

Geomorfologische Kaart Nederland (GKN)



# **Geomorfologische Kaart Nederland (GKN)**

**Achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand**

**A.J.M. Koomen  
G.J. Maas**

**Alterra-rapport 1039**

**Alterra, Wageningen, 2004**

## REFERAAT

Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, 2004. *Geomorfologische Kaart Nederland (GKN); Achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1039. 38 blz. 13 fig.; 23 ref.

Aan het einde van 2003 is de eerste landsdekkende en digitale versie van de geomorfologische kaart van Nederland 1: 50 000 gereed gekomen. Hiermee is Nederland het enige land met een landsdekkende en gedetailleerde geomorfologische kaart. In dit rapport wordt ingegaan op de totstandkoming van de digitale landsdekkende geomorfologische kaart van Nederland. Verder zullen de belangrijkste toepassingen aan bod komen en wordt er kort ingegaan op de toekomstige ontwikkelingen.

Trefwoorden: Geomorfologie, Kartering, Nederland, Methode, Toepassingen

ISSN 1566-7197

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

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

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Wat is een geomorfologische kaart?	11
1.2 Leeswijzer	11
2 Geschiedenis van de geomorfologische kaart	13
2.1 Geschiedenis van het fenomeen 'geomorfologische kaart'	13
2.2 Een chronologisch overzicht	14
2.3 Geomorfologische kaarten in andere landen van Europa	15
3 Ontwikkelingen in de methode van karteren	19
3.1 Kartering 'oude stijl' (1960-1990)	19
3.2 Kartering 'nieuwe stijl' (1998-2004)	20
4 Geomorfologische Kaart Nederland (GKN)	23
4.1 De matrixlegenda van de geomorfologische kaart	23
4.2 De geomorfologische kaart	24
5 Toepassingen van de geomorfologische kaart	29
5.1 Aardkundige waarden	29
5.2 Monitoring	30
5.3 AardKundig Informatie Systeem (AKIS)	30
5.4 Archeologie	31
5.5 Ruimtelijke planvorming	32
5.6 Onderzoek, onderwijs en educatie	33
6 Perspectief voor de toekomst	35
Literatuur	37



## Woord vooraf

In dit rapport wordt het landsdekkende en digitale bestand van de geomorfologie van Nederland beschreven inclusief geschiedenis, methode, toepassingen en toekomstperspectief. Dit bestand is het resultaat van vele jaren onderzoek en karteren, van samenwerking tussen diverse partijen van wisselende samenstelling en van vallen en weer opstaan.

Het is vrijwel onmogelijk om iedereen te noemen die een bijdrage heeft geleverd aan dit omvangrijke project waarvan het digitaal opleveren van een landsdekkend bestand in feite de eindfase is geweest. Toch volgt hieronder een onvolledige poging daartoe.

De grondleggers van de geomorfologische kartering en ontwerpers van de matrixlegenda professor van Maarleveld en Ten Cate dienen als eerste vermeld te worden. Velen zullen zich de met sigarenrook gevulde kamer van Ten Cate kunnen herinneren; in die mist werden overigens zeer heldere geomorfologische kaartbeelden gemaakt van nog ontbrekende gebieden. Behalve de grondleggers zijn er vele karteerders actief geweest waarvan G.W. de Lange, W.B. Kleinsman, M.W. van den Berg, D. Brus, A. Buitenhuis, H.P. Wolfert en G.J. Maas in het bijzonder dienen te worden vermeld; zij hebben aan vele kaartbladen hun bijdrage geleverd.

Vanaf 1998 is gewerkt aan het digitale landsdekkende bestand. Het Meetnet Landschap ([www.meetnetlandschap.nl](http://www.meetnetlandschap.nl)) van EC-LNV waarin de aardkunde als een van de meetdoelen is opgenomen was het startpunt voor de digitale kartering. De inzet en bijdrage van E.J. van Beusekom (EC-LNV) is essentieel gebleken voor de totstandkoming van dit bestand. Ook een aantal provincies (Groningen, Noord-Holland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg) en het Geoloket van Rijkswaterstaat hebben geparticipeerd in de totstandkoming.

Bij het karteren van de nog ontbrekende bladen hebben G. Maas, B. Makaske en A. Koomen als karteerders ‘nieuwe stijl’ belangrijke bijdragen geleverd. Het werk werd met de komst van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN) eind jaren ‘90 zowel eenvoudiger als ingewikkelder. Eenvoudiger omdat het met een goed en gedetailleerd hoogtebestand gemakkelijker is om grenzen te trekken en patronen te herkennen; ingewikkelder omdat de nieuwe kaarten ook weer vele vragen oproepen over de genese.

Al het werk was nooit gereed gekomen zonder de cartografische-en GIS-ondersteuning van C. Onderstal. Hij is van allen degene die het langst betrokken is geweest bij de geomorfologische kartering van Nederland en is meer dan eens een vernieuwer gebleken als het ging over de methode van karteren. Hij is zelfs zo lang bij de kartering betrokken dat hij niet meer door Nederland kan lopen zonder bij het zien van reliëf de daarbij behorende geomorfologische code te prevelen (Texel, 2M41). De projectleiding van een serie projecten die de landsdekkende en digitale geomorfologische kaart van Nederland samen hebben opgebouwd was tussen 1998 en 2004 in handen van A. Koomen.





## Samenvatting

Aan het einde van 2003 is de eerste landsdekkende en digitale versie van de geomorfologische kaart van Nederland 1: 50 000 gereed gekomen. Hiermee is Nederland het enige land met een landsdekkende en gedetailleerde geomorfologische kaart. In dit rapport wordt ingegaan op de totstandkoming van de digitale landsdekkende geomorfologische kaart van Nederland. Verder zullen de belangrijkste toepassingen aan bod komen en wordt er kort ingegaan op de toekomstige ontwikkelingen.

De eerste Nederlandse publicatie over geomorfologie stamt uit 1934 en handelt over de kustduinen. Daarna zijn er diverse studies en karteringen uitgevoerd voor deelgebieden. In 1951 verschijnt de eerste geomorfologische overzichtskaart van Nederland. In 1966 neemt professor van Maarleveld het initiatief tot een systematische landsdekkende detail-kartering van de geomorfologie van Nederland. Tussen 1975 en 1993 wordt ongeveer 2/3 deel van Nederland in kaart gebracht, waarna de kartering wegens geldgebrek wordt stilgelegd. In 1997 wordt de kartering weer opgepakt in het kader van het Meetnet Landschap (EC-LNV). Vanaf dat moment worden de bestaande kaartbladen gedigitaliseerd en wordt voor de ontbrekende delen met behulp van een nieuwe methode gewerkt aan karteringen. In deze nieuwe methode speelt het Actuele Hoogtebestand Nederland een belangrijke rol omdat dit bestand geomorfologen in staat stelt om vormen en patronen in onderlinge samenhang te kunnen waarnemen. In 2003 is de eerste versie, digitaal en landsdekkend, gereed. Hiermee is Nederland uniek, ook al zijn er in andere landen eveneens een beperkt aantal geomorfologische kaartbladen in een reeks verschenen (Duitsland, Frankrijk).

Toepassingen van de geomorfologische kaart zijn vanaf het midden van de jaren '90 ontwikkeld. In totaal zijn er op dit moment 5 toepassingen operationeel:

- Aardkundige waarden; met behulp van criteria (kenmerkendheid, zeldzaamheid) kan het reliëf als een van de belangrijke kenmerken van het landschap van een waardering worden voorzien;
- Monitoring; veranderingen in het reliëf kunnen met behulp van de geomorfologische kaart worden gevolgd;
- Archeologie; detail-karteringen maken het mogelijk om op basis van de gaafheid van de geomorfologie een bijdrage te leveren aan de archeologie in de vorm van een gaafheidskaarten;
- Ruimtelijke planvorming; de geomorfologische kaart wordt als een van de bronnen van informatie over de ondergrond gebruikt bij planvorming zoals natuurontwikkeling;
- Onderzoek, onderwijs en educatie; de geomorfologische kaart levert aan deze aspecten een belangrijke bijdrage.

Toekomstige ontwikkelingen met betrekking tot de geomorfologische kaart bestaan uit twee aspecten:

- Actualisatie van het bestand; sommige kaartbladen zijn opgenomen aan het einde van de jaren '60 en dienen te worden geactualiseerd voor bebouwing, infrastructuur, ontwikkelingen in de landbouw en natuurontwikkeling;
- Detaillering; met behulp van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN) kunnen er voor specifieke vragen of gebieden detail-karteringen gemaakt worden tot op het schaalniveau van 1: 10 000.

# **1 Inleiding**

## **1.1 Wat is een geomorfologische kaart?**

De vraag die hieraan vooraf gaat is natuurlijk: wat is geomorfologie? Geomorfologie is de wetenschap die zich bezig houdt met het bestuderen van de vormen van het aardoppervlak (geo = aarde; morfo = vorm). Deze tak van de aardwetenschappen omvat het karakter van het reliëf, het omschrijven van de gedaante van de vormen en het onderzoek naar hun ontstaan (Ten Cate & Maarleveld, 1977). Op een geomorfologische kaart vinden we deze aspecten dan ook terug; informatie over hoogteverschillen, genese en ouderdom voor een specifiek kaartelement. Het bijzondere van een geomorfologische kaart is dat het in kaart brengen van de verschillende elementen samen patronen vormen waardoor het verhaal van de genese van het landschap duidelijk wordt. Karteer je bijvoorbeeld in het rivierengebied een oeverwal langs een rivier dan gaat het kaartbeeld pas echt leven als ook de loop van de rivier met de rivierstranden en duinen, de komgebieden en de oude stroomruggen in beeld zijn gebracht. Dat beeld maakt het mogelijk te laten zien waar de rivier in het verleden stroomde en welke reliëfelementen daarvan nog getuige zijn in het landschap.

## **1.2 Leeswijzer**

Na deze korte inleiding volgen er in dit rapport nog 5 hoofdstukken. In het volgende (2) wordt de geschiedenis van de geomorfologische kaart beschreven; van begin tot digitaal landsdekkend eindprodukt. Aansluitend volgt een beschrijving van de gebruikte methoden om te karteren; hierin hebben zich belangrijke ontwikkelingen voorgedaan (3). De kaart en de legenda komen daarna aan bod (4). Wat kun je met een geomorfologische kaart? Deze vraag uitgewerkt in een aantal toepassingen staat centraal in het voorlaatste hoofdstuk (5). In het laatste hoofdstuk (6) wordt het toekomstperspectief geschetst; wat kan er nog beter en wat zou er nog meer moeten gebeuren?



## 2 Geschiedenis van de geomorfologische kaart

De kartering van de geomorfologie van Nederland gaat terug tot het begin van de jaren '60. In deze periode van bijna 40 jaar karteren hebben zich vele ontwikkelingen en gebeurtenissen voorgedaan. Dit hoofdstuk beschrijft de geschiedenis van dit bijzondere project dat ertoe heeft geleid dat Nederland het eerste en voorlopig enige land is met een gedetailleerde, digitale en landsdekkend bestand van de geomorfologie. De eerste paragraaf (2.1) beschrijft de geschiedenis van de geomorfologische kaart; waar komt deze kaart vandaan en waarom is men ertoe overgegaan deze kaart te gaan maken. In paragraaf 2.2 geven we een chronologisch overzicht van de gebeurtenissen en ontwikkelingen vanaf het begin van het project tot aan het heden. Daarna wordt in paragraaf 2.3 een kort beeld geschetst van geomorfologische karteringen in het buitenland; meer specifiek wat er in noordwest Europa op dit terrein is gebeurd.

### 2.1 Geschiedenis van het fenomeen 'geomorfologische kaart'

De eerste referenties in de literatuur waarin sprake is van geomorfologie en/of geomorfologische kaarten stammen uit 1912 en 1914 en zijn beiden afkomstig van S. Passarge. In zijn publicatie uit 1914 wordt voor het eerste een ontwerp voor een geomorfologische kaart gepresenteerd. Geologische kaarten bestonden al ruim 100 jaar en de publicaties van Passarge resulteerden pas in Nederland tot enig effect in 1934 toen de eerste geomorfologische studie verscheen over de kustduinen (Van Dieren, 1934). Hoe de ontwikkeling daarna is voortgegaan staat in de volgende paragraaf beschreven.

Informatie over reliëf was al geruime tijd voor het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw onderdeel van topografische kaarten. Neem bijvoorbeeld de topografische kaarten van rond 1850. Reliëfelementen staan aangegeven met schrapjes en hellinglijnen. Het is echter nog lang geen geomorfologische kaart. Het reliëf werd op deze kaarten niet nauwgezet ingetekend maar veelal globaal met symbolen ingetekend. Ook is het zo dat een topografische kaart uit een bepaald jaar ergens het reliëf heeft opgenomen terwijl dat in een volgende versie niet meer terug te vinden is. Het kan natuurlijk zo zijn dat het specifieke element is verdwenen, maar als het element op een volgende versie weer op de kaart staat dan mogen we aannemen dat het gaat om een omissie van de kant van de karteerder.

Waarom is men overgegaan tot het maken van geomorfologische kaarten? Er bestonden immers al geologische kaarten en bodemkaarten? In feite vult de geomorfologische kaart de ontbrekende schakel tussen geologische en bodemkundige kaarten; de geologie geeft informatie over de afzettingen aan het oppervlak en de gelaagdheid van de afzettingen, terwijl de bodem de toplaag direct onder het maaiveld beschrijft. Beide geven geen informatie over het reliëf in combinatie met de genese; dat is precies wat de geomorfologische kaart wel doet.

## 2.2 Een chronologisch overzicht

In de totstandkoming van de geomorfologische kaart van Nederland zijn diverse mijlpalen traceerbaar; hieronder volgt een chronologisch overzicht van de meest belangrijke perioden en jaartallen. Het begint ongeveer 100 jaar nadat de eerste geologische kaarten zijn verschenen:

**1912** Artikel van de hand van S. Passarge over 'Physiologische Morphologie' in 'Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg (Bd. 26, Heft 2)' het eerste traceerbare artikel over geomorfologie.

**1914** Van de hand van dezelfde auteur (Passarge, 1914) verschijnt een eerste ontwerp van een geomorfologische kaart.

**1934** Verschijnen van de eerste Nederlandse geomorfologische publicatie van Van Dieren over de kustduinen.

**1936–1961** Diverse studies naar de geomorfologische opbouw van het rivierengebied, inversieruggen, terrassen, droge dalen, dekzanden en landduinen.

**1951** De eerste landsdekkende geomorfologische overzichtskaart 1 : 500 000 verschijnt van de hand van J.B.L. Hol.

**1966** Op voorstel van Maarleveld wordt door de STIBOKA (later Staring Centrum en nu Alterra) in Wageningen en de Rijks Geologische Dienst (nu TNO-NITG te Utrecht) te Haarlem gezamenlijk besloten tot een systematische kartering van de geomorfologie van Nederland op schaal 1 : 50 000 met de motivering dat de geomorfologische kaart de opnamen voor de bodemkaart en de geologische kaart aanzienlijk zouden vergemakkelijken.

**1966-1970** Opname van een serie kaartbladen met een voorlopige legenda. Met het verschijnen van de eerste proefbladen bleek er een veel bredere belangstelling voor de geomorfologische kaart te bestaan dan alleen bij de STIBOKA en de RGD. Dit was de aanleiding voor het besluit gedrukte kaartbladen uit te geven (Ten Cate & Maarleveld, 1977).

**1971-1974** Vaststelling definitieve legenda voor de 1 : 50 000 kartering.

**1975** De eerste twee geomorfologische kaartbladen (blad 31 Utrecht en blad 32 Amersfoort) verschijnen in druk. Ook de landsdekkende legenda verschijnt in druk.

**1977** Verschijning van de algemene toelichting op de geomorfologische kaart van Nederland (beschrijving plus legenda) door Ten Cate & Maarleveld.

**1975-1993** In de loop der jaren verschijnen vele kaartbladen; begin jaren '90 is ongeveer tweederde van Nederland in kaart gebracht en grotendeels in druk verschenen.

**1993** Het besluit valt om te stoppen met de geomorfologische kartering van Nederland. Er wordt een begin gemaakt met het werken aan toepassingen van geomorfologische kaarten.

**1997** Vanuit het Ministerie van LNV wordt gewerkt aan de opbouw van een landelijk monitorsysteem voor landschap. Binnen dit Meetnet Landschap vormt de aardkunde meetdoel 4. De bedoeling is om de digitale geomorfologische kaart van Nederland landsdekkend in het Meetnet Landschap op te nemen als nulmeting voor de monitoring van meetdoel 4. Een voorstudie naar de haalbaarheid van een landsdekkend bestand wordt uitgevoerd aan de hand van het digitaliseren van een 12-tal proefgebieden verspreid over Nederland.

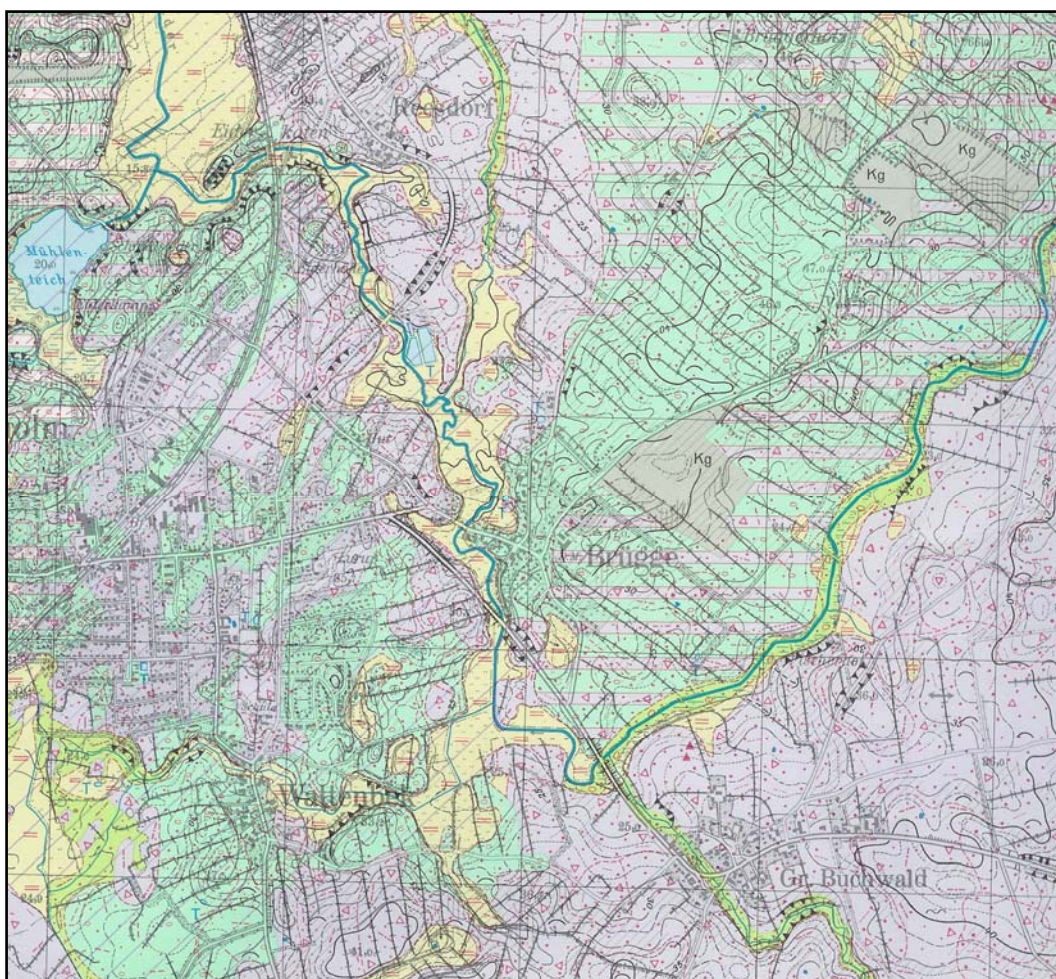
**1998-2003** In een serie projecten wordt gebouwd aan een landsdekkend en digitaal bestand. LNV, maar ook 5 provincies en Rijkswaterstaat participeren in het project. Ook is er een belangrijke bijdrage vanuit het Eurregio-project Rijn-Waal-Maas waarin door middel van een samenwerking met adviesbureau Nieuwland een 10-tal kaartbladen digitaal beschikbaar komen.

**2003** Het eerste digitale en landsdekkende bestand van de geomorfologische kaart van Nederland op schaal 1 : 50 000 wordt, tijdens een symposium over de GKN en de toepassingen, aangeboden aan de heer mr. S. Raaphorst, directeur van de Directie Natuurbeheer van het Ministerie van LNV.

## **2.3 Geomorfologische kaarten in andere landen van Europa**

Hoewel Nederland het enige en eerste land is met een landsdekkende en digitale geomorfologische kaart op 1 : 50 000 schaalniveau; ook in andere Europese landen zijn vergelijkbare projecten ooit van start gegaan. Een compleet overzicht is niet beschikbaar maar zeker is dat er in Polen, Duitsland, Frankrijk en Spanje kaarten zijn uitgegeven. Hieronder volgen gescande fragmenten van enkele kaarten met een korte beschrijving.

In Duitsland zijn geomorfologische kaarten verschenen in het kader van het project 'Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland' op kaartschaal 1 : 25 000. In dit project zijn meerdere kaartbladen verschenen. Op deze kaart geven de kleuren de geomorfologische processen aan die verantwoordelijk waren voor het ontstaan van de gebieden. De paarse kleur staat voor glaciaal (ijstijd), de mintgroene kleur voor glacio-fluviatiel (smeltwater), de gele kleur voor veen en de lichtgroene voor fluviatiel (rivieren en beken). Verder bevat de kaart een enorme hoeveelheid symbolen die informatie geven over hellingen, vormen en substraten. Opvallend verschil met de Nederlandse geomorfologische kaart is dat de landschapsvormen hier niet als vlakken zijn begrensd en benoemd maar als symbolen staan aangegeven. De exacte ligging is dus niet aangegeven; wel dat een bepaalde locatie bijvoorbeeld drumlins of laagten kent. De kaart kent een sterk morfometrisch karakter; in tegenstelling tot de morfogenetische kaart zoals we die in Nederland kennen.



*Figuur 1: Fragment van een geomorfologische kaart 1 : 25 000 uit Duitsland, ten Zuiden van Kiel in de omgeving van Bordesolm. Deze kaart is uitgegeven in 1981 (GMK 25, 1826 Bordesolm).*

In hoeverre de Duitse geomorfologische kaarten in verschillende toepassingen zijn gebruikt is onbekend. De toepassingen van de Nederlandse geomorfologische kaart lijken met een kaartbeeld zoals in figuur 1 is weergegeven moeilijk te realiseren, waarmee niet gezegd is dat deze kaart minder bruikbaar of van mindere kwaliteit zou zijn.

In Frankrijk zijn eveneens kaartbladen verschenen die onderdeel uitmaakten van het project 'Carte geomorphologique detaillee de la France' op kaartschaal 1 : 50 000. Het kaartfragment in figuur 2 is een beeld van het kaartblad van Brest (Bretagne) en omgeving dat in 1979 inclusief toelichting (Hallegouet, 1979) is verschenen. De rode kleuren geven granieten aan; de groene fluviatile (rivieren en beken) formaties van aanzienlijke ouderdom (Tertiair). Net zoals het kaartfragment uit Duitsland valt hier de sterk morfometrische benadering op. De kaart is overladen met puntinformatie, arceringen en symbolen, wat een tamelijk 'druk' kaartbeeld tot gevolg heeft. In hoeverre de kaarten in Frankrijk hun toepassingen hebben gevonden is onduidelijk.



In feite geldt hetzelfde als de kaarten uit Duitsland: de toepassingen zoals de Nederlandse kaart kent lijken moeilijk haalbaar als gevolg van het fundamenteel andere karakter van de kaart.

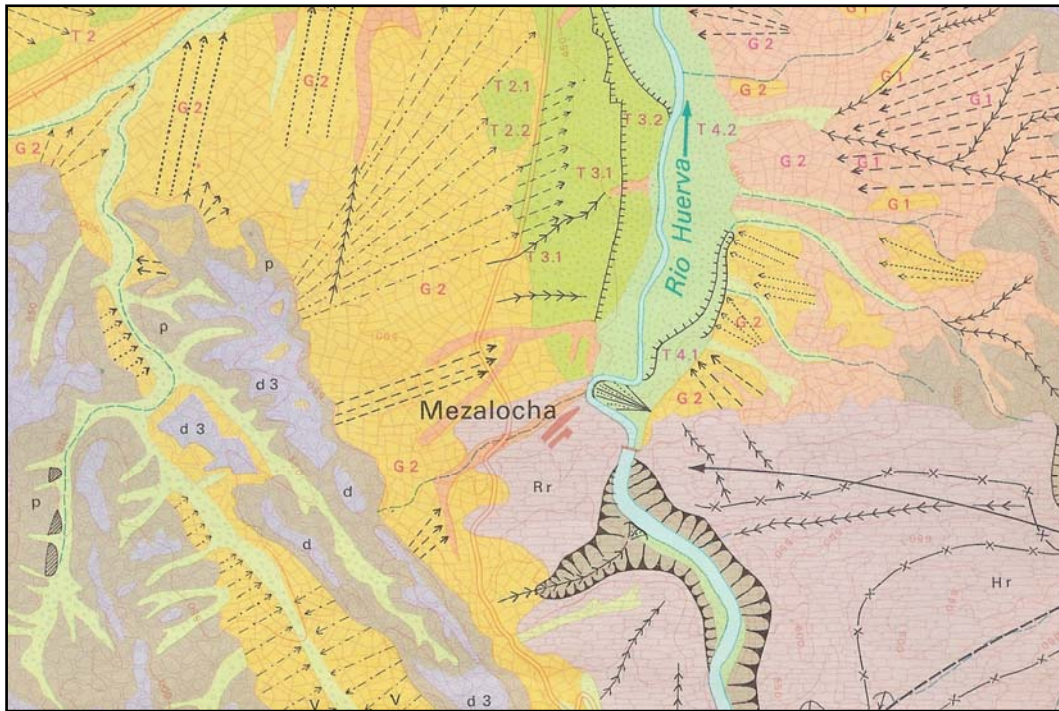


*Figuur 2: Fragment van een geomorfologisch kaartblad direct ten Westen van Brest. Deze kaart maakt onderdeel uit van de 1 : 50 000 'Carte geomorphologique de la France'*

Ook in Spanje zijn geomorfologische kaartbladen verschenen op schaal 1 : 50 000. In figuur 3 is een fragment te zien van een kaart direct ten Zuiden van Zaragoza. Het kaartbeeld oogt veel rustiger dan het fragment van Bretagne uit Frankrijk of dat uit Duitsland. De kleuren geven de geomorfologische eenheden weer. Ook deze kaart kent symbolen maar minder talrijk dan de fragmenten uit Duitsland en Frankrijk lieten zien. De ondergrond die in dit gebied veelal uit vast gesteente bestaat is met een lichte grijs tint aangegeven.

Van de drie hier gepresenteerd voorbeelden uit Duitsland, Frankrijk en Spanje lijkt het laatste kaartfragment het meest op de morfogenetische kartering zoals we die in Nederland kennen.

Er zijn natuurlijk in vele andere landen eveneens geomorfologische kaarten uitgegeven. Ook zijn er voorbeelden uit Italië en Zweden, en waarschijnlijk nog talloze landen. Een voorzichtige conclusie kan echter wel worden getrokken; de meeste kaarten kennen een sterk morfometrisch karakter waardoor de leesbaarheid, zeker voor niet ingewijden, beperkt blijft.



Figuur 3: Fragment van een geomorfologische kaart uit Spanje ten Zuiden van Zaragoza schaal 1 : 50 000 uit 1979 (Kakembo, 1979)

“De kaart in figuur 3 is uitgegeven door het ITC in Enschede. Vanuit dit instituut zijn diverse geomorfologische karteringen van gebieden buiten Nederland uitgegeven. Ook vanuit de Universiteit van Amsterdam zijn in het verleden geomorfologische karteringen van gebieden in de Alpen (Oostenrijk) verschenen. Blijkbaar heeft het karteren van de geomorfologie vanuit Nederlands perspectief een bijzondere belangstelling.”

### 3      **Ontwikkelingen in de methode van karteren**

In het vorige hoofdstuk is geconstateerd dat het begin van de jaren '90 een belangrijk moment vormde in de geschiedenis van de kartering van de geomorfologie van Nederland. Het stopzetten van de kartering kan achteraf geïnterpreteerd worden als een adempauze; doordat er tot aan 1998 niet meer gekarteerd werd viel de doorstart ongeveer samen met het beschikbaar komen van het Actuele Hoogtebestand van Nederland (AHN). Het gevolg was dat er een nieuwe methode van karteren ontstond waarmee het begin van de jaren '90 ook een breuk in de methodiek vormt; de periode tot begin jaren '90 die zich kenmerkt door de kartering 'oude stijl' opgevolgd vanaf 1998 door de kartering 'nieuwe stijl'. De twee volgende paragrafen beschrijven respectievelijk de 'oude' en de 'nieuwe' methode.

#### **3.1      Kartering 'oude stijl' (1960-1990)**

Bij de kartering 'oude stijl' was sprake van verschillende fasen in de opname en de vervaardiging van de geomorfologische kaart (Ten Cate & Maarleveld, 1977). We lopen de 6 fasen een voor een langs:

Fase 1. De basis voor de kartering 'oude stijl' bestond uit het gebruik van Hoogtepuntenkaarten op schaal 1 : 10 000 afkomstig van de Topografische Dienst. Op basis van deze kaart werden gedetailleerde hoogtelijnenkaarten vervaardigd met een minimaal hoogteverschil tussen de lijnen van 0.25 meter.

Fase 2. Voor zover beschikbaar werden literatuur, bodemkaarten en geologische kaarten gebruikt om een indruk van het gebied te verkrijgen. Op basis van deze kennis over het gebied en de hoogtelijnenkaart werd een eerste schetskaart op schaal 1 : 25 000 gemaakt.

Fase 3. De schetskaart werd in het veld gecontroleerd en aangevuld. Aanvullend onderzoek werd indien nodig ook uitgevoerd (boringen en monsternames voor laboratoriumanalyses).

Fase 4. De in het veld gecontroleerde en aangevulde schetskaart werd overgebracht naar een 1 : 50 000 topografische kaart en voorzien van legenda-eenheden en hellinginformatie.

Fase 5. Eindcontrole van de kaart door middel van interne besprekingen met verschillende medewerkers.

Fase 6. De kaart werd door de afdeling kartografie van de STIBOKA gereed gemaakt voor druk. Hiervoor waren acht drukplaten nodig om de kaart in acht drukgangen te produceren. Voor de geomorfologische kaart is speciaal een kleurenschema ontworpen.

Deze methode heeft een serie prachtige kaartbladen opgeleverd, maar was wel zeer bewerkelijk. Er was één tot twee jaar nodig om een kaartblad te maken. Na het stopzetten van de kartering begin jaren negentig leek het er dan ook op dat de kaart, gezien de hoge kosten, nooit helemaal afgerond zou worden.

### **3.2   Kartering ‘nieuwe stijl’ (1998-2004)**

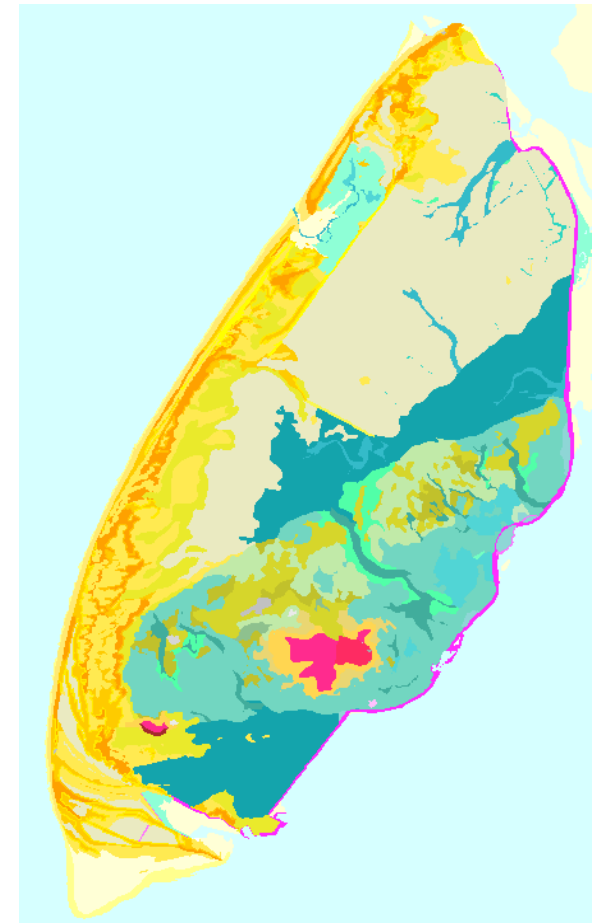
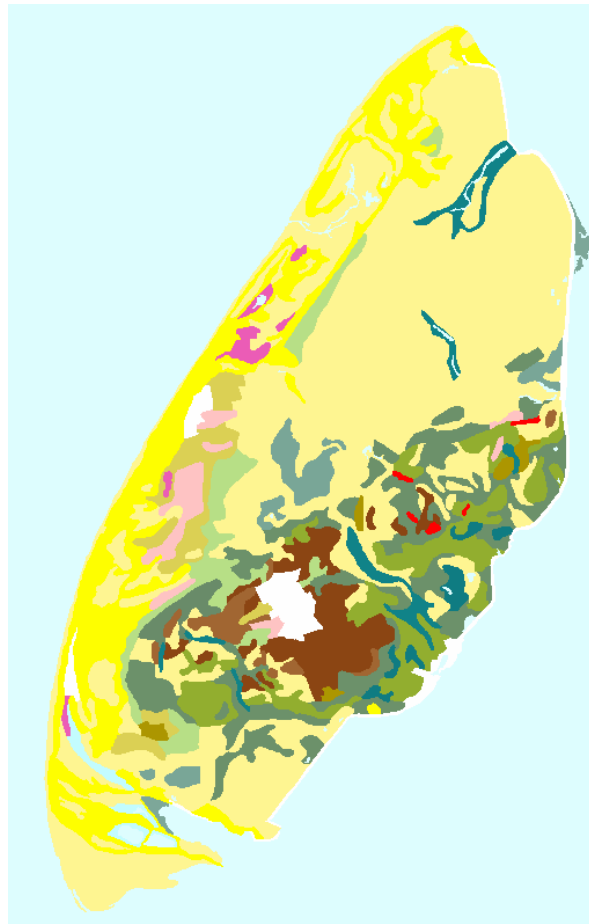
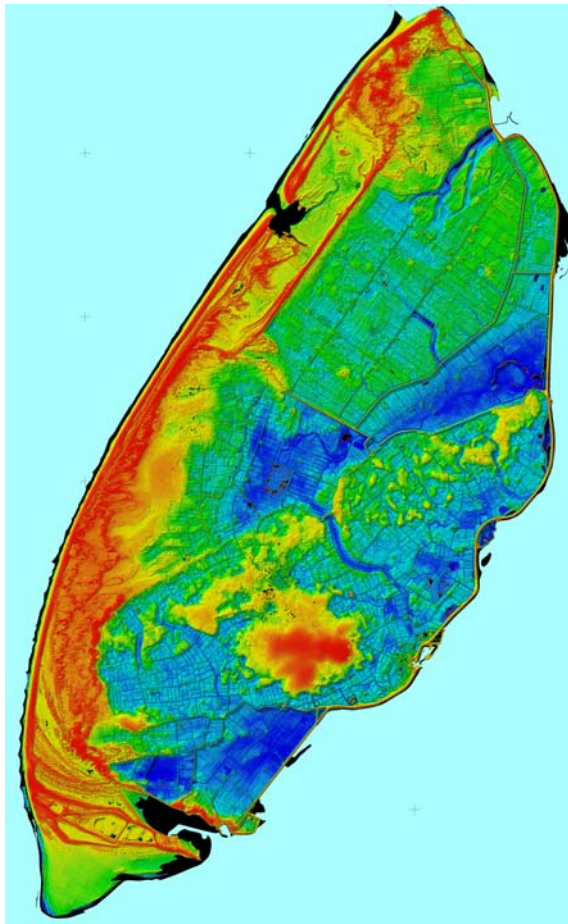
Met het Meetnet Landschap van LNV kwam de afronding weer in beeld. Wat nog ontbrak in het bestand waren grote delen van Oost- en Noord-Nederland waaronder het IJsseldal en grote delen van de Veluwe. Ook in Zuid-Holland ontbraken nog enkele kaartbladen. Voor deze gebieden was weinig of geen kaartmateriaal beschikbaar.

Met het opbouwen van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) door Rijkswaterstaat veranderde dit. Dit zeer gedetailleerde hoogtebestand maakte het goed mogelijk om de nog ontbrekende delen te karteren. Het ging niet alleen veel sneller, binnen twee tot drie maanden was een kaartblad gereed, ook was het mogelijk om veel meer detail in de kaarten op te nemen (ook voor de al bestaande kaartbladen). In feite maakte het AHN het mogelijk om kaarten op een schaalniveau van 1 : 25 000 of zelfs 1 : 10 000 te maken. Bijkomend voordeel was dat er direct in een GIS gewerkt kon worden waardoor de kaarten direct digitaal beschikbaar komen. Controle in het veld door experts met gedegen kennis van de genese van het landschap blijft echter een essentiële stap om tot goede en betrouwbare kaarten te komen.

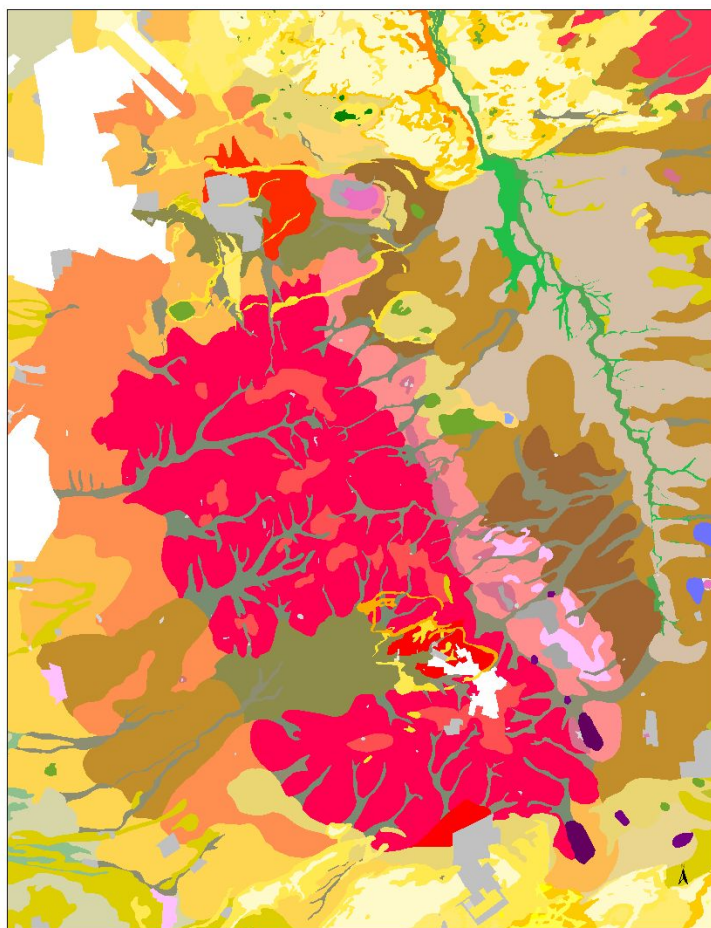
Texel was het eerste deel van de geomorfologische kaart waar de nieuwe methode is toegepast en verder uitgewerkt. Met een schaduweringseffect kan het reliëf zo scherp als mogelijk in beeld worden gebracht om zo het tekenen van grenzen tussen verschillende vormeenheden te vergemakkelijken. Met behulp van de schaduweringskaart op basis van het AHN en de bodemkaart 1 : 50 000 is in een GIS-pakket een concept geomorfologische kaart van Texel gemaakt. Deze is vervolgens in het veld uitgebreid gecontroleerd. Het bleek dat de getekende kaart van goede tot zeer goede kwaliteit was; het veldwerk was vooral noodzakelijk om een aantal gebieden waar de genese niet eenduidig uit de patronen en elementen naar voren kwam nader te bestuderen. Verder bleek dat de mate van detail van deze kaart eerder op het 1 : 25 000 schaalniveau terecht kwam dan op de traditionele 1: 50,000 (figuur 4). Het 1 : 25 000 schaalniveau blijkt nog niet alle details in het AHN te benutten; het kan nog gedetailleerder.

Het schaalniveau van het 1 : 10 000 is voor het eerst benaderd voor een detail-kartering van het Speulder-en Sprielderbos en omgeving. Deze kartering die voor archeologische toepassingen is uitgevoerd heeft het AHN ten volle benut (figuur 5).





*Figuur 4: Illustratie van de kartering 'nieuwe stijl' waarin AHN (links) samen met de bodemkaart (midden) de nieuwe geomorfologische kaart vormen (rechts)*



2P2 "Bakom bij Bagb; zand de rees"	3L8 Lage landduinen + bijbehorende vlakten/aaften	4E4 "Smebwaterterras (Kame), zwak-matig golvend met dekzand"
2P3 "Droog dal (= dekzandbuis)"	4L8 Lage landduinen + bijbehorende vlakten/aaften	4K10 Lage smeewatermug (+/- dekz.)
2P4 "Eekdaalbos; met roos"	3K19 Laag landduin	4K11 Lage smeewaterheuvel
2P5 "Eekdaalbos; zand de rees; het bagb; ges"	4K19 Laag landduin	4H3 Golving van hellingafspoelingen (+/- dekzand)
2C3 "Droog dal (= dekzandbuis)"	12B9 Hoog landduin	4H8 Gordeldekzandgolving (+/- oud bouwlanddek)
11/10P3 "Droog dal (= dekzandbuis)"	12C2 Hoge landduinen + bijbehorende vlakten/aaften	5G3 Dalafspoelingswaai
3P3 "Droog dal (= dekzandbuis)"	13C2 Hoge landduinen + vlakten/aaften	5H4 Grondmoren/smeewatergolving
3C1 "Droog dal; beekbuis"		
3F12 "Storhoop, opgehoogd of opgespoten terrein"	10B4 "Hoge stuwwal, bedekt met dekzand"	4F12 "Storhoop, opgehoogd of opgespoten terrein"
3K10 Lage smeebwatering (+/- dekzand)	14B3 Hoge stuwwal	4L22 Lage stonhoven en/of grind/zand/Alel gaten
3K14 Dekzandring (+/- oud bouwlanddek)	14B4 Hoge stuwwal bedekt met dekzand	5F12 "Storhoop, opgehoogd of opgespoten terrein"
3L5 Dekzanddrigge (+/- oud bouwlanddek)	5H7 Stuwwalplateau	12N6 Groeve
3L6 Oude dekzandweg (+/- oud bouwlanddek)	7D2 Stuwwalplateau	3N8 Laagte ontstaan door afgraving
4K14 Dekzandring (+/- oud bouwlanddek)	2M15 Gordeldekzandvlakte	4N8 Groeve
	2M16 Stuifzandvlakte	4N8 Laagte ontstaan door afgraving
3M3 Laagte met dekzand (diefpige rest)	2M40 Vlake ontstaan door afgraving of egalizatie	
3M4 "Laagte zand de rees; met roos"	2M7 Vlake van sneeuwsmeewaterafzettingen	
3M5 "Laagte zand de rees; met roos"	2M9 Vlake van ten dele verspoelde dekzanden	
4M5 "Laagte zand de rees; met roos"		
4M2 Doortog		



*Figuur 5: Geomorfologische detail-kaart van het Speulder- en Spriederbos 1 : 10 000 (niet op deze schaal weergegeven), inclusief legenda en fragment van de 1 : 50 000 kartering (niet op deze schaal weergegeven rechtsonder)*

## 4 Geomorfologische Kaart Nederland (GKN)

Het digitale en landsdekkende eindproduct staat centraal in dit hoofdstuk. In de eerste paragraaf beschrijven we de matrixlegenda zodat de opbouw en systematiek van deze duidelijk worden. Dit is een belangrijk hulpmiddel om de kaartbeelden te kunnen interpreteren. Kaartbeelden van Nederland als geheel en van fragmenten van de kaart komen in de tweede paragraaf aan bod om te illustreren dat de geomorfologische kaart op verschillende schaalniveaus informatie biedt.

### 4.1 De matrixlegenda van de geomorfologische kaart

De legenda van de geomorfologische kaart van Nederland biedt op het eerste gezicht een tamelijk complex beeld (figuur 6). Er zit echter een heldere systematiek achter waarbij informatie over het type reliëf en de hoogteverschillen van een landschapsvorm (linkerzijde legenda onder het kopje 'reliëf') zijn gekoppeld aan informatie over de genese, het landschapsvormende proces en de ouderdom (rechterzijde legenda onder het kopje 'terreinvormen').

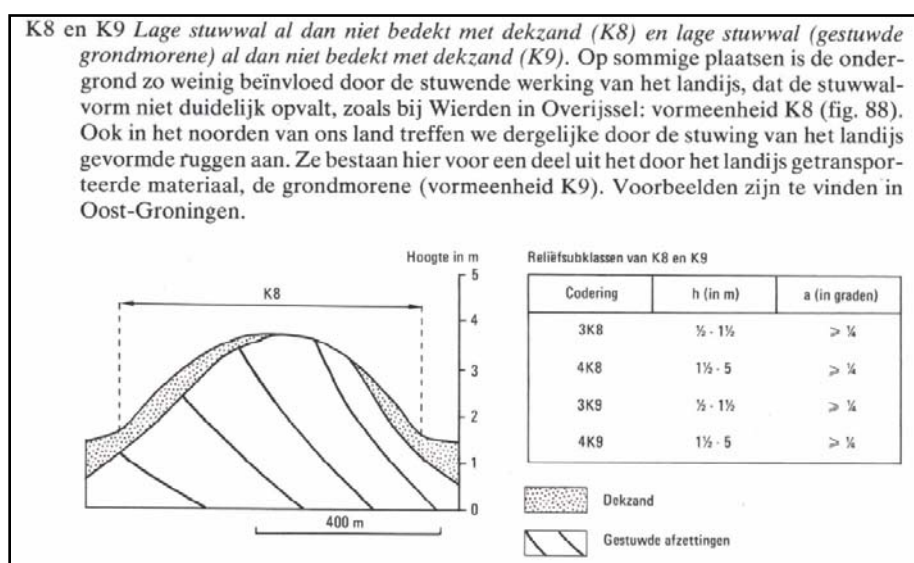
RELIËF														TERREINVORMEN									
KLASSEN VAN RELIËFRIJKE TERREINEN							KLASSEN VAN RELIËFARME TERREINEN							VORMGROEPEN					VORMEENEDEN				
RELIËF MET LANGE STEILE HELLINGEN RELIËF MET MATIG KORTE STEILE HELLINGEN RELIËF MET LANGE FLAUWE HELLINGEN RELIËF MET ZEER KORTE STEILE HELLINGEN RELIËF MET KORTE FLAUWE HELLINGEN VRIJ KLAN VOERGELEGEN RELIËF VRIJ KLAN LAAGGELEGEN RELIËF KLAN-ANDRELIËF							met lokaal maximaal hoogteverschil variërend van ... tot ... (in m): 115-200 60-115 30-60 60-115 30-60 12%-30 5-12% 12%-30 5-12% 60-115 30-60 60-12% 30-5-12% 1%-5 5-1% %-% <% Code reliëfsubklassen 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1					Code terreinvormen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100					Code terreinvormen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100						
GEISOLEERDE LAGE HEUVELS, HUGGEN, WELVINGEN EN LAGE DIJKVORMEN														K 1 Rug mogelijk door tektonische bewegingen ontstaan en waarschijnlijk door het landschap beïnvloed 2 Rug mogelijk door tektonische bewegingen ontstaan en waarschijnlijk door het landschap beïnvloed, deels met dekzand 3 Rug mogelijk door tektonische bewegingen ontstaan en waarschijnlijk door het landschap beïnvloed, deels met ten dele afgespaard 4 Lage verfringingsheuvel 5 Lage verfringingsheuvel 6 Grondmonnerug, deels met dekzand, al dan niet met oud-bouwlanddek 7 Grondmonnerug, deels met klei of veen 8 Lage stuwwal, al dan niet deels met dekzand 9 Lage stuwwal (gezuurde grondmonnerug) al dan niet deels met dekzand 10 Lage smeltwaterrug, al dan niet deels met dekzand 11 Lage smeltwaterheuvel 12 Lage smeltwaterterrasheuvel, al dan niet deels met dekzand 13 Dekzandrug, al dan niet met oud-bouwlanddek 14 Dekzandwiel, deels met ten dele afgespaard 15 Gronddekkend, al dan niet met oud-bouwlanddek									

een eenheid voorkomen aangegeven in meters. Deze informatie vormt samen een code voor de ‘reliëfsubklasse’ die kan variëren van 1 tot 18.

Het kopje met ‘terreinvormen’ aan de rechterzijde is onderverdeeld in vormgroepen en vormeenheden. Vormgroepen beschrijven de hoofdgroep van het type reliëf waartoe de vormeenheden behoren. Vormeenheden geven informatie over de vormbepalende factoren die bij de genese een belangrijke rol speelden en over de ouderdom. Als voorbeeld nemen we de eenheid K8; voor overige informatie over de legenda is er de ‘Toelichting op de legenda’ uit 1977 van ten Cate & Maarleveld.

De pijl in figuur 7 wijst naar de eenheden 3K8 en 4K8, beide vormeenheid lage stuwwal. Nemen we de vormeenheid 3K8 als voorbeeld dan kunnen we veel informatie uit de code halen. De 3 staat voor de ‘klasse van reliëfarme terreinen’ met ‘vrij vlak laaggelegen reliëf’ met lokale hoogteverschillen binnen de vormeenheid van 0.5 tot 1.5 meter. De hoofdletter K staat voor de vormgroep ‘geïsoleerde lage heuvels en ruggen’. De 8 geeft tenslotte de vormeenheid weer: lage stuwwal, al dan niet bedekt met dekzand. Dan is er ook nog vanuit de vormeenheid informatie afleesbaar over de genese (in dit geval ‘landijs en smeltwater’) en de ouderdom (vroeg en midden Pleistoceen).

Alle termen en begrippen zijn eveneens opgenomen in de beschrijving die bij deze matrixlegenda hoort (ten Cate & Maarleveld, 1977). In figuur 8 is het specifieke deel overgenomen over de vormeenheid ‘lage stuwwal’.



Figuur 7: Fragment uit de beschrijving van de matrixlegenda

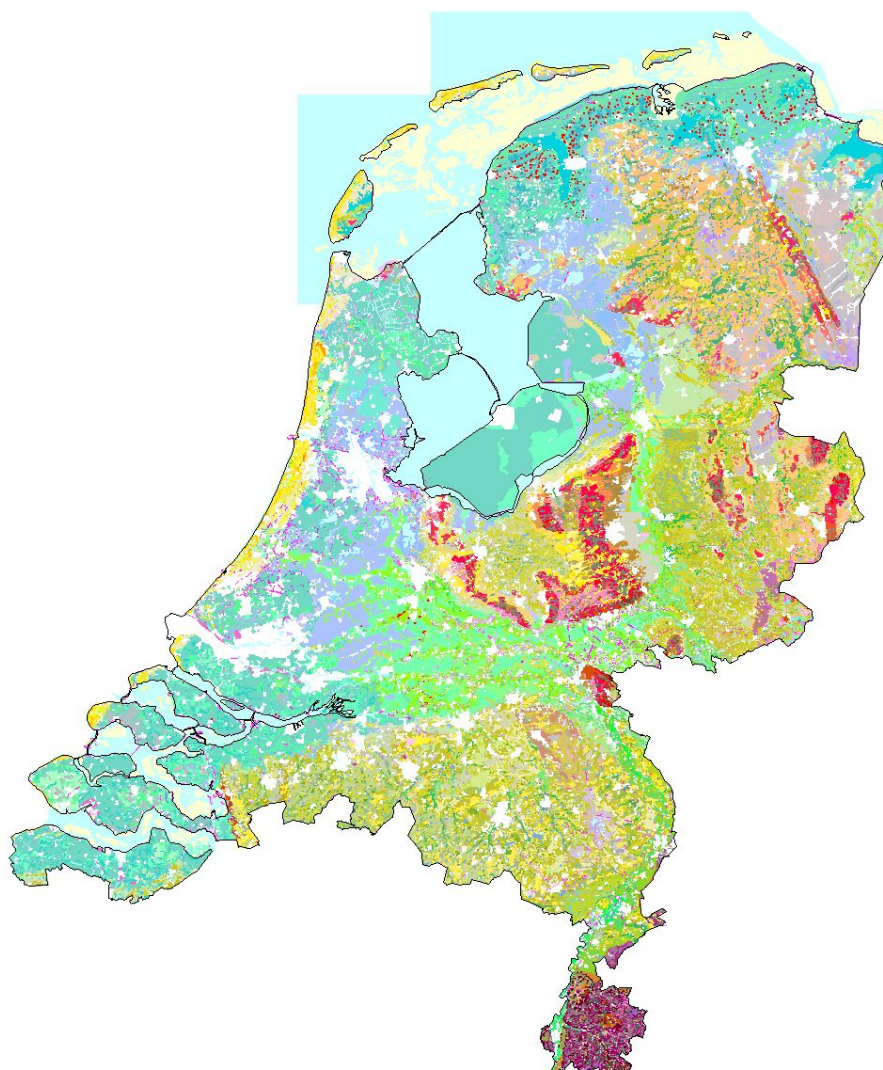
## 4.2 De geomorfologische kaart

In hoofdstuk 3 staat beschreven hoe met behulp van het AHN de landsdekkende kartering van de geomorfologie van Nederland tot stand is gekomen. Voor de gebieden waar al een 1: 50 000 kaart beschikbaar was bleek echter dat de combinatie met het AHN leidde tot nieuwe mogelijkheden en interessante waarnemingen. De grotere mate van detail geeft veranderende inzichten over de genese; vooral omdat elementen en patronen in hun onderlinge samenhang zichtbaar werden. Hiervan enkele voorbeelden op verschillende niveaus.



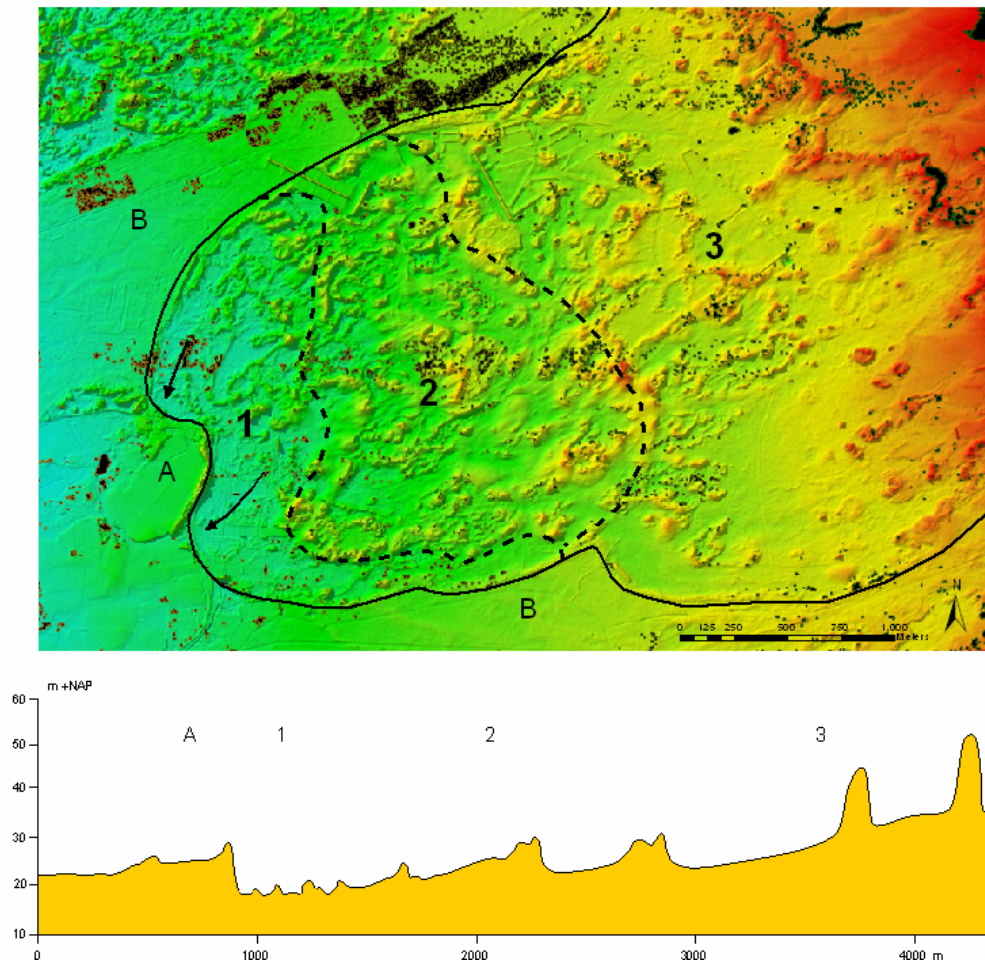
Op landsdekkende schaal zet de Geomorfologische kaart (figuur 8) aan tot verder nadenken. Als men de vroegere of bestaande lopen van Schelde, Rijn, Maas en Vecht bekijkt in relatie tot het omringende landschap dan lijken de grenzen te bestaan uit scherpe rechte lijnen. Dit fenomeen manifesteert zich vooral langs de stuwwallen zoals ten Oosten aan de Hondsrug, de zuidkant van de Veluwe en de zuidwestelijke zone van de Utrechtse Heuvelrug. Ook is het te zien langs de westgrens van de Brabantse wal. Wat is hiervoor de verklaring? Is een rivierdal uiteindelijk altijd een brede landschappelijke zone met rechte begrenzingen? Het antwoord op deze vraag is natuurlijk niet in een paar woorden te geven; en feitelijk weten we het ook nog niet. Nader onderzoek is hiervoor nodig om dit fenomeen goed te kunnen begrijpen.

### **Geomorfologische Kaart van Nederland**



*Figuur 8: De geomorfologische kaart van Nederland*

Op een lager schaalniveau vallen de stuifzanden van de Veluwe op, met name die in de Gelderse Vallei, liggen als ronde of ovale vormen of cellen in het landschap. Bij bestudering met het AHN blijken deze een interne structuur hebben die uit zones bestaat (figuur 9).



*Figuur 9: AHN-beeld van het Harskampse Zand. Interne zonerings van het reliëf in het Harskampse Zand. Op de kaart is de hoogte volgens het AHN weergegeven waarbij de opeenvolging in kleuren van blauw-groen-geel-rood corresponderen met de overgang van laag naar hoog. De nummers 1, 2 en 3 in de kaart corresponderen met de beschrijvingen van de zonerings in de tekst. Van deze zonerings is een schematisch dwarsprofiel weergegeven onder de kaart. Met de letters A en B zijn respectievelijk de enk van de Harskamp (A) weergegeven, waar de verstuiwing zich aan zowel de Noord- als de Zuidkant rondom de enk heeft ingevreten, en het oorspronkelijke niet verstoven niveau van de puinvaaier van de stuwwal (B).*

In het landschap van de Oude IJssel bij het dorpje Groesse laat het AHN ten opzichte van de bestaande geomorfologische kaart ook nieuwe fenomenen zien (figuur 10). Het blijkt dat de oeverwal is doorsneden met doorbraakgeulen (crevasse).



*Figuur 10: De bestaande geomorfologische kaart (links) en de nieuwe met meer detail (rechts) voor een gebied nabij Groesse. De doorbraakgeul staat niet op de bestaande kaart maar is met behulp van het AHN en veldbezoek vastgelegd.*

Een nadere bestudering van dekzand- en stuifzandrelief leert dat wellicht niet alle dekzandruggen werkelijk als ruggen zijn afgezet, maar waarschijnlijk de resten van paraboolduinen zijn waarvan de kop van het duin is verdwenen (figuur \*).



## 5 Toepassingen van de geomorfologische kaart

Wat kun je doen met een geomorfologische kaart? Welke toepassingen zijn er mogelijk? Deze vragen worden beantwoord in dit hoofdstuk waar de toepassingen van de geomorfologische kaart worden beschreven. In iedere paragraaf staat een toepassing centraal.

### 5.1 Aardkundige waarden

Wat zijn aardkundige waarden? De volgende definitie licht een tip van sluier op:

Aardkundige kwaliteiten van natuur en landschap worden aangeduid met de term aardkundige waarden. Daartoe behoren geologische, geomorfologische en bodemkundige verschijnselen en processen. Van groot belang voor het landschapsbeleid zijn de geomorfologische verschijnselen. Terreinvormen maken de rol van aardkundige processen in de vroegere en hedendaagse ontwikkeling van landschappen zichtbaar. Het reliëf van het aardoppervlak vormt bovendien de basis van de diversiteit in uiterlijke (beleving) en ecologische (gradiënten, standplaatsen) kenmerken van landschappen en daarmee van hun identiteit (Maas & Wolfert, 1997). Ook zijn aardkundige verschijnselen vaak drager van cultuurhistorische patronen in het landschap, bijvoorbeeld van bewoningsgeschiedenis van een streek. Als zodanig spelen zij ook een rol in de identiteit van de streek.

De pionier op het vlak van de aardkundige waarden in Nederland was G. Gonggrijp. De GEA-objecten van Gonggrijp vormden de eerste landsdekkende inventarisatie van aardkundige waarden. Tussen 1978 en 1986 verscheen er voor iedere provincie een overzicht van de meest waardevolle aardkundige gebieden en locaties, voorzien van een korte omschrijving. Deze benadering was vooral gebaseerd op expertkennis. De fraaie publicatie 'Nederland in vorm' uit 1989 gaf een overzicht van waardevolle aardkundige gebieden in Nederland.

In 1997 verscheen de Signaleringskaart (Maas & Wolfert, 1997). Deze kaart is gebaseerd op een rekenkundige benadering door de criteria kenmerkendheid en zeldzaamheid van een getalsmatige onderbouwing te voorzien. Basis voor deze berekening was een 1 km x 1 km gridbestand met gegevens over geomorfologische eenheden (Maas, 1994) en een landschappelijke geomorfologische indeling.

In 2000 verscheen de Basiskaart Aardkundige Waarden (Koomen, 1999), waarin de Signaleringskaart verder was uitgewerkt en in een definitieve versie werd omgezet. Deze kaart vormde een 'consensus' kaart waarbij provincies en maatschappelijke groeperingen vertegenwoordigd in het Platform Aardkundige Waarden mee hebben gedacht over de definitieve kaart. Helaas heeft geen van deze kaarten ooit de status van beleidskaart weten te verwerven, waardoor het reliëf in Nederland vrijwel geen enkele vorm van directe bescherming kent. De grote en robuuste stuwwallen van de Veluwe en de heuvels in Limburg zullen natuurlijk niet direct gevaar lopen. Anders is dit voor het microreliëf: de landschappen met hoogteverschillen tot enkele meters.

Hiervan is al heel veel door aantastingen verdwenen zoals veel van het dekzandrelief en de kreekruggen. De digitale landsdekkende geomorfologische kaart van Nederland kan bijdragen aan een verdere onderbouwing van het antwoord op de vraag waarom het reliëf belangrijk is in Nederland en waar dat dan precies ligt.

De gebieden die zeer aantrekkelijk zijn voor recreatie en toerisme zijn vaak ook gebieden met een kenmerkend reliëf, zoals de duinen, de stuwwallen en het Limburgse heuvelland. Ook blijkt uit studies naar de beleving (Coeterier, et. al., 2001) van landschappen dat het voorkomen van reliëf een sterke, positieve relatie heeft met de waardering. Aardkundige waarden vormen verder de drager voor veel cultuurhistorische waarden zoals bijvoorbeeld in het rivierengebied waar de bewoningsassen samenvallen met oude stroomruggen of oeverwallen. De diversiteit in grondsoorten en reliëf in Nederland vormt ook nog eens de basis voor de biodiversiteit in ons kleine land. Kortom, het reliëf is een zeer belangrijke factor in het soms ten onrechte als 'vlak' bestempelde Nederland; zeker omdat uit de Geomorfologische kaart blijkt dat minder dan 50% echt helemaal vlak is.

## **5.2 Monitoring**

Monitoring van landschap zal een steeds belangrijkere plaats innemen in de toekomst. Gezien de verdergaande Europese regelgeving zullen uitgaven van het rijk op het terrein van landschap en natuur verantwoord moeten kunnen worden. De enige manier om dit te kunnen doen is om aantoonbaar te maken dat uitgaven ook daadwerkelijk tot behoud of versterking van de landschappelijke kwaliteiten hebben geleid. Een van die kwaliteiten wordt gevormd door het reliëf; al dan niet aangemerkt als bijzondere aardkundige waarde.

De Geomorfologische Kaart biedt samen met het AHN een goede basis om het reliëf in Nederland te monitoren. Uit eerdere inventarisaties bleek dat meer dan 25% van het natuurlijke reliëf in Nederland is verdwenen (Koomen, 1997). Gezien de sterke ruimtelijke ontwikkeling van Nederland in de jaren negentig in de vorm van nieuwe woonwijken, bedrijventerreinen, infrastructuur en in mindere mate ook natuurontwikkeling, zal dit intussen aanzienlijk hoger liggen. Uit de studie Steekproef Landschap dat in 2003 en 2004 is uitgevoerd in opdracht van het Natuurplanbureau blijkt dat dit getal inmiddels richting de 40% gaat (Koomen et. al., 2004)

## **5.3 AardKundig Informatie Systeem (AKIS)**

Een combinatie van aardkundige waarden en monitoring gezamenlijk ontsloten in een bevragingssysteem is het AKIS (Koomen & van Beusekom, 1999). Het AKIS vormt een van de meetdoelen van het Meetnet Landschap (meetdoel 4) zoals dat aan het einde van de jaren '90 door LNV is opgebouwd. De basis voor het AKIS is de geomorfologische kaart van Nederland; aangevuld met informatie over waardering en beleid. Op dit moment is het AKIS vooral een toegankelijke en overzichtelijke manier om informatie over geomorfologie en aardkundige waarden op te vragen; een

monitoringsmodule is nog niet aan het systeem toegevoegd. Het AKIS is via de internetsite van het Meetnet Landschap te benaderen ([www.meetnetlandschap.nl](http://www.meetnetlandschap.nl)).

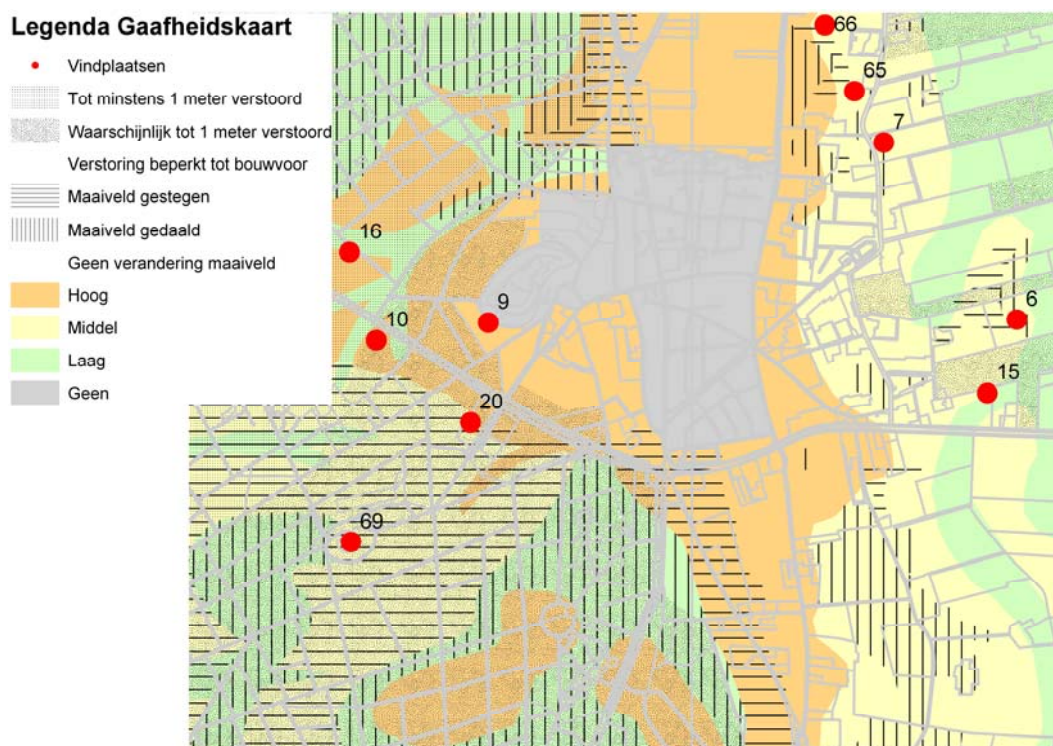
Het AKIS kent verschillende modules om de gegevens te ontsluiten:

- Gebiedsselectie (S): Informatie op verschillende landschappelijke niveaus kunnen aan de hand van een hiërarchische indeling (Nederland, landschappen uit Nota Landschap, Provincies, Gemeenten Morfocomplexen, Morfopatronen, Morfo-elementen) worden geselecteerd
- Combinatie (L): Geeft ruimtelijke informatie over de aardkundige criteria kenmerkendheid en zeldzaamheid en over het rijksbeleid alsmede combinaties tussen deze.
- Trefwoorden (I): Analoog aan de legenda van de Geomorfologische Kaart van Nederland is het mogelijk om op vier niveaus (ontstaan, hoofdgroep, vormgroep en vormeenheid) informatie over voorkomen en ligging op te vragen.
- Reliëf (R): Selecties van landschappen met bepaalde hoogteverschillen (bijvoorbeeld al het reliëf met hoogteverschillen boven de 5 meter), alsmede selecties gericht op de kwetsbaarheid van het reliëf (al het reliëf tussen 0.5 en 1.5 meter dat relatief gemakkelijk kan worden afgevlakt) zijn snel en eenvoudig te maken.
- Ontstaanswijze (O). Uitleg over de relatie tussen vorm en proces in het landschap. Voor de ingangen tektoniek, water met en zonder getijdeninvloed, wind, landijs en veen is uitleg beschikbaar over de processen die specifieke vormen in het landschap hebben gemaakt.
- Effectbepaling (C): Het bepalen van effecten van ingrepen op de Geomorfologie en Aardkundige Waarden kunnen door middel van het invoeren van een plankaartje worden gegenereerd.
- Printen (printsymbool): Met een druk op de knop kan het kaartbeeld vanuit AKIS (overzicht Geomorfologie of selecties/aantastingen) worden omgezet in een printfile.

## 5.4 Archeologie

Bij het aanscherpen van archeologische verwachtingenkaarten kan een gedetailleerde geomorfologische kaart een belangrijke rol spelen. Voorbeeld hiervan is de verwachtingenkaart van de gemeente Bergh. De centraal in deze gemeente gelegen stuwwal is op de huidige verwachtingenkaart in zijn geheel als potentieel waardevol archeologisch gebied aangegeven. Het AHN en de daaruit opgestelde gedetailleerde geomorfologische kaart laten, in combinatie met bodemkundige gegevens, zien dat het veel eerder gaat om een beperkt aantal specifiek aan te wijzen gebieden. Hiermee kan archeologisch veldonderzoek veel gericht plaatsvinden, waardoor investeringen meer effectief ingezet kunnen worden.





*Figuur 11: Fragment van de gaafheidkaart voor de gemeente Bergh in de omgeving van Didam.*

Het concept van de gaafheidkaart is onderzocht in een pilotstudy in samenwerking met de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) in twee studiegebieden. Over de bevindingen is een rapport verschenen over mogelijkheden en haalbaarheid van een gaafheidkaart op basis van geomorfologie, bodemkunde en archeologische informatie (Koomen & Exaltus, 2003).

## 5.5 Ruimtelijke planvorming

Ook bij inrichtings- en planningsvraagstukken kan de Geomorfologische Kaart een belangrijke rol spelen. Tot nu toe is dit te beperkt het geval. De ambitie moet zijn om het reliëf bij alle ontwikkelingen in het landschap mee te nemen in de afweging. De kaart kan een nuttig hulpmiddel zijn om te bepalen waar belangrijke reliëfelementen liggen of waar potenties voor natuurontwikkeling qua ondergrond en reliëf van nature aanwezig zijn. Bij de aanleg van woonwijken is het natuurlijk niet noodzakelijk dat al het reliëf onder een dikke laag zand verdwijnt. Een beekdal kan ook een slingerende groene strook of natuurlijk park vormen in een nieuwe wijk. En een dekzandrug kan prima benut worden om een nieuwe weg door de woonwijk te dragen. Het landschap blijft dan enigszins herkenbaar en enkele van zijn belangrijke karakteristieken blijven behouden. Op deze manier kan het reliëf de voortgaande verstedelijking van Nederland volgens het concept van behoud door ontwikkeling een meerwaarde geven. Voorbeelden van hoe dit soort ideeën in de praktijk kunnen worden gerealiseerd zijn te vinden in Boogert (1995).

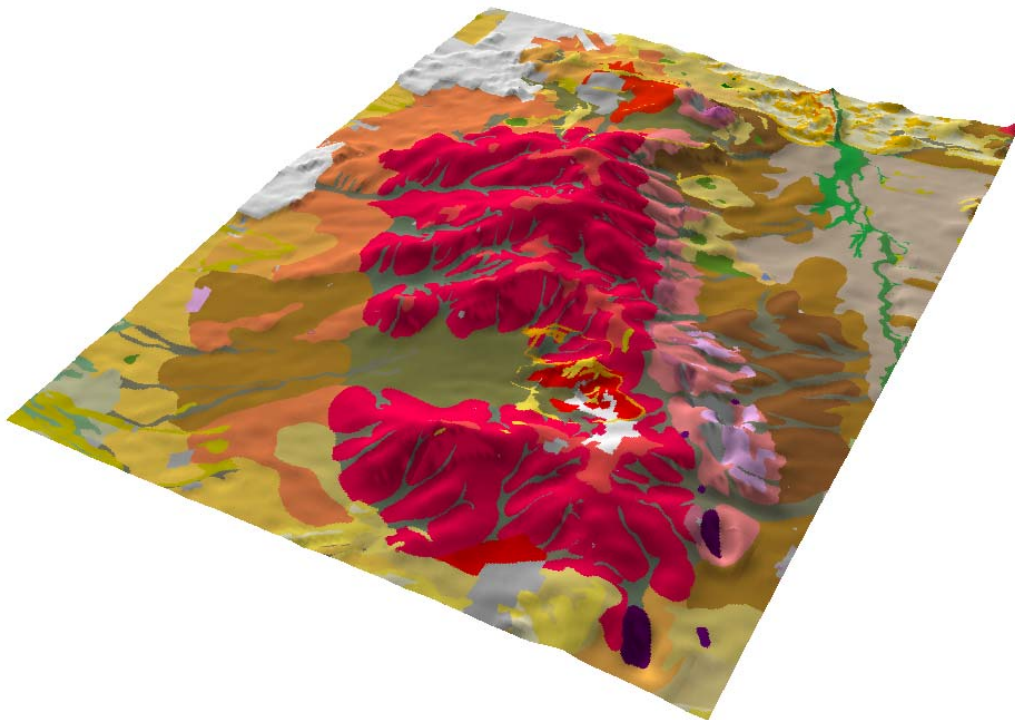


## 5.6 Onderzoek, onderwijs en educatie

De geomorfologische kaart wordt ook breed gebruikt in het onderzoek en onderwijs. De kaart geeft een goede indruk van de landschappelijke opbouw en de patronen die er voorkomen en is daarmee een eerste ingang om de hoofdlijnen van het landschap te begrijpen. Ook de toepassing van de aardkundige waarden wordt veel gebruikt in onderzoek, onderwijs maar ook in het landschapsbeleid.

Vanuit een ander perspectief is educatie nog een onbelichte toepassing, terwijl er wel veel potentie is. Traditioneel is er vanuit terreinbeherende organisaties altijd veel aandacht geweest voor plant en dier waarbij het abiotische aspect weinig aandacht kreeg. Recent begint deze aandacht voor de abiotiek toe te nemen. Geomorfologische detailkaarten (1 : 10 000) kunnen een belangrijke rol spelen om bij het beheer en onderhoud van terreinen van dienst te zijn voor de beheerders. Ook kan met behulp van deze detailkaarten het publiek een veel betere indruk krijgen van de het aanwezige reliëf en de aardkundige waarden in een gebied.

Een hulpmiddel bij onderzoek, onderwijs en educatie kan bestaan uit 3-D visualisatietechnieken. Wanneer gedetailleerde hoogte-informatie uit het AHN gecombineerd wordt met de geomorfologische kaart kunnen 3-D beelden gegenereerd worden zoals in figuur 12 als voorbeeld weergegeven.



*Figuur 12: 3-D visualisatie van het AHN in combinatie met de geomorfologische kaart voor de stuwval in de omgeving van Ermelo en Garderen*

In figuur 12 is het een statisch beeld maar de mogelijkheden om dit type beelden interactief te bekijken zijn voorhanden. Niet alleen in-en uitzoomen is mogelijk; ook het 'draaien' van het gebied om het vanuit het gewenste oblique gezichtspunt te kunnen overzien is een optie. Ook kan er over en door het gebied heen worden gevlogen. Aanvullende mogelijkheden zoals het toevoegen van of combineren met andere kaartlagen (topografie, luchtfoto, etc.) behoren tot de opties. Behalve een fraaie illustratie biedt de 3-D visualisatie toepassingen voor onderzoek, onderwijs en educatie.

Voor het onderzoek geeft de 3-D visualisatie mogelijkheden om vormen en patronen vanuit allerlei verschillende hoeken te kunnen bestuderen. Hierdoor kunnen vormen waargenomen worden die met de kartering nieuwe stijl nog niet goed zichtbaar waren. Tevens biedt de 3-D visualisatie betere mogelijkheden voor het begrenzen van landschapsvormen. Dit speelt vooral bij het begrenzen van geleidelijke overgangen zoals glooiingen.

Binnen het onderwijs zal de 3-D visualisatie een hulpmiddel kunnen zijn om uit te leggen hoe het landschap in elkaar zit. Moeilijke begrippen zoals opeenvolgende terrasniveaus, stuwwalplateaus of bekkens kunnen met een 3-D visualisatie duidelijk worden.

Ook voor educatie kan de 3-D visualisatie een interessant hulpmiddel zijn. Terreinbeheerders kunnen het publiek in reliëfrijke terreinen eenvoudig laten zien waar de landschapsvormen liggen en hoe deze eruit zien. Recreatieve routes voor wandelen of fietsen kunnen ingetekend worden zodat het publiek het reliëf niet alleen kan beleven maar ook beter begrijpen.

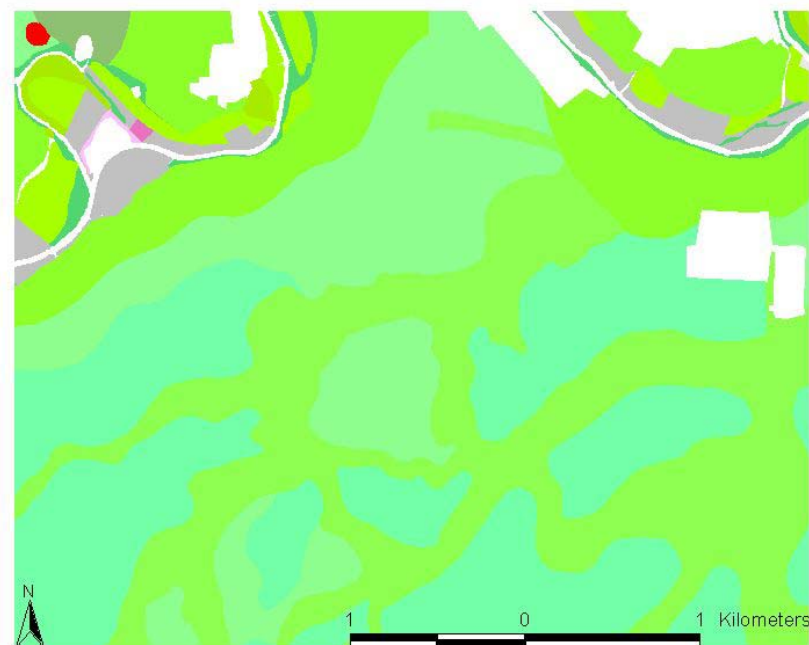
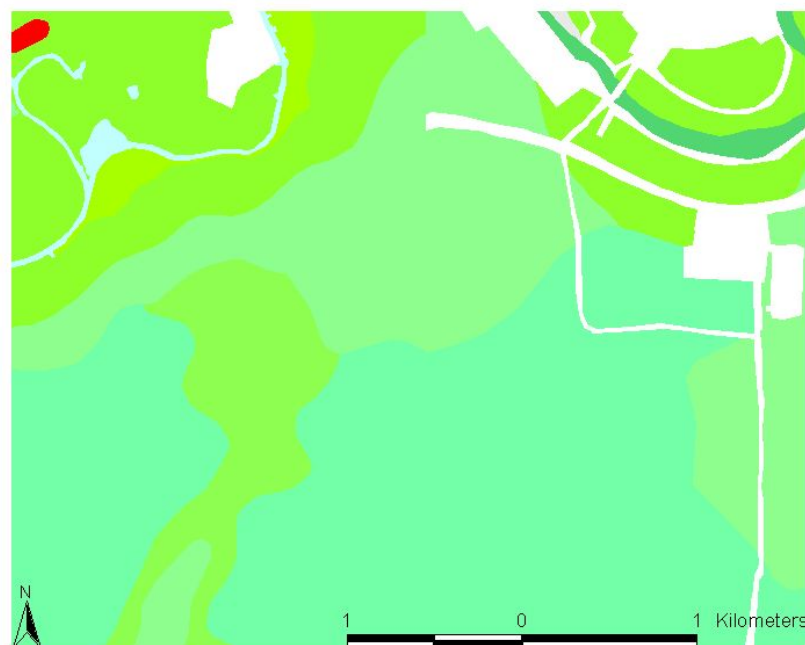
## 6 Perspectief voor de toekomst

De geomorfologische kaart van Nederland is geen statisch produkt, ook al is het zo dat vele terreinvormen over lange perioden en vaak lang geleden zijn gevormd. Veranderingen in het landschap waarmee het reliëf is gemoeid zoals bebouwing of egalisaties hebben direct invloed. Deze veranderingen moeten opgenomen worden in de geomorfologische kaart om deze actueel te houden. Voor veel kaartbladen geldt dat ze langer dan 15 jaar geleden zijn opgenomen; de noodzaak voor actualisatie is hier evident. Een andere reden om te actualiseren is het feit dat met name veengebieden inklinken. Hierdoor kunnen terreinvormen aan maaiveld zichtbaar worden zoals stroomruggen in het rivierengebied. Een studie in de gemeente Lingewaal laat zien dat behalve meer detail (met behulp van het AHN) er ook nieuwe vormen aan maaiveld zichtbaar worden (figuur 13).

Detailering is een tweede belangrijk aspect. Hoewel de 1 : 50 000 kaart voor diverse toepassingen voldoende is neemt de vraag naar meer detail toe. Voor sommige gebieden is er inmiddels een 1 : 10 000 kaart vervaardigd (zie figuur 5). Dit schaalniveau is met behulp van het AHN te realiseren. Dit is echter wel bewerkelijk en daarmee voor een nieuw landsdekkend bestand tamelijk kostbaar. Het ligt voor de hand om daar waar er concrete vragen zijn deze detailkaarten te produceren.

Bekijken we het werkveld van de aardkundige waarden dan is dat breder dan geomorfologie alleen; ook bodemkunde en geologie spelen een belangrijke rol. Op dit moment zijn de verschillende gegevens niet gekoppeld. Vanuit het oogpunt van samenwerking zijn er twee redenen om dit in de toekomst wel te realiseren. De eerste is dat het veel eenvoudiger is wanneer alle informatie, liefst in samenhang met elkaar, op een plek of vanuit een systeem te benaderen valt. De tweede is dat wanneer alle informatie beschikbaar is dit de bestaande kennis zal uitbreiden en verbeteren.

Een vierde en laatste perspectief met het oog op de toekomst is de voortgaande internationalisering waarin de Europese Unie een belangrijke rol speelt. Steeds meer zullen projecten een grensoverschrijdend karakter krijgen en zelfs over het gehele landoppervlak van Europa vragen stellen. Hiervoor is dan wel de benodigde data noodzakelijk. In de Nederlandse context is inmiddels ervaring opgedaan met karteringen aan de grens met België langs de Maas en aan de grens met Duitsland in Noord-Limburg. In paragraaf 2.1 hebben we gezien dat er buiten Nederland kaartmateriaal op het gebied van de geomorfologie beschikbaar is. Het lijkt zinvol om deze beschikbaarheid te inventariseren. Samenwerking op Europees niveau of tussen twee of meer landen profiteert van kennis over landschap en de kennis over de beschikbaarheid ervan.



- Rivierkomvlakte
- Vlakke ontstaan door afgraving of egalisatie
- Rivierkom en overwalachtige vlakte
- Geul van meanderend afwateringsstelsel
- Doorbraakwaai, fluviatiel
- Oeverwal in uiterwaard
- Rivieroeverwal
- Rivier-inversierug
- Laagte ontstaan door afgraving
- Bebouwing
- Terp of hoogwatervluchtplaats
- Water

*Figuur 13: Fragment van de geomorfologische kaart op de grens van de gemeenten Lingewaal en Geldermalsen. Links de kaart op schaal 50 000; rechts de herziene, geactualiseerde en meer gedetailleerde kaart uit 2004. Het meest opvallende is het verschil in voorkomen van rivier-inversieruggen (stroomruggen) een gevolg van het gebruik van het hoogtebestand AHN en inklinking van de bodem waardoor de al bekende stroomruggen beter zichtbaar worden. Er verschijnen als gevolg van inklinking ook nieuwe stroomruggen in het landschap.*

## Literatuur

Barsch, D., O. Franzle, H. Leser, H. Liedtke, G. Stablein, 1981. Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland. GMK 25, Blatt 8, 1816 Bordesolm, Berlin.

Boogert, D.A. & J. Schalk, 1995. Inrichting in vorm. De vormgeving van de maatregelen in landinrichting. Dienst Landinrichting en Beheer landbouwgronden, Mededeling 205 Utrecht.

Cate, J.A.M. & G.C. Maarleveld, 1977. Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Toelichting op de legenda. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen/Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Cate, J.A.M. & G.C. Maarleveld, 1977. Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Legenda. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen/Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Coeterier, J.F., M.B. Schöne, A.J.M. Koomen & H.P. Wolfert: De beleving van aardkundige waarden. Wageningen, Alterra, 2001. Alterra-rapport 198, 45 blz.

Dieren, J.W. van, 1934. Organogene Dunenbildung. Ph. D. Thesis, Amsterdam.

Dijkstra, H., J.F. Coeterier, M.A. van der Haar, A.J.M. Koomen en W.L.C. Salden, 1997. Veranderend cultuurlandschap. Signalering van landschapsveranderingen van 1900 tot 1990 voor de Natuurverkenning 1997. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 544.

Gonggrijp, G.P., 1975-1988. Gea-objecten per provincie. Leersum, RIN.

Gonggrijp, G.P., 1989. Nederland in vorm. Aardkundige waarden van het Nederlandse landschap. 's Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Achtergrondreeks Natuurbeleidplan nr. 5.

Gonggrijp, G.P., 1996. Indelings-en waarderingsmethode voor aardkundige waarden. Wageningen, Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek (IBN-DLO). Rapport 218.

Groenewoud, H., 1998. Quick scan beleidsuitwerking Aardkundige waarden. CSO, Adviesburo voor milieuonderzoek, Bunnik.

Hallegouet, B., 1979. Carte Geomorphologique detaillee de la France au 1 : 50 000. Brest. Carte et notice explicative. Paris.

Kakembo, A., 1979. Geomorphological map 1 : 50 000, Central Huerva valley, Spain, ITC, Enschede.

Koomen, A.J.M., 1997. Nivellering van het natuurlijke reliëf in Nederland. Een verkennende inventarisatie. SC-DLO rapport 531, Wageningen.

Koomen, A.J.M., 1999. Inventarisatie aardkundige waarden in Nederland - Operatie Landijs. Alterra-rapport 689, Wageningen.

Koomen, A.J.M. en E.J. van Beusekom, 1999. Aardkundig Informatie Systeem (AKIS). Bevragsysteem voor aardkundige waarden in het Nederlandse Landschap. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 640. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 14.

Koomen, A.J.M. & R.Exaltus, 2003. De vervlakking van Nederland. Naar een gaafheidkaart voor reliëf en bodem. Alterra-rapport 740, Wageningen.

Koomen, A.J.M., L. Keunen, W. Nieuwenhuizen, G. Maas, T.N. van der Maat, T. Weijschede, D. Brus, 2004. Steekproef Landschap. Actuele veranderingen in het Nederlandse landschap. Alterra-rapport, Wageningen.

Maas, G.J., R.W. de Waal & H.P. Wolfert, 1994. Landschapsecologische Kartering van Nederland. Toelichting bij het databestand GEOMORF. SC-DLO-rapport 335/LKN-rapport 5, Wageningen.

Maas, G.J. en H.P. Wolfert, 1997. Aardkundige waarden in Nederland. Signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 498.

Oldeman, P.H., 1994. Effect van ingrepen op de geomorfologische gesteldheid. Een methode voor het bepalen van de effecten van menselijke activiteiten. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 305.

Passarge, S., 1912. Physiologische Morphologie. Sonderabdruck aus Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg, Bd. 26, Heft 2. Friederichsen, Hamburg.

Passarge, S., 1914. Morphologischer Atlas. Erläuterungen zu Lieferung I. Morphologie des Messtischblattes Stadtreuda. Uit: Mitt. Der Gegr. Gesell. Von Hamburg. Band XXVIII.