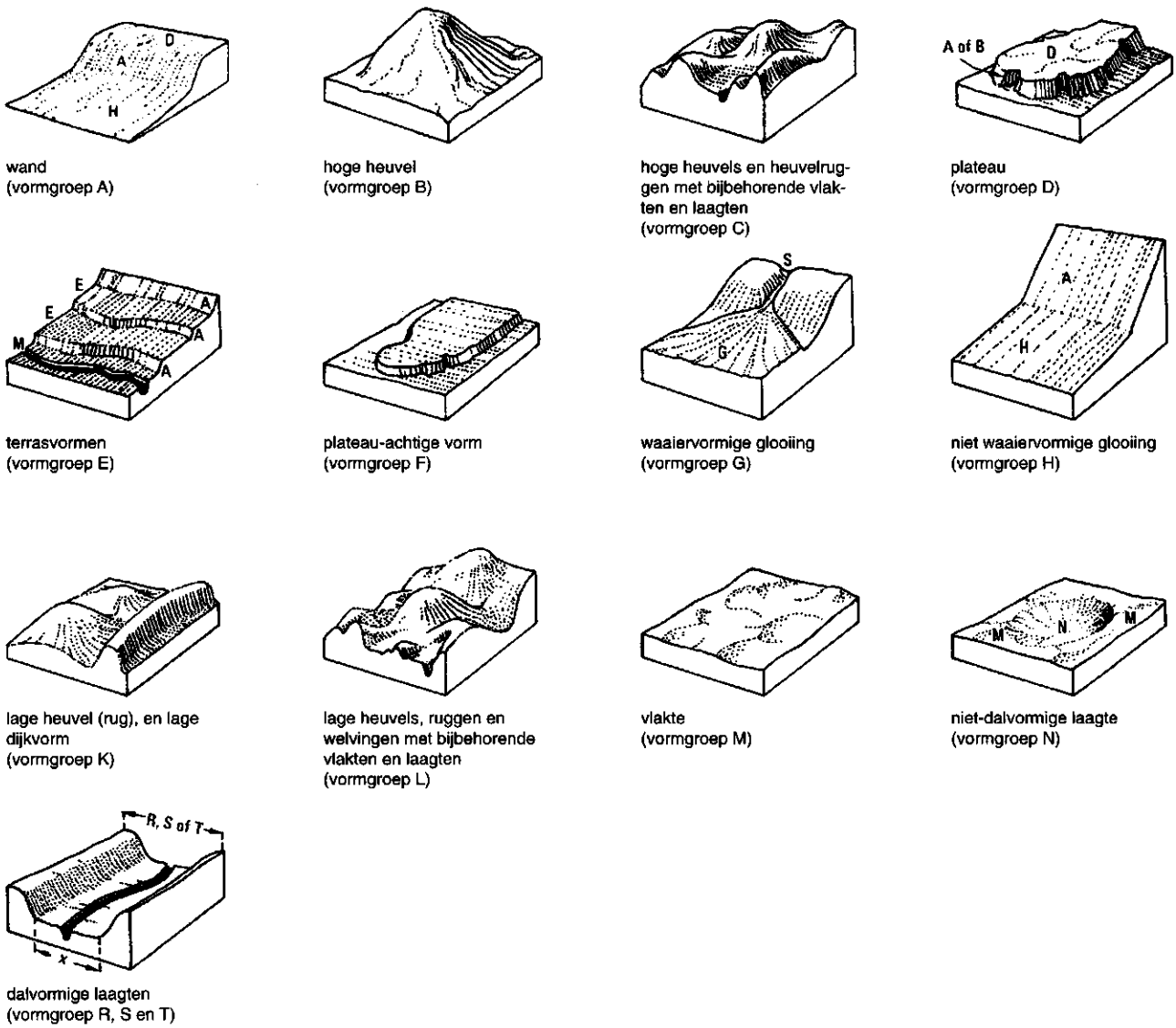
3.4 De structuur van het landschapsmorfologisch model

3.4.1 De drie morfologische lagen

De vorm van het landschap kan worden beschouwd als een samenhangend geheel dat is opgebouwd uit complexe stelsels van vormen. In de voorgaande paragrafen is aangegeven dat deze stelsels kunnen worden benaderd vanuit zowel het perspectief van de ruimte als vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen. De ruimtevormende elementen zijn te beschouwen als de kleinste ruimtelijk afgrensbare onderdelen van het landschap en worden ook wel landschapselementen genoemd (Dijkstra, 1992). Voorbeelden zijn huizen, wegen, bomen, waterlopen en bossen. Landschapselementen en de daardoor gevormde stelsels onderscheiden zich op grond van vormkenmerken, ontstaanswijze en de mate waarin de vorm aan verandering onderhevig is. Op grond hiervan is ten aanzien van de vormaspecten van het landschap onderscheid gemaakt in drie morfologische lagen die hier respectievelijk worden aangeduid als terreinvormen, netwerken en volumes.

De terreinvormen kunnen worden beschouwd als de basisvorm of 'onderlegger' van het landschap. Voorbeelden van terreinvormen zijn heuvels, vlakten en laagten. Gedrapeerd over de terreinvormen liggen netwerken en volumes. Netwerken zijn in dit onderzoek opgevat als landschapselementen zonder hoogte en met een uitgesproken lineair karakter. Voorbeelden van netwerken zijn wegen, spoorlijnen, sloten en beken. Volumes zijn landschapselementen die gekenmerkt worden door hoogte en massa. Voorbeelden van volumes zijn bomen, bossen, dijken, huizen en steden. De terreinvormen, netwerken en volumes zijn te beschouwen als drie morfologische lagen die samen de vorm van het landschap bepalen. Deze lagen hebben hun eigen vormeigenschappen en wetmatigheden. Tussen de drie morfologische lagen bestaan complexe morfologische relaties. Deze relaties zijn vereenvoudigd weergegeven in een model, welke het landschapsmorfologisch model is genoemd (figuur 3.4.1). De drie lagen bepalen niet alleen de vorm van het landschap, maar vanwege de nauwe verbondenheid tussen vorm en ruimte, ook de driedimensionale ruimte zoals die gevormd wordt door de landschapselementen.

In de komende paragrafen wordt allereerst afzonderlijk ingegaan op de drie morfologische lagen (§3.4.2 t/m §3.4.4). Vervolgens wordt ingegaan op de samenhang tussen de drie morfologische lagen (§3.4.5) en de relatie tussen vorm en vorming (§3.4.6).



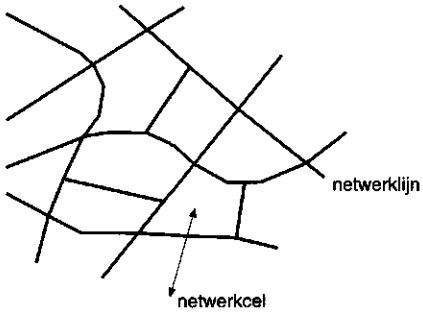
Figuur 3.4.2
Indeling van de Nederlandse terreinvormen: De geomorfologische kaart van Nederland maakt een onderscheid in 15 vormgroepen. De beekdalen behoren tot de vormgroep 'dalvormige laagten' (bron: Ten Cate & Maarleveld, 1977).

3.4.2 Terreinvormen

De terreinvormen zijn te beschouwen als de 'onderlegger' waarover de netwerken en de volumes zijn gedrapeerd. Alhoewel de mens enige invloed uitoefent op de terreinvormen (zie hoofdstuk 2) zijn de terreinvormen in hoofdzaak de resultante van abiotische processen (klimaat, geologie, hydrologie, bodem). Terreinvormen kunnen derhalve worden beschouwd als een ruimtelijke expressie van de abiotische processen. Deze processen hebben over het algemeen een lange omlooptijd. Hierdoor zijn de terreinvormen naar menselijke maatstaven veelal te

beschouwen als een statisch gegeven.

In vergelijking met meer bergachtige streken zijn de terreinvormen in de vlakke Nederlandse zandgebieden weinig uitgesproken. Dit neemt niet weg dat zelfs geringe hoogteverschillen in sterke mate bepalend kunnen zijn voor de ruimtelijke opbouw van het landschap. Dit kan verklaard worden doordat overgangen in terreinvorm veelal samengaan met hydrologische en bodemkundige overgangen. Hierdoor hangen terreinvormen veelal ook samen met overgangen in het grondgebruik of occupatiepatroon. Een veel gehanteerde indeling voor de Nederlandse terreinvormen is de Geomorfologische Kaart van Nederland (Ten Cate & Maarleveld, 1977). In deze indeling wordt onderscheid gemaakt in 15 vormgroepen (figuur 3.4.2.). De beekdalen, de terreinvormen die in dit onderzoek centraal staan, behoren tot de vormgroep 'dalvormige laagten'.



Figuur 3.4.3
Netwerken zijn opgebouwd uit netwerklijnen en netwerkcellen.

3.4.3 Netwerken

Een van de meest fundamentele ingrepen die de mens pleegt in het landschap is het afbakenen of scheiden van delen van het landschap en het leggen van verbindingen. Door het afbakenen van delen van het landschap ontstaan grenzen. Door het aanleggen van bijvoorbeeld wegen ontstaan verbindingen. De grenzen en verbindingen zijn in abstractie voor te stellen als lijnen: grenslijnen en verbindingslijnen. Deze grens- en verbindingslijnen vormen netwerken, die gedrapeerd liggen over de terreinvormen. De afzonderlijke lijnen van een netwerk worden in dit onderzoek 'netwerklijnen' genoemd (figuur 3.4.3). Kenmerkend voor netwerklijnen is dat langs de netwerklijnen verplaatsing van materie plaatsvindt (b.v. wegen, waterlopen) of dat netwerklijnen juist een barrière vormen en verplaatsing van materie verhinderen (b.v. perceelsgrenzen). In veel gevallen hebben netwerklijnen echter beide eigenschappen. De door de netwerklijnen omsloten vlakken worden 'netwerkcellen' genoemd.

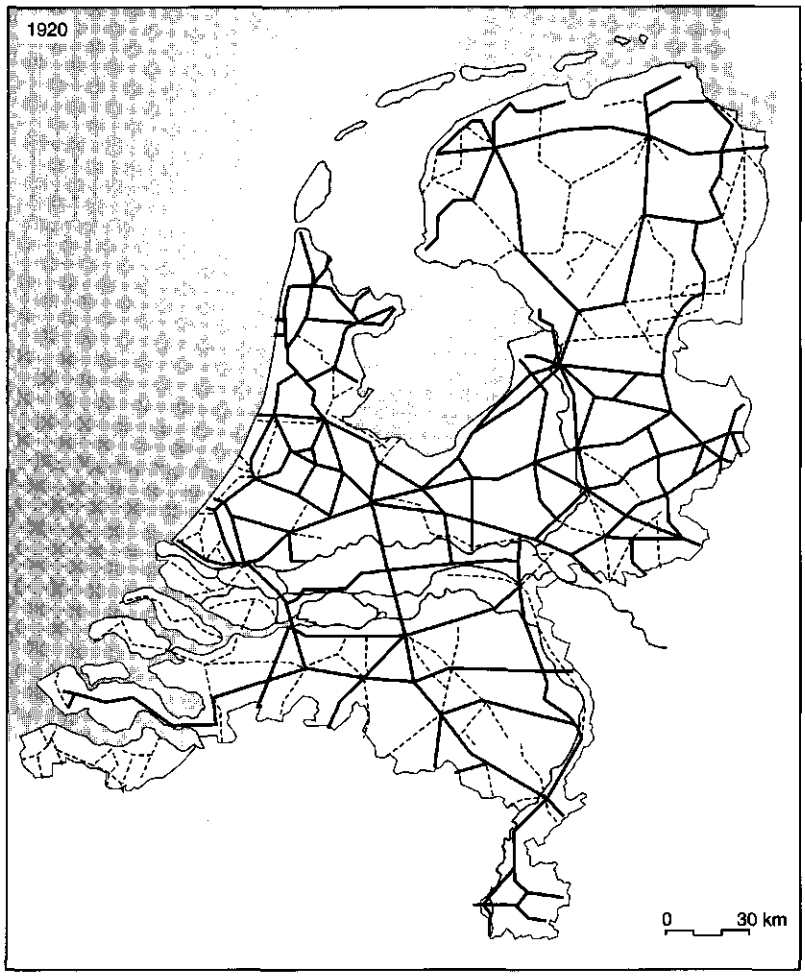
Op grond van vorm, ordening en functie zijn verschillende typen netwerken te onderscheiden. Voor dit onderzoek zijn met name het netwerk van beeklopen, het infrastructurele netwerk en het perceleringsnetwerk relevant. Deze drie typen netwerken komen overeen met wat Haggett & Chorley (1969) respectievelijk 'branching networks', 'circuit networks' en 'barrier networks' noemen[11] ; vrij vertaald respectievelijk vertakte netwerken, rondgaande netwerken en barrière-netwerken.
Vertakte netwerken zijn hiërarchisch geordende netwerken die bestaan uit verbindingslijnen waarbinnen een stroming is in één richting. Stroomafwaarts voegen de verschillende stromen zich samen tot één hoofdstroom. Het netwerk van beeklopen behoort tot de vertakte netwerken (figuur 3.4.4). Op een hoog ordeningsniveau kan ook het stelsel van beekdalen tot de vertakte netwerken worden gerekend.
Rondgaande netwerken bestaan uit verbindingslijnen waarbinnen een rondgaande stroming is die eventueel in twee richtingen kan plaatsvin-

Figuur 3.4.4
Het netwerk van beeklopen (gedeelte van het waterlopenstelsel van Duitsland). Dit grotendeels natuurlijke netwerk is een voorbeeld van een vertakt netwerk.

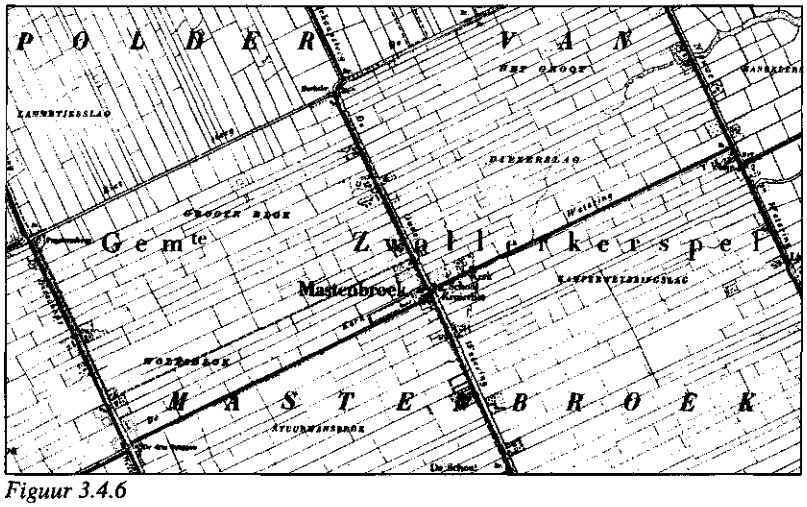
den. Ook rondgaande netwerken kunnen hiërarchisch zijn geordend. Het infrastructurele netwerk, bestaande uit wegen, spoorlijnen en kanalen behoort tot dit type netwerken (figuur 3.4.5).
Barrière-netwerken onderscheiden zich van de vorige typen netwerken doordat deze bestaan uit grenslijnen. Tevens zijn barrière-netwerken niet hiërarchisch geordend. De grenslijnen verhinderen of blokkeren de uitwisseling van mensen, dieren of materie van de ene netwerkcel naar de andere. Het perceleringsnetwerk behoort tot dit type netwerken (figuur 3.4.6).

Naast een onderscheid in vertakte, rondgaande en barrière-netwerken kan op grond van ontstaanswijze onderscheid worden gemaakt in 'cultuurlijke netwerken' die door de mens zijn geconstrueerd en 'natuurlijke netwerken' die de resultante zijn van natuurlijke processen. Voorbeelden van cultuurlijke netwerken zijn infrastructurele netwerken en perceleringsnetwerken . Een voorbeeld van een min of meer natuurlijk netwerk is het netwerk van beken en rivieren[12].

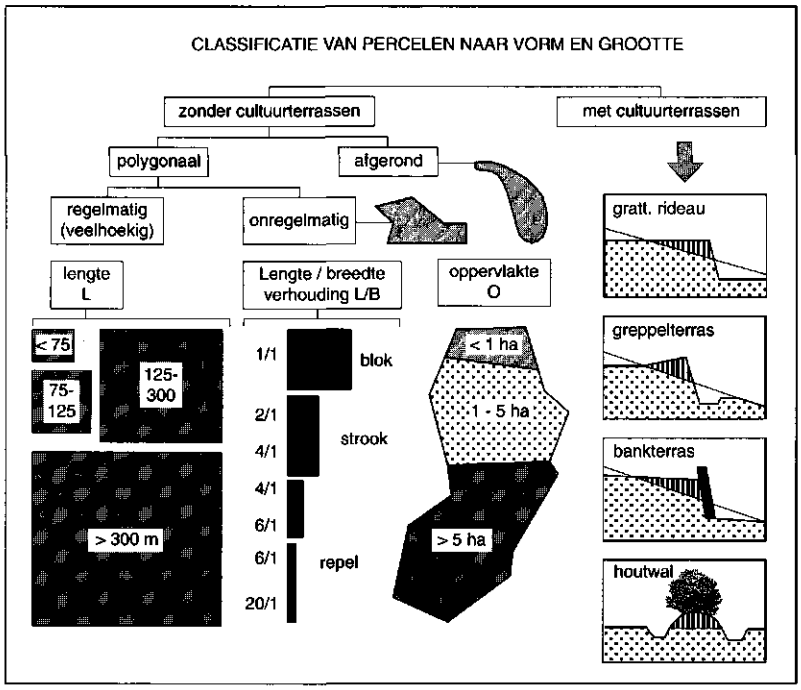
Voor het beschrijven van de vorm en maat van de afzonderlijke netwerkcellen kan gebruik worden gemaakt van indelingen zoals die worden gehanteerd voor het beschrijven van perceelsvormen (o.a. Hofstee en Vlam, 1952; Andringa, 1977; Van Wijk et al, 1979; Renes, 1982).



Figuur 3.4.5
Het netwerk van spoorlijnen (±1920). Dit cultuurlijke (infrastructurele) netwerk is een voorbeeld van een rondgaand netwerk.



Figuur 3.4.6
Het perceleringnetwerk (Polder van Mastenbroek in 1884). Dit cultuurlijke netwerk is een voorbeeld van een barrière-netwerk.

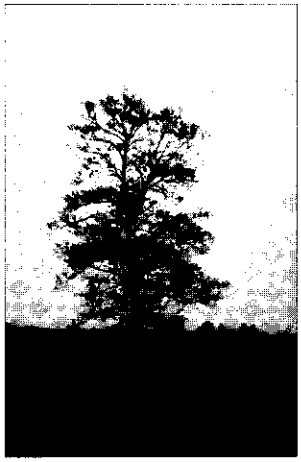


Figuur 3.4.7
Basiselementen voor de classificatie van percelen naar vorm en grootte (naar: Antrop, 1989).

Figuur 3.4.7 geeft een samenvatting van de basiselementen zoals die worden gehanteerd bij de classificatie van de vorm en grootte van percelen. Het gehanteerde onderscheid tussen regelmatige en onregelmatige percelen wordt door Andringa (1977) als volgt omschreven: Regelmatige percelen zijn percelen gevormd door een rechthoek, parallellogram, trapezium of twee aaneengesloten rechthoeken. Alle overige perceelsvormen zijn onregelmatig. Op basis van deze indelingen is binnen de netwerkcellen een onderscheid mogelijk in blokvormige, strookvormige en repelvormige netwerkcellen en in regelmatige en onregelmatige netwerkcellen.

3.4.4 Volumes

Algemeen
Volumes zijn te beschouwen als een specifiek type landschapselementen. Volumes onderscheiden zich van de overige landschapselementen doordat ze een zekere hoogte en massa hebben. Voorbeelden zijn huizen, dijken, bomen en bossen[13]. Op grond van deze specifieke eigenschappen onderscheiden volumes zich ten opzichte van de overige landschapselementen, zoals bijvoorbeeld wegen en waterlopen. Genoemde voorbeelden worden in dit onderzoek tot de netwerken gerekend.



a. een solitair

b. een scherm

c. een blok

Figuur 3.4.8
Op basis van de verhouding tussen lengte, breedte en hoogte kan binnen de volumes een onderscheid worden gemaakt in solitaiten, schermen en blokken. Solitairen (a) worden gekenmerkt doordat de lengte en de breedte kleiner dan of gelijk zijn aan de hoogte. Schermen (b) worden gekenmerkt doordat de lengte groter is dan de hoogte en de breedte. Blokken (c) worden gekenmerkt doordat de lengte en de breedte groter zijn dan de hoogte.

Solitairen, schermen en blokken
Volumes variëren sterk in hoogte, lengte en breedte. Op basis van verschillen in lengte/breedte verhouding kunnen volumes worden onderverdeeld in:
- puntvormige volumes (o.a. bomen en huizen);
- lijnvormige volumes (o.a. houtwallen en wegbeplantingen);
- vlakvormige volumes (o.a. bossen en steden).

In dit onderzoek worden deze drie groepen volumes respectievelijk solitairen, schermen en blokken genoemd (figuur 3.4.8). Opgemerkt dient te worden dat schermen en blokken veelal zijn opgebouwd uit solitairen. Bijvoorbeeld een scherm kan zijn opgebouwd uit achter elkaar geschakelde solitairen (bijvoorbeeld bomen die een bomenrij vormen) en een blok uit een cluster van solitairen (bijvoorbeeld bomen die een bos vormen).

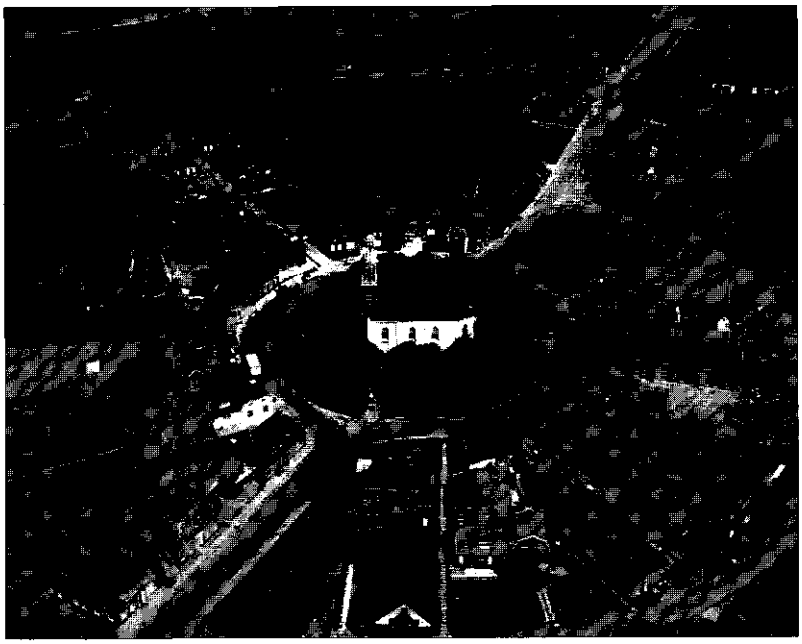
Binnen de groep van volumes kan, naast het onderscheid in blokken, schermen en solitairen, onderscheid worden gemaakt in levende volumes (bomen, singels en bossen) en niet levende volumes (huizen, dijken en steden).

3.4.5 De samenhang tussen de drie morfologische lagen

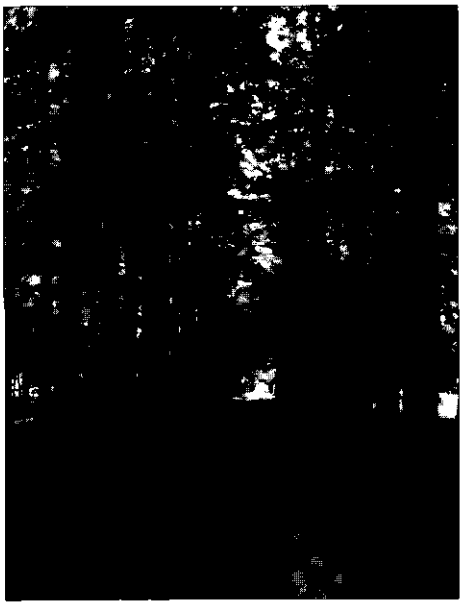
Tussen de drie morfologische lagen zijn complexe ruimtelijke samenhangen voorstelbaar. Deze lopen uiteen van situaties waarbij de morfologische lagen nauw met elkaar samenhangen tot situaties waarbij de drie morfologische lagen zich schijnbaar onafhankelijk van elkaar hebben ontwikkeld.
De terpdorpen in Noordoost Groningen (figuur 3.4.9a) zijn een voorbeeld van een nauwe samenhang is tussen de terreinvorm (de terp), de volumes (de huizen) en de netwerken (de wegen en de radiale percelering). Ook wegbeplantingen (figuur 3.4.9b) en kavelgrensbeplantingen zijn voorbeelden waarbij er een nauwe relatie is tussen de volumes (de beplanting) en de netwerken (respectievelijk de weg en de kavelgrens). De wijze waarop snelwegen het landschap doorsnijden is een voorbeeld waarbij er schijnbaar nauwelijks een relatie is tussen het netwerk en de terreinvormen (figuur 3.4.9c). Ook figuur 3.4.9d is een voorbeeld waarbij er schijnbaar geen samenhang is tussen de netwerken en de terreinvorm (een voormalige rivierloop). In de figuur valt op dat de volumes (de boerderijen) wel samenhangen met de terreinvorm.

In de wijze waarop de morfologische lagen met elkaar samenhangen kan een zekere mate van hiërarchie worden onderkend. Hierbij is de onderliggende morfologische laag uit het landschapsmorfologische model veelal ordenend voor de bovenliggende morfologische laag of lagen. Dit betekent dat de terreinvormen een ordenend mechanisme kunnen zijn voor de netwerken en de volumes, omgekeerd echter niet. Evenzo kun-

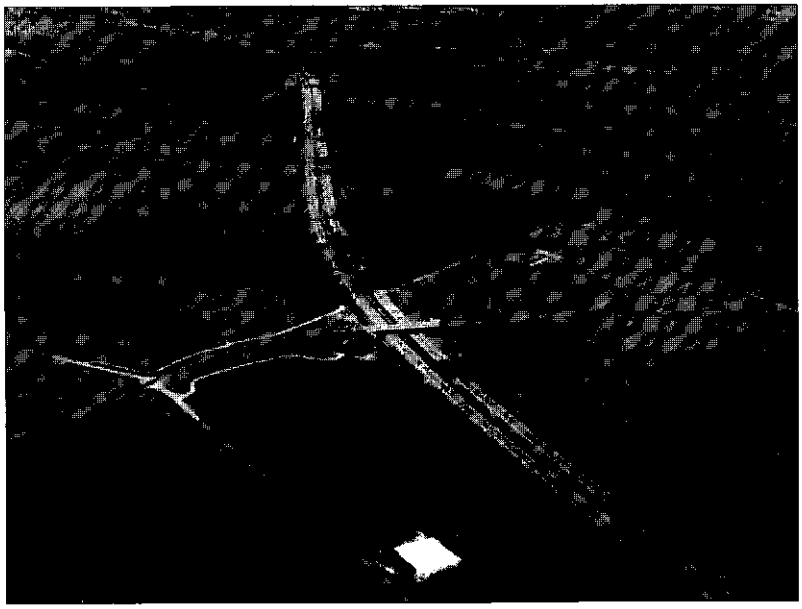
Figuur 3.4.9
Verschillende vormen van samenhang tussen de drie morfologische lagen



a: De terpdorpen in Noordoost Groningen zijn een voorbeeld waarbij er een nauwe samenhang is tussen de terreinvorm (de terp), de volumes (de huizen) en de netwerken (de wegen en de radiale percelering).



b: Wegbeplantingen zijn een voorbeeld waarbij er een nauwe relatie is tussen de volumes (de beplanting) en de netwerken (de weg).



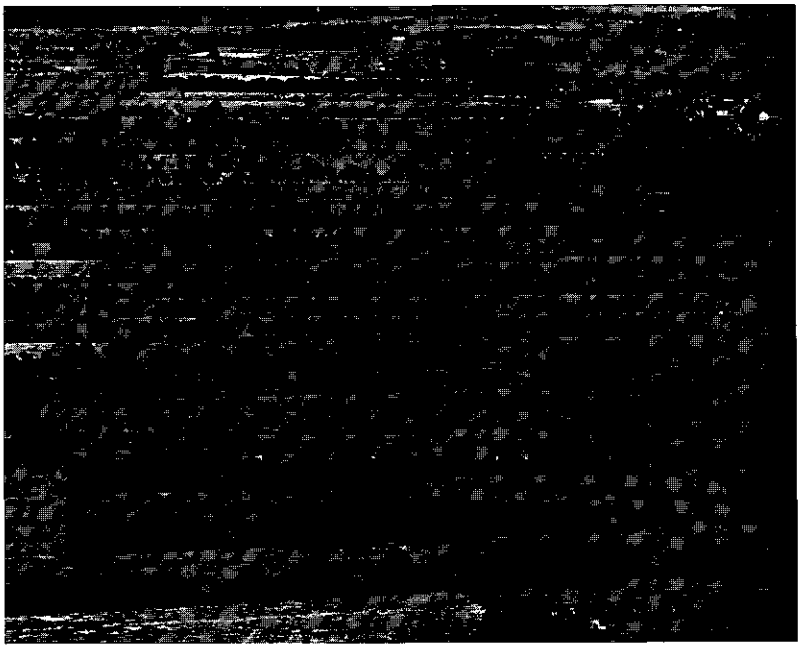
c: De wijze waarop veel snelwegen het landschap doorsnijden is een voorbeeld waarbij er schijnbaar nauwelijks een relatie is tussen het netwerk en de terreinvormen.

d: Een voorbeeld waarbij er schijnbaar geen samenhang is tussen de netwerken en de terreinvorm (een voormalige rivierloop). In de figuur valt op dat de volumes (de boerderijen) wel samenhangen met de terreinvorm.

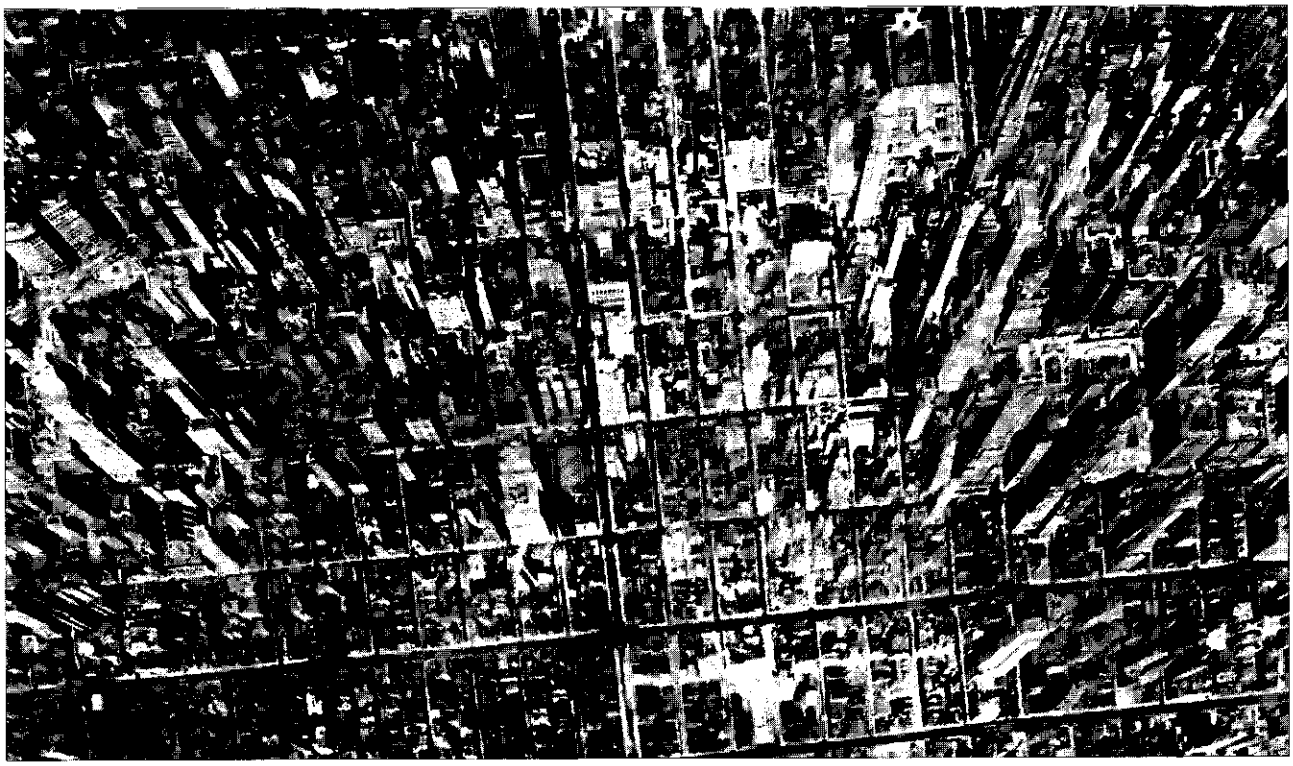
nen ook de netwerken een ordenend mechanisme zijn voor de volumes. Dit impliceert dat de positie en vorm van de volumes nauw kan samenhangen met de positie en vorm van de netwerken (wegen, waterlopen, kavelgrenzen). Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in (figuur 3.4.10):

- volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerklijnen;
- volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerkcellen.

Voorbeelden van volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerklijnen zijn kavelgrensbeplantingen (figuur 3.4.10a), wegbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen. Bij een dergelijke samenhang accentueren de volumes de netwerklijnen. In principe hangt de ruimtelijke positie van alle schermen samen met de netwerklijnen. Daarnaast hangt ook de ruimtelijke positie van solitairen veelal samen met de netwerklijnen.
Voorbeelden van volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt

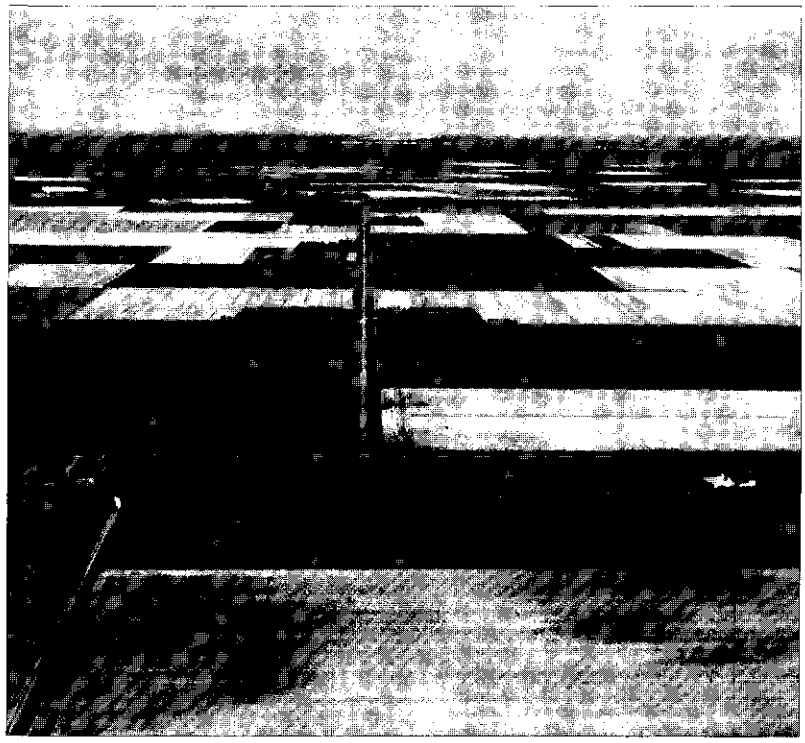


a: De kavelgrensbeplantingen in het Smallingerland zijn een voorbeeld waarbij de ruimtelijke positie van de volumes (schermen) samenhangt met de netwerklijnen. Dit impliceert dat de netwerklijnen worden geaccentueerd door de schermen.



b: De bebouwing van Manhattan is een voorbeeld van volumes (blokken) waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerkcellen. Deze blokken accentueren hierdoor de netwerkcellen.

Figuur 3.4.10
De ruimtelijke positie van de volumes hangt samen met de netwerklijnen of met de netwerkcellen.



Figuur 3.4.11
In de samenhang tussen terreinvormen, netwerken en volumes kunnen verschillende ordeningsniveaus worden onderkend. De Flevopolders zijn een voorbeeld waarbij de volumes (boerderijen en erfbeplantingen) gerelateerd zijn aan de netwerkcellen (het bouwperceel of erf). Deze netwerkcellen met volumes zijn op hun beurt weer gerelateerd aan het infrastructurele netwerk (netwerklijnen).

met de netwerkcellen zijn boselementen of bebouwingsconcentraties (figuur 3.4.10b). In principe hangt de ruimtelijke positie van alle blokken samen met de netwerkcellen. Deze blokken accentueren hierdoor de netwerkcellen.

In de samenhang tussen terreinvormen, netwerken en volumes kunnen tevens verschillende ordeningsniveaus worden onderkend. Figuur 3.4.11 is een voorbeeld waarbij de volumes (boerderijen en erfbeplantingen) gerelateerd zijn aan de netwerkcellen (het bouwperceel of erf). Deze netwerkcellen met volumes zijn op hun beurt gerelateerd aan het infrastructurele netwerk (netwerklijnen).

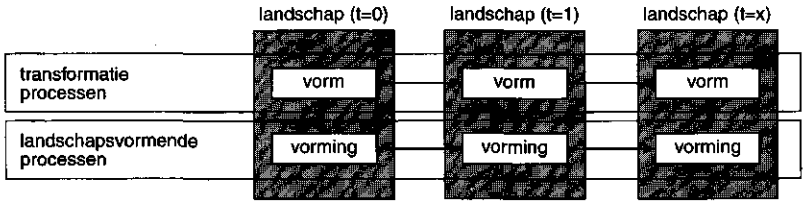
De samenhang tussen de drie morfologische lagen bepaalt niet alleen de vorm van het landschap of de vorm van de elementen waaruit het landschap is opgebouwd, maar ook de hierdoor gevormde ruimte. De mate waarin de drie morfologische lagen de ruimte bepalen verschilt onderling echter sterk.

In het Nederlandse landschap zijn de hoogteverschillen over het algemeen weinig uitgesproken, waardoor de begrenzing van de ruimte slechts incidenteel wordt bepaald door terreinvormen. Hierdoor zijn het met name volumes die de begrenzing van de ruimte bepalen. Op grond van de geconstateerde nauwe samenhang tussen de drie morfologische lagen bepalen de terreinvormen en de netwerken in veel gevallen wel op indirecte wijze de begrenzing van de ruimte. Voor het typeren van de gevormde ruimten kan gebruik worden gemaakt van de indeling uit paragraaf 3.3.4.

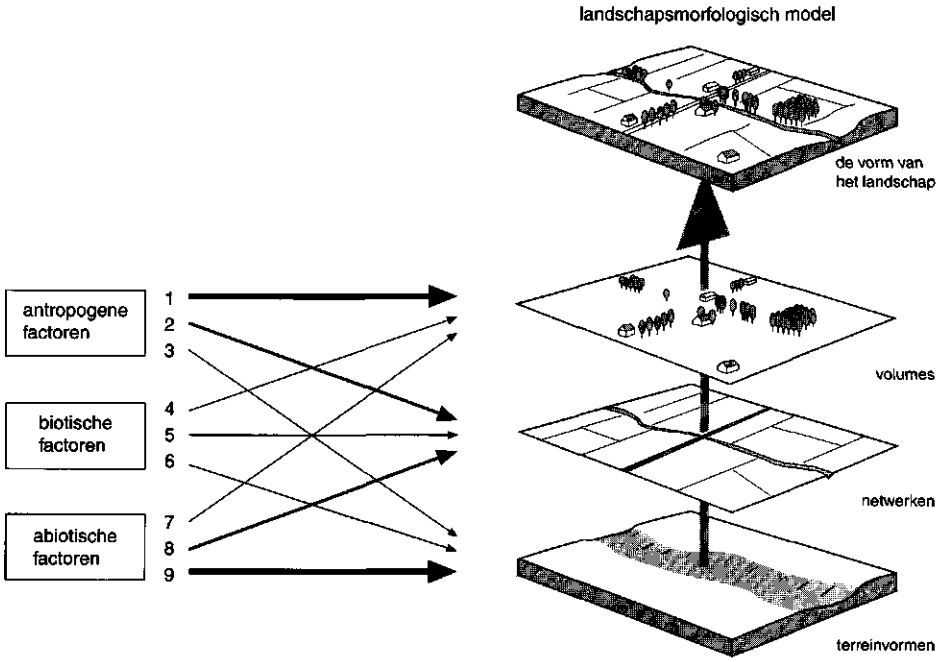
3.4.6 De relatie tussen vorm en vorming

De vorm van het landschap is onderhevig aan een voortdurende transformatie[14] en is derhalve een momentopname in een continu transformatieproces. Dit betekent dat bestaande vormen wijzigen of verdwijnen en nieuwe vormen ontstaan. Deze transformatieprocessen hangen nauw samen met de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende processen (figuur 3.4.12).

De landschapsvormende processen worden gestuurd door de landschapsvormende factoren. In paragraaf 3.2.2 is ten aanzien van deze factoren onderscheid gemaakt in abiotische, biotische en antropogene factoren. Een vergelijking van deze driedeling met het landschapsmorfologisch model kan meer inzicht geven in de relatie tussen vorm en vorming (figuur 3.4.13). In de figuur is voor de huidige situatie van de zandgebieden aangegeven hoe de drie groepen factoren van invloed zijn op de drie morfologische lagen uit het landschapsmorfologisch model.
Ten aanzien van de terreinvormen kan worden gesteld dat deze, ondanks enige antropogene en biotische invloed, met name worden gestuurd door abiotische factoren. De terreinvormen kunnen derhalve ook worden gezien als de ruimtelijke expressie van de abiotische factoren. De vorm van de netwerken wordt deels gestuurd door antropogene factoren, deels door abiotische factoren en in beperkte mate door biotische factoren. Voor de vorm van het infrastructurele netwerk en het perceleringsnetwerk geldt dat deze met name wordt gestuurd door antropogene factoren. Voor het netwerk van bekenlopen geldt dat dit in 'natuurlijke' omstan-



Figuur 3.4.12
De relatie tussen transformatieprocessen en landschapsvormende processen. De vorm van het landschap op een tijdstip (t=x) is de resultante van de landschapsvormende processen.



Figuur 3.4.13: Dwarsverbanden tussen de landschapsvormende factoren en het landschapsmorfologisch model:
1) de beïnvloeding van bebouwings- en beplantingselementen; 2) beïnvloeding van o.a. het verkavelings- en wegenpatroon; 3) o.a. het graven van beekdalen en ophogen van de essen; 4) o.a. de groei van beplantingen; 5) o.a. het vastleggen van de beekoevers door beplantingen; 6) o.a. het vastleggen van verspoelend of verstuivend bodemmateriaal door beplantingen; 7) o.a. hydrologische condities bepalen de ontwikkeling van beplantingen; 8) o.a. abiotische omstandigheden bepalen het meandergedrag van beeklopen; 9) o.a. het ontstaan van terreinvormen door geologische processen.
De dikte van de pijlen geeft een indicatie van de mate waarin de verschillende factoren in de huidige situatie van invloed zijn op de lagen uit het landschapsmorfologisch model. Aangezien met name de antropogene factoren zorgen voor een grote mate van dynamiek neemt van beneden naar boven de morfodynamiek toe.

digheden vooral wordt gestuurd door abiotische factoren, terwijl in de huidige situatie hoofdzakelijk antropogene factoren bepalend zijn voor de vorm. Ten aanzien van de volumes geldt dat met name biotische en antropogene factoren bepalend zijn.
Gezien de directe relatie tussen vorm en vorming kan het landschapsmorfologisch model worden beschouwd als de morfologische expressie van de landschapsvormende factoren, waarbij de lagen van het landschapsmorfologisch model zijn geordend op basis van vormkenmerken.

In paragraaf 3.2.2 is geconstateerd dat in de huidige situatie met name antropogene factoren zorgen voor een grote mate van dynamiek. Aangezien de morfologische lagen in verschillende mate worden gestuurd door de antropogene factoren verschillen de drie lagen uit het landschapsmorfologisch model in dynamiek, in dit geval morfodynamiek. Hierbij heeft de bovenliggende morfologische laag uit het landschapsmorfologisch model een grotere morfodynamiek dan de onderliggende morfologische laag.

3.4.7 Tot Slot

In dit hoofdstuk is ingegaan op de begrippen en aspecten die relevant zijn voor de analyse van de vorm van het landschap. Aangegeven is hoe de vormaspecten van het landschap op verschillende ordeningsniveaus en vanuit verschillende perspectieven kunnen worden geanalyseerd.
Ten behoeve van de analyse van de vormaspecten is het landschapsmorfologisch model ontwikkeld. Met behulp van dit model is onderscheid gemaakt in drie morfologische lagen: terreinvormen, netwerken en volumes.
In het komende hoofdstuk zullen de beekdallandschappen met behulp van het landschapsmorfologisch model vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen en vanuit het perspectief van de gevormde ruimte worden geanalyseerd. Door toepassing van het model wordt niet alleen inzicht gegeven in de vormaspecten van de beekdallandschappen, maar door de toetsing van het landschapsmorfologisch model aan het empirisch materiaal wordt het model tevens verder uitgewerkt.

Noten

1 Proces is de werking in haar voortgang beschouwd (Van Dale, 1992). Vrij vertaald is een proces een verandering in de tijd.

2 Dynamiek is de mate van verandering (Van Dale, 1992). De term morfodynamiek wordt veelal gehanteerd voor de mate waarin de vorm verandert.

3 Dit neemt niet weg dat ook abiotische en biotische factoren processen kunnen sturen die resulteren in een grote landschappelijke dynamiek. Bijvoorbeeld kustafslag of de kolonisatie van een braakliggend terrein door pioniervegetaties zijn processen die zeer snel kunnen verlopen.

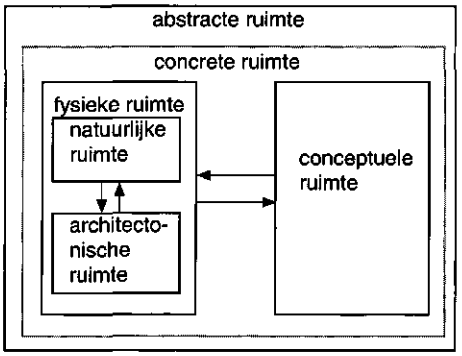
4 De genoemde processen worden gekenmerkt door een lineair karakter. In het landschap spelen echter ook cyclische processen een rol. Voorbeelden hiervan zijn het seizoensritme en het dag en nacht ritme.

5 Een patroon is een twee-dimensionale projectie van elementen of verschillen (Van Dale, 1992).

6 Een schema kan worden omschreven als een abstracte voorstelling van de werkelijkheid in de geest van mens en die ontstaat door de interactie tussen de mens en zijn omgeving. Deze schemata zijn mede bepalend hoe de mens reageert op zijn omgeving (Piaget, 1950).

7 Massa is te beschouwen als de elementaire uitdrukkingswijze van de materie, gekenmerkt door een zekere dichtheid (De Jong, 1987).

8 Het ruimtebegrip kent in de architectuur verschillende aspecten en opvattingen. Deze lopen uiteen van de abstracte ruimte als de oneindige, homogene, driedimensionale uitgebreidheid waarin alle dingen bestaan (De Jong, 1987) tot de concrete door massa's bepaalde ruimte (Piaget & Inhelder, 1971; Claes, 1970, Mc Cluskey, 1985). Daarnaast wordt op grond van de verbondenheid van ruimte en waarneming een onderscheid gemaakt tussen de externe fysieke ruimte en de interne conceptuele ruimte (Prak, 1968; Norberg-Schulz, 1971). Tevens kan onderscheid worden gemaakt in de oorspronkelijke natuurlijke ruimte en de door de mens geconstrueerde architectonische ruimte (Van der Laan, 1977; Norberg-Schulz, 1971). Figuur 3.4.14 laat zien dat er tussen de verschillende ruimtebegrippen een samenhang kan worden voorgesteld.



Figuur 3.4.14
Tussen de verschillende ruimtebegrippen kan een bepaalde samenhang worden voorgesteld: Alle dingen bestaan in een oneindige, homogene, drie-dimensionale uitgebreidheid: de abstracte ruimte (De Jong, 1987). Binnen deze abstracte ruimte bestaat een concrete ruimte bepaald door volumes (Piaget, 1967; Claes, 1970; Mc Cluskey, 1985). De concrete ruimte bestaat uit de fysieke ruimte in wisselwerking met de interne ruimtelijke voorstellingen van de waarnemer :de conceptuele ruimte (Prak, 1968; Norberg-Schulz, 1971). Binnen de fysieke ruimte kan onderscheid worden gemaakt in de oorspronkelijke natuurlijke ruimte en de geconstrueerde architectonische ruimte (Van der Laan, 1977; Norberg-Schulz, 1971).
(naar: Kerkstra, 1990).

De verschillende opvattingen impliceren dat bij een analyse van de vorm van het landschap aan de hand van de spreiding van elementen in de ruimte de abstracte ruimte centraal staat, terwijl de concrete ruimte centraal staat bij een analyse van de ruimtes zoals die worden bepaald door de elementen in de ruimte.

9 Een voorbeeld waarbij op een hoog ordeningsniveau de ruimte is getypeerd is het onderzoek 'Schaal van het landschap' van Buitenhuis et al. (1986). In dit onderzoek is de maat van de ruimte onderzocht met behulp van een geografisch informatiesysteem op de schaal 1:400.000.

10 Het begrip 'ordening' is sterk verwant met begrip 'structuur'. Structuur wordt in dit onderzoek beschouwd als het stelsel van functionele en ruimtelijke relaties. Ordening wordt beschouwd als een structuurbegrip dat uitsluitend de ruimtelijke relaties beschrijft.
Structuur is in dit onderzoek niet fysiek (alleen het stelsel van relaties) en dient niet verward te worden met het Engelse 'structure' dat wel fysiek is.

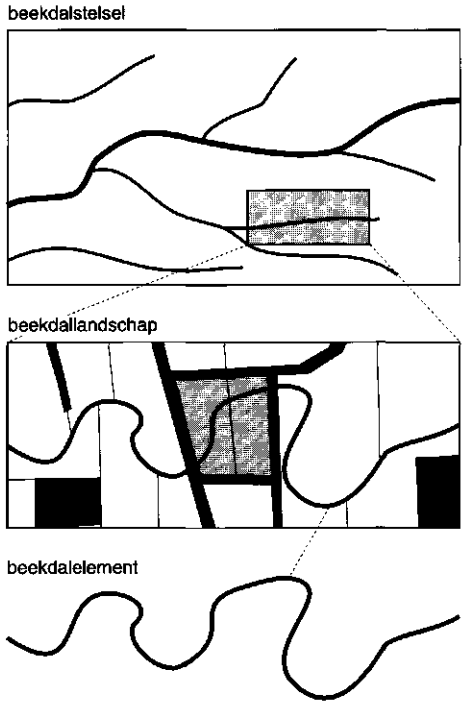
11 Haggett & Chorley (1969) onderscheiden ook 'non-planar networks'. Dit zijn niet fysieke netwerken, zoals vluchtroutes van vliegtuigen. Aangezien dit onderzoek uitsluitend betrekking heeft op fysieke netwerken wordt dit type netwerken buiten beschouwing gelaten.

12 De term 'min of meer' is gehanteerd om aan te geven dat ook de mens heeft bijgedragen aan het ontstaan van veel beken (zie hoofdstuk 2).

13 Sommige volumes kunnen ook netwerkachtige eigenschappen hebben, b.v. dijken of stelsels van houtwallen en houtsingels.

14 Transformatie is overbrenging in een andere vorm (Van Dale, 1992)

Figuur 4.2.1
De beekdalstelsels in de Nederlandse zandgebieden



Figuur 4.1.1
De beekdalen worden op drie hiërarchisch samenhangende ordeningsniveaus geanalyseerd. Dit zijn: beekdalstelsel, beekdallandschap en beekdalelement.

4 DE MORFOLOGIE

4.1 Inleiding

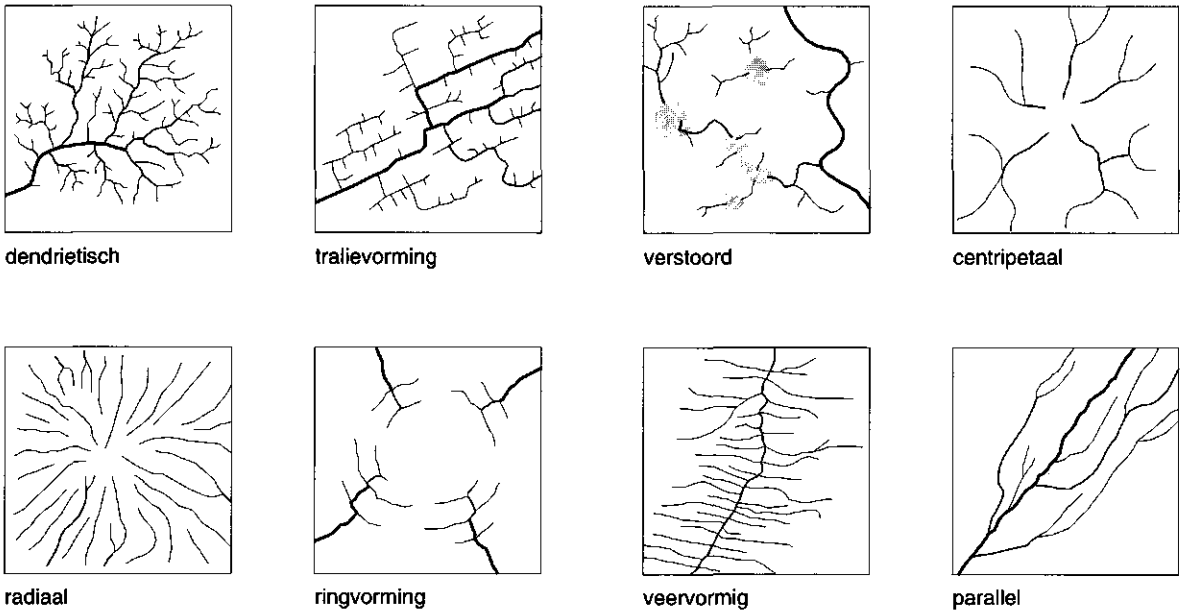
In dit hoofdstuk worden de vormaspecten van de beekdalen geanalyseerd met behulp van het landschapsmorfologisch model[1] . Doel van dit hoofdstuk is om inzicht te krijgen in de vormdiversiteit binnen en tussen de beekdalen. De beekdalen worden geanalyseerd op drie hiërarchisch samenhangende ordeningsniveaus. Deze niveaus zijn beekdalstelsel, beekdallandschap en beekdalelement (figuur 4.1.1). Het niveau van de beekdallandschappen staat centraal in dit onderzoek en zal derhalve het meest uitvoerig worden behandeld.
Eerst wordt ingegaan op de vormaspecten van gehele beekdalstelsels (§4.2). Vervolgens worden de beekdallandschappen met behulp van het landschapsmorfologisch model geanalyseerd vanuit de twee perspectieven die in het vorige hoofdstuk zijn geschetst. Dit zijn het perspectief van de ruimtevormende elementen (§4.3) en het perspectief van de gevormde ruimte (§4.4). Tenslotte wordt ingegaan op de vormaspecten van de afzonderlijke landschapselementen waaruit de beekdallandschappen zijn opgebouwd (§4.5). Deze landschapselementen zijn 'beekdalelementen' genoemd.

4.2 Beekdalstelsels

4.2.1 Patroonmatige aspecten van beekdalstelsels

De beekdalstelsels zijn het grotere geheel waarbinnen de afzonderlijke beekdallandschappen zijn gepositioneerd[2] (figuur 4.2.1). Een beekdalstelsel bestaat uit afzonderlijke beekdalen die zich in stroomafwaartse richting samenvoegen tot één hoofddal, welke uitmondt in een rivierdal of in zee. Hierdoor hebben beekdalstelsels een kenmerkende vertakte vorm en worden de afzonderlijke beekdalen in stroomafwaartse richting steeds breder.

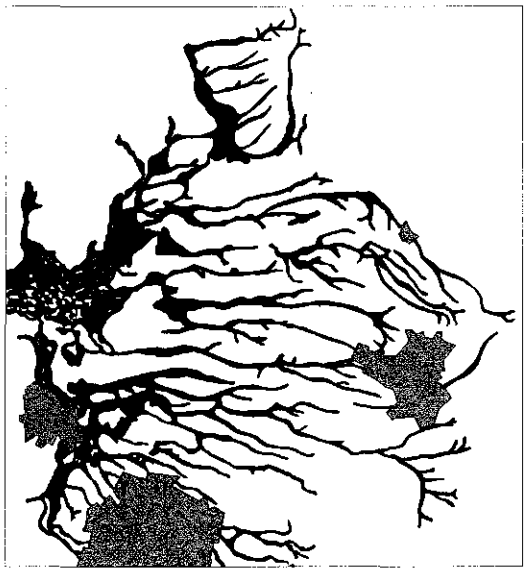
Onder invloed klimatologische en geologische processen kunnen beekdalstelsels met een grote variatie aan patronen ontstaan (figuur 4.2.2). In een homogene ondergrond met niet al te grote reliëfverschillen, zoals in de Nederlandse zandgebieden, ontstaan over het algemeen beekdalstelsels met een boomvormig of dendrietisch patroon[3] (Pannekoek & Van Straaten, 1984). Een dendrietisch beekdalstelsel bestaat uit vele kleine einddalletjes of brondalletjes, vaak zonder een permanente waterloop. Alhoewel deze dendrietische patronen in de Nederlandse zandgebieden verreweg in de meerderheid zijn komen ook andere patronen veelvuldig voor (figuur 4.2.3). Beekdalstelsels met een parallel patroon komen onder andere in Oost-Twente, Salland, de Gelderse Vallei en langs de randen van de Peelhorst. Voorbeelden van beekdalstelsels met een veer-



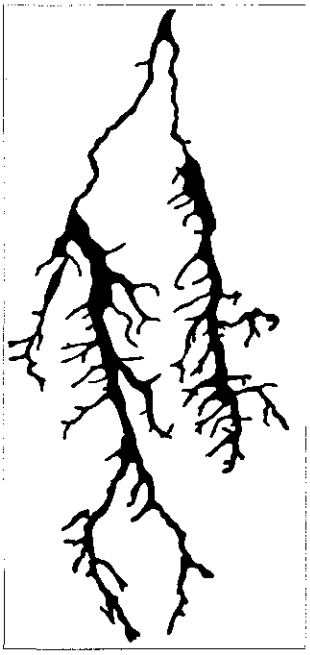
Figuur 4.2.2
Patronen van beekdalstelsels. Onder invloed van klimatologische en geologische processen kunnen verschillende patronen ontstaan (naar: Howard, 1967; Zonneveld, 1981; Pannekoek & Van Straaten, 1984; Atkin & Johnson, 1988; Bradshaw & Weaver, 1993).

vormig patroon zijn de Hierdensche beek op de Veluwe en de beekdalstelsels in Midden-Brabant op de overgang van het Kempisch Plateau naar de Centrale Slenk.

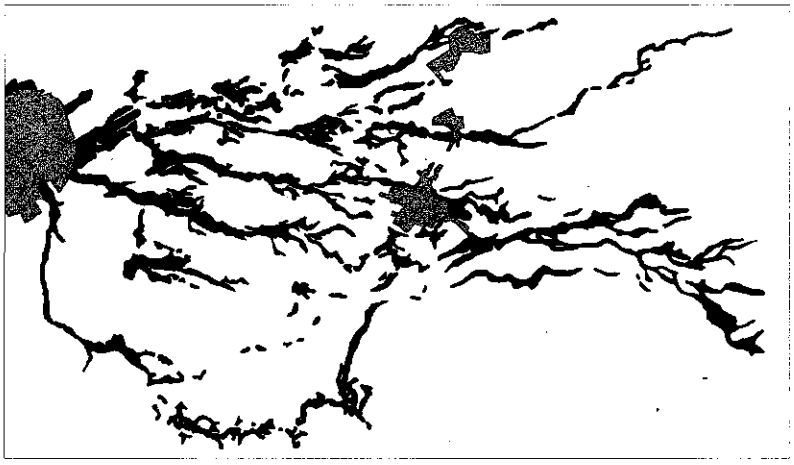
Het onderscheid in beekdalpatronen hangt onder andere samen met het schaalniveau waarop het beekdalstelsel wordt beschouwd. Zo hebben bijvoorbeeld de beekdalstelsels op het Drents Plateau tezamen een radiaal patroon met het Ellertsveld als centrum. Worden de beekstelsels daarentegen afzonderlijk beschouwd dan blijkt dat deze een min of meer dendrietisch patroon hebben (figuur 4.2.4). Op dezelfde manier kan worden geconstateerd dat de beekdalstelsels in West-Brabant een convergerend patroon hebben met Breda als centrum, terwijl de afzonderlijke beekdalstelsels een dendrietisch patroon hebben.



a. De beekdalstelsels op de Twentse stuwwallen hebben een parallel patroon



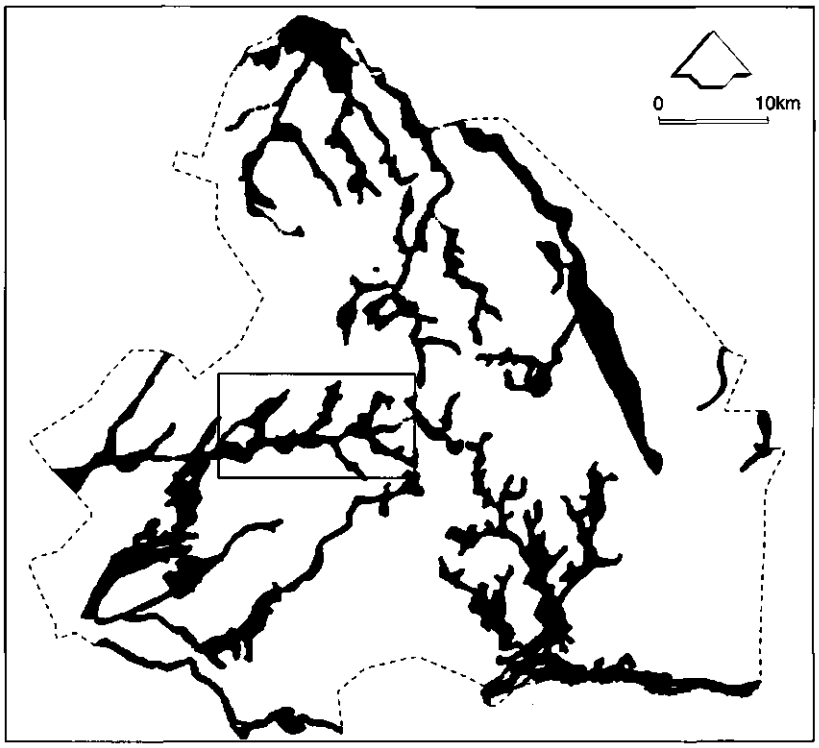
b. De beekdalstelsels op de overgang van het Kempisch Plateau naar de Centrale Slenk hebben een veervormig patroon



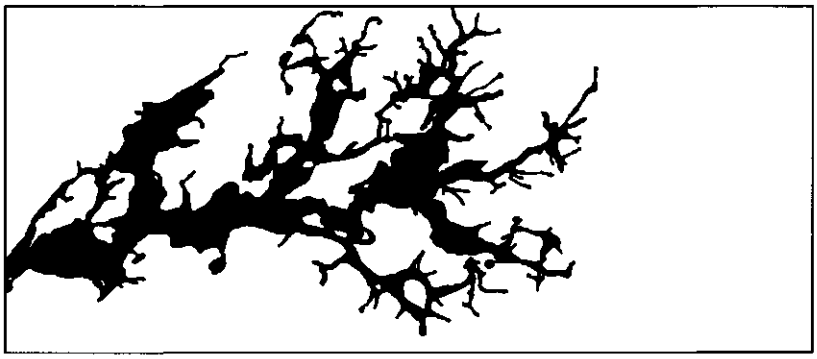
c. De beekdalstelsels in de Gelderse Vallei hebben een verstoord parallel patroon

d. De beekdalstelsels op de zuidflank van het Veluwe Massief hebben een dendrietisch patroon

Figuur 4.2.3
Enkele voorbeelden van patronen van beekdalstelsels in de Nederlandse zandgebieden (schaal 1:250.000).

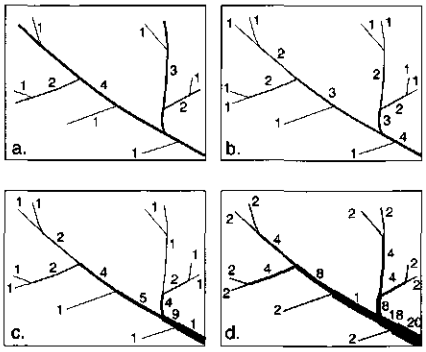


a. De beekdalstelsels op het Drents Plateau



b. Het beekdalstelsel van de Beilerstroom

Figuur 4.2.4
Het onderscheid in beekdalpatronen hangt samen met het schaalniveau waarop deze worden beschouwd. De beekdalstelsels op het Drents Plateau (a) vormen samen een radiaal patroon. De afzonderlijke stelsels (b en inzet in a) hebben een dendrietisch patroon.



Figuur 4.2.5
Vier methoden voor het rangschikken van beekdalstelsels (bron: Zonneveld, 1981).
a. methode van Horton
b. methode van Strahler
c. methode van Shreve
d. methode van Scheidegger

4.2.2 De rangschikking

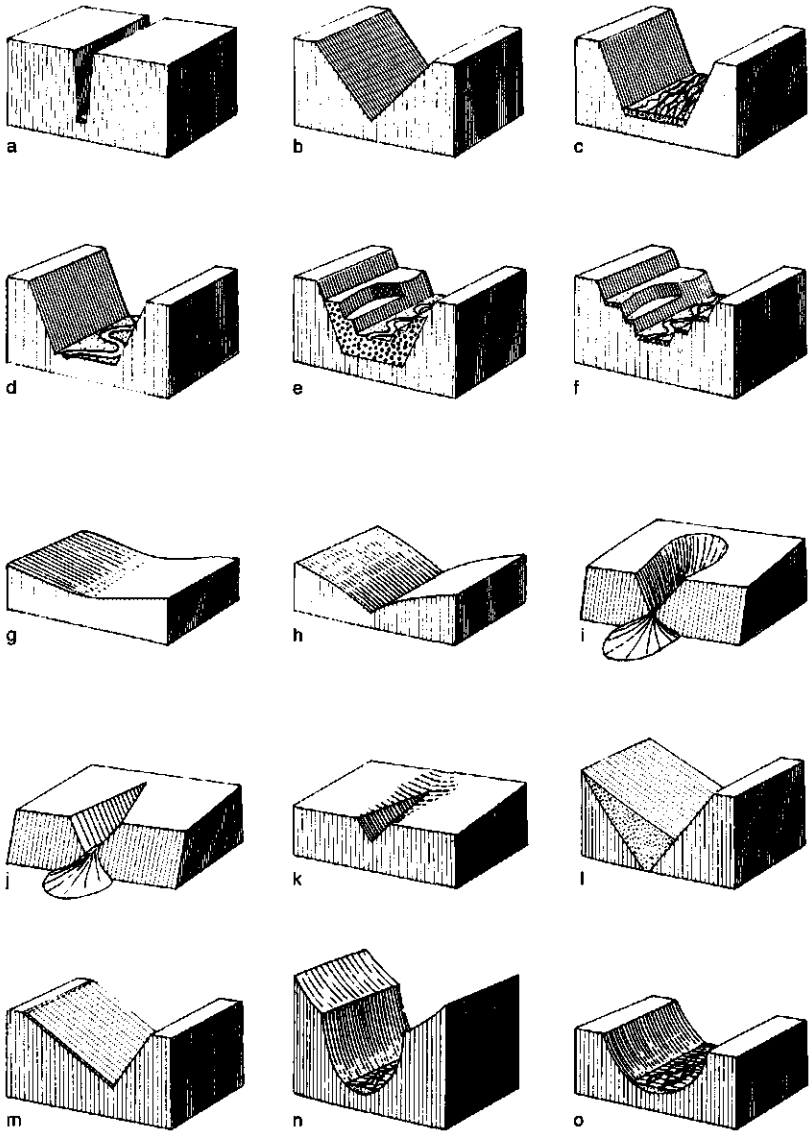
De vorm van beekdalstelsels vertoont zekere wetmatigheden op grond waarvan het mogelijk is om beekdalstelsels te rangschikken. Hiervoor bestaan verschillende methoden (figuur 4.2.5). Een veel gehanteerde methode is methode van Strahler (figuur 4.2.5b). Strahler (1952) noemt de dalen die zelf geen zijdalletje meer hebben 1e orde-dalen. Daar waar twee dalen van de 1e orde samenkomen beginnen de dalen van de 2e orde, die op hun beurt weer samenvloeien tot dalen van de 3e orde enz. De benedenloop van het beekstelsel heeft dus de hoogste orde. De beekdalen die in dit onderzoek zijn onderzocht hebben globaal de 5e à 6e orde als hoogste orde.

Horton (1945) introduceerde het begrip 'vertakkingsgraad' om de verhouding aan te geven tussen het aantal dalen van een bepaalde orde en dat van de naast hogere orde. Volgens de nummering van Strahler (1952) levert dat de volgende meetkundige reeks op: N1/N2 = N2/N3 = N3/N4 etc. De vertakkingsgraad varieert tussen 3 en 5 voor stroomgebieden in een homogeen gebied. De theoretische minimumwaarde 2 wordt onder natuurlijke omstandigheden maar zelden bereikt (Strahler, 1964). Aangezien de vertakkingsgraad dimensieloos is en doordat dalstelsels in de zandgebieden neigen tot een dendrietisch patroon, betekent dit dat er maar geringe verschillen zijn waar te nemen in vertakkingsgraad tussen verschillende gebieden. Voor dendrietische patronen geldt dat deze een vertakkingsgraad van rond de 3 hebben. Veervormige patronen worden gekenmerkt door een hogere vertakkingsgraad.

4.3 Beekdallandschappen vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen

4.3.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de vormaspecten van de beekdallandschappen geanalyseerd met behulp van het landschapsmorfologisch model vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen. Geanalyseerd wordt hoe volumes, netwerken en terreinvormen zijn gespreid in de ruimte en hoe deze drie morfologische lagen samenhangen. In de eerste drie paragrafen (§4.3.2 t/m 4.3.4) worden de drie morfologische lagen afzonderlijk besproken. Vervolgens wordt ingegaan op de samenhang tussen de morfologische lagen (§4.3.5).
In de komende paragrafen wordt bij de analyse van de beekdallandschappen gebruik gemaakt van een grote hoeveelheid empirisch materiaal. Dit betreft vooral patroonkaarten van beekdallandschappen die zijn afgeleid van topografische kaarten. Voor de wijze waarop dit materiaal is vervaardigd en de kanttekeningen die hierbij kunnen worden geplaatst wordt verwezen naar bijlage I.



Figuur 4.3.1
Verschillende dalvormen. a. kloofdal; b. V-vormig dal; c. vlakbodemdal met vlechtende rivier; d. vlakbodemdal met meanderende rivier; e. dal met accumulatieterrassen; f. dal met erosieterrassen; g. boogdal; h. vleugeldal; i. gully met 'amphitheater'; j. gully met scherp dal-boveneinde; k. gully met delle; l. secundair asymmetrisch dal; m. primair asymmetrisch dal; n. diep trogdal; o. ondiep trogdal (bron: Zonneveld, 1981; benaming deels naar Antrop, 1989).

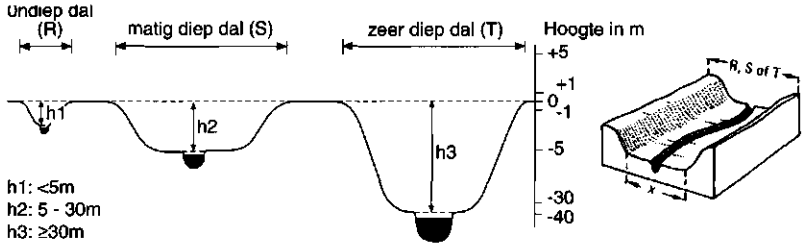
4.3.2 Terreinvormen

Algemeen
De terreinvormen zijn de 'onderlegger' waarover de netwerken en de volumes zijn gedrapeerd. Het type terreinvorm dat in dit onderzoek centraal staat is de dalvormige laagte of het beekdal. Onder invloed van klimatologische, geologische en hydrologische processen kunnen diverse dalvormen ontstaan (figuur 4.3.1).

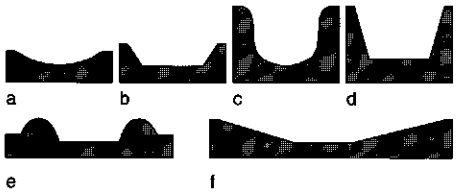
Dalvormen in de zandgebieden
In het vlakke Nederland is het aantal dalvormen echter beperkt. Ten Cate & Maarleveld (1977) maken voor de Nederlandse situatie onderscheid in ondiepe, matig diepe en zeer diepe dalvormige laagten (figuur 4.3.2). Een dalvormige laagte is "een zeer langgerekte terreindepressie, die in één richting helt" (Ten Cate & Maarleveld, 1977). Zeer diepe dalvormige laagten komen uitsluitend voor in Zuid-Limburg, waardoor de dalvormen in de zandgebieden zijn beperkt tot de ondiepe en matig diepe dalvormige laagten die in dit onderzoek respectievelijk ondiepe en matig diepe beekdalen zullen worden genoemd.

De oorsprongsgebieden van de meeste beekdalen bestaan uit een komvormige terreininzinking, ook wel delle genoemd. In de terreininzinking, die vaak maar nauwelijks waarneembaar is, verzamelt zich het water en stroomt vervolgens hellingafwaarts. Op het Fries-Drents plateau worden de oorsprongsgebieden ook vaak gevormd door pingo's, die herkenbaar zijn als min of meer ronde meertjes (Ten Cate & Maarleveld, 1977; zie ook §2.2.1).

De bovenlopen van de meeste beekdalen in de Nederlandse zandgebieden behoren tot de ondiepe beekdalen. Ondiepe beekdalen komen overeen met de boogdalen uit figuur 4.3.1g. Door hun geringe helling zijn deze dalen vaak nauwelijks zichtbaar. In gebieden met een relatief sterke terreinhelling, zoals op de flanken van de stuwwallen in het midden en oosten van het land hebben de beekdalen zich veelal dieper ingesneden, waardoor hier matig diepe beekdalen voorkomen.



Figuur 4.3.2
Dalvormige laagten in de Nederlandse situatie. Zeer diepe dalen (T) zijn beperkt tot Zuid-Limburg, waardoor in de zandgebieden uitsluitend ondiepe en matig diepe dalen voorkomen. Binnen de dalvormige laagten is soms een dalbodem (x) te onderscheiden (bron: Ten Cate & Maarleveld, 1977).



a. ondiep beekdal, eventueel asymmetrisch;
b. ondiep beekdal met beekdalbodem, eventueel asymmetrisch;
c. matig diep beekdal, eventueel asymmetrisch;
d. matig diep beekdal met beekdalbodem, eventueel asymmetrisch;
e. ondiep beekdal met beekdalbodem en begeleid doo dekzandruggen
f. ondiep beekdal met beekdalbodem en met glooiende hellingen

Figuur 4.3.3
Een schematische weergave van de belangrijkste dalvormen in de zandgebieden.

In de midden- en benedenlopen van de beekdalstelsels is soms een lager gelegen min of meer vlak gedeelte te onderscheiden; de beekdalbodem. Hierdoor vertonen deze beekdalen verwantschap met de vlakbodemdalen uit figuur 4.3.1d. De vlakke beekdalbodems ontstaan door het afzetten van erosiemateriaal of door veengroei. De beekdalbodems hebben soms enig micro-reliëf in de vorm van meanderruggen en -geulen. Dalranden markeren de overgang naar de hoger gelegen gronden. Soms vormen de dalranden markante overgangen tussen het beekdal en de omgeving, terwijl in andere situaties deze randen nauwelijks zichtbaar aanwezig zijn.
In de oostelijke- en centrale zandgebieden wordt een groot aantal beekdalen begeleid door dekzandruggen langs de dalranden. Soms zijn het ruggen die de dalrand over een lengte van vele kilometers volgen en de dalrand accentueren. Veelal is bij deze beekdalen ook een beekdalbodem te onderscheiden.
In de zuidelijke zandgebieden worden de beekdalen vaak begeleid door licht glooiende hellingen, de zogenaamde 'beekdalbegeleidende glooiingen' (Van den Berg & De Lange, 1984). Ook hier is veelal een beekdalbodem te onderscheiden.

Sommige beekdalen (zowel boogdalen als vlakbodemdalen) hebben een asymmetrische dwarsdoorsnede[4] . Voorbeelden hiervan zijn een groot aantal beekdalen op de Veluwe (Edelman & Maarleveld, 1951). Als gevolg van verschillen in expositie ten opzichte van de zon hebben noord-zuid georiënteerde asymmetrische beekdalen een flauwe westzijde en een steile oostzijde, terwijl oost-west georiënteerde asymmetrische beekdalen een flauwe zuidzijde en een steile noordzijde hebben.

4.3.3 Netwerken

4.3.3.1 Algemeen

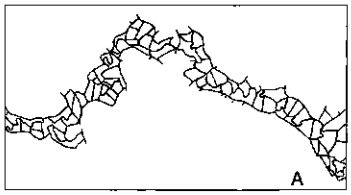
Op grond van verschillen in functionaliteit, vorm en ruimtelijke positie zijn verschillende typen netwerken te onderscheiden. Ten aanzien van de vorm van de beekdallandschappen zijn met name het perceleringsnetwerk, het netwerk van beeklopen en het infrastructurele netwerk relevant.

4.3.3.2 Het perceleringsnetwerk

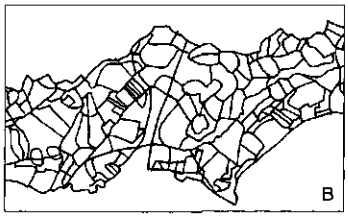
Binnen de beekdallandschappen komt een grote diversiteit aan perceleringsnetwerken voor. De perceleringsnetwerken vertonen grote verschillen in vorm, maat, regelmaat en richting van de netwerken.

Regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken
Binnen de grote verscheidenheid aan perceleringsnetwerken kan een onderscheid worden gemaakt in regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken. Daarnaast zijn er mengvormen of overgangsvormen tussen regelmatige en onregelmatige perceleringnetwerken (figuur 4.3.4).

a. onregelmatige perceleringsnetwerken

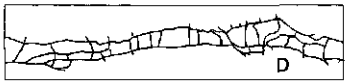


Kleine Aa bij Roond, 1895

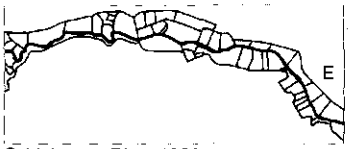


Hagmolenbeek, 1903

Groenlose Slinge, 1982

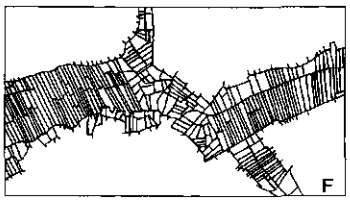


Lemselerbeek, 1910

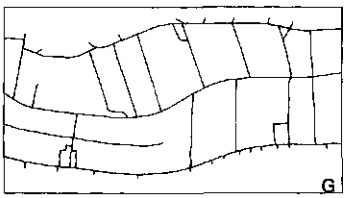


Schipborger Diep, 1896

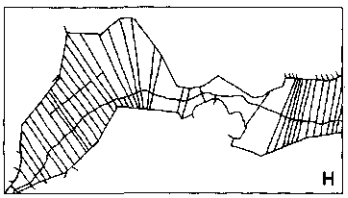
b. regelmatige perceleringsnetwerken



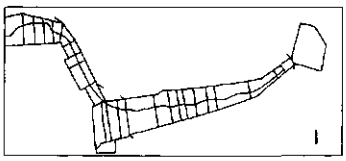
Kleine Beerze bij Vessem, 1898



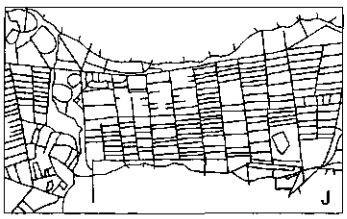
Beilerstroom, 1983



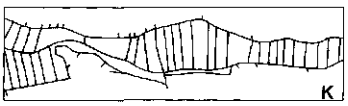
Oude Diep, 1899



Scharrebroek, 1899

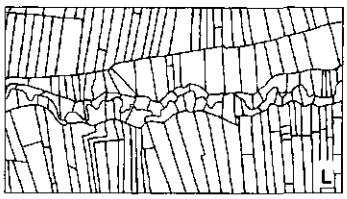


Fleringer Molenbeek/Loo Lee, 1921

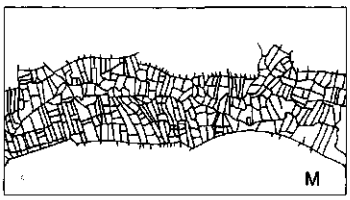


Oostervoortsche Diep, 1989

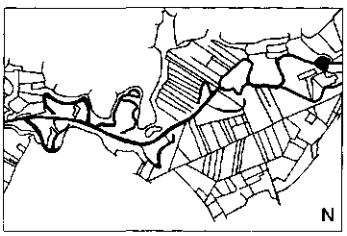
c. mengvormen of overgangsvormen tussen regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken



Exlosche Diep, 1899



Dommel bij Valkenswaard, 1898



Beneden Regge, 1910

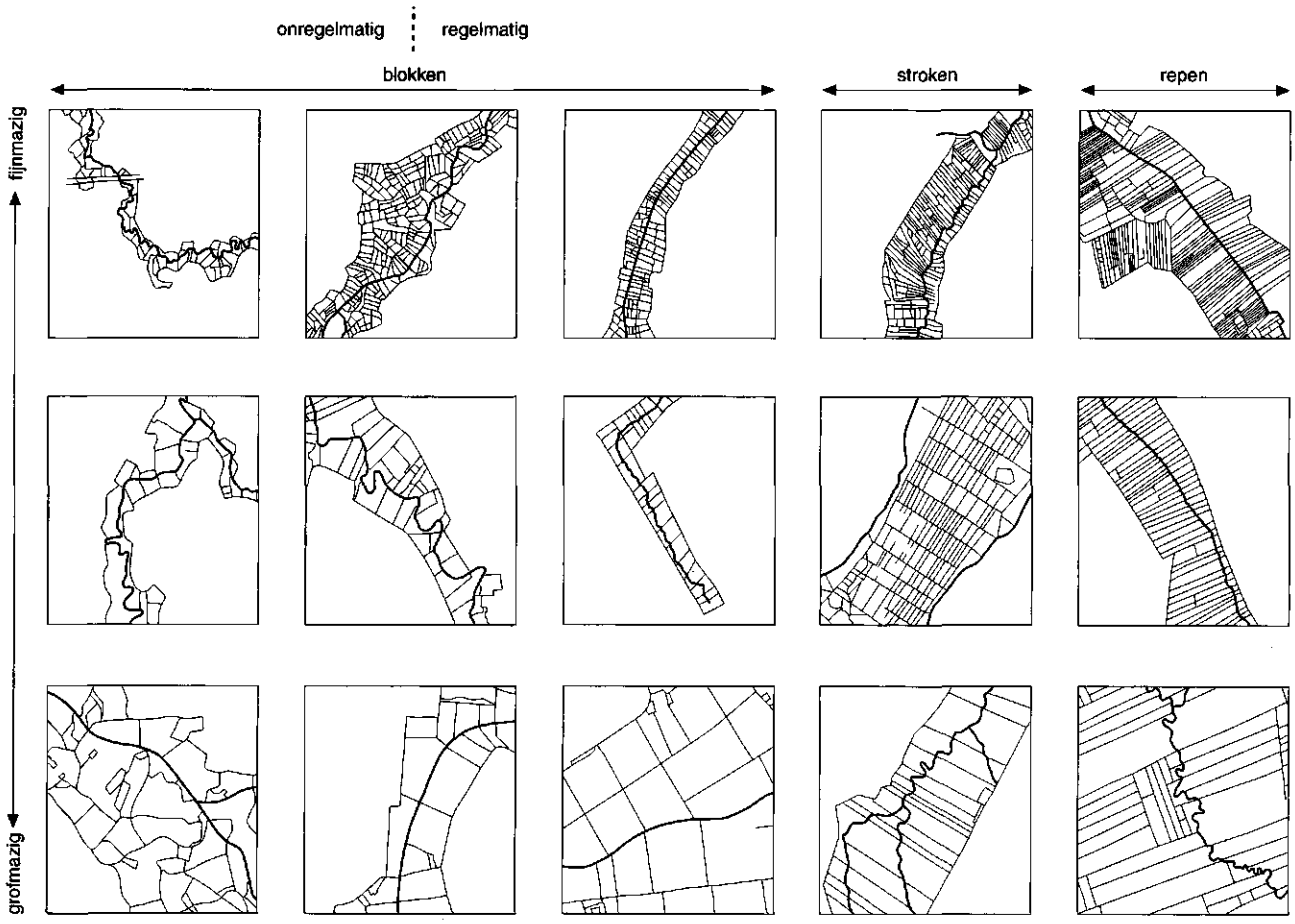
Figuur 4.3.4
Voorbeelden van onregelmatige (a) en regelmatige (b) perceleringsnetwerken in beekdalen en mengvormen of overgangsvormen (c) tussen beide typen netwerken (schaal 1:50.000).

Regelmatige perceleringsnetwerken worden gekenmerkt doordat ze het beekdal volgens een herkenbaar geometrisch concept verdelen in netwerkcellen met een gemeenschappelijke richting en vorm. Aan deze gemeenschappelijke richting en vorm ligt een collectieve ontginningswijze en het ontbreken van veel micro-reliëf ten grondslag (zie ook §2.3.2). De afzonderlijke netwerkcellen zijn voor het merendeel regelmatig en blok- of strookvormig. De hoofdrichting van de netwerkcellen staat meestal loodrecht op het beekdal. In bochtige beekdalen ontstaan hierdoor soms waaiervormige patronen (figuur 4.3.4H). In enkele gevallen is het beekdal loodrecht op de hoofdrichting verder onderverdeeld waardoor de netwerkcellen in de lengterichting van het beekdal zijn georiënteerd (figuur 4.3.4J).

Onregelmatige perceleringsnetwerken worden gekenmerkt doordat de netwerkcellen en netwerklijnen geen gemeenschappelijke vorm en richting hebben. Elke netwerkcel heeft zijn eigen vorm en richting. Ten grondslag aan de individuele vorm en richting ligt een individuele ontginningswijze en/of het voorkomen van veel micro-reliëf. Onregelmatige perceleringsnetwerken zijn voornamelijk opgebouwd uit onregelmatige blokvormige netwerkcellen, maar ook enkele regelmatige netwerkcellen kunnen voorkomen. Strookvormige netwerkcellen komen slechts sporadisch voor binnen onregelmatige perceleringsnetwerken.

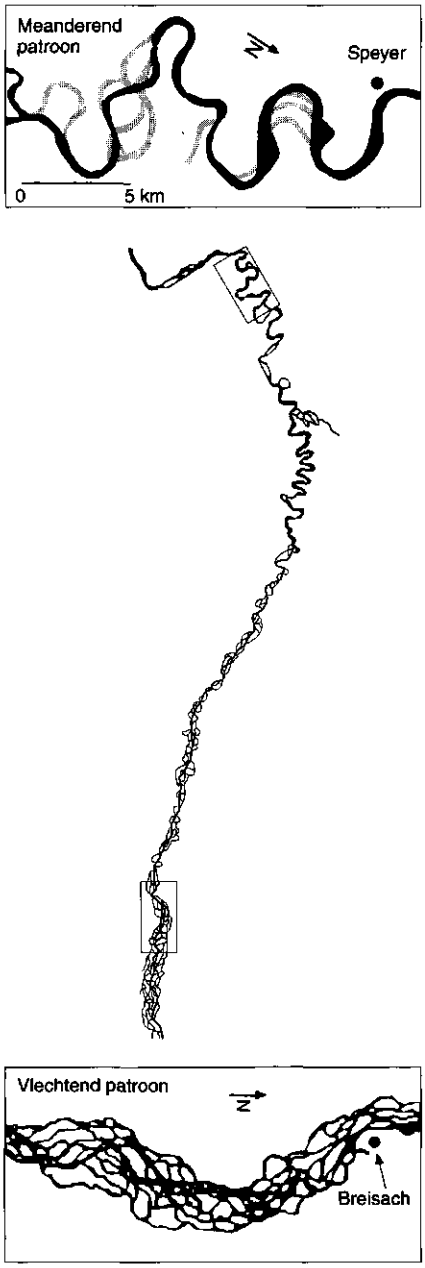
Tussen regelmatige en onregelmatige perceleringnetwerken komen verschillende mengvormen of overgangsvormen voor. Figuur 4.3.4L is een voorbeeld waarbij regelmatige en onregelmatige netwerken naast elkaar voorkomen. In beide voorbeelden is er direct langs de beek een strook gelegen met een onregelmatig netwerk en langs de randen van het beekdal een regelmatig netwerk. Figuur 4.3.4M en 4.3.4N zijn voorbeelden van mengvormen van regelmatige en onregelmatige perceleringnetwerken.
Naast beide typen netwerken komen rond 1900 ook beekdalen voor waar perceleringsnetwerken ontbreken. Dit zijn beekdalen die nog niet zijn ontgonnen (woeste gronden) of beekdalen die in gemeenschappelijk gebruik zijn.

Vorm en grootte van de netwerkcellen
Naast een onderscheid in regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken kan op basis van de lengte/breedte verhouding een onderscheid worden gemaakt in blokvormige, strookvormige en reepvormige netwerkcellen. Figuur 4.3.5 laat zien dat in de beekdallandschappen verschillende lengte/breedte verhoudingen voorkomen. De figuur laat tevens zien dat er een grote variatie is in de grootte van de netwerkcellen.



Figuur 4.3.5
Indeling van de netwerkcellen naar vorm, grootte en regelmaat. Blokvormige netwerkcellen hebben een lengte/breedte verhouding die varieert van 1 tot 2; strookvormige netwerkcellen hebben een lengte/breedte verhouding van 2 tot 6 terwijl reepvormige netwerkcellen een lengte/breedte verhouding hebben die groter is dan 6 (schaal 1:50.000).

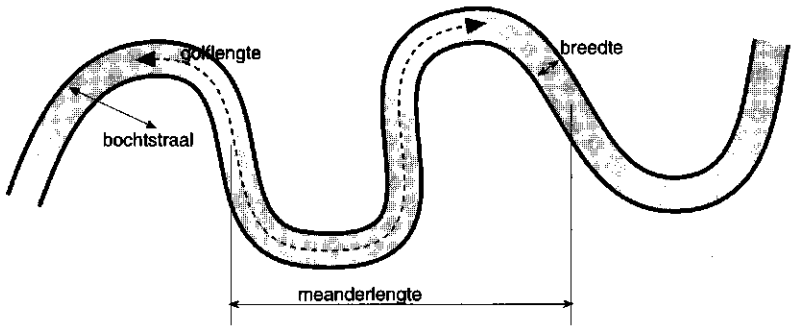
4.3.3.3 Het netwerk van beeklopen



Figuur 4.3.6
Vlechtende en meanderende patronen in het stroomgebied van de Rijn (bron: Gerken, 1988)

Meanderende, vlechtende en rechte beken
Een type netwerk dat specifiek samenhangt met de beekdallandschappen is het netwerk van beeklopen. Het netwerk van beeklopen kan tot de vertakte netwerken worden gerekend (Haggett & Chorley, 1969). Komend vanaf het brongebied voegen de beeklopen zich samen tot één hoofdstroom. Deze netwerken kunnen verschillende patronen ontwikkelen. Hierbij wordt veelal een onderscheid gemaakt tussen meanderende, rechte en vlechtende patronen (o.a. Leopold & Wolman, 1957; Pannekoek & Van Straaten, 1984; Schumm et al.,1987) (figuur 4.3.6). De beekdalstelsels in de Nederlandse zandgebieden kunnen tot het meanderende type worden gerekend. Meanderende beken hebben een enkelvoudige stroomgeul die bestaat uit min of meer regelmatig gevormde bochten. Deze bochten worden meanders genoemd, naar de Menderes een rivier in Klein-Azië, die in de Griekse tijd de naam Meander droeg (Kuenen, 1944). Het patroon van een meanderende beek wordt bepaald door een groot aantal factoren. Wolfert (1991) maakt hierbij onderscheid in onafhankelijke en afhankelijke factoren. Onafhankelijke factoren zijn de waterafvoer, de terreinhelling, het sedimenttransport, de textuur van het beddingmateriaal, de aard van het oevermateriaal en de oevervegetatie. De hiervan afhankelijke factoren zijn de breedte, de diepte, de maximum diepte, de stroomsnelheid, de sinuositeit en de meanderlengte van de beekloop. Ten grondslag aan de vorm van deze patronen ligt een aantal wetmatigheden die streven naar een evenwichtssituatie waarbij afhankelijke factoren (o.a. de vorm van de beekloop) zodanig zijn afgestemd op de onafhankelijke factoren dat de energie van de waterstroom zo economisch mogelijk wordt gebruikt (Leopold et al., 1964; Zonneveld, 1981). Voorwaarden voor een meanderende stroom zijn een geringe terreinhelling, een geringe water- en sedimentafvoer en relatief fijn bodem- en oevermateriaal (Moller-Pillot, 1971; De Molenaar, 1980; Bink et al., 1984; Bouwknegt & Gelok, 1992).

De geometrie van meanderende beken
Op basis van de beschikbare literatuur kan worden geconstateerd dat het patroon van een meanderende stroom wordt gekenmerkt door een aantal vaste geometrische relaties (o.a. Leopold & Wolman, 1957; Leopold et. al. 1964; Bouwknegt & Gelok 1992). Deze relaties zijn samengevat in figuur 4.3.7 en gelden zowel voor stroompjes van enkele decimeters breed als voor brede rivieren (Leopold et al., 1964[5]). Dit impliceert dat als het patroon van een meanderende rivier wordt verkleind en wordt vergeleken met het patroon van een smal meanderend beekje dat beide een vergelijkbare vorm blijken te hebben. Dit impliceert tevens dat de grootte van de meanders wordt bepaald door de positie binnen het beekdal- of rivierstelsel terwijl de vorm van de meanders onafhankelijk is van deze positie. De waarden dienen echter met enige voorzichtigheid te worden gehanteerd aangezien er veel uitzonderingen op de regel voorkomen (Bouwknegt & Gelok, 1992).



meanderlengte ≈ 7-10 x breedte
bochtstraal ≈ 2.7 x breedte
golflengte ≈ 11-16 x breedte
meanderlengte ≈ 4.7 x bochtstraal

Figuur 4.3.7
Enkele geometrische relaties binnen een meanderende beek. De golflengte is de afstand tussen twee overeenkomstige punten in de beek, gemeten langs de waterloop. De meanderlengte is de afstand tussen twee overeenkomstige punten in de beek, hemelsbreed gemeten (bron: Leopold & Wolman, 1957; Leopold et. al. 1964; Bouwknegt & Gelok 1992).

a. voorbeelden van meanderende beken

b. voorbeelden van rechte beken

c. overgangsvormen tussen meanderende en rechte beken

Figuur 4.3.8
Patronen van beeklopen. In het onderzoeksmateriaal komen zowel meanderende beken (a), rechte beken (b), als overgangsvormen (c) voor.

In het onderzoeksmateriaal komt een groot aantal voorbeelden van meanderende beken voor (figuur 4.3.8a). Gezien het grote aantal beekkanalisaties die in deze in deze eeuw hebben plaatsgevonden (zie hoofdstuk 2) ligt het voor de hand dat het aandeel meanderende beken groter is in het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900 dan in het recentere materiaal.

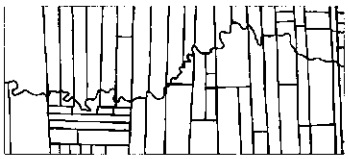
Rechte beken
Rechte beken komen in natuurlijke omstandigheden slechts zelden voor (Leopold & Wolman, 1957). Rechte beken die in de zandgebieden worden aangetroffen zijn gegraven beken of beken die zijn rechtgetrokken (figuur 4.3.8b). Dit type beken wordt ook wel 'genormaliseerde', 'gekanaliseerde' beken, of 'geabnormaliseerde' beken genoemd (o.a. Westhoff, et al., 1970). Daarnaast komen ook beken voor die van oorsprong een lineair karakter hebben, zoals bijvoorbeeld molenbeken en sprengenbeken. Tevens bestaan diverse overgangsvormen tussen meanderende en rechte beken. Deze overgangsvormen zijn veelal van oorsprong meanderende beken die in meer of mindere mate zijn rechtgetrokken (figuur 4.3.8c) Het rechttrekken van de beken heeft veelal in een aantal stappen plaatsgevonden, waardoor de loop van de beek na verloop van tijd steeds rechter is geworden.

De samenhang tussen het perceleringsnetwerk en het netwerk van beken
Ten opzichte van het hiervoor beschreven perceleringsnetwerk neemt het netwerk van beeklopen een bijzondere positie in. In 'natuurlijke' omstandigheden heeft een beek zijn eigen vormkarakteristiek die op basis van wetmatigheden tendeert naar een meanderende vorm. Bij de ontwik-

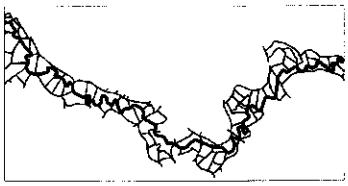
keling van het perceleringsnetwerk wordt daarentegen in meer of mindere mate gestreefd naar een geometrische vorm van de netwerkcellen. Met andere woorden er is een zeker spanningsveld tussen de wetmatige vorm van de beeklopen en de planmatige vorm van het perceleringsnetwerk. In het onderzoeksmateriaal zijn vier verschillende principes te onderscheiden in de wijze waarop hiermee is omgegaan (figuur 4.3.9). Dit zijn:

a. de vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar;
b. de vorm van de beek is bovengeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk;
c. de vorm van de beek is ondergeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk;
d. de vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn nevengeschikt aan elkaar;

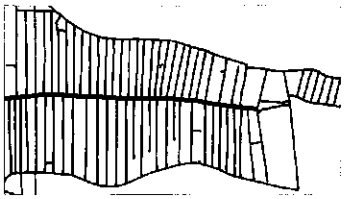
ad a) In het onderzoeksmateriaal komen enkele voorbeelden voor waarbij de vorm van de beek en de vorm het perceleringsnetwerk zich schijnbaar autonoom van elkaar hebben ontwikkeld. De beek heeft zijn kenmerkende meanderende vorm, terwijl het perceleringsnetwerk een regelmatige geometrische vorm heeft. Voorbeelden hiervan komen uitsluitend voor in het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900.
ad b) Rond 1900 komen ook veelvuldig situaties voor waarbij de vorm van de beek bovengeschikt is aan de vorm van het perceleringsnetwerk. Bij een dergelijke vorm van samenhang is de vorm van het perceleringsnetwerk aangepast aan de vorm van de beek. Over het algemeen resulteert dit in percelen met wisselende richtingen en onregelmatige vormen.



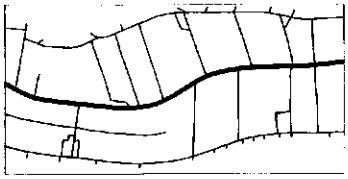
a. De vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar (Loodiep of Gutte, 1905)



b. De vorm van de beek is bovengeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk (Kleine Aa, 1895)



c. De vorm van de beek is ondergeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk (Vorrelvenen, 1983)



d. De vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn nevengeschikt (Beilerstroom, 1983)

Figuur 4.3.9
De samenhang tussen het perceleringsnetwerk en het netwerk van beeklopen (schaal 1:50.000).

ad c) Ook een tegengestelde vorm van samenhang komt veelvuldig voor. In dergelijke situaties is de vorm van de beek volledig ondergeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk. Dit betekent dat de beek is rechtgetrokken en geconformeerd aan de geometrische vorm van het perceleringsnetwerk. Voorbeelden van een dergelijke vorm van samenhang komen zowel in het recente onderzoeksmateriaal voor als in het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900.
ad d) Een tegenwoordig veel voorkomende vorm van samenhang tussen het perceleringsnetwerk en de beek is die waarbij de vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk nevengeschikt zijn. De beek is deels rechtgetrokken en het perceleringsnetwerk is enigszins geconformeerd aan de vorm van de beek. In dergelijke situaties onderscheidt de vorm van de beek zich nauwelijks van de vorm van de overige netwerklijnen.

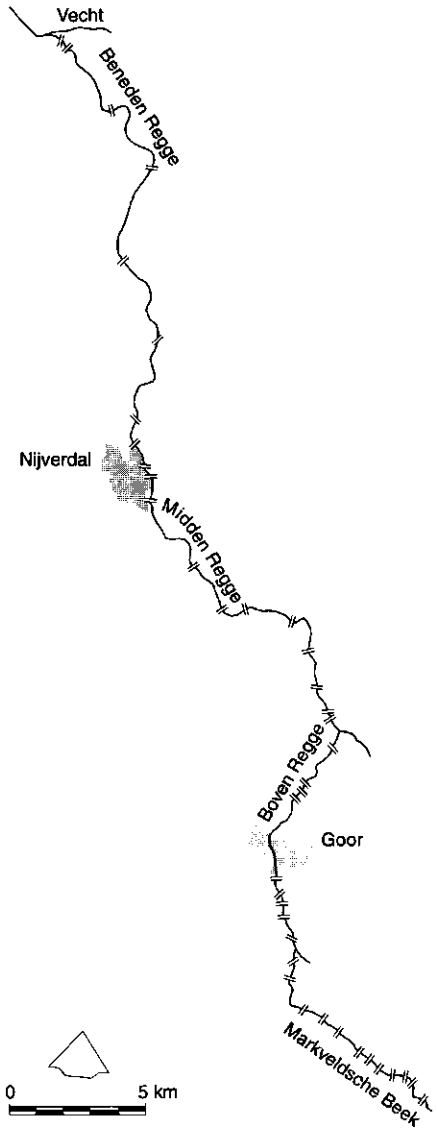
De wijze waarop beide netwerken met elkaar samenhangen wordt ook bepaald door de ruimtelijke positie van de beekloop binnen het beekdalenlandschap. Situaties waarbij de vorm van de beek ondergeschikt is aan de vorm van het perceleringsnetwerk of situaties waarbij beide netwerken autonoom ten opzichte van elkaar zijn, komen vrijwel uitsluitend voor in de bovenlopen. Deze relatie hangt samen met de hiërarchische ordening van het netwerk van beeklopen. Binnen dit hiërarchische stelsel hebben de bovenlopen een geringere breedte en waterafvoer, waardoor deze eenvoudiger zijn aan te passen aan het perceleringsnetwerk. In de benedenlopen is de vorm van het perceleringsnetwerk vrijwel altijd nevengeschikt of ondergeschikt aan de vorm van de beek, omdat de beek hier vanwege zijn breedte en af te voeren waterhoeveelheid minder eenvoudig is te manipuleren.

4.3.3.4 Het infrastructurele netwerk

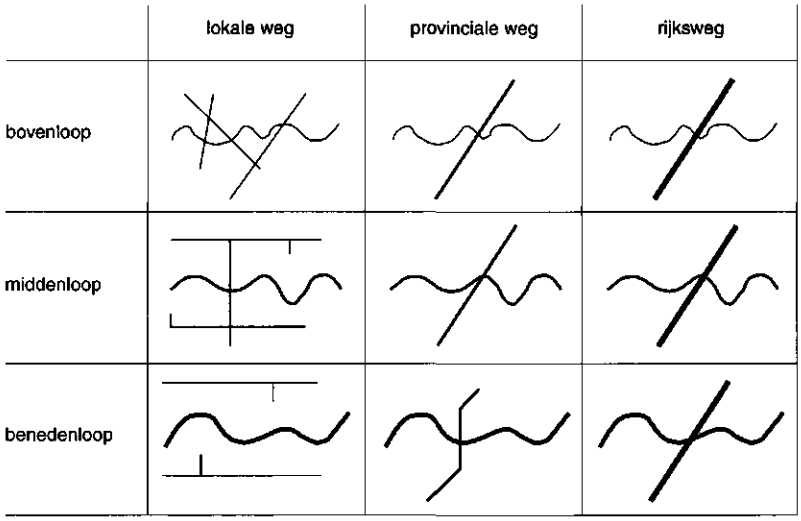
Het infrastructurele netwerk in de vorm van wegen, spoorlijnen en kanalen behoort tot de rondgaande netwerken. Met betrekking tot de beekdallandschappen is het infrastructurele netwerk slechts in beperkte mate relevant, aangezien het infrastructurele netwerk veelal buiten de beekdalen is gesitueerd. Wel van belang is de wijze waarop infrastructurele netwerken de beekdallandschappen doorsnijden. In dit opzicht speelt met name het netwerk van wegen een belangrijke rol. Het netwerk van wegen is een hiërarchisch geordend netwerk, waarbij onderscheid kan worden gemaakt in rijkswegen, provinciale wegen en lokale wegen.

De samenhang tussen het infrastructurele netwerk en het netwerk van beeklopen.

De wijze waarop het infrastructurele netwerk samenhangt met - het eveneens hiërarchisch geordende - netwerk van beeklopen wordt bepaald door de hiërarchische positie binnen beide netwerken (figuur 4.3.10). Rijkswegen passeren beeklopen zonder dat dit over het algemeen de tracering van de weg beïnvloedt. Dit impliceert dat rijkswegen schijnbaar van een hogere orde zijn dan het netwerk van beeklopen. Voor provinci-



Figuur 4.3.11
De mate waarin wegen de beekloop passeren wordt bepaald door de positie binnen het stelsel van beeklopen. In de bovenloop (zuid) passeren een groot aantal wegen de beekloop terwijl in de benedenloop (noord) slechts enkele wegen de beekloop passeren (Regge, 1985).



Figuur 4.3.10
Schematische weergave van de samenhang tussen het netwerk van wegen en het netwerk van beeklopen.

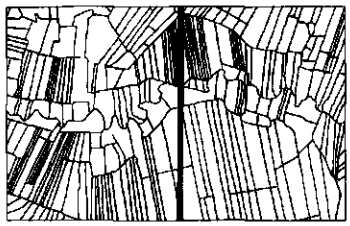
ale wegen geldt dit (globaal) ook voor zover het boven- en middenlopen betreft. Daar waar een provinciale weg echter een benedenloop passeert, gebeurt dit meestal loodrecht. Voor lokale wegen geldt dat deze in de bovenlopen de beeklopen kruisen zonder dat dit het wegtracé beïnvloedt. In de benedenlopen komen meestal maar weinig lokale wegen voor die de beek kruisen (figuur 4.3.11). Dit impliceert dat het netwerk van beeklopen van een hogere orde is dan het netwerk van lokale wegen. De lokale wegen lopen hier parallel aan de beeklopen (meestal langs de rand van het beekdal) of steken een gedeelte het beekdal in.

De samenhang tussen het infrastructurele netwerk en het perceleringsnetwerk

In tegenstelling tot het infrastructurele netwerk is het perceleringsnetwerk een niet-hiërarchisch lokaal netwerk. Het infrastructurele netwerk en het perceleringsnetwerk hangen nauw samen voor zover het de lokale wegen betreft. In dit geval zijn beide netwerken van een gelijke orde en meestal nevengeschikt aan elkaar. Indien het infrastructurele werken van een hogere orde betreft, zoals rijkswegen, spoorwegen en kanalen, zijn twee principes te onderscheiden in de wijze waarop beide netwerken met elkaar samenhangen. Dit zijn (figuur 4.3.12):

a. de vorm van het infrastructurele netwerk en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar;
b. de vorm van het perceleringsnetwerk is ondergeschikt aan de vorm van het infrastructurele netwerk.

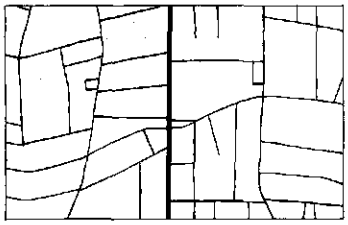
a. het infrastructurele netwerk en het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar



Drostendiep + spoorlijn (1905)

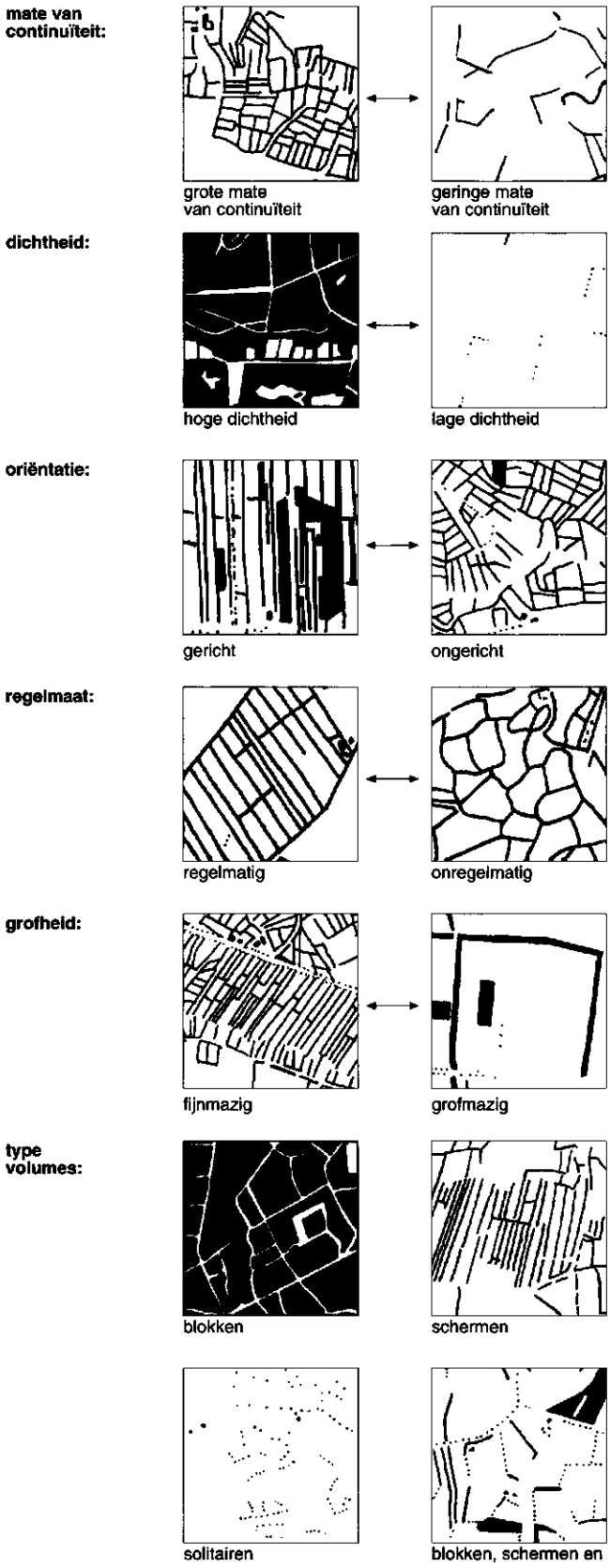
De Aa en de Zuid-Willemsvaart (1906)

b. het perceleringsnetwerk is ondergeschikt aan het infrastructurele netwerk



Drostendiep + spoorlijn (1983)

Figuur 4.3.12
De samenhang tussen het perceleringsnetwerk en het infrastructurele netwerk van een hoger orde (rijkswegen, kanalen, spoorlijnen). De infrastructuurlijnen zijn door middel van een dikke lijn weergegeven (schaal 1:50.000).



Figuur 4.3.13
In de beekdallandschappen komt een grote variatie aan volumepatronen voor. De voorbeelden laten grote verschillen zien in continuïteit, dichtheid, oriëntatie, regelmaat, grofheid en het type volumes (schaal 1:50.000).

4.3.4 Volumes

Door verschillen in ordening van solitairen, schermen en blokken ten opzichte van elkaar ontstaan verschillende ruimtelijke patronen. Figuur 4.3.13 laat zien dat in de beekdallandschappen een grote variatie aan patronen is te onderscheiden. Solitairen, schermen en blokken komen in verschillende verhoudingen en dichtheden voor en de mate van samenhang en spreiding van de volumes varieert sterk. Daarnaast zijn tussen de verschillende patronen uit figuur 4.3.13 diverse overgangsvormen voorstelbaar.
In de beekdallandschappen uit de periode rond 1900 komen met name patronen voor met een grote mate van samenhang, een hoge dichtheid aan volumes en met een groot aandeel aan schermen. In de huidige beekdallandschappen daarentegen komen vooral patronen voor met een geringe mate van samenhang, een lage dichtheid aan volumes en een gering aandeel aan schermen. Tevens bestaan de recentere patronen veelal uit een mengeling van solitairen, schermen en blokken.

De wijze waarop de volumes zijn gespreid in de ruimte hangt echter sterk samen met de opbouw van de andere morfologische lagen (terreinvormen, netwerken). Daarom zal in de komende paragrafen aan de hand van deze samenhang nader worden ingegaan op de vorm en spreiding van de volumes.

4.3.5 Samenhang tussen de drie morfologische lagen

4.3.5.1 Samenhang tussen de volumes en de netwerken

Netwerken zijn een belangrijk ordenend mechanisme voor de volumes. In hoofdstuk 3 is hierbij onderscheid gemaakt in volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerklijnen en volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerkcellen. Daarnaast komen ook volumes voor waarvan de ruimtelijke positie niet samenhangt met de netwerken.

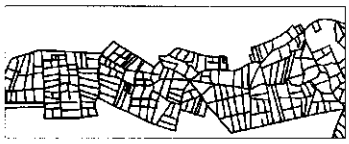
Volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerklijnen

Het onderzoeksmateriaal laat een groot aantal voorbeelden zien waarbij de ruimtelijke positie van de volumes samenhangt met de netwerklijnen. Deze veelheid aan voorbeelden is globaal in drie groepen te verdelen. Dit zijn (figuur 4.3.14 a t/m c):

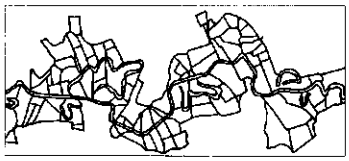
a. alle netwerklijnen worden geaccentueerd door schermen;
b. een gedeelte van de netwerklijnen wordt geaccentueerd door schermen en/of solitairen;
c. een specifiek type netwerklijnen (perceelsgrenzen, beken of wegen) wordt geaccentueerd door schermen en/of solitairen.

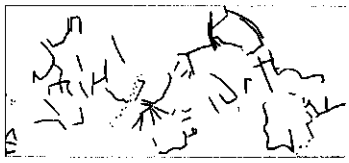
NETWERKEN | VOLUMES

a) volledige accentuering van de netwerklijnen door volumes



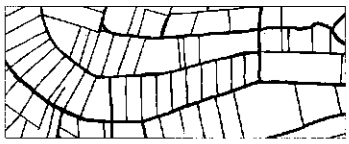
b) gedeeltelijke accentuering van de netwerklijnen door volumes

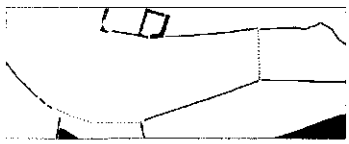




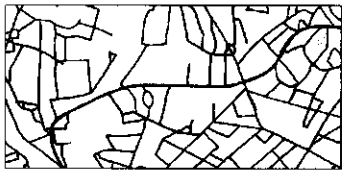
c) accentuering van een specifiek type netwerklijn:

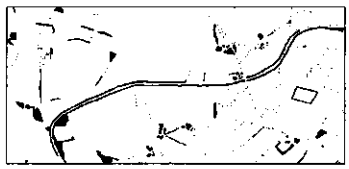
accentuering van de wegen



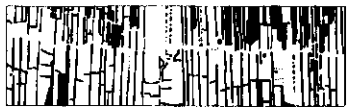


accentuering van de beekloop

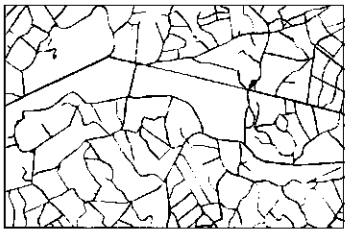


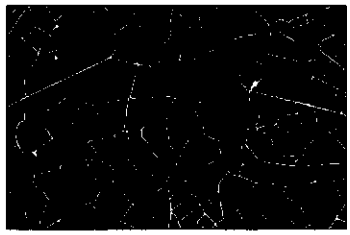


accentuering van de netwerklijnen, met uitzondering van de beekloop



d) volledige accentuering van de netwerkcellen





e) gedeeltelijke accentuering van de netwerkcellen door volumes

f) in het beekdal komen ook volumes voor die geen samenhang met het netwerk vertonen

Figuur 4.3.14
De samenhang tussen de volumes en de netwerken. De figuur laat zien dat de wijze waarop de volumes en de netwerken samenhangen sterk kan verschillen. Hierdoor worden de netwerklijnen of netwerkcellen in meer of mindere mate geaccentueerd. Ook komt het voor dat een specifiek type netwerklijn wordt geaccentueerd (c) of dat er geen samenhang is tussen de volumes en de netwerken (f).

ad a) In het onderzoeksmateriaal komen beekdalen voor waarvan vrijwel alle netwerklijnen worden geaccentueerd door schermen. In dergelijke situaties is het volumepatroon een directe afspiegeling van de netwerklijnen (vergelijk met figuur 3.4.11a). Beekdalen met dergelijke volumepatronen kwamen veelvuldig voor aan het eind van de 19e eeuw. Opvallend is dat dergelijke patronen met name zijn aangetroffen in de boven- en middenlopen van de beekdalstelsels en nauwelijks in de benedenlopen. Dit verschijnsel kan mogelijk worden verklaard door verschillen in abiotische condities tussen boven- en benedenloop. In veel benedenlopen van de beekdalstelsels was in het begin van deze eeuw de grondwaterstand over het algemeen dusdanig hoog dat de sloten tussen de percelen permanent watervoerend waren en derhalve konden fungeren als perceelsscheiding. In de midden- en bovenlopen was dit niet het geval, waardoor hier meer kavelgrensbeplantingen zijn toegepast als perceelsscheiding.

ad b) In de meeste gevallen wordt maar aan een gedeelte van de netwerklijnen geaccentueerd door schermen en/of solitairen. Dit betekent dat de mate waarin de netwerken herkenbaar zijn in het volumepatroon afhankelijk is van de dichtheid aan schermen en solitairen. Neemt de dichtheid aan schermen en solitairen af dan neemt ook de herkenbaarheid van de netwerken af.

ad c) In sommige situaties accentueren schermen of solitairen een specifiek type netwerklijnen. Voorbeelden hiervan zijn wegbeplantingen of beekbegeleidende beplantingen. Ook het tegengestelde van beekbegeleidende beplantingen komt voor. Dit zijn situaties waarbij alle netwerklijnen worden geaccentueerd, met uitzondering van de beekloop.

Volumes waarvan de ruimtelijke positie samenhangt met de netwerkcellen

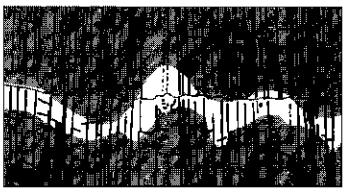
De ruimtelijke positie van volumes kan ook samenhangen met de netwerkcellen figuur 4.3.14 d en e. Voorbeelden hiervan zijn boselementen of bebouwingsconcentraties. In principe hangt de ruimtelijke positie van alle blokken samen met de netwerkcellen. Deze blokken accentueren hierdoor de netwerkcellen. Dit betekent tevens dat bij regelmatige of onregelmatige netwerkcellen ook de blokken respectievelijk regelmatig of onregelmatig van vorm zijn.

Beekdalen waarbij alle netwerkcellen worden geaccentueerd door blokken komen in het onderzoeksmateriaal slechts incidenteel voor (figuur 4.3.14d). Veelal wordt slechts een gedeelte van de netwerkcellen door blokken geaccentueerd (figuur 4.3.14e). In de meeste gevallen is er echter een combinatie van schermen en solitairen die de netwerklijnen accentueren en blokken die de netwerkcellen accentueren.

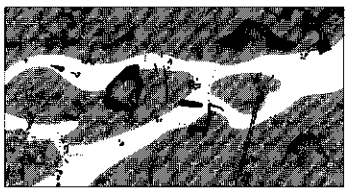
Volumes waarvan de ruimtelijke positie niet samenhangt met de netwerken

Niet van alle volumes hangt de ruimtelijke positie samen met de netwerkcellen of netwerklijnen. Incidenteel komen in het onderzoeksmateriaal ook volumes voor waarvan de ruimtelijke positie niet samenhangt met de netwerken (figuur 4.3.14f). Voorbeelden hiervan komen met name voor in het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900. In deze periode zijn een aantal beekdalen nog niet ontgonnen, waardoor hier geen cultuurlijke netwerken voorkomen of slechts fragmentarisch zijn ontwikkeld. In dergelijke situaties wordt de positie en de vorm van de volumes bepaald door de biotische factoren in relatie tot de abiotische factoren. De volumes die in deze beekdalen voorkomen hebben kenmerkende organische patronen. Tegenwoordig komen deze organische patro-

a. volumes en de vorm van het beekdal zijn twee autonome morfologische lagen



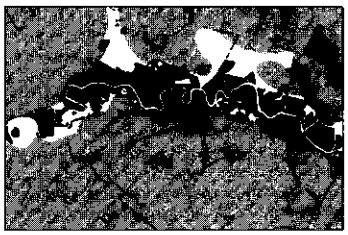
Ruinerwold Aa, 1908



Bolscherbeek, 1986

b. volumes zijn ondergeschikt aan de vorm van het beekdal

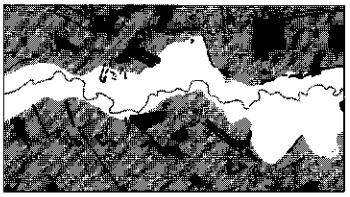
Concentratie van volumes in het beekdal



Dinkel, 1984

Eekmaten, 1899

Concentratie van volumes buiten het beekdal



Reest bij de Pieperij, 1983

Staverdensche Beek, 1989

Concentratie van volumes langs de rand van het beekdal

Andersche Diep, 1989

Broekenloop 1989

Figuur 4.3.15
De samenhang tussen de volumes en de vorm van het beekdal. De figuur laat zien dat er grote verschillen zijn in de wijze waarop beide morfologische lagen samenhangen. In de eerste voorbeelden (a) is er schijnbaar geen samenhang tussen beide morfologische lagen. In de andere voorbeelden (b) is er een duidelijke samenhang tussen de volumes en de vorm van het beekdal, waardoor de vorm van het beekdal wordt geaccentueerd door de volumes.

nen vrijwel uitsluitend voor in natuurgebieden of half-natuurlijke situaties waarbij er sprake is van extensieve begrazing of van een dusdanig extensief grondgebruik dat spontane bosopslag plaatsvindt. Andere voorbeelden waarbij er geen samenhang lijkt te bestaan tussen de ruimtelijke positie van de volumes en de netwerken zijn solitaire bomen die niet samenhangen met een netwerklijn maar in een perceel zijn gesitueerd. Dergelijke situaties kunnen onder andere ontstaan als percelen aaneen worden gevoegd (bijvoorbeeld in het kader van een ruilverkaveling). Bekend zijn voorbeelden waarbij restanten van kavelgrensbeplantingen worden uitgerasterd en midden in de aaneengevoegde percelen komen te liggen (De Jonge, 1988). Dergelijke, niet aan het netwerk gebonden volumes zijn uitermate kwetsbaar en verdwijnen over het algemeen na verloop van tijd (hetzij doordat ze worden gerooid, hetzij door vertrapping van de wortels).

Op basis van het onderzoeksmateriaal kan worden geconcludeerd dat beide morfologische lagen (volumes en netwerken) nauw met elkaar samenhangen, waarbij het netwerk een belangrijk ordenend mechanisme is voor de volumes.

4.3.5.2 Samenhang tussen de volumes en de terreinvormen

Tussen de volumes en de terreinvorm bestaan verschillende vormen van samenhang. Hierin zijn twee hoofdprincipes te onderscheiden (zie figuur 4.3.15):

a. De volumes en de vorm van het beekdal fungeren als twee autonome morfologische lagen (geen samenhang);
b. De vorm en de positie van de volumes zijn ondergeschikt aan de vorm van het beekdal.

ad a) De volumes en de vorm van het beekdal kunnen fungeren als twee autonome morfologische lagen. In dergelijke situaties onderscheidt het beekdallandschap zich ruimtelijk meestal niet of nauwelijks van het omringende landschap. Deze ruimtelijke situaties komen met name voor bij een weinig uitgesproken dalvorm en als de abiotische verschillen tussen het beekdal en de omgeving weinig verschillen. Dit laatste kan het gevolg zijn van de afwezigheid van duidelijke abiotische verschillen, maar het kan ook zijn dat de abiotische verschillen door menselijk ingrijpen zijn genivelleerd. In feite is er in dergelijke situaties nauwelijks sprake van een beekdallandschap, aangezien er geen onderscheid is met het omringende landschap.

ad b) Indien de vorm en de positie van de volumes onderschikt zijn aan de vorm van het beekdal betekent dit dat de vorm van het beekdal op een of andere wijze wordt geaccentueerd. In de wijze waarop dit plaatsvindt zijn een drietal ordeningsprincipes te onderscheiden. Dit zijn:
- concentratie van volumes in het beekdal;
- concentratie van volumes buiten het beekdal;
- concentratie van volumes langs de rand van het beekdal.

Aan het begin van dit hoofdstuk is gesteld dat de terreinvorm kan worden beschouwd als de ruimtelijke expressie van het abiotisch systeem. De eerder gepresenteerde voorbeelden laten zien dat de invloed van de terreinvorm, en daarmee het abiotisch systeem, op de vorm van de beekdallandschappen sterk kan verschillen. In sommige situaties is het abiotisch systeem nauwelijks van invloed op de vorm (figuur 4.3.15a), terwijl in andere situaties de vorm een directe afspiegeling is van het abiotisch systeem (figuur 4.3.15b).

4.3.5.3 Samenhang tussen de netwerken en de terreinvorm

De wijze waarop de netwerken en de terreinvorm, in dit geval de vorm van de beekdalen, samenhangen verschilt per type netwerk.

Het perceleringsnetwerk en de terreinvorm

Tussen de vorm van de perceleringsnetwerken en de terreinvorm bestaan verschillende morfologische relaties. In de wijze waarop de vorm van de perceleringsnetwerken en de vorm van de beekdalen[6] met elkaar samenhangen zijn twee hoofdprincipes te onderscheiden (figuur 4.3.16). Dit zijn:

a. De vorm van de perceleringsnetwerken en de vorm van het beekdal fungeren als twee autonome morfologische lagen;
b. De vorm van de perceleringsnetwerken is ondergeschikt aan de vorm van het beekdal.

ad a) Sporadisch komen perceleringsnetwerken voor die gesuperponeerd zijn over het beekdal en waarbij de vorm van de perceleringsnetwerken niet samenhangt met de vorm van het beekdal (vergelijk met figuur 3.4.10d). Dit zijn veelal regelmatige perceleringsnetwerken. In deze situaties zijn de perceleringsnetwerken en de terreinvorm te beschouwen als twee onafhankelijke morfologische lagen met eigen vormkenmerken. In dergelijke situaties is er meestal maar een geringe dalvorm aanwezig en verschillen de abiotische omstandigheden in het beekdal meestal maar nauwelijks van buiten het beekdal (hetzij van nature, hetzij doordat de technische mogelijkheden zijn benut om de abiotische condities te manipuleren).

ad b) In situaties waarbij de vorm van de perceleringsnetwerken ondergeschikt is aan de vorm van het beekdal is het netwerk in meer of mindere mate een afspiegeling van de terreinvorm. In het onderzoeksmateriaal zijn een drietal ordeningsprincipes te onderscheiden. Dit zijn:

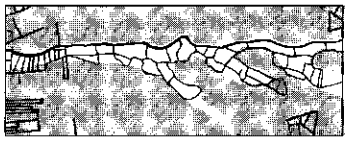
- het perceleringsnetwerk is geconformeerd aan de vorm van het beekdal;
- de vorm van het beekdal is ingekaderd in het perceleringsnetwerk;
- het perceleringsnetwerk is een globale afgeleide van de vorm van het beekdal.

In de voorbeelden waarbij de vorm van de perceleringsnetwerken is geconformeerd aan de organische vorm van het beekdal is het percele-

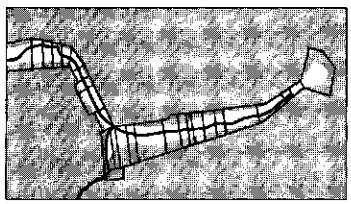
a. De vorm van het perceleringsnetwerk en de vorm van het beekdal fungeren als twee autonome morfologische lagen

b. De vorm van het perceleringsnetwerk is ondergeschikt aan de vorm van het beekdal:

het perceleringsnetwerk is geconformeerd aan de vorm van het beekdal



de vorm van het beekdal is ingekaderd in het perceleringsnetwerk



het perceleringsnetwerk is een globale afgeleide van de vorm van het beekdal

Figuur 4.3.16
De samenhang tussen de perceleringsnetwerken en de terreinvorm. De figuur toont verschillende principes volgens welke de perceleirngsnetwerken met de vorm van het beekdal kunnen samenhangen. Er kan geen samenhang zijn (a) of in meer of mindere mate samenhang (b). Is er een grote mate van samenhang dan vormt het perceleringsnetwerk een afspiegeling van de vorm van het beekdal.

ringsnetwerk een directe afspiegeling van de terreinvorm. Deze situaties komen met name voor indien er sprake is van een duidelijke dalvorm en/of van duidelijke abiotische verschillen. Het type perceleringsnetwerk kan zowel onregelmatig als regelmatig zijn. Een dergelijke grote mate van samenhang tussen de perceleringsnetwerken en de terreinvorm is het duidelijkst zichtbaar in situaties waarbij het beekdal wel maar de omgeving van het beekdal niet is ontgonnen. In het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900 komt deze situatie veelvuldig voor.

In de voorbeelden waarbij de organische vorm van het beekdal is ingekaderd in een regelmatig netwerk is de vorm van het perceleringsnetwerk als het ware een gestileerde vorm van het beekdal.
De situatie waarbij de vorm van het perceleringsnetwerk globaal samen-

hangt met de vorm van het beekdal is een veel voorkomende vorm van samenhang. Deze situatie komt met name voor als er een geleidelijke overgang is tussen het beekdal en de omgeving of indien de abiotische verschillen tussen het beekdal en de omgeving zijn genivelleerd.

Het infrastructurele netwerk en de terreinvorm

Met betrekking tot de samenhang tussen het infrastructurele netwerk en de terreinvorm kan een onderscheid worden gemaakt in het nationale, provinciale en lokale infrastructurele netwerk.

Ten aanzien van het nationale infrastructurele netwerk (figuur 4.3.17) valt op dat er nauwelijks een ruimtelijke samenhang valt te constateren tussen het netwerk van rijkswegen (dikke lijn) en de beekdalstelsels. Het netwerk van rijkswegen wordt nauwelijks beïnvloed door de beekdalen en ligt als het ware als een autonoom netwerk gesuperponeerd over de beekdalstelsels. De rijkswegen hebben daarentegen wel een ruimtelijke relatie met het stelsel van rivieren. Uit de figuur blijkt dat de rijkswegen ter hoogte van de rivieren ofwel parallel aan de rivieren zijn gesitueerd ofwel de rivieren loodrecht doorsnijden.

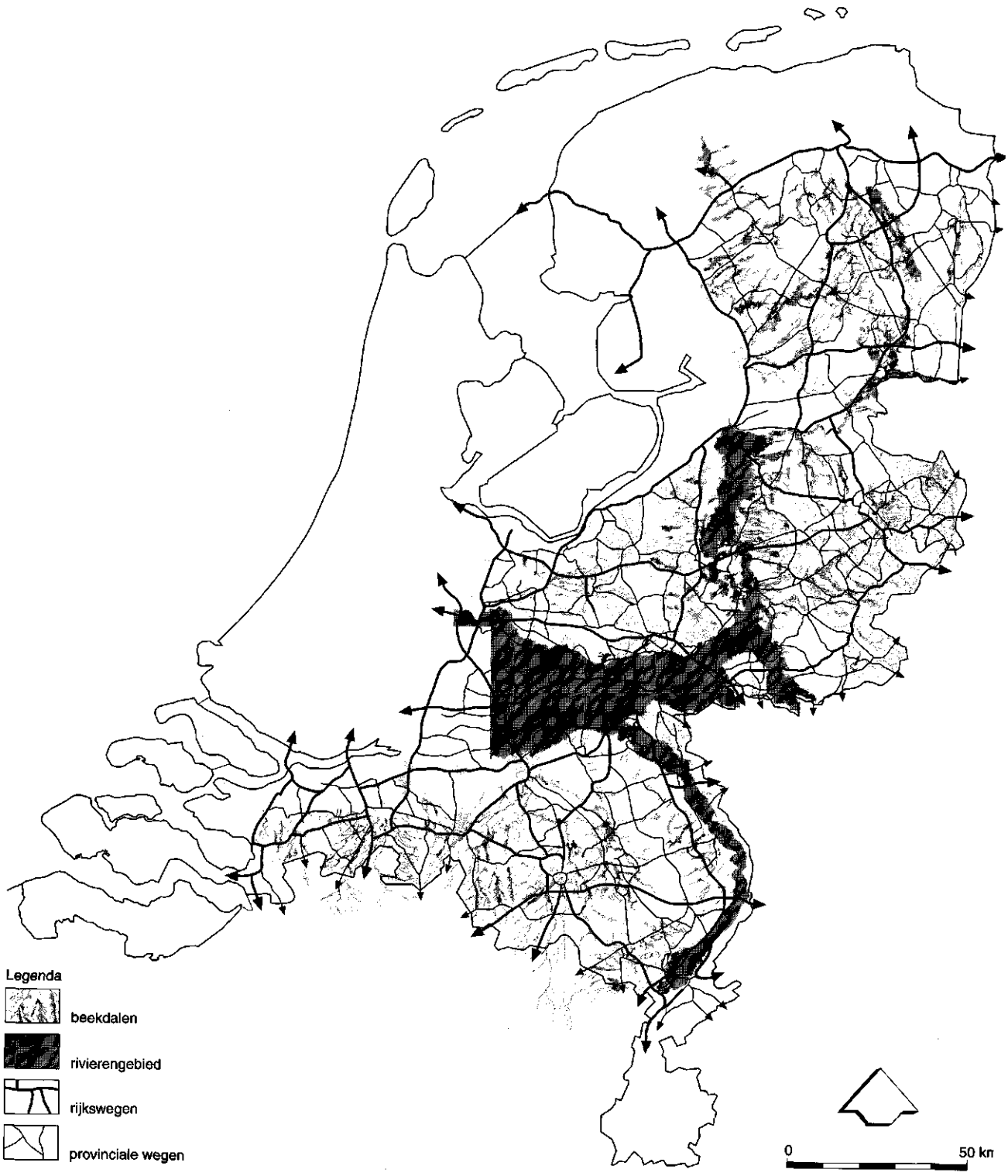
Voor de provinciale wegen (dunne lijn in figuur 4.3.17) is dit beeld enigszins anders. Uit de figuur blijkt dat veel provinciale wegen wel enige samenhang vertonen met de beekdalstelsels. De provinciale wegen zijn of parallel aan de beekdalstelsels gesitueerd of staan hier loodrecht op en doorsnijden de beekdalstelsels loodrecht.

Ten aanzien van het lokale infrastruturele netwerk geldt dat dit netwerk slechts fragmentarisch is ontwikkeld in de beekdalen. Figuur 4.3.18 laat voor een gedeelte van West-Brabant en het aangrenzende deel van België zien dat de lokale wegen met name buiten de beekdalen zijn gesitueerd. De reden hiervoor is dat vanwege de (van oorsprong) natte omstandigheden in de beekdalen de wegen bij voorkeur zijn gesitueerd langs de rand of buiten de beekdalen. Met name oude wegtracés zijn derhalve veelal gesitueerd op de hoogwaterlijn, net buiten het beekdal. Tevens lopen veel lokale wegen dood in de beekdalen, in de vorm van insteekwegen. De wegen die de beekdalen wel kruisen doen dit veelal loodrecht op het beekdal.

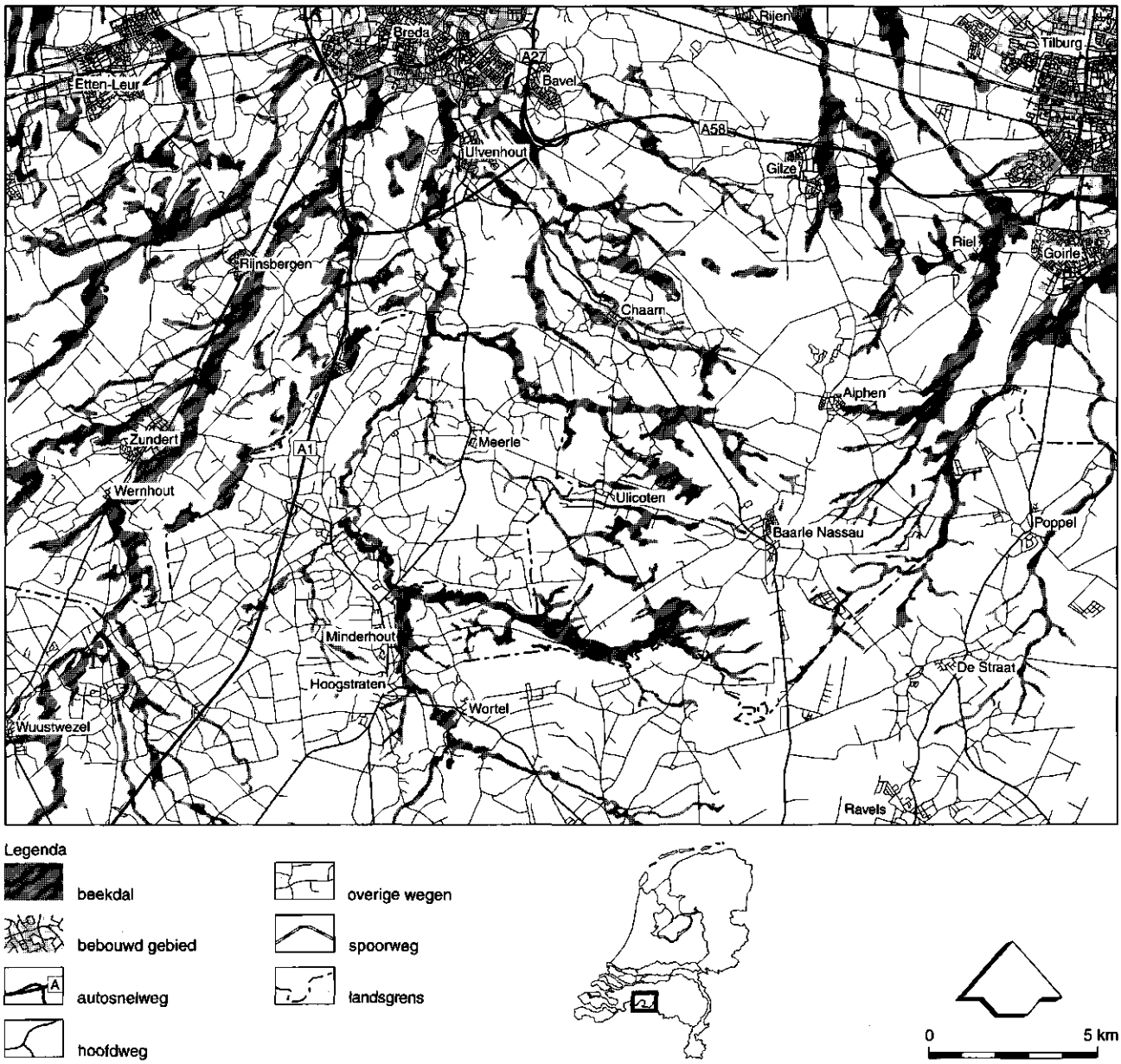
Op grond van het voorgaande kan worden gesteld dat het netwerk van rijkswegen schijnbaar van een hogere orde is, terwijl het netwerk van lokale wegen van een lagere orde is dan de beekdalstelsels. Het netwerk van provinciale wegen is schijnbaar van een vergelijkbare orde. Voor het netwerk van kanalen en spoorwegen geldt dat deze evenals de rijkswegen van een hogere orde zijn dan de beekdalstelsels.

Het netwerk van beeklopen en de terreinvorm

Tussen het netwerk van beeklopen en de beekdalen bestaat van nature een grote mate van samenhang doordat de beeklopen de laagste plekken in de beekdalen onderling verbinden. Op veel plaatsen is deze natuurlijke samenhang door menselijk ingrijpen echter geheel of gedeeltelijk verloren gegaan (zie ook hoofdstuk 2). Hierbij kan gedacht worden aan het rechttrekken van beken, waarbij de beekloop soms buiten het beekdal



Figuur 4.3.17
De samenhang tussen het nationale infrastructurele netwerk en de beekdalen



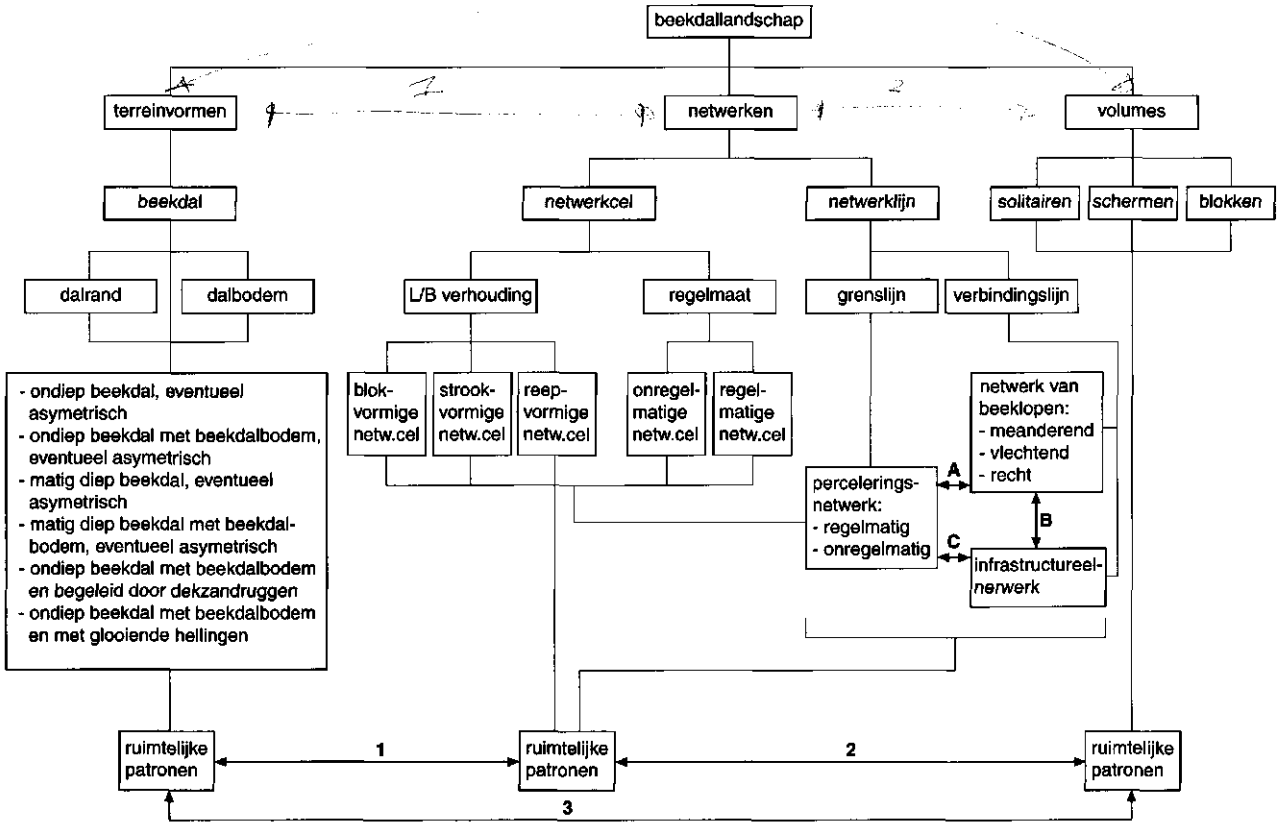
Figuur 4.3.18
De samenhang tussen het lokale infrastructurele netwerk en de beekdalen

is komen te liggen. Ook de uitbreiding van het drainagenet heeft er voor gezorgd dat de beeklopen zijn uitgebreid tot buiten de beekdalen.

4.3.6 De samenhang tussen de gehanteerde begrippen

In de voorgaande paragrafen is aan de hand van het landschapsmorfologisch model geanalyseerd hoe volumes, netwerken en terreinvormen zijn gespreid in de ruimte en hoe deze drie morfologische lagen met elkaar samenhangen. Uit het gepresenteerde onderzoeksmateriaal blijkt dat er binnen de beekdallandschappen een grote rijkdom is aan morfologische verschillen en relaties. Met behulp van het landschapsmorfologisch model zijn de verschillende vormaspecten benoemd.

In figuur 4.3.19 is aangegeven hoe de gehanteerde begrippen met elkaar samenhangen.



A) Samenhang tussen het perceleringsnetwerk en de vorm van de beek:
- de vorm van de beek is bovengeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk;
- de vorm van de beek is ondergeschikt aan de vorm van het perceleringsnetwerk;
- de vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn nevengeschikt aan elkaar;
- de vorm van de beek en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar.

B) Samenhang tussen het netwerk van beeklopen en het Infrastructureel netwek:
- de vorm van de beekloop en de vorm van het infrastuctureel netwerk zijn autonoom
- de vorm van de beekloop is ondergeschikt aan de vorm van het infrastructureel netwerk
- de vorm van de beekloop is bovengeschikt aan de vorm van het infrastructureel netwerk

C) Samenhang tussen het perceleringsnetwerk en het Infrastructurele netwerk:
- de vorm van het perceleringsnetwerk is ondergeschikt aan de vorm van het infrastructurele netwerk;
- de vorm van het infrastructurele netwerk en de vorm van het perceleringsnetwerk zijn autonoom ten opzichte van elkaar.

1) Samenhang tussen de terreinvorm en de netwerken:
- de vorm van de netwerken is ondergeschikt aan de vorm van het beekdal;
- de vorm van de netwerken en de vorm van het beekdal zijn autonoom ten opzichte van elkaar.

2) Samenhang tussen de volumes en de netwerken:
- vorm en posities ondergeschikt aan vorm van het netwerk, waarbij:
  . alle netwerklijnen worden geaccentueerd door schermen;
  . een gedeelte van alle netwerklijnen wordt geaccentueerd door schermen en/of solitairen;
  . een specifiek type netwerklijnen (perceelsgrenzen, beken of wegen) wordt geaccentueerd door schermen en/of solitairen.

3) Samenhang tussen de volumes en de terreinvorm:
- de volumes en de vorm van het beekdal fungeren als twee autonome morfologische lagen;
- de vorm en positie van de volumes is ondergeschikt aan de vorm van het beekdal, waarbij:
  . concentratie van volumes in het beekdal;
  . concentratie van volumes buiten het beekdal;
  . concentratie van volumes langs de rand van het beekdal.

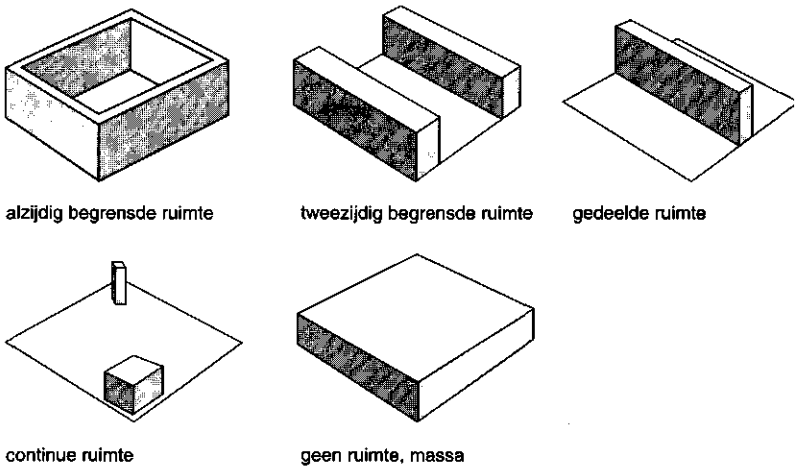
Figuur 4.3.19
Morfologische begrippen en relaties vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen. De figuur geeft een overzicht van de morfologische begrippen en relaties die zijn gehanteerd voor de analyse van de spreiding van terreinvormen, netwerken en volumes in de ruimte en voor de analyse van de samenhang tussen de drie morfologische lagen.

4.4 Beekdallandschappen vanuit het perspectief van de gevormde ruimte

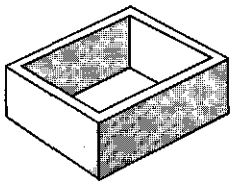
4.4.1 Inleiding

In de vorige paragraaf zijn de vormaspecten van de beekdallandschappen geanalyseerd op basis van de spreiding van volumes, netwerken en terreinvormen in de ruimte en op basis van de samenhang tussen de drie morfologische lagen. In deze paragraaf worden de vormaspecten van de beekdallandschappen geanalyseerd vanuit het perspectief van de gevormde ruimte. Deze ruimte ontstaat door de interactie tussen de drie morfologische lagen.

Voor de analyse van de ruimte is gebruik gemaakt van de vijf ruimtetypen die in paragraaf 3.3.4 zijn onderscheiden. Dit zijn alzijdig begrensde ruimten, tweezijdig begrensde ruimten, verdeelde ruimten, continue ruimten, geen ruimte, massa (figuur 4.4.1). Onderzocht wordt hoe deze vijf ruimtetypen zich manifesteren in de beekdallandschappen. Aspecten die hierbij aan de orde komen zijn onder andere de vorm, maat en begrenzing van de ruimte en de aard van de begrenzing van de ruimte. Aangezien deze paragraaf betrekking heeft op dezelfde materie als de vorige paragraaf, maar dan vanuit een andere invalshoek, bestaat er een nauwe relatie tussen beide paragrafen. Daar waar dwarsverbanden tussen beide paragrafen voorkomen wordt dat aangegeven.



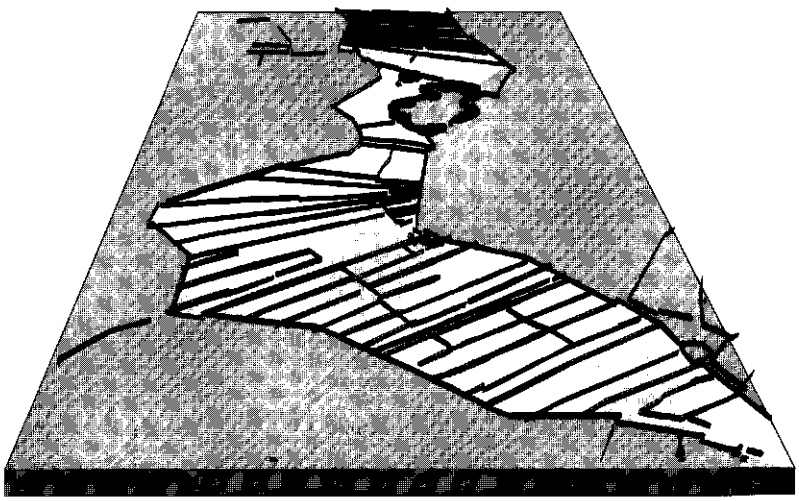
Figuur 4.4.1
De vijf ruimtetypen aan de hand waarvan de beekdallandschappen worden geanalyseerd.



4.4.2 Alzijdig begrensde ruimten

Tot de alzijdig begrensde ruimten behoren ruimten die aan alle zijden zijn begrensd. Hierdoor zijn alzijdig begrensde ruimten naar binnen gekeerd en zetten aan tot rust. De essentie van alzijdig begrensde ruimten is dat er sprake is van een 'binnen' en een 'buiten' en dat de grens tussen binnen en buiten eenduidig vast ligt.

In de beekdallandschappen komen alzijdig begrensde ruimten met name voor in het onderzoeksmateriaal uit de periode rond 1900. Figuur 4.4.2 laat een computersimulatie zien van een beekdallandschap dat bestaat uit een aaneenschakeling van alzijdig begrensde ruimten. In het recentere onderzoeksmateriaal is dit type ruimten sterk afgenomen. Alzijdig begrensde ruimten zijn veelal het resultaat van netwerklijnen die worden geaccentueerd door schermen (zie ook figuur 4.3.14a).



Figuur 4.4.2
Alzijdig begrensde ruimten. De figuur is een eenvoudige computersimulatie van het Oude Diep uit 1899. In het beekdal (lichtgrijs) komt een aaneenschakeling van alzijdig begrensde ruimten voor.

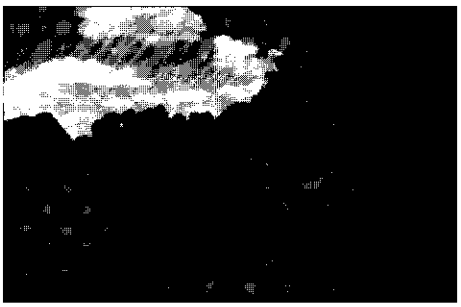
a. alzijdig begrensde ruimte met gesloten wanden

b. alzijdig begrensde ruimte met transparante wanden

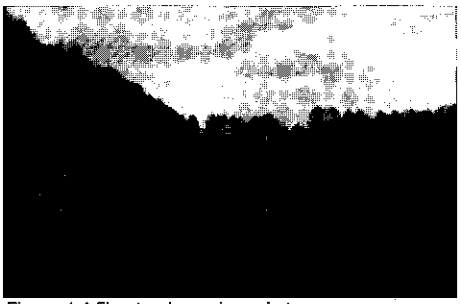
Figuur 4.4.3
De wanden van alzijdig begrensde ruimten kunnen zowel gesloten (a) als transparant (b) zijn.

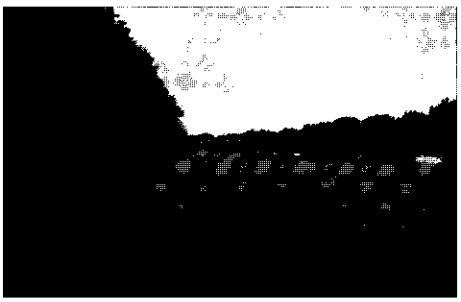
De wanden van alzijdig begrensde ruimten kunnen variëren van volledig gesloten wanden tot grotendeels transparante wanden (figuur 4.4.3). De aard van de wanden die de ruimten begrenzen kunnen sterk verschillen. In de meeste situaties bestaan de wanden van de ruimten uit beplantings- of bebouwingselementen. Daarnaast kunnen de wanden ook gedeeltelijk uit reliëfvormen bestaan of een combinatie van reliëfvormen en volumes. Een veel voorkomend voorbeeld van een dergelijke combinatie is beplanting langs de rand van het beekdal.

Figuur 4.4.4a. onregelmatige ruimte


Figuur 4.4.4b. regelmatige ruimte

Figuur 4.4.5a. blokvormige ruimte


Figuur 4.4.5b. strookvormige ruimte


Figuur 4.4.5c. reepvormige ruimte

Binnen de groep van alzijdig begrensde ruimten is een grote variatie in regelmaat, vorm en grootte van de ruimten. Op grond hiervan is een onderscheid mogelijk in respectievelijk:
- regelmatige en onregelmatige ruimten
- blokvormige, strookvormige en reepvormige ruimten
- kamertjes en compartimenten

Regelmatige en onregelmatige alzijdig begrensde ruimten

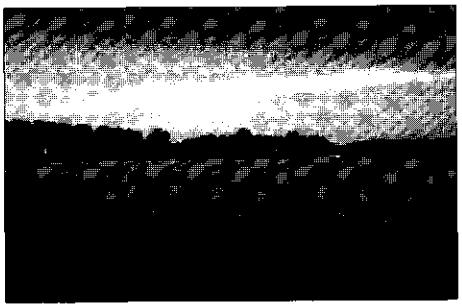
Op basis van verschillen in regelmaat kan onderscheid worden gemaakt in regelmatige ruimten en onregelmatige ruimten. Een regelmatige ruimte is gedefinieerd als een ruimte waarvan het grondvlak, de netwerkcel, wordt gevormd door een rechthoek, parallellogram, trapezium of twee aaneengesloten rechthoeken. Alle overige ruimten zijn onregelmatig van vorm (figuur 4.4.4). Deze definitie is een afgeleide van de definitie zoals die wordt gehanteerd voor regelmatige en onregelmatige percelen (Andringa, 1977; Van Wijk, et al., 1979; zie ook §3.4.3).

In de beekdallandschappen komen al deze genoemde vormen van ruimten voor. De vorm van de ruimten is een afgeleide van de vorm van het onderliggende netwerk. Regelmatige ruimten zijn veelal het resultaat van een regelmatig netwerk en onregelmatige ruimten zijn veelal het resultaat van een onregelmatig netwerk.

Blokvormige, strookvormige en reepvormige alzijdig begrensde ruimten

De verhouding tussen de lengte en breedte van alzijdig begrensde ruimten kan sterk verschillen. Op basis van deze verschillen is een onderscheid mogelijk in blokvormige, strookvormige en reepvormige ruimten (figuur 4.4.5). Deze indeling kan worden afgeleid van de indeling zoals die wordt gehanteerd voor blokvormige, strookvormige en reepvormige percelen (zie ook figuur 4.3.5).
Dit betekent dat blokvormige ruimten een lengte/breedte verhouding hebben die varieert van 1 tot 2, strookvormige ruimten een lengte/breedte verhouding die varieert van 2 tot 6 en reepvormige ruimten een lengte/breedte verhouding die groter is dan 6. Door het grote verschil tussen de lengte en de breedte hebben strookvormige en reepvormige ruimten een richting. Figuur 4.4.2 is een voorbeeld van een aaneenschakeling van reepvormige en strookvormige ruimten met een gemeenschappelijke richting.
Strook- en reepvormige ruimten zijn meestal regelmatig van vorm, terwijl blokvormige ruimten zowel regelmatig als onregelmatig van vorm kunnen zijn.

Figuur 4.4.6a: kamertje



Figuur 4.4.6b: compartiment

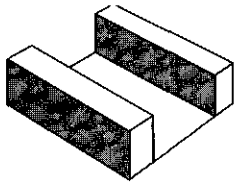
Kamertjes en comparimenten

De maat van de ruimten in de beekdallandschappen kent grote verschillen. In de onderzochte beekdallandschappen kwamen ruimten voor die globaal varieerden van een oppervlakte van minder dan een halve hectare tot een oppervlakte van meer dan 10 hectare. Op basis van verschillen in de maat van de ruimte zijn twee groepen te onderscheiden die kamertjes en compartimenten zijn genoemd (figuur 4.4.6).

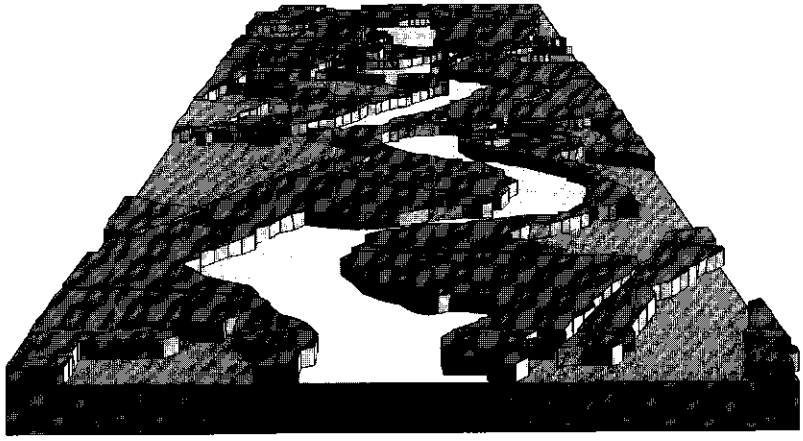
Kamertjes zijn kleine ruimten die de opervlakte van één netwerkcel hebben. Veel voorkomend zijn kamertjes waarbij de grenzen van de ruimte worden gevormd door kavelgrensbeplantingen.

Compartimenten zijn grote ruimten waarvan de oppervlakte meerdere netwerkcellen groot is. Veel voorkomend zijn compartimenten waarbij de ruimte wordt begrensd door beplantingselemenen langs de wegen (zie ook figuur 4.3.14c). Bij de compartimenten is de vorm van de ruimte op ooghoogte vaak nauwelijks te herkennen vanwege grote afstand tussen de wanden van de ruimte.

4.4.3 Tweezijdig begrensde ruimten

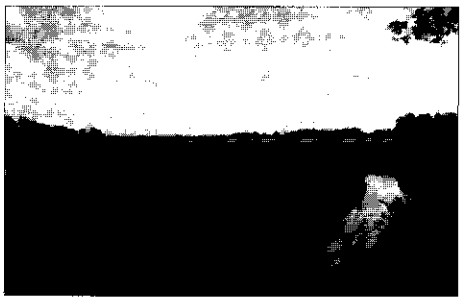


Tweezijdig begrensde ruimten hebben als kenmerk dat ze langgerekt zijn en dat het begin en eind van de ruimte veelal niet vanaf één positie is te overzien. Hierdoor zetten tweezijdig begrensde ruimten aan tot beweging en zijn derhalve naar buiten gekeerd. Bij tweezijdig begrensde ruimten ligt de grens tussen binnen en buiten wel vast in de breedterichting, maar niet in de lengterichting.



Figuur 4.4.7
Tweezijdig begrensde ruimten. De figuur is een computersimulatie van het beekdal van de Staverdensche beek uit 1989. Het beekdal (lichtgrijs) is een slingerende open ruimte die wordt begrensd door de bossen langs de rand van het beekdal.

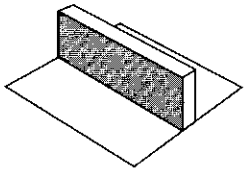
Figuur 4.4.8a: een smalle tweezijdig begrensde ruimte (bovenloop van het Springendal in Oost-Twente)



Figuur 4.4.8b: een brede tweezijdig begrensde ruimte (Gasterensche Diep in Drente)

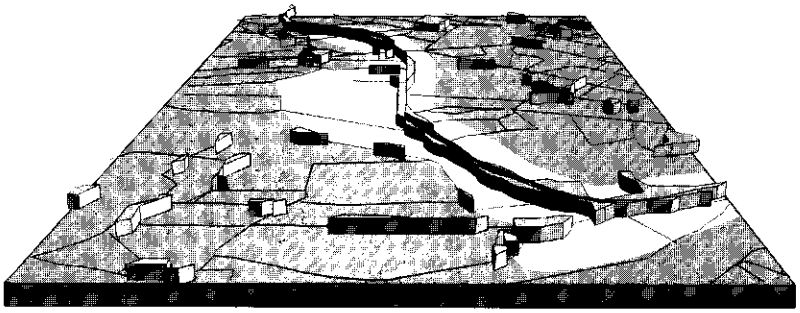
In de beekdallandschappen komen verschillende vormen van tweezijdig begrensde ruimten voor. Tweezijdig begrensde ruimten worden veelal gevormd door volumes langs de rand van het beekdal, waardoor de vorm van de ruimte samenhangt met de vorm van het beekdal (figuur 4.4.7). In dergelijke situaties is er een sterke samenhang tussen de volumes en de terreinvorm, waardoor de volumes de dalranden accentueren. Incidenteel komen dermate uitgesproken dalranden voor dat deze zelf de ruimte begrenzen. Bij de meeste tweezijdig begrensde ruimten is er echter sprake van een combinatie van beplantingselementen en dalranden (zie ook figuur 4.3.16b). De breedte van dergelijke tweezijdig begrensde ruimten wordt bepaald door de breedte van het beekdal. Hierdoor kunnen zowel zeer brede als zeer smalle tweezijdig begrensde ruimten ontstaan (figuur 4.4.8). Tweezijdig begrensde ruimten komen ook voor als een beek aan weerszijden wordt begeleid door beplantingselementen die op enige afstand van de beek zijn gesitueerd (figuur 4.4.9).

Figuur 4.4.9: Een smalle tweezijdig begrensde ruimte gevormd door bomenrijen op enige afstand van de beek (Schipbeek, Overijssel).

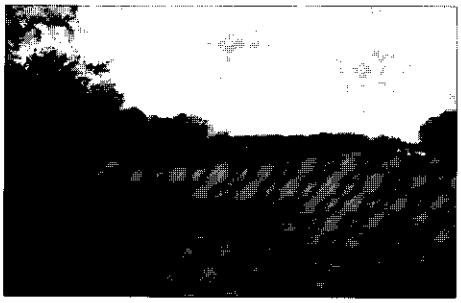


4.4.4 Gedeelde ruimten

Gedeelde ruimten hebben als kenmerk dat de ruimte wordt verdeeld door volumes. Hierdoor is er niet sprake van een binnen en een buiten, maar in feite onstaat aan beide zijden van het scherm een ruimte die aan één zijde wordt begrensd.



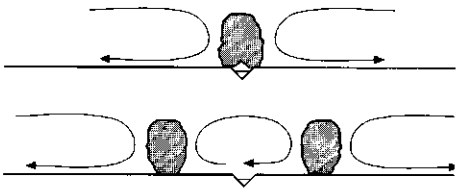
Figuur 4.4.10
Gedeelde ruimten. De figuur is een computersimulatie van het beekdal (lichtgrijs) van de Midden-Regge uit 1984. De beplanting langs de Regge begrenst de ruimte.



Figuur 4.4.11: Beekbegeleidende beplanting (links) begrenst de ruimte (Ratumse beek in de Achterhoek).

In de beekdallandschappen worden gedeelde ruimten met name gevormd door beekbegeleidende beplantingen (figuur 4.4.10 en 4.4.11). De grens van de ruimte ligt in dit geval langs de rand van de beek. De beplanting kan zowel transparant als gesloten zijn en kan bestaan uit regelmatige bomenrijen als uit meer natuurlijke beplanting. Bij beekbegeleidende beplantingen wordt een specifiek type netwerk geaccentueerd, namelijk het netwerk van beeklopen (zie ook figuur 4.3.14c).

Uit een vergelijking met de vorige paragraaf blijkt dat afhankelijk van de positie van de beekbegeleidende beplanting ten opzichte van de beek, zowel een gedeelde ruimte als een tweezijdig begrensde ruimte kan ontstaan (figuur 4.4.12).

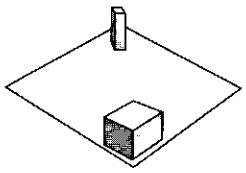


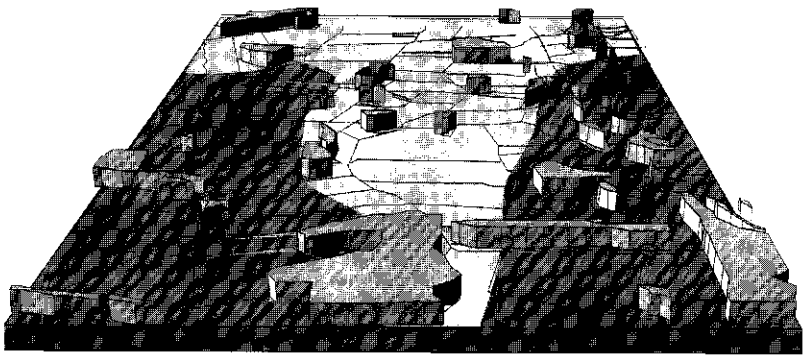
Figuur 4.4.12
Afhankelijk van de positie van de beplanting ten opzichte van de beekloop kan zowel een gedeelde ruimte (a) als een tweezijdig begrensde ruimte (b) ontstaan.

4.4.5 Continue ruimten

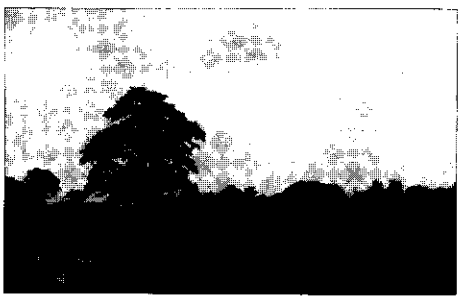
Het kenmerk van continue ruimten is dat de volumes of de terreinvormen de ruimten niet begrenzen. De aanwezige volumes liggen als losse volumes in een continue ruimte. Continue ruimten komen overeen met de 'vagues' van Thiel (1961) en de 'diffuser Raum' van Curdes (1993). In continue ruimten kunnen rondom de afzonderlijke volumes wel gepolariseerde ruimten ontstaan die McCluskey 'space attracted' noemt.

In veel beekdallandschappen komt een schijnbaar willekeurige combinatie van losse blokken, schermen en solitairen voor (figuur 4.4.13 en 4.4.14). Daarnaast komen er ruimtelijke situaties voor waarbij een van de drie typen volumes overheerst (zie bijvoorbeeld figuur 4.3.14b). Continue ruimten komen met name voor in recente situaties.

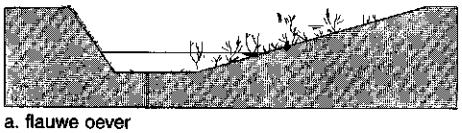


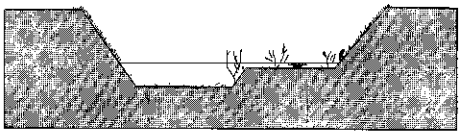


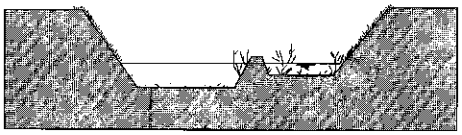
Figuur 4.4.13
Continue ruimten. De figuur is een computersimulatie van het beekdal (lichtgrijs) van de Buulder Aa uit 1981. De volumes begrenzen de ruimte niet.



Figuur 4.4.14 Continue ruimte


a. flauwe oever


b. plasberm


c. nevengeul

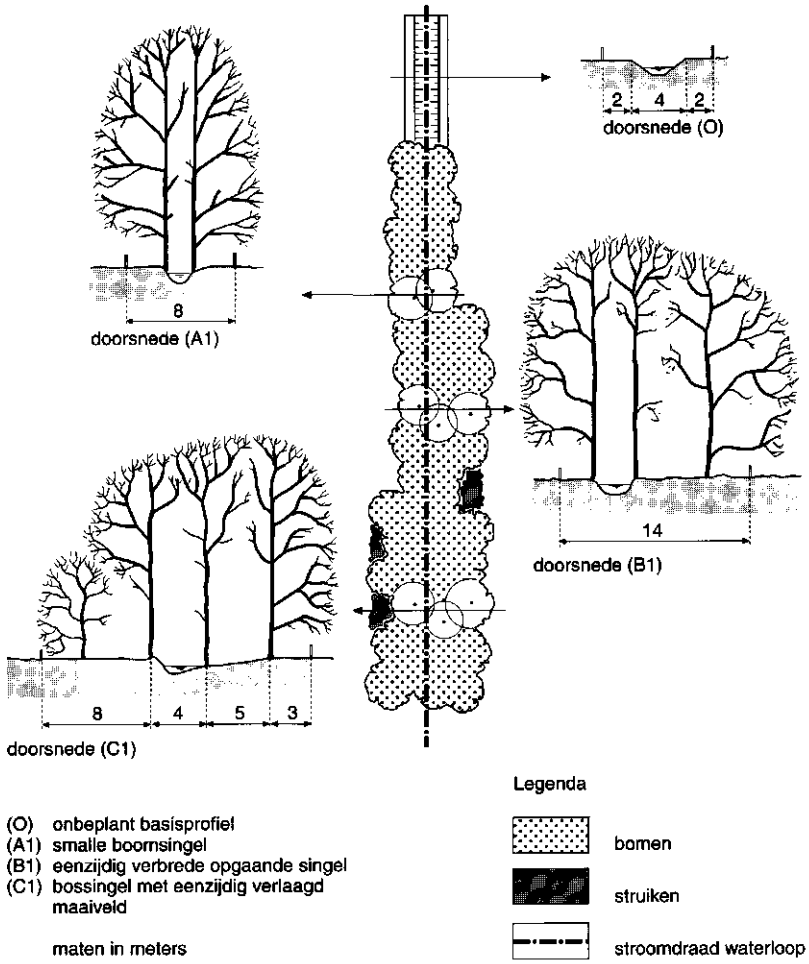
Figuur 4.5.6
Enkele voorbeelden van natuurtechnische profielen.

Beken met een natuurtechnische vorm worden gekenmerkt doordat het cultuurtechnische profiel aan één of beide oevers vervangen is door een zodanig profiel dat water- en oevervegetaties meer kans krijgen zich te ontwikkelen. Voorbeelden hiervan zijn flauwe oevers (hellingshoek circa 1:10), oevers met getrapt profiel of beeklopen die worden begeleid door nevengeulen (figuur 4.5.6). In de meeste gevallen hebben beken met een natuurtechnisch profiel een recht lengteprofiel. Dit komt doordat bij beken met een natuurtechnische vorm een afgeleide zijn van beken met een cultuurtechnische vorm. Hierbij is alleen het dwarsprofiel gewijzigd, terwijl het lengteprofiel ongewijzigd is gebleven. Bij beken met een natuurtechnische vorm zijn traditionele stuwen veelal vervangen door natuurtechnische stuwen, ook wel vistrappen of cascadestuwen genoemd. (figuur .4.5.7a en b). Door deze natuurtechnische stuwen wordt de continuïteit in de lengterichting van de beek hersteld.

Figuur 4.5.7
Voorbeelden van natuurtechnische stuwen. Links door middel van een technische constructie en rechts door middel van stenen.

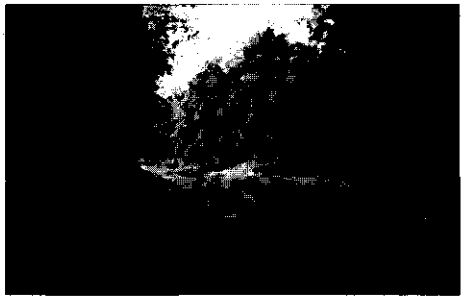
4.5.3 Beekbegeleidende beplantingen

Met beekbegeleidende beplantingen worden beplantingen bedoeld, aangelegd of spontaan ontwikkeld, gelegen in of langs de beekoever (Hermens & Wassink, 1992). Beekbegeleidende beplantingen hangen nauw samen met de hiervoor beschreven beekloop, aangezien beekbegeleidende beplantingen schermen zijn die het netwerk van beeklopen accentueren (zie ook figuur 4.3.14c). Ten aanzien van de vorm van de beplanting en de situering van de beplanting ten opzichte van de beekloop (het netwerk) bestaat een grote variatie. Beekbegeleidende beplantingen kunnen langs één of beide zijden van de beekloop zijn gesitueerd en kunnen uit één of meerdere rijen bomen of struiken bestaan (figuur 4.5.8). De beplanting kan bestaan uit bomenrijen, elzensingels of hout-



Figuur 4.5.8
Enkele voorbeelden van profielen van beekbegeleidende beplantingen (bron: Harmsen & Pols, 1989).

wallen. Daarnaast kan de beplanting direct langs of op enige meters afstand van de beek zijn gesitueerd. Dit laatste is het geval als de beplanting door een schouwpad van de beekloop is gescheiden. Tenslotte kan de breedte van de beekbegeleidende beplanting variëren van enkele meters tot enkele tientallen meters en kan de beplanting transparant of gesloten zijn. Een bijzonder type beekbegeleidende beplanting is de houtwalbeek. Bij een houtwalbeek is de beplanting gelegen op een aarden wal langs de beek[8].



Figuur 4.5.9
De beekbegeleidende bossen worden soms doorsneden door gekanaliseerde beken met een schouwpad. Hierdoor wordt het bos opgedeeld in verschillende delen.

4.5.4 Broekbossen

Het type bos dat van nature in de beekdalen voor komt is met name het elzenbroekbos (Stortelder et al., 1998). Uitgestrekte elzenbroekbossen komen tegenwoordig echter nog maar in enkele beekdalen voor. De huidige broekbossen hebben veelal een beperkte omvang.
In situaties waarbij de beek is gekanaliseerd zijn de broekbossen veelal van de beek gescheiden door een schouwpad. Hierdoor wordt het bos opgedeeld in verschillende beekdalelementen (figuur 4.5.9). Ook komt het voor dat de beek langs de rand van het bos is gelegd.
In Brabant komen naast elzenbroekbossen ook veelvuldig populierenbossen voor in de beekdalen. Daarnaast zijn veel elzenbroekbossen ingeplant met populieren. De populierenbossen onderscheiden zich morfologisch van de elzenbroekbossen doordat ze hoger en transparanter zijn.

4.6 Tot slot

In dit hoofdstuk zijn de vormaspecten van de beekdallandschappen vanuit verschillende perspectieven en op verschillende ordeningsniveaus geanalyseerd. Op de drie onderzochte ordeningsniveaus zijn verschillende aspecten van de vorm van de beekdallandschappen belicht.
Op het niveau van de beekdalstelsels is ingegaan op de patroonmatige aspecten van gehele beekdalstelsels.
Het niveau van de beekdallandschappen is het centrale niveau van dit onderzoek. Op dit niveau blijkt dat de beekdallandschappen zijn te beschouwen als complexe stelsels met een enorme rijkdom aan vormen. Met behulp van het landschapsmorfologisch model zijn de beekdallandschappen vanuit twee verschillende perspectieven onderzocht: het perspectief van de ruimtevormende elementen en het perspectief van de ruimte. Met behulp van het landschapsmorfologisch model is het mogelijk om de verschillende vormen en de verschillende relaties tussen vormen vanuit beide perspectieven inzichtelijk te maken. De figuren 4.3.19 en 4.4.17 geven een overzicht van de morfologische begrippen en relaties die relevant zijn vanuit het perspectief van de ruimtevormende elementen en vanuit het perspectief van de gevormde ruimte.
Indien wordt ingezoemd op de vorm van de afzonderlijke ruimtevormende elementen, de beekdalelementen, dan blijkt dat ook deze elementen kunnen worden beschouwd als complexe stelsels van vormen. Dit laat zien dat het ordeningsniveau waarop de vorm wordt geanalyseerd bepalend is voor de hoeveelheid of complexiteit van de vormen die worden waargenomen. Bijvoorbeeld op het niveau van de beekdallandschappen zijn beeklopen onderzocht als één-dimensionale netwerklijnen. Op het niveau van de beekdalelementen blijkt dat deze beeklopen een grote variatie aan drie-dimensionale vormen kunnen hebben. Hieruit blijkt dat de inhoud van de drie morfologische lagen niet absoluut is, maar afhangt van het ordeningsniveau waarop de beekdallandschappen worden beschouwd. Zo kunnen bijvoorbeeld de beekdalen op het niveau van de

beekdallandschappen worden opgevat als terreinvormen en op het niveau van de zandgebieden als (natuurlijke) netwerken. Evenzo kunnen beken op het niveau van de beekdalelementen worden beschouwd als tereinvormen.

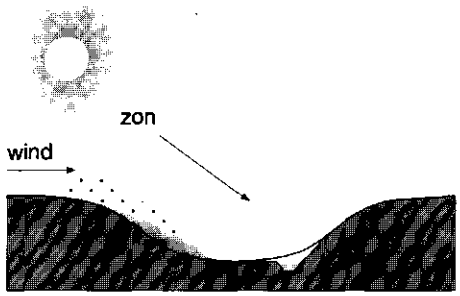
Noten

1 De basis van dit hoofdstuk wordt gevormd door het empirisch materiaal dat afkomstig is uit de volgende drie casestudy's:
- casestudy 1: patroonstudie van de Nederlandse beekdallandschappen (bijlage I);
- casestudy 2: Een analyse van het stroomgebied van de Regge (bijlage II);
- casestudy 3: analyse van natuurbouwprojecten en landinrich tingsprojecten (bijlage III en IV).

2 De beekdalen zijn afgebakend met behulp van de beschikbare geomorfologische en fysisch-geografische kaarten (schaal 1:50.000).Dit zijn de kaartbladen 17, 18, 22, 23, 28, 29, 32, 34, 35, 39, 40, 41, 45, 46 en 49 t/m 52 van de Geomorfologische kaart van Nederland en de volgende onderzoeksrapporten:
- Ten Cate, 1981. *Fysisch-geografische aspecten van het Friese Landschap.*
- Nijland, et al., 1982. *Milieukartering Drenthe 1974-1978. Deel 3; Fysische geografie.*
- Snijders, 1985. *Fysische geografie in de provincie Groningen.*
- Ten Houte de Lange, 1977. *Rapport van het Veluwe-onderzoek: Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatie beleid.*
- Buitenhuis, et al., 1991 *Geomorfologische gesteldheid van Midden en Oost Noord-Brabant.*

Uit de kaarten zijn de volgende legenda-eenheden geselecteerd voor de afbakening van de beekdalen:
- ondiepe en matig diepe dalvormige laagten;
- ondiepe en matig diepe beekdalbodems (eventueel met meanderruggen en geulen);
- beekdalglooiingen;
- beekoverstromingsvlakten;
- daluitspoelingswaaiers;
- niet dalvormige laagten (voor zover ze aan het beekdal grenzen).

3 Een dendrietisch patroon ontstaat als volgt: In eerste instantie ontstaat een parallel patroon van beekdalen. Vanuit het parallelle patroon ontstaat vervolgens een veervormig patroon (vele kleine, maar nog geen grote zijdalen). Tenslotte ontwikkelt zich hieruit het dendrietische patroon (Pannekoek & Van Straaten, 1984). Bij een sterke helling van het terrein kan er een blijvend patroon van parallelle beekdalen ontstaan (Bradshaw & Weaver, 1993).



Figuur 4.6.1
De ontstaanswijze van een asymmetrisch beekdal.

4 Het ontstaan van asymmetrische dalen wordt op verschillende manieren verklaard (Maarleveld & Van der Schans, 1961; Zonneveld, 1971; Zonneveld, 1981; Antrop, 1989). Tijdens de laatste ijstijd kwam de wind in hoofdzaak uit noordwestelijke richting. Het met de wind meegevoerde zandige materiaal werd in de luwte, op de westzijde van de beekdalen afgezet waardoor deze helling flauwer werd. Een andere, de vorige niet uitsluitende, mogelijkheid is dat zich meer sneeuw in de luwte verzamelde. Hierdoor bleef er op de westzijde langer sneeuw liggen en trad meer solifluctie op, waardoor de helling flauwer werd. Dit werd mogelijk versterkt doordat de oostzijde meer zon ontving en daardoor sneller ontdooide, waardoor de kans op solifluctie aan deze zijde geringer was. Bovendien werd door het hellingmateriaal de beek tegen de oostflank gedrukt waardoor deze flank werd ondermijnd en steiler werd.

5 Leopold et al. (1964) constateerde de relaties aan de hand van data van 50 beken en rivieren.

6 Ook hier geldt dat de samenhang tevens betrekking heeft op de met de terreinvorm samenhangende verschillen in abiotische condities, zoals verschillen in bodemopbouw en grondwaterstand.

7 Van Dale (1992) definieert een beek als een smal stromend water dat overal doorwaadbaar is. Hiermee onderscheid een beek zich van een rivier, waarvoor dit niet geldt.

8 In de praktijk worden ook beekbegeleidende beplantingen die niet op een aarden wallen zijn gelegen veelal als houtwalbeek aangemerkt.

5 EEN LANDSCHAPSMORFOLOGISCHE TYPOLOGIE

5.1 Inleiding

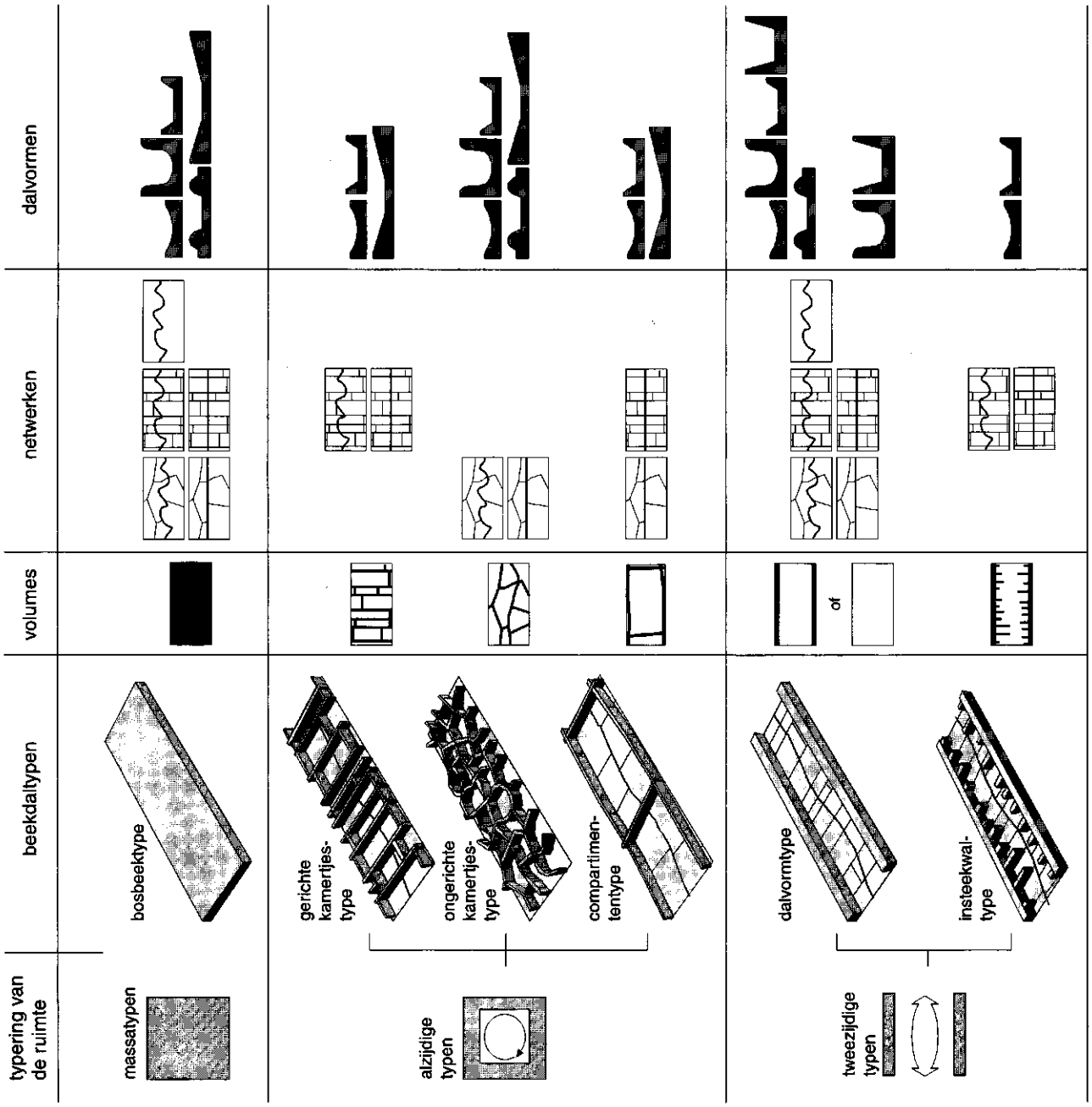
Het vorige hoofdstuk heeft laten zien dat de beekdallandschappen een grote rijkdom aan vormen hebben en hebben gehad. Zowel binnen de afzonderlijke morfologische lagen (terreinvormen, netwerken, volumes) bestaan grote vormverschillen, alsook in de wijze waarop de drie morfologische lagen met elkaar samenhangen. Deze vormverschillen en de wijze waarop de morfologische lagen met elkaar samenhangen vormen de basis voor de landschapsmorfologische typologie waarmee de beekdallandschappen kunnen worden getypeerd. Deze landschapsmorfologische typologie kan derhalve ook worden gezien als de synthese van de hoofdstukken 3 en 4.

Het doel van de landschapsmorfologische typologie is om de vormverschillen tussen beekdallandschappen te kunnen benoemen. Hierdoor wordt het mogelijk om de beekdallandschappen onderling te vergelijken. Daarnaast kan met behulp van de typologie mogelijk een relatie worden gelegd tussen de vorm en de achterliggende landschapsvormende factoren en processen. De typologie vormt tevens de basis voor hoofdstuk 6, waarin met behulp van de typologie het transformatieproces, zoals zich dat in de beekdallandschappen heeft voltrokken, inzichtelijk wordt gemaakt.

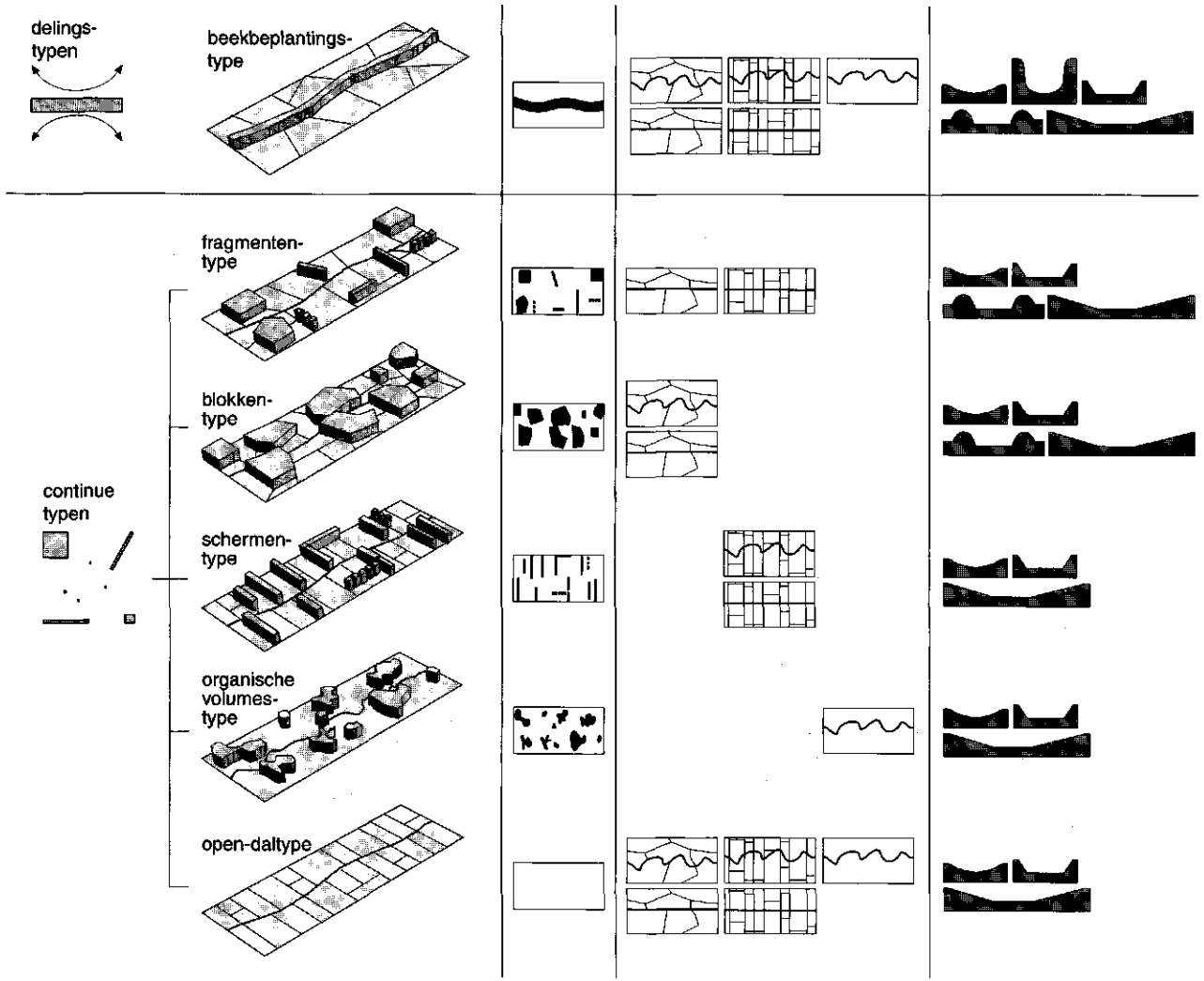
In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de wijze waarop de landschapsmorfologische typologie is opgezet (§5.2). Vervolgens worden de kenmerken van de verschillende beekdaltypen besproken (§5.3).

5.2 Opbouw van de typologie

Op basis van het empirisch materiaal is onderscheid gemaakt in 12 beekdaltypen (figuur 5.2.1). Deze beekdaltypen bestaan uit specifieke combinaties van de drie morfologische lagen (terreinvormen, netwerken en volumes). Voor het rangschikken van de beekdaltypen is de (algemeen geldende) typering van de ruimte uit paragraaf 4.4 als hoofdindeling gehanteerd. In deze paragraaf is onderscheid gemaakt in vijf ruimtetypen. Dit zijn (zie ook figuur 4.4.1):
1) massa, geen ruimte;
2) alzijdig begrensde ruimten;
3) tweezijdig begrensde ruimten;
4) gedeelde ruimten;
5) continue ruimten

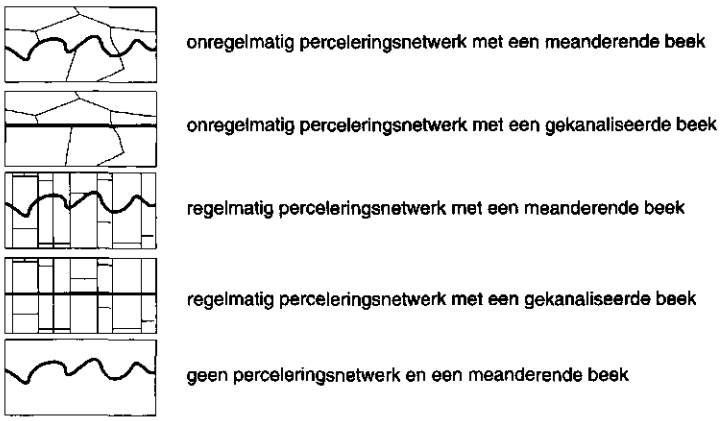


Figuur5.2.1:
De morfologische typologie van de beekdallandschappen.


delings-
typen
beekbeplantings-
type
fragmenten-
type
blokken-
type
continue
typen
schermen-
type
organische
volumes-
type
open-daltype

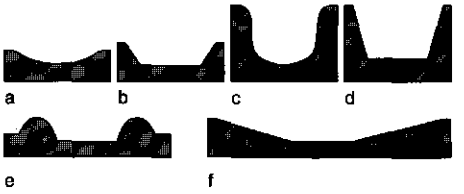
De op basis van deze ruimtetypen gerangschikte beekdaltypen zijn derhalve een aaneenschakeling van een bepaald type ruimte. Zo ontstaat bijvoorbeeld het ongerichte-kamertjestype door een aaneenschakeling van onregelmatige alzijdig begrensde ruimten[1]. Door de gehanteerde opzet is de typologie zowel een typering van de ruimte als een typering van de samenstellende delen waardoor de ruimte wordt gevormd. De opzet van de typologie is tevens zodanig dat zowel historische, huidige als toekomstige situaties met behulp van de typologie zijn te typeren. Hiermee is gepoogd om een typologie te ontwikkelen die niet gebonden is aan een bepaalde tijdsperiode.

Achter de beekdaltypen zijn met behulp van iconen de variaties binnen de afzonderlijke morfologische lagen weergegeven.
Met betrekking tot de volumes bestaat deze toevoeging uit slechts één mogelijkheid, met uitzondering van het dalvormtype. De reden hiervoor is dat in de vlakke Nederlandse zandgebieden de typering van de ruimte met name wordt bepaald door de wijze waarop volumes ten opzichte van elkaar zijn geordend. Dit betekent dat de vorm en positionering van de volumes nauw samenhangt met de gehanteerde hoofdopzet. Het dalvormtype vormt hierop een uitzondering, aangezien hier de begrenzing van de ruimte ook kan worden gevormd door de dalranden (terreinvorm).
Met betrekking tot de netwerken zijn een vijftal variaties (figuur 5.2.2.). Ten aanzien van de beeklopen is het onderscheid in meanderende en gekanaliseerde beeklopen aangegeven. Ten aanzien van de perceleringsnetwerken is het onderscheid in regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken of het ontbreken van een perceleringsnetwerk aangegeven. Bij de laatst genoemde situatie heeft de beekloop meestal een meanderende loop.



Figuur 5.2.2
Schematische weergave van de mogelijke netwerkvormen, zoals die zijn opgenomen als toevoeging achter de beekdaltypen in figuur 5.2.1.

Ten aanzien van de dalvormen is de indeling uit paragraaf 4.3.2 gehanteerd waarin onderscheid is gemaakt in ondiepe en matige diepe beekdalen, ondiepe en matige diepe beekdalen met een beekdalbodem, ondiepe beekdalen met een beekdalbodem en begeleid door dekzandruggen en ondiepe beekdalen met een beekdalbodem en begeleid door glooiende hellingen (figuur 5.2.3). Het onderscheid in asymmetrische of symmetrische beekdalen is niet aangegeven, aangezien dit niet uit de gebruikte geomorfologische kaarten afleesbaar is.

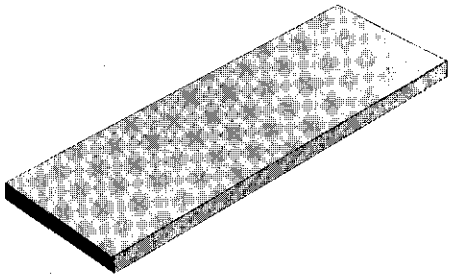


a. ondiep beekdal;
b. ondiep beekdal met beekdalbodem;
c. matig diep beekdal;
d. matig diep beekdal met beekdalbodem;
e. ondiep beekdal met beekdalbodem en begeleid door dekzandruggen
f. ondiep beekdal met beekdalbodem en met glooiende hellingen

Figuur 5.2.3

Schematische weergave van de mogelijke netwerkvormen, zoals die zijn opgenomen als toevoeging achter de beekdaltypen in figuur 5.2.1.

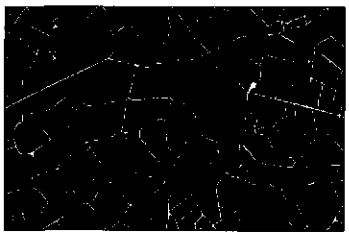
5.3 Toelichting op de beekdaltypen



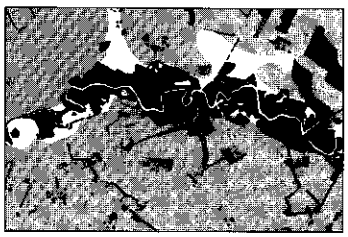
5.3.1 Massatypen

Algemene kenmerken

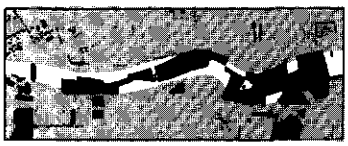
De massatypen hebben als kenmerk dat het beekdal grotendeels is bedekt met volumes. Deze volumes kunnen in principe bestaan uit bos of stedelijke bebouwing. In dit onderzoek zijn beekdallandschappen in het stedelijk gebied echter buiten beschouwing gelaten. Derhalve is binnen de massatypen uitsluitend onderscheid gemaakt in het bosbeektype.



a. Zowel het beekdal als het omringende landschap is bedekt met bos (Hierdensche beek, 1989)



b. Het beekdal is bedekt met bos, met uitzondering van enkele kleine zijdalletjes. In het bos komen enkele ruimten voor (Dinkel, 1984).



c. Het bosbeektype bedekt niet het gehele beekdal (Groote Molenbeek, 1989)

Figuur 5.3.1
Het bosbeektype. Bij dit beekdaltype is het beekdal grotendeels bedekt met bos.

Figuur 5.3.2
Het bosbeektype in een bovenloopsituatie (Slinge bij Winterswijk).

Bosbeektype

Bij het bosbeektype is het beekdal grotendeels bedekt met bos. Bij een gesloten bos betekent dit dat aan alle netwerkcellen volumes (blokken) zijn gekoppeld (figuur 5.3.1a). Het perceleringsnetwerk kan zowel een regelmatig als een onregelmatig netwerk zijn, of geheel ontbreken. In de meeste situaties is er echter sprake van een onregelmatig netwerk. De beekloop kan zowel meanderend als gekanaliseerd zijn. In situaties met een gesloten bos werkt de vorm van het netwerk echter niet differentiërend op de vorm van het beekdallandschap. Het bosbeektype is in combinatie met elke dalvorm aangetroffen, met uitzondering van de matig diepe beekdalen met een beekdalbodem. De mate waarin de dalvorm van invloed is op de begrenzing van het bosbeektype kan sterk verschillen. In figuur 5.3.1a is het gehele landschap bedekt met bos, terwijl in figuur 5.3.1b en c het bos beperkt is tot het beekdal. In het eerste geval onderscheidt het beekdal zich niet of nauwelijks van de omgeving, terwijl in het tweede geval het beekdal een structurerend element is in een open of half-open landschap.

Het bosbeektype waarbij het bos volledig gesloten is en het gehele beekdal bedekt is met bos komt slechts incidenteel voor. Meestal zijn er kleine ruimten of kamertjes in het beekdal aanwezig of zijn delen van het beekdal niet bedekt met bos (figuur 5.3.1b en c). Zolang het bos overheersend is, zijn deze variaties te benoemen als 'bosbeektype met kamer-

Figuur 5.3.3
In situaties waarbij de beek is gekanaliseerd komt veelal direct langs de beek een lange smalle ruimte voor die gevormd wordt door schouwpaden die de beek aan één of beide zijden begeleiden.

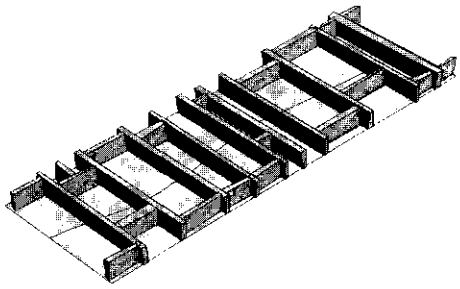
Figuur 5.3.4
Onder invloed van de dynamiek van het stromende water is een open ruimte langs de beek ontstaan. De ruimte is ontstaan in de binnenbocht van de beek, waar sedimentatie heeft plaatsgevonden.

tjes'. De vorm van de kamertjes in het bos wordt bepaald door de vorm van de netwerken.

Het bosbeektype is te beschouwen als het 'oertype'. Zonder ingrijpen van de mens, dus bij een zelfregulerende natuur, zouden onder het huidige klimaat grote delen van de beekdalen (mogelijk met uitzondering van de meer venige benedenlopen) in de Nederlandse zandgebieden bestaan uit dit beekdaltype. Dit impliceert niet dat dit bos volledig gesloten behoeft te zijn. Recent onderzoek van Vera (1997) geeft aan dat in een natuurlijk bos ook open of half-open delen voorkomen. Daar waar nu het bosbeektype voorkomt is dit echter geen oerbos maar door de mens aangeplant bos of door de mens beheerd bos (figuur 5.3.2). Het type bos is veelal elzenbroekbos. Het oorspronkelijke natte karakter van de elzenbroekbossen is als gevolg van ontwatering veelal verdwenen (During, 1987; Stortelder et al., 1998). In de zuidelijke zandgebieden komen naast elzenbroekbossen ook veelvuldig populierenbossen voor. In beekdallandschappen waar de beek is gekanaliseerd komt veelal direct langs de beek een lange smalle ruimte voor die wordt gevormd door schouwpaden die de beek aan één of beide zijden begeleiden (figuur 5.3.3). De breedte van de ruimte is afhankelijk van de breedte van de beek en de breedte van de schouwpaden. De schouwpaden zijn tijdens de kanalisatie van de beek aangelegd om machinaal onderhoud mogelijk te maken. Ook onder min of meer natuurlijke omstandigheden kunnen door de invloed van de dynamiek van het stromende water langs de beek open ruimten ontstaan (figuur 5.3.4).

5.3.2 Alzijdige typen

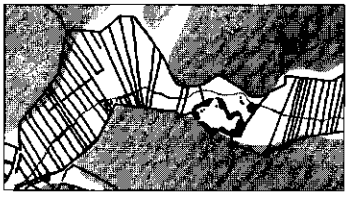
Algemene kenmerken
De alzijdige typen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat ze zijn opgebouwd uit een aaneenschakeling van alzijdig begrensde ruimten. De begrenzing van de ruimten wordt hoofdzakelijk gevormd door schermen die gekoppeld zijn aan de netwerklijnen. Deze schermen bestaan uit houtwallen, singels of bomenrijen en verdelen het beekdal in afzonderlijke 'kamers'. Afhankelijk van dichtheid van de beplanting en het jaargetijde zijn de wanden van de kamers gesloten of transparant. Langs de rand van het beekdal kunnen de wanden van de ruimte ook bestaan uit steilranden, of uit een combinatie van steilranden met beplanting.
Op basis van de vorm en de grootte van de ruimten is binnen de alzijdige typen onderscheid gemaakt in het gerichte-kamertjestype, het ongerichte-kamertjestype en het compartimententype.



Gerichte-kamertjestype

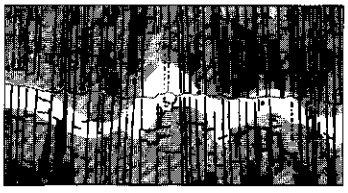
Het gerichte-kamertjestype wordt gekenmerkt doordat de ruimten in het beekdal in een gemeenschappelijke richting aan elkaar zijn geschakeld. De kamertjes zijn meestal loodrecht op het beekdal georiënteerd (figuur 5.3.5a). Daar waar bochten in het beekdal voorkomen kunnen hierdoor spits toelopende ruimten ontstaan (figuur 5.3.5b). De afzonderlijke kamertjes zijn veelal regelmatig van vorm (blokvormig, strookvormig of reepvormig). Aan het gerichte-kamertjestype ligt een regelmatig perceleringsnetwerk ten grondslag. Dit perceleringsnetwerk en de vorm van het beekdal kunnen op verschillende wijzen aan elkaar zijn gerelateerd (zie ook figuur 4.3.16). In sommige beekdallandschappen weerspiegelt de vorm van het netwerk - en dus ook de vorm van de kamertjes - de vorm van het beekdal in meer of mindere mate (figuur 5.3.5c), terwijl in andere beekdallandschappen het netwerk en de onderliggende dalvorm fungeren als twee autonome lagen (figuur 5.3.5d). In smalle beekdallandschappen hebben de kamertjes de breedte van het beekdal. In dergelijke situaties slingert de beek zich door de kamertjes (figuur 5.3.5b en e). Ook komt het voor dat de beek langs de rand van het beekdal is gelegen (figuur 5.3.5c). Opvallend is dat bij het gerichte-kamertjestype de beek in veel gevallen niet van beekbegeleidende beplanting is voorzien.

a. De ruimten zijn loodrecht op de beek en het beekdal georiënteerd. De beek is niet beplant (Aa of Run, 1898)

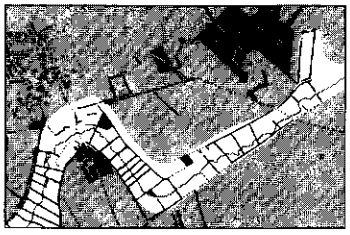


b. De ruimten zijn loodrecht op het beekdal gericht, waardoor in de bochten spits toelopende ruimten ontstaan. De buitenrand volgt gestileerd de dalrand. De beek slingert door de ruimtes. (Oude Diep, 1899)

c. De begrenzing van de ruimten is sterk gerelateerd aan de dalrand. De beek is aan weerszijden langs de dalrand gelegen en is grotendeels beplant (Eekmaten, 1899)



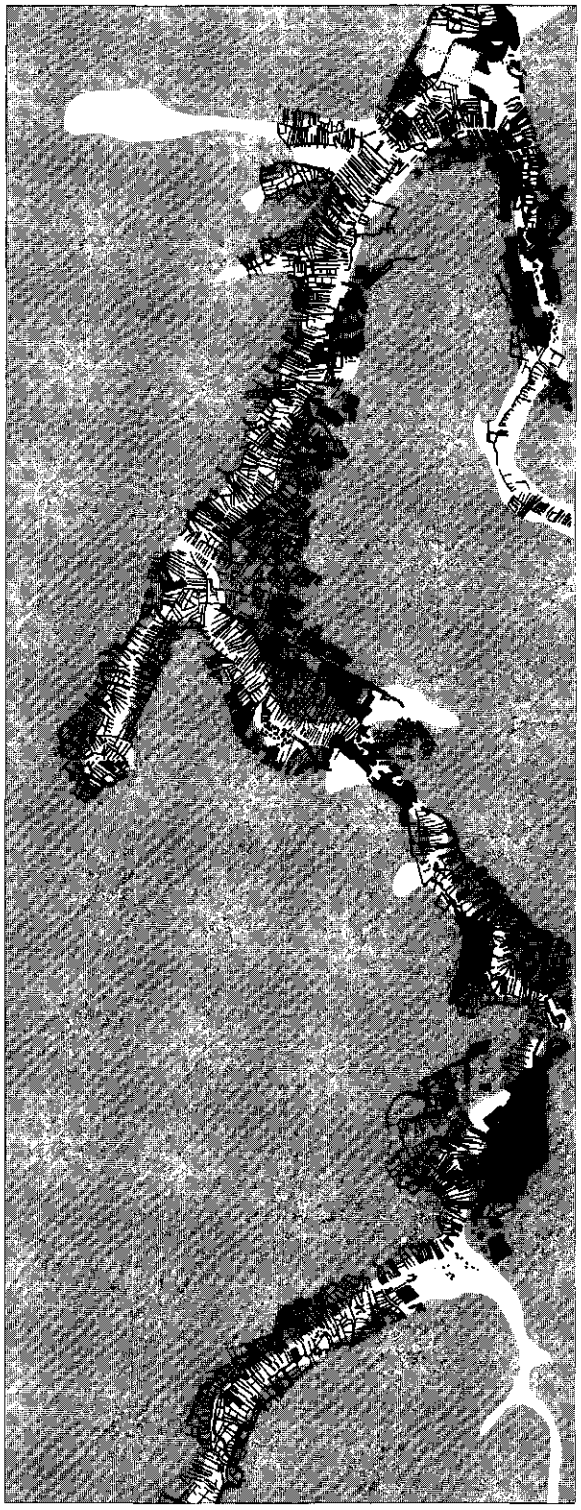
d. De ruimtes staan loodrecht op de beek en hebben schijnbaar geen relatie met de vorm van het beekdal. (Ruinerwold Aa, 1908)



e. De ruimten zijn loodrecht op het beekdal gericht en hebben globaal de breedte van het beekdal. De buitenrand volgt gestileerd de dalrand. De beek slingert door de ruimten. (Anlöer diepje, 1989).

Figuur 5.3.5
Het gerichte kamertjestype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt doordat de ruimten in het beekdal regelmatig van vorm zijn (blokvormig, strookvormig of reepvormig) en veelal in een gemeenschappelijke richting aan elkaar zijn geschakeld.

a. Netwerken (schaal 1:62.500)



b. Volumes (schaal 1:62.500)

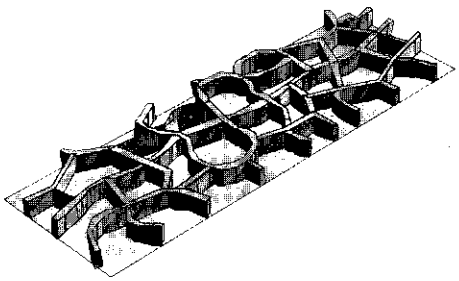
Figuur 5.3.6
In het beekdal van de Dommel komt rond 1900 het gerichte-kamertjestype op grote schaal voor.

Figuur 5.3.7
Bij het gerichte-kamertjestype hebben de kamertjes een gemeenschappelijke richting. Bij dit voorbeeld zijn de kamertjes blokvormig.

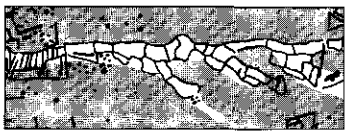
Naast de zuivere vormen van het gerichte-kamertjestype komen ook veelvuldig beekdallandschappen voor met verspreide boselementen tussen de kamertjes (figuur 5.3.5d). Indien de kamertjes overheersen behoren deze desondanks tot het type. Deze zouden betiteld kunnen worden als 'gerichte-kamertjestype met bosfragmenten'. Gaat echter het bos overheersen dan ontstaat het 'bosbeektype met kamertjes'.

De ontstaanswijze van het gerichte-kamertjestype hangt samen met de ontstaanswijze van het onderliggende regelmatige perceleringsnetwerk dat de basis van dit beekdaltype vormt (figuur 5.3.6). De regelmatige vorm van het perceleringsnetwerk is het gevolg van een systematische verdeling van de beekdalen zoals die veelal werd toegepast na opheffing van de marken en de gemeynten. De gemeenschappelijke richting en vorm van de kamertjes is hier de expressie van. Afhankelijk van de breedte van het beekdal en de gewenste oppervlaktemaat ontstonden min of meer vierkante dan wel smalle langgerekte kamertjes.

Ongerichte-kamertjestype

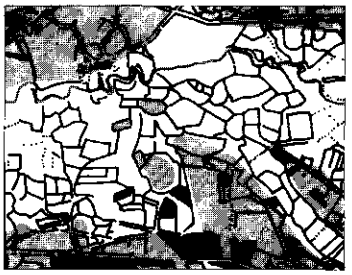


Het ongerichte-kamertjestype wordt gekenmerkt door een aaneenschakeling van kamertjes die in verschillende richtingen ten opzichte van elkaar zijn gedraaid. De kamertjes hebben daardoor geen gemeenschappelijke hoofdrichting (figuur 5.3.8). De vorm van de afzonderlijke kamertjes is veelal onregelmatig en blokvormig (figuur 5.3.9). Daarnaast is de vorm veelal gerelateerd aan de terreinvorm. De kamertjes kunnen zich alleen tot het beekdal beperken (figuur 5.3.8a), maar het is ook mogelijk dat de kamertjes over het gehele landschap liggen uitgespreid (figuur 5.3.8b), waardoor het beekdallandschap zich nauwelijks van het omringende landschap onderscheidt. De maat van de ruimten wordt evenals bij het gerichte-kamertjestype bepaald door de maat van de netwerkcellen. In tegenstelling tot het gerichte-kamertjestype is bij het ongerichte-kamertjestype de beek in de meeste gevallen geheel of gedeeltelijk beplant en heeft daardoor het karakter van een houtwalbeek. De beplante beek onderscheidt zich veelal nauwelijks of niet van de eveneens beplante kavelgrenzen.



a. De onregelmatige kamertjes liggen in het beekdal en volgen de vorm van het beekdal exact. De beek ligt langs de noordrand van het beekdal en heeft het karakter van een houtwalbeek. (Rossummer beek, 1910).

b. De kamertjes komen zowel in als buiten het beekdal voor. Daarnaast zijn nog enkele delen van het beekdal niet ontgonnen, herkenbaar aan de organisch gevormde beplantingselementen. De beek is gedeeltelijk beplant (De Bolscherbeek, 1886).



c. De onregelmatige kamertjes liggen in het brede beekdal van de Berkel. De beek ligt langs de noordrand van het beekdal en is gedeeltelijk beplant. (Berkel bij Eibergen, 1880).

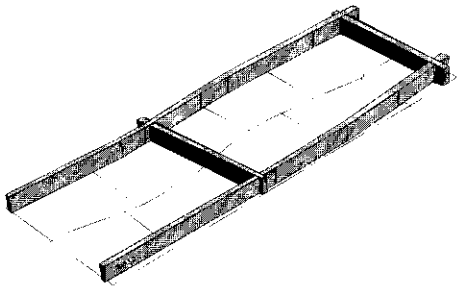
d. De onregelmatige kamertjes liggen zowel in als buiten het beekdal. Het beekdal wordt op enkele plaatsen onderbroken, hetgeen kenmerkend is voor de beekdalen in de Gelderse Vallei; zie ook figuur 4.2.3c. (Lunterensche beek, 1905).

Figuur 5.3.8
Het ongerichte-kamertjestype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door een aaneenschakeling van kamertjes die in verschillende richtingen ten opzichte van elkaar zijn gedraaid.

Evenals voor het gerichte-kamertjestype geldt ook voor het ongerichte-kamertjestype dat er veelvuldig beekdallandschappen voorkomen met verspreide boselementen tussen de kamertjes (figuur 5.3.8b). Ook hier geldt dat indien de kamertjes overheersen deze tot het ongerichte-kamertjestype behoren. Deze variaties zouden betiteld kunnen worden als 'ongerichte-kamertjestype met bosfragmenten'. Gaat echter het bos overheersen dan ontstaat het 'bosbeektype met kamertjes'.

De ontstaanswijze van het ongerichte-kamertjestype hangt nauw samen met de ontstaanswijze van het onderliggende onregelmatige percelering-snetwerk. Onregelmatige netwerken zijn veelal het gevolg van een individuele ontginningswijze, waarbij de beekdalen veelal zijn verdeeld in onregelmatige blokken. Een andere factor welke het ontstaan van een onregelmatige netwerken heeft bevorderd is de aanwezigheid van veel micro-reliëf. Ook voor het ongerichte-kamertjestype geldt dat de mate waarin de terreinvorm van invloed is op de begrenzing van het type sterk verschilt (vergelijk figuur 5.3.8 a en b).

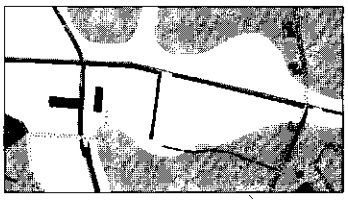
Figuur 5.3.9
Bij het ongerichte-kamertjestype hebben de afzonderlijke kamertjes veelal een onregelmatige vorm.



Compartimententype

Het compartimententype word gekenmerkt door een aaneenschakeling van grote ruimtes of compartimenten. Deze compartimenten hebben de grootte van meerdere netwerkcellen. Dit in tegenstelling tot de gerichte- en ongerichte-kamertjestypen die de grootte hebben van één netwerkcel. Bij het compartimententype zijn de volumes aan een selectief gedeelte van het netwerk gekoppeld. Meestal zijn dit wegen met wegbeplantingen die buiten het beekdal zijn gelegen en wegen die het beekdal kruisen (figuur 5.3.10a). Aangezien wegen voornamelijkbuiten het beekdal zijn gelegen, is meestal ook de begrenzing van de compartimenten buiten het beekdal gelegen. Hierdoor hebben de compartimenten een ruimtemaat die veelal de breedte van het beekdal overstijgt. Het compartimententype is uitsluitend aangetroffen in ondiepe beekdalen. De wanden van de compartimenten liggen dermate ver uit elkaar dat de vorm van de ruimte niet meer herkenbaar is (figuur 5.3.11). Derhalve is bij het compartimententype een onderscheid in vorm minder zinvol. Het onderliggende netwerk kan zowel regelmatig als onregelmatig zijn, maar is meestal wel grofmazig. Ook is bij het compartimententype de beekloop veelal gekanaliseerd.

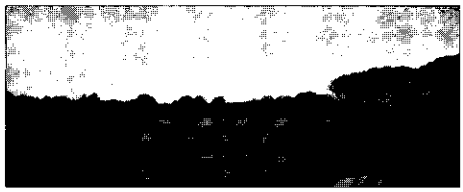
a. Het beekdal is opgedeeld in grote ruimten, de begrenzing van de ruimtes ligt buiten het beekdal en wordt gevormd door wegbeplanting (Grolloërdiep, 1983).



b. De begrenzing van de compartimenten wordt gevormd door wegbeplantingen, beplanting loodrecht op het beekdal en gedeeltelijke beplanting van de beekloop (Hullenraai, 1983).

c. De begrenzing van de compartimenten ligt buiten het beekdal en wordt gevormd door beplantingen loodrecht op het beekdal (Leijgraaf, 1988).

Figuur 5.3.10
Het compartimententype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door een aaneenschakeling van grote ruimten of compartimenten



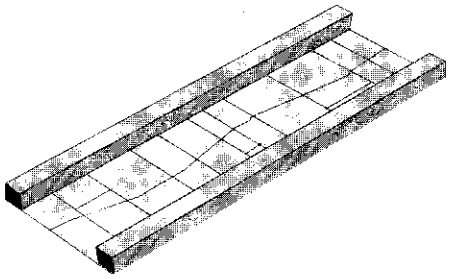
Figuur 5.3.11
Bij het compartimententype liggen de wanden dermate ver uit elkaar dat de vorm van de ruimte niet meer herkenbaar is.

Het ontstaan van het compartimententype is in veel gevallen het gevolg geweest van een ruilverkaveling, waarbij de maaswijdte van het perceleringsnetwerk sterk is vergroot. Ten behoeve hiervan was het noodzakelijk om de beplanting op de vroegere perceelsgrenzen geheel of gedeeltelijk te verwijderen. Hiervoor in de plaats is veelal beplanting langs de wegen aangelegd. Ook zijn soms enkele beplantingsstroken langs de beek gesitueerd (figuur 5.3.10b) of loodrecht op het beekdal. In de beekdalen waar het compartimententype voorkomt is het watersysteem veelal sterk gereguleerd, waarbij de groengronden diep zijn ontwaterd en de beek is gekanaliseerd en van stuwen voorzien.

5.3.3 Tweezijdige typen

Algemene kenmerken

De tweezijdige typen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat de ruimte aan twee zijden wordt begrensd en dat de positie van de volumes die de ruimte begrenzen samenhangen met de dalranden. Als gevolg hiervan beslaat de ruimte de volle breedte van het beekdal en wordt de dalvorm geaccentueerd. Binnen de tweezijdige typen is op basis van de begrenzing van de ruimte onderscheid gemaakt in het dalvormtype en het insteekwaltype.



Dalvormtype

Het dalvormtype wordt gekenmerkt door een open beekdal, waarvan de ruimte wordt begrensd door volumes langs de randen van het beekdal (figuur 5.3.12). Vanwege de langgerektheid van het beekdal ontstaat hierdoor een tweezijdig begrensde ruimte. In enkele situaties komen beekdalen voor die zodanig diep zijn ingesneden dat de terreinvorm op zichzelf voldoende is om de beekdalruimte te begrenzen. Dergelijke omstandigheden doen zich voor op de flanken van de stuwwallen waar matig diepe beekdalen voorkomen. Ook dekzandruggen langs de rand van het beekdal kunnen de ruimte gedeeltelijk begrenzen. Beekdalen die worden begeleid door dekzandruggen komen met name voor in de oostelijke zandgebieden.

In de meeste gevallen wordt de ruimte echter begrensd door een combinatie van volumes en terreinvormen. Doordat de volumes zijn gelegen langs de rand van het beekdal wordt de dalvorm, hoe gering ook, geaccentueerd en zichtbaar (figuur 5.3.13). Bij een subtiele combinatie van terreinvormen en volumes zijn soms maar weinig volumes nodig om het

a. De beplanting bevindt zich langs de rand van het beekdal (Renkumse beek, 1988).

b. Bij slingerende beekdalen ontstaan langgerekte ruimten waarvan het begin- en eindpunt niet vanaf één positie waarneembaar is (Staverdensche Beek, 1989).

c. De objecten liggen buiten het beekdal en begrenzen samen met de dalrand het beekdal (Reest bij de Pieperij, 1983).

d. Reest bij IJhorst, 1884

e. Beplantingsstroken langs de rand van het beekdal (Anderensche Diep, 1989)

Figuur 5.3.12
Het dalvormtype. Bij dit beekdaltype is het beekdal open en wordt de ruimte begrensd door volumes langs de randen van het beekdal.

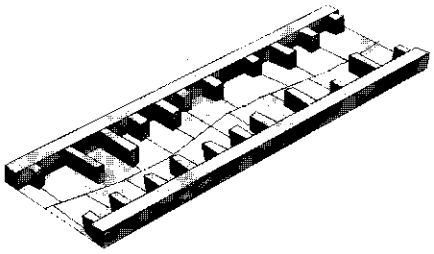
Figuur 5.3.13
Dalvormtype: door de volumes langs de rand van het beekdal wordt de dalvorm geaccentueerd (Drentse Aa).

dalvormtype te laten ontstaan (figuur 5.3.12c). Indien het dalvormtype wordt begrensd door bos dan is het beekdal een langgerekte open ruimte in een besloten landschap (figuur 5.3.12a en b). Zijn de volumes uitsluitend gesitueerd langs de randen van het beekdal (figuur 5.3.12e) dan is het beekdal zowel een langgerekte open ruimte alsook een structurerend element in een open of half-open landschap. Naast de zuivere vormen van het dalvormtype komen soms ook losse volumes in het beekdal voor, zoals enkele (restanten van) houtwallen of kleine bosjes. Deze varianten zijn te benoemen als dalvormtype met losse volumes.

Het dalvormtype komt voor in combinatie met regelmatige en onregelmatige perceleringsnetwerken en met meanderende en gekanaliseerde beken. Daarnaast is het dalvormtype aangetroffen in combinatie met alle dalvormen, met uitzondering van beekdalen met glooiende hellingen. Dit laatste kan mogelijk worden verklaard doordat de dalvormtype vooral voorkomt in beekdalen waar een abrupte begrenzing is van het beekdal in de vorm van steilranden. Deze abrupte overgangen geven meestal ook aanleiding tot duidelijke hydrologische verschillen tussen beekdal en omgeving. Hierdoor komen in de beekdalen van het dalvormtype veelal hoge grondwaterstanden voor, terwijl de omgeving meestal lagere grondwaterstanden kent. In deze beekdalen zijn de sloten vrijwel permanent watervoerend en waren in het verleden houtwallen en houtsingels als perceelsscheiding overbodig. Dit kan tevens verklaren waarom deze beekdalen open zijn gebleven.

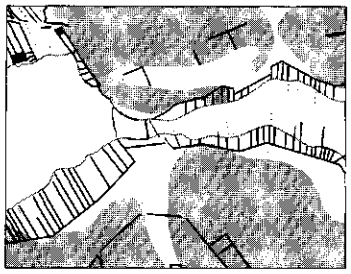
Insteekwaltype

Het insteekwaltypewordt gekenmerkt door een beekdal waarvan het centrale deel open is en waarvan de begrenzing bestaat uit volumes evenwijdig aan de dalrand en loodrecht hierop schermen, de zogenaamde insteekwallen (figuur 5.3.14). De insteekwallen steken een gedeelte het beekdal in en geleden hierdoor de ruimte. Soms raken de insteekwallen elkaar en ontstaan enkele kamertjes (figuur 5.3.14d).



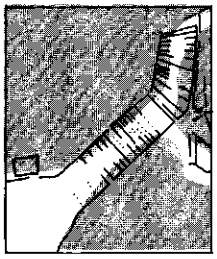
Het insteekwaltype is een beekdaltype dat nauw samenhangt met de zeer specifieke abiotische omstandigheden zoals die voorkomen op het Fries-Drents Plateau. Op het Fries-Drents Plateau ligt op veel plaatsen een slecht doorlatende keileemlaag dicht onder het oppervlak (zie ook §2.2.1). Op plaatsen waar de beekdalen tot dieper dan deze keileemlaag zijn uitgeslepen worden de beekdalen gevoed door diepe grondwaterstromen (figuur 5.3.15). In deze beekdalen komen het hele jaar natte omstandigheden voor, waardoor de sloten hier permanent watervoerend zijn. De insteekwallen dienden als perceelgrensscheiding en als veekering op die plaatsen waar de sloten niet permanent watervoerend zijn (figuur 5.3.16). De insteekwallen steken daarom vanaf de rand het beekdal in, precies tot het punt waar de sloten permanent watervoerend zijn. De insteekwallen bestaan uit ongeveer 1 meter hoge wallen die van beplanting zijn voorzien (figuur 5.3.17). De wallen evenwijdig aan het beekdal vormden in het verleden een afscheiding van het grasland met

a. De insteekwallen steken vanaf de rand het beekdal in tot het punt waar de sloten permanent watervoerend zijn. (Gasterensche Diep 1989)



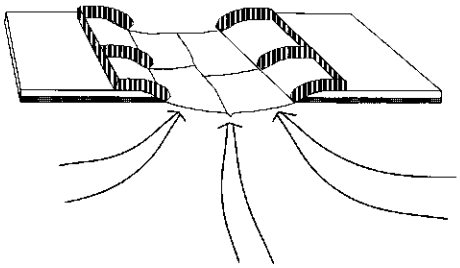
b. In het beekdal komt een dubbele waterloop voor. De insteekwallen steken het beekdal in tot aan deze waterloop (De Broeken, 1911).

c. Naast insteekwallen komen ook enkele boselementen voor die loodrecht op het beekdal staan (Vledder Aa, 1982).



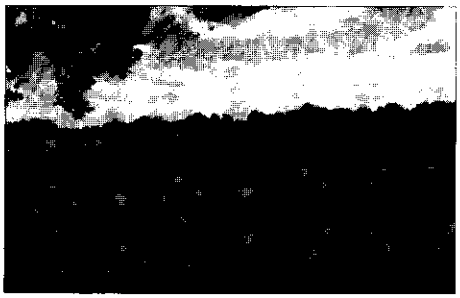
d. In smalle beekdalen komt het soms voor dat de insteekwallen elkaar raken. Hierdoor ontstaat een overgangsvorm tussen het insteekwaltype en het gerichte-kamertjestype (De Vledders, 1910)

Figuur 5.3.14
Het insteekwaltype. Dit beekdaltype bestaat uit een ruimte die aan twee zijden is begrensd en waarvan de begrenzing wordt gevormd door houtwallen evenwijdig aan de dalrand en loodrecht hierop de zogenaamde insteekwallen.



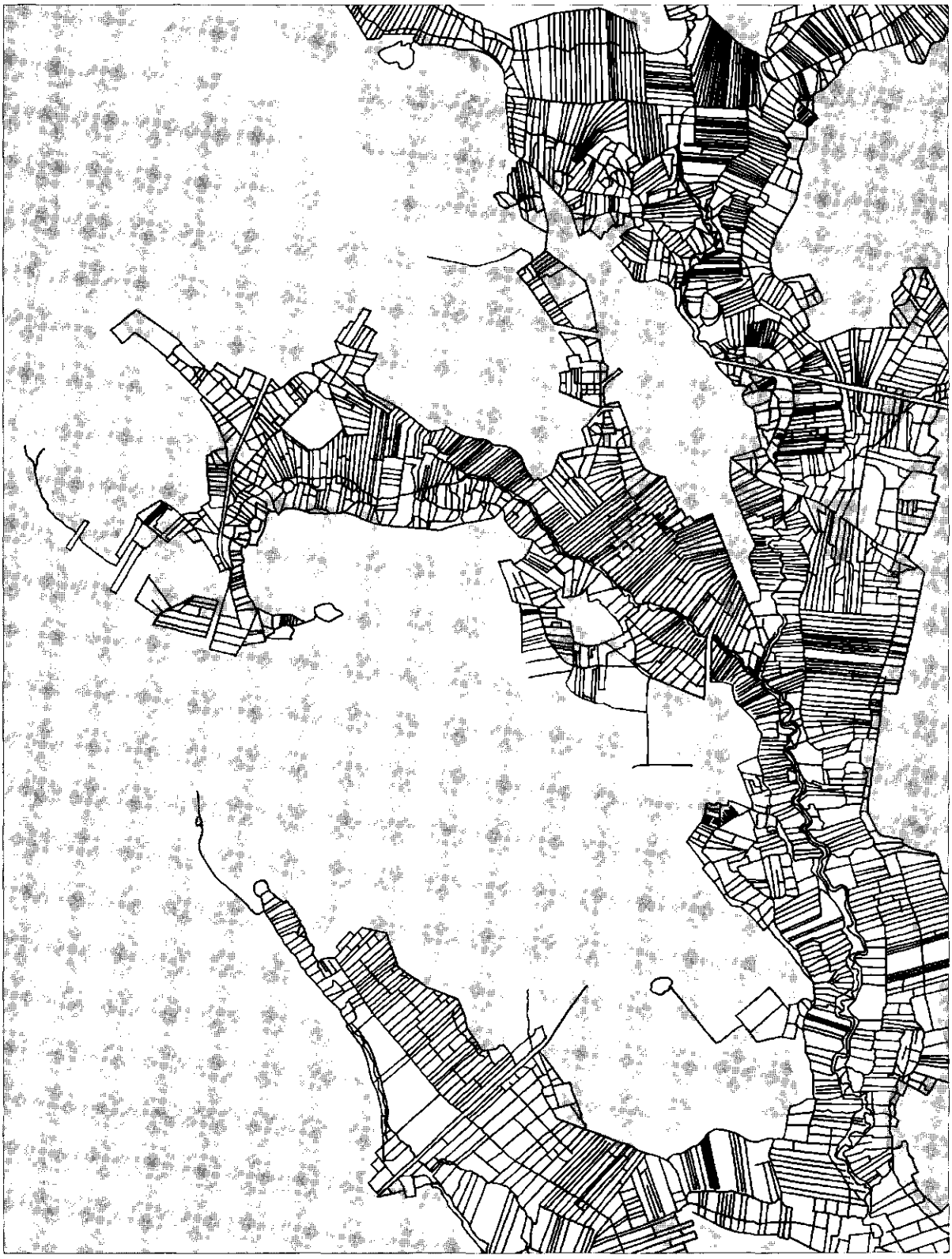
Figuur 5.3.15
Het insteekwaltype hangt samen met de specifieke abiotische omstandigheden van het Fries-Drents Plateau. De insteekwallen steken vanaf de rand het beekdal in, tot het punt waar de sloten onder invloed van diepe kwel permanent watervoerend zijn.

de heide of de aangrenzende essen (Saris, 1984). Deze grenswallen werden vaak nog juist in de heide aangebracht (Westhof, et al., 1978). Loodrecht hierop staan de insteekwallen of dwarswallen. De loodrechte oriëntatie van de wallen hangt samen met het onderliggende regelmatige netwerk. In enkele gevallen komt een mengvorm van regelmatige en onregelmatige netwerken voor, waarbij langs de randen van het beekdal regelmatige netwerken voorkomen en direct langs de beek onregelmatige netwerken (figuur 5.3.18; zie ook figuur 4.3.41). Het insteekwaltype is uitsluitend aangetroffen in ondiepe beekdalen.



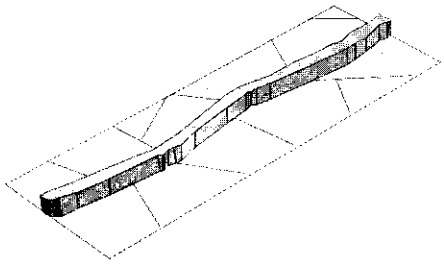
Figuur 5.3.16
Insteekwallen langs de rand van het Scheebroekerloopje. De insteekwallen geleden de ruimte.

Figuur 5.3.17
De insteekwallen bestaan uit ongeveer 1 meter hoge wallen die van beplanting zijn voorzien



Figuur 5.3.18a
De netwerken in het beekdal van de Beilerstroom omstreeks 1900. Het beekdallandschap behoort tot het insteekwaltype. Aan dit beekdaltype ligt veelal een regelmatig netwerk ten grondslag.

Figuur 5.3.18b
De volumes in het beekdal van de Beilerstroom omstreeks 1900. De volumes zijn deels evenwijdig aan de rand van het beekdal gesitueerd en staan deels loodrecht op het beekdal.



5.3.4 Delingstypen

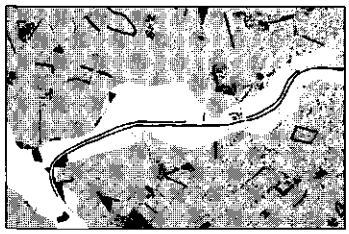
Algemene kenmerken

Kenmerkend voor de delingsstypen is dat de ruimte door langgerekte schermen in tweeën wordt gedeeld. Binnen de delingstypen is uitsluitend onderscheid gemaakt in het beekbeplantingstype.

Beekbeplantingstype

Het beekbeplantingstype bestaat uit schermen, in de vorm van beplantingselementen, langs één of beide oevers van de beek. Hierdoor ontstaan aan weerszijden van de beekloop ruimten die van elkaar gescheiden zijn door de beekbegeleidende beplanting (figuur 5.3.19). Uit paragraaf 4.5.3 blijkt dat ten aanzien van de vorm van de beplanting en de positionering ten opzichte van de beekloop een grote variatie bestaat. Variaties zijn onder andere:

- de beplanting kan aan één of beide zijden van de beek zijn gesitueerd;
- de beplanting kan aan de beek grenzen of door een schouwpad van de beek zijn gescheiden;
- de breedte van de beekbegeleidende beplanting kan variëren van enkele meters tot enkele tientallen meters;
- de beplanting kan bestaan uit bomenrijen, elzensingels of houtwallen;
- de beplanting kan gesloten of transparant zijn.



a. De beplanting is gesitueerd langs de beek. Het licht slingerend verloop geeft aan dat de beek is gekanaliseerd (Midden-Regge, 1984).

b. De beekbegeleidende beplanting wordt afgewisseld door boselementen (Ratumse beek, 1982).

Figuur 5.3.19
Het beekbeplantingstype. Dit beekdaltype bestaat uit schermen, in de vorm van beplantingselementen, langs één of beide oevers van de beek. Hierdoor ontstaan aan weerszijden van de beekloop ruimten die van elkaar gescheiden zijn door de beekbegeleidende beplanting.

Figuur 5.3.20
De Ratumse beek in de Achterhoek is een voorbeeld van een houtwalbeek. De beplanting langs de beek verdeelt de ruimte.

De situatie waarbij de beplanting direct grenst aan de beek en de beek en de beplanting één geheel vormen wordt ook wel aangeduid als een houtwalbeek (figuur 5.3.20; zie ook §4.5.3). Het ontstaan van houtwalbeken hangt samen met een oude vorm van waterbeheersing. De beplanting op de oevers van de beek zorgt er voor dat de oevers door de wortels worden vastgehouden, waardoor de beek zijn loop minder snel wijzigt. De beplanting langs de beek fungeerde in het verleden tevens als veekering en perceelsscheiding. De laatste jaren worden opnieuw houtwalbeken aangelegd. Naast waterhuishoudkundige motieven spelen hierbij ook ecologische en landschapsarchitectonische motieven een rol.
Een voorwaarde voor het functioneren van houtwalbeken is een voldoen-

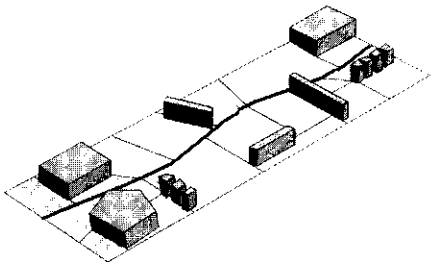
de hoge stroomsnelheid van het water om ophoping van bladeren en takken in de beek te voorkomen. Dit is de reden dat houtwalbeken met name in de bovenlopen in de oostelijke en zuidelijke zandgebieden voorkomen, waar het hoogteverschil dusdanig is dat voldoende hoge stroomsnelheden worden bereikt.

In samenhang met het kanaliseren van de beeklopen zijn soms ook beekbegeleidende beplantingen ontstaan die bestaan uit schermen die op enige afstand van de beekloop zijn gesitueerd. Deze beplantingen worden gescheiden van de beek door een schouwpad dat noodzakelijk is om machinaal onderhoud van de gekanaliseerde beek mogelijk te maken. Indien de beek aan weerszijden wordt begeleid door beplantingsstroken op enige afstand van de beek dan ontstaat een sequentie van ruimten (zie figuur 4.4.12). Direct langs de beek ontstaat een smalle tweezijdig begrensde ruimte, terwijl de beplanting als geheel de ruimte verdeelt. Beekdallandschappen waarbij schermen op enige afstand van de beek zijn gesitueerd komen in tegenstelling tot de houtwalbeken ook in de benedenlopen van de beekdalstelsels voor.

Het beekbeplantingstype is uitsluitend aangetroffen in combinatie met ondiepe beekdalen, met uitzondering van de bovenlopen op de Twentse stuwwallen, waar het beekbeplantingstype ook voorkomt in combinatie met matig diepe beekdalen. Bij deze combinatie is er feitelijk sprake van een combinatie van het beekbeplantingstype en het dalvormtype.

5.3.5 Continue typen

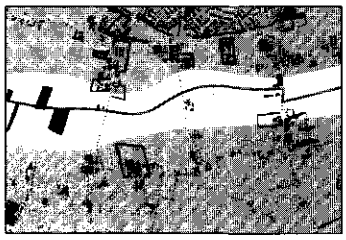
Algemene kenmerken
De continue typen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat de ruimte bestaat uit een continue ruimte met daarin volumes die onderling niet zijn verbonden. De volumes kunnen zowel aan de netwerklijnen als aan de netwerkcellen zijn gekoppeld. De volumes kunnen zowel blokken, schermen als solitairen zijn. Ook kunnen er delen voorkomen waarin volumes ontbreken. Continue typen kunnen uitsluitend voorkomen in ondiepe beekdalen, aangezien bij diepe beekdalen de randen van het beekdal de ruimte begrenzen. Binnen de continue typen is op basis van de vorm van de volumes onderscheid gemaakt in het fragmententype, het blokkentype, het schermentype, het organische-volumestype en het opendaltype



Fragmententype
Het fragmententype is het beekdaltype dat tegenwoordig algemeen voorkomt. Het fragmententype wordt gekenmerkt door een schijnbaar willekeurige mengeling van losse blokken, schermen en solitairen (figuur 5.3.21 en 5.3.22). Het fragmententype komt zowel voor in combinatie met regelmatige als onregelmatige perceleringsnetwerken, terwijl de beek meestal is gekanaliseerd.

a. Bolscherbeek, 1986

b. De Aa of Weerijs, 1985??



c. De Kleine Aa, 1988

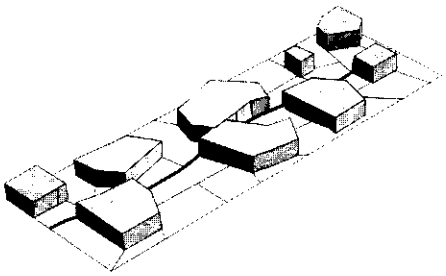
Figuur 5.3.22
Het fragmententypen. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door een schijnbaar willekeurige mengeling van blokken, schermen en solitairen.

Figuur 5.3.21
Een mengeling van schermen, solitairen en blokken.

Het fragmententype is in veel gevallen een relict van een van de hiervoor besproken typen. Hierbij zijn door functieverlies en schaalvergroting de beplantingselementen geheel of gedeeltelijk verdwenen (zie ook hoofdstuk 2). Hierdoor staat het fragmententype symbool voor de ruimtelijke problematiek van de zandgebieden. Daar waar het fragmententype voorkomt heeft in veel gevallen ook een sterke nivellering van de abiotische verschillen plaatsgevonden. Hierdoor gaat dit type veelal samen met een gekanaliseerde beek en een diepe ontwatering.

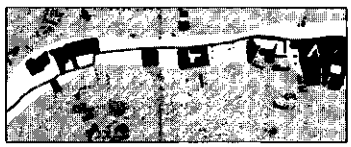
Blokkentype

Bij het blokkentype bestaan de volumes uit losse blokken die gespreid liggen in een continue ruimte (figuur 5.3.24). De blokken kunnen zowel onregelmatig als regelmatig van vorm zijn. Deze vorm wordt bepaald door de vorm van de netwerkcellen. Soms worden de blokken gekenmerkt door een regelmatige vorm en een gemeenschappelijke richting (figuur 5.3.24b). Aan deze vorm en richting ligt een regelmatig perceleringsnetwerk ten grondslag.



Figuur 5.3.23
Blokken in het beekdal van de Lemselerbeek.

Het blokkentype is veelal een relict van het gerichte of ongerichte-kamertjestype (vergelijk figuur 5.3.25 met figuur 5.3.7). Hierbij zijn in de loop der tijd de schermen verdwenen, waarna de blokken als losse volumes overbleven. De vorm van de beekloop kan zowel meanderend als recht zijn, alhoewel een rechte vorm veruit in de meerderheid is. Het blokkentype komt in combinatie met alle dalvormen voor, met uitzondering van de diepe beekdalen.

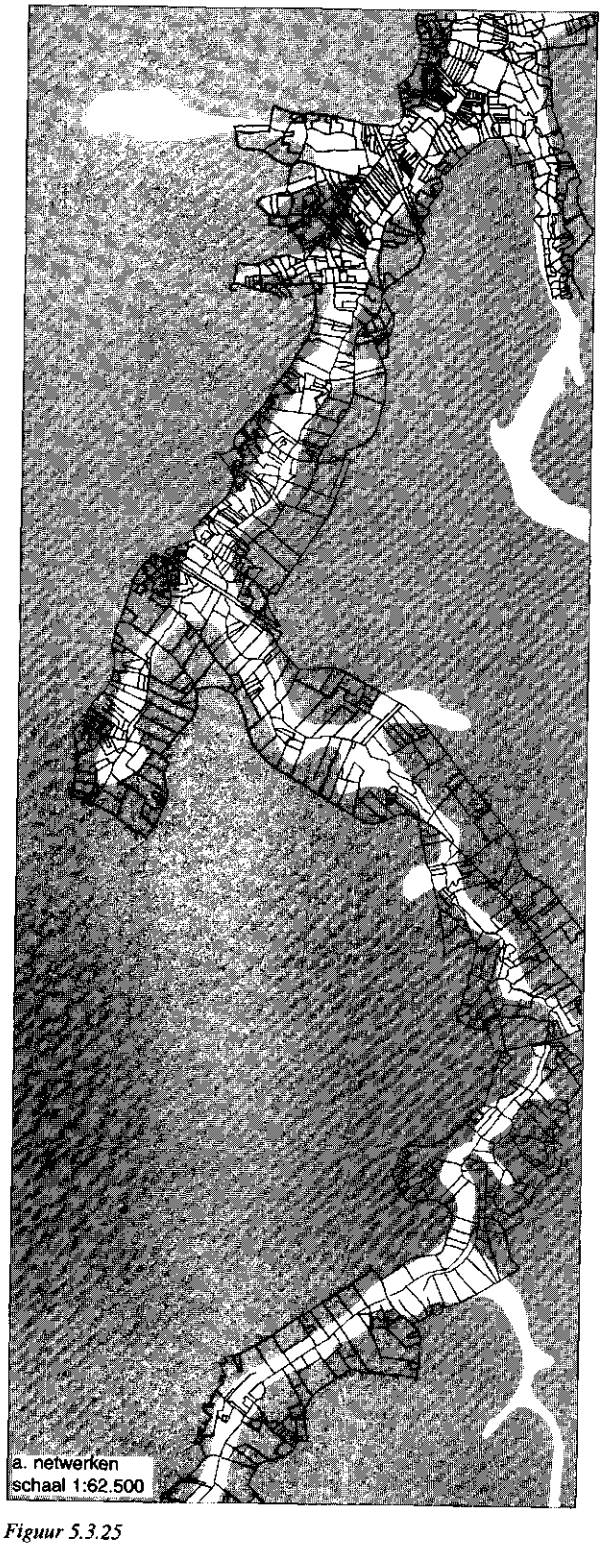


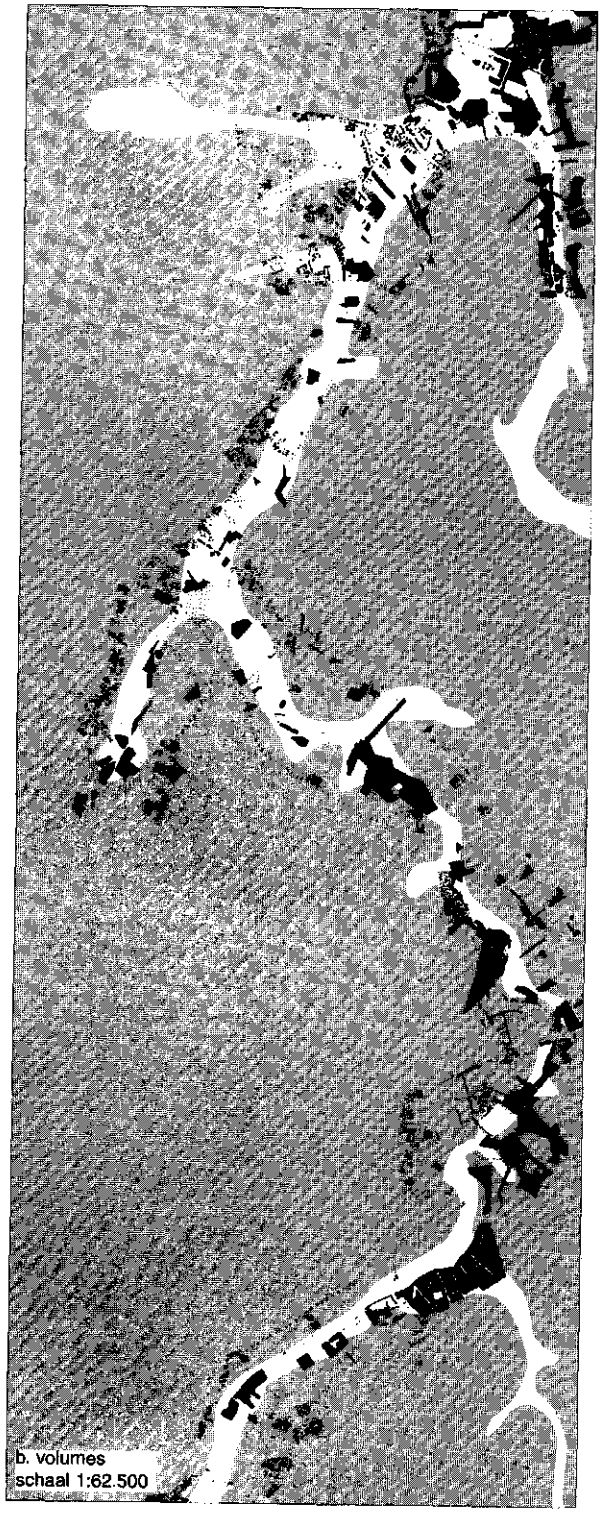
a. Blokvormige volumes in het beekdal van de Dommel (1985).

b. De blokken zijn loodrecht op het beekdal georiënteerd. Aan de gemeenschappelijke richting is afleesbaar dat hier een regelmatig netwerk aan ten grondslag ligt (Elsbeek, 1989).

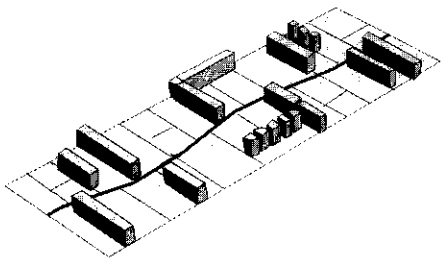
c. De blokken zijn bescheiden van omvang en liggen op ruime afstand van elkaar (Beurzerbeek, 1991).

Figuur 5.3.24
Het blokkentype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door losse blokken die gespreid liggen in een continue ruimte.





Figuur 5.3.25
In de bovenloop van de Dommel komt het blokkentype veelvuldig voor (1985/1991).



Figuur 5.3.27
Losse schermen in het beekdallandschap van het Merkske op de grens van België en Nederland. De schermend bestaan uit populierenrijen.

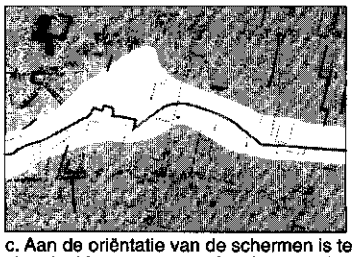
Schermentype

Bij het schermentype bestaan de volumes uit losse schermen in een continue ruimte (figuur 5.3.26 en 5.3.27). Soms hebben de schermen een gemeenschappelijke richting (figuur 5.3.26b en c). Aan deze richting ligt een regelmatig netwerk ten grondslag.

Het schermentype is in de meeste gevallen een gedegradeerde vorm van het ongerichte- of gerichte-kamertjestype. Hierbij zijn de kamertjes in de loop der tijd gefragmenteerd tot losse schermen. Het komt echter ook voor dat de fragmentatie samenhangt met een gevarieerde abiotische opbouw. Dit is mogelijk in beekdallandschappen met veel micro-reliëf, waardoor op korte afstand grote hydrologische verschillen voorkomen. Daar waar de sloten permanent watervoerend zijn dienden deze als perceelsscheiding en daar waar geen watervoerende sloten aanwezig zijn werden in het verleden singels of houtwallen aangelegd als perceelsscheiding. De Dommel bij Olland is hier een voorbeeld van (figuur 5.3.26a).

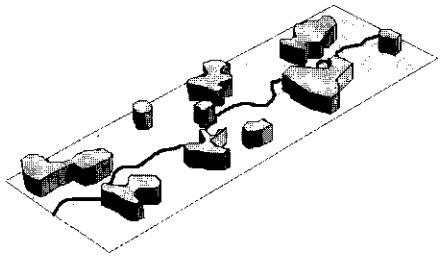
a. Verspreid over het beekdal (en het omringende landschap) komen losse schermen voor. De onregelmatige vorm van de schermen hangt samen met een onregelmatig netwerk (Dommel bij Olland, 1908).

b. Losse schermen in het beekdal van de Buulder Aa (1950)



c. Aan de oriëntatie van de schermen is te zien dat hieraan een regelmatig netwerk ten grondslag ligt (Brandsche Vaart, 1955)

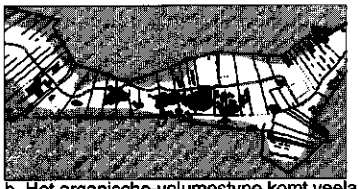
Figuur 5.3.26
Het schermentype. Dit beekdaltype bestaat uit losse schermen die gespreid liggen in een continue ruimte.



Organische-volumestype

Bij het organische-volumestype hebben de volumes kenmerkende onregelmatige, organische vormen (figuur 5.3.28 en 5.3.29). Dit beekdaltype komt voor in situaties waar er geen perceleringsnetwerk is of in situaties waar het perceleringsnetwerk zijn functie als grens- of verbindingslijn heeft verloren. In deze situaties wordt de vorm en positionering van de volumes bepaald door natuurlijke processen. Bij deze natuurlijke processen horen 'natuurlijke', organische vormen. Bij het organische-volumestype wordt de vorm in sterke mate bepaald door biotische processen in relatie tot de abiotische opbouw. De typische organische vormen ontstaan onder invloed van extensieve begrazing of onder invloed van een zodanig extensief grondgebruik dat spontane bosontwikkeling plaatsvindt.

a. In het beekdal komen volumes voor met organische vormen. In het rechter deel van de figuur komen enkele schermen voor die wijzen op een eerste aanzet tot ontginning van het beekdal (Elsbeek, 1890)



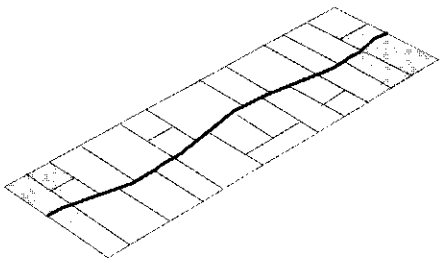
b. Het organische-volumestype komt veelal voor in combinatie met een ander beekdaltype. In dit voorbeeld is het beekdallandschap een overgangsvorm tussen het organische-volumestype en het gerichte-schermentype. Daamaast komen enkele insteekwallen voor in de linker bovenhoek (Koestukken en Marsen, 1900).

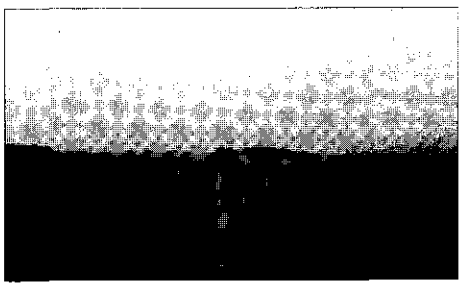
c. Zowel in als buiten het beekdal komen organische volumes voor (Tongelreep, 1912).

Figuur 5.3.28
Het organische volumestype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door volumes met een kenmerkende onregelmatige organische vorm.

Figuur 5.3.29
Bij het organische-volumestype hebben de volumes onregelmatige organische vormen. (Zwarte beek in België).

Het organische-volumestype is vrijwel uitsluitend aangetroffen in het kaartmateriaal van rond 1900 en komt tegenwoordig slechts op kleine schaal voor in natuurgebieden en bij natuurbouwprojecten.



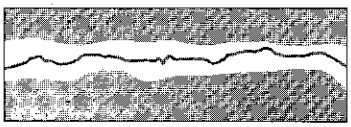


Figuur 5.3.31
Bij het open-daltype komen slechts enkele volumes voor (bovenloop van de Strijbeekse beek).

Open-dal-type

Het open-dal-type wordt gekenmerkt doordat er nauwelijks of geen volumes zijn gesitueerd in het beekdal en doordat de dalranden de ruimte niet begrenzen (figuur 5.3.30 en 5.3.31). Het perceleringsnetwerk kan zowel een regelmatig als een onregelmatig netwerk zijn of geheel ontbreken.

Rond 1900 kwamen verschillende beekdallandschappen voor die boomloos waren en uit grasland of heide bestonden, terwijl ook het omringende landschap bestond uit open heidegebieden. Sinds de tweede helft van deze eeuw komt het open-dal-type in optima-forma nog slechts sporadisch voor. Wel komen beekdallandschappen voor met slechts een enkele boom of een enkel bosje (figuur 5.3.30b). Indien de boomloze delen tussen deze volumes groter zijn dan twee keer de breedte van het beekdal zijn deze beekdallandschappen ook tot het open-daltype gerekend.



a. In het beekdallandschap en de directe omgeving komen geen volumes voor. Ook ontbreken uitgesproken dalranden (Aa of Run, 1898).

b. Beekdallandschappen zonder volumes komen slechts sporadisch voor. Daarentegen komen wel beekdallandschappen voor met slechts een enkele boom of een enkel boselement (Aa of Weerijs bij Rijsbergen, 1985).

Figuur 5.3.30
Het open-daltype. Dit beekdaltype wordt gekenmerkt door het ontbreken van volumes.

5.4 Tot slot

In dit hoofstuk is een landschapsmorfologische typologie opgesteld voor voor het typeren van de beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden. Met behulp van deze typologie kunnen vormverschillen tussen en binnen beekdallandschappen inzichtelijk worden gemaakt.
Door middel van de typologie is de grote variatie aan vormen gereduceerd tot 12 beekdaltypen. Uit de toelichting bij de beekdaltypen blijkt dat de vormverschillen samenhangen met verschillen in de achterliggende landschapsvormende factoren en processen.
In het volgende hoofdstuk wordt met behulp van de typologie beschreven welke transformaties deze eeuw in de beekdallandschappen hebben plaatsgevonden.

Noten

1 Als vuistregel is gehanteerd dat een beekdaltype pas als zodanig wordt benoemd als de lengte van de aaneenschakeling groter is dan twee keer de breedte van het beekdal. Deze grove maat is gehanteerd om te voorkomen dat bijvoorbeeld twee achter elkaar geschakelde regelmatige ruimten automatisch leiden tot het gerichte-kamertjestype. In de praktijk blijkt deze vuistregel goed bruikbaar om de beekdalen in de zandgebieden te typeren.

2 De 1900-situatie is afgeleid van topografische kaarten uit de periode van rond 1900. Het moment van opname van deze kaarten varieert globaal van 1880 tot 1920. De huidige situatie is afgeleid van de meest recente topografische kaarten. Het moment van opname van deze kaarten is echter in veel gevallen al van voor 1990.
Niet alle beekdallandschappen zijn getypeerd. Zo zijn onder andere de droge dalen op de Veluwe buiten beschouwing gelaten. De reden hiervoor is dat de droge dalen geen beekdalen zijn in die zin dat beeklopen of stromend water hier ontbreken. Voor het overige is gepoogd om de beekdallandschappen die zijn getypeerd zo evenwichtig mogelijk over de zandgebieden te spreiden.

6 HET TRANSFORMATIEPROCES

6.1 Inleiding

De beekdallandschappen zijn aan een voortdurende transformatie onderhevig. De beekdaltypen die in het vorige hoofdstuk zijn beschreven kunnen daarom worden beschouwd als momentopnamen in een continu veranderingsproces. Dit impliceert dat beekdallandschappen transformeren van het ene beekdaltype naar het andere beekdaltype.
Het doel van dit hoofdstuk is om inzicht te krijgen in de vormveranderingen, zoals die zich vanaf het begin van deze eeuw hebben voltrokken in het licht van de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende processen.

Allereerst wordt ingegaan op de verbreiding van de beekdaltypen rond 1900 en in de huidige situatie (§6.2). Vervolgens worden een aantal stadia beschreven van het transformatieproces zoals zich dat vanaf het begin van deze eeuw heeft voltrokken (§6.3). Tenslotte wordt ingegaan op de morfodynamiek van de beekdallandschappen (§6.4).

6.2 Verbreiding van de beekdaltypen

6.2.1 Inleiding

Met behulp van de landschapsmorfologische typologie zijn van een groot aantal beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden zowel de 1900-situatie als de huidige situatie getypeerd[1]. Deze typeringen zijn als twee losse kaartbijlagen bijgevoegd.
Allereerst wordt ingegaan op de spreiding van de beekdaltypen rond 1900 (§6.2.2) en vervolgens op de spreiding van de beekdaltypen in de huidige situatie (§6.2.3).

6.2.2 Verbreiding van de beekdaltypen rond 1900

Rond 1900 zijn er duidelijke verschillen in de verbreiding van de beekdaltypen (kaartbijlage I). Ten aanzien van de verbreiding valt op dat er beekdaltypen zijn die overal in de zandgebieden voorkomen en dat er beekdaltypen zijn die aan een specifieke regio of aan een specifieke positie binnen de beekdalstelsels zijn verbonden.

Kenmerkend voor de noordelijke zandgebieden is het op grote schaal voor komen van het insteekwaltype. Dit beekdaltype komt uitsluitend hier voor, aangezien dit type samenhangt met de specifieke abiotische omstandigheden van het Fries-Drents Plateau (zie §5.3.3). Het insteek-

waltype komt met name in de midden- en benedenlopen voor. In de bovenlopen komen met name het gerichte-kamertjestype en het opendaltype voor.

In de centrale zandgebieden (Gelderland, Overijssel) overheerst het ongerichte-kamertjestype. Dit type hangt samen met de aanwezigheid van veel micro-reliëf en een individuele ontginningswijze (zie §5.3.2). In de bovenlopen in het oosten van Gelderland en Overijssel komt daarnaast ook veelvuldig het beekbeplantingstype en het bosbeektype voor. In de benedenlopen komt naast het ongerichte-kamertjestype ook het dalvormtype en het fragmententype voor.

Kenmerkend voor de zuidelijke zandgebieden is de bonte mengeling van beekdaltypen. De beekdaltypen wisselen elkaar op korte afstand af en alle beekdaltypen komen voor, met uitzondering van het insteekwaltype. Het sterkst vertegenwoordigd is het gerichte-kamertjestype (met name in Oost-Brabant). De verschillen in verbreiding binnen de beekdalstelsels zijn minder uitgesproken dan in de centrale en noordelijke zandgebieden. Wel komt in de benedenlopen van de grotere beekdalstelsels met name het ongerichte schermentype en het fragmententype voor.

Voor de meeste beekdalstelsels geldt dat in de midden- en bovenlopen met name beekdaltypen voorkomen waarbij vrijwel alle perceelsgrenzen en beeklopen zijn beplant (ongerichte-kamertjestype, gerichte-kamertjestype, beekbeplantingstype, bosbeektype), terwijl in de benedenlopen met name beekdaltypen voorkomen waarbij de perceelsgrenzen en de beeklopen maar gedeeltelijk of helemaal niet zijn beplant (dalvormtype, fragmententype, schermentype). Dit verschil kan grotendeels worden verklaard door de positie binnen het hydrologisch systeem. Kavelgrensbeplantingen werden in het verleden vooral daar aangelegd waar geen permanent watervoerende sloten aanwezig waren die de functie als veekering konden overnemen. Deze situaties doen zich vooral voor in de bovenlopen van de beekdalstelsels waar het beekdal meestal gevoed wordt door ondiepe lokale kwelstromen waardoor de sloten en de beeklopen zomers grotendeels droogvallen. De midden- en benedenlopen daarentegen worden meestal gevoed door diepe permanente kwelstromen waardoor de meeste sloten en beeklopen hier het gehele jaar watervoerend zijn. Hierdoor waren in de benedenlopen minder kavelgrensbeplantingen nodig als veekering.

6.2.3 Verbreiding van de beekdaltypen in de huidige situatie

In de huidige situatie domineert vrijwel overal in de zandgebieden het fragmententype (kaartbijlage II). Hierdoor zijn er geringe regionale verschillen en geringe verschillen binnen de beekdalstelsels. Het Fries-Drents plateau onderscheid zich nog enigszins door het voorkomen van enkele relicten van het insteekwaltype, terwijl de bovenlopen in het oost- en van Overijssel en Gelderland zich onderscheiden door het veelvuldig voorkomen van het beekbeplantingstype en het bosbeektype. Het gerichte- en ongerichte-kamertjestype is daarentegen vrijwel geheel verdwenen.

Een vergelijking van de huidige situatie met de 1900-situatie laat zien dat een ware metamorfose heeft plaatsgevonden, waarbij in de tussenliggende periode de vormverschillen grotendeels zijn genivelleerd. Bij dit nivelleringsproces moet in ogenschouw worden genomen dat in dit onderzoek alleen de vorm van de beekdallandschappen is weergegeven. Indien de morfologie van het omringende landschap op een vergelijkbare wijze zou worden weergegeven dan zou blijken dat de vormveranderingen nog extremer zijn dan beide kaarten suggereren. Dit komt doordat er rond 1900, naast de vormverschillen tussen de beekdallandschappen onderling, veelal ook duidelijke vormverschillen waren tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap. In de huidige situatie zijn ook deze vormverschillen sterk genivelleerd.

Opvallend is dat het dalvormtype, het beekbeplantingstype en het bosbeektype zich wel grotendeels hebben weten te handhaven. Met name het handhaven van het beekbeplantingstype lijkt in tegenspraak met de voorgaande hoofdstukken waarin is aangegeven dat in het verleden veel beekbegeleidende beplantingen zijn gerooid. De beekbegeleidende beplantingen die zijn gerooid zijn echter hoofdzakelijk beplantingen die deel uitmaakten van het gerichte- en ongerichte-kamertjestype.
Ten aanzien van het dalvormtype geldt zelfs dat deze enigszins is toegenomen.

6.3 Transformaties

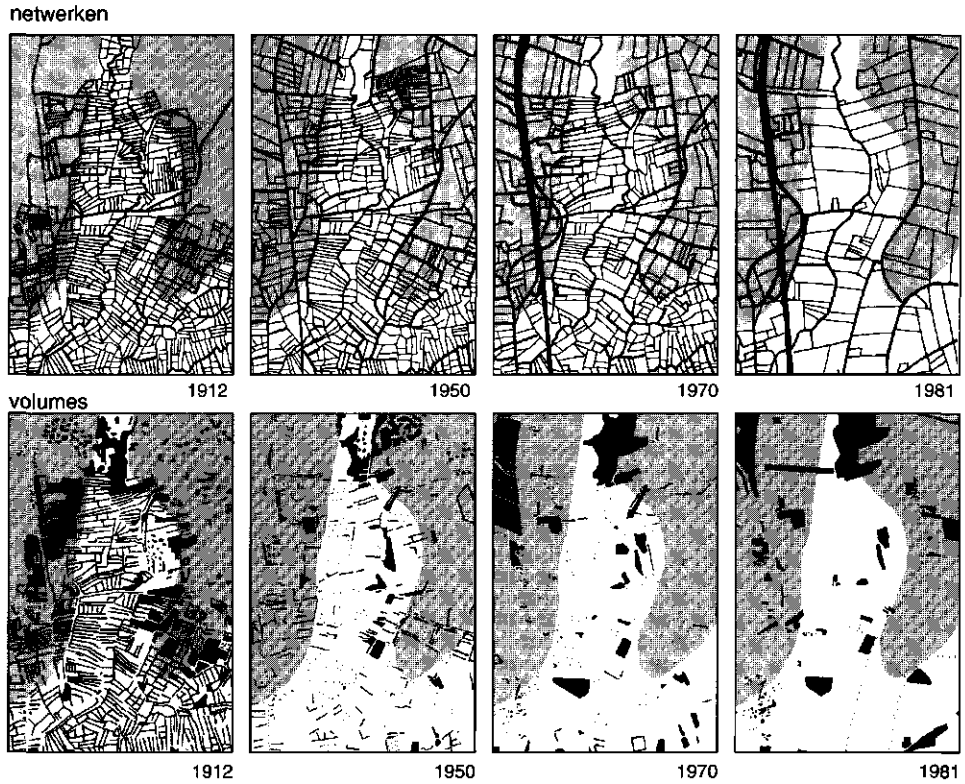
6.3.1 Inleiding

De processen die ten grondslag liggen aan de vormveranderingen die sinds het begin van deze eeuw hebben plaatsgevonden worden voor een belangrijk deel gestuurd door menselijk handelen of door de wisselwerking tussen het menselijk handelen en de natuurlijke omgeving. Deze antropogene processen zijn daarom als ingang gehanteerd om de vormveranderingen te beschrijven. Uit hoofdstuk 2 blijkt dat in deze eeuw met name de volgende antropogene processen van invloed zijn geweest op de vormaspecten van de beekdallandschappen:

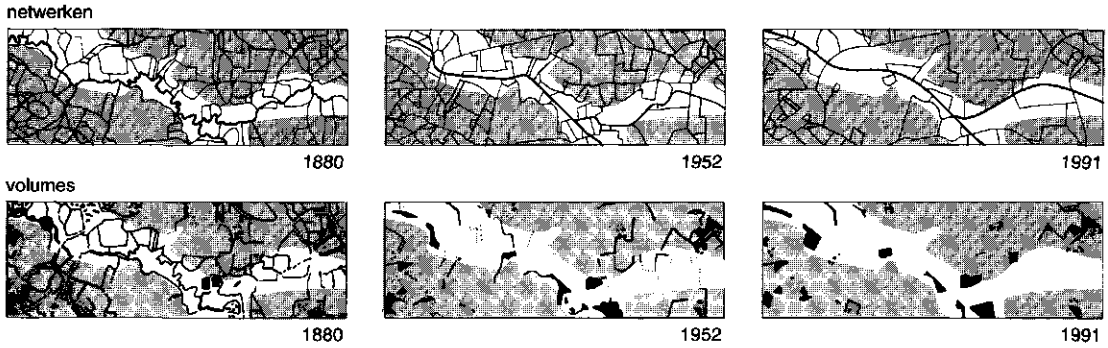
- functieverlies van de beplantingselementen (§6.3.2);
- ontginning van de woeste gronden (§6.3.3);
- uitvoering van ruilverkavelingen (§6.3.4);
- uitvoering van beekkanalisaties (§6.3.5);
- uitvoering van natuurbouw- en landinrichtingsprojecten (§6.3.6).

6.3.2 Functieverlies van beplantingselementen

Vanaf het begin van deze eeuw vindt een snelle technologische ontwikkeling van de landbouw plaats. Een van de aspecten hiervan is dat de beplantingselementen de functies verliezen die zij in de periode daarvoor vervulden (vee- en wildkering en slibopvang). Als gevolg hiervan komt een proces van verwaarlozing of kappen op gang waardoor veel kavelgrensbeplantingen geleidelijk verdwijnen[2]. Dit proces uit zich in een morfologisch proces van fragmentatie van de volumes. Hierdoor transformeren veel beekdallandschappen vanaf het begin van deze eeuw geleidelijk tot het fragmententype. De ontwikkelingsreeksen van de Buulder Aa (figuur 6.3.1) en de Beurzerbeek (figuur 6.3.2) illustreren dit proces. De ontwikkelingsreeks van de Buulder Aa laat een transformatie zien van het gerichte-kamertjestype naar het fragmententype, terwijl de ontwikkelingsreeks van de Beurzerbeek een ontwikkeling vertoont van het ongerichte-kamertjestype naar het fragmententype. Bij beide reeksen zijn in de uitgangssituatie aan vrijwel alle netwerklijnen volumes gekoppeld, in de vorm van kavelgrensbeplantingen. In de daarop volgende perioden fragmenteren de kavelgrensbeplantingen geleidelijk tot losse volumes om tenslotte vrijwel geheel te verdwijnen. Naarmate de dichtheid van de volumes geringer wordt neemt ook de herkenbaarheid van zowel het gerichte-kamertjestype (Buulder Aa) als het ongerichte-kamertjestype (Beurzerbeek) af. Uiteindelijk is het patroon van kamertjes niet meer herkenbaar en ontstaat het fragmententype. Bij de Buulder Aa ontstaat als tussenstadium (1950) het schermentype. Ruimtelijk gezien vindt er door het functieverlies van de beplantingselementen een transformatie plaats van alzijdig begrensde ruimten naar continue ruimten.



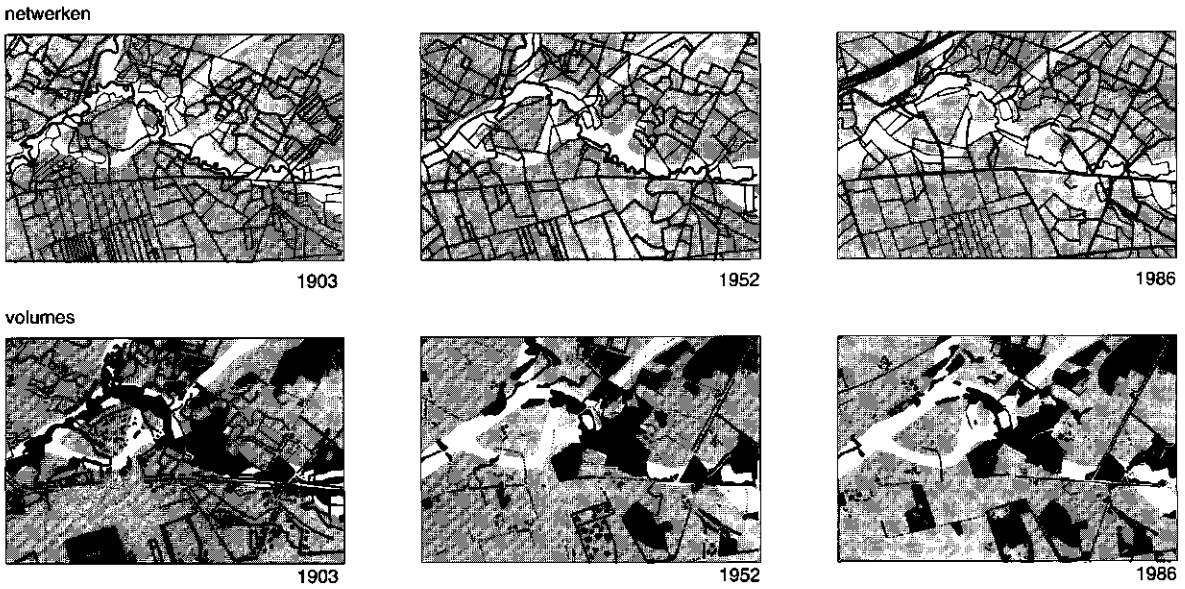
Figuur 6.3.1
Ontwikkelingsreeks Buulder Aa (Brabant; kaartblad 57E). De reeks toont een transformatie van het gerichte-kamertjestype naar het fragmententype. In de periode tussen 1912 en 1950 nemen de kavelgrensbeplantingen geleidelijk af. Hierdoor vallen de kamertjes uiteen tot losse schermen en ontstaat in eerste instantie het schermentype. Ook de beekloop wordt in deze periode gedeeltelijk gekanaliseerd. In 1970 zijn de schermen grotendeels verdwenen en resteren nog enkele solitairen en blokken. In de periode tussen 1970 en 1981 vindt een herverkaveling plaats, hetgeen zichtbaar is aan de veranderingen in de netwerken (vergroting van de maaswijdte, kanalisatie van de beek). Ten aanzien van de volumes heeft dit slechts een beperkte invloed.



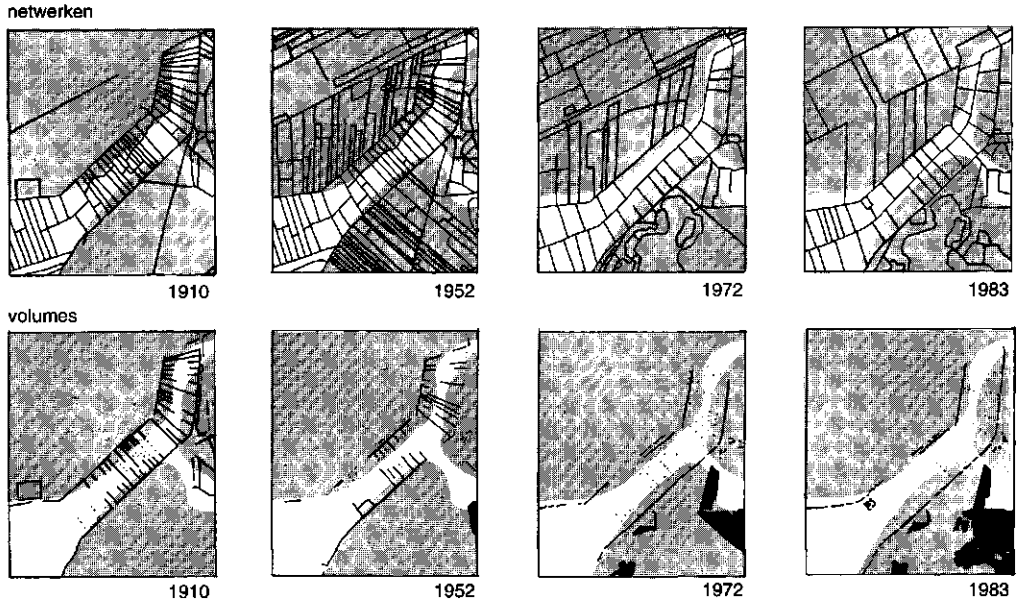
Figuur 6.3.2
Ontwikkelingsreeks Beurzerbeek (Achterhoek; kaartblad 41E). De reeks toont een ontwikkeling van het ongerichte-kamertjestype naar het blokkentype. Ook in deze reeks is functieverlies van de kavelgrensbeplantingen een belangrijke sturende factor achter het transformatieproces. Ten aanzien van de vorm van de netwerken valt op dat de maaswijdte wel toeneemt, maar dat de netwerkcellen onregelmatig van vorm blijven. De beekloop transformeert van een meanderende loop naar een gekanaliseerde loop.

Veel broekbossen vertonen een enigszins vergelijkbare ontwikkeling als de kavelgrensbeplantingen. Ook deze volumes verloren hun functie binnen het landbouwkundig systeem en werden na ontwatering geheel of gedeeltelijk gerooid. De ontwikkelingsreeks van de Boekelerbeek (figuur. 6.3.3) laat zien hoe door ontginning van delen van het beekdal een transformatie plaatsvindt van het bosbeektype in de richting van het fragmententype.
De verschillende ontwikkelingsreeksen illustreren hoe verschillende uitgangssituaties kunnen transformeren tot vergelijkbare beekdaltypen. Ook andere typen vertonen een vergelijkbare transformatie in de richting van het fragmententype. De snelheid waarmee de transformatie plaatsvindt kan echter sterk variëren. In sommige beekdalen zijn de kavelgrensbeplantingen of broekbossen in een tijdsbestek van enkele decennia gefragmenteerd tot losse volumes, terwijl in andere beekdalen sprake is van een sluipend proces waardoor hier nu nog steeds een hoge dichtheid aan kavelgrensbeplantingen of broekbossen voor komt.
Alhoewel het morfologische proces als geheel zekere wetmatigheden vertoont, lijkt het verdwijnen van de afzonderlijke volumes tamelijk willekeurig plaats te vinden. Verspreid over het gehele beekdal verdwijnen volumes of transformeren schermen eerst tot solitairen om vervolgens geheel te verdwijnen. Een verklaring voor het gegeven dat het ene volume wel en het andere volume niet verdwijnt valt op dit ordeningsniveau nauwelijks of niet te geven. Daarnaast komen beekdallandschappen voor waarbij de afname van volumes minder willekeurig lijkt plaats te vinden. De ontwikkelingsreeks van de Vledders, een bovenloopje van het Drostendiep (figuur 6.3.4), is een voorbeeld waarbij vooral de volumes in het beekdal afnemen, terwijl de volumes langs de rand van het beekdal nauwelijks afnemen. Als gevolg hiervan vindt in deze ontwikkelingsreeks een transformatie plaats van het insteekwaltype naar het dalvormtype.

De verschillende ontwikkelingsreeksen illustreren dat de afname van de kavelgrensbeplantingen en de broekbossen kan worden beschouwd als een morfologisch proces dat heeft geleid tot een geleidelijke afname van de vormverschillen tussen de beekdallandschappen onderling en tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap. Als gevolg van dit proces zijn van oorsprong morfologisch sterk verschillende beekdaltypen getransformeerd tot een gelijksoortig beekdaltype. Het transformatieproces laat zich voor een belangrijk deel verklaren door een verlies van de functies van de volumes.



Figuur 6.3.3
Ontwikkelingsreeks Boekelerbeek (Twente; kaartblad 34E/F). De reeks toont een transformatie van het bosbeektype naar het fagmententype. De transformatie wordt gestuurd door een ontginning van delen van het beekdal (met name in het linker deel van de figuren) waarbij de beekloop wordt gekanaliseerd en de beplanting wordt verwijderd. De transformatie voltrekt zich grotendeels in de periode tussen 1903 en 1952.



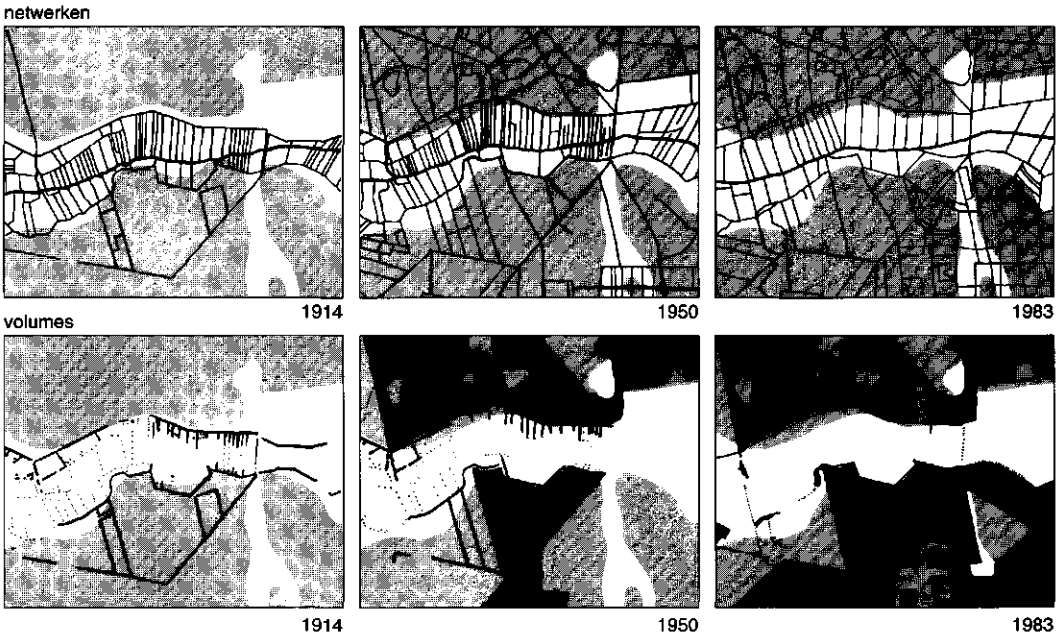
Figuur 6.3.4
Ontwikkelingsreeks De Vledders (Drente; kaartblad17H). De reeks toont een transformatie van het insteekwaltype in de richting van het dalvormtype. In de periode tussen 1910 en 1983 neemt het aantal volumes loodrecht op het beekdal (de insteekwallen) geleidelijk af. De volumes evenwijdig aan het beekdal nemen echter nauwelijks af. Ten aanzien van de netwerken valt op dat tussen 1910 en 1952 een fijnmazig netwerk buiten het beekdal ontstaat door de ontginning van de woeste gronden. Onder invloed van herverkavelingen neemt in de daarop volgende periode de maaswijdte van de netwerken, zowel in als buiten het beekdal, geleidelijk toe. Desondanks blijft het netwerk in het beekdal zich onderscheiden van het netwerk buiten het beekdal.

6.3.3 Ontginning van de woeste gronden

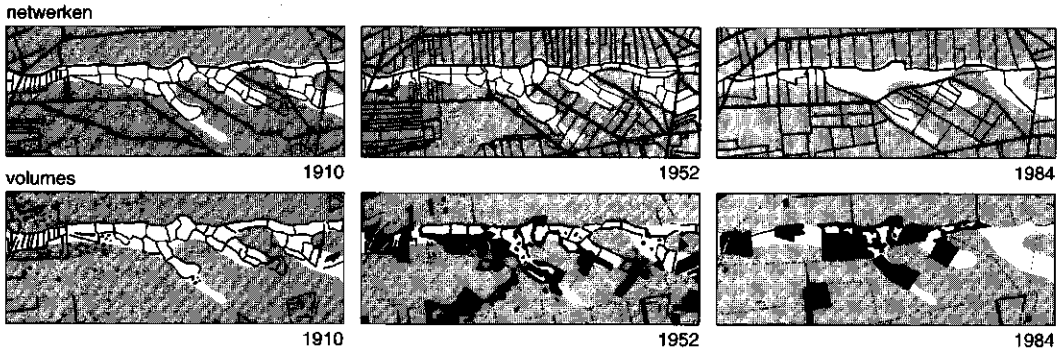
In de meeste ontwikkelingsreeksen vindt in de periode tussen ±1900 en ±1950 een sterke transformatie van het perceleringsnetwerk plaats. Deze transformatie hangt veelal samen met een ontginning van de woeste gronden en heeft vooral betrekking op de gronden buiten het beekdal. Deze transformatie vindt over het algemeen in een tijdsbestek van enkele jaren plaats.

In veel gevallen is de ontginning van de woeste gronden niet direct van invloed op het beekdal zelf, aangezien de meeste beekdalen al ruim voor deze periode waren ontgonnen (zie ook hoofdstuk 2). Het is vooral het perceleringsnetwerk buiten het beekdal dat verandert (vergelijk bijvoorbeeld in figuur 6.3.4 de eerste en de tweede periode). Dit nieuwe perceleringsnetwerk verschilt meestal sterk in maat, vorm en richting van het perceleringsnetwerk in de beekdalen. Bij latere herverkavelingen zijn de vormverschillen tussen de perceleringsnetwerken in en buiten het beekdal meestal genivelleerd.

In gebieden waar de woeste gronden minder geschikt waren als landbouwgrond is veelal tijdens de ontginning op grote schaal naaldbos aangeplant. Indien deze aanplant direct buiten het beekdal plaatsvond is hierdoor soms een totale inversie van de vorm ontstaan. De ontwikkelingsreeks van het Amerdiep is hiervan een voorbeeld (figuur 6.3.5). Het



Figuur 6.3.5
Ontwikkelingsreeks Amerdiep (Drente; kaartblad 17B). De reeks toont een transformatie van het insteekwaltype naar het dalvormtype. Deze transformatie wordt gestuurd door de bebossing van de woeste gronden buiten het beekdal (met name tussen 1914 en 1950) en een functieverlies van de kavelgrensbeplantingen in het beekdal, waardoor deze verdwijnen. De afname van de kavelgrensbeplantingen vindt met name plaats tussen 1950 en 1983, de periode waarin de beekdalgronden worden herverkaveld. Dit laatste is herkenbaar aan de toename van de grootte van de netwerkcellen in het beekdal.

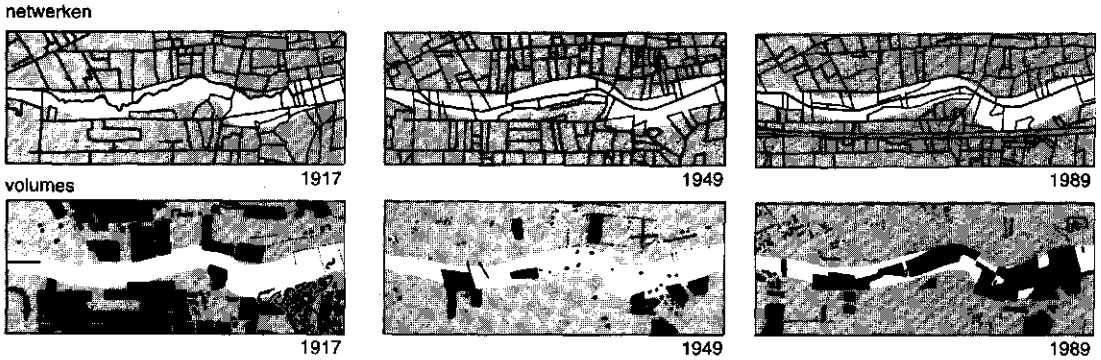


Figuur 6.3.6
Ontwikkelingsreeks Rossummerbeek (Twente, kaartblad 28H). De reeks toont een ontwikkeling van het ongerichte-kamertjestype in de richting van het blokkentype. De transformatie wordt gestuurd door de ontginning van de woeste gronden buiten het beekdal (1910-1952), hetgeen zichtbaar is aan de vormverandering van de netwerken. Deze gronden waren veelal beter geschikt als grasland dan de natte beekdalgronden. Als gevolg hiervan raken delen van het beekdal in onbruik en vindt spontane bosontwikkeling plaats (1952-1984).

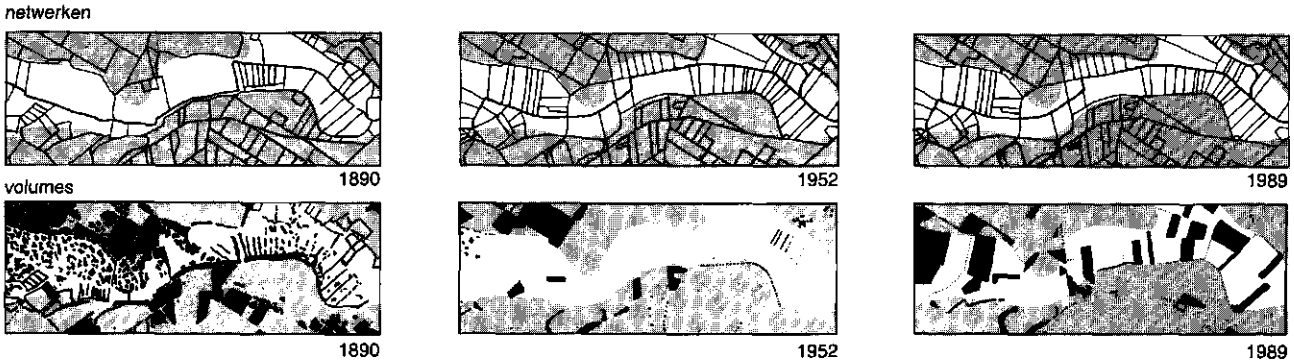
beekdal van het Amerdiep behoort rond 1900 tot het insteekwaltype en is een besloten element in een open landschap. Na de ontginning van de woeste gronden tot bos is het beekdal een open ruimte in een besloten omgeving. Dit effect wordt versterkt doordat gelijktijdig het proces van afname van de kavelgrensbeplantingen plaatsvindt. Als gevolg hiervan verdwijnen de insteekwallen en transformeert het insteekwaltype tot het dalvormtype.

Zoals in paragraaf 2.3.3 is aangegeven vormt de ontginning van de woeste gronden soms ook de aanzet tot een herbestemming van de gronden. De ontwikkelingsreeksen van de Rosummerbeek (figuur 6.3.6), de Groote Molenbeek (figuur 6.3.7) en de Elsbeek (figuur 6.3.8) illustreren dit proces. De ontwikkelingsreeks van de Rossummerbeek is een voorbeeld waarbij na ontginning van de woeste gronden buiten het beekdal de gronden in het beekdal worden verlaten. Hierdoor ontstaan er broekbossen in het beekdal en transformeert het beekdal van het ongerichte-kamertjestype in de richting van het blokkentype. De ontwikkelingsreeks van de Groote Molenbeek is een voorbeeld waarbij het bos buiten het beekdal wordt gekapt en ontgonnen tot landbouwgrond, terwijl in het beekdal juist bos ontstaat. Hierdoor ontstaat een totale inversie van de vorm (van dalvormtype naar bosbeektype). De ontwikkelingsreeks is morfologisch gezien een omgekeerde ontwikkeling van de ontwikkelingsreeks in het Amerdiep (figuur 6.3.5). De ontwikkelingsreeks van de Elsbeek is een voorbeeld waarbij het beekdal in 1890 nog niet is ontgonnen. De reeks laat zien dat na 1890 eerst het beekdal wordt ontgonnen, terwijl na 1952 het beekdal weer gedeeltelijk wordt verlaten waardoor er op sommige percelen broekbos ontstaat. Als gevolg hiervan vindt er een transformatie plaats van het organische volumestype naar het blokkentype.

De ontwikkelingsreeksen illustreren dat de ontginning van de woeste gronden beschouwd kan worden als een abrupt proces. Dit proces was in



Figuur 6.3.7
Ontwikkelingsreeks Groote Molenbeek (Noord-Limburg, kaartblad 52D). De reeks toont een transformatie van het dalvormtype, via het fragmententype, naar het bosbeektype. De transformatie wordt gestuurd door het ontginnen van de gronden buiten het beekdal, waarbij de bosopstanden worden gerooid (1917-1949). Ook de beek wordt in deze periode gekanaliseerd. Evenals bij de Rossummerbeek (figuur 6.3.6) raken vervolgens delen van het beekdal in onbruik als grasland, waarna bosontwikkeling plaatsvindt (1949-1989).



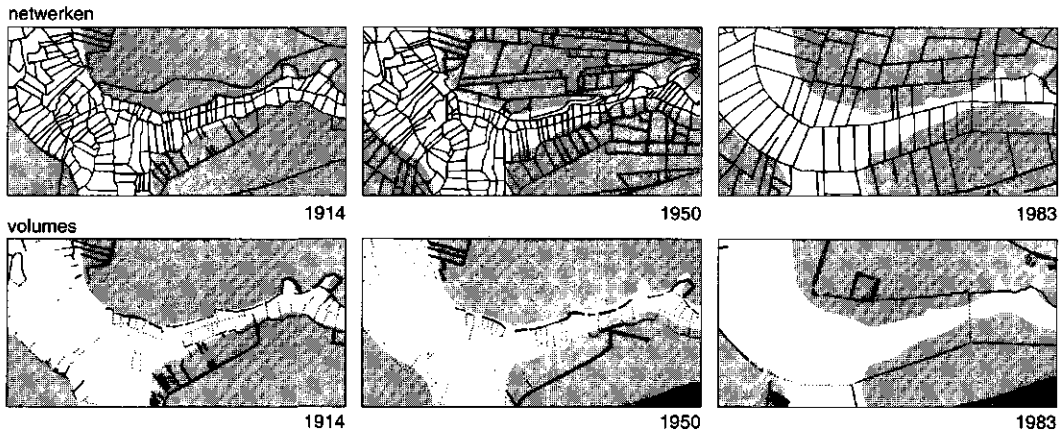
Figuur 6.3.8
Ontwikkelingsreeks Elsbeek (Noord-Limburg, kaartblad 52G). De reeks toont een ontwikkeling van het organische-volumestype, via het open-daltype, naar het blokkentype. In 1890 is het beekdal nog maar gedeeltelijk ontgonnen. Slechts in het rechter deel van de figuur zijn aanzetten tot ontginning. Tussen 1890 en 1952 wordt het beekdal ontgonnen, waarbij de beplanting wordt verwijderd en de beek gekanaliseerd. In de periode na 1952 raken enkele percelen in onbruik als grasland, waarna bosontwikkeling plaatsindt.

eerste instantie vooral van invloed op de vorm van de omgeving van de beekdallandschappen. Dit neemt niet weg dat deze transformaties in bepaalde situaties een verandering van het beekdaltype tot gevolg hebben gehad. Daarnaast vormde de ontginning van de woeste gronden soms de aanzet tot een herbestemming van de gronden in het beekdal waardoor in sommige beekdallandschappen een totale inversie van de vorm plaatsvond.

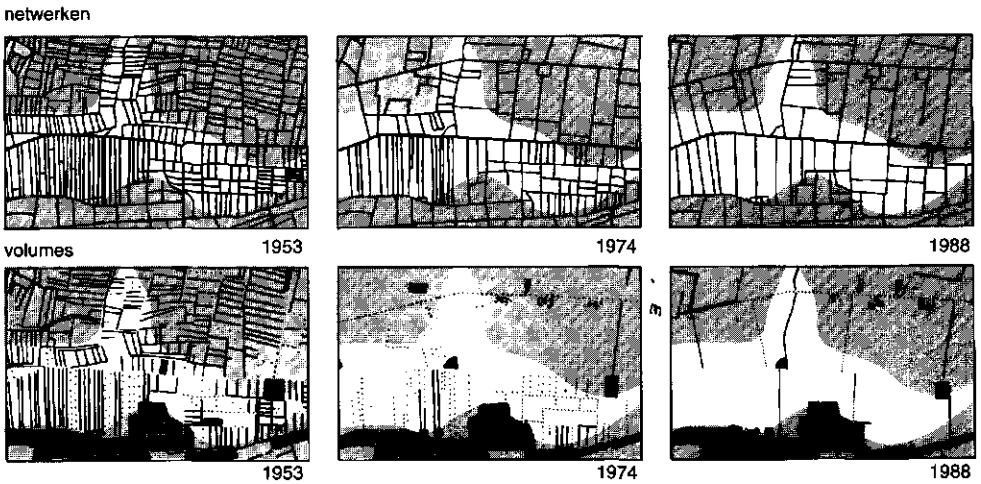
6.3.4 Ruilverkavelingen

In een groot aantal beekdallandschappen vindt in de periode na 1954 een abrupte transformatie plaats die samenhangt met de uitvoering van een ruilverkaveling. 1954 is namelijk het jaar waarin de ruilverkavelingswet uit 1924 wordt herzien en waarna het aantal ruilverkavelingen sterk toeneemt. De vormveranderingen die hier het gevolg van zijn hebben over het algemeen zowel betrekking op de gronden in als buiten het beekdal. Kenmerkend voor het transformatieproces is een vergroting van de netwerkcellen en in samenhang hiermee het ontstaan van een regelmatig netwerk. Opvallend is dat na uitvoering van een ruilverkaveling het perceleringsnetwerk in de beekdalen vaak nog maar nauwelijks verschilt van het perceleringsnetwerk buiten de beekdalen. Een ander kenmerk is dat een groot deel van de volumes - met name restanten van kavelgrensbeplantingen (schermen) - in het kader van de ruilverkaveling worden verwijderd. De meeste ontwikkelingsreeksen illustreren dit proces (zie onder andere in figuur 6.3.1 de transformatie van de Buulder Aa tussen 1970 en 1981). Onderzoek naar de afname van beplantingselementen in noordoost Twente laat zien dat de afname aan beplantingselementen door ruilverkavelingen gemiddeld genomen maar weinig verschilt van de afname aan volumes als gevolg van het hiervoor beschreven geleidelijke proces van afname van kavelgrensbeplantingen door functieverlies (Vlaanderen, 1989).

De vormveranderingen als gevolg van ruilverkavelingen hebben in verweg de meeste beekdallandschappen geleid tot een transformatie in de richting van het fragmententype. Dit betekent dat na de ruilverkaveling veelal een continue ruimte resteert met daarin gespreid enkele boselementen, schermen en solitairen. Deze transformatie heeft tevens tot



Figuur 6.3.9
Ontwikkelingsreeks Grolloërdiep (Drente, kaartblad 12D/17B). De reeks toont een ontwikkeling van het insteekwaltype naar het compartimententype. De ontginning van de woeste gronden tussen 1914 en 1950 heeft schijnbaar nauwelijks invloed op het beekdal, maar uitsluitend op de netwerken buiten het beekdal. De transformatie die plaatsvindt in de periode na 1950 is het gevolg van een herverkaveling. Hierbij worden de percelen vergroot, de beek gekanaliseerd en worden beplantingselementen langs de wegen aangebracht.

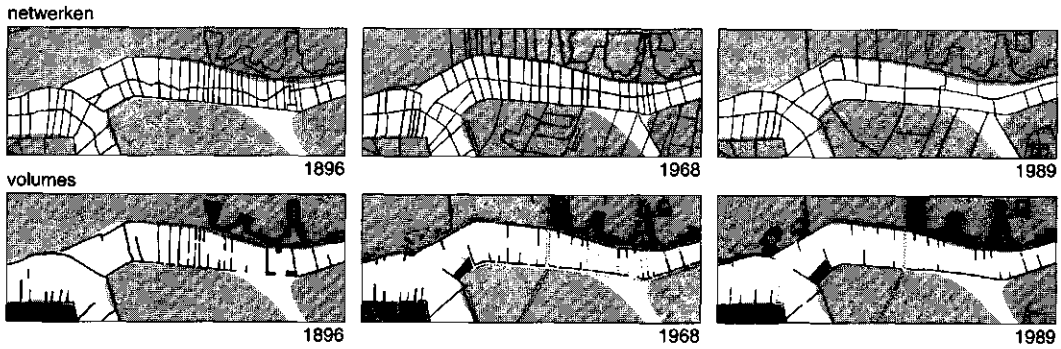


Figuur 6.3.10
Ontwikkelingsreeks Leijgraaf (Brabant, kaartblad 45H). De reeks toont een ontwikkeling van het gerichte-kamertjestype naar het compartimententype. De transformatie hangt samen met de herverkaveling die in het beekdal plaatsvindt. In 1974 zijn in het gedeelte ten noorden van de beekloop de beplantingselementen al verwijderd en de percelen vergroot. In de periode na 1974 vindt deze ontwikkeling ook ten zuiden van de beekloop plaats. Tevens worden beplantingselementen langs de wegen aangebracht en enkele beplantingselementen loodrecht op het beekdal.

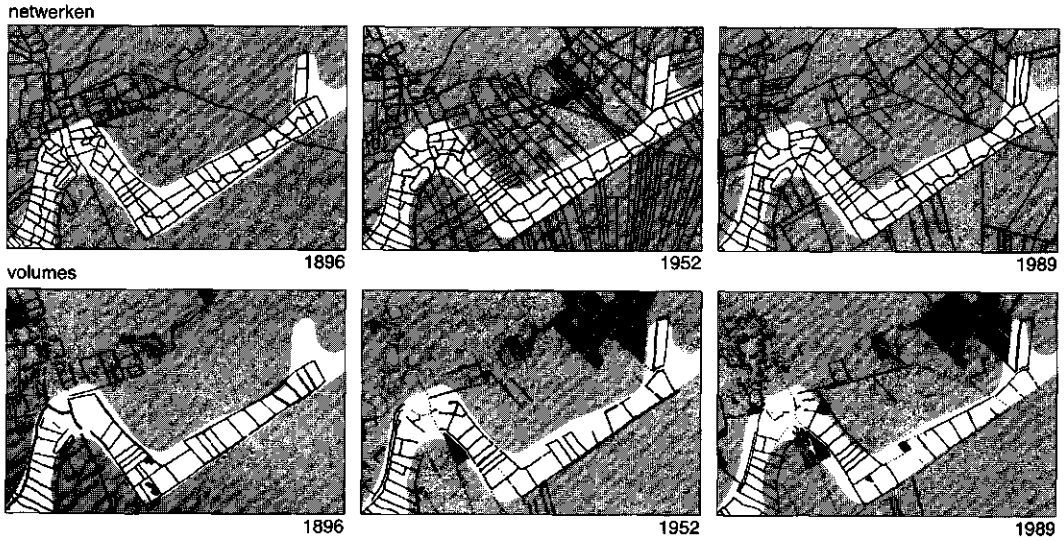
gevolg gehad dat de vormverschillen tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap en tussen de beekdallandschappen onderling veelal sterk zijn genivelleerd. Ook ten aanzien van de beekdalelementen zijn de vormverschillen veelal afgenomen, onder andere door de afname van beekbegeleidende beplantingen en kanalisatie van meanderende beeklopen.

Echter niet in alle beekdallandschappen zijn tijdens de uitvoering van een ruilverkaveling de vormverschillen tussen het beekdallandschap en het omringende landschap volledig genivelleerd. De ontwikkelingsreeksen van het Grolloërdiep (figuur 6.3.9) en de Leijgraaf (figuur 6.3.10) zijn voorbeelden van beekdallandschappen waar wel een vergroving van het perceleringsnetwerk heeft plaatsgevonden en waar ook de restanten van beplantingselementen in het beekdal zijn gerooid, maar waarvoor in de plaats nieuwe beplantingselementen zijn aangebracht. Deze beplantingselementen, in de vorm van schermen, zijn voornamelijk gekoppeld aan de wegen evenwijdig aan of loodrecht op het beekdal. In beide ontwikkelingsreeksen heeft dit geleid tot een transformatie tot het compartimententype. De compartimenten die zijn ontstaan zijn echter dusdanig groot dat ze niet aansluiten bij de vorm en de maat van het beekdal. Beide reeksen laten tevens dat door uitvoering van een ruilverkaveling twee sterk verschillende uitgangssituatie (respectievelijk insteekwaltype en gerichte-kamertjestype) kunnen transformeren tot hetzelfde beekdaltype.

In een beperkt aantal beekdallandschappen heeft de uitvoering van een ruilverkaveling niet geleid tot een sterke nivellering van de vormver-



Figuur 6.3.11
Ontwikkelingsreeks Broekenloop (Drente, kaartblad 12B). De reeks toont een beekdallandschap, dat ondanks vormveranderingen van de netwerken, de kenmerken van het insteekwaltype heeft behouden. In de periode tussen 1896 en 1968 zijn de woeste gronden ontgonnen (zichtbaar aan de netwerken buiten het beekdal) en is de beek gekanaliseerd. In de periode tussen 1968 en 1989 is het beekdal en het omringende landschap herverkaveld. Ogenschijnlijk is dit niet van invloed geweest op de volumes in het beekdal. Wordt echter nauwkeurig naar de positie van insteekwallen gekeken dan blijkt dat sommige insteekwallen zijn verwijderd, terwijl op andere plaatsen nieuwe insteekwallen zijn aangebracht.



Figuur 6.3.12
Ontwikkelingsreeks Anloërdiep (Drente, kaartblad 12E/G). De reeks toont een beekdallandschap van het gerichtekamertjestype waarbij buiten het beekdal vormveranderingen plaatsvinden, terwijl de vorm van het beekdal zelf schijnbaar onveranderd blijft (zowel de netwerken als de volumes). In de periode tussen 1896 en 1952 worden de woeste gronden buiten het beekdal ontgonnen, hetgeen afleesbaar is aan de ontwikkeling van de netwerken buiten het beekdal. In de periode tussen 1952 en 1989 vindt een herverkaveling plaats waarbij de maaswijdte van de netwerken buiten het beekdal wordt vergroot.

schillen. Het beekdal van de Broekenloop (figuur 6.3.11) is een voorbeeld waarbij er in de periode tussen 1968 en 1989 wel een vergroving van het netwerk heeft plaatsgevonden, maar waarbij het patroon van de volumes desondanks nauwelijks is veranderd en nog duidelijk de kenmerken van het insteekwaltype vertoont. In deze ontwikkelingsreeks is duidelijk de hand te zien van landschapsarchitect H.W. de Vroome die van 1948 tot 1984 betrokken is geweest bij de landschapsplannen die in het kader van de ruilverkavelingen in Drente zijn gemaakt. In zijn ontwerpen heeft De Vroome geprobeerd om de karakteristieke verschillen

in vorm en maat van de verschillende landschappelijke eenheden te behouden. Soms was het mogelijk om deze verschillen te behouden of herstellen, in andere situaties is het ontwerp een stilering van de vroegere situatie (Van Blerck, 1989; De Visser, 1997). De Broekenloop is een voorbeeld van een stilering van de vroegere situatie.
De ontwikkelingsreeks van het Anloërdiep (figuur 6.3.12) is een voorbeeld waarbij alleen de omgeving van het beekdal is herverkaveld. Hierdoor is schijnbaar alleen het perceleringsnetwerk buiten het beekdal aan verandering onderheving. Eerst vindt een verfijning van het perceleringsnetwerk plaats en vervolgens weer een vergroving. In het beekdal ondergaan zowel de netwerken als de volumes nauwelijks enige verandering. Het gerichte-kamertjestype is in deze reeks als het ware geconserveerd.

Uit de ontwikkelingsreeksen blijkt dat transformaties als gevolg van ruilverkavelingen zijn te beschouwen als een abrupt proces. In veel beekdallandschappen heeft dit proces geleid tot een transformatie in de richting van het fragmententype of het compartimententype (vergroving van het netwerk, afname van de volumes). Daarnaast komen enkele beekdallandschappen voor die hun vroegere vormkenmerken hebben behouden.

6.3.5 Beekkanalisaties

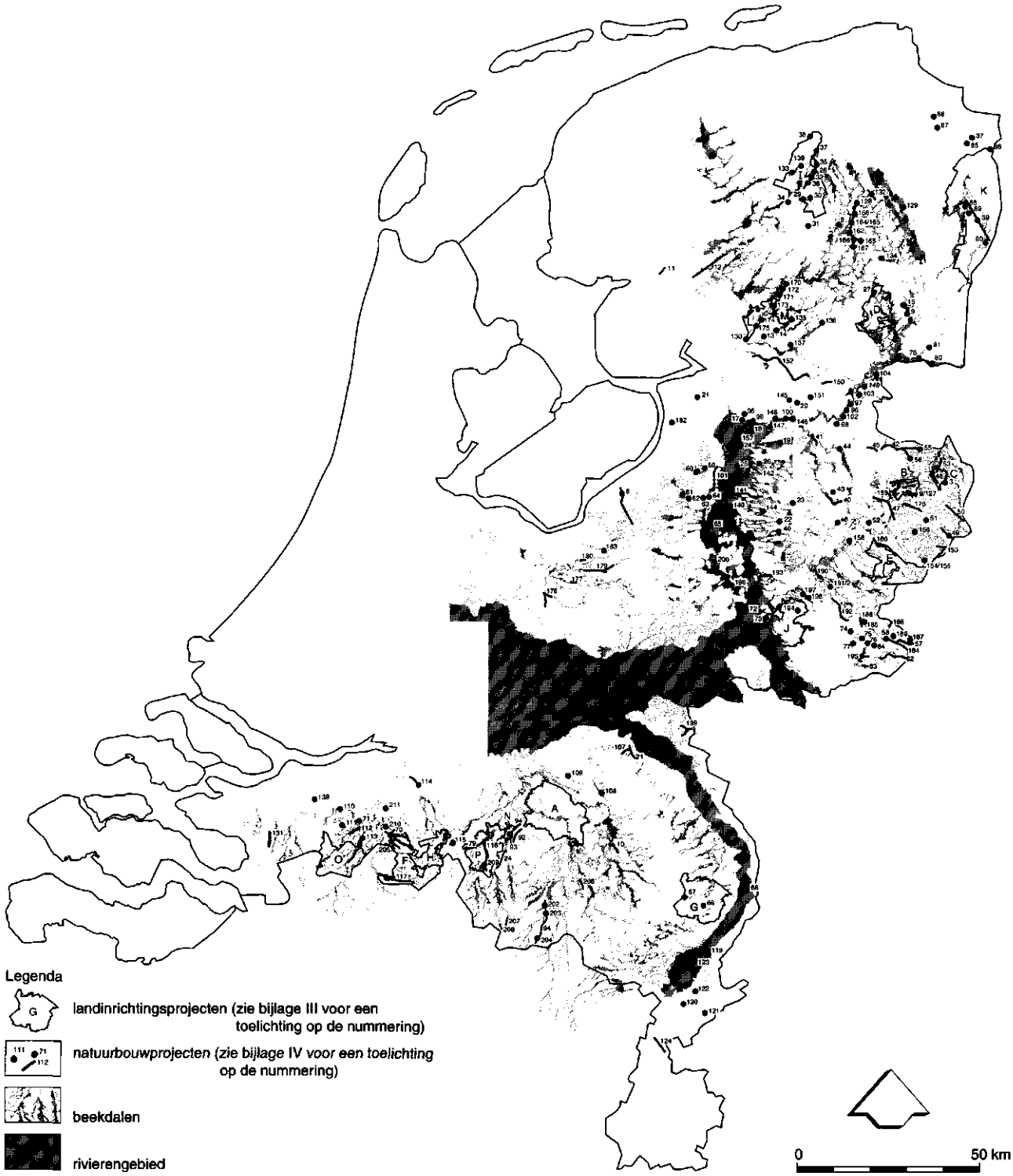
Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven heeft de mens door de eeuwen heen grote invloed uitgeoefend op de waterhuishouding van de zandgebieden. In de ontwikkelingsreeksen manifesteert deze beïnvloeding zich in de vele beekkanalisaties die sinds het begin van deze eeuw hebben plaatsgevonden. Bij de kanalisaties zijn de beken rechtgetrokken (aangepast aan het perceleringsnetwerk), waardoor de meanderende vorm is verdwenen. Als gevolg van de beekkanalisaties zijn in veel gevallen de vormverschillen tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap genivelleerd. Dit komt enerzijds doordat de kenmerkende meanderende vorm van de beek is verdwenen en anderzijds doordat gelijktijdig met de kanalisaties veelal de beekbegeleidende beplantingen werden verwijderd (zie figuur 6.3.2). Hierdoor hebben de beekkanalisaties bijgedragen aan de transformatie in de richting van het fragmententype.
Daarentegen zijn bij de beekkanalisaties soms ook nieuwe beplantingselementen langs de beeklopen aangebracht. Deze beplantingsstroken zijn meestal van de beekloop gescheiden door een onderhoudspad, zodat machinaal onderhoud mogelijk is.

In de afgelopen eeuw zijn de beeklopen vaak meerdere keren aangepast, waardoor de beekkanalisaties zijn te beschouwen als een schoksgewijs transformatieproces. Aanpassingen vonden onder andere plaats tijdens ruilverkavelingen en A2-werken, maar ook onafhankelijk daarvan. De beekkanalisaties zijn derhalve niet duidelijk aan een bepaalde periode gebonden.

Naast vormveranderingen in het waterlopenpatroon die het resultaat zijn van menselijk handelen kunnen ook natuurlijke processen leiden tot vormveranderingen. Onder invloed van de dynamiek van het stromende water kunnen beeklopen zich verleggen en kunnen beeklopen nieuwe meanders vormen. Voorbeelden uit de buitenlandse literatuur laten zien dat als gevolg hiervan de meanders zich geleidelijk stroomafwaarts kunnen verplaatsen[3] (Leopold et al., 1964; Zonneveld, 1981; Brookes, 1984). Er bestaat echter twijfel of de condities die leiden tot het verplaatsen van de beeklopen in de Nederlandse zandgebieden nog aanwezig zijn (Wolfert, 1991)[4] . Ook in het onderzoeksmateriaal zijn geen voorbeelden aangetroffen van beeklopen die zich in de periode na 1900 dusdanig hebben verlegd dat dit op het niveau van de beekdallandschappen heeft geleid tot waarneembare vormveranderingen. De veranderingen van de beeklopen zoals die uit het empirisch materiaal zijn af te leiden kunnen derhalve grotendeels worden toegeschreven aan het menselijk handelen.

6.3.6 Natuurbouw- en landinrichtingsprojecten

Voor het vervaardigen van de ontwikkelingsreeksen uit de vorige paragrafen is gebruik gemaakt van topografische kaarten. Topografische kaarten hebben echter als nadeel dat zelfs de meest recente uitgaven vaak al bijna tien jaar geleden zijn geïnventariseerd. Recente en toekomstige vormveranderingen zijn daarom niet met behulp van topografische kaarten te analyseren. Om ook inzicht te krijgen in de vormveranderingen die momenteel gaande zijn in de beekdallandschappen en vormveranderingen die in de nabije toekomst zullen gaan plaatsvinden zijn plankaarten van recent uitgevoerde of in de planfase verkerende landinrichtingsprojecten en natuurbouwprojecten onderzocht voor zover deze betrekking hebben op beekdallandschappen (figuur 6.3.13).
Landinrichtingsprojecten zijn onderzocht aangezien het te verwachten valt dat het landinrichtingsinstrumentarium (al dan niet in een gewijzigde vorm) ook in de nabije toekomst van grote invloed zal blijven op de vormveranderingen die plaatsvinden in de beekdallandschappen. Uit het grote aantal landinrichtingsprojecten dat momenteel in voorbereiding of uitvoering is zijn zestien projecten geselecteerd die relevant voor het onderzoek werden geacht (zie ook bijlage III).
Natuurbouwprojecten zijn onderzocht aangezien de realisering van natuurbouwprojecten in beekdallandschappen de laatste tiental jaren enorm is toegenomen (Hermens & Wassink, 1992; Verdonschot, 1995, Zonderwijk, 1995). Het valt derhalve te verwachten dat deze projecten van grote invloed zullen zijn op de vorm van de beekdallandschappen in de nabije toekomst (zie ook bijlage IV). Aangezien verschillende natuurbouwprojecten in landinrichtingsverband worden uitgevoerd zijn de natuurbouwprojcten en de landinrichtingsprojecten in deze paragraaf samengevoegd[5].



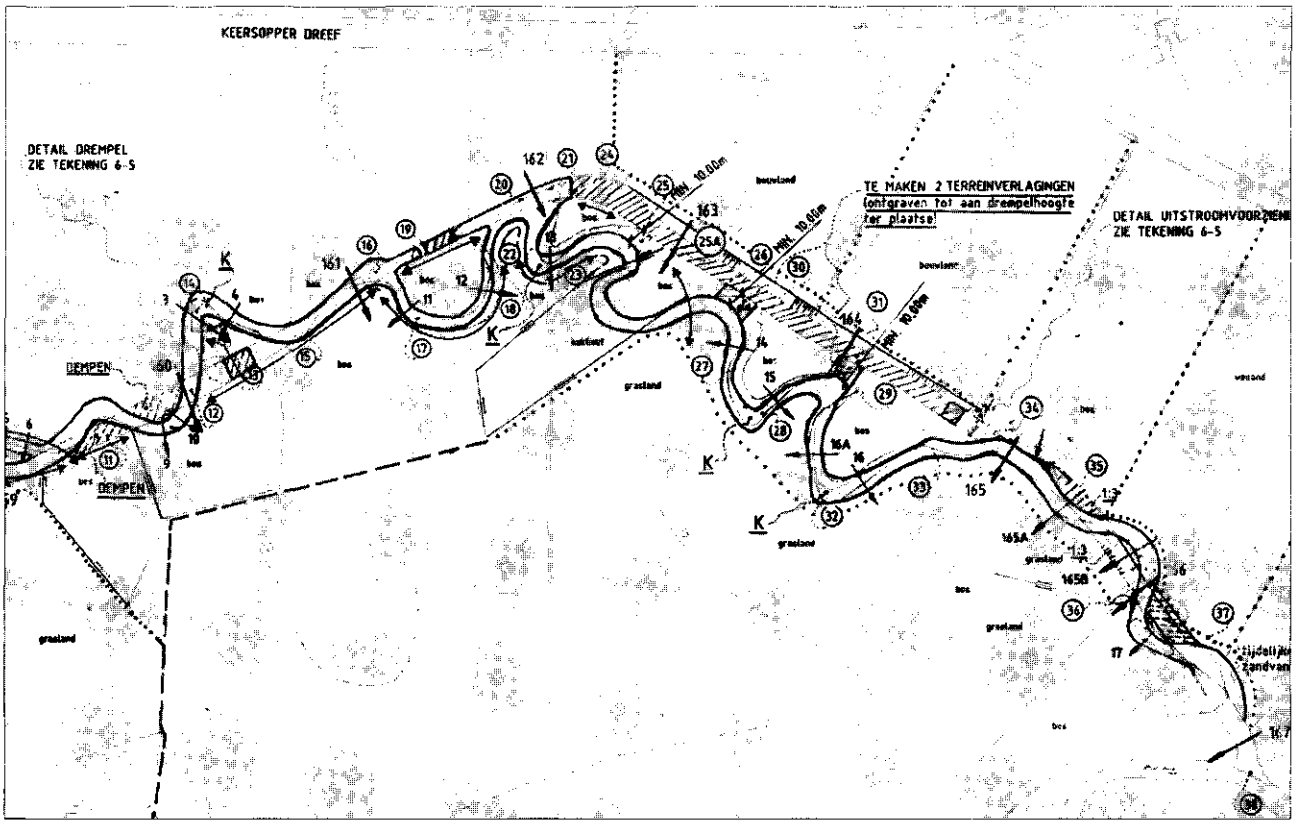
Figuur 6.3.13
De onderzochte natuurbouwprojecten en landinrichtingsprojecten.

In het kader van landinrichtings- en natuurbouwprojecten worden verschillende maatregelen genomen die van invloed zijn op de vorm van de beekdallandschappen. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt in maatregelen die van invloed zijn op de vorm van de beeklopen, maatregelen die betrekking hebben op de realisatie van beekbegeleidende beplantingen en maatregelen die een extensivering van het grondgebruik in de beekdalen beoogen.

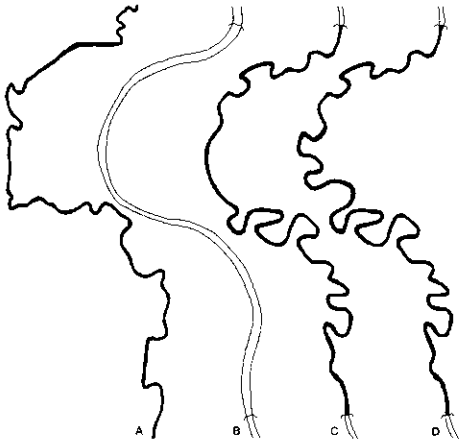
Ingrepen in de vorm van de beeklopen

In een groot aantal natuurbouwprojecten en landinrichtingsprojecten worden maatregelen getroffen die van invloed zijn op de vorm van de beeklopen. Met name het ontwikkelen van beeklopen met een meanderende vorm komt veelvuldig voor. Het omvormen van gekanaliseerde beken naar meanderende beken vindt in de natuurbouwprojecten op verschillende manieren plaats. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in hermeanderingsprojecten waarbij meanders worden gegraven en hermeanderingsprojecten waarbij uitsluitend condities voor hermeandering worden gecreëerd.

In projecten waarbij meanders worden gegraven wordt veelal de oorspronkelijke meandervorm opnieuw uitgegraven. Hiervoor wordt gebruik

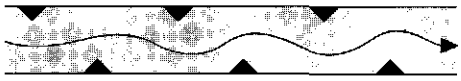


Figuur 6.3.14
Fragment van de plankaart van de Keersop. In het kader van een hermeanderingsproject zijn op basis van oude topografische kaarten en bodemkaarten de oude meanders van de Keersop opnieuw uitgegraven. Rechtsonder mondt de Keersop uit in de Dommel (bron: Waterschap De Dommel, 1993).



Figuur 6.3.15
Hermeandering van de Ruiten Aa.
a. situatie 1852
b. situatie voor hermeandering
c. nieuwe loop zonder aankoop van gronden
d. nieuwe loop met aankoop van gronden
(bron: Verdonschot, 1995)

Figuur 6.3.16
Gegraven meanders in het beekdal van de Wandse (Duitsland). Bij de graafwerkzaamheden heeft men de oude gekanaliseerde beekloop laten liggen. Deze fungeert als overstort bij hoge waterstanden (bron: Glitz, 1983).

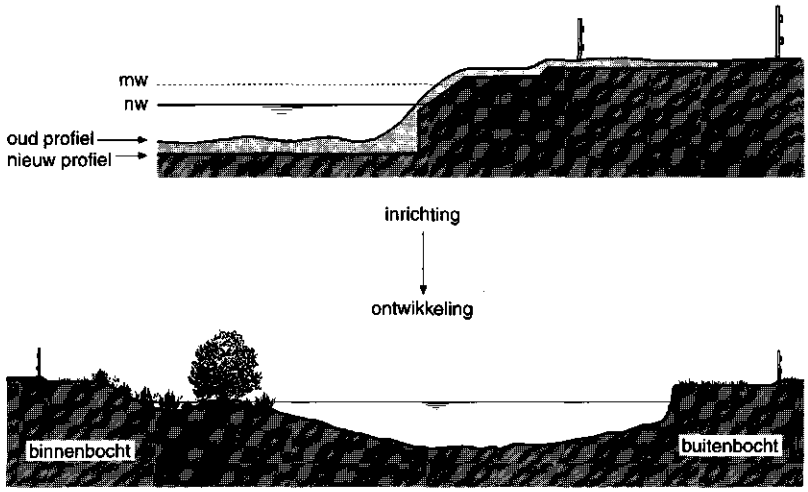


Figuur 6.3.18
Driehoekskribben. Door de kribben wordt de stroomrichting van het water afgebogen, waardoor het meanderingsproces geactiveerd.

gemaakt van oude topografische kaarten of bodemkaarten. Een voorbeeld hiervan is de Keersop (figuur 6.3.14). Daarnaast worden ook meanders gegraven die niet direct zijn gebaseerd op een vroegere meandervorm. In dergelijke situaties is de vorm een gestileerde vorm van een meanderende beek. Een voorbeeld hiervan is de Ruiten Aa (figuur 6.3.15). Tevens zijn er voorbeelden waarbij na de aanleg van meanders de gekanaliseerde beekloop gehandhaafd blijft als nevengeul, om zodoende dienst te doen bij hoge afvoerpieken (figuur 6.3.16).
In natuurbouwprojecten waarbij uitsluitend condities voor meandering worden gecreëerd gebeurt dit veelal door het nalaten of extensiveren van het onderhoud aan de oevers. Onderzoek van Wolfert (1991) en Kuenen (1949) geeft echter aan dat het onzeker is of de beken in de Nederlandse zandgebieden ook daadwerkelijk uit zichzelf zullen gaan meanderen. In enkele projecten wordt er daarom voor gekozen om het meanderingsproces te activeren door de stabiliteit van de oevers te verminderen. De middenloop van de Regge is hiervan een voorbeeld (figuur 6.3.17). Door middel van graafwerkzaamheden zijn vertikale en daardoor onstabiele oevers gecreëerd, waardoor het meanderingsproces op gang wordt gebracht.
In sommige projecten wordt gepoogd om het proces van meandering te bevorderen door het plaatsen van driehoekskribben in de beek (figuur 6.3.18). Door de driehoekskribben wordt de stroomrichting van het water afgebogen in de richting van de tegenoverliggende oever waardoor deze wordt ondermijnd en begint te eroderen. Achter de kribben vindt sedimentatie plaats. Een andere methode om dit effect te bereiken is het in de beek laten liggen van omgevallen bomen.
In projecten waar hermeandering plaatsvindt worden veelal ook de traditionele stuwen vervangen door natuurtechnische stuwen of worden er grote stenen in de beek gestort. Deze ingrepen hebben tot gevolg dat de ruimtelijke continuïteit in de lengterichting van de beek wordt hersteld.

Voor de toekomstige vorm van de beekdallandschappen heeft hermeandering tot gevolg dat op het niveau van de beekdallandschappen het patroon van beeklopen transformeert van een recht patroon naar een meanderend patroon. Op het niveau van de beekdalelementen vindt een transformatie plaats van een cultuurtechnisch profiel naar een natuurlijk profiel (zie ook §4.5.2). Uit het onderzoeksmateriaal blijkt dat hermeanderingsprojecten op verschillende plaatsen in de zandgebieden worden toegepast, zowel in boven-, midden- als benedenlopen van beekdalstelsels.

Naast het opnieuw laten meanderen van beken worden in het kader van landinrichtings- en natuurbouwprojecten veelvuldig beken met een natuurtechnisch profiel (plasbermen, plas-dras oevers, flauwe oevers, nevengeulen) aangelegd (zie ook §4.5.2). Bij een natuurtechnisch beekprofiel wordt het profiel zodanig aangepast dat waterminnende flora en fauna meer mogelijkheden krijgen zich te ontwikkelen. Daarentegen houdt de beekloop veelal zijn liniaire karakter. Voor de toekomstige



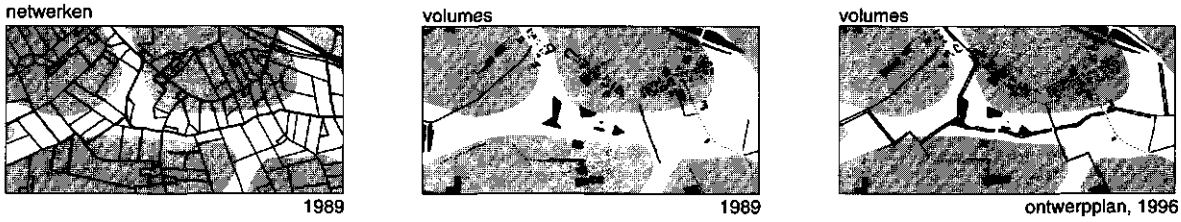
Figuur 6.3.17
In een gedeelte van de middenloop van de Regge zijn de oevers vertikaal afgegraven (boven). Hierdoor wordt de stabiliteit van de oevers verminderd en worden erosie- en sedimentatieprocessen geactiveerd. Het uiteindelijke doel is een beekloop met een meanderend profiel (onder). (bron: Zonderwijk, 1995).

vorm betekent dit dat op het ordeningsniveau van de beekdallandschappen de vormveranderingen beperkt zullen zijn, aangezien het patroon van de beekloop niet verandert. Op het niveau van het beekdalelement vindt echter wel een duidelijke vormverandering plaats (zie ook §4.5.2). Tevens worden samenhangend met een natuurtechnisch profiel in veel gevallen ook natuurtechnische stuwen aangelegd.

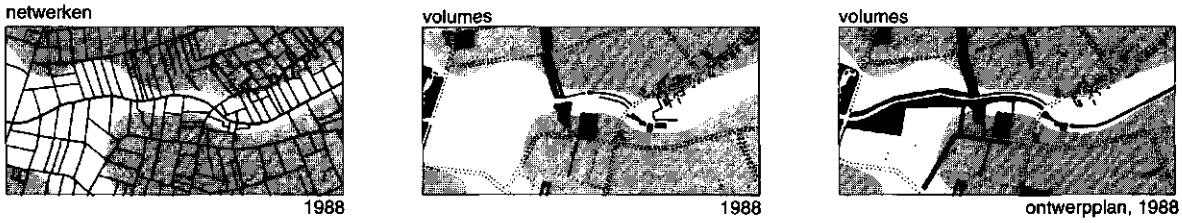
De aanleg van beekbegeleidende beplantingen
Zowel in landinrichtingsverband als in de onderzochte natuurbouwprojecten worden veelvuldig beekbegeleidende beplantingen aangelegd. Hierbij spelen ecologische, landschappelijke en waterhuishoudkundige motieven een rol (Harmsen et al, 1988). De opgaande beplantingen kunnen de ecologische en ruimtelijke samenhang versterken en een landschapsstructurerende functie vervullen. Voor het waterbeheer kunnen de beplantingen een rol spelen door beschaduwing van de beek en vastlegging van de oevers. Beschaduwing van de beek beperkt de temperatuurwisselingen en remt de plantengroei, waardoor de noodzaak tot onderhoud afneemt. Daarnaast zorgen de wortels van de beplantingen voor stabilisering van de oevers.

Beekbegeleidende beplantingen die in het kader van natuurbouwprojecten worden aangelegd (dit kan ook in landinrichtingsverband zijn) hebben als kenmerk dat de beplanting veelal direct grenst aan de waterloop. Dit type beek staat bekend als houtwalbeek (zie ook §4.5.3). De ontwikkelingsreeks van de Voltherbeek illustreert welke transformatie kan plaatsvinden door het aanleggen van een houtwalbeek (figuur 6.3.19). Door de aanleg van de beplantingselementen zal dit beekdallandschap transformeren van het fragmententype tot een overgangsvorm tussen het

Figuur 6.3.19
Ontwikkelingsreeks Voltherbeek (Twente, kaartblad 29A). De reeks toont een beekdallandschap dat in 1901 deels tot het organische-volumestype behoorde (linker deel) en deels tot het ongerichte kamertjestype (rechter deel). In de loop van deze eeuw is het beekdallandschap getransformeerd tot het fragmententype (1984). In het ontwerpplan van landinrichtingsproject Rossum-Oost wordt voorgesteld om langs de Voltherbeek beekbegeleidende beplanting te realiseren. Hierdoor zal het beekdallandschap transformeren tot een overgangsvorm tussen het ongerichte-kamertjestype (rechter deel) en het beekbeplantingstype (linker deel).



Figuur 6.3.20
Ontwikkelingsreeks Spruitenstroompje (Brabant, kaartblad 50F). In het ontwerpplan voor landinrichtingsproject De Hilver wordt voorgesteld om langs het Spruitenstroompje beplantingsstroken aan te brengen. Door de aanleg van de beplantingsstroken transformeert het beekdallandschap van het fragmententype naar het beekbeplantingstype.



Figuur 6.3.21
Ontwikkelingsreeks Beerze (Brabant, kaartblad 51A). In het ontwerp landinrichtingsplan Viermannekesbrug wordt voorgesteld om beplantingsstroken langs de Beerze aan te leggen. Hierdoor zal het beekdallandschap transformeren van het fragmententype naar het beekbeplantingstype.

beekbeplantingstype en het ongerichte-kamertjestype.
In landinrichtingsprojecten worden ook beekbegeleidende beplantingen aangelegd waarbij de beplantingsstroken niet direct grenzen aan de beekloop, maar aan één of beide zijden van de beek zijn gescheiden door een schouwpad. De ontwikkelingsreeksen van het Spruitenstroompje (figuur 6.3.20) en een gedeelte van de Beerze (figuur 6.3.21) illustreren welke transformaties kunnen plaatsvinden door de aanleg van dergelijke beplantingsstroken. Een vergelijking met de ontwikkelingsreeks van de

a. De Zilverbeek in 1990, de beplanting is 6 jaar oud

b. De Zilverbeek in 1997, de beplanting is 13 jaar oud

Figuur 6.3.22
De foto's van de Zilverbeek laten zien dat beekbegeleidende beplantingen in een tijdsbestek van dertien jaar kunnen uitgroeien tot forse schermen die de ruimte verdelen.

Voltherbeek laat zien dat de verschillen op het ordeningsniveau van de beekdallandschappen nauwelijks relevant zijn aangezien ook deze beekdallandschappen transformeren tot het beekbeplantingstype. Op het niveau van de beekdalelementen daarentegen spelen deze vormverschillen wel een belangrijke rol (zie ook §4.5.3).

Beekbegeleidende beplantingen worden hoofdzakelijk in het oosten van Nederland (Twente en de Achterhoek) en in Brabant aangelegd. Met name de Achterhoek is van oudsher bekend om zijn beekbegeleidende beplantingen. Het is dan ook dit gebied waar eind zeventiger jaren de eerste proefprojecten plaatsvonden met het opnieuw ontwikkelen van beekbegeleidende beplantingen (Harmsen, 1988). Uit het onderzoeksmateriaal blijkt tevens dat beekbegeleidende beplantingen vrijwel uitsluitend in de boven- en middenlopen van de beekdalstelsels worden aangelegd.

Vormveranderingen die door de aanleg van beekbegeleidende beplantingen plaatsvinden gaan over het algemeen snel. Foto's van de Zilverbeek (figuur 6.3.22) laten zien dat de beekbegeleidende beplanting in een tijdsbestek van 13 jaar fors is uitgegroeid.

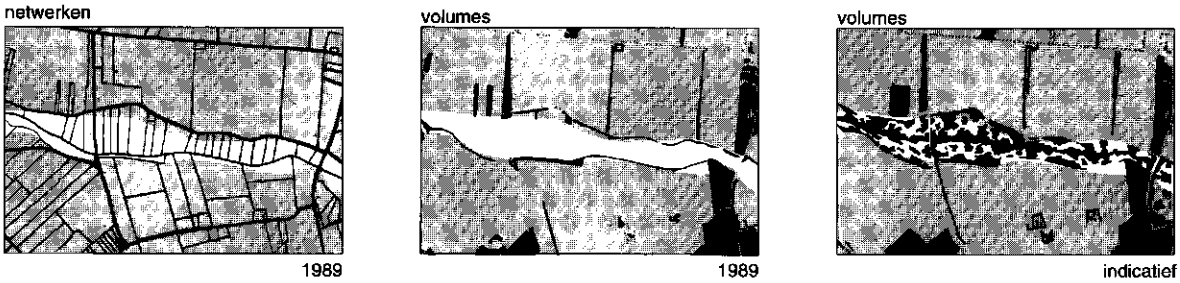
Extensivering van het grondgebruik

In verschillende van de onderzochte landinrichtingsprojecten zijn grote delen van beekdalen aangewezen als reservaatsgebied. Zo is binnen de ruilverkaveling Sint-Oedenrode een groot deel van het beekdal van de Dommel (603 ha) aangewezen als reservaatsgebied (Centrale Landinrichtingsdienst, 1985) en in de herinrichting Roden-Norg het gehele beekdalstelsel (±2000 ha) van het Peizersdiep, Groote Diep, Oostervoortsche Diep en Lieversche Diep (Landinrichtingscommissie Roden-Norg, 1994). Bij de aanwijzing tot reservaatsgebied spelen de huidige ecologische en landschappelijke waarden een belangrijke rol. In de meeste projecten worden in de reservaatsgebieden geen nieuwe beplantingselementen aangelegd en worden bestaande beplantingselementen aangewezen als te handhaven. Tevens wordt veelal aangegeven dat het beheer van de reservaatsgebieden wordt overgedragen aan een natuurbeschermingsorganisatie. Uit de meeste landinrichtingsplannen blijkt echter niet duidelijk hoe deze reservaatsgebieden in de toekomst beheerd zullen worden. In sommige ontwerpplannen wordt alleen aangegeven dat het beheer is gericht op 'behoud en herstel van de bestaande natuurwaarden'. In de herinrichting Roden-Norg zal in vrijwel het gehele beekdalstelsel het beheer zijn gericht op extensieve begrazing. Aangegeven wordt dat in de beekdalen bestaande lijnvormige beplantingselementen geleidelijk zullen vervagen en dat er opslag van struwelen en boomgroepen zal ontstaan. Wat de consequenties van een dergelijk beheer zullen zijn voor de vorm van de beekdallandschappen valt niet af te lezen aan de plankaarten. Ook is nog maar in beperkte mate onderzoek verricht naar de ruimtelijke effecten van begrazing in beekdalen (Dit in tegenstelling tot onderzoek naar begrazing in bos- en natuurterreinen). Onderzoek

begrazingsintensiteit	verdeling van de vegetatietypen in percentages			
	zeer kort grasland	pollig grasland	ruigte	bos
intensief (1 rund/pony op < 1 ha.)	90	8	2	0
normaal (1 rund/pony op 1-3 ha.)	20	60	15	5
extensief (1 rund/pony op 3-10 ha.)	5	15	60	20
intensief (1 rund/pony op > 10 ha.)	2	8	10	80

Figuur 6.3.23
Begrazingsintensiteit en verdeling van de vegetatietypen over het terrein in percentages. De aantallen grazers gelden voornamelijk voor bos- en heideterreinen. In de beekdalen is de organische productie hoger zodat om het zelfde beeld te bereiken een intensievere begrazing nodig zal zijn (bron: Van den Berge & Gillissen, 1996).

van Van de Berge en Gillissen (1996) geeft aan dat bij begrazing dicht langs de beek moeras en broekbos zal ontstaan, aangezien de dieren hier weinig zullen komen vanwege de drassige bodem. Verder van de beek vandaan zal zich een mozaïek van natte beekdalgraslanden, struwelen en bosjes ontwikkelen. Dit gaat over in drogere beekdalgraslanden en uiteindelijk in droog bos. Een dergelijke ontwikkeling wijst op een transformatie in de richting van het organische-volumestype.
De verdeling van de vegetatietypen en de daaruit voortvloeiende vormverschillen worden echter in sterke mate bepaald door de hoeveelheid grazers per hectare (figuur 6.3.23). Bij gebruik van zeer weinig grazers zal bos overheersen, terwijl bij gebruik van veel grazers grasland overheerst. In het eerste geval zal naar alle waarschijnlijkheid het bosbeektype ontstaan en in het tweede geval het open-daltype of het dalvormtype. Het onderscheid tussen het open-daltype of het dalvormtype is afhankelijk van de aanwezigheid van uitgesproken dalranden of de aanwezigheid van beplanting langs de randen van het beekdal. Figuur 6.3.24 geeft een globale indicatie van de vormveranderingen die kunnen plaatsvinden als gevolg van de begrazing van beekdalen.



Figuur 6.3.24
Ontwikkelingsreeks Oostervoortsche Diep. De reeks geeft een indicatie welke transformatie zou kunnen gaan plaatsvinden door de introductie van extensieve begrazing. De dichtheid van de volumes is afhankelijk van de begrazingsdruk. Bij een zeer extensieve begrazing zal het dalvormtype transformeren naar het bosbeektype en bij een normale begrazing tot het organische volumestype. Het gepresenteerde voorbeeld is een overgangsvorm tussen het bosbeektype en het organische-volumestype.

De vormverschillen zijn tevens afhankelijk van de gekozen diersoort. Uit onderzoek van Van den Berge & Gillissen (1996) blijken kenmerkende verschillende tussen begrazing met runderen en begrazing met paarden. Runderen vertonen een voorkeur voor grote open plekken, waardoor er een patroon ontstaat van grote open ruimten die veel worden begraasd en besloten delen (bos) die weinig worden begraasd. De overgangen tussen hoge en lage vegetaties zijn geleidelijk. Paarden daarentegen zorgen voor een micropatroon met scherpe overgangen tussen hoge en lage vegetaties.

De gepresenteerde ontwikkelingsreeksen illustreren dat transformaties onder invloed van natuurbouw en landinrichting een toename van de vormverschillen tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap tot gevolg kunnen hebben. Opvallend is dat hierbij transformatieprocessen op gang beginnen te komen die veelal tegengesteld zijn aan de transformatieprocessen die in de voorgaande perioden hebben plaatsgevonden. Zo worden van verschillende beken die in het verleden zijn gekanaliseerd de oude meanders opnieuw uitgegraven, worden beekbegeleidende beplantingen die in het verleden zijn gerooid opnieuw aangeplant en worden beekdalen geëxtensiveerd. Ook op het niveau van de beekdalelementen zal de diversiteit aan vormen toenemen door de introductie van nieuwe beekdalelementen, zoals natuurtechnische stuwen, plasbermen, flauwe oevers en door de terugkeer van beekdalelementen die in de voorgaande periode grotendeels waren verdwenen, zoals meanderende beeklopen en beekbegeleidende beplantingen.

6.4 Morfodynamiek

Uit de ontwikkelingsreeksen die in dit hoofdstuk zijn gepresenteerd blijken grote verschillen in morfodynamiek tussen de verschillende beekdallandschappen. In sommige beekdallandschappen vinden nauwelijks vormveranderingen plaats (zie bijvoorbeeld figuur 63.12), terwijl in andere beekdallandschappen een ware metamorfose plaatsvindt (zie bijvoorbeeld figuur 6.3.5 en 6.3.7). De verschillen in morfodynamiek zijn voor een belangrijk deel te relateren aan de landschapsvormende processen die hieraan ten grondslag liggen. Opvallend hierbij is dat er ook een verschillen zijn te constateren in de morfodynamiek van de afzonderlijke morfologische lagen. In de ontwikkelingsreeksen vertonen de volumes over het algemeen een grotere morfodynamiek dan de netwerken. In de ontwikkelingsreeksen zijn voorbeelden te zien waarbij de volumes verdwijnen, terwijl de netwerken nog decennia lang vrijwel ongewijzigd blijven (zie bijvoorbeeld figuur 6.3.1 en 6.3.2). Omgekeerd geldt dat indien netwerken verdwijnen of transformeren, ook de hiermee samenhangende volumes verdwijnen of transformeren.
De terreinvorm is op het niveau van de beekdallandschappen opgevat als constant. Dit impliceert dat de morfodynamiek op dit niveau nihil is. De

beekdalen behoren echter tot het zeer kleine deel van Nederland (circa 8% van het oppervlak) waar nog actuele geomorfologische processen voor kunnen komen (Wolfert, 1991). Hierbij gaat het om processen als erosie en sedimentatie die optreden als gevolg van overstromingen en verplaatsingen van de beekloop. Dit zijn echter vormveranderingen die op het niveau van de beekdallandschappen minder relevant zijn, maar vooral een rol spelen op het niveau van de beekdalelementen.
De hierboven geconstateerde verschillen in morfodynamiek sluiten aan bij de hypothese uit paragraaf 3.4.6 dat de bovenliggende laag uit het landschapsmorfologisch model een grotere morfodynamiek vertoont dan de onderliggende laag (zie ook figuur 3.4.13).

6.5 Tot slot

In de eerste paragrafen van dit hoofdstuk zijn de beekdallandschappen getypeerd voor zowel de 1900-situatie als de huidige situatie. De kaartenbijlagen laten zien dat de typologie het mogelijk maakt om de morfologische opbouw van verschillende perioden op een systematische wijze met elkaar te vergelijken. Hierdoor levert de typologie tevens een bijdrage in het visualiseren van de problematiek van de beekdallandschappen en daarmee indirect ook in het visualiseren van de problematiek van de Nederlandse zandgebieden in zijn algemeenheid.

De transformaties die in deze eeuw hebben plaatsgevonden zijn geanalyseerd aan de hand van een vijftal antropogene processen. Uit het voorgaande blijkt dat deze processen niet geheel los van elkaar kunnen worden gezien, aangezien sommige processen elkaar versterken of elkaar in de tijd opvolgen. Uit de ontwikkelingsreeksen is dit afleesbaar, aangezien in vrijwel alle ontwikkelingsreeksen meerdere processen een rol spelen. Alhoewel de antropogene processen een dominante invloed hebben op de transformaties in deze eeuw blijkt dat hierbij ook abiotische en biotische processen een belangrijke rol spelen.
Rond 1900 zijn met name abiotische factoren sturend voor het grondgebruik in de beekdallandschappen. De verschillen in abiotische opbouw zijn in veel gevallen door de mens geaccentueerd door het aanleggen van beplantingselementen op de overgang van beekdal naar omgeving of door de beekdallandschappen anders in te richten dan het omringende landschap. De ontwikkelingsreeksen laten zien dat hierdoor het abiotisch patroon in deze periode in belangrijke mate tot expressie komt in de vorm van de beekdallandschappen. In de beekdallandschappen die rond 1900 nog niet zijn ontgonnen bepalen met name biotische factoren (in afhankelijkheid tot de abiotische factoren) de vorm van de beekdallandschappen. Dit uit zich in het voorkomen van het bosbeektype en het organische-volumestype.

De ontwikkelingen die sindsdien hebben plaatsgevonden hebben geleid

tot een steeds verdergaande dominantie van de antropogene factoren over de abiotische en biotische factoren. In de ontwikkelingsreeksen komt dit tot expressie door een uniforme opbouw van de beekdallandschappen en een nivellering van de vormverschillen tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap. Het fragmententype is het beekdaltype dat onder dergelijke omstandigheden veelal ontstaat. In grote delen van de zandgebieden zijn door deze ontwikkelingen de vormverschillen tussen de beekdallandschappen het omringende landschap zozeer afgenomen dat de beekdallandschappen en het omringende landschap in elkaar zijn opgegaan, waarmee de beekdallandschappen in feite zijn verdwenen.

Recente ontwikkelingen waarbij natuurontwikkeling of natuurbouw in de beekdalen plaatsvindt hebben tot gevolg dat biotische processen (in relatie tot abiotische processen) een grotere invloed krijgen op de vorm van de beekdallandschappen. De terugkeer van het organische-volumestype en het beekbeplantingstype is hier een expressie van.

Noten

1 1900 is als vertrekpunt gekozen omdat globaal vanaf deze periode gedetailleerd (schaal 1:25.000) en landsdekkend kaartmateriaal beschikbaar is.

2 Zoals in hoofdstuk 2 is geconstateerd ligt het omslagpunt rond 1910. Tot dit tijdstip nemen de kavelgrensbeplantingen nog toe; na 1910 vindt een snelle afname plaats.

3 Het stroomafwaarts verplaatsen van meanders hangt samen met de traagheid van stromend water. Hierdoor vindt erosie van de buitenbocht en sedimentatie in de binnenbocht niet precies in de as van de bocht plaats, maar net iets stroomafwaarts. Het verplaatsen van meanders betekent tevens dat het in paragraaf 4.3.3 genoemde evenwicht tussen de onafhankelijke variabelen (het hydrologisch systeem) en de afhankelijke variabelen (o.a. de vorm van de beekloop) nooit wordt bereikt, maar dat een dynamisch evenwicht ontstaat (Leopold et al., 1964; Schumm, 1977; Zonneveld, 1981).

4 Onderzoek naar de morfodynamiek van de Reusel laat zien dat deze beek zijn loop in een periode van 90 jaar niet of nauwelijks heeft verlegd (Geesink & Romeijn, 1990). Ook onderzoek aan de Drentse Aa laat in de periode tussen 1922 en 1944 slechts een geringe verplaatsing van de loop zien (Kuenen, 1949). Onderzoek aan de Overijsselse Vecht laat daarentegen zien dat in de periode tussen 1720 en 1890 de bedding zich gemiddeld 1,4 meter per jaar heeft verplaatst (Wolfert, et al., 1996). Met name in de periode waarin de woeste gronden werden ontgonnen valt een toename van de morfodynamiek te constateren. Dit wijst er op dat na een verandering van een onfhankelijke variabele (verandering in het hydrologisch systeem) de beek zijn vorm (afhankelijke variabele) aanpast aan de nieuwe hydrologische omstandigheden.

5 Uit een inventarisatie van Hermens & Wassink (1992) blijkt dat bijna de helft van de natuurbouwprojecten (48%) in landinrichtingsverband wordt uitgevoerd. Daarnaast zijn ook waterschappen actief op het gebied van natuurbouw in beekdallandschappen (zie o.a. Zonderwijk, 1995).

7 EVALUATIE EN DISCUSSIE

7.1 Inleiding

In dit proefschrift zijn twee zwaartepunten te onderscheiden. Het eerste zwaartepunt vormt de ontwikkeling van een instrumentarium voor het beschrijven en analyseren van de vormaspecten van beekdallandschappen. Het tweede zwaartepunt is de analyse van de beekdallandschappen met behulp van dit instrumentarium.
In de komende paragrafen wordt allereerst het ontwikkelde beschrijvingsinstrumentarium geëvalueerd en wordt aangegeven hoe dit toepasbaar is in andere landschapstypen (§7.2). Vervolgens wordt ingegaan op de toepassingsmogelijkheden van het instrumentarium in het ontwerpproces (§7.3) Tenslotte wordt ingegaan op de toekomst van de beekdallandschappen (§7.4).

7.2 Het beschrijvingsinstrumentarium

7.2.1 Het landschapsmorfologisch model

Het ontwikkelde landschapsmorfologisch model bestaat uit drie morfologische lagen: de terreinvormen, de netwerken en de volumes. Dit model onderscheid zich ten opzichte van bestaande modellen en methoden met name door de laag van de netwerken. Verschillende methoden voor het beschrijven van de vorm van het landschap onderscheiden wel terreinvormen en volumes, maar geen netwerken. Een voorbeeld hiervan is Simonds (1983) die onderscheid maakt tussen een 'base plane' en 'verticals'[1] . Het is echter de laag van de netwerken die van cruciaal belang is voor de morfologie van het landschap. Deze netwerken zijn namelijk in cultuurlandschappen een belangrijk ordenend mechanisme voor de volumes. De netwerklijnen zijn als het ware te beschouwen als de 'krijtlijnen' voor de positie van de volumes. Hierdoor verankeren de netwerken de volumes aan de terreinvorm. Daarmee zijn de netwerken verbindende elementen in zowel vertikale zin als in de ruimte.
De cruciale rol van de netwerken is verklaarbaar doordat de netwerken direct verbonden zijn met één van de meest fundamentele ingrepen die de mens pleegt in het landschap, namelijk het afbakenen van de ruimte en het leggen van verbindingen[2]. Dit impliceert tevens dat netwerken een sleutelrol spelen bij het leggen van relaties tussen de vorm van het landschap en de processen die hieraan ten grondslag liggen.

In dit onderzoek is de relatie tussen vorm en proces onderzocht door gebruik te maken van ontwikkelingsreeksen. Deze reeksen illustreren de vormveranderingen en laten zien dat er verschillende landschapsvormende processen zijn te onderscheiden die deze vormveranderingen hebben gestuurd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het op basis van dit

onderzoek niet mogelijk is om in detail causale verbanden te leggen tussen vormveranderingen en de processen die hieraan ten grondslag liggen. Met andere woorden, het is op basis van dit onderzoek niet mogelijk om aan te geven waarom de ene houtwal wel verdwijnt en de andere niet. Hiervoor is gedetailleerd veldwerk vereist, hetgeen in het kader van dit onderzoek niet mogelijk was. Wel is het mogelijk om het transformatieproces als geheel te relateren aan de verschillende landschapsvormende processen. Daarnaast kan worden gesteld dat het landschapsmorfologisch model goede aanknopingspunten biedt om de begrippen 'vorm', 'ruimte' en 'ruimtevormende elementen' enerzijds en de 'landschapsvormende factoren en processen' anderzijds als geïntegreerd systeem te benaderen.

Alhoewel het landschapsmorfologisch model in dit onderzoek uitsluitend is toegepast op de beekdallandschappen is het model in principe toepasbaar voor het beschrijven en analyseren van elk landschapstype (zie ook de figuren in §3.4.5). Voor elk landschapstype geldt dat een onderscheid mogelijk is in terreinvormen, netwerken en volumes. Wel zal de inhoud van de drie morfologische lagen in andere landschappen verschillen. Ook kan de rol van de verschillende lagen van het model sterk verschillen. Infrastructurele netwerken spelen bijvoorbeeld in de beekdallandschappen slechts een bescheiden rol aangezien deze zich in hoofdzaak buiten de beekdalen bevinden of de beekdalen loodrecht kruisen. In andere landschapstypen zouden de infrastructurele netwerken echter wel eens een cruciale rol kunnen spelen ten aanzien van de vorm van het landschap. Zo zijn de bebouwingslinten in de veenweidegebieden voorbeelden waarbij de volumes in sterke mate zijn verbonden met de infrastructurele netwerken.
In andere landschapstypenkan tevens de dynamiek van de drie morfologische lagen sterk afwijken van hetgeen in de beekdallandschappen is aangetroffen. In de beekdallandschappen is er in zekere mate sprake van een hiërarchische relatie waarbij de onderste laag uit het model (terreinvormen) de geringste dynamiek vertoont en de bovenste laag (volumes) de meeste dynamiek. In andere landschapstypen (b.v. het duinlandschap) kan de dynamiek van de terreinvormen echter veel groter zijn. Het landschapsmorfologisch model biedt de mogelijkheid om deze verschillen in dynamiek met behulp van tijdreeksen inzichtelijk te maken.

Het landschapsmorfologisch model lijkt in principe op ieder ordeningsniveau toepasbaar. Zowel op het niveau van een tuin als op Europees niveau is een onderscheid mogelijk in terreinvormen, netwerken en volumes. Op het niveau van een tuin behoren de tuinpaden en de grenslijnen tussen borders en gazon dan tot de netwerken, terwijl op mondiaal niveau autosnelwegen en rivieren tot de netwerken kunnen worden gerekend.
Indien landschappen op meerdere ordeningsniveaus worden onderzocht blijkt dat sommige landschapselementen meerdere eigenschappen hebben. Zo kunnen de beekdalen op nationaal niveau worden gezien als een netwerk, terwijl ze op lokaal niveau kunnen worden gezien als terrein-

vormen.
Tevens is het mogelijk dat wat op een hoog ordeningsniveau kan worden gezien als één terreinvorm, netwerklijn of volume op een lager ordeningsniveau kan bestaan uit meerdere terreinvormen, netwerklijnen of volumes. (b.v. een stad bestaat uit meerdere gebouwen en een autosnelweg uit meerdere rijstroken en bermsloten).

Gezien de algemene toepasbaarheid van het landschapsmorfologisch model voor het beschrijven en analyseren van de vorm van het landschap lijkt het model een goed alternatief voor het triplex-model, waarvan in §3.2.2 is aangegeven dat deze niet bruikbaar is voor het beschrijven en analyseren van de vormaspecten van het landschap.

7.2.2 De landschapsmorfologische typologie

Begrenzing van de beekdaltypen
Om de veelheid aan vormverschillen en vormovereenkomsten te kunnen benoemen is een morfologische typologie van de beekdallandschappen ontwikkeld. In de typologie zijn de beekdallandschappen op grond van vormverschillen ingedeeld in 12 beekdaltypen.

Zoals bij elke typologie speelt ook hier het probleem van de begrenzing van typen. Met andere woorden, waar houdt het ene type op en begint het andere type. Dit begrenzingsprobleem vertoont grote overeenkomsten met het probleem van de begrenzing van regio's in de regionale geografie. Regio's bestaan uit combinaties van kenmerken. Één van de inzichten is dat de grenzen van de kenmerken van een regio in de tijd aan verandering onderhevig zijn en vaak niet samenvallen, maar elkaar overlappen , waardoor het vinden van exacte grenzen onmogelijk wordt (Hoekveld, 1990). Ook het landschapsmorfologisch model bestaat uit een combinatie van kenmerken, de drie morfologische lagen, met ieder hun eigen grenzen.
Mogelijk is het begrenzingsprobleem in de beekdalen relatief beperkt omdat de grenzen van de afzonderlijke morfologische lagen vaak samenvallen. In andere landschapstypen vallen deze grenzen mogelijk minder samen.

Het begrenzingsprobleem is in dit onderzoek hanteerbaar gemaakt door de terreinvorm c.q. dalvorm als uitgangspunt te hanteren. De terreinvorm is een in de tijd min of meer constante factor, dit in tegenstelling tot de netwerken en de volumes die onder invloed van het menselijk handelen in de tijd sterk aan verandering onderhevig zijn. Binnen de als min of meer constant te beschouwen terreinvorm is gezocht naar combinaties van netwerken en volumes. Ook voor andere landschapstypen lijkt een dergelijke benadering perspectieven te bieden. Als uitgangspunt kan een vereenvoudiging van de terreinvorm dienen. De geomorfologische kaart van Nederland biedt hiervoor goede aanknopingspunten (Ten Cate &

Maarleveld, 1977). De opzet van de geomorfologische kaart bestaat uit positieve (heuvels, ruggen), neutrale (vlakten, plateau's) en negatieve (dalen, komvormige laagten) terreinvormen. Deze opzet vormt de basis voor een indeling van de terreinvorm in 15 vormgroepen (zie figuur 3.4.2). De dalvormige laagten waar de beekdalen toe behoren is één van deze vormgroepen. Vervolgens kan binnen deze vormgroepen worden gezocht naar combinaties van eigenschappen van de netwerken en de volumes.

De toepasbaarheid van de typologie in andere landschapstypen
Voor de landschapsmorfologische typologie geldt dat deze specifiek is ontwikkeld voor het typeren van beekdallandschappen. Dit betekent dat de typologie in tegenstelling tot het model is ontwikkeld voor een specifiek landschapstype en voor een specifiek ordeningsniveau. Dit neemt echter niet weg dat de typologie delen bevat die een meer algemeen karakter hebben.

Met name voor de hoofdindeling in vijf ruimtetypen (massa, alzijdig begrensde ruimten, tweezijdig begrensde ruimten, gedeelde ruimten en continue ruimten) geldt dat deze in principe ook in andere landschapstypen bruikbaar is. Deze indeling vertoont dan ook grote overeenkomsten met indelingen zoals die door diverse auteurs zijn beschreven (o.a. Thiel, 1961; McCluskey, 1985; Curdes, 1993).
Een probleem dat zich bij toepassing in andere (meer grootschalige) landschapstypen zou kunnen voordoen is het probleem van de maat van de ruimte. Heeft een alzijdig begrensde ruimte of een tweezijdig begrensde ruimte namelijk een zeer grote ruimtemaat dan gaat deze over in een continue ruimte. Waar de overgang tussen deze ruimtetypen ligt valt echter moeilijk aan te geven.
In de beekdallandschappen speelde dit probleem nauwelijks aangezien beekdallandschappen slechts een beperkte breedte hebben. Wel speelde in de beekdallandschappen het probleem van de overgang tussen kamertjes (kleine alzijdig begrensde ruimten) en compartimenten (grote alzijdig begrensde ruimten). In dit onderzoek is dit pragmatisch opgelost door te stellen dat een kamertje in principe de oppervlakte van één netwerkcel heeft en een compartiment de oppervlakte van meerdere netwerkcellen.

De verdere onderverdeling van de ruimtetypen in 12 beekdaltypen is specifiek voor beekdallandschappen ontwikkeld. Dit neemt echter niet weg dat - de terreinvorm buiten beschouwing gelaten - de meeste typen ook buiten de beekdalen voor komen. Alleen het beekbeplantingstype, het dalvormtype en het insteekwaltype zijn typen die specifiek zijn gebonden aan de beekdalen.

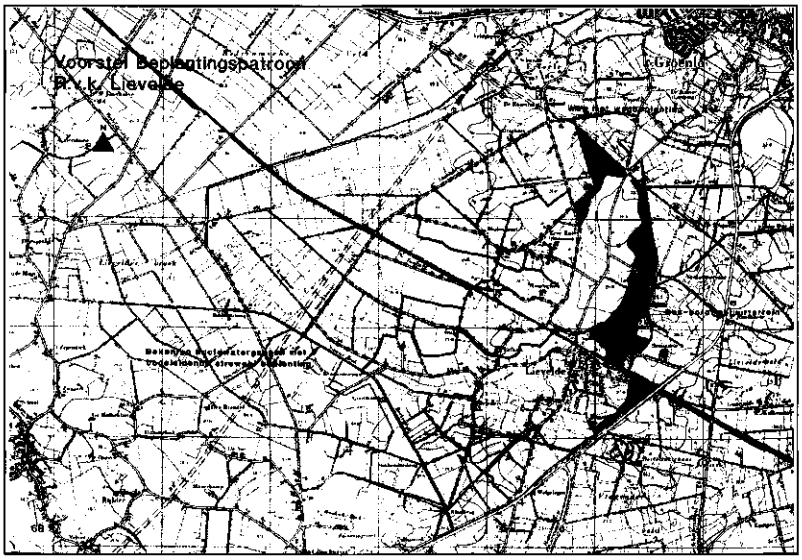
7.3 Toepassingsmogelijkheden in het ontwerpproces

7.3.1 De analysefase

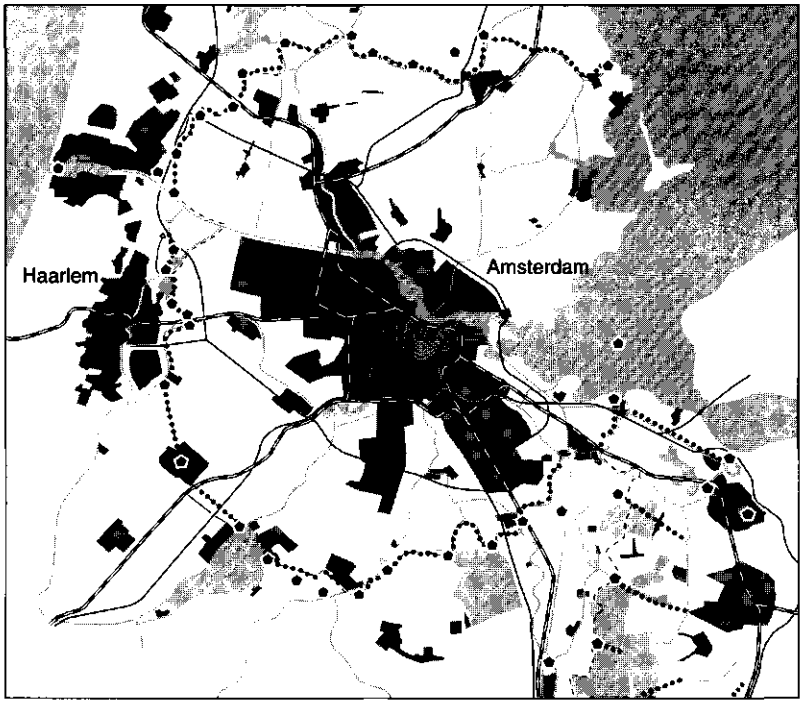
Het ontwerpproces kan worden gezien als een cyclische opeenvolging van analyse, synthese en evaluatie (o.a. Alexander, 1964; Lang, 1987). In dit onderzoek is het ontwikkelde instrumentarium gebruikt in beschrijvende en analytische zin. De bijdrage die het landschapsmorfologisch model en de landschapsmorfologische typologie kunnen leveren aan de analysefase is daarom evident. Dit synthesefase is de fase waarin wordt ontworpen in de strikte zin van het woord. Een interessante vraag is in hoeverre het model en de typologie ook een bijdrage kunnen leveren aan deze fase van het ontwerpproces.

7.3.2 De synthesefase

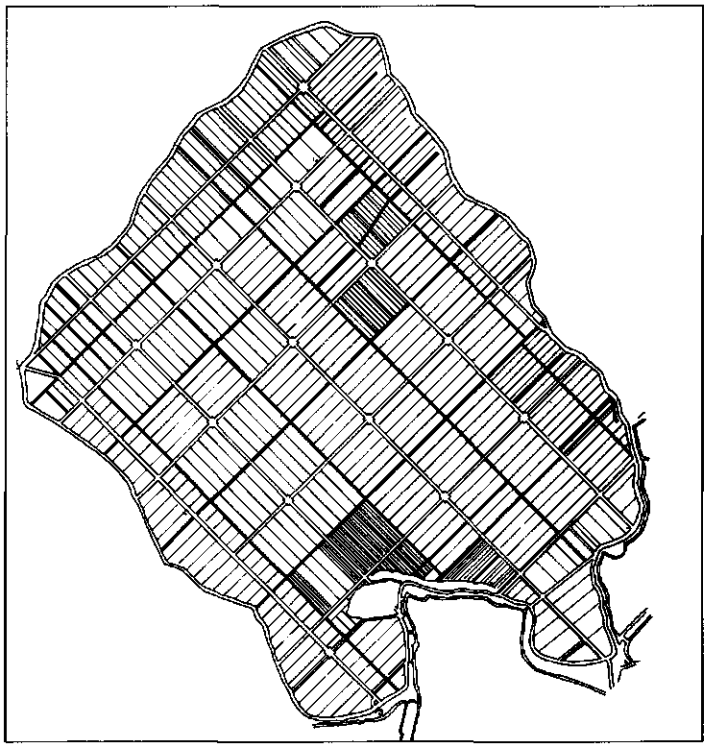
Het landschapsmorfologisch model maakt het mogelijk om door middel van de indeling in drie morfologische lagen heel bewust te zoeken naar vormen van samenhang of juist naar contrasten tussen ruimtevormende elementen. De vraag of samenhang of contrast gewenst is blijft echter een normatieve keuze.
Een voorbeeld uit het landschapsbeleid waarbij bewust wordt gezocht naar vormen van samenhang is het 'Nationaal Landschapspatroon' in de Nota Landschap (Ministerie van LNV, 1992). Het Nationaal Landschapspatroon bevat patronen en elementen die samenhangen met het reliëf, de bodem en/of water (o.a. de beekdalen en beeklopen maken hier deel van uit). Vanuit een oogpunt van identiteit wordt voorgesteld om ten aanzien van nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen aan te sluiten bij dit Nationaal Landschapspatroon. Het landschapsmorfologisch model kan behulpzaam zijn bij het identificeren van de onderdelen van het Nationaal Landschapspatroon en bij het zoeken naar en het visualiseren van de samenhang met nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen.
Ook in het eerder genoemde casco-concept wordt ten aanzien van de toekomstige landschapsstructuur gezocht naar samenhang tussen verschillende morfologische lagen. Een voorbeeld van de toepassing van het casco-concept is het "Advies landschapsbouw Lievelde" van Kerkstra & Overmars (1985) (figuur 7.3.1). In dit advies wordt een landschappelijk raamwerk voorgesteld waarbij beplantingselementen (volumes) worden gekoppeld aan de terreinvormen (o.a. Oost-Nederlands Plateau en beekdalen) en specifieke netwerken (wegen en waterlopen).
Het ontwerp voor De Nieuwe Hollandse Waterlinie en de Stelling van Amsterdam van Van Bolhuis & Vrijlandt (1993) is een voorbeeld waarbij in het ontwerp aansluiting is gezocht bij een specifiek type netwerk (figuur 7.3.2). In het ontwerp wordt de herkenbaarheid van het netwerk van inundatiekaden en forten versterkt door de aanleg van beplantingen



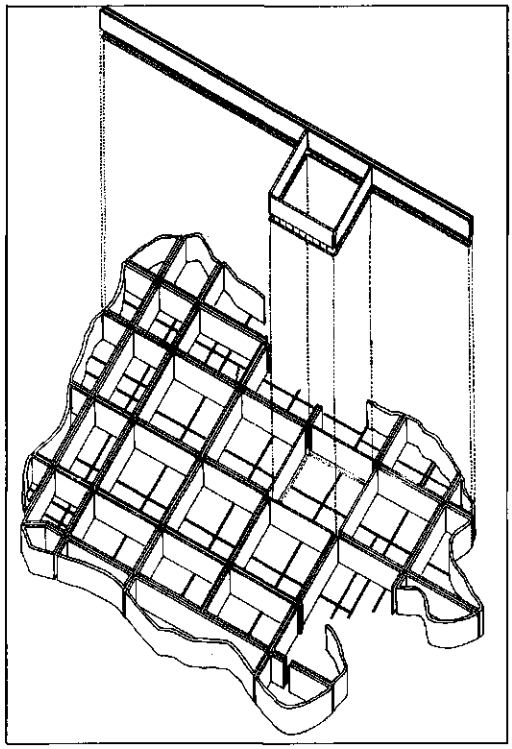
Figuur7.3.1
Het voorgestelde beplantingspatroon in het advies landschapsbouw Lievelde (Kerkstra & Overmars, 1985). De volumes hangen samen met de terreinvorm (boselementen op het Oost-Nederlands Plateau) en met de netwerken (wegbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen).



Figuur 7.3.2
Een fragment van de plankaart van het ontwerp "Waterlijn" (Van Bolhuis & Vrijlandt, 1993). In het plan wordt een specifiek type netwerk (het stelsel van forten en inundatiedijken) geaccentueerd door beplantingen (volumes).



a. De hoofdrichting van de netwerken in de Beemster komt overeen met de hoofdrichting van de polder

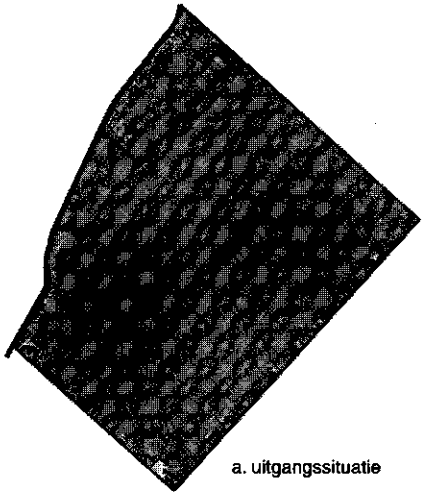


b. De volumes accentueren het netwerk van wegen en verdelen de Beemster in kamers.

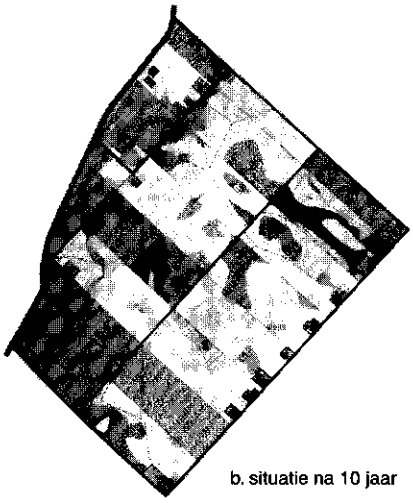
Figuur 7.3.3
De Beemster is een voorbeeld van een ontwerp waarbij de terreinvorm,de netwerkenen de volumes nauw met elkaar samenhangen (bron: Leupen et al., 1993).

(volumes).
De Beemster is een fraai voorbeeld van een ontwerp waarin terreinvorm, netwerken en volumes nauw aan elkaar zijn gerelateerd. In de Beemster zijn de netwerken zodanig geprojecteerd op de vorm van het drooggemalen meer dat de hoofdrichting van de netwerken overeenkomt met de hoofdrichting van de polder. De volumes bestaan uit laanbeplantingen en accentueren het regelmatige netwerk van wegen en verdelen de polder in kamers.
Een recent voorbeeld waarin terreinvormen, netwerken en volumes nauw aan elkaar zijn gerelateerd is het ontwerp "uit de klei getrokken" van bureau Vista (1995) voor de Haarlemmermeer. In dit plan vindt in een periode van circa 80 jaar een transformatie van cultuurlandschap naar natuurlandschap plaats (figuur 7.3.4). Bij deze transformatie blijft het netwerk intact en wordt per netwerkcel het vegetatiepatroon - en daarmee de volumes - bepaald door de terreinvorm in relatie tot vijf verschillende beheersstrategieën. Door de gekozen beheersstrategieën wordt de grillige terreinvorm geaccentueerd en ontstaat een boeiend contrast met de geometrische netwerken.

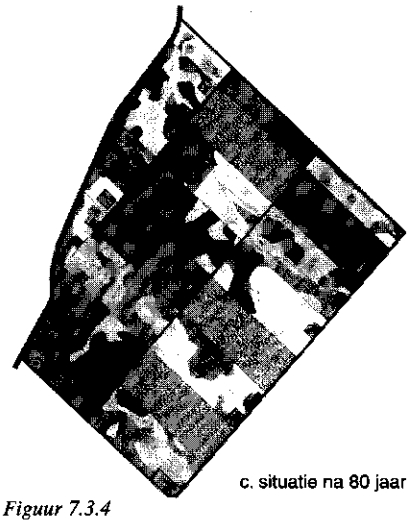
De genoemde voorbeelden zijn geen voorbeelden waarbij het landschapsmorfologisch model concreet is toegepast, maar zijn voorbeelden



a. uitgangssituatie



b. situatie na 10 jaar



c. situatie na 80 jaar

Figuur 7.3.4
Het ontwerp "uit de klei getrokken" van bureau Vista (1995) voor de Haarlemmermeer is een voorbeeld van een recent ontwerp waarin een nauwe samenhang is tussen terreinvorm, netwerken en volumes.

waarbij gezocht is naar vormen van samenhang tussen onderdelen uit het landschapsmorfologisch model. In feite kan het landschapsmorfologisch model worden gebruikt als een 'bouwdoos' waarmee landschappen kunnen worden geconstrueerd. Dit vertoont ook verwantschap met de begrippen 'montage' en 'demontage' zoals die worden gebruikt in het 'Montagelandschap' van Van der Kooij &Steenbergen (1991).

Ook de ontwikkelde typologie kan in die zin het ontwerpproces ondersteunen. De typen zijn te beschouwen als 'bouwpakketten' en kunnen functioneren als inspiratiebron of voorbeeldenboek bij het zoeken naar toekomstige ruimtelijke constructies. Van belang hierbij is echter wel dat de vorm van het landschap niet los kan worden gezien van de achterliggende landschapsvormende factoren en processen. Dit impliceert dat een type nooit als sjabloon mag worden gehanteerd, maar dat altijd dient te worden gezocht naar een vormentaal die aansluit bij het functioneren van het systeem ter plekke.

Toepassing van het landschapsmorfologisch model in het ontwerpproces is in principe op elk schaalniveau mogelijk, zelfs op het niveau van de tuin. Vrijwel elk tuinboek legt uit dat bij het aanleggen van een tuin eerst de gewenste hoogteverschillen (lees terreinvormen) moeten worden aangebracht of juist geëffend. Vervolgens dient de bestrating te worden aangelegd en worden de borders en grasvelden uitgezet (lees netwerken). Tenslotte wordt de beplanting aangebracht (lees volumes).

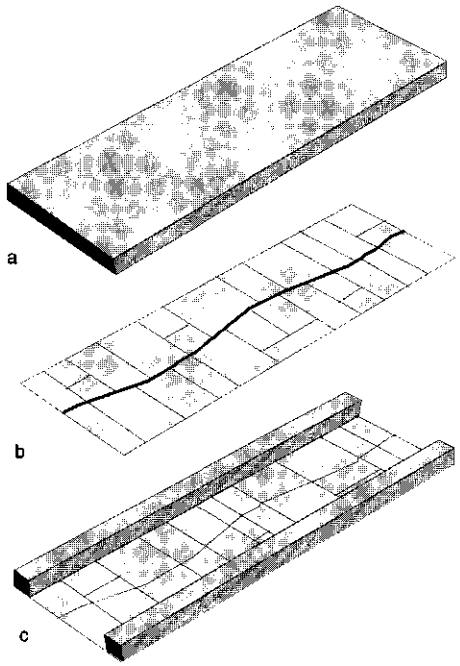
7.4 De toekomst van de beekdallandschappen

7.4.1 De problematiek

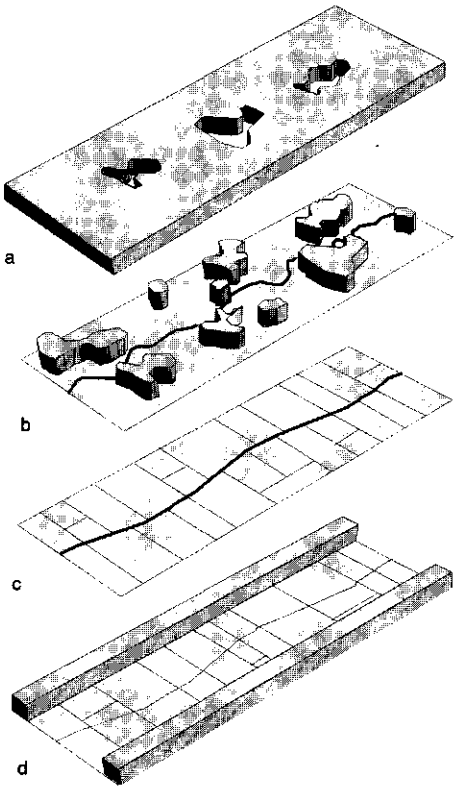
Het onderzoek heeft laten zien dat de beekdallandschappen de afgelopen eeuwen grote vormveranderingen hebben ondergaan. Dit veranderingsproces begon al ver voor het begin van deze eeuw, maar is in de loop van deze eeuw in een stroomversnelling gekomen. Met name de laatste decennia heeft dit proces geleid tot een sterke nivellering van de morfologische verschillen.
Door de ontwikkelde typologie toe te passen op de huidige situatie en op de situatie rond 1900 is het mogelijk om dit nivelleringsproces inzichtelijk te maken en tegelijkertijd de ruimtelijke problematiek van de beekdallandschappen.

7.4.2 Toekomstige ontwikkelingsrichtingen

Ten aanzien van de toekomst van de beekdallandschappen zijn in principe vele ontwikkelingsrichtingen mogelijk. Dit betekent dat theoretisch elk van de onderscheiden beekdaltypen in de toekomst zou kunnen ont-



Figuur 7.4.1
Beekdaltypen die mogelijk kunnen ontstaan bij het nalaten van beheer: a. het bosbeektype; b. het open-daltype; c. het dalvormtype.



Figuur 7.4.2
Beekdaltypen die mogelijk kunnen ontstaan bij extensieve begrazing: a. het bosbeektype; b. het organische-volumestype; c. het open-daltype d. het dalvormtype.

staan. De ontwikkelingsrichting die wordt gekozen is een normatieve keuze. Gezien de problematiek van de beekdallandschappen is het echter met name interessant om te onderzoeken in hoeverre beekdaltypen kunnen ontstaan die zich morfologisch onderscheiden van het omringende landschap.

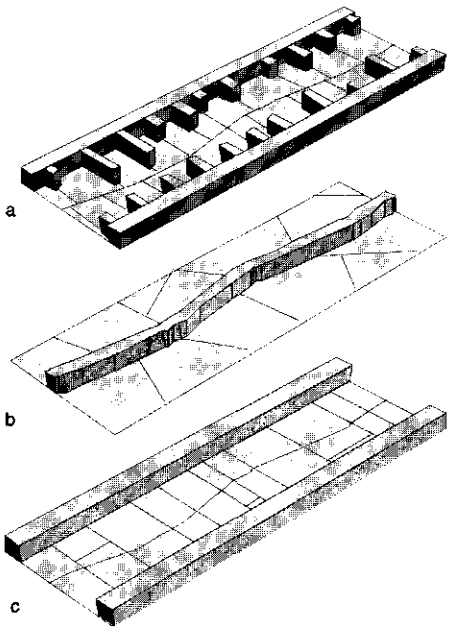
Toekomstige transformaties die in de beekdallandschappen kunnen gaan plaatsvinden hangen enerzijds samen met het te voeren beheer en anderzijds met de keuze of gehele beekdalen danwel delen van beekdalen of uitsluitend de beeklopen in het veranderingsproces worden betrokken. Vormen van beheer die kunnen leiden tot een nieuwe differentiatie zijn met name het nalaten van beheer en vormen van extensieve begrazing. Daarnaast wordt aangegeven welke beekdaltypen kunnen ontstaan indien de beekdalen in agrarisch beheer blijven.

Het nalaten van beheer

Indien het beheer is gericht op het nalaten van beheer (en waarbij geen sprake is van begrazing) zal in veel situaties bosvorming plaatsvinden. Als gevolg hiervan zal een transformatie in de richting van het bosbeektype plaatsvinden (figuur 7.4.1a). Alleen onder zeer natte omstandigheden, die mogelijk zijn in de benedenlopen van sommige beekdalstelsels of eventueel door het verhogen van de waterstand, kan een meer open vegetatie ontstaan. Onder dergelijke omstandigheden zal een transformatie in de richting van het open-daltype plaatsvinden (figuur 7.4.1b). Het dalvormtype kan ontstaan indien het beekdal tevens uitgesproken dalranden heeft of indien er beplantingselementen langs de randen of buiten het beekdal zijn gesitueerd (figuur 7.4.1c).

Extensieve begrazing

Wordt ten aanzien van het beheer gekozen voor extensieve begrazing dan is het beekdaltype dat zal ontstaan afhankelijk van de intensiteit van de begrazing (zie ook figuur.6.3.23). Wordt gekozen voor zeer extensieve begrazing dan zal veelal het bosbeektype ontstaan, eventueel met enkele open ruimten of kamertjes (figuur 7.4.2a). Wordt de begrazingsintensiteit enigszins opgevoerd (maar nog steeds extensief) dan zal het aandeel bos afnemen ten gunste van struwelen en grazige vegetaties. Het gevolg is een afwisseling van open ruimten, struwelen en boselementen. Het beekdaltype dat in dergelijke situaties ontstaat is het organische-volumestype (figuur 7.4.2b). Bij meer intensievere vormen van begrazing (maar nog steeds extensief) zullen grazige vegetaties gaan overheersen. De beekdaltypen die onder dergelijke omstandigheden zullen ontstaan zijn het open-daltype en het dalvormtype (figuur 7.4.2c en d). Voor het ontstaan van het dalvormtype dienen duidelijke dalranden aanwezig te zijn of dienen de randen van het beekdal te worden geaccentueerd door volumes langs de randen.



Figuur 7.4.3
Beekdaltypen die mogelijk kunnen ontstaan bij agrarisch beheer.
a. het insteekwaltype; b. het beekbeplantingstype; c. het dalvormtype.

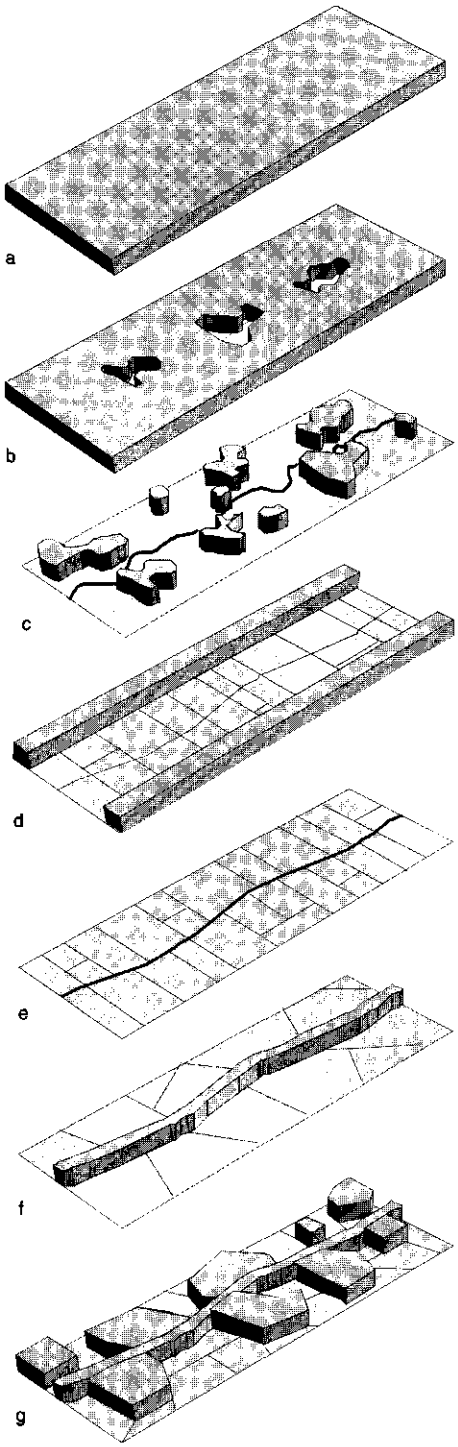
Agrarisch beheer
De beekdaltypen die kunnen ontstaan indien het beekdal in agrarisch beheer is zijn afhankelijk van de intensiteit van het agrarisch beheer. Indien wordt gekozen voor vormen van agrarisch natuurbeheer of beheersovereenkomsten dan zijn in principe ook beekdaltypen mogelijk waarbij kavelgrensbeplantingen worden ontwikkeld of in stand worden gehouden. Dit betekent dat onder dergelijke condities alle beekdaltypen met uitzondering van het bosbeektype tot de mogelijkheden behoren.

In situaties met een intensief agrarisch beheer dienen de percelen een dusdanige oppervlakte te hebben dat deze bedrijfseconomisch nog interessant zijn. Kavelgrensbeplantingen kunnen in dit opzicht een belemmering vormen. Gezien de beperkte ruimtemaat zijn het gerichte- en ongerichte-kamertjestype onder dergelijke condities niet mogelijk. Voorbeelden uit Drente (zie §6.3.4) laten zien dat het insteekwaltype in een gestileerde vorm wel mogelijk is (7.4.3a). Daarnaast behoort het beekbeplantingstype tot de mogelijkheden, aangezien de ruimtemaat slechts aan één zijde wordt beperkt (7.4.3b). Indien het beekdal uitgesproken dalranden heeft of indien zich langs de rand van het beekdal beplantingselementen bevinden behoort ook het dalvormtype tot de mogelijkheden (7.4.3c).

7.4.3 Het casco-concept

In hoofdstuk 1 aangegeven dat meer inzicht in de ontwikkeling van de beekdallandschappen mogelijk kan bijdragen tot een verdere aanscherping van het casco-concept. Een belangrijke vraag in dit verband is of het casco-concept nivellerend of differentiërend werkt ten aanzien van de morfologie van de beekdallandschappen. In deze paragraaf wordt daarom een indicatie gegeven van de beekdallandschappen die kunnen ontstaan of zullen verdwijnen door toepassing van het casco-concept.

In het casco-concept vormen de beekdalen potentiële dragers van het raamwerk. Ten aanzien van de functionele invulling van het raamwerk gaat het casco-concept uitsluitend uit van laagdynamische functies. Deze functies hebben een extensief karakter en hebben behoefte aan een stabiele ruimtelijke inrichting, zoals natuurbehoud en -ontwikkeling, bosbouw, waterconservering, waterzuivering en extensieve vormen van recreatie (Kerkstra & Vrijlandt, 1988; Kerkstra, 1991b). Zowel gehele beekdalen, alsook uitsluitend de beeklopen kunnen fungeren als dragers van het raamwerk.
Indien wordt uitgegaan van het gehele beekdal dan behoren de beekdaltypen die kunnen ontstaan bij het nalaten van beheer of door extensieve begrazing tot de mogelijkheden. Dit zijn het bosbeektype (eventueel met enkele kamertjes), het organische-volumestype, het dalvormtype en het open-daltype (figuur 7.4.4a t/m e).
Indien uitsluitend de beekloop tot het raamwerk wordt gerekend dan is het beekbeplantingstype een mogelijkheid (7.4.4f). Tevens kan het beek-



Figuur 7.4.4
Beekdaltypen die mogelijk kunnen ontstaan door toepassing van het casco-concept.
a. het bosbeektype; b. het bosbeektype met enkele kamertjes; c. het organische-volumestype; d. het dalvormtype; e. het open-daltype; f. het beekbeplantingstype; g. is een overgangsvorm tussen het beekbeplantingstype met het blokkentype.

beplantingstype in combinatie met andere beekdaltypen voorkomen, bijvoorbeeld in combinatie met het blokkentype (figuur 7.4.4g). Hierbij vormt de beekbegeleidende beplanting een verbindend element tussen de afzonderlijke boselementen.

Gesteld kan worden dat door toepassing van het casco-concept de hiervoor beschreven beekdaltypen ten opzichte van de overige typen verhoudingsgewijs zullen toenemen. Dit impliceert dat typen die zijn opgebouwd uit schermen (gerichte- en ongerichte-kamertjestype, compartimententype, insteekwaltype, schermentype en het fragmententype) geleidelijk zullen verdwijnen, met uitzondering van het beekbeplantingstype. Voor het gerichte- en ongerichte-kamertjestype geldt dat deze nu reeds grotendeels zijn verdwenen (zie de kaartbijlagen), terwijl voor het fragmententype geldt dat deze in de huidige situatie zeer dominant is.
De mate waarin bepaalde beekdaltypen zullen toenemen door toepassing van het casco-concept is afhankelijk van het te voeren beheer. Indien een zekere variatie wordt bereikt in het te voeren beheer dan kan op grond van het voorgaande worden gesteld dat toepassing van het casco-concept kan leiden tot een vergroting van de diversiteit binnen de beekdallandschappen en tussen de beekdallandschappen en het omringende landschap. Daarnaast kunnen regionale verschillen ontstaan door verschillen in abiotische omstandigheden, bijvoorbeeld doordat daar waar permanent natte beekdalen voorkomen meer open vegetaties zullen ontstaan waardoor deze beekdalen mogelijk open zullen blijven.

7.5 Tot slot: De landschapsmorfologische benadering

In dit onderzoek zijn de beekdallandschappen onderzocht vanuit een landschapsarchitectonische invalshoek. Hierbij stonden de vormaspecten van het landschap centraal. Uit het onderzoek blijkt dat binnen de beekdallandschappen een enorme rijkdom aan vormen, vormverschillen en vormovereenkomsten bestaat.
De vorm van het landschap is geanalyseerd in het licht van de processen die hieraan ten grondslag liggen. Op deze wijze is gepoogd om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen vorm en proces. Het onderzoek laat zien dat een landschapsmorfologische benadering hiervoor goede aanknopingspunten biedt, aangezien de vorm van het landschap kan worden beschouwd als de intermediair tussen de vorming en de waarneming van het landschap. Tevens blijkt dat een analyse van de vorm de problematiek van de beekdallandschappen inzichtelijk kan maken en dat door middel van de typologie deze problematiek kan worden gevisualiseerd.

In dit onderzoek zijn het landschapsmorfologisch model en de landschapsmorfologische typologie uitsluitend gebruikt in analytische zin en

uitsluitend toegepast voor de beekdallandschappen. In dit hoofdstuk is echter al aangegeven dat zowel het model als de typologie mogelijk ook een ondersteuning kunnen betekenen in de synthesefase van het ontwerpproces. Daarnaast lijkt het landschapsmorfologisch model toepasbaar voor elk landschapstype en op elk ordeningsniveau. Een punt van verder onderzoek is echter om deze toepassingsmogelijkheden ook daadwerkelijk te toetsen.

Een andere punt voor nader onderzoek is of de vormen en relaties tussen vormen ook wiskundig zijn te modelleren. Een dergelijke benadering van de vorm en de relaties tussen vormen kan mogelijk meer inzicht bieden in de geometrie van het landschap en zou tevens kunnen bijdragen aan het ontwikkelen van computermodellen waarmee de vormveranderingen van het landschap kunnen worden gesimuleerd.

Tenslotte: de ontwikkeling van het landschapsmorfologisch model beoogt niet alleen te leiden tot meer inzicht in de problematiek van de beekdallandschappen, maar beoogt ook een bijdrage te leveren aan de theorievorming binnen het vakgebied van de landschapsarchitectuur.

Noten

1 Naast een 'base plane' en 'verticals' onderscheidt Simonds (1983) ook nog een 'overhead plane', zoals bijvoorbeeld een dak of wolken. In het kader van dit onderzoek is deze categorie minder relevant.

2 Naast de hier bedoelde cultuurlijke netwerken zijn er uiteraard ook natuurlijke netwerken.

SAMENVATTING

Het landschap van de Nederlandse zandgebieden had aan het begin van deze eeuw een duidelijke landschappelijke structuur. De beekdalen konden worden beschouwd als de dragers hiervan. Sinds het begin van deze eeuw is de landschappelijke structuur van de zandgebieden grotendeels vervaagd. Topografische kaarten illustreren deze verandering en laten tevens zien dat de beekdalen binnen de zandgebieden nauwelijks nog herkenbaar zijn als afzonderlijke landschappelijke eenheden.
Desondanks hebben de beekdalen grote potenties bij het zoeken naar oplossingen voor de ruimtelijke problematiek van de zandgebieden aangezien de beekdalen een belangrijk aanknopingspunt vormen bij de totstandkoming van een duurzame landschappelijke structuur.
In dit onderzoek worden de landschappelijke veranderingen die hebben plaatsgevonden en die in de nabije toekomst gaan plaatsvinden onderzocht vanuit een landschapsarchitectonische invalshoek. Dit betekent dat de morfologie of vorm van het landschap centraal staat. De vorm en veranderingen van de vorm hangen nauw samen met de processen die hieraan ten grondslag liggen. Op grond hiervan is de volgende centrale onderzoeksvraag:

Welke vormveranderingen hebben plaatsgevonden en vinden plaats in de beekdallandschappen en kunnen deze vormveranderingen worden gerelateerd aan de hieraan ten grondslag liggende factoren en processen?

Het ontbreken van een bruikbaar beschrijvingsinstrumentarium waarmee de vormaspecten van beekdallandschappen op een systematische wijze kunnen worden geanalyseerd en getypeerd leidt tot de afgeleide onderzoeksvraag:

Is het mogelijk om een beschrijvingsinstrumentarium te ontwikkelen waarmee de vormaspecten van beekdallandschappen kunnen worden geanalyseerd en getypeerd in het licht van de hieraan ten grondslag liggende landschapsvormende factoren en processen?

Het eerste deel van dit proefschrift bestaat uit een verkenning van de genese en ontwikkeling van de beekdalen. De genese start in het Saaliën. Dit is de periode waarin de hoofdvormen van het huidige landschap van de zandgebieden zijn ontstaan. Tijdens het Weichseliën werden deze hoofdvormen verder gemodelleerd en ontstond de huidige vorm van de beekdalen. Deze vorm werd in het Holoceen vastgelegd door de terugkerende vegetatie. Het watersysteem vervult een cruciale rol in de zandgebieden en is te beschouwen als de 'bloedsomloop' van de zandgebieden. De beekdalstelsels kunnen worden gezien als de zichtbare 'aders' van het hydrologisch systeem. Het type beek dat karakteristiek is voor de beekdalstelsels is de laaglandbeek. Niet alleen hydrologisch, maar ook bodemkundig en vegetatiekundig onderscheiden beekdalen zich van

nature van het omringende landschap.
Van min of meer natuurlijke beekdallandschappen is echter al lang geen sprake meer. Reeds vanaf de achtste eeuw vonden de eerste grootschalige ingrepen plaats. Desondanks was de opbouw van het landschap aan het eind van de vorige eeuw nog in sterke mate een afspiegeling van het landbouwkundig systeem zoals dat vanaf de Middeleeuwen tot ontwikkeling was gekomen. Beekdallandschappen waren daarbinnen veelal herkenbaar door de rijkdom aan kavelgrensbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen, de meanderende beeklopen en het gebruik als hooiland. De industrialisatiegolf in de tweede helft van de vorige eeuw was de aanleiding tot grote veranderingen van de beekdallandschappen. De woeste gronden werden ontgonnen, het watersysteem werd gereguleerd, beken werden gekanaliseerd en kavelgrensbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen verdwenen. In de tweede helft van deze eeuw waren vooral ruilverkavelingen de aanleiding tot grote veranderingen.

Om het transformatieproces van de beekdallandschappen te kunnen beschrijven en analyseren is het landschapsmorfologisch model ontwikkeld. Dit model bestaat uit drie morfologische lagen: de terreinvormen, de netwerken en de volumes. De terreinvormen zijn te beschouwen als de 'onderlegger' waarover de netwerken en volumes zijn gedrapeerd. Netwerken zijn landschapselementen zonder hoogte en met een uitgesproken lineair karakter (o.a. wegen, spoorlijnen, sloten en beken). Volumes zijn landschapselementen die gekenmerkt worden door hoogte en massa (o.a. bomen, bossen, huizen en dijken).
Met behulp van het landschapsmorfologisch model zijn de beekdallandschappen geanalyseerd vanuit twee perspectieven. Deze zijn aangeduid als 'het perspectief van de ruimte' en 'het perspectief van de ruimtevormende elementen'. De analyse van de beekdallandschappen laat zien dat de beekdallandschappen zijn te beschouwen als complexe stelsels van vormen en dat er een grote diversiteit is in de wijze waarop de drie morfologische lagen samenhangen.
De samenhang tussen de drie morfologische lagen en de ruimtes die hierdoor ontstaan vormt de basis voor een morfologische typologie van de beekdallandschappen. In deze typologie is een onderscheid gemaakt in twaalf beekdaltypen. Met behulp van de typologie zijn de beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden getypeerd voor zowel de 1900-situatie als de huidige situatie. Uit deze typering komt naar voren dat rond 1900 duidelijke regionale verschillen zijn te constateren in het voorkomen van de beekdaltypen. Ook binnen de beekdalstelsels zijn verschillen te constateren, waarbij er beekdaltypen zijn die met name in de bovenlopen voorkomen en beekdaltypen die met name in de benedenlopen voorkomen. In de huidige situatie zijn deze regionale verschillen en de verschillen binnen de beekdalstelsels grotendeels verdwenen. Doordat met behulp van de typologie deze transformatie inzichtelijk kan worden gemaakt is de typologie tevens een bruikbaar hulpmiddel voor het visualiseren van de ruimtelijke problematiek van de beekdallandschappen.

Door het maken van ontwikkelingsreeksen is gepoogd om meer inzicht te krijgen in de tussenstadia in het transformatieproces zoals zich dat vanaf het begin van deze eeuw heeft voltrokken en in de processen die tot de vormveranderingen hebben geleid. Uit het onderzoek blijkt dat de gevonden vormveranderingen aan verschillende landschapsvormende processen zijn te relateren. Deze processen kunnen echter niet geheel los van elkaar worden gezien, aangezien sommige landschapsvormende processen elkaar versterken of elkaar opvolgen in de tijd.

Uit het onderzoek blijkt hoe het landschapsmorfologisch model kan worden gebruikt voor het beschrijven en analyseren van de vormaspecten van beekdallandschappen. Door toepassing van het landschapsmorfologisch model en de hiervan afgeleide typologie is meer inzicht verkregen in de problematiek van de beekdallandschappen en de processen die hieraan ten grondslag liggen.
Gezien de algemene geldigheid van de opzet is het landschapsmorfologisch model in principe ook toepasbaar voor andere landschapstypen en op andere ordeningsniveaus dan waarop het in dit onderzoek is toegepast. Daarnaast kan het landschapsmorfologisch model mogelijk ook het ontwerpproces ondersteunen, aangezien met dit model bewust kan worden gezocht naar vormen van samenhang tussen de terreinvormen, netwerken en volumes, of juist naar een contrast tussen deze drie morfologische lagen. Tenslotte kan het landschapsmorfologisch model een hulpmiddel zijn om ruimtelijke plannen op een systematische wijze te analyseren.

SUMMARY

At the beginning of this century the landscape of the Dutch Pleistocene areas had a clear and coherent structure. The stream valleys were an important part of this structure. During this century the old landscape structure has largely disappeared. Topographical maps illustrate these changes and show that the stream valleys can now hardly be recognized as separate parts of the landscape of the Pleistocene areas.
In spite of these changes, stream valleys can be important in helping to solve the spatial problems of the Pleistocene areas because stream valleys are spatial elements on which a sustainable and coherent landscape structure can be based.
In this thesis the changes in the landscape that have taken place and the changes that will take place in the near future will be studied from an landscape architectural point of view. This means that the form of the landscape is the central issue. Form and changes in form or transformations are narrowly related to the underlying processes. This is the basis of the next central research question:

Which transformations took place and will take place in the stream valley landscapes; and is it possible to relate these transformations to the underlying factors and processes?

The absence of a useful instrument to analyze and typify stream valley landscapes leads to the derived research question:

Is it possible to develop an instrument which analyze and typify the form of stream valley landscapes while also taken the underlying factors and processes into consideration?

The first part of this thesis consists of a survey of the genesis and development of the stream valleys. The genesis begins in the Saalian. In this period the major forms of the present landscape of the Pleistocene areas were created. During the Weichselian these major forms were further shaped and achieved there present form. In the Holocene the form of the stream valleys was limited by returning vegetation. In the Pleistocene areas the hydrological system played an important role and can be regarded as the 'circulatory system' of the Pleistocene areas. The stream valleys were and still are the 'veins' of the hydrological system. The lowland stream is the type of stream that is characteristic of the stream valleys. Initially, the stream valleys were distinguished from the surrounding landscape by hydrological circumstances but also by the soil and vegetation.
Natural stream valley landscapes have long disappeared. The eighth century onward stream valley landscapes have been subjected to major changes. In spite of these changes the pattern of the landscape at the beginning of this century still revealed the main outlines of its medieval

origins. As part of this landscape, stream valleys were recognizable by the multitude of hedgerows, tree belts along the stream, meandering streams and there being used as meadows and pastures. In the second part of the nineteenth century developments in agriculture caused drastic changes in the stream valley landscapes. Heath, fens and marshes were reclaimed, streams were regulated and hedgerows and tree belts along the streams were removed. In recent decades re-allocations also caused important changes.

To describe and analyze the transformation process of the stream valley landscapes the landscape morphological model has been developed. This model comprises three morphological layers: terrain forms, networks and verticals. The terrain forms are the underlayer upon which the networks and verticals are draped. Networks are defined as spatial elements without height but with a strong linear character. (i.e. roads, railways and streams). Verticals are defined as spatial elements characterized by height and mass (i.e. trees, woods, houses and dikes).
The landscape morphological model is applied to describe and analyze the stream valley landscapes from two points of view: 'the perspective of space' and 'the perspective of spatial elements'. The analysis demonstrates that stream valleys landscapes can be considered as complex systems of forms and there is a great diversity in the relation between the three morphological layers.
The relation between the three morphological layers and the form of space is the basis for a morphological typology of stream valley landscapes. This typology distinguishes twelve types of stream valleys. With the help of this typology, stream valley landscapes were categorized both for the situation at the beginning of this century and for the present situation. This categorization demonstrates that at the beginning of this century there were clear regional differences in the presence or absence of the types of stream valleys. Moreover there were differences within the system of stream valleys: Some types were only present in the upper reaches of the streams valleys, whereas other types were only present in the downstream reaches of the stream valleys. At the moment, both the regional differences and the differences within the system of stream valleys have largely disappeared.
The typology of the stream valleys makes it possible to visualize this transformation. This means that this typology is also a useful instrument to visualize the spatial problems of the stream valley landscapes.

In order to obtain more insight into the transformation process, several maps of the different stages of the transformation process were made. These maps show that the transformations can be related to different processes. These processes cannot be regarded individually, because some of the processes reinforce each other or follow each other chronologically.

The research project demonstrates how the landscape morphological model can be applied to describe and analyze the form of stream valley landscapes. The use of the landscape morphological model and the derived typology has lead to more insight into the spatial problems of the stream valley landscapes and to more insight into the underlying processes.

Because the outlines of the model are general valid, the landscape morphological model is also applicable in other landscapes and on other spatial levels.

The landscape morphological model can also contribute to the design process because the model makes it possible to search for specific relationships between terrain forms, networks and verticals or to search for contrasts between the three morphological layers.

Finally, the landscape morphological model can be useful in analyzing spatial plans systematically.

LITERATUUROVERZICHT

Aart, P.J.M. van der, J.T.A. Verhoeven en R.H. Kemmers, 1988. *Eutrofiëring in het landelijk gebied; probleemschets en mogelijke oplossingen vanuit een landschaps-ecologisch kader.* In: A. Bijlsma (red.). Integraal Waterbeheer, een nieuwe aanpak. NIBI, Utrecht.

Abrahamse, J., S. Bottema en M.H. Buruma, 1985. *Het Drentse Landschap.* Stichting Het Drentse Landschap, Assen.

Alexander, C., 1964. *Notes on the synthesis of form.* Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.

Alexander, C., 1979. *The timeless way of building.* Centre for Environment Structure series; vol. 1.Oxford University Press. New York.

Alleijn, W.F., 1980. *Houtwallen in het boerenland : ontstaan en onderhoud van houtwallen, -singels en -kaden, heggen en graften.* Stichting Natuur en Milieu, Reeks Natuur en Milieu nr. 14, 's-Graveland.

Alphen, B.J. van, H. Dijkstra & J. Roos-Klein Lankhorst, 1994. *De ontwikkeling van een methode voor monitoring van de 'maat van de ruimte'.* Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 2, rapport 334. DLO-Staring Centrum, Wageningen

Altenburg, W. en P. Wildschut, 1983. *Grondwaterkwaliteit en vegetatie in enkele noord-nederlandse beekdalen.* Laagland bekenproject nr. 1. Doctoraalverslag Plantenoecologie, Staatsbosbeheer en Rijksuniversiteit, Groningen.

Andringa, A.W.B., 1977. *Overzicht van kentallen uit de cultuurtechnische inventarisatie: periode 1967 t/m 1974.* Instituut voor Cutuurtechniek en Waterhuishouding. Regionale studies nr. 11. Wageningen.

Antrop,M., 1989. *Het landschap meervoudig bekeken.* Monografieen Stichting Leefmilieu, Kapellen.

Appleyard, D., K. Lynch and J.R. Myer, 1964. *The view from the road.* The M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

Atkin, B.C. and J.A. Johnson, 1988. *The earth. Problems and perspectives.* Blackwell Scientific Publications, Palo Alto.

Baaijens, G.J., 1988. *Het Landgoed Hackfort: opties voor het natuurbeheer.* Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Bakermans, M.M.G.J., 1986. *Gebruiksbeperkingen van de moderne topografische kaart bij onderzoek in het cultuurlandschap.* Reeks landschapsstudies 7. Pudoc, Wageningen.

Bakker, J.P. en Y. de Vries, 1983. *Natuurbeheer in het Stroomdallandschap Drentsche A.* Natura 80 (2) 19-28.

Barends, S., 1989. *Percelen in Nederland : veranderingen in de percelering tussen 1900 en nu.* Pudoc, Reeks landschapsstudies nr. 14. Wageningen.

Berg, M.W. van den en G.W. de Lange, 1984. *Opmerkingen bij de*

geomorfologische kaart van West-Brabant. Stichting voor Bodemkartering rapport nr. 1690. Wageningen.

Berge, H.C. van den en R.M. Gillissen, 1996. *Begrazing in beekdalen.* Landinrichting 36 (5) 14-18.

Bieleman, J. 1992. *Geschiedenis van de landbouw in Nederland 1500-1950: Veranderingen en verscheidenheid.* Boom, Meppel.

Bijhouwer, J.T.P, 1977. *Het Nederlandse Landschap.* Herzien en bijgewerkt door T.A.M. van Keulen en I.T. Klaasen. Kosmos, Amsterdam.

Bijlmakers, L.L., R.F.M. Buskens en F.J. Van Zadelhof, 1987. Het beekdal van 't Merkske; Een verkenning van landschapsecologische relaties via het grondwater. Landschap 4 (1) 49 - 63.

Bink, F.A., J. Meltzer, J.G. de Molenaar, T.A.W. van Rossum en G.J. Saaltink, 1984. *Natuurbeheer in Nederland; Deel 1: Levensgemeenschappen.* Tweede verbeterde druk. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Pudoc, Wageningen.

Blerck, H.J.J.C.M., 1989. *Landschapsbouw door H.W. de Vroome in Drenthe; reconstructie, stilering, verwijzing en verbeelding.* Groen 45 (2) 14 - 19.

Bohncke, S.J.P. and J. Vandenberghe, 1991. *Palaeohydrological development in the southern Netherlands during the last 15000 years.* In: Starkel, L., K.J. Gregory & J.B. Thornes (eds). Temperate Palaeohydrology. Wiley, Chichester.

Bolhuis, P. van en P. Vrijlandt, 1993. *Waterlijn; Ideeën voor de toekomst van de Stelling van Amsterdam en de Nieuwe Hollandse Waterlinie.* Vakgroep Ruimtelijke Planvorming, Sectie Landschapsarchitectuur, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Bouwknegt, J. en A.J. Gelok, 1992. *Hydraulische aspecten van beekmeandering.* Landinrichting 32 (3) 9 - 15.

Bradshaw, M. and R. Weaver, 1993. *Physical Geography: An introduction to earth environments.* Mosby, St. Louis.

Brand, S. van den, J. Grotenhuis en E. Weeda, 1983. *Landschap, plantengroei en vogelwereld van de Winterswijkse beken en beekdalen.* Natura 80 (2) 48 - 64.

Bremen, Van den, 1961. De kleine bospercelen in de Achterhoek en Oost-Twente. TKNAG 2e reeks band nr. 78, 123-134.

Brice, J., 1981. *Meandering pattern of the White River in Indiana. An analysis.* In: Morisawa, M., 1981. Fluvial geomorphology: A proceedings volume of the fourth annual geomorphology symposia series held at Birmingham, New York, September 27-28 1973. Allen & Unwin, London.

Brookes, A., 1984. *Recommendations bearing on the sinuosity of Danish stream channels: consequences of realignment, spatial extent of natural channels, processes and techniques of natural and induced restoration.* National Agency of Environmental Protection, Freshwater Laboratory, Silkeborg.

Bruchem, A.E. van, C. Schellingen en L.T. Runia, 1992. *Natuurontwikkeling Achelse Kluis; spanningsveld tussen theorie en*

praktijk in een beekdalsituatie. Landinrichting 32 (3) 17 -23.

Bruin, D. de, D. Hamhuis, L. van Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons en F. Vera, 1987. *Ooievaar; de toekomst van het rivierengebied*. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem.

Buchem, A.E. van, C. Schellingen en L.T. Runia, 1992. *Natuurontwikkeling Achelse Kluis*. Landinrichting 32 (3) 17-24.

Buiks, Chr. en S. Geerts, 1981. *Het stroomgebied van de Mark en Aa of Weerijs ten zuiden van Breda*. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr. 146. Hoogwoud.

Buitenhuis, A., C.E.M. van de Kerkhof, IJ. van Randen en A.A. de Veer, 1986. *Schaal van het landschap; Opbouw en gebruik van een geografisch informatiesysteem van schaalkenmerken van het landschap van Nederland, met landelijke kaarten 1:400.000*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Buitenhuis, A., S.J. Kluiving en G.W. de Lange, 1991. *Geomorfologische gesteldheid van Midden en Oost Noord-Brabant*. Staring Centrum, Wageningen.

Burrough, P.A., A. Buitenhuis en A.A. de Veer, *Het informatiesysteem landschapsbeeld*. Reeks Landschapsstudies. Pudoc, Wageningen .

Buruma, M. en J. van Dalen, 1986. *Reest; nog steeds een grootvorstin?* In: Rivieren van Noord-Nederland. De Walburg Pers, Zutphen/Noorderbreedte, Groningen.

Buuren, M. van, K. Kerkstra en P. Vrijlandt, 1991. *Kleinschalig, verweven of casco?. Het landschap van de zandgebieden nader beschouwd*. Landinrichting 31 (1) 1 -18.

Buuren, M. van, 1991. *A hydrological approach to landscape planning: the framework concept elaborated from a hydrological perspective*. Landscape and Urban Planning, 21 (2) 91 - 107. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

Buuren, M. van, 1997. *Landschapsplanning en watersystemen in de zandgebieden van Nederland: Naar een watersysteembenadering voor landschapsplanning, toegespitst op de ruimtelijke problematiek van de Nederlandse zandgebieden*. Dissertatie Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Caspers, T., 1992. *De hand van de mens in het landschap*. Stichting Het Noordbrabants Landschap. Uitgave ter gelegenheid van het 60-jarig jubileum van de Stichting Het Noordbrabants Landschap, Haaren.

Cate, J.A.M. Ten en G.C. Maarleveld, 1977. *Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1:50000. Toelichting op de legenda*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Cate, J.A.M.Ten, 1981. *Fysisch-geografische aspecten van het Friese Landschap*. Stichting voor Bodemkartering rapport nr. 1525. Wageningen.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1980. *Rapport betrefende ruilverkaveling van de gronden gelegen in de gemeenten Havelte, Meppel, Ruinerwold, Dwingelo, Ruinen en Diever, genaamd: "Havelte"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1981. *Rapport betreffende ruilverkaveling van de gronden in de gemeenten Weerselo en Tubbergen, genaamd: "Weerselo-Dulder"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1982. *Rapport voor de ruilverkaveling Hengelo-Zelhem.* Landinrichtingsdienst, Ministerie van Landbouw en Visserij, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1983. *Rapport betreffende ruilverkaveling van de gronden gelegen in de gemeenten Alphen en Riel, Goirle, Tilburg, Baarle Nassau en Chaam, genaamd: "Alphen en Riel"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1984. *Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden in de gemeenten Haaksbergen, Ambt-Delden, Hengelo, Enschede en Eibergen, genaamd: "Haaksbergen"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1985. *Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden in de gemeenten Rijsbergen en Zundert, genaamd: "Zundert"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1985. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Sint-Oedenrode"*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1988. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Viermannekesbrug": gelegen in de gemeenten Oirschot en Oisterwijk.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingsommissie, 1989. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Mars- en Westerstroom" gelegen in de gemeenten Zweelo, Oosterhesselen, Sleen en Westerwolde: Ontwerp-plan.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1990. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Rossum-Oost", gelegen in de gemeenten Weerselo, Denekamp en Losser.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1991. *Ontwerp-Herinrichtingsplan voor de herinrichting Oost-Groningen en de Gronings-Drentse Veenkoloniën voor het deelgebied "Westerwolde": Concept herinrichtingsplan.* Landinrichtingdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1993. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 van de Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Lievelde" gelegen in de gemeenten Lichtenvoorde en Eibergen.* Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1996. *Ruilverkaveling "De Hilver": Ontwerp-plan.* Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht.

Claes, J. 1970. *De dingen en hun ruimte.*

Coeterier, J.F., 1987. *De waarneming en waardering van lanschappen; Resultaten van omgevingspsychologisch onderzoek.* Proefschrift

Landbouwuniversiteit Wageningen.
Coeterier, J.F. en A.M. Langezaal-Van Swaay, 1984. *Waarneming en waardering van lanschappen.* Landschap 1 (1) 17 - 22.
Colaris, W.J.J., 1983. *De beekdalen van de Mosbeek en Ruhenbergerbeek.* Natura 80 (2) 37 - 47.
Cullen, G., 1961. *The concise townscape.* Architectural Press, London.
Curdes, G, 1993. *Stadtstruktur und Stadtgestaltung.* Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Berlin, Köln.
CUWVO, 1988. *Ecologische normdoelstellingen voor nederlandse oppervlaktewateren.* Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Werkgroep V-1.
Dale, J.H. van, 1992. *Groot woordenboek der Nederlandse taal.* Twaalfde uitgave. Van Dale Lexicografie, Utrecht.
Dauvellier, 1991. *Casco zonder conflict?.* In: Visie op landschap, verslag van het symposium op 12 juni 1991. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Den Haag.
Diepen, D. van, 1968. *De bodem van Noord-Brabant.* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Dijkema, E.F.T.M. and Hazendonk, N.F.C. ,1990. *Water sparen, natuur vergaren; een ontwerpende verkenning van een waterspaarbekken met natuurontwikkeling in het Berkeldal bij Rekken.* Rapport nr 3. Vakgroep Ruimtelijke Planvorming. Landbouwuniversiteit Wageningen.
Dijkstra, H., 1991. *Het visuele landschap: onderzoek naar de visuele kwaliteit van landschappen.* Landschap 8 (3) 157-175.
Dijkstra, H., 1992. *Milieu-effectraportage serie 24: Effectvoorspelling deel VIa landschap.* DLO-Staring Centrum, Wageningen.
Dort, T.C.M. van en R.H. Kemmers, 1988. *Bufferzones tegen nitraatinspoeling in beekdalen: vuistregels voor het bepalen van de omvang.* Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) rapport 35, Wageningen.
Dortmont, T. van, 1990. *Visual representations of new landscape situations.* In: Lammeren, R.J.A. van en A.M. van der Meer, 1990. Some extracts of the research at Wageningen Agricultural University. Geographical Information Processing, Wageningen.
During, R, 1987. *Beken Begeleiden BroekBossen; Onderzoek naar de betekenis van het elzenbroekbos en de genomen en gewenste (-beleids-)maatregelen ten behoeve van behoud, beheer en ontwikkeling van dit bos in Nederland.* Rijksuniversiteit Utrecht, Natuurbeschermingsraad, Utrecht.
DVWK, 1984. *Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern.* Deutscher Verband für Wasserwirschaft und Kulturbau e.V., Merkblätter zur Wasserwirtschaft H. 204. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
Edelman, C.H. en G.C. Maarleveld, 1951. *De Asymmetrische dalen van de Veluwe.* Boor en Spade 4(19) 165 - 168.
Elsner, G.H. and R.C. Smardon, 1979. *Proceedings of our national*

landscape: A conference on applied techniques for analysis and management of the visual resource. April 23-25, 1979, Incline Village, Nevada. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Berkeley, California.

Engelen, G.B., J.M.J. Gieske & S.O. Los, 1989. *Grondwaterstromingsstelsels in Nederland.* Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 2, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij/Staatsbosbeheer. SDU uitgeverij, 's-Gravenhage.

Everts, F.H. en N.P.J. de Vries, 1991. *De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; Een landschapsoecologische studie van enkele Drentse beekdalen.* Historische uitgeverij, Groningen.

Farjon, J.M.J., N.F.C. Hazendonk, W.J.C. Hoeffnagel en F.G.M. van Pruissen, 1991. *Raamwerkplanning en watervoorziening: verkenning van mogelijkheden in het stroomgebied van de Baakse Beek .* Rapport 67. DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Gardner, H., 1985. *Frames of mind: The theory of multiple intelligences.* Paladin, London.

Geesink, A.H. & E. Romeijn, 1990. *Geomorfologische aspecten van beekherstel in het kader van natuurontwikkelingsprojecten; Een verkennende studie naar de mogelijkheden voor toegepast geomorfologisch onderzoek.* Interne mededeling nr. 109, Staring Centrum, Wageningen.

Gerken, B., 1988. *Auen. Verborgene Lebensadern der Natur.* Verlag Rombach, Freiburg.

Gibson, J.J., 1966. *The senses considered as perceptual systems.* George Allen & Unwin Ltd, London.

Glitz, D., 1983. *Künstliche Gerinne - die "Altarme" von Morgen? Regeneration des Wandselaufes in Hamburg-Rahlstedt.* Garten + Landschaft 93 (2) 109-111.

Gorter, H.P., 1986. *Ruimte voor natuur; 80 jaar bezig voor de natuur van de toekomst.* Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Gravenland.

Grootjans, A.P., 1980. *Distribution of plant communities along rivulets in relaation to hydrology and management.* In: Wilmanns, O. & R. Tüxen, 1980. Epharmonie. Cramer, Vaduz.

Grootjans, A.P., 1985. *Changes of groundwaterregime in wet meadows.* Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Haans, J.C.F.M. en G.C. Maarleveld, 1965. *De zandgronden.* In:De bodem van Nederland; toelichting bij de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200.000. Samengesteld door de Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Haartsen, A.J., A.P. de Klerk, J.A.J. Vervloet en G.J. Borger, 1989. *Levend verleden: Een verkenning van de cultuurhistorische betekenis van het Nederlandse lanschap.* Achtergrondreeks natuurbeleidsplan. Ministerie van Landbouw en Visserij, SDU uitgeverij, 's-Gravenhage.

Hagens, H., 1978. *Molens, mulders, meesters : negen eeuwen watermolens in de Gelderse Achterhoek, Salland en Twente.* N.V. uitgeverij

Smit van 1876, Hengelo.
Haggett, P. and R.J. Chorley, 1969. *Network analysis in geography.* Edward Arnold (Publishers) Ltd, London.
Ham, R.J.I.M. van der en J.A.M.E. Iding, 1971. *Landschapstypologie naar visuele kenmerken, methodiek en gebruik.* Afdeling Landschapsarchitectuur, Landbouw Hogeschool Wagenigen.
Hammen, T. van der, 1961. *De Quartair-geologische geschiedenis van Oost-Twente.* In: Anderson et al., 1961. Geologie van Twente: gedenkboek, tevens speciale uitgave van "Grondboor en Hamer", tijdschrift van de Nederlandse Geologische Vereniging, ter gelegenheid van het gouden jubileum van het natuurhistorisch museum "Natura Docet" te Denekamp.
Harmsen, C., L. Pols en N. Zuurdeeg, 1988. *Oeverbeplantingen en waterbeheer: Deelrapport van de werkgroep beekbegeleidende beplantingen.* Mededelingen Landinrichtingsdienst nr. 182. Landinrichtingsdienst, Utrecht.
Haveman, R., 1990. *Vloeiweidesysteem bij Corle.* Natuur en Landschap in de Achterhoek en Liemers 4 (1), 8-11 .
Hazendonk, N.F.C. & P.J. Veen, 1988. *Het landschap van de zandgebieden: Probleemverkenning in de ruilverkaveling Strijper Aa-Budel.* Studiereeks "Bouwen aan een levend landschap" deel 7. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Utrecht / Landbouwuniversiteit, Wageningen.
Heijdeman, B., E. van 't Oever en A. Peters, 1981. *Twente, een hydrobiologisch onderzoek van de beken. Deel IV: aanvullend onderzoek en aanbevolen beheersmaatregelen.* Onderzoeksrapport van de P.P.D. van Overijssel, Zwolle.
Heijnens, M.H.L.G. and J.M. Tijssen, 1982. *The influence of the development of a weichselian coversand ridge on the drainage of a river valley in Noord-Brabant (The Netherlands); a geomorphological and palynological study.* Geologie en Mijnbouw 61, 191 - 199.
Hermens, E.M.P. en W.Th. Wassink, 1992. *Natuurtechnisch beekherstel in Nederland. Twee inventarisaties naar het voorkomen van projecten en maatregelen op het gebied van natuurtechnisch beekherstel.* Landinrichting 32 (5) 8 -15.
Higler, L.W.G., 1981. *Beken in Nederland.* Natuur en Milieu 1981 (11/12) 4 - 8.
Higler, L.W.G, 1983. *De Nederlandse beken.* Natura 80 (2) 4-8.
Higler, L.W.G., 1993. *The riparian community of north-west European lowland streams.* Freshwater Biology 29, 229-241.
Higuchi, T., 1983. *The visual and spatial structure of landscapes.* The MIT Press, Cambridge.
Hijszeler, C.C.J.W , 1966. *Mander en omgeving, gemeente Tubbergen.* Overdruk van verslagen en mededelingen van de Vereeniging tot beoefening van Overijsselsch Regt en Geschiedenis nr. 81.
Hoek, W. van der en B. Higler, 1993. *Deelprogramma Natuurontwikkeling: Natuurontwikkeling in beken en beekdalen; Verkennende studie naar de mogelijkheden van natuurontwikkeling*

in beek- en beekdalsystemen in Nederland. NBP-onderzoeksrapport 3. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Hoekveld, G.A., 1990. *De Gelderse Vallei; een regionaal-geografische benadering.* Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Rijksuniversiteit Utrecht.

Hofstee, E.W. en A.W. Vlam, 1952. Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. Boor en Spade 5 (16) 194 - 235.

Hooghart, J.C. (redactie), 1986. *Verklarende hydrologische woordenlijst.* Rapporten en nota's Commissie voor Hydrologisch onderzoek TNO, nr. 16. Gespreksgroep Hydrologische Terminologie, Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Den Haag.

Horton, R.E., 1945. *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology.* Geological Society of America Bulletin nr.56 275-370.

Houte de Lange, S.M. ten, 1977. *Rapport van het Veluwe-onderzoek: Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatie beleid.* Pudoc, Wageningen.

Huissteden, J. van, L. van der Valk and J. Vandenberghe, 1986. *Geomorphological evolution of a lowland valley system during the Weichselian.* Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 11, 207-216.

IJzerman, A.J., 1979. *Sprengen en sprengenbeken op de Veluwe: Een onderzoek naar beheer, onderhoud en watervoorziening in historisch perspectief.* Rapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. Arnhem.

Jalink, M.H. en A.J.M. Jansen, 1995. *Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalgemeenschappen.* Deel 2 uit de serie 'indicatorsoorten'. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Jellicoe, G. and S. Jellicoe, 1987. *The landscape of man. Shaping the environment from prehistory to the present day.* Revised and enlarged edition. Thames and Hudson Ltd., London.

Jong, J. de, Schrikkema, B., 1988. *Helophytenfilters aan een laaglandbeek. Studie naar de toepassingsmogelijkheden van waterzuiverend moeras aan de Baakse Beek en de Veengoot. Ontwerp van een waterzuiverend moeras aan de Lindense Laak.* Vakgroepen Natuurbeheer, Tuin- en Landschapsarchitectuur en Waterzuivering. Landbouwuniversiteit Wageningen.

Jong, T. de, 1983. *Inleiding tot de architektuurtypologie.* Delftse Universitaire Pers, Delft.

Jong, T. de, 1987. *De strukturele samenhang van architektuurbegrippen: De mogelijkheid tot een generatieve systematiek in de architektonische vormleer.* Delftse Universitaire Pers.

Jonge, J.M. de, 1988. *Het landschap van de zandgebieden: Probleemverkenning in de ruilverkavelingen Zieuwent-Harreveld en Aalten.* Studiereeks "Bouwen aan een levend landschap" deel 6 .

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Utrecht / Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Jongman, R.H.G., 1993. *Landschapsecologie en ruimtelijke organisatie in riviersystemen. Een onderzoek naar de landschapsecologie van riviersystemen en de overheidszorg daarvoor in planning en beleid.* Dissertatie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Kemmers, R.H., 1990. *Effecten van waterbeheer op standplaatsfactoren van korte vegetaties, de stalenmethode.* Rapport 64.1, Staring Centrum, Wageningen.

Kerkstra, K., J.B. Struik en P. Vrijlandt, 1976. *Denkraam: Instructie kb2-studio landschapsarchitectuur.* Vakgroep Landschapsarchitectuur. Landbouwhogeschool, Wageningen.

Kerkstra, K. en W. Overmars, 1985. *Advies landschapsbouw Lievelde.* Staatsbosbeheer.

Kerkstra, K. en P. Vrijlandt, 1988. *Het landschap van de zandgebieden: Probleemverkenning en oplossingsrichting.* Studiereeks "Bouwen aan een levend landschap" deel 8. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Utrecht / Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Kerkstra, K., 1990. *Inleiding landinrichtingswetenschappen, deel IV Verkenning landschapsarchitectuur.* Vakgroep Ruimtelijke Planvorming. Landbouwuniversiteit Wageningen.

Kerkstra, K., 1991a. *Casco-landschap als architectonisch concept.* In: Visie op landschap, verslag van het symposium op 12 juni 1991. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Den Haag.

Kerkstra, K., 1991b. *Casco en ecologische hoofdstructuur: mono of multi?* Landbouwkundig Tijdschrift 103 (12), 20-22.

Kern, K., 1994. *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung: Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern.* Springer-Verlag, Berlin.

Keuning, H.J., 1955. *Mozaiek der functies: Proeve van een regionale landbeschrijving van Nederland op historisch- en economisch-geografische grondslag.* Leopold, Den Haag.

Keuning H.J., 1965. *Het Nederlandse volk en zijn woongebied: De hoofdlijnen van een economische en sociale geografie van Nederland.* Tweede druk. Den Haag.

Keuning, H.J., 1979. *Kaleidoscoop der Nederlandse landschappen: De regionale verscheidenheid van Nederland in historisch-geografisch perspectief.* Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage.

Koffka, K., 1950. *Principles of gestalt psychology.* London.

Kok, J.W., 1994. *Nieuw proces van wording en groei voor Ruiten A.* Landinrichting 34 (7) 16 - 20.

Kooij, E. van der en C.M. Steenbergen, 1991. *Het Montagelandschap; Het stadspark als actuele ontwerpopgave.* Publicatieburo Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft.

Kouwe, F.A., 1988. *Beken in Midden- en Oost-Brabant.* Stichting tot behoud van de Veluwse sprengen en beken, Vaassen.

Krier, R., 1975. *Stadtraum in Theorie und Praxis*. Kraemer, Stuttgart.

Kroonenberg, S.B. en L.J. Pons, 1982. *Inleiding tot de regionale bodemkunde en de geologie*. Vakgroep Bodemkunde en Geologie, Landbouwhogeschool Wageningen.

Kuenen, Ph.H, 1944. *De Drentsche riviertjes en het meandervraagstuk*. In: Gedenkboek van Dr. Ir. P. Tesch. Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en koloniën, Geologische Serie XIV, 's-Gravenhage.

Kwaadsteniet, P.I.M. de, H.E. van Capelleveen, E. Gies, N. Lely en B. Worm, 1993. *Een integraal ontwerp voor de Groenlose Slinge als ecologische verbindingszone*. Landinrichting 33 (3) 19-23.

Landinrichtingscommissie "Baarle Nassau", 1988. *Voorontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Baarle-Nassau", gelegen in de gemeenten Baarle-Nassau, Chaam, Ginneken en Gilze-Rijen*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Landinrichtingscommissie Roden-Norg, 1994. *Herinrichting Roden-Norg: voorontwerpplan*. Landinrichtingsdienst Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Utrecht.

Lang, J., 1987. *Creating architectural theory; the role of the behavioral sciences in environmental design*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Lans, H. van der en G. Poortinga, 1986. *Natuurbos in Nederland; een uitdaging*. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.

Leopold, L.B. & M.G. Wolman, 1957. *River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight*. Physiographic and hydraulic studies of rivers. Geological Survey professional paper 282-B. United States Government Printing Office, Washington.

Leopold, L.B., M.G. Wolman and J.P. Miller, 1964. *Fluvial processes in geomorphology*. Freeman, San Francisco.

Leupen, B., Grafe, C., Körnig, N., Lampe, M. em P. de Zeeuw, 1993. *Ontwerp en analyse*. Uitgeverij 010, Rotterdam.

Litton, R.B, R.J. Tetlow, J. Sorensen & R.A. Beatty, 1974. *Water and Landscape. An aesthetic overview of the role of water in the landscape*. Department of Landscape Architecture University of California Berkeley, California.

Lynch, K., 1960. *The Image of the City*. The MIT Press & Harvard University Press, Cambridge.

Maarleveld, G.C., 1951. *Over de erosiedalen van de Veluwe*. Boor en Spade 4(18) 155-165.

Maarleveld, G.C., 1953. *De geologische geschiedenis van de zuidelijke Veluwe*. Boor en Spade 6(11) 105-112.

Maarleveld, G.C. en R.P.H.P. Van der Schans, 1961. *De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei*. TKNAG 2e reeks band 78, 23 - 34.

Maas, F.M., 1959. *Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom: Een plantensociologische en oecologische studie*. Dissertatie. Landbouwhogeschool Wageningen.

Menke, H., 1983. *Sprengenbeken op de Oost-Veluwe: Van cultuurtech-*

niek tot natuurmonument. Natura 80 (2) 65-71.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. *Natuurbeleidsplan: Regeringsbeslissing.* SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij,1989. *Natuurontwikkeling; Een verkennende studie.* Achtergrondsreeks Natuurbeleidsplan nr. 6.SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij,1992. *Nota Landschap: regeringsbeslissing visie landschap.* Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna. SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage.

Ministerie van Landbouw en Visserij en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1986. *Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud. Deel e: na parlementaire behandeling vastgestelde tekst.* Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 1985-1986. 's-Gravenhage.

Moller-Pillot, H.K.M., 1971. *Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken.* Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen. Pillot Standaardboekhandel, Tilburg.

Molenaar, J.G. de, 1980. *Bemesting, waterhuishouding , intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu.* Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Mulders, J. (eindredactie), 1993. *De toekomst van beekdalen: Besturen van stromen.* Verslag van het symposium op 25 november 1992 in Congrescentrum 'De Reehorst' te Ede. Uitgave Stichting Natuur en Milieu, Utrecht.

Mutsaers, F. (eindredactie), 1991. *Landschap van wegen en kanalen; 75 jaar adviezen van de afdeling verkeerswegen van het ministerie van L, N en V aan Rijkswaterstaat.* Landinrichtingsdienst, ministerie van L,N en V, Utrecht.

Natuurbeschermingsraad, 1989. *Beekbegeleidende broekbossen: Betekenis, bedreiging en mogelijkheden voor herstel en ontwikkeling van elzenbroekbossen op de zandgronden.* Utrecht.

Newson, M., 1984. *River processes and form.* In: Rivers and Wildlife handbook; a guide to practices which furthers the conservation of wildlife of rivers. G. Lewis and G. Williams. Royal Society for the Protection of Birds / Royal Society for Nature Conservation. Bedfordshire, Lincoln.

Nicolai, J., 1971. *De visuele invloed van woonplaatsen op open ruimten: met enkele toepassingen op het midden van West-Nederland.* Technische Hogeschool Delft.

Nijland, G., R.J. de Lange en J.C. Smittenberg, 1982. *Milieukartering Drenthe 1974-1978. Deel 3; Fysische geografie.* Rapport Provinciale Planologische Dienst van Drenthe.

Noorden, J.P.M. van, 1988. *Het landschap van de zandgebieden: Probleemverkenning in de ruilverkaveling Vries.* Studiereeks "Bouwen aan een levend landschap" deel 5. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Bos- en landschapsbouw, Utrecht / Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Nooren, M.J., 1981. *Ouderdom en cultuurhistorische waarden van houtwallen en heggen in Nederland.* Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Norberg-Schulz, Chr., 1971. *Existence, Space and Architecture.* Studio Vista, London.

Otto, A., 1986. *Grundlagen einer morphologischen Typologie der Bäche.* In: Larsen, P., 1986. Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässern: Beiträge zum Wasserbaulichen Kolloquium am 14. Februar 1986. Universität Karlsruhe.

Otto, W.M., 1976. *Rapport betreffende ruilverkavling van gronden gelegen in de gemeenten Elden, Maasbree, Horst, Grubbenvorst, Venlo en Meijel genaamd: "Everlose-Beek".* Cultuurtechnische Dienst, Ministerie van Landbouw en Visserij, Utrecht.

Pannekoek, A.J. en L.M.J.U. van Straaten, 1984. *Algemene Geologie.* Wolters-Noordhoff, Groningen.

Pedroli, G.B.M.,1989. *The Nature of landscape. A contribution to landscape ecology and ecohydrology with examples from the Strijper Aa landscape, Eastern Brabant, The Netherlands.* Dissertatie Universiteit van Amsterdam.

Piaget, J. , 1950. *The Psychology of intelligence.* Routledge and Kegan Paul, London.

Piaget, J. and B. Inhelder, 1971. *The Child's Conception of Space.* London.

Prak, N.L., 1968. *The Language of Architecture.* Den Haag.

Prak, N.L., 1979. *De visuele waarneming van de gebouwde omgeving.* Delftse Universitaire Pers, Delft.

Prak, N.L., 1979. *Vorm en betekenis: theorie van de tekens en de media.* Delftse Universitaire Pers, Delft.

Provinciale Planologische Dienst van Drenthe, 1956. *De betekenis van de houtwallen.* Assen.

Purseglove, J., 1988. *Taming the flood; a history and natural history of rivers and wetlands.* Oxford University Press. Oxford.

Regt, A.L. de, 1984. *Lijnvormige landschapselementen: enkele toekomstbeelden voor kleinschalige landschappen.* Landschap 1 (3) 197-208.

Renes, J., 1982. *Typologieën van bewonings- en perceelsvormen. Een overzicht van bestaand werk in Nederland en buurlanden.* Reeks landschapsstudies. Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen.

Renes, J., 1984. *Cultuurhistorisch landschapsonderzoek streekplangebied West-Brabant.* Stichting voor Bodemkartering rapport nr. 1692. Wageningen.

Ringenaldus, F, 1983. *Waterhuishouding en plantengroei in beekdalen van het Drentse plateau.* Natura 80 (2) 29-36.

Roelof, H.J., Th.J. Beukeboom, A. Ebregt en W. Vos, 1982. *Landschapsecologische relaties via het grondwater op nationaal en regionaal niveau.* Rapport nr. 317, Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw De Dorschkamp, Wageningen.

Roo, H.C. de, 1952. Over de oppervlakte-geologie van het Drentse Plateau. Boor en Spade 5 (4) 103 - 118.

Roos-Klein Lankhorst, J., 1989. *Visualisering van veranderingen in het landschap: Een computer-ondersteunend ontwerpinstrument voor de (landschaps)architect.* Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen.

Saris, F.J.A., 1984. *Lijnvormige landschapselementen; Belangrijke onderdelen van een ecologische infrastructuur.* landschap 1 (1) 91 - 108.

Schimmel, H., 1955. *De Drentse beken en beekdalen en hun betekenis voor natuurwtenschap en landschapsschoon.* Staatsbosbeheer, Utrecht.

Schmitz, H., Haartsen, A.J. Kalkhoven, J.T.R. en I.C. van 't Hof, 1993. *Houtwallen, heggen en singels : lijnvormige houtopstanden in Nederland.* LONL, Utrecht.

Schotman, A., 1991. *Natuurwaarden in een casco-landschap.* Landschap 31 (6) 24 - 31.

Schouw, C.Th. van der en A.A. de Veer, 1980. *Landschap en seizoen (I).* Groen 36 (1) 11 - 13.

Schroevers, P.J. (red.), 1982. *Landschapstaal: Een stelsel van basisbegrippen voor de landschapsecologie.* Reeks landschapsstudies. Pudoc, Wageningen.

Schumm, S.A., 1977. *The fluvial system.* John Wiley and Sons, New York.

Schutten, G.J., 1981. *Varen waar geen water is; Reconstructie van een verdwenen wereld.* Geschiedenis van de scheepvaart ten oosten van de IJssel van 1300 tot 1930. Uitgeverij Broekhuis, Hengelo.

Simonds, J.O., 1983. *Landscape architecture; a manual of site planning and design.* second edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Smardon, R.C., J.F. Palmer & J.P. Felleman (ed.), 1986. *Foundations for visual project analysis.* Wiley, New York.

Smittenberg, J.C., 1978. *Milieukartering Drenthe 1974-1978. Deel 1; Inleiding ecologie, milieu en landschap.* Rapport Provinciale Planologische Dienst van Drenthe.

Snijders, F.L., 1985. *Fysische geografie in de provincie Groningen.* Milieu- en landschapsonderzoekin de provincie Groningen. Provinciale Planologische Dienst, Groningen.

Staring, W.C.H., 1868. *Vloeijen.* In: Huisboek voor den landman in Nederland. 887-928. Amsterdam.

Steenbergen, C., 1993. *De poëzie van de vlakte.* in: Smienk, 1993. Nederlandse landschapsarchitectuur: Tussen traditie en experiment. Uitgeverij THOTH, Amsterdam.

Sortelder, A.H.F., P.W.F.M. Hommel, R.W. de Waal, K.W. van Dort, J.G. Vrielink en R.J.A.M. Wolf, 1998. *Broekbossen: Bosecosystemen van Nederland deel 1.* Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Stoutjesdijk, J., 1997. *Natuurontwikkeling langs de Bavelsche Leij.*

Groen 53 (10) 8 - 15.

Straaten, J. van der, P. Von Meijenfeldt, 1983. *Beken in Brabant; Hoe houden wij dit bezit?* Brabantse Milieufederatie, Tilburg.

Strahler, A.N., 1952. *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography.* Geological Society of America Bulletin nr. 63, 1117-1141.

Strahler, A.N., 1964. *Quantitative Geomorphology of drainage basins and channel networks.* In: Chow, V.T., 1964. Handbook of applied hydrology, McGraw-Hill, New York.

Strahler, A.N. and A.H. Strahler, 1976. *Elements of physical geography.* Wiley, New York.

Stroband, A.G. en K.R. de Poel, 1981. *Een beeld van het Zuid-Hollandse landschap; deel 1.* Buro Maas, Zeist.

Stroeken, F., 1994. *Orde in verandering: Een onderzoek naar de casco-benadering in landinrichting.* Rapport 346. DLO-Staring Centrum, Wageningen / Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Thiel, P., 1961. *A sequence-experience notation.* Town Planning Review 32 (1) 33 - 52.

Thissen, P.H.M. en M. Meijer,1991. *Rug- en hangbouwbevloeiing n Nederland.* Landinrichting 31 (4) 16-22.

Tolkamp, H.H., 1981. *Organism-substrate relationships in lowland streams.* Agricultural Research Reports No. 907. Pudoc, Wageningen.

Tolkamp, H.H., 1983. *Beken in Noord- en Midden-Limburg.* Natura 80 (1) 94 - 101.

Veer, A.A. de, 1977. De ruimtelijke classificatie van het Nederlandse landschap. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift 11 (2) 98-109.

Veer, A.A. de, A. Buitenhuis en H. van het Loo, 1977. *Vergelijking van Nederlandse methoden van landschapsbeeldkartering en hun toepassingsmogelijkheden.* Pudoc, Wageningen.

Vegter, U., 1990. *Hydro-ecologische relaties in het beekdal van de Dwingeler- en Beilerstroom.* Provincie Drenthe, Dienst Ruimte en Groen, Afdeling Natuur, Landschap en Recreatie, Assen.

Ven, G.P. van de, 1993. *Man-made lowlands. History of water management and land reclamation in the Netherlands.* International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Royal Institute of Engineers in the Netherlands, Division of Water Management. Working Group History of Water Management in the Netherlands, Den Haag.

Vera, F.W.M.,1997. *Metaforen voor de wildernis: eik, hazelaar, rund en paard.* Dissertatie Landbouwuniversiteit wageningen.

Verdonschot, P.F.M., 1990. *Ecological characterization of surface waters in the Province of Overijssel (The Netherlands).* Province of Overijssel, Research Institute for Nature Management. Dissertatie Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Verdonschot, P.F.M. (eindredactie), 1995. *Beken stromen: Leidraad voor ecologisch beekherstel.* Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, Subgroep Beekherstel, Utrecht.

Vervloet, 1986 *Inleiding tot de historische geografie van de Nederlandse cultuurlandschappen*. Reeks landschapsstudies deel 4. Pudoc, Wageningen.

Vilsteren, W.A. van, J.J.M. de Klein en P.I.M. de Kwaadsteniet, 1995. *Beekherstel in de gemeenten Rhenen, Renkum en Arnhem: van algemeen beleid naar gedetailleerde maatregelen.* Landinrichting 35 (5), 17-21.

Vink, A.P.A., 1980. *Landschapsecologie en landgebruik*. Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht.

Visscher, H.A., 1972. *Het Nederlandse landschap. Een typologie ten behoeve van het milieubeheer*. Aula paperback, Het Spectrum, Utrecht.

Visser, R. de, 1997. *Het landschap van de landinrichting; een halve eeuw landschapsbouw.* Blauwdruk, Wageningen.

Vissers, H.J.S.M., N.H.S.M. de Wit en W. Bleuten, 1985. *Ruimtelijke effecten van bemesting via ondiep grondwater: bedreiging van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en gevolgen voor de natuur en waterwinningen op de Nederlandse zandgronden.* Vakgroep Fysische Geografie, Rijksuniversiteit, Utrecht.

Vista, 1995. *Uit de klei getrokken: natuurontwikkeling en waterretentie in droogmakerijen; voorbeeldstudie Haarlemmermeer.* Vista Adviesbureau voor Ruimtelijke planning, landschapsarchitectuur en ecologie, Amsterdam.

Vlaanderen, B., 1989. *Het landschap van de zandgebieden; Een kwantitatief onderzoek naar beplantingselementen in noord-oost Twente.* Docteraalscriptie Provincie Overijssel, Vakgroep Tuin- en Landschapsarchitectuur, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Voorbereidingscommissie voor de Ruilverkaveling Ruinen, 1981.*Voorontwerp ruilverkaveling "Ruinen"*, Assen.

Vries, J.J. De, 1974. *Groundwater flow systems and stream nets in the Netherlands; a groundwater-hydrological approach to the functional relationship between the drainage system and the geological and climatical conditions in Quaternary accumulation area. Dissertatie*. Rodopi NV, Amsterdam.

Vries, J.J. de, 1980. *Inleiding tot de hydrologie van Nederland*. Rodopi NV, Amsterdam.

Vroom, M.J., 1976. *Landscape planning: A cooperative effort; a professional activity.* Landscape Planning 3 (1976) 371 - 382. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Vroom, M.J., 1982a. *Syllabus KB-college landschapsarchitectuur deel I.* Derde gewijzigde druk, Afdeling Landschapsarchitectuur Landbouwhogeschool, Wageningen.

Vroom, M.J., 1982b. *Syllabus KB-college landschapsarchitectuur deel II.* Tweede gewijzigde druk, Afdeling Landschapsarchitectuur Landbouwhogeschool, Wageningen.

Vroom, M.J., 1986. *The perception of dimensions of space and levels of infrastructure and its application in landscape planning.* Landscape Planning 12 (1986) 337 - 352. Elsevier Science Publishers B.V.,

Amsterdam.
Waterschap van de Berkel, 1985. *De Berkel.* Waterschap van de Berkel, Lochem.
Wee, M.W. Ter, 1962. *The Saalian Glaciation in the Netherlands.* Mededelingen van de Geologische Stichting Nieuwe serie no. 15, p57 - p76.
Werf, S. van der, 1991. *Natuurbeheer in Nederland; deel 5 bosgemeenschappen.* Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen.
Westeringh, W. van de, 1984. *Ontstaan, ontwikkeling en ligging van de Winterswijkse beken.* K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift XVIII (4), 295-307.
Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo en I.S. Zonneveld, 1970. *Wilde planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. deel 1: Algemene inleiding en deel 3: De hogere gronden.* Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland.
Wieringa, H., 1983. *Waterstaat in Overijssel.* Uitgegeven ter gelegenheid van honderd jaar Provinciale Waterstaat in Overijssel. Zwolle.
Wijk, C. van, J.M. Keestra en Th. J. Linthorst, 1979. *Enkele belangrijke verkavelingskenmerken van Nederland, verzameld en bewerkt ten behoeve van het structuurschema voor de landinrichting.* Nota 946. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
Wirdum, G. van, 1980. *Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverndering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming.* In: Waterkwaliteit in grondwaterstromingstelsels, Hooghart, J.C. (redactie). Rapporten en nota's nr. 5. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Den Haag.
Wit, N.H.S.M. de, H.J.S.M. Vissers en W. Bleuten, 1988. *Ruimtelijke relaties door grondwaterstroming op de nederlandse zandgronden.* Landschap 5 (1) 27 - 43.
Wit, N.H.S.M. de en W. Bleuten, 1988. *Ruimtelijke effecten van bemesting via ondiep grondwater in het noordelijk zandgebied (en de veenkoloniën).* Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.
Witte, J.Ph.M. en R. van der Meijden, 1990. *Natte en vochtige ecosystemen: Analyse van verspreiding en verandering op basis van floristische en bodemkundige gegevens.* Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 200. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/Riza.
Wittgen, A.B., H.A. Booijink en R.J.M. v.d. Walle, 1986. *Het landschap van Twente: Schets van de ontwikkelingsgeschiedenis.* Vereniging Vrienden van Meester Bernink's Museum Natura Docet. Uitgegeven bij gelegenheid van het 75-jarig bestaan van het Natuurhistorisch museum Natura Docet te Denekamp (1911-1986). Denekamp.
Wolfert, H.P., 1991. *Beekmeandering en natuurontwikkeling; een geomorfologische benadering.* Landschap 8 (4) 265-276.

Wolfert, H.P., G.J. Maas & G.H.P. Dirkx, 1996. *Het meandergedrag van de Overijsselse Vecht; historische morfodynamiek en kansrijkdom voor natuurontwikkeling.* Rapport 408, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Woud, A. van der , 1987. *Het lege land; de ruimtelijke orde van Nederland 1798 - 1848.* Dissertatie. Meulenhof Informatief, Amsterdam.

Zonderwijk, M., 1995. *Integraal waterbeheer: vallen en opstaan.* Waterschap Regge en Dinkel, Almelo

Zonneveld, I.S., 1984. *Landschapsbeeld en landschapsecologie.* Landschap 1 (1) 5 - 9.

Zonneveld, J.I.S., 1971. *Tussen de bergen en de zee: De wordingsgeschiedenis van de lage landen.* Tweede druk. Oosthoek, Utrecht.

Zonneveld, J.I.S., 1981. *Vormen in het landschap. Hoofdlijnen van de geomorfologie.* Aula-paperback 58. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht, Antwerpen.

Zonneveld, J.I.S., 1985. *Levend land: De geografie van het Nederlandse landschap.* Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht.

Zuurdeeg, N., 1991. *Oud-boeren-waterbeheer in de Achterhoek.* Natuur en Landschap in de Achterhoek en Liemers 5 (2) 44-51.

FOTOVERANTWOORDING

De illustraties zijn aan de volgende bronnen ontleend:

Jellicoe, G. and S. Jellicoe, 1987. *The landscape of man. Shaping the environment from prehistory to the present day.* Revised and enlarged edition. Thames and Hudson Ltd., London: figuur 3.4.10b.

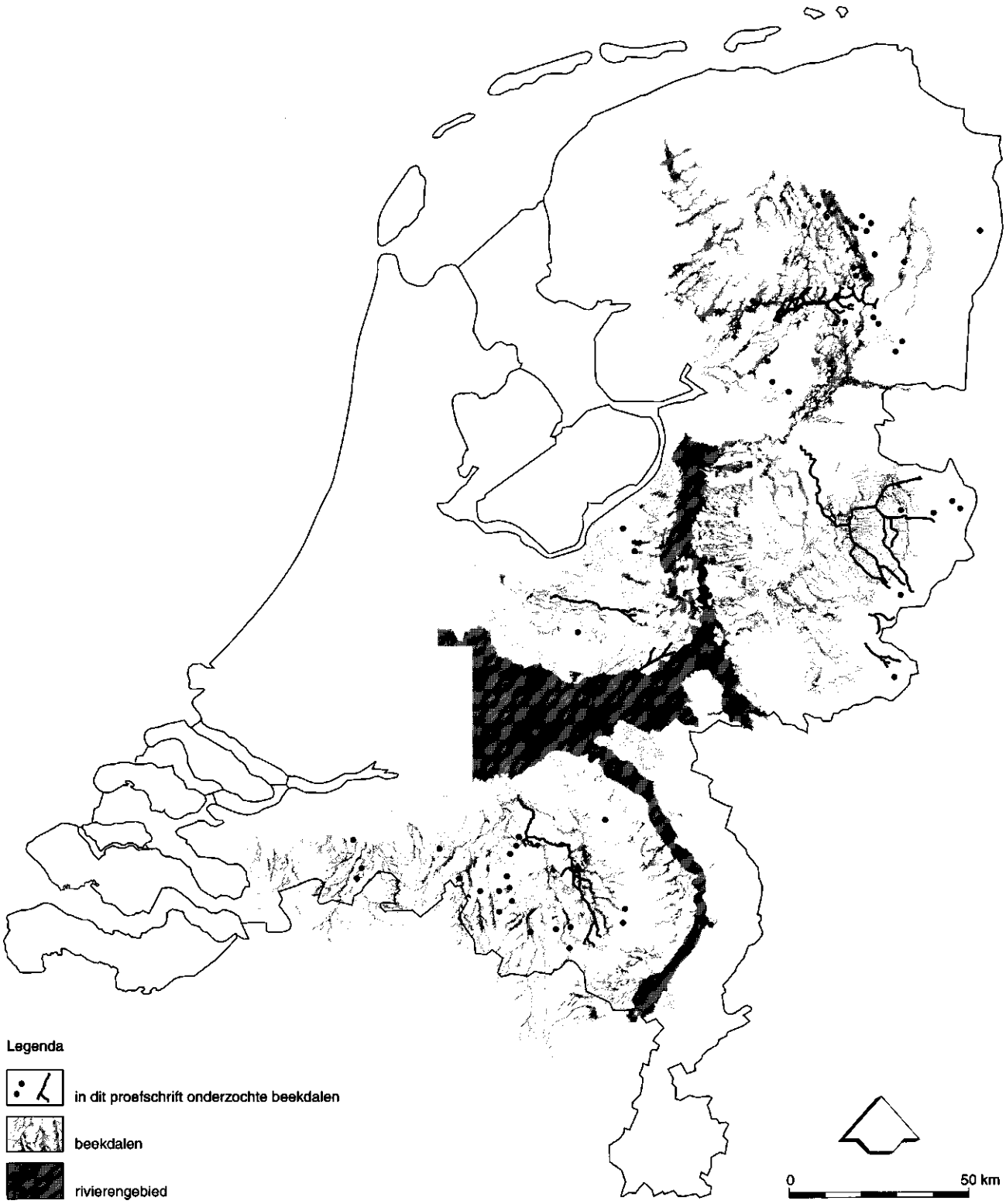
Mörzer Bruijns, M.F. en R.J. Benthem, 1979. *Spectrum Atlas van de Nederlandse landschappen.* Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.: figuur 3.4.11.

Mutsaers, F. (eindredactie), 1991. *Landschap van wegen en kanalen; 75 jaar adviezen van de afdeling verkeerswegen van het ministerie van L, N en V aan Rijkswaterstaat.* Landinrichtingsdienst, ministerie van L,N en V, Utrecht: figuur 3.4.9c.

Purseglove, J., 1988. *Taming the flood; a history and natural history of rivers and wetlands.* Oxford University Press. Oxford: figuur 3.4.9d.

Reader's Digest, 1979. *Nederland vanuit de lucht.* Uitgeversmaatschappij The Reader's Digest NV, Amsterdam: figuur 3.4.9a en figuur 3.4.10a

Topografische Dienst/topografische kaart van Nederland, 1:25.000, diverse bladen. Emmen: figuur 1.1.1.



Figuur I.1
De locaties die door middel van een patroonstudie zijn onderzocht.

BIJLAGE I: PATROONSTUDIE VAN DE BEEKDAL-LANDSCHAPPEN

I.1 Algemeen

De kern van het empirisch materiaal wordt gevormd door een patroonstudie van de beekdallandschappen. Op basis van het landschapsmorfologisch model zijn de beekdallandschappen uiteengelegd in de drie morfologische lagen: terreinvorme, netwerken en volumes. Van de drie morfologische lagen zijn patroonkaarten gemaakt. Doel van de patroonstudie was om zowel inzicht te krijgen in de vormaspecten van de verschillende morfologische lagen als in de relaties tussen de morfologische lagen.

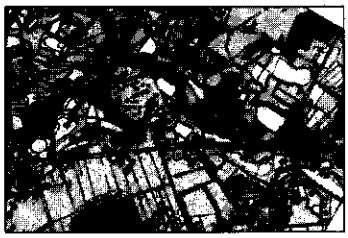
In de patroonstudie zijn alleen de beekdallandschappen in de zandgebieden van Nederland onderzocht. Dit betekent dat beekdallandschappen in het heuvelland van Limburg en beekdallandschappen in het holocene deel van Nederland niet bij het onderzoek zijn betrokken. Een tweede inperking is dat beekdallandschappen in het stedelijk gebied buiten beschouwing zijn gelaten.

I.2 Werkwijze

De beekdallandschappen in de Nederlandse zandgebieden zijn onderzocht, voor zowel de 1900-situatie als de huidige situatie. Tevens zijn van een aantal beekdallandschappen tijdreeksen gemaakt, waarbij ook één of meerdere tussenliggende stadia zijn vastgelegd. Verspreid over de zandgebieden zijn gedeelten van beekdalstelsels geanalyseerd (figuur I.1). De locaties zijn niet ad random gekozen, maar er is gepoogd om zoveel mogelijk de gehele bandbreedte aan vormverschillen vast te leggen. Dit betekent dat in beekdallandschappen met een grote diversiteit meerdere locaties zijn geanalyseerd. Daarnaast zijn een aantal beekdalsystemen in het geheel, van bron tot monding, geanalyseerd.

De beekdallandschappen zijn afgebakend met behulp van geomorfologische en fysisch-geografische kaarten (schaal 1:50.000). Ten aanzien van de geomorfologische kaart van Nederland is gebruik gemaakt van de kaartbladen17, 18, 22, 23, 28, 29, 32, 34, 35, 39, 40, 41, 45, 46 en 49 t/m 52. Aanvullend hierop is gebruik gemaakt van de volgende fysisch-geografische onderzoeksrapporten:

- Ten Cate, 1981. Fysisch-geografische aspecten van het Friese Landschap.
- Nijland, et. al, 1982. Milieukartering Drenthe 1974-1978. Deel 3; Fysische geografie.
- Snijders, 1985. Fysische geografie in de provincie Groningen.
- Houte de Lange, 1977. Rapport van het Veluwe-onderzoek: Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van



a. fragment van een topografische kaart uit 1903, verkleind van schaal 1:25.000 naar 1:50.000.

b. de netwerken zijn afgeleid van de topografische kaart en verkleind van schaal 1:25.000 naar 1:50.000. De dalvorm is wit, de omgeving lichtgrijs.

c. de volumes zoals die zijn afgeleid van de topografische kaart en verkleind van schaal 1:25.000 naar 1:50.000.

Figuur I.2
De wijze waarop de netwerken en volumes zijn afgeleid van de topografische kaart.

de ruimtelijke ordening en het recreatie beleid.
- Buitenhuis, et. al, 1991 Geomorfologische gesteldheid van Midden en Oost Noord-Brabant.

Uit de kaarten zijn de volgende legenda-eenheden geselecteerd voor de afbakening van de beekdalen:
- ondiepe en matig diepe dalvormige laagten;
- ondiepe en matig diepe beekdalbodems (eventueel met meanderruggen en geulen);
- beekdalglooiingen;
- beekoverstromingsvlakten;
- daluitspoelingswaaiers;
- niet dalvormige laagten (voor zover ze aan het beekdal grenzen).

Voor de bestudering van de netwerken en de volumes is gebruik gemaakt van topografische kaarten schaal 1:25.000, vanaf ±1900. De netwerken en de volumes zijn hieruit afgeleid op de wijze die figuur I.2 laat zien. Omwille van de presentatie is in de dissertatie het oorspronkelijke kaartmateriaal verkleind tot schaal 1:50.000.
De reden waarom kaarten met een schaal van 1:25.000 zijn gehanteerd is in eerste instantie een pragmatische keuze. De 1:25.000 kaart is de meest gedetailleerde kaart waarvan landsdekkend kaarten beschikbaar zijn vanaf 1900. Daarnaast zijn op dit schaalniveau zowel losse volumes te onderscheiden, alsook samenhangende patronen. Tevens hangt de keuze voor dit schaalniveau samen met wat je als gehelen ziet. Bijvoorbeeld bossen worden op dit schaalniveau als gehelen gezien en niet als losse bomen.

I.3 Kanttekeningen

Een kanttekening die bij de gehanteerde methode dient te worden geplaatst is dat ten grondslag aan de topografische kaart een selectie ligt van wat wel en wat niet wordt weergegeven. Onderzoek van Bakermans (1986) laat zien dat niet alle netwerklijnen worden weergegeven op de topografische kaart (schaal 1:25000). Met name ten aanzien van de perceelsscheidingen wordt door genoemde auteur een afwijking geconstateerd. Uit een vergelijking van de topografische kaarten met luchtfoto's blijkt dat in de onderzochte gebieden in zandgebieden het aantal weergegeven perceelsgrenzen circa 25% minder bedraagt dan op grond van de luchtfoto's bestaan. Dergelijke afwijkingen kwamen voor in zowel oude als recente topografische kaarten. Omgekeerd komen wel alle perceelsscheidingen die op de topografische kaart zijn aangegeven in werkelijkheid voor. Uit het onderzoek van Bakermans (1986) blijkt dat ten aanzien van de volumes de topografische kaart wel uiterst betrouwbaar is. Dit geldt voor zowel oude als recente topografische kaarten.

BIJLAGE II: EEN ANALYSE VAN HET STROOMGEBIED VAN DE REGGE

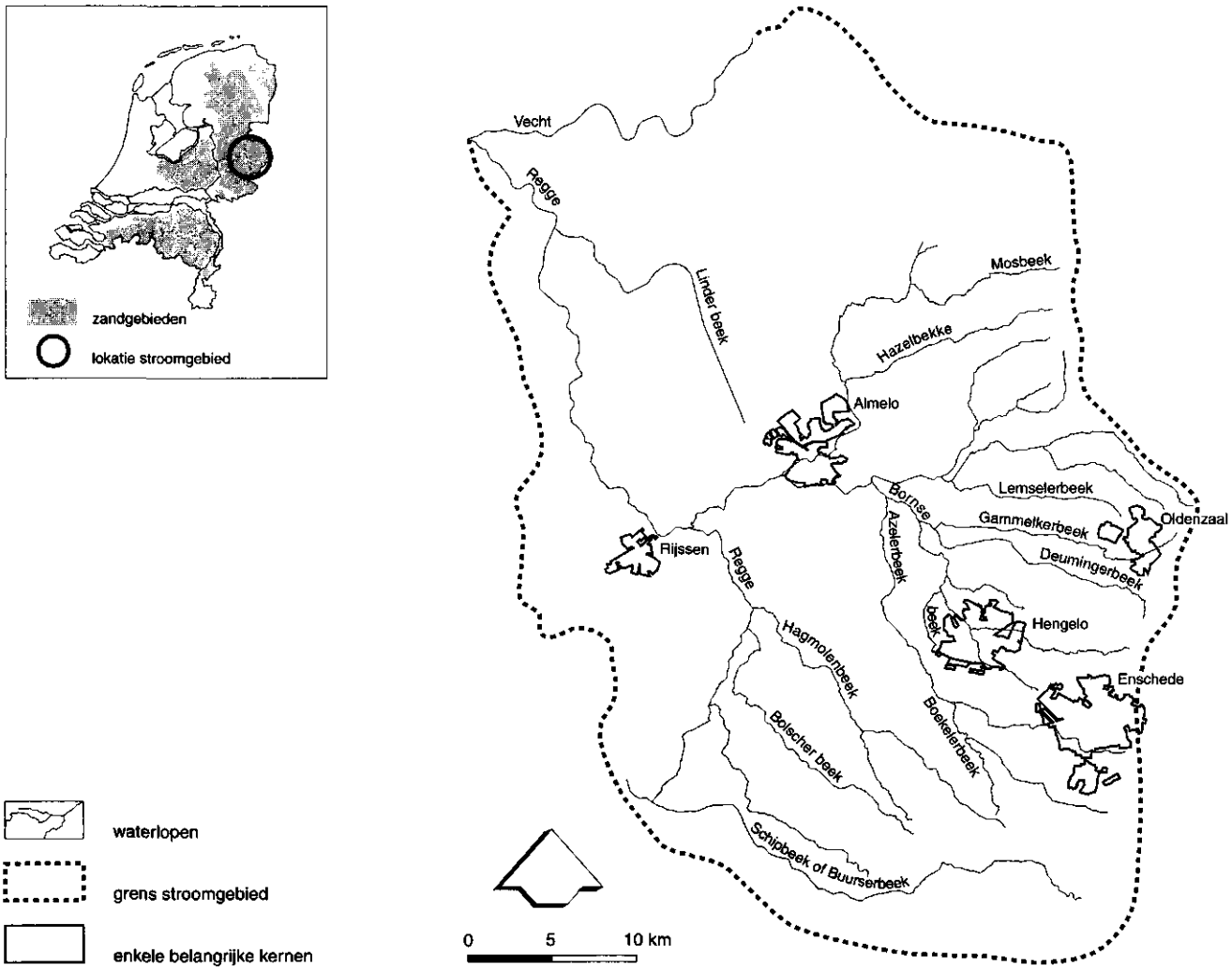
II.1 Algemeen

Op basis van veldwerk, aangevuld met een kaartstudie, is in het stroomgebied van de Regge onderzocht hoe terreinvormen, netwerken en volumes in de beekdallandschappen ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd. Doel van de casestudy was om meer inzicht te krijgen in de ruimten die worden gevormd door de interactie van de drie morfologische lagen uit het landschapsmorfologisch model. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn onder andere de vorm van de ruimte, de begrenzing van de ruimte, de aard van de begrenzing en de maat van de ruimte.

Het studiegebied is het beekdalstelsel van de Regge, gelegen in het oosten van Nederland (figuur II.1). Voor dit beekdalstelsel is gekozen omdat het is gesitueerd in een fysisch-geografisch gevarieerd gebied. Derhalve valt te verwachten dat er een zekere variatie bestaat in de vormaspecten van de beekdallandschappen. Een andere reden is dat er in het kader van andere onderzoeken reeds veel onderzoeksmateriaal is verzameld over het stroomgebied van de Regge (o.a. Van Buuren, 1997).

II.2 Het studiegebied

Het beekdalstelsel van de Regge is een sterk vertakt stelsel met een groot aantal bovenlopen. De bovenlopen die ontspringen op de stuwwallen van Ootmarsum en Oldenzaal hebben een groot verval en hiermee samenhangend een parallel patroon. De bovenlopen die in het zuiden ontspringen hebben een geringer verval en een dendrietisch patroon. Op de overgang naar het vlakkere middendeel van het stroomgebied, waar van nature het water stagneerde, komen meerdere overstromingsvlakten voor.
Van een natuurlijk beekdalstelsel is echter allang geen sprake meer. De eerste grootschalige kanalisatie van de Regge vond plaats in de periode tussen 1894 en 1913 (Wieringa, 1983; Boink, et. al., 1986). Deze ingreep was bedoeld om de zomerinundaties te voorkomen. Hierbij werd alleen de beneden- en middenloop van de Regge gekanaliseerd. Een tweede grootschalige kanalisatie vond plaats in de periode tussen 1925 en 1938. Deze ingreep was bedoeld om ook de winterinundaties te voorkomen (Wieringa, 1983). Hierbij werden ook de meeste bovenlopen gekanaliseerd. Slechts enkele bovenlopen, waaronder de Mosbeek en de Hazelbeek werden niet gekanaliseerd (Boink, et. al., 1986). Na de tweede wereldoorlog ontstond wateroverlast als gevolg van een verbeterde detailontwatering en stedelijke uitbreidingen (Wieringa, 1983). De ingrepen die in dit kader plaatsvonden bestonden vooral uit het aanleggen van omleidingskanalen en koppelleidingen.



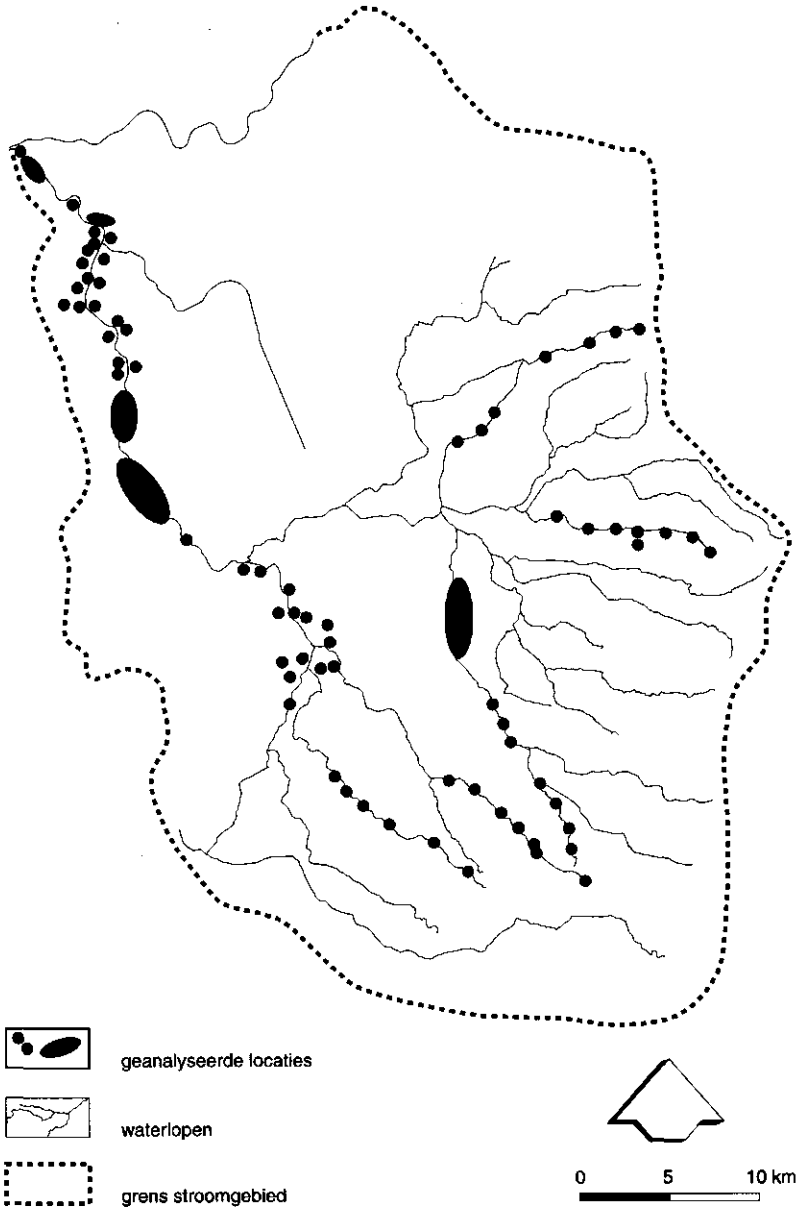
Figuur II.1
Het stroomgebied van de Regge.

II.3 Werkwijze

In het voorjaar en de zomer van 1992 zijn een aantal beekdallandschappen van het beekdalstelsel van de Regge geanalyseerd van bron tot monding (figuur II.2). De analyse bestond uit veldwerk aangevuld met een kaartanalyse. Onderzocht is hoe de ruimten zijn te typeren die door de interactie tussen de terreinvormen, netwerken en volumes worden gevormd.

Van de onderzochte beekdallandschappen zijn pleksgewijze opnames gemaakt. In beekdallandschappen met een gevarieerde morfologische opbouw zijn meerdere beekdalruimten geanalyseerd en daar waar minder variatie was zijn minder beekdalruimten geanalyseerd. De maximale afstand tussen de opnamen bedraagt circa 2 kilometer.

Tijdens de opnamen zijn de grenzen van de ruimten aangegeven op een topografische ondergrond (1:25000). Tevens zijn patroonkaarten gemaakt met daarop de netwerken en de volumes. Naast veldwerk is hiervoor gebruik gemaakt van luchtfoto's. De aard van de ruimten (soort begrenzing, dichtheid, vorm, textuur, kleur) is vastgelegd op dia's. Aan dit materiaal is een gedetailleerde beschrijving van de terreinvorm toegevoegd. Deze is afgeleid van de hoogtepuntenkaart, schaal 1:10.000.



Figuur II.2
De onderzochte locaties in het stroomgebied van de Regge.

BIJLAGE III: DE ANALYSE VAN LANDINRICHTINGSPROJECTEN

III.1 Algemeen

De afgelopen decennia hebben landinrichtingsprojecten een belangrijke stempel gedrukt op de vormveranderingen in de beekdallandschappen. In landinrichtingsverband zijn in het verleden een groot aantal beken gekanaliseerd en vele kavelgrensbeplantingen en beekbegeleidende beplantingen gerooid. Ook in de komende decennia valt te verwachten dat in de beekdallandschappen vormveranderingen zullen plaatsvinden onder invloed van vormen van landinrichting.
Om inzicht te krijgen in de wijze waarop de komende tientallen jaren de beekdallandschappen onder invloed van landinrichting zullen gaan veranderen zijn 16 landinrichtingsprojecten onderzocht.

III.2 Werkwijze

Uit het grote aantal landinrichtingsprojecten zijn 16 projecten geselecteerd waarin zich beekdallandschappen bevinden, die in 1994 in uitvoering waren of in de planfase verkeerden en waarvan op het moment van het onderzoek kaartmateriaal beschikbaar was (figuur III.1). Uit het kaartmateriaal zijn de netwerken en de volumes op vergelijkbare wijze afgeleid als in de patroonstudie uit bijlage I, waardoor het kaartmateriaal onderling goed vergelijkbaar is.

III.3 De onderzochte landinrichtingsprojecten

Voor het onderzoek van de 16 landinrichtingsprojecten is gebruik gemaakt van (voor-)ontwerpplannen en landschapsplannen. Dit zijn:

Landinrichtingscommissie Roden-Norg, 1994. *Herinrichting Roden-Norg: voorontwerpplan.* Landinrichtingsdienst Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1985. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Sint-Oedenrode".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1991. *Ontwerp-Herinrichtingsplan voor de herinrichting Oost-Groningen en de Gronings-Drentse Veenkoloniën voor het deelgebied "Westerwolde": Concept herinrichtingsplan.* Landinrichtingdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1988. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Viermannekesbrug": gelegen in de gemeenten Oirschot en Oisterwijk.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1996. *Ruilverkaveling "De Hilver": Ontwerp-plan.* Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht.

Centrale Landinrichtingsommissie, 1989. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Mars- en Westerstroom" gelegen in de gemeenten Zweelo, Oosterhesselen, Sleen en Westerwolde: Ontwerp-plan.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1981. *Rapport betreffende ruilverkaveling van de gronden in de gemeenten Weerselo en Tubbergen, genaamd: "Weerselo-Dulder".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Otto, W.M., 1976. *Rapport betreffende ruilverkavling van gronden gelegen in de gemeenten Elden, Maasbree, Horst, Grubbenvorst, Venlo en Meijel genaamd: "Everlose-Beek".* Cultuurtechnische Dienst, Ministerie van Landbouw en Visserij, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1982. *Rapport voor de ruilverkaveling Hengelo-Zelhem.* Landinrichtingsdienst, Ministerie van Landbouw en Visserij, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1983. *Rapport betreffende ruilverkaveling van de gronden gelegen in de gemeenten Alphen en Riel, Goirle, Tilburg, Baarle Nassau en Chaam, genaamd: "Alphen en Riel".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1980. *Rapport betrefende ruilverkaveling van de gronden gelegen in de gemeenten Havelte, Meppel, Ruinerwold, Dwingelo, Ruinen en Diever, genaamd: "Havelte".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

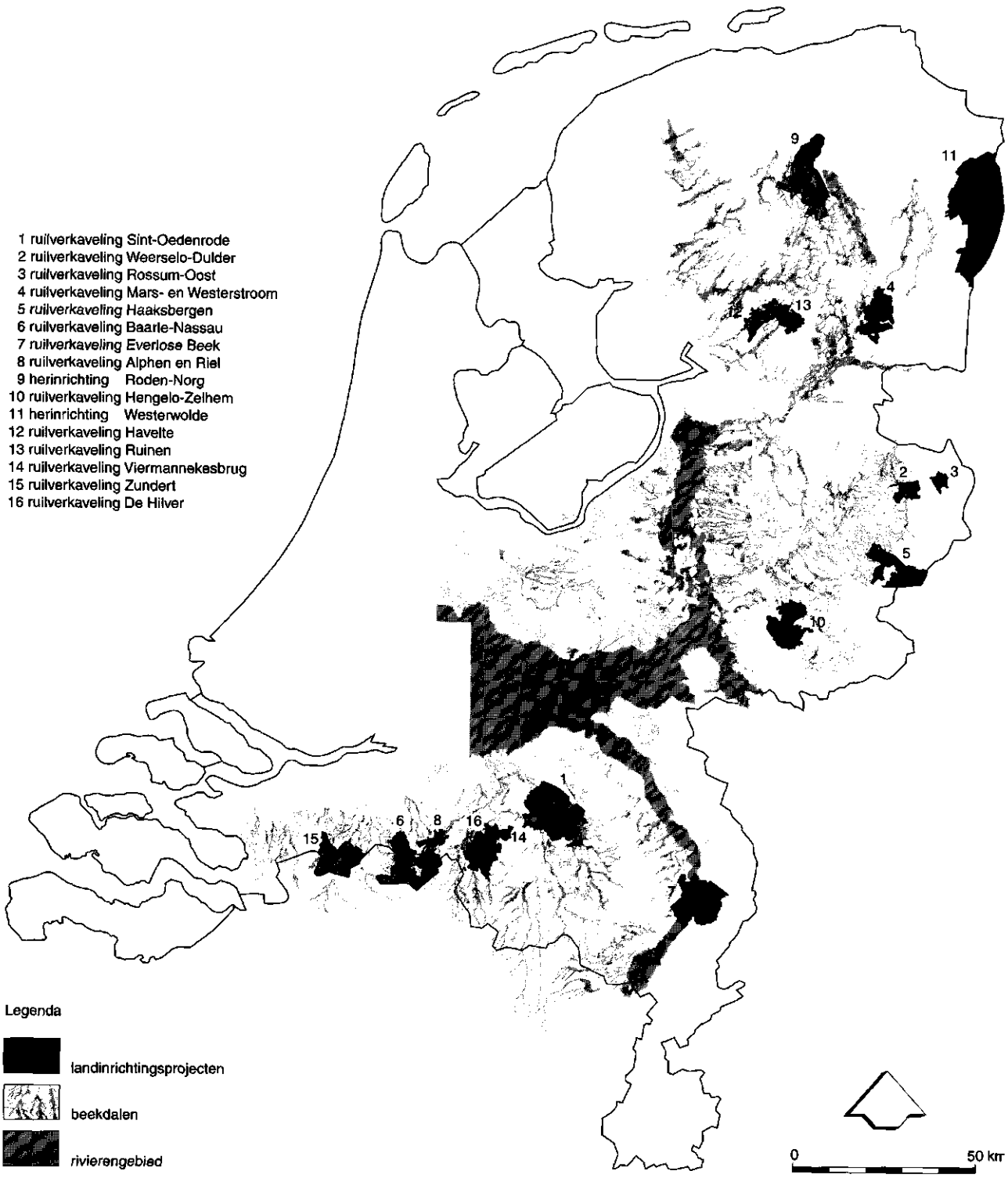
Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1984. *Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden in de gemeenten Haaksbergen, Ambt-Delden, Hengelo, Enschede en Eibergen, genaamd: "Haaksbergen".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Landinrichtingscommissie "Baarle Nassau", 1988. *Voorontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Baarle-Nassau", gelegen in de gemeenten Baarle-Nassau, Chaam, Ginneken en Gilze-Rijen.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Centrale Landinrichtingscommissie, 1990. *Ontwerp-landinrichtingsplan ex artikel 86 Landinrichtingswet voor de ruilverkaveling "Rossum-Oost", gelegen in de gemeenten Weerselo, Denekamp en Losser.* Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Voorbereidingscommissie voor de Ruilverkaveling Ruinen, 1981.*Voorontwerp ruilverkaveling "Ruinen"*, Assen.

Centrale Cultuurtechnische Commissie, 1985. *Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden in de gemeenten Rijsbergen en Zundert, genaamd: "Zundert".* Landinrichtingsdienst, Utrecht.



Figuur III.1
De onderzochte landinrichtingsprojecten.

maatregel:	aantal:
flauwe oever en plasbermen voor natuurontwikkeling	99
creëren van natte milieus, gekoppeld aan de beek	82
houtwalbeken of beekbegeleidende beplantingen	48
behoud, herstel of ontwikkeling van meandering	81
objecten in de stroom om een variatie in stroomsnelheid en stroomrichting te creëren	15
behoud, herstel of ontwikkeling van pool-riffle patronen	13
natuurtechnische stuwen of vistrappen	72
retentiebekkens	16
zuiveringsmoerassen gekoppeld aan de beek	11
soortgerichte natuurbouwprojecten (voor bijv. Otter, IJsvogel, Oever-zwaluw, amfibieën, etc)	43
natuurvriendelijk beheer en ondehoud van beddingen en oevervegetaties	95
overig	23

Figuur IV.1
Overzicht van de geïnventariseerde maatregelen.

BIJLAGE IV: DE ANALYSE VAN NATUURBOUW-PROJECTEN

IV.1 Algemeen

In 1990 en 1995 is een enquête gehouden onder diverse instanties die betrokken zijn bij de uitvoering van natuurbouwprojecten in beekdalen om een overzicht te krijgen in de vormen van natuurbouw die zijn uitgevoerd of in voorbereiding verkeren.

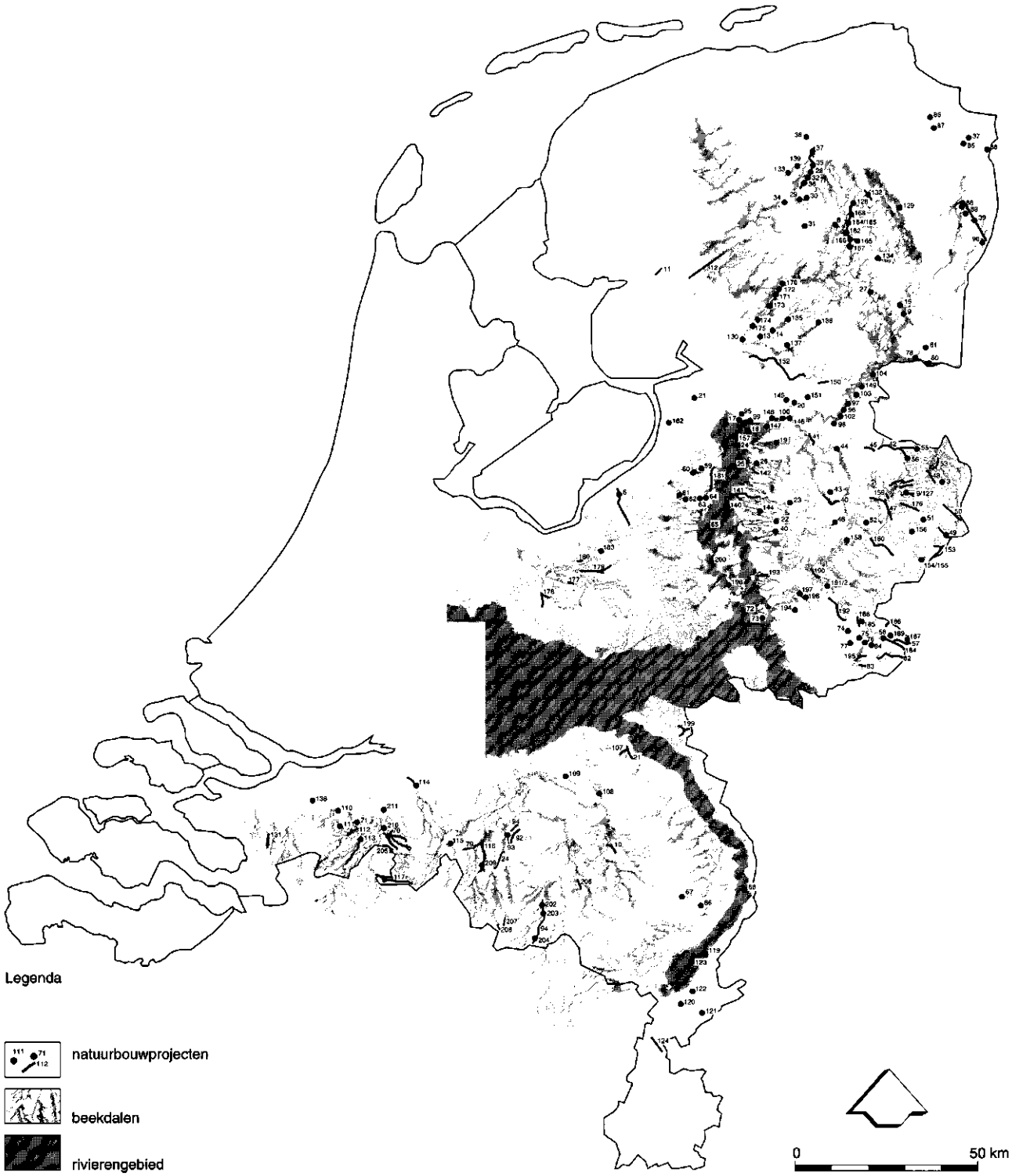
IV.2 Werkwijze

Ten behoeve van de enquête is een indeling gemaakt in 11 typen maatregelen. De respondenten is gevraagd aan te geven welke maatregelen voor hun projecten van toepassing zijn, welk jaar de projecten zijn uitgevoerd en of er documentatie en kaartmateriaal over de desbetreffende projecten aanwezig is. Zowel uitgevoerde als voorgenomen projecten zijn geïnventariseerd. De lokaties van de beekprojecten zijn door de respondenten op een topografische kaart aangegeven.

De inventarisatie resulteerde in een totaal van 211 natuurbouwprojecten. Deze projecten liggen vrij uniform verspreid over de zandgebieden (-figuur IV.2). Binnen één project vinden vaak meerdere maatregelen plaats. In totaal zijn er 597 maatregelen geïnventariseerd (figuur IV.1). Van een aantal projecten is bij de desbetreffende instanties aanvullende informatie opgevraagd en een groot aantal projecten zijn bezocht om meer inzicht te krijgen in de wijze van uitvoering en de consequenties voor de vorm van de beekdallandschappen.

IV.3 De maatregelen

Beekbegeleidende beplantingen
Met beekbegeleidende beplantingen worden beplantingen bedoeld, aangelegd of spontaan ontwikkeld, gelegen in of langs de beekoever. De beplanting is een- of tweezijdig aangebracht en bestaat uit een of meerdere rijen bomen of struiken. Een bijzonder type beekbeplanting is de houtwalbeek. Bij een houtwalbeek is de beplanting gelegen op een aarden wal. In de praktijk blijkt echter dat ook beplantingen die niet op aarden wallen zijn gelegen veelal als houtwalbeek worden aangemerkt. Uit het onderzoeksmateriaal blijkt dat beekbegeleidende beplantingen vrijwel uitsluitend in de boven- en middenlopen van de beeksystemen worden aangelegd.



Figuur IV.2
De onderzochte natuurbouwprojecten.

Herstel of ontwikkeling van meandering
Een type maatregel dat in een groot aantal projecten wordt toegepast is herstel of ontwikkeling van meandering. Dit type maatregel heeft als doel om het voor laaglandbeken kenmerkende meanderende profiel en variatie in milieu-omstandigheden te herstellen of te ontwikkelen.
In vergelijking tot een gekanaliseerde beek heeft een meanderende beek een grotere variatie in stroomsnelheid (geringe stroming in de binnenbocht, sterke stroming in de buitenbocht) en bodemsubstraat (zie ook hoofdstuk 2). Deze variatie biedt voor verschillende bodembewonende organismen en vissoorten voortplantings- en schuilmogelijkheden (Tolkamp, 1981).

Objecten in de stroom
Om het proces van meandering te stimuleren worden soms objecten in de stroom geplaatst. Een voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde "driehoekskribben". Een andere mogelijkheid is om omgevallen bomen doelbewust in de stroom te laten liggen. In sommige projecten wordt meandering gestimuleerd door het nalaten of extensiveren van het onderhoud aan de oevers.

Herstel of ontwikkeling van pool-riffle patronen
Het ontwikkelen van pool-riffle patronen is een maatregel die meestal samengaat met herstel en ontwikkeling van meandering. Een "pool" is een dieper gedeelte dat ontstaat in de buitenbocht van de beek door uitkolking. Een "riffle" is een zand- of grindbank die ontstaat tussen twee bochten doordat de stroming hier geringer is.

Plasbermen en flauwe oevers
Een plasberm is een getrapt profiel waarbij er een ondiep gedeelte is evenwijdig aan de waterloop. Tussen de plasberm en de waterloop komt soms een hoger gedeelte voor. Bij een flauwe oever is sprake van een geleidelijk profiel waarbij één of beide steile oevers zijn vervangen door oevers met een geringe hellingshoek. In veel gevallen worden de plasbermen en flauwe oevers aan één zijde van de beek ontwikkeld, terwijl de andere zijde onveranderd blijft.
Bij zowel de plasberm als de flauwe oever wordt de gradiënt van droog naar nat verlengd om zodoende de ontwikkeling van water- en oeverplanten en de hiervan afhankelijke organismen te stimuleren. De plasberm vormt tevens een ideale paaiplaats voor diverse vissoorten.

Natte milieu's in het beekdal
Met dit type maatregelen worden poelen, plassen en afgegraven terreingedeelten bedoeld die zijn gesitueerd in het beekdal.
Voor zover de natte milieu's in verbinding staan met de beek komt het doel van deze maatregel overeen met die van de flauwe oevers en plasbermen (waterafhankelijke organismen, paaiplaats voor vissen).
Daarnaast vindt de toepassing van dit type maatregel plaats in situaties waarbij gestreefd wordt naar de ontwikkeling van broekbos of kwelmi-

lieu's.

Natuurtechnische stuwen
Bij een natuurtechnische stuw wordt het hoogteverschil tussen twee stuwpanden in een aantal stappen overwonnen. Dergelijke stuwen hebben tot doel de migratie van vissen te bevorderen en worden ook wel vistrappen, vispassages of cascadestuwen genoemd. Een natuurtechnische stuw is een alternatief voor een gewone stuw die een onneembare barrière is voor de meeste vissen.

Natuurvriendelijk beheer
Met dit type maatregel wordt een extensieve beheerswijze van beek of beekdal bedoeld, zoals extensief begrazen of maaien. Alhoewel in sommige situaties de verrijkte bovengrond wordt afgegraven vindt in de meeste gevallen, in tegenstelling tot de overige maatregelen, geen fysieke ingreep plaats.
Natuurvriendelijk beheer heeft tot doel om een meer gevarieerde beplanting van beekoevers of beekdal te ontwikkelen.

Overige maatregen
Naast bovenbeschreven maatregelen zijn er maatregelen die slechts incidenteel in beekdalen worden toegepast, zoals retentiebekkens en zuiveringsmoerassen.

In het onderstaande overzicht is per natuurbouwproject aangegeven welke maatregelen hebben plaatsgevonden en in welk jaar het project is uitgevoerd. In figuur IV.2 is de lokatie van de projecten aangegeven.

IV.4 De gelokaliseerde natuurbouwprojecten

nr.	beek; jaar van uitvoering; type project
1	Regge bij Katenhorst; 1990; meandering
2	Kattenbeek; 1988; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
3	Roelinksbeek; 1990; meandering, houtwalbeek
4	Schipbeek bij Schoolderbrug-Wippertstuw; 1991; plasberm/flauwe oever
5	Regge, De Brukkeler; 1990; meandering
6	Hierdense beek; 1995; meandering, houtwalbeek, natuurtechnische stuw, nat milieu, plasberm/flauwe oever, retentiebekken, zuiveringsmoeras
7	Aalderstroom, Wezup; 1992; plasberm/flauwe oever
8	Drentse Aa; 1988; natuurtechnische stuw
9	Weerselerbeek; 1987; soortgericht project, anders, poelen
10	Bakelsche Aa; 1994; meandering, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw
11	Tjongerkanaal; 1982; plasberm/flauwe oever

12 Linde; 19; natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
13 Wold Aa; 1990; plasberm/flauwe oever
14 naamloos; 1990; natuurtechnische stuw
15 Loo-en Drostendiep bij Zweeloo; 1992; nat milieu, natuurtechnische stuw
16 Drostendiep e.a., Graskarpers; 1977; soortgericht project
17 Overijsselse Vecht; 1995; nat milieu
18 Emmertochtsloot; toekomstig; meandering, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever
19 Dalmsholter Waterleiding; 1982; houtwalbeek
20 naamloos ten noorden van Ommen; 1992; plasberm/flauwe oever
21 Lage Raam; toekomstig; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw, retentiebekken
22 natuurbouwlokatie De Oostermaten; 1990; plasberm/flauwe oever, pool-riffle-patronen, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
23 natuurbouwlokatie Schapendijk; 1994; nat milieu
24 Grote Beerze; 1998; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, meandering
25 Turfvaart - Weerijs (incl. Bijloop); toekomstig; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, meandering, pool-riffle-patronen, natuurtechnische stuw, retentiebekken, zuiveringsmoeras
26 natuurbouwlokatie 't Reelaer/Knapenveld; 1996; plasberm/flauwe oever, pool-riffle-patronen, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
27 Peizersdiep; 1985; plasberm/flauwe oever
28 Lieverensediep; 1964; meandering
29 Stokkert; 1978; meandering
30 L.V. 14; 1982; meandering
31 naamloos; 1988; nat milieu
32 waterleiding, bij Lieveren; 1978; soortgericht project
33 naamloos bij Veenhuizen; 1988; soortgericht project
34 Leekstermeer; 19; soortgericht project
35 Peizersdiep; 1988; natuurtechnische stuw
36 Lieverensediep; 1989; natuurtechnische stuw
37 naamloos bij Finsterwolde; 1984; nat milieu, natuurvriendelijk beheer
38 Westerwoldse Aa; 1988; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
39 Mussel-A; 1992; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, zuiveringsmoeras, natuurvriendelijk beheer
40 Midden-Regge; 1989; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, natuurtechnische stuw, houtwalbeek
41 Beneden Regge; 1986; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
42 Geesterse Molenbeek; 1987; natuurtechnische stuw
43 Watergang 2-0-1; 1982; houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer

44 Overijssels kanaal; 1986; plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer
45 Geesters Stroomkanaal; 1986; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer
46 Elsgraven; 1984; natuurvriendelijk beheer
47 Bornse beek; 1991; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurtechnische stuw, retentiebekken, houtwalbeek, zuiveringsmoeras, natuurvriendelijk beheer
48 Roelinksbeek/Volterbeek; 1991; nat milieu, natuurtechnische stuw, retentiebekken, houtwalbeek, zuiveringsmoeras
49 Elsbeek; 1991; meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
50 Snoeijinksbeek; 1986; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
51 Jufferbeek; 1988; meandering, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
52 Watergang 3-2-0-10; 1988; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
53 Hollander Graven; 1988; natuurvriendelijk beheer
54 Boekeler beek; 1989; meandering, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
55 Mosbeek; 1988; plasberm/flauwe oever, meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, pool-rifflepatronen, nat milieu, soortgericht project, anders
56 Elzenbeek; 1988; meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
57 Ratumse beek; 1980; houtwalbeek
58 Ratumse beek; 1983; natuurtechnische stuw
59 naamloos, (ten noorden van Heerde); 1989; houtwalbeek
60 sprengen, (ten W van Heerde); 1990; natuurvriendelijk beheer
61 Paalbeek, (ten ZW van Epe); 1989; natuurtechnische stuw
62 naamloos, (ten Z van Epe); 1990; natuurtechnische stuw
63 naamloos; 1989; soortgericht project
64 naamloos; 1989; anders
65 Nijbroeksche wetering; 1992; plasberm/flauwe oever
66 Lange Heide Lossing; 1984; natuurvriendelijk beheer
67 naamloos; 1984; natuurvriendelijk beheer
68 naamloos; toekomstig, plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
69 naamloos; toekomstig, soortgericht project
70 Chaamse beek; 1995; plasberm/flauwe oever, meandering, retentiebekken, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw
71 naamloos; 1987; natuurvriendelijk beheer
72 Groote Beek, Lamstraat; 1988; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
73 Groote Beek, Splitsingspunt Hengelosche bk; 1987; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer

74 Lievelder beek; 1984; houtwalbeek, plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw, nat milieu, retentiebekken, soortgericht project
75 Visserijbeek; 1994; houtwalbeek
76 Vragenderbeek en Zijbeek; 1994; houtwalbeek
77 Zilverbeek; 1985; houtwalbeek
78 Schoonebeekerdiep, 50 cm strook; 19; natuurvriendelijk beheer
79 Spruitenstroompje (bovenl.Reusel); 1998; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer
80 Schoonebeekerdiep, opgaand hout; 1979; natuurvriendelijk beheer
81 Dommerskanaal; 1989; plasberm/flauwe oever, nat milieu
82 Boven-Slinge; 1994; meandering, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw, plasberm/flauwe oever
83 Stortelersbeek; 1994; houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
84 Muldersbeek; 1994; houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
85 De Tjamme; 1983; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurtechnische stuw
86 Hondshalstermaar; 1982; nat milieu, retentiebekken, soortgericht project
87 Termunter Zijldiep in Barlagepolder; 1980; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
88 Mussel-A bij Ter Wupping; 1994; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer
89 Westerwoldse Aa, Smeerling/Metbroekbosch; 1994; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer
90 Ruiten-A, Ter Borg; 1994; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, zuiveringsmoeras, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer
91 Keersop; 1989; natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
92 Heiloop (omleidingskanaal Beerze); 1990; plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project
93 Beerze, Smalbroeken; 1989; meandering, retentiebekken, plasberm/flauwe oever, pool-riffle-patronen, nat milieu, soortgericht project
94 Beerze; 1990; natuurtechnische stuw
95 Overijsselse Vecht; 1989; plasberm/flauwe oever
96 Overijsselse Vecht; 1986; plasberm/flauwe oever
97 Overijsselse Vecht; 1988; plasberm/flauwe oever
98 Overijsselse Vecht; 1992; meandering
99 Overijsselse Vecht; 1987; natuurtechnische stuw
100 Overijsselse Vecht; 1990; natuurtechnische stuw
101 Overijsselse Vecht; 1990; natuurtechnische stuw
102 Overijsselse Vecht; 1993; natuurtechnische stuw
103 Overijsselse Vecht; 1991; natuurtechnische stuw
104 Overijsselse Vecht; 1992; natuurtechnische stuw
105 Tongelreep, Achelse Kluis; 1995; plasberm/flauwe oever, meande-

ring, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, pool-riffle-patronen, natuurtechnische stuw

106 Keersop; 1991; meandering, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project

107 Hoge Raam; 1982; meandering

108 naamloos, Hemelrijk; toekomstig; soortgericht project

109 Venloop; toekomstig; meandering

110 Laakse Vaart; 1989; plasberm/flauwe oever

111 naamloos; toekomstig; nat milieu, soortgericht project

112 Bijloop; 1987; houtwalbeek

113 Aa of Weerijs; toekomstig; plasberm/flauwe oever, nat milieu, houtwalbeek

114 Donge; 1984; plasberm/flauwe oever, meandering, natuurvriendelijk beheer

115 Poppelse Leij; 1995; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer

116 Reusel; 1998; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer

117 Merkske; 1995; meandering, natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever

118 De Mark; 19; meandering, natuurvriendelijk beheer, anders

119 naamloos, Rvk Beesel-Swalmen; 1992; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, soortgericht project

120 Waterlossingsbeek; 1985; soortgericht project

121 Vlootbeek; toekomstig; plasberm/flauwe oever, meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, zuiveringsmoeras, objecten in de stroom, soortgericht project

122 Roer; 1980; natuurtechnische stuw

123 Neerbeek; 1980; natuurtechnische stuw

124 Vloedgraaf; 1989; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer

125 naamloos, Rvk Weert-Stramproy; 1991; plasberm/flauwe oever, nat milieu, soortgericht project

126 naamloos, Rvk Land van Thorn; toekomstig; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, soortgericht project

127 naamloos, Weerselo-Dulder; 1988; plasberm/flauwe oever, nat milieu, soortgericht project

128 Drentse Aa, zijtak bij Eldersloo; 1982; meandering

129 Hunze, Nabij Gieterveen; 1988; natuurtechnische stuw, soortgericht project

130 Oude Vaart, nabij Meppel; 1988; natuurtechnische stuw, soortgericht project

131 Mark; 1994; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project

132 Anloerdiepje (zijtak Drentse Aa); 1988; meandering

133 Steenbergerdiepje, Gemmente Roden; 1989; meandering

134 Elperstroom, bij Boswachterij Schoonloo; 1987; meandering

135 Ruiner Aa; 1989; plasberm/flauwe oever, nat milieu
136 Het Oude Diep; 1989; plasberm/flauwe oever, nat milieu
137 Hoogeveense Vaart; 1988; nat milieu
138 Mark; 1993; plasberm/flauwe oever, anders
139 naamloos, Herinrichting Roden-Norg; toekomstig; plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
140 natuurbouwontwikkelingsprojekt 't Nijendal; 1994; nat milieu, plasberm/flauwe oever, meandering, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, anders
141 ecologische verbindingszone Midden-West; 1995; nat milieu, plasberm/flauwe oever, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, anders
142 natuurvriendelijke oevers Hondemotswetering; 1995; nat milieu, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer
143 Boksloot ecologische verbindingszone; 1996; nat milieu, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, anders
144 ecologische verbindingszone plan Frieswijk; 1996; nat milieu, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, anders
145 naamloos, Ten noorden van Ommen; 1995; plasberm/flauwe oever
146 naamloos, Ten westen van Ommen; 1995; plasberm/flauwe oever
147 Overijsselse Vecht; 1990; plasberm/flauwe oever
148 Overijsselse Vecht; 1991; plasberm/flauwe oever
149 Overijsselse Vecht; 1996; plasberm/flauwe oever
150 naamloos, Dedemsvaart; 1995; plasberm/flauwe oever
151 naamloos, zuiden van Dedemsvaart; 1995; plasberm/flauwe oever
152 Reest; 1993; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer
153 Glanerbeek; toekomstig; meandering, nat milieu, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever, zuiveringsmoeras
154 Enschede-zuid; 1993; plasberm/flauwe oever, meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, retentiebekken, nat milieu, anders
155 Brunninksbeek; 1995; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer, houtwalbeek
156 Haverriet; toekomstig; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, natuurvriendelijk beheer, houtwalbeek
157 Soeslo; 1993; plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer
158 Boven-Regge; 1995; anders
159 Oude Bornsebeek; 1994; plasberm/flauwe oever, soortgericht project, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, retentiebekken, nat milieu, anders
160 Hagmolenbeek; 1995; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer
161 Woolderbroek; toekomstig; plasberm/flauwe oever, nat milieu, retentiebekken, houtwalbeek, natuurvriendelijk beheer, zuiverings-

moeras, anders

162 Drentse Aa; 1992; natuurtechnische stuw, plasberm/flauwe oever

163 Gasterensche Diep/Rolderdiep; 1992; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw

164 Drentse Aa; 1996; anders

165 Drentse Aa (zijloopje); 1997; nat milieu, anders

166 Drentse Aa; 1997; meandering, anders

167 Drentse Aa; 1998; meandering, natuurtechnische stuw

168 Drentse Aa; 1998; meandering, natuurtechnische stuw

169 Drentse Aa; 1999; meandering, natuurtechnische stuw

170 Oude Vaart; 1992; plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, anders

171 Oude Vaart; 1994; meandering

172 Oude Vaart; 1993; meandering, plasberm/flauwe oever, nat milieu, anders

173 Oude Vaart; 1994; meandering, plasberm/flauwe oever

174 Oude Vaart; 1993; plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project

175 Oude Vaart; 1993; natuurvriendelijk beheer

176 Gammelkerbeek; toekomstig; houtwalbeek, natuurtechnische stuw

177 naamloos; 1993; meandering

178 naamloos; 1995; meandering, nat milieu

179 naamloos; 1996; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw

180 naamloos; 1995; meandering, natuurtechnische stuw

181 Nieuwe Wetering; 1994; plasberm/flauwe oever, nat milieu

182 Polder Oosterwolde; 1994; plasberm/flauwe oever

183 Veldbeek; 1994; meandering, natuurtechnische stuw, houtwalbeek, soortgericht project

184 Willinkbeek; 1980; houtwalbeek

185 Groenlose Slinge; 1992; houtwalbeek, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer

186 Beurzebeek; 1994; houtwalbeek, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw

187 Vennevertlosebeek; 1992; houtwalbeek, meandering, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom

188 By-pass; toekomstig; houtwalbeek, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom, soortgericht project

189 koppelleiding; onbekend; natuurtechnische stuw, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, houtwalbeek

190 Berkel; 1992; plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer

191 Berkel; 1990; natuurvriendelijk beheer

192 Groenlose Slinge; 1990; natuurvriendelijk beheer

193 Berkel; 1990; natuurvriendelijk beheer

194 't Zand; 1996; meandering, anders

195 Slinge , Miste; 1994; plasberm/flauwe oever, natuurtechnische stuw, houtwalbeek

196 de Wierse; 1996; meandering, anders

197 't Mulke; 1996; meandering, anders
198 Oenerse beek; 1992; plasberm/flauwe oever
199 Groesbeek; 1992; houtwalbeek
200 Beekbergsebeek; 1997; houtwalbeek, plasberm/flauwe oever
201 naamloos; toekomstig; meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom, anders
202 Keersop, Gagelvelden te Valkenswaard; 1993; meandering, pool-riffle-patronen, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
203 Keersop, Goorbroek te Valkenswaard; 1995; meandering, pool-riffle-patronen, nat milieu, natuurvriendelijk beheer
204 Keersop, Vloeten te Bergeyk; 1996; meandering, pool-riffle-patronen, nat milieu, natuurvriendelijk beheer, houtwalbeek
205 Strijbeek; toekomstig; natuurvriendelijk beheer
206 Kleine dommel of Rul, Geldrop; 1995; meandering, pool-riffle-patronen, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, natuurtechnische stuw, nat milieu, retentiebekken, objecten in de stroom
207 Dalemstroompje, Eersel; 1994; meandering, pool-riffle-patronen, plasberm/flauwe oever, natuurvriendelijk beheer, soortgericht project, nat milieu, retentiebekken
208 Aa of Goorloop, Bladel; 1993; meandering, pool-riffle-patronen, objecten in de stroom, natuurvriendelijk beheer, nat milieu
209 Reusel - Turka, Diessen; 1995; meandering, pool-riffle-patronen, natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever, nat milieu, natuurtechnische stuw
210 Bavelse Ley; toekomstig; natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, natuurtechnische stuw, objecten in de stroom
211 naamloos; 1995; natuurvriendelijk beheer, plasberm/flauwe oever, meandering, nat milieu, retentiebekken

CURRICULUM VITAE

Willem Theo (Wim) Wassink werd geboren op 11 januari 1965 te Almelo. Na het behalen van het VWO-diploma aan het Christelijk Lyceum te Almelo begon hij in 1984 met de studie Tuin- en Landschapsarchitectuur aan de toenmalige Landbouwhogeschool te Wageningen. In januari 1990 behaalde hij het doctoraalexamen (cum laude) met twee afstudeervakken Landschapsarchitectuur en afstudeervakken Geomorfologie en Planologie. Van februari 1990 tot november 1990 was hij als toegevoegd medewerker werkzaam bij toenmalige vakgroep Landschapsarchitectuur, met als belangrijkste taak het verrichten van onderzoek naar natuurbouwprojecten in beekdalen. Van november 1990 tot november 1994 was hij in dienst bij de eerder genoemde vakgroep als assistent in opleiding (AIO) en verrichtte het onderzoek dat beschreven is in dit proefschrift. Na enkele tijdelijke banen is hij sinds maart 1997 werkzaam als landschapsarchitect bij de afdeling projecten van de Dienst Landelijk Gebied te Voorburg.