

KARTERING VAN
BODEMDEGRADATIE IN KENYA

Een eerste kartering van bodemdegradatie in het kader van GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) en daarmee een eerste toepassing van de GLASOD-richtlijnen in de praktijk

Jan Willem Rodenburg

begeleid door:

L.R. Oldeman (ISRIC);

E. Smaling (STIBOKA);

P.N. Boerma (HBCS).

Deze studie is verricht in het kader van mijn afstuderen aan de Hogere Bosbouw en Cultuurtechnische School te Velp, in opdracht van het International Soil Reference and Information Centre te Wageningen en in samenwerking met de Stichting voor Bodemkartering, eveneens te Wageningen.

Velp, 6 juni 1988

17297

Voorwoord

Deelname aan een project als GLASOD, is bijzonder leerzaam. Niet zozeer omdat er nu zo diep wordt gedoken in nieuwe bodemkundige aspecten, maar juist omdat uit zeer veel bestaande gegevens, de absolute essenties moeten worden gedestilleerd. Generaliseren is wellicht een nog gecompliceerdere zaak dan detailleren, omdat elke beslissing zeer goed moet worden onderbouwd.

GLASOD is geen project van bodemkundige hoogstandjes, maar meer een verantwoord 'hakken met de botte bijl'. Het is een eerste, zeer belangrijke stap naar een wereldwijde vastlegging van bodemdegradatie op een meer hanteerbare schaal. De gemiddeld 1:10.000.000 bodemdegradatiekaart van de wereld, waartoe het GLASOD-project zal leiden, heeft dan ook meer een voorlichtende, dan een wetenschappelijke functie.

Mijn dank gaat uit naar al diegenen die mij bijgestaan hebben bij het verrichten van dit onderzoek, en die beslist méér van Kenya wisten dat ikzelf. Met name noem ik hierbij de heren Oldeman, van Engelen en Beemster (ISRIC) en Smaling en Toubert (STIBOKA). Ook aan de heer Beek (ITC) ben ik veel dank verschuldigd.

Tenslotte een dankwoord aan HBCS-docent en oud Kenya-ganger Boerma, die mij tijdens het verloop van mijn afstudeerperiode begeleidde en, waar nodig, bijstuurde.

Alle huidige en toekomstige GLASOD-medewerkers, wil ik veel voorspoed toewensen bij het opknappen van deze boeiende, maar niet altijd even eenvoudige klus.

Inhoudsopgave

INLEIDING	1
<u>DEEL 1: DE RICHTLIJNEN VOOR HET GLASOD-PROJECT</u>	3
Hoofdstuk 1 : Het GLASOD-project	3
" 2 : Doelstellingen van het project	4
" 3 : Definities	5
" 4 : Vormen van degradatie	9
4.1 Degradatie door verplaatsing	
van bodemmateriaal	10
4.1.1 Watererosie	10
4.1.2 Winderosie	10
4.2 Degradatie als gevolg van	
interne verslechtering	11
4.2.1 Chemische verslechtering	11
4.2.2 Fysische verslechtering	11
4.2.3 Biologische verslechtering	12
4.3 Factoren die bodemdegradatie	
veroorzaken	12
" 5 : De graad van degradatie	13
5.1 Graad van degradatie als gevolg	
van watererosie	14
5.2 Graad van degradatie als gevolg	
van winderosie	15
5.3 Graad van degradatie als gevolg	
van verzilting	16
5.4 Graad van degradatie als gevolg	
van afname van het gehalte aan	
voedingsstoffen	17
" 6 : Gemiddelde degradatie in het nabije	
verleden	18
" 7 : Relatieve oppervlakte van aantasting	
per eenheid	18

Hoofdstuk 8 : Methodiek van kartering, codering en rapportage	19
8.1 Voorbereiding	19
8.2 Overleg	20
8.3 Kartering	20
8.4 Kaartsymbolen voor de door degradatie aangetaste polygonen	21
8.4.1 Kaartsymbolen voor degradatie-vorm	21
8.4.2 Kaartsymbolen voor de graad van bodemdegradatie	22
8.4.3 Kaartsymbolen voor de omvang van de degradatie	23
8.4.4 Kaartsymbolen voor het aanduiden van de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden	23
8.4.5 Kaartsymbolen voor het aanduiden van bodemdegradatie in het verleden	23
8.4.6 Kaartsymbolen voor effecten op afstand	24
8.4.7 Kaartsymbolen voor stabiel gebied	24
8.4.8 Kaartsymbolen voor onbruikbare gebieden	25
8.5 Rapportage	25
<u>DEEL 2: EERSTE TOEPASSING OP KENYA</u>	26
Hoofdstuk 9 : Aanknopingspunten	26
9.1 Degradatiebepalende factoren	27
9.1.1 Fysiografie	27
9.1.2 Klimaat	29
9.1.3 Bevolkingsdichtheid en grondgebruik	30

9.2 De noodzakelijke generalisatie	30
9.2.1 Fysiografie	31
9.2.2 Klimaat	32
9.2.3 Bevolkingsdichtheid en grondgebruik	33
Hoofdstuk 10 : Vastlegging en karakterisering van de kaarteenheden	34
" 11 : Degradatieprocessen per kaarteenheid: beschrijving en codering	40
11.1 Het sedimentbekken van Oost- Kenya (1)	40
11.2 Erosievlakten in centraal en zuidelijk Kenya (2)	41
11.3 De dichtbevolkte, hoger gelegen vulkanische gebieden (3A-1)	42
11.4 De dun bevolkte gebieden in het noordoosten (3A-2)	43
11.5 De dichtbevolkte, hoger gelegen 'Basement System' gebieden (3B-1)	43
11.6 De dun bevolkte, hoger gelegen 'Basement System' gebieden (3B-2)	44
11.7 De VERTISOL-gebieden van eenheid 4	45
11.8 De uitloper van de Centrale Slenk, oostelijk van Lake Turkana	45
11.9 Geïsoleerde vulkanen in Marsabit District (6)	45
11.10 De Centrale Slenk (Rift Valley; eenheid 7)	47

DEEL 3: EVALUATIE EN KRITISCHE BESCHOUWING VAN DE GLASOD- RICHTLIJNEN

Hoofdstuk 12 : Knelpunten bij toepassing van de GLASOD-richtlijnen	48
---	----

SAMENVATTING

51

STELLINGEN

53

LITERATUUR

54

BIJLAGEN

Bijlage 1: Matrices

- " 2: Grondgebruik
- " 3: Bevolkingsdichtheid
- " 4: Agro-klimaatzones
- " 5: Polygonenkaart
- " 6: Fysiografische hoofdeenheden

INLEIDING

Bodemdegradatie begint langzamerhand onderkend te worden als een van de meest bedreigende processen voor de samenleving op aarde. Tientallen jaren lang is het verschijnsel onderschat, waardoor maatregelen op mondiaal niveau nu onontkoombaar zijn geworden. In het algemeen kan bodemdegradatie worden gedefinieerd als een proces waardoor de bestaande en/of potentiële produktiecapaciteit van de grond afneemt. Hierbij kan worden gedacht aan wind- en watererosie en aan chemische, biologische en fysische verslechtering. Het groeiende bewustzijn van de voortdurende afname van de produktiviteit van de aardbodem, leidde in 1972 tot de United Nations Conference of the Human Environment in Stockholm waarbij dit probleem centraal stond. Twee jaar later, in 1974, hielden FAO (Food and Agriculture Organization van de V.N.) en UNEP (United Nations Environment Programme) in Rome een Expert Consultation On Soil Degradation, die leidde tot een voorstel tot een wereldwijde vastlegging van bodemdegradatie. Gezamenlijk met UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization), startten FAO en UNEP in 1975 vervolgens een project: 'A world Assessment of Soil Degradation'. Helaas strandde dit project in 1980 en is men met de kartering niet verder gekomen dan Noord-Afrika en het Midden-Oosten op een schaal van 1:5.000.000.

In september 1987 hebben UNEP en ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) een overeenkomst gesloten om de draad weer op te pakken in de vorm van het GLASOD-project (Global Assessment of Soil Degradation).

Een belangrijk verschil met het FAO-project is echter, dat GLASOD zich beperkt tot bodemdegradatie die door menselijk toedoen is ontstaan.

In hoofdstuk 1,2 en 3 wordt hier echter dieper op in gegaan.

Voor de 1:10.000.000. (gemiddeld) kartering van bodemdegradatie voor GLASOD, is Oost-Afrika aangewezen als eerste gebied wat behandeld en gekarteerd zal worden. Hierbij is de hulp ingeroepen van STIBOKA te Wageningen, aangezien deze instelling zich al jaren bezig houdt met bodemkartering in dit deel van Afrika.

Als eerste te karteren land van Oost-Afrika is Kenya gekozen, omdat hierover relatief veel gegevens bekend zijn en het land daardoor kan fungeren als gidsgebied voor de kartering van de andere landen. Dit is ook de reden waarom Kenya zo uitgebreid behandeld wordt: de gekozen werkwijze en normering, zal hierna moeten worden voortgezet om tot een eenduidig resultaat te kunnen komen.

Voor de kartering van bodemdegradatie in het kader van GLASOD, zijn door UNEP/ISRIC richtlijnen opgesteld. Omdat deze richtlijnen tot nu toe nog niet in de praktijk toegepast waren, betekent de behandeling van Kenya direkt ook een toetsing van de bruikbaarheid ervan.

Dit rapport heeft derhalve een tweedelig doel: enerzijds is de beschreven werkwijze voor Kenya maatgevend voor andere landen en anderzijds worden de GLASOD-richtlijnen kritisch bekeken aan de hand van ontstane knelpunten bij de kartering van Kenya.

In het eerste deel van het rapport vindt men een Nederlandse vertaling van de GLASOD-richtlijnen. Vervolgens wordt in het tweede deel de werkwijze voor Kenya uitvoerig besproken. In het derde deel worden de richtlijnen nog eens kritisch bekeken en worden de knelpunten die bij toepassing zijn blootgelegd, nader geanalyseerd. Suggesties tot wijziging en alternatieve formuleringen zullen tenslotte de apotheose van het rapport vormen.

DEEL 1: DE RICHTLIJNEN VOOR HET GLASOD-PROJECT

Hoofdstuk 1: Het GLASOD-project

Eind september 1987, tekenden UNEP en ISRIC een overeenkomst voor de uitvoering van een mondiale vastlegging van bodemdegradatie (Global Assessment of Soil Degradation= GLASOD). Het project zal worden uitgevoerd in een periode van 28 maanden, en is in april 1988 van start gegaan. Het omvat twee activiteiten:

- a: ~~Het samenstellen van een bodemdegradatiekaart van de wereld met~~
een gemiddelde schaal van 1:10.000.000.;
- b: Een gedetailleerde uitwerking van status en risico van bodemdegradatie voor een proefgebied in Zuid-Amerika, vergezeld van een 1:1.000.000. kaart.

De hierna besproken richtlijnen zijn bedoeld voor de beschrijving en kartering van bodemdegradatie op wereldschaal (=a). Ze zullen worden gebruikt door instituten en/of gekwalificeerde individuele specialisten, benoemd en gecontracteerd voor de samenstelling van regionale bodemdegradatie kaarten en bijbehorende gegevens, op een werkschaal van 1:7.500.000. Zij behoren de in deze richtlijnen beschreven procedures zoveel mogelijk te volgen, om een hoge graad van eenduidigheid te waarborgen. De aldus samengestelde regionale kaarten zullen vervolgens worden samengevoegd en gecorreleerd tot een bodemdegradatiekaart van de wereld met een gemiddelde schaal van 1:7.500.000 naar 1:10.000.000 zal als onvermijdelijk gevolg hebben dat verschillende kaarteenheden zullen verdwijnen. In bepaalde gevallen is het dan mogelijk, deze eenheden op de kaart aan te geven met een speciaal symbool.

Hoofdstuk 2: Doelstelling van het project

Het is van groot belang dat het besef ten aanzien van de wereldwijde milieuveranderingen, wordt aangewakkerd. Menselijke tussenkomst in de vorm van manipulatie van het milieu, leidt tot onaanvaardbare gevolgen. Overigens dient men zich wel te realiseren, dat niet alle interventies van menselijke zijde, negatieve gevolgen hebben. Naast de vele vormen van bodemdegradatie als gevolg van interventie door de mens, dienen de vele werkzaamheden op het gebied van bodemverbetering en erosiebestrijding op nationaal en internationaal niveau, niet uit het oog te worden verloren. Niettemin lijken deze successen te worden overschaduwd door de wereldwijde verslechtering van de potentiële capaciteiten van de bodem in het algemeen. Dit project kan worden beschouwd als een eerste stap in de richting van een mondiale taxatie en vastlegging van bodemdegradatie. De centrale doelstelling van het project luidt daarom:

"Het versterken van het bewustzijn van beleidsvormers omtrent de gevaren als gevolg van onoordeelkundig grondgebruik voor het welzijn in de gehele wereld, resulterend in een basis voor de instelling van prioriteiten voor het nemen van maatregelen".

De meest directe manier voor het aankweken van bewustzijn, is een visuele voorstelling van de status van bodemdegradatie door menselijke activiteit, begeleid door een document, waarin tevens de verschillende effecten-op-afstand ('off-site effects'), zoals overstroming en sedimentatie, zijn aangegeven. Deze doelstelling wil de GLASOD-staf bereiken door het projecteren van gegevens op een kaart, die gemakkelijk

in elk kantoor opgehangen kan worden. De toegepaste schaal zal daarom klein moeten zijn. UNEP en ISRIC zijn overeengekomen dat een basiskaart zal worden vervaardigd met gebruik van de Mercator-projectie. Dit houdt in, dat ten hoogte van de evenaar de schaal 1:15.000.000. zal bedragen, terwijl deze op 60 graden noorder- en zuiderbreedte 1:7.500.000 zal bedragen. De afmetingen van de kaart zullen diensgevolge ongeveer 130 keer 270 cm. bedragen.

Hoofdstuk 3: Definities

De balans tussen de agressiviteit van het klimaat en de natuurlijke resistentie van de grond tegen deze krachten, bepaalt het natuurlijke risico van degradatie in een bepaald gebied. Menselijke aktiviteit kunnen deze natuurlijke resistentie zowel vergroten als verkleinen.

Definitie: Bodemdegradatie is een proces dat plaatsvindt in de vorm van verschijnselen door menselijke invloed, als gevolg waarvan de huidige en/of toekomstige produktiecapaciteit van de bodem afneemt.

(N.B. Deze definitie geldt specifiek voor GLASOD en wijkt dus af van de algemene definiëring, zoals deze in de inleiding is gedefinieerd).

Het effect van klimaatveranderingen door menselijke activiteit, is bij de doelstelling van GLASOD bewust achterwege gelaten.

Hoewel GLASOD zich in het algemeen zal beperken tot bodemdegradatie, zal het onvermijdelijk zijn tevens belangrijke aspecten van terreindegradatie aan te geven, met name terreindegradatievormen als ontbossing, resulterend in een verlies van biologische diversiteit, en overbegrazing, veelal leidend tot vestiging van ongewenste gewassen. 'Terrein', een ruimer begrip voor bodem, omvat bodem, vegetatie, topografie, grondgebruik en hydrologie.

Het is niet de doelstelling van GLASOD om te komen tot een vastlegging van de relatieve kwetsbaarheid van ecosystemen. Anders gezegd: GLASOD stelt zich niet ten doel de directe huidige en toekomstige snelheid van degradatieprocessen en potentiële gevaren ervan aan te geven. Men wil juist situaties aanwijzen en beschrijven, waar de natuurlijke balans is verstoord door menselijke interventie. Oftewel: men wil een beschrijving geven van de huidige staat van bodemdegradatie door menselijke aktiviteit, welke in hoofdzaak kan worden gedefinieerd als de vorm en graad van bodemdegradatie.

Daarnaast wil men niettemin wel een indicatie geven van de gemiddelde ~~degradatiesnelheid in de laatste 5 à 10 jaar.~~

Definities: De vorm van bodemdegradatie wordt toegeschreven aan het proces dat de degradatie veroorzaakt (verplaatsing van bodemmateriaal door water en wind; verslechtering ter plaatse door fysische, chemische en biologische processen).

De graad van bodemdegradatie heeft betrekking op de huidige staat van degradatie (geving, matig, sterk)

De gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden, heeft betrekking op de gebleken snelheid van de degradatieprocessen, geschat en gemiddeld over de laatste 5 à 10 jaar (langzaam, gemiddeld, snel).

Deze drie elementen van bodemdegradatie zullen nader behandeld worden in de respectievelijke hoofdstukken 4, 5 en 6.

In het voorafgaande is herhaaldelijk benadrukt, dat GLASOD zich uitsluitend richt op vorm, graad en snelheid van bodemdegradatie als gevolg van interventie door de mens. Hiermee zouden verschijnselen van bodemdegradatie, die zich in het verleden hebben voorgedaan als gevolg van geologische gebeurtenissen of afwijkende klimaatsomstandigheden, worden uitgesloten. Als voorbeelden kunnen worden genoemd het rijzen van gebergtekets, vulkaanuitbarstingen en de daarop volgende erosie van jonge lava en vulkanische as, het smelten van gletsjers etc. Daarom is besloten om in de definitieve kaart aan te geven in welke gebieden de natuurlijke erosie heeft geleid tot extreme omstandigheden, zoals woestijnen, zoutvlakten en dagzoming van gesteenten. Woestijnen kunnen bijvoorbeeld nog steeds een bedreiging vormen voor de omliggende gebieden in de vorm van zandstormen. In hetzelfde licht kunnen ook de zoutvlakten worden gezien, die een bron van zout zijn en in staat tot mogelijke verzilting van omliggende gebieden.

In dit project, zijn we met name geïnteresseerd in bodemdegradatie door menselijke interventie in de huidige tijd. Niettemin heeft dit ook in het eerdere verleden plaatsgevonden. De volgende 3 perioden zijn hierin te onderscheiden:

- a: Vroege beschaving, beginnende in de oudheid en doorlopend tot $\pm$ 250 jaar geleden;
- b: Periode van Europese expansie in Noord- en Zuid-Amerika, Australië, Azië en Afrika; 50-250 jaar geleden;
- c: Periode na de tweede Wereldoorlog, gekarakteriseerd door de bevolkingsexplosie, met name in de derde wereldlanden.

In vele delen van de wereld, is bodemdegradatie voorgekomen in verschillende periodes in het verleden, waarna het landoppervlak in evenwicht is gekomen met de degraderende factoren. De tijdvakken waarin deze snelheidsveranderingen plaatsvonden, variëren sterk. (Een groot deel van het weidegebied in Australië, is in ernstige mate geërodeerd in het verleden, maar heeft zich inmiddels weer gestabiliseerd).

Tenslotte moet worden benadrukt, dat slechts een beperkt aantal degradatieverschijnselen kan worden geprojecteerd op een schaal van 1:10.000.000. dit is alleen realiseerbaar met de hulp van experts, die zeer goed op de hoogte zijn van de lokale situaties. In deze richtlijnen wordt een beperkt aantal sleutels aangereikt ter vereenvoudiging van de beschrijving van vorm, ~~graad en snelheid van bodemdegradatie en~~ daardoor verhoging van de uniformiteit van het eindresultaat. De GLASOD-staf realiseert zich dat de interpretatie in zekere zin subjectief is, maar gelooft niettemin dat het mogelijk is om te komen tot een gezamenlijke poging tot een eerste vastlegging van bodemdegradatie op wereldschaal.

Hoofdstuk 4: Vormen van degradatie

Bodemdegradatie kan worden ingedeeld in twee categorieën:

De eerste categorie betreft bodemdegradatie door verplaatsing van bodem-materiaal. In deze categorie kan een onderscheid worden gemaakt tussen de effecten ter plaatse ('on-site effects') waartoe ook lokale afzetting behoort, en effecten op afstand ('off-site effects') waarbij een afstand van ca. 1 km. als grens wordt beschouwd.

De tweede categorie betreft degradatievormen die het resultaat zijn van een interne verslechtering van de bodem. Deze categorie kent alleen 'on-site effects'. Het houdt geen verband met de cyclisch fluetuerende chemische, biologische en fysische omstandigheden, die zich voordoen in relatief stabiele gebieden, waar de produktiviteit van de bodem door een actief regime wordt gehandhaafd. Ook de geleidelijke verandering van de chemische samenstelling als gevolg van bodemvormingsprocessen, wordt hier niet bedoeld.

Aan bovengenoemde categorie is één groep toe te voegen. Hierbij moet gedacht worden aan vormen van terreindegradatie in de sfeer van wijzigingen in de vegetatie. Voorbeelden zijn ontbossing en overbegrazing, die vaak leiden tot vestiging van ongewenste gewassen. Deze vormen terreindegradatie door menselijke invloed, zullen worden beschouwd als veroorzakende factoren van degradatieprocessen, zoals die hiervoor zijn beschreven.

De volgende vormen van bodemdegradatie dienen te worden onderscheiden en aangegeven op de kaart. Effecten op afstand, zullen in het algemeen niet getekend worden, maar worden aangeduid met speciale symbolen (zie 8.4.6)

4.1 Degradatie door verplaatsing van bodemmateriaal

4.1.1. WATEREROSIE

Ter plaatse (on-site):

- 1: Bodemverlies. Een gelijkmatig verlies van oppervlakkig bodemmateriaal als gevolg van wegspoeling.
- 2: Terreinvervorming. Een onregelmatige verplaatsing van bodemmateriaal, gekenmerkt door belangrijke beek- en geulvorming en massaverschuivingen.

Op afstand (off-site):

- 1: Reservoir-, haven- en merensedimentatie.
- 2: Overstromingen en daaraan verwante verschijnselen van erosie en dichtslibbing.
- 3: Vernietiging van koraal riffen, 'shellfist beds' en zeewieren.

4.1.2. WINDEROSIE

Ter plaatse:

- 1: Bodemverlies. Een gelijkmatige verplaatsing als gevolg van opstuiving.
- 2: Terreinvervorming. Een ongelijkmatige verplaatsing, gekenmerkt door belangrijke vorming van holtes, heuveltjes en /of duinen.

Op afstand:

- 1: Afzetting van eolisch materiaal ('overblowing'), bijvoorbeeld in de vorm van uitbreiding van zandvlakten ten koste van bestaande structuren als wegen en gebouwen ofwel ten koste van de vegetatie.

4.2 Degradatie als gevolg van interne verslechtering

4.2.1. CHEMISCHE VERSLECHTERING

- 1: Verlies van voedingstoffen, met vaak als gevolg een ernstige daling van de produktiviteit (bijvoorbeeld: de versnelde bodemverzuring in de natte tropen).
- 2: Verontreiniging en verzuring als gevolg van de bioindustrie. Overmatige toediening van bepaalde chemische stoffen (bv. organische mest, zuren).
- 3: Verziltig als gevolg van menselijke interventie, bijvoorbeeld irrigatie.
- 4: Verstoring van natuurlijke verrijking-door-overstroming. Dit probleem kan ontstaan als gevolg van maatregelen tegen overstroming, waardoor de natuurlijke aanvulling van voedingsstoffen wordt beëindigd.
- 5: Overige problemen van chemische aard, zoals het ontstaan van katteklei door drainage van sommige kustmoerassen en negatieve bodemchemische veranderingen in de zogenaamde 'paddy fields'. Nader te specificeren door een ter plaatse deskundige.

4.2.2. FYSISCH VERSLECHTERING

- 1: Korstvorming aan het oppervlak.
- 2: Compactie door het gebruik van zware machines op gronden met slechte draagkracht.
- 3: Structuurbederf van de bodem door dispersie van bodemmateriaal door Na. (en Mg.) zouten in de ondergrond ('sodication').

- 4: Verzadiging ('waterlogging'). Problemen van hydromorfe aard als gevolg van overstroming door de mens, de paddy fields uitgezonderd.
- 5: Verdroging, als gevolg van menselijk ingrijpen in de bodemvochthuishouding, door bijvoorbeeld verlaging van de grondwaterspiegel. Ingrepen in het diepe grondwater (voor bv. waterwinning) uitgezonderd.
- 6: Afname van organische stofgehalte. Oxidatie van O.S. door drainage.

4.2.3. BIOLOGISCHE VERSLECHTERING

- 1: Onbalans in de (micro) biologische aktiviteit in de bovenlaag. Dit kan worden veroorzaakt door ontbossing in de humide tropen of door overdosering van chemische bemesting in de geïndustrialiseerde landen.

4.3 Factoren die bodemdegradatie veroorzaken

- 1: Overbegrazing van weidegrond, waardoor extensief gebruikte gebieden hun oorspronkelijke vegetatie volledig verliezen.
- 2: Ontbossing, veroorzaakt door grootschalig rooien en afbranden van bosgebieden ("slash and burn"- systeem).
- 3: Overintensief teeltregime.

Hoofdstuk 5: De graad van degradatie

Het aanduiden van de aktuele graad van bodemdegradatie, kan zowel geschieden in relatie tot de bruikbaarheid in landbouwkundige zin, als tot het funktioneren van de bodem in biologische zin. In sommige gevallen kan de aktuele graad van degradatie worden gerelateerd aan de afnemende produktiviteit. De volgende indeling zal worden aangehouden:

- Geen
(none) : Er is geen teken van aktuele degradatie door water- of winderosie, of door fysische, chemische of biologische aantasting, alle oorspronkelijke biologische functies zijn intact. Deze gronden worden als stabiel beschouwd (zie 8.4.7).
- Licht
(slight) : Het gebied is bruikbaar voor lokale agrarische aktiviteit zij het met een enigszins verminderde productiviteit. Herstel van de oorspronkelijke produktiviteit is mogelijk door aanpassing van het grondgebruik.
- Matig
(moderate) : Het gebied is nog wel bruikbaar voor lokale agrarische aktiviteit, zij het met een sterk gereduceerde produktiviteit. Aanzienlijke aanpassingen zijn nodig om de produktiviteit te herstellen (bijvoorbeeld drainage tegen verzadiging en verzilting of terrasbouw om oppervlaktestroming tegen te gaan). De oorspronkelijke biologische funkties zijn gedeeltelijk verloren gegaan.
- Sterk
(severe) : De oorspronkelijke bruikbaarheid van het gebied in agrarische zin, kan niet meer worden herwonnen. Aanzienlijke ingrepen door deskundigen zijn nodig om het gebied nog te herstellen. De oorspronkelijke biologische functies zijn in belangrijke mate verloren gegaan.

Extreem : Het gebied is onherstelbaar aangetast. Oorspronkelijke biologische functies zijn volledig verloren gegaan. Het gebied is onbegroeid en onbruikbaar geworden. (zie 8.4.8)

Deze zeer algemene aanduidingen dienen met de nodige flexibiliteit toegepast te worden door de ter plaatse deskundigen bij het benoemen van de aktuele graad van degradatie. Enkele beschrijvende terreincomponenten en indicatieve voorbeelden van mogelijke omstandigheden, worden hieronder gegeven voor de aanduidingen licht, matig en sterk, en worden per degradatievorm behandeld.

5.1 Graad van degradatie als gevolg van watererosie

- 1 Licht : In diepe gronden (bewortelbare diepte bedraagt meer dan 50 cm): toplaag gedeeltelijk verdwenen en/of ondiepe beekjes met een onderlinge afstand van 20-50 m. In ondiepe gronden (bew. diepte minder dan 50 cm): sporadische ondiepe beekjes, met een onderlinge afstand van ten minste 50 m. In weidegebieden bedraagt de grondbedekking door overblijvende oorspronkelijke vegetatie, meer dan 70%.
- 2 Matig : In diepe gronden: toplaag volledig verdwenen, en/of ondiepe beekjes met een onderlinge afstand van 20-50 m. In ondiepe gronden: toplaag gedeeltelijk verdwenen en/of ondiepe beekjes met een onderlinge afstand van 20-50 m. In weidegebieden: grondbedekking door overblijvende oorspronkelijke vegetatie varieert van 30 tot 70%.
- 3 Sterke : In diepe gronden: toplaag en gedeelte van de ondergrond verdwenen en/of met matig diepe geulen met een onderlinge afstand van minder dan 20 m. In ondiepe gronden: toplaag volledig verdwenen; dagzoming van gesteente of

verharde laag ('hardpan'). In weidegebieden: grondbedekking door overblijvende oorspronkelijke vegetatie bedraagt minder dan 30%.

5.2 Graad van degradatie als gevolg van winderosie

- 1 Licht : In diepe gronden: top laag gedeeltelijk verdwenen en/of weinig (10-40% van het oppervlak) ondiepe (0-5 cm) laagtes.
In ondiepe gronden: sporadische (10% van het oppervlak) ondiepe laagtes. In weidegebieden: grondbedekking met overblijvende oorspronkelijke vegetatie overschrijdt de 70%.
- 2 Matig : In diepe gronden: top laag volledig verdwenen en/of algemeen voorkomende (40-70% van het oppervlak) ondiepe (0-5 cm) of weinig (10-40%) matig diepe laagtes (5-15 cm).
In ondiepe gronden: top laag deels verdwenen en/of weinig (10-40%) ondiepe laagtes.
In weidegebieden: grondbedekking met overblijvende oorspronkelijke vegetatie varieert van 30 tot 70%.
- 3 Sterk : In diepe gronden: volledige top laag en gedeelte van de ondergrond verdwenen en/of met veel (meer dan 70% van het oppervlak) ondiepe (0-5 cm) of algemeen voorkomende (40-70%) matig diepe laagtes, ofwel met weinig (10-40% van het oppervlak) diepe (meer dan 15 cm) laagtes of kuilen ('blowouts').
In ondiepe gronden: top laag volledig verdwenen; dagzoming van gesteentes of verharde laag ('hardpan').
In weidegebieden: grondbedekking door overblijvende oorspronkelijke vegetatie bedraagt minder dan 30%.

5.3 Graad van degradatie als gevolg van verzilting

Verzilting dient te worden gezien als de relatieve verandering in de laatste $\pm$ 50 jaar van de 'zoutheid' van de grond, welke als volgt kan worden gedefinieerd:

Niet zouthoudend: - Elektrische geleidbaarheid (E.C.) minder dan 5 dS/m;
 - E.S.P. (Exchangeable Sodium Percentage) minder dan 15%;
 - pH onder de 8,5.

Licht zouthoudend: - E.C. bedraagt 5-8 dS/m;
 - E.S.P. minder dan 15%;
 - pH onder de 8,5.

Matig zouthoudend: - E.C. bedraagt 9-16 dS/m;
 - E.S.P. minder dan 15%;
 - pH onder de 8,5.

Sterk zouthoudend: - E.C. bedraagt meer dan 16 dS/m;
 - E.S.P. minder dan 15%;
 - pH onder de 8,5.

De aktuele graad van verzilting door menselijke invloed, kan nu als volgt worden omschreven:

- 1 Licht: Van niet- naar zouthoudend, van licht naar matig zouthoudend of van matig naar sterk zouthoudend.
- 2 Matig: Van niet- naar matig zouthoudend, of van licht naar sterk zouthoudend.
- 3 Sterk: Van niet- naar sterk zouthoudend.

5.4 Graad van degradatie als gevolg van afname van het gehalte aan voedingsstoffen

Bij de bepaling van degradatie door het verlies van voedingsstoffen, worden de volgende criteria gehanteerd: het organische stofgehalte, het moedermateriaal en de klimatologische omstandigheden. Het verlies van voedingsstoffen door uitspoeling of via onttrekking door plant wortels zonder voldoende aanvulling, zal worden omschreven als een afname van organische stofgehalte, P en CEC (Cation Exchange Capacity, doelend op Ca, Mg en K).

- 1 Licht : Gecultiveerde graslanden of savannes op arme gronden in de tropen. Ontbost en gecultiveerd voormalig bosgebied in gematigde streken op zandige gronden, of in de natte tropen op gronden met rijk moedermateriaal.
- 2 Matig : Gecultiveerde graslanden of savannes in gematigde streken, op gronden met een hoog eigen organische stofgehalte, en waar het OS-gehalte aanzienlijk is afgenomen door mineralisatie (oxidatie). Ontbost en gecultiveerd voormalig bosgebied op gronden met matig rijk moedermateriaal in de natte tropen, waar achtereenvolgende jaarlijkse oogsten niet worden gecompenseerd door voldoende bemesting.
- 3 Sterk : Ontbost en gecultiveerd voormalig bosgebied in vochtige tropische streken op gronden met arm moedermateriaal (gronden met een lage C.E.C.), waar alle bovengrondse biomassa is verwijderd door kaalslag en waar achtereenvolgende gewassenteelt vrijwel onmogelijk is en niet uitsluitend door N-toevoeging verbeterd kan worden.
- 4 Extreem : Ontbost voormalig bosgebied waar alle bovengrondse biomassa door kaalslag is verwijderd, op gronden met van nature arm moedermateriaal, waar gewassenteelt en herbebossing onmogelijk is.

Hoofdstuk 6: Gemiddelde degradatie in het nabije verleden

Omschrijving van de gemiddelde degradatie in het nabije verleden, zal plaatsvinden in samenhang met gegevens over lokale bevolkingsdichtheden, zowel wat menselijke als wat dierlijke 'bevolking' betreft, en ook in samenhang met de agressiviteit van het klimaat en de graad van mechanisatie in het nabij verleden. In het kader van GLASOD, zijn we geïnteresseerd in een schatting van de aktuele gemiddelde bodemdegradatiesnelheid. Momenten van bodemdegradatie tijdens kritische perioden, dienen te worden samengenomen en gemiddeld over der laatste 5 à 10 jaar om te kunnen vaststellen of de degradatiesnelheid laag, gemiddeld of hoog ligt. In het rapport, dat aan de kaart zal worden toegevoegd, zullen de verschillende indicaties voor degradatiesnelheden die in de kaart zijn aangegeven, per eenheid zo nauwkeurig mogelijk worden omschreven.

Hoofdstuk 7: Relatieve oppervlakte van aantasting per eenheid

Gezien de gekozen schaal, zal het onmogelijk zijn alle vormen van bodemdegradatie in een bepaald gebied afzonderlijk aan te geven. Een schatting van de regelmatigheid in voorkomen van een bepaalde degradatievorm, dient te worden gemaakt met behulp van lokale kennis of remote sensing. De mate waarin een bepaalde degradatievorm voorkomt, wordt bepaald door het percentage aangetast oppervlak:

1 schaars (infrequent)	: 1-5% v.h. gebied aangetast;
2 algemeen (common)	: 6-10% v.h. gebied aangetast;
3 veelvuldig (frequent)	: 4-25% v.h. gebied aangetast;
4 uiterst veelvuldig (very freq.)	: 26-50% v.h. gebied aangetast;
5 overheersend (dominant)	: 51-100% v.h. gebied aangetast.

Opgemerkt kan worden dat categorie 0:0% van het gebied aangetast, aangeeft dat er binnen die eenheid geen degradatie plaatsvindt. Deze categorie zal daarom verder worden weggelaten.

Hoofdstuk 8: Methodiek van kartering, codering en rapportage

Op regionaal niveau zal worden gewerkt met basiskaarten met een gemiddelde schaal van 1:7.500.00, waarin alleen de essentiële topografische fenomenen zijn aangegeven, zoals gebergten, belangrijke rivieren en steden, deze kaarten zullen door de GLASOD-staf worden verstrekt.

Voor de uitvoering van GLASOD, is de volgende methodiek ontwikkeld:

8.1. Voorbereiding

Alle bestaande informatie over aspecten die verband houden met bodemdegradatie, zal moeten worden verzameld en bestudeerd (hiertoe behoort ook alle historische informatie). Een van de informatiebronnen die houvast bieden, zou de 1:5.000.000 FAO Soil Map of the World kunnen zijn. Een lijst van beschikbare relevante informatie die bij ISRIC beschikbaar is, zal aan GLASOD-medewerkers worden verstrekt, en indien nodig zullen zwart-wit kopieën van kaarten op verzoek worden verschaft. Andere informatie van meer recente en gedetailleerde aard, is van groot belang voor de toetsing van bestaande informatie. Kopieën of originelen van kaarten en rapporten die zullen worden gebruikt en niet in het bezit zijn van ISRIC, zullen worden aangevraagd. Van de gebruikte informatie dient een referentielijst te worden bijgehouden. Andere specifieke aspecten die van belang zijn, zijn klimaat, geologie, hydrologie, geomorfologie, ecologie, vegetatie, erosie, grondgebruik en bevolkingsdichtheid. Bestaand remote sensing materiaal met kleine schaal, zoals satellietbeelden, kan ook zeer bruikbaar zijn. Luchtfoto's kunnen gebruikt worden om bepaalde degradatievormen in een

testgebied van een kaarteneenheid waar te nemen, voor zover deze niet via satellietbeelden waargenomen kunnen worden (bv. geulvorming, dicht-slibbing).

8.2 Overleg

Ter evaluatie van bodemdegradatie-aspekten op regionaal niveau, is voorgesteld om specialisten te raadplegen, die op hetzelfde gebied deskundig zijn en uit de verschillende landen die tot een regio behoren, afkomstig zijn. Correlatie van bestaande informatie op regionaal niveau, zullen het onderwerp van dit overleg vormen, samen met de GLASOD-methodiek.

8.3 Kartering

Voor het karteren van bodemdegradatie, dienen de volgende stappen te worden genomen:

- 8.3.1. Verdeel het te karteren deelgebied in fysiografische eenheden met een zekere homogeniteit in topografie, klimaat, vegetatie, geologie, bodem en grondgebruik. Menselijke en dierlijke populatiedichtheden (zo mogelijk stedelijke populaties uitgezonderd), kunnen andere diagnostische criteria zijn. Deze onderverdeling moet geschieden door gebruik van bestaande bodem-associatie- en andere kaarten en met behulp van remote sensing materiaal. De kleinste te karteren eenheid is 1 maal 1 cm (= 5625 km² op schaal 1:7.500.000). Slechts enkele uitzonderingen zullen worden gemaakt voor fysiografische eenheden van kleiner dan 1 maal 1 cm. De meeste gebieden zullen echter groter zijn.

8.3.2. Evaluatie van bodemdegradatiestatus: ga na of binnen geschetste fysiografische eenheden bodemdegradatie voorkomt die het gevolg is van menselijk handelen. Evalueer de graad, de snelheid en de omvang van de degradatie per fysiografische eenheid. Het resultaat van het evaluatieproces is een symbool voor elk van de relevante degradatieprocessen en hun graad, omvang en snelheid. Deze symbolen moeten worden aangegeven in de bijbehorende kaarteenheden. Omdat het zeer goed mogelijk is dat verschillende degradatievormen zich voordoen binnen één polygoon, zal de degradatievorm die de grootste oppervlakte beslaat, in de kaart worden aangegeven; de andere vormen dienen te worden aangegeven en omschreven in een bijbehorende matrixtabel (zie bijlage 1). Elke polygoon krijgt om deze reden een eigen nummer.

8.4 Kaartsymbolen voor de door degradatie aangetaste polygonen

8.4.1. Kaartsymbolen voor degradatievormen

- W : watererosie;
- Wt: bodemverlies ('loss of topsoil') door watererosie;
- Wd: terreindeformatie door watererosie;
- E : winderosie;
- ~~Et: bodemverlies door winderosie;~~
- Ed: terreindeformatie door winderosie;
- C : chemische verslechtering van de bodem;
- Cn: verlies van voedingsstoffen;
- Cp: verontreiniging en verzuring door de bioindustrie;
- Cs: verzilting;
- Cd: verstoring van natuurlijke verrijking-door-overstroming;
- Co: overige chemische problemen;
- P : fysische verslechtering van de bodem;
- Pk: korstvorming aan het oppervlak;

- Pc: compactie;
 Ps: structuurbederf als gevolg van dispersie door Na- en Mg-zouten;
 Pw: verzadiging ('Waterlogging');
 Pa; verdroging;
 Pl: afname van het organische stofgehalte;
 B : biologische verslechtering;
 Bb: onbalans in de (micro) biologische activiteit;

Zoals al eerder is vermeld, wordt bodemdegradatie als gevolg van ontbossing, overbegrazing of overintensief teeltregime, niet beschouwd als een aparte vorm van bodemdegradatie, maar specifieke tekens voor deze verschijnselen zullen worden toegevoegd direkt achter het symbool voor de degradatievorm:

- f: ontbossing als veroorzakende factor;
 g: overbegrazing als veroorzakende factor;
 i: overintensief teeltregime;
 o: andere oorzaken.

Voorbeeld: het symbool Wdf geeft aan dat het gaat om terreindeformatie door watererosie als gevolg van ontbossing.

8.4.2. Kaartsymbolen voor de graad van bodemdegradatie

- Licht : gebruik een kleine letter bij het benoemen van de degradatievorm: w..., e..., c..., p..., b...;
 Matig : gebruik een hoofdletter bij het benoemen van de degradatievorm: W..., E..., C..., P..., B...;
 Sterk : onderstreep de hoofdletter bij het benoemen van de degradatievorm: W..., E..., C..., P..., B...;
 Extreem : omcirkel de hoofdletter bij het benoemen van de degradatievorm: (W)..., (E)..., (C)..., (P)..., (B)...

8.4.3. Kaartsymbolen voor de omvang van de degradatie

- 1: schaars (1-5% van het terrein aangetast);
- 2: algemeen (6-10% van het terrein aangetast);
- 3: veelvuldig (11-25% van het terrein aangetast);
- 4: uiterst veelvuldig (26-50% van het terrein aangetast);
- 5: overheersend (meer dan 50% van het terrein aangetast).

Deze getallen dienen direkt achter het symbool voor degradatievorm geplaatst te worden. Voorbeeld: C s1 houdt in sterke verzilting in 1-5% van de kaarteenheid.

8.4.4. Kaartsymbolen voor het aanduiden van de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden.

- 1: langzaam;
- 2: matig;
- 3: snel.

Deze nummers dienen te worden geplaatst direkt achter het nummer voor de omvang van de degradatie (8.4.3). Voorbeeld: C s12 betreft een schaars (1-5%) voorkomende, sterke verzilting die met een matige snelheid voortschrijdt.

8.4.5. Kaartsymbolen voor het aanduiden van bodemdegradatie in het verleden.

- (a): vroege beschaving (meer dan 250 jaar geleden);
- (b): periode van de expansie van Europa (50-250 jaar geleden).

Deze symbolen dienen te worden geplaatst achter het nummer waarmee de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden (8.4.4.) wordt aangeduid, of na het kaartsymbool voor stabiel gebied (8.4.7.).

8.4.6. Kaartsymbolen voor effecten op afstand ('off-site')

Deze effecten dienen te worden geëvalueerd. Wind- en watererosie door menselijke interventie kunnen off-site gevolgen hebben die eerst moeten worden getaxeerd. Elke vorm hiervan zal door een pijl of lijn in kaart worden gebracht, waarbij de volgende codes worden geplaatst:

Wr: dichtslibbing van reservoirs en meren;

Wf: overstroming;

Wc: vernietiging van koraalriffen;

Eo: bedekking met eolisch materiaal ('overblowing').

8.4.7. Kaartsymbolen voor stabiel gebied

Hiermee worden kaarteenheden bedoeld waarbinnen geen bodemdegradatie als gevolg van menselijk handelen optreedt. Binnen deze kaarteenheden is de huidige graad van bodemdegradatie 'geen' (zie hoofdstuk 5), hoewel in het verleden degradatie kan zijn opgetreden (8.4.5.). Twee vormen van stabiel terrein kunnen worden onderscheiden: natuurlijk gestabiliseerd terrein en terrein dat door de mens is gestabiliseerd. De volgende symbolen zullen worden gebruikt:

SN : het terrein is op natuurlijke wijze gestabiliseerd (bv toendra's, extensief natuurbos, ijs);

SH : het terrein is door menselijk ingrijpen gestabiliseerd;

SHp : gestabiliseerd als gevolg van landbouw volgens de methode van de 'paddy field bunding';

SHc : gestabiliseerd als gevolg van 'soil conservation practices' voor de landbouw of door andere conserveringsmaatregelen;

SHr : gestabiliseerd als gevolg van herbebossing, permanente beplanting etc.;

SHe : gestabiliseerd als gevolg van inpoldering.

8.4.8. Kaartsymbolen voor onbruikbare gebieden

Het gaat hierbij om kaarteenheden van gebieden die op natuurlijke wijze een uiterste staat van degradatie hebben bereikt, en onbegroeid en onbruikbaar zijn geraakt:

D: actieve duinen;

Z: zoutvlakten;

R: dagzomingen van gesteenten;

A: woestijnen;

I: ijskappen.

8.5 Rapportage

Een document met daarin een gedetailleerde beschrijving van bodemdegradatie dient per regio te worden samengesteld. Dit document bevat een exacte uitleg van de verschillende vormen van degradatieprocessen, hun graad, snelheid en relatieve belangrijkheid zoals dit op de bijbehorende kaart of in de matrixtabel is aangeduid. Alle criteria die zijn gehanteerd voor het definiëren van de graad en de snelheid van de verschillende processen, moeten zeer uitvoerig worden uitgelegd om de latere correlatie op wereldschaal te vereenvoudigen. Bovendien dienen ~~alle vormen van bodemdegradatie in het gebied, die niet op de kaart of~~ in de matrix konden worden aangegeven, zo gedetailleerd mogelijk te worden beschreven. Voorbeelden: solifluctie, lokale verontreiniging, mijn afval.

Het rapport dient tenslotte voorzien te worden van een complete lijst van alle deskundigen en instituten die aan het project hebben meegewerkt op regionaal niveau en een lijst van al het bestaand materiaal dat bij het evaluatieproces is gebruikt.

DEEL 2: EERSTE TOEPASSING OP KENYA

Hoofdstuk 9: Aanknopingspunten

Na verzameling en bestudering van alle relevante informatie die tot de beschikking van ISRIC staat, is begonnen met de segmentering van het land volgens de werkwijze zoals deze in 8.3 en 8.4 summier wordt beschreven, en in het onderstaande nader zal worden verduidelijkt:

- 1e fase : Verwerking van gegevens omtrent fysiografie, klimaat, grondgebruik en bevolkingsdichtheid in afzonderlijke kaartjes op de werkschaal van 1:7.500.000, op transparante sheets (bijlagen 1,2,3 en 4).
- 2e fase : Afgrenzing van gebieden, die wat betreft de vier genoemde aspecten, een zekere mate van homogeniteit vertonen. Nauwkeurige afweging van onderlinge verschillen in gewicht van deze aspecten. Veelvuldig overleg met ter plaatse deskundigen. Het is de fase die de meeste tijd en aandacht vergt, en als een van de belangrijkste mag worden beschouwd (hier wordt immers de basis gevormd voor het uiteindelijke resultaat: de bodemdegradatiekaart).
Uitvoerige verantwoording van de gekozen polygoongrenzen, en een duidelijke karakterisering per polygoon: beschrijving van fysiografie, klimaat, bevolkingsdichtheid en bodemgebruik.
- 3e fase : Met de assistentie van ter plaatse deskundigen, trachten te komen tot een zo nauwkeurig mogelijke omschrijving van de verschillende degradatievormen per polygoon (mogelijk vallen hierdoor sommige eenheidsgrenzen weg). Tevens analyse van

eventuele 'off-site effects'.

4e fase : Toekenning van symbolen voor de graad, de omvang en de snelheid van de degradatie. Daarnaast ook codering van degradatieprocessen in het verleden en off-site effects.

5e fase : Vastlegging van gegevens omtrent bodemdegradatie in de matrix-tabel (zie bijlage 1), die per polygoon dienen te worden ingevuld.

(6e fase): Rapportage: van elk deelgebied (in dit geval Oost-Afrika) dient een rapport te worden samengesteld. Voor Kenya is dit alvast gedaan in de vorm van dit rapport, omdat Kenya gold als een soort gidsgebied voor de kartering van de overige landen van Oost-Afrika.

Hierin worden alle genomen beslissingen en gehanteerde criteria uit eerdere fasen vastgelegd en onderbouwd. Verder bevat het rapport een lijst van medewerkers en een referentielijst.

N.B. Fase 6 staat zowel hierboven als in de GLASOD-richtlijnen als apart stadium vermeld. Tijdens de behandeling van Kenya is echter al gebleken, dat dit proces zich tijdens de voorgaande 5 fasen afspeelt.

In dit hoofdstuk zal slechts de eerste van de genoemde fasen worden behandeld.

9.1 Degradatiebepalende factoren

9.1.1. Fysiografie

Het belangrijkste criterium bij de vastlegging van de polygoongrenzen is de fysiografie van het gebied. De gevoeligheid

van een gebied voor bepaalde degradatievormen, is in sterke mate afhankelijk van de fysiografische eigenschappen van het gebied. De 'Exploratory Soil Map of Kenya', schaal 1:1.000.000, bleek zeer bruikbaar voor de indeling van het land in fysiografische hoofdeenheden. Vanwege het complexe karakter van de kaart, is besloten eerst op de schaal van 1:1.000.000 door te werken, waarna de getrokken grenzen werden overgebracht naar een transparant, op een schaal van 1:7.500.000 (GLASOD-werkschaal). De grenzen werden vastgelegd met gebruik van de volgende criteria.

A: Onstaanswijze: onderscheid werd gemaakt tussen sedimentatiegebieden, erosievlakten, gebieden met een vulkanische basis en gebieden gebaseerd op oorspronkelijk moedermateriaal (Basement System). Het onderscheid tussen gronden op Volcanic/Igneous Rocks en gronden op Basement System Rocks, is gemaakt op basis van een verschil in resistentie tegen erosie. de eerste groep heeft namelijk een hogere resistentie (en dus een lagere erosiviteit).

B: Hellingfactor: dit houdt uiteraard verband met A, en is vooral bepalend voor de mate van watererosie die in een gebied plaatsvindt.

~~Bijlage 6 geeft de onderscheiden fysiografische eenheden aan op werkschaal 1:7.500.000. Ze zijn als volgt te karakteriseren:~~

Ps: Sedimentatievlakte (Sedimentary Plain). Zeer uitgestrekt, nagenoeg vlak gebied, met veel klei- en zandgronden. Met name orthic SOLONETZ, ferralic ARENOSOLS en ferric LUVISOLS.

- Pe: Erosie vlakten (Erosional plains). Vlake tot zwak hellende gebieden op oorspronkelijk moedermateriaal (Basement System). Chromic LUVISOLS, rhodic en orthic FERRALSOLS, calcic CAMBISOLS.
- M1: Heuvel- en berggebieden: matig tot sterk hellende gebieden (meer dan 5%), van vulkanische oorsprong. Vooral eutric en humic NITISOLS (NITOSOLS, FAO), humic ANDOSOLS, chromic CAMBISOLS.
- M2: Heuvel- en berggebieden: matig tot sterk hellende gebieden (meer dan 5%), ontwikkeld op oorspronkelijk materiaal. Zeer divers, met o.a. chromic, orthic en ferric ACRISOLS, orthic LUVISOLS.
- R: De Rift Valley, die een zeer eigen geologisch en geomorfologisch karakter heeft. Zeer brede en diepe slenk met actief vulkanisme. Sterke hellingfactor (0% tot zeer steil). Calcaric REGOSOLS, orthic SOLONCHAKS, ferric, chromic en gleyic LUVISOLS.

9.1.2. Klimaat

De mate waarin een gebied gevoelig is voor degradatie, wordt bepaald door de balans tussen de natuurlijke resistentie van de bodem en de agressiviteit van het klimaat. Het is dus zeer van belang te weten in welke streken het klimaat agressief is t.a.v. de bodem en waar deze agressiviteit minder is.

Bijlage 4a geeft een 1:7.500.000 agro-klimaatzonekaart weer, waarin het klimaat in verschillende zones is ingedeeld. Het hierdoor onstane lijnenpatroon mag ter indicatie van de agressiviteit van het klimaat worden gebruikt.

Overigens zijn deze lijnen sterk gegeneraliseerd voor de verkleining van 1:1.000.000 naar 1:7.500.000, en mede met het

oog op de uiteindelijke doelstelling van het GLASOD-project: een 1:10.000.000 bodemdegradatiekaart van de wereld.

Er is niet naar gestreefd om aan elk der (gegeneraliseerde) zones een resistentiewaarde toe te kennen, aangezien dit zeer moeilijk is. Alleen het lijnenpatroon is gebruikt bij de samenstelling van de polygonenkaart. Gegevens over temperatuur, neerslag e.d. zijn verwerkt in de legenda in bijlage 4b.

9.1.3. Bevolkingsdichtheid en grondgebruik

Gedurende de laatste 10-20 jaar, is de bevolking in Kenya explosief gegroeid. Vooral in de streek rondom Lake Victoria (o.a. Kisii District) is de bevolkingsdichtheid sterk toegenomen. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de degradatiesnelheid in deze gebieden. De natuurlijke balans tussen resistentie van de bodem en agressiviteit van het klimaat, kan immers door de mens worden verstoord. Dit kan gebeuren door het houden van meer vee, waardoor overbeweiding plaatsvindt, door overintensieve akkerbouw met onvoldoende 'soil conservation practices' en door toenemende ontbossing.

De zeer algemene bevolkingsdichtheidkaart en grondgebruikskaart, beiden 1: 7.500.000, bieden een inzicht in de wijze waarop de bevolking verspreid is over Kenya en in de verspreiding van bos-, akkerbouw- en veeteeltgebieden. Vanwege de ouderdom (1968), kan aan de grondgebruikskaart echter niet te veel geloof worden gehecht.

9.2 De noodzakelijke generalisatie

Voor het vervaardigen van een bodemdegradatiekaart van de wereld, is door GLASOD gekozen voor de Mercator-projectie. Dit houdt in dat er wordt gewerkt met een gemiddelde schaal van

1:10.000.000, maar dat op 60 graden noorder- en zuiderbreedte de schaal 1:7.500.000 bedraagt en op de evenaar 1:15.000.000. Nu wordt Kenya doorsneden door de evenaar, en zal dus de uiteindelijke schaal ongeveer 1:15.000.000 bedragen. De werkschaal van 7.500.000 (zie bijlagen) wordt dus nog teruggebracht tot de helft, en wat men overhoudt is een projectie van Kenya ter grootte van een ei.

In het relatief zeer gedetailleerde materiaal, dat bij de kartering van degradatie wordt gebruikt, zal dus een zeer rigoureuse generalisatie moeten plaatsvinden. Dit kwam reeds aan de orde in 9.1.2., maar ook bij de andere degradatiebepalende factoren is dit van toepassing.

In het proces van generalisering, dienen telkens afwegingen gemaakt te worden omtrent de belangrijkheid van de overblijvende en van de 'verdwijnende' informatie.

Vooraf in het kader van GLASOD is deze afweging zo belangrijk, omdat men altijd verantwoording moet kunnen afleggen voor ligging van de uiteindelijke polygoongrenzen.

Per degradatiebepalende factor zoals genoemd in 9.1, zal daarom een korte uitleg worden gegeven omtrent beslissingen met een generaliserend karakter.

9.2.1. Fysiografie

In 9.1.1. werd al duidelijk dat van de Exploratory Soil Map of Kenya 1:1.000.000 slechts 5 fysiografische hoofdeenheden overblijven. Als grens tussen de eenheden Ps en Pe geldt de overgang van het sedimentatiebekken naar de erosievlakten, oftewel het gebied van herkomst van de sedimenten. Verder is er een klein gradiëntverschil en een merkbaar verschil in klimaat. Over het algemeen is ook de dichtheid van vooral permanente

bevolking hoger binnen de eenheid Pe. De fysiografische grens tussen erosie- en sedimentatiegebied zoals deze op de bodemkaart is aangegeven, wordt echter als bepalend beschouwd. De grens die tussen de M-eenheden en de Pe-eenheid is louter op fysiografische basis getrokken: de mountains, hills en uplands zijn gescheiden van de veel vlakker gelegen erosional plains en Piedmont plains. De grens is dus bepaald door enerzijds het gradiëntverschil en anderzijds door de aanwezigheid van ondiepe gronden binnen de M-eenheden, die vaak op een stenige ondergrond zijn gelegen.

De grens die tussen de eenheden M1 en M2 is getrokken, is meer van geologische aard: er is een onderscheid gemaakt tussen gronden ontwikkeld op het 'Basement System' en gronden die van vulkanische oorsprong zijn. Zoals al eerder gezegd, berust dit onderscheid op een verschil in erosiviteit. Hiermee is in feite al enigszins op de werkwijze vooruitgelopen, omdat hier al rekening wordt gehouden met mogelijke degradatieprocessen.

De Rift Valley tenslotte, is als aparte fysiografische eenheid benoemd, omdat deze een geheel eigen geologisch en geomorfologisch karakter heeft. Binnen deze eenheid doet zich ook een grote verscheidenheid van bodems en degradatievormen voor, die sterk afwijken van de rest van het land.

Andere, minder belangrijke eenheden op de bodemkaart, vallen ~~weg door hun geringe oppervlakte of hun gelijkenis met één~~ van de 'overgebleven' eenheden.

9.2.2. Klimaat

Het veralgemenen van de agro-klimaatzonekaart, beperkt zich met name tot het globaler intekenen van de lijnen en het samenvoegen van eenheden. De hoofdlijnen van de 'Moisture availability zones' zijn gehandhaafd, terwijl de 'temperature zones' volledig

zijn verdwenen en zijn ondergebracht in de eerste groep, de moisture availability zones. De volgende 4 eenheden zijn gehandhaafd:

- A: De moisture availability zones 1, 2 en 3 bij een, omdat deze groep zich kenmerkt door een humide tot semi-humide klimaat, waarin vooral bosgebied en 'rain-fed agriculture' voorkomt;
- B: De moisture availability zones 4 en 5 bijeen, omdat deze groep karakteristiek is voor een semi-humide tot semi-aride klimaat, waarbinnen extensieve akkerbouw en betrekkelijk intensieve veehouderij mogelijk is;
- C: De moisture availability zone 6 als afzonderlijke eenheid, omdat dit een gebied is (aride), waarbinnen extensief grondgebruik nog juist mogelijk is, maar dan nog afhankelijk van de vraag of er in het bedoelde jaar voldoende neerslag valt;
- D: De moisture availability zone 7, wat staat voor hyperaride. In dit zeer grote gebied is elke vorm van akkerbouw vrijwel uitgesloten, en is slechts zeer extensieve veehouderij mogelijk, wat vooral door nomadenstammen gebeurt.

9.2.3. Bevolkingsdichtheid en grondgebruik

De informatie die op dit gebied voorhanden was, was om te beginnen al tamelijk gebrekkig: de grondgebruiksk kaart uit de World Atlas of Agriculture stamde uit 1968, terwijl de bevolkingsdichtheidkaart (die weliswaar veel recenter is) op een moeilijk bruikbare wijze is afgebeeld.

Om te beginnen de grondgebruiksk kaart. Deze was door de sterke veroudering slechts beperkt bruikbaar en kon alleen nog in hoofdlijnen worden toegepast, hier en daar aangevuld met recentere lokale informatie. (Bijlage 2a toont de hoofdeenheden van grondgebruik in Kenya). De veroudering bracht daardoor automatisch al een generalisering met zich mee.

De bevolkingsdichtheidkaart bleek te zijn samengesteld uit een groot aantal punten, die elk 10.000 mensen vertegenwoordigen. Uiteindelijk is besloten met behulp van enkele lijnen een driedeling te maken tussen:

- 1: gebieden met minder dan 300 inw. per km²;
- 2: gebieden met 300 tot 600 inw. per km²;
- 3: gebieden met meer dan 600 inw. per km².

Een meer gedetailleerde weergave zou de foutenkans onaanvaardbaar doen verhogen, zodat ook hier de generalisering automatisch plaats heeft gevonden.

Om het resultaat overzichtelijk te houden, is besloten beide aspecten in twee aparte kaarten weer te geven.

Hoofdstuk 10: Vastlegging en karakterisering van de kaarteenheden

Door de transparante kaartjes 1:7.500.000 van fysiografie klimaat, grondgebruik en bevolking over elkaar heen te leggen, kan een goede indruk worden gevormd omtrent hoe de polygoongrenzen getrokken moeten worden. Zoals ook door de richtlijnen wordt voorgeschreven, zijn de fysiografische grenzen bepalend, en dient men vervolgens met behulp van de overige gegevens, nog eventuele grenzen toe te voegen of weg te laten. Dit met als doel om eenheden te scheppen, die in meerdere opzichten een zekere homogeniteit te zien geven.

De uiteindelijke polygonenkaart (bijlage 5) is het resultaat van een nauwkeurige interpretatie van de verschillende aspecten die in de kaart zijn verwerkt. Hierbij werd als volgt te werk gegaan:

Fase 1: Schetsen van voorlopige polygoongrenzen;

Fase 2: Toetsing met behulp van (zeer) lokale gegevens (puntwaarnemingen), o.a. lokale bodemkaarten, bodemerosiekaarten, irrigatie-onderzoeken;

Fase 3: Eerste aanpassing naar aanleiding van fase 2;

Fase 4: Toetsing aan de kennis van ter plaatse deskundigen (meer op grote schaal dan fase 2);

Fase 5: Tweede aanpassing en vervolgens vastlegging van de polygoongrenzen. Elke polygoon wordt nu gekarakteriseerd met behulp van alle informatie die is verkregen uit fase 1-4.

Na afronding van fase 5 liggen de polygoongrenzen vast. Om nu tot de juiste conclusie met betrekking tot degradatieprocessen te komen, is het zeer belangrijk, dat elke eenheid eerst zeer nauwkeurig gekarakteriseerd wordt. Hiertoe is gekozen voor een schematische opzet:

EEN- HEID	FYSIOGRAFIE	KLIMAAT	BEVOLKINGSDRUK, GRONDGEBRUIK
1	Sedimentatiebekken- nagenoeg vlak.	Hyperaride, in hoofdzaak 7-1 en 6-1 (1:1.000.000 Agro-Climatic Zone Map): p/Eo minder dan 0,25 en gemiddelde jaartemperatuur 24-30 graden.	Zeer dun bevolkt; in hoofdzaak noma- dische stammen (o.a. ook vluchtelingen uit Ethiopië). Per- manente bewoning be- perkt zich tot enkele kleine kernen. Ex- tensief weiden van vee.

EEN- HEID	FYSIOGRAFIE	KLIMAAT	BEVOLKINGSDRUK, GRONDGEBRUIK
2	In hoofdzaak erosional plains en Piedmont plains; helling ongeveer 0-5%.	Aride, met name codes 5-1 en 6-1 uit de Agro-Climatic Zone Map of Kenya: $p/E_o = 0,15 - 0,40$ en gemiddelde jaartemperatuur bedraagt 24-30 graden.	In het algemeen dichter bevolkt dan 1; bewoning ook meer met een permanent karakter. Grondgebruik extensieve veehouderij met lokale pogingen tot akkerbouw (maïs).
3A-1	Heuvel- en gebergtelandschap van vulkanische oorsprong. Hellingen in de regel >8%.	Variërend van semi-aride (5 1-4) tot humide (1 3-9), afhankelijk van de hoogteligging. Komt neer op temperatuurvariaties van minder dan 10 graden C tot 30 graden C. p/E_o meer dan 0,25 en met de hoogte toenemend tot meer dan 0,80.	Relatief dichtbevolkt, met meer dan 300 inw. per km ² . Zowel akkerbouw als veeteelt komen veelvuldig voor. Meest intensief bewoonde en benutte deel van Kenya.

EEN- HEID	FYSIOGRAFIE	KLIMAAT	BEVOLKINGSDRUK, GRONDGEBRUIK
3A-2	Heuvellandschap van vulkanische oorsprong. Hellingen minder sterk dan 3A-1.	Hyperaride; code 7-1 volgens de Agro-Climatic Zone Map of Kenya, 1:1.000.000. De p/Eo bedraagt minder dan 0,15 en de gemiddelde jaartemperatuur is ongeveer 24-30 graden C.	Landgebruik gelijk aan eenheid 1. Zéér dun bevolkt.
3B-1	Heuvel- en bergtelandschap van oorspronkelijk ('Basement System') materiaal. Hellingen vaak meer dan 8%.	Over het algemeen warmer en droger dan de gebergten in eenheid 3A-1, omdat deze gebergten, heuvels en hooglanden in de regel minder hoog zijn. Eenheden 3, 4 en 5 tamelijk algemeen: semi-humide tot semi-aride.	Relatief dicht bevolkt, zij het minder dan de vulkanische gronden van eenheid 3A-1. Zowel akkerbouw als veehouderij.

EEN- HEID	FYSIOGRAFIE	KLIMAAT	BEVOLKINGSDRUK, GRONDGEBRUIK
3B-2	Vlak tot zwak heuvelachtig gebied (2-8%) op Basement System.	Semi-aride tot aride, p/Eo ligt tussen 0,15 en 0,40; gemiddelde jaartemperatuur 20-30 graden C.	Dun bevolkt, waar- mee het zich duide- lijk onderscheidt van 3B-1. Typisch veeteeltgebied.
4	Tamelijk vlak terrein van vulkanisch ma- teriaal (basal- ten, vulkani- sche tuffen). Karakteristiek door de veel voorkomende VERTISOLS.	4-4-5 en 4-4, dus in hoofd- zaak semi-aride. Gemiddelde jaar- temperatuur tus- sen 16 en 20 graden C.	Dun-bevolkt (aan- zienlijk dunner dan in de eenhe- den 3A-1 en 3B- 2). Zeer extensief grondgebruik, met name nog geconcen- treerd langs de randen (akkerbouw en veeteelt). Wel toename van agra- risch gebruik, maar slechts aarzelend.
5	Tamelijk vlak terrein (tot 5%) waarin de 'step- faulted' struc- tuur van de Rift Valley te her- kennen is. Base- ment System.	Hyperaride (7-1); p/Eo bedraagt min- der dan 0,15, ter- wijl de gemiddelde jaartemperatuur rond de 30 graden C. ligt.	Zéér dun bevolkt. Nauwelijks nog be- weiding mogelijk door de droogte.

EEN- HEID	FYSIOGRAFIE	KLIMAAT	BEVOLKINGSDRUK, GRONDGEBRUIK
6	Drietal geïso- leerde vulkani- sche toppen met hun hellingen en footslopers. Af- wateringspatroon min of meer cy- clisch. Rondom Mt. Marsabit snelle infiltra- tie van neerslag, die in de vorm van bronnen on- deraan de berg, weer bovenkomt. Hellingen tot bo- ven 8%.	In hoofdzaak hyperaride (zie 5), uitgezonderd de toppen van Mt. Kulal en Mt. Mar- sabit, waar de codes doorlopen tot resp. 3-5 en 3-3 (semi- humide).	Bevolkingsdruk zeer groot op de hoger gelegen hellingen van Mt. Marsabit. Ook op de plaats van de bronnen rondom Mt. Marsabit een belangrijke bevol- kingsdruk, met zeer intensieve bewei- ding. Rest van het gebied (de lagere hellingen) nauwe- lijks in gebruik, vanwege bedekking met lavablokken.
7	Rift Valley (cen- trale Slenk), ge- kenmerkt door de lagere ligging, aktief vulkanisme en een zeer varië- rend landschaps- beeld (steile vul- kaanketens, steen- vlakten, sediment- vlakten en meren).	Wisselend binnen korte afstanden; maar in hoofdzaak 5-2,3: semi-aride met gemiddelde jaartemperatuur van 20-24 graden C.	Dun bevolkt, met alleen concentraties rond o.a. Lake Na- kuru, dus in het gebied tussen de Mau Escarpment en de Aberdares. Ex- tensieve beweiding van vee, zij het met concentraties in de dichter be- volkte streek.

Na de voornaamste degradatiebepalende factoren per eenheid duidelijk zijn omschreven, is een goede basis verkregen voor het trekken van conclusies omtrent de degradatieprocessen zelf (fase 3 in hoofdstuk 9). In het volgende hoofdstuk zal dit nader aan de orde komen.

Hoofdstuk 11: Degradatieprocessen per kaarteenheden: beschrijving en codering

Tot nu toe zijn weliswaar de kaarteenheden vast komen te liggen, ~~maar over de degradatieprocessen zelf, is nog geen uitspraak gedaan.~~ Wel is per eenheid beschreven wat de belangrijkste degradatiebepalende factoren zijn. Met behulp van literatuur, bestaand kaartmateriaal en lokale kennis, zullen deze eenheden nu verder ingevuld moeten worden. Uitspraken die vervolgens worden gedaan, zullen nog worden getoetst aan puntwaarnemingen, d.w.z. resultaten van recente, zeer lokale studies. Dit kan leiden tot bevestiging, wijziging of weerlegging van gedane uitspraken. De uiteindelijke beschrijving van degradatieprocessen per eenheid, zal tenslotte worden omgezet in een kaartcode. Belangrijke informatie omtrent degradatie die niet in de in de code kan worden verwerkt, wordt in de matrices opgenomen. Voor het overige wordt verwezen naar de gedetailleerde beschrijving in de paragrafen 11.1 t/m 11.10 .

11.1 Het sedimentbekken van Oost-Kenya (1)

Winderosie is in dit gebied een algemeen verschijnsel, terwijl daarnaast lokaal ook watererosie optreedt in de vorm van sheet-, rill en gully erosion. In veel gevallen is het echter zeer moeilijk vast te stellen of er sprake is van water- en winderosie door menselijk handelen. Omdat het gebied zeer dun bevolkt is, mag echter worden aangenomen dat slechts een klein percentage van het gebied door menselijke invloed ero-

deert. Uit lokale kennis kon worden afgeleid, dat het gebied, dat een lage vegetatiebedekking heeft, zeer gevoelig is voor overbeweiding en dat water- en winerosie zeker plaatsvindt op plaatsen, waar grote veescharen voor langere tijd hebben verbleven (bv. drinkplaatsen). Omdat het hier gaat om relatief kleine oppervlakten, zal voor de omvang van de winderosie worden gekozen voor aanduiding 2 (6-10 % van het gebied aangetast).

De winderosie heeft qua oppervlakte de overhand, en is op de genoemde plaatsen 'severe' te noemen. De indicatie voor de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden, berust slechts op een schatting: 2 (matig).

Zowel 'loss of topsoil' door winderosie, als 'overblowing' komen voor (dus on-site en off-site), en dienen daarom beide in de code te worden opgenomen.

De kaartcode wordt daardoor: Eotg22.

11.2 Erosievlakten in centraal en zuidelijk Kenya (2)

De invloed van watererosie is hier sterker dan in eenheid 1; winderosie is niettemin ook hier een probleem. Met name in de dichter bevolkte delen is er sprake van belangrijke rill- en gully erosion door gebrek aan vegetatie (overbeweiding). Ook fysische verslechtering, als gevolg van twee redenen:

- 1) Overbeweiding leidt tot het compacteren van de bovengrond door het vee, vooral rondom drinkplaatsen;
- 2) Afnemende vegetatiebedekking (ook door overbeweiding) leidt tot versnelde korstvorming ('crusting') aan het oppervlak bij hevige, kortstondige regenval, gevolgd door droogte.

Volgens van Wijngaarden en van Engelen (Kenya Soil Survey 1985; Soils of the Tsavo Area), is de hellingfactor minder van invloed op het proces van watererosie, dan het bodemprofiel zelf. Er moet echter geconcludeerd worden, dat de 'human-

induced' watererosie minder oppervlakte beslaat dan de human-induced winderosie, waarbij de off-site effecten een belangrijke rol spelen.

Voor de graad van winderosie zal de aanduiding matig (moderate) worden gebruikt. De omvang van het proces, zal worden omschreven als veelvuldig (frequent; 11-25 % van het gebied aangetast), wat neerkomt op code 3. De gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden als gevolg van winderosie, wordt geschat op 'gemiddeld'; code 2.

De volledige codering voor deze kaarteenheden zal dan luiden: Eotg32.

De watererosie, die in het gebied een groter gevaar vormt voor menselijk grondgebruik, komt slechts lokaal voor (categorie 1: 1-5 % van het gebied aangetast). Wel zou voor de graad van bodemdegradatie door watererosie, de code W gekozen zijn, en voor de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden de code 3 (snel).

N.B. Een uitzondering hierop vormt het Tsavo National Park, waar alle degradatie door menselijke invloed is komen stil te liggen, na de toekenning National Park. Dunne (1978) schrijft: 'A three to fourfold increase in erosion rates took place in the beginning of the sixties up until the end of the decade, after which there was a slight decrease'.

11.3 De dichtbevolkte, hoger gelegen vulkanische gebieden (3A-1)

Een hogere bevolkingsdichtheid impliceert een grotere kans op bodemdegradatie door menselijk handelen. Daarnaast is in dit gebied de helling een belangrijke degradatiebepalende factor.

Wielemaker en Boxem (Kenya Soil Survey 1985; Soils of the Kisii Area), stellen vast, dat ernstige rill erosion alge-

meen voorkomt op de steilere hellingen in het gebied. Een verminderde vegetatiebedekking is hiervan de oorzaak.

In het algemeen beperkt de erosie in de zwakker hellende gebieden zich tot de minder goed doorlatende gronden, waar de oppervlakte-afvoer zeer groot is. Met name ernstig gully-erosion treedt hier op.

De invloed van winderosie is, met name in de delen waar 'rain-fed agriculture' wordt gepleegd, zeer gering.

Fysische verslechtering neemt alleen belangrijke vormen aan op plaatsen waar het vee zich concentreert, maar speelt geen rol van betekenis, net zomin als de chemische en biologische verslechtering.

De codering luidt als volgt: Wtfg43.

11.4 De dun bevolkte gebieden in het noordoosten (3A-2)

Hoewel met name winderosie in dit gebied een algemeen verschijnsel is, is de invloed van de mens op dit proces zeer beperkt. Vanwege het hyperaride klimaat alleen zeer extensieve beweiding, zonder dat dit een belangrijke degraderende werking heeft. Vanuit het oogpunt van 'human induced degradation', wordt het gebied als stabiel beschouwd. Code SN.

11.5 De dichtbevolkte, hoger gelegen 'Basement System' gebieden (3B-1)

Vanwege een dichtere bevolking, erosiegevoeliger gronden en het hellende karakter, is een belangrijke mate van watererosie te verwachten. Dit wordt bevestigd door v.d. Weg en Mbuvi (Kenya Soil Survey 1975; Soils of the Kindaruma Area): sheet erosion komt zeer algemeen voor, met name in de gecultiveerde gebieden, waar de grond na een aantal gebruiksjaren braak ligt.

Als oorzaken van deze watererosie worden verder genoemd:

overbeweiding, extensieve houtkap voor het branden van houtskool en voortgaande kaalslag voor ontginning en bebouwing van gronden, vooral langs de hellingen.

De graad van watererosie kan, mede op basis van recentere informatie, zeker sterk (severe) genoemd worden. De omvang van het proces wordt geschat op categorie 4: uiterst veelvuldig (26-50 % van het gebied aangetast).

De code wordt daardoor gelijk aan de code van 3A-1: Wtfg43.

Binnen de eenheid 3A-1 is de bevolkingsdruk meer van invloed, terwijl binnen 3B-1 juist de erosiegevoeligheid een grotere rol speelt. Dit leidt tot het wegvallen van de onderlinge polygoongrenzen, ofschoon er duidelijk sprake is van twee verschillende eenheden.

11.6 De dun bevolkte, hoger gelegen 'Basement System' gebieden (3B-2)

Enerzijds vanwege het minder hellende karakter en anderzijds door een afwijkend en minder intensief grondgebruik, onderscheidt het gebied zich duidelijk van eenheid 3B-2).

Touber (Kenya Soil Survey 1983; Soils of the Amboseli-Kibwesi Area) gewaagt van 'moderate sheet and gully erosion' in het meer heuvelachtige deel van het gebied. De vlakkere delen worden gekenmerkt door lichte tot matige sheet erosion en een lichte mate van winderosie.

De 'erosion hazard' van de meer hellende delen van het gebied, is volgens de publicatie matig tot hoog, wat een indicatie van de gemiddelde degradatiesnelheid kan zijn. Mede op basis van lokale kennis, wordt deze daarom aangeduid met code 2: matig.

De kaartcode zal derhalve luiden: Wtfg32.

11.7 De VERTISOL-gebieden van eenheid 4

Door het zeer extensieve gebruik, nog weinig problemen met 'human induced degradation'. Wel zijn VERTISOLS zeer gevoelig voor watererosie, zelfs bij flauwe hellingen. In de toekomst zal menselijk handelen al snel leiden tot watererosie. De huidige invloed van menselijke aktiviteit is nu echter nog dusdanig klein, dat in de betekenis 'human induced', de degradatiegraad en -omvang als licht (slight), resp. schaars (infrequent) zal worden betiteld. Dit ondanks het feit dat het natuurlijke erosieproces zeer aanzienlijk is.

Code wtgl2 (hoewel SN ook gerechtvaardigd zou zijn).

11.8 De uitloper van de Centrale Slenk, oostelijk van Lake Turkana (5)

Zeer dun bevolkt gebied, met een hyperaride klimaat. Nauwelijks enige serieuze vorm van grondgebruik. Bodemdegradatie door menselijke invloed wordt niet noemenswaardig geacht. Door natuurlijke processen, treedt wel matige tot sterke winderosie en matige watererosie op.

Codering: A, bij gebrek aan een betere benaming. Er is namelijk geen sprake van 'non-used wasteland', evenmin als van een 'desert'. Ook de benaming 'stabilized naturally', is misplaatst voor een dergelijk onstabiel gebied.

11.9 Geïsoleerde vulkanen in Marsabit District (6)

In dit gebied concentreerd de bewoning zich met name op de top van Mt. Marsabit en rond de bronnen aan de voet hiervan. De lage hellingen zijn onbewoond en ook onbruikbaar, omdat

de bodem hier is bedekt met een dikke laag lavablokken. De hoger gelegen hellingen en de top van Mt. Marsabit worden intensief gebruikt, met name in de vorm van akkerbouw.

De bewoning rond de andere twee toppen is minder dicht, en tonen weliswaar dezelfde degradatieverschijnselen, maar in een veel minder ernstige vorm.

Van Kekem (Kenya Soil Survey 1986; Soils of the Marsabit-Mt. Kulal Area) schrijft, dat ernstige gully erosion voorkomt op de hoogst gelegen hellingen van Mt. Marsabit. Als oorzaken worden genoemd: overbeweiding en overcultivering. Dit laatste moet worden gezien als het verwijderen van bestaande vegetatie en braaklegging van vooral hellende terreinen.

Onderaan de hellingen van Mt. Marsabit vindt tevens zeer sterke overbeweiding plaats. Zodanig zelfs, dat op verschillende lokaties de oorspronkelijke vegetatie totaal is verdwenen.

De overbeweiding heeft als belangrijkste gevolg, dat watererosie in ernstige mate optreedt. Een tweede consequentie is de winderosie, die weliswaar minder bedreigend is voor menselijk grondgebruik, maar een groter oppervlak beslaat (on-site plus off-site) en daardoor bij formering van een kaartcode, een hogere prioriteit heeft.

De omvang van winderosie door menselijke activiteit is groot en wordt geschat in de categorie 4: uiterst veelvuldig (26-50 % van het gebied aangetast).

De gemiddelde degradatiesnelheid in het verleden is zonder twijfel snel (3).

De complete kaartcode wordt daardoor: Etg43.

N.B. Opvallend is, dat in de kaartcode de illusie wordt ge-

wekt dat alleen 'loss of topsoil' plaatsvindt. Het gaat hier echter alleen om degradatie door winderosie. De terreindeformatie die plaatsvindt, is het gevolg van watererosie.

11.10 De Centrale Slenk (Rift Valley; eenheid 7)

Deze eenheid wordt uiteraard gekarakteriseerd door de veel lagere ligging, maar ook door de grote landschappelijke en geologische diversiteit. Ook natuurlijke degradatie komt in veel verschillende vormen voor. Juist hierdoor, wordt het toekennen van een code voor 'human induced soil degradation' een zeer moeilijke zaak.

Volgens het USDA (Reconnaissance Soil Survey of the Lake Baringo - Kerio Valley Area; Republic of Kenya 1978), komt rond Lake Baringo ernstige watererosie voor als gevolg van ontbossing, 'shifting cultivation' op steile hellingen en overbeweiding. Ook rondom Lake Nakuru, vindt intensieve akkerbouw en veeteelt plaats, als gevolg waarvan watererosie en lokale winderosie optreedt.

Gezien het totaalbeeld, is watererosie duidelijk de belangrijkste degradatievorm, zowel qua graad als qua omvang.

De codering zal als volgt zijn: Wtf42.

DEEL 3: EVALUATIE EN KRITISCHE BESCHOUWING VAN DE GLASOD-RICHTLIJNEN

Hoofdstuk 12: Knelpunten bij toepassing van de GLASOD-richtlijnen

De eerste toepassing van de GLASOD-richtlijnen op Kenya verliep niet geheel vlekkeloos. Een aantal onduidelijkheden cq. onvolledigheden doken op bij de concrete toepassing.

Het belangrijkste probleem dat bij de behandeling van Kenya ontstond, was de passage in 8.3.2 (pag. 21), waarin wordt gesteld, dat bij het optreden van meerdere degradatievormen per eenheid (wat bijna altijd het geval is), het type dat het grootste oppervlak beslaat, in de kaartcode wordt opgenomen. Het kaartbeeld wat hierdoor ontstaat, is zeer misleidend. Binnen kaarteenheden 6, heeft bijvoorbeeld winderosie, qua oppervlakte, de overhand. Binnen het gebied vindt tevens watererosie plaats, en wel in een zodanige mate, dat het een veel grotere invloed heeft op de produktiecapaciteit van de bodem, dan de 'dominante' winderosie.

Op dit punt is de definitie van bodemdegradatie binnen het kader van GLASOD (hoofdstuk 3, blz. 5), niet consequent toegepast.

Weliswaar is de bodemdegradatiekaart evenmin geheel vrij van misleiding indien telkens de degradatievorm met de meest capaciteitsverlagende werking in de code wordt opgenomen, ongeacht hoe klein het aangetaste oppervlak is. Niettemin zou de definitie dan in elk geval wel worden nageleefd.

Het zou daarom wellicht toch beter zijn, wanneer die degradatievorm in de code wordt opgenomen, die de grootste aanslag betekent op de produktiecapaciteit van de bodem. Deze degradatievorm dient dan uiteraard wel het gevolg te zijn van menselijk handelen.

Een tweede ongerijmdheid is te vinden in 8.4.7/8.4.8.8 bij de kartering

van bodemdegradatie in Kenya, ontstond herhaaldelijk de vraag in welke categorie de gronden vallen, die enerzijds zeer onstabiel zijn, maar die anderzijds niet lijden aan 'human induced soil degradation'. Indien de definitie van bodemdegradatie volgens de GLASOD-richtlijnen worden aangehouden, zou het betekenen, dat deze gebieden als stabiel beschouwd dienen te worden. Geen van de S-eenheden uit 8.4.7 voorziet hier echter in, om de eenvoudige reden dat het hier gebieden betreft die ook werkelijk stabiel zijn.

De eenheden van 8.4.8 voorzien hier evenmin in, omdat het hier gaat om gebieden, die op natuurlijke wijze een uiterste staat van degradatie hebben bereikt, wat in deze gevallen (bijvoorbeeld eenheid 5) beslist niet het geval is.

Voorgesteld wordt daarom, aan 8.4.7 een aparte eenheid toe te voegen: S (zonder toevoeging). De omschrijving zal dan moeten luiden: 'Het terrein is slechts stabiel in de zin van bodemdegradatie door menselijk handelen!.

Door deze eenheid toe te voegen aan de andere S-eenheden van 8.4.7, wordt vastgehouden aan de definitie van bodemdegradatie (hoofdstuk 3).

Een zeer belangrijke veroorzakende factor wordt in 8.4.1 niet bij naam genoemd en apart gecodeerd. Het betreft hierbij de extensieve houtkapten behoeve van enerzijds terreinafscheiding, en anderzijds voor gebruik als brandhout. (Als verzamelnaam zou het woord 'geriefhout' kunnen worden gebruikt, hoewel dit voor bepaalde delen in de wereld een wat ongelukkige benaming is).

Er is hiebij namelijk beslist geen sprake van ontbossing (deforestation), omdat het niet om bosgebieden gaat. Daarnaast is deze vorm van overexploitatie dermate typerend voor grote delen in m.n. Afrika, dat het beter zou zijn, het een eigen code te geven, in plaats van onderbrenging in de categorie 'other forms'. Voorstel: code c voor 'Clearing of

extensive natural tree and shrub vegetation', oftewel 'het kappen van extensieve natuurlijke bomen- en struikenbegroeiing'.

Tenslotte is de indeling langzaam-matig-snel voor het aangeven van de gemiddelde degradatiesnelheid in het recente verleden (8.4.4) wel erg vrijblijvend. Enerzijds is het natuurlijk moeilijk per degradatievorm een normering op te stellen voor deze categorieën, maar anderzijds ontstaat het gevaar voor meten met twee maten. De opvatting over slow, medium en rapid, verschillen uiteraard per deskundige en het ontbreekt vaak aan gegevens om, zoals gesteld in hoofdstuk 6, een zeer exacte motivering te geven voor de gedane keuze. Dit zal zeker problemen op gaan leveren bij het doen aansluiten van regio's die door verschillende deskundigen zijn behandeld. De betrouwbaarheid van de uiteindelijke codering hiervan, dient daarom beslist niet te worden overschat.

In algemene zin kan tenslotte worden opgemerkt, dat GLASOD alleen met succes kan worden uitgevoerd, wanneer de eigen definitie van bodemdegradatie zeer strikt wordt doorgevoerd. Gebeurt dit niet, dan verliest de kaart haar eenduidige karakter. Dat op sommige punten (zoals in dit hoofdstuk genoemd) in de richtlijnen reeds wordt afgeweken van deze definitie, doet het gevaar van een inconsequente toepassing alleen nog maar toenemen.

SAMENVATTING

Na een eerdere poging van de FAO, gaat nu ISRIC, in samenwerking met UNEP, beginnen met het vervaardigen van een bodemdegradatiekaart van de wereld. Voor dit project, GLASOD genaamd (Global Assessment of Soil Degradation), wordt bodemdegradatie gedefinieerd als een proces dat plaatsvindt in de vorm van verschijnselen door menselijke invloed, als gevolg waarvan de huidige en/of toekomstige produktiecapaciteit van de bodem afneemt. Hiertoe is een indeling gemaakt in wind- en watererosie enerzijds, en biologische, chemische en fysische verslechtering anderzijds.

Voor het karteren van bodemdegradatie zijn kaartsymbolen ontworpen, die een indicatie geven voor vorm, graad, omvang, snelheid en oorzaak van de degradatie.

Per kaarteenhed wordt de degradatievorm die binnen die eenheid het grootste oppervlak beslaat, in de code weergegeven. De overige informatie wordt verwerkt in de hiertoe verstrekte matrixtabellen. Een nadere motivering van de gedane uitspraken, wordt gegeven in een begeleidend document.

Bij de eerste toepassing op Kenya, zijn de richtlijnen voor het eerst ~~getoetst aan concrete situaties. Hierbij zijn enkele ongerijmdheden~~ naar boven gekomen:

Ten eerste is in de richtlijnen gesteld, dat de degradatievorm die binnen een kaarteenhed het grootste oppervlak beslaat, in de kaartcode wordt verwerkt. Dit is moeilijk te rijmen met de GLASOD-definitie voor bodemdegradatie: aan de ernst en produktiviteitsverlagende werking van de bedoelde degradatievorm wordt verder geen aandacht geschonken, terwijl dit nu juist de kern van het project vormt.

De hoofddefinitie wordt eveneens met voeten getreden in 8.4.7/8.4.8, waar geen codering wordt gecreëerd voor gebieden die onstabiel zijn, maar waar niettemin geen 'human induced degradation' plaatsvindt. Men is hier gedwongen het gebied (bijvoorbeeld eenheid 5) als onbruikbaar gebied ('non-used wasteland') te beschouwen, hoewel dit niet zo hoeft te zijn.

Verder wordt in 8.4.1 voor het kappen van extensieve natuurlijke bomen- en struikenbegroeiing geen aparte code vermeld en is de indeling langzaam-matig-snel in 8.4.4, een bron van onduidelijkheden.

Tenslotte wordt gesteld, dat GLASOD alleen dan met succes kan worden uitgevoerd, indien de eigen definitie voor bodemdegradatie zeer strikt wordt nageleefd. Elke onduidelijkheid of inconsequentie hierin, met name in de richtlijnen zelf, leidt tot het gevaar van aantasting van de eenduidigheid van kaart en begeleidende documenten.

STELLINGEN

- De gemiddeld 1 : 10.000.000 bodemdegradatiekaart van de wereld, die het resultaat van GLASOD zal vormen, bezit niet zozeer een wetenschappelijke, maar meer een voorlichtende functie.
- Het in de kaartcode opnemen van die degradatievorm die het grootste oppervlak beslaat, betekent een inconsequentie in de toepassing van de GLASOD-definitie voor bodemdegradatie.
De alternatieve formulering zou luiden: "De degradatievorm die de produktiecapaciteit van de bodem het sterkst doet afnemen, zal in de kaartcode worden aangegeven".
- Voor terreinen, die onstabiel zijn, maar waar niettemin geen sprake is van bodemdegradatie door menselijk handelen, is geen passende code beschikbaar.
Voorstel: code S, met als omschrijving: "Het terrein is slechts stabiel in de zin van bodemdegradatie door menselijk handelen".
- Een belangrijke veroorzakende factor van bodemdegradatie in bijvoorbeeld Afrika, is het kappen van extensieve natuurlijke bomen- en struikenbegroeiing voor gebruik als brandstof en terreinafscheiding.
~~Voorgesteld wordt: code c voor 'Clearing of extensive natural tree and shrub vegetation as a causative factor', oftewel: 'Het kappen van extensieve natuurlijke bomen- en struikenbegroeiing als veroorzakende factor'.~~
- Het onderscheid langzaam-matig-snel voor het aangeven van de gemiddelde degradatiesnelheid in het nabije verleden, zonder nadere normering, is te vrijblijvend. Waarschijnlijk is hieraan weinig te doen maar de codering ervan in de kaart, mag daarom niet worden overschat.

- GLASOD kan alleen met succes worden uitgevoerd, indien de eigen definitie van bodemdegradatie zeer strikt wordt nageleefd. Elke inconsequentie in deze zin, met name in de richtlijnen zelf, leidt tot ondermijning van de eenduidigheid van kaart en begeleidende documenten.

Bijlage 1-1

Matrix

Region: Kenya Polygon number: 1 Mapping symbol: Eotg22

Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	q	mod	0-5	2	-	-
Wd	q	sli	0-5	2	-	-
Ed	q	sli	0-5	2	-	-
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	80	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo	g	mod	6-10	2	-	-

MatrixRegion: Kenya Polygon number: 2 Mapping symbol: Eotg32Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	g	sev	0-5	3	-	-
Wd	g	sev	0-5	3	-	-
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk	g	mod	0-5	2	-	-
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	50-75	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo	g	mod	11-25	2	-	-

Biilage 1-3

Matrix

Region: Kenya Polygon number: 3A-1 Mapping symbol: Wtf943

Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	f,g	sev	26-50	3	-	-
Wd	f,g	sev	6-10	3	-	-
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	40-60	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo						

MatrixRegion: Kenya Polygon number: 3A-2 Mapping symbol: SNSurface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt						
Wd						
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	100	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo						

Matrix

Region: Kenya Polygon number: 38-1 Mapping symbol: Wtfg43
 Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	f,g	sev	26-50	3	-	-
Wd	f,g	sev	6-10	3	-	-
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	40-60	3	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo						

Bijlage 1-6

Matrix

Region: Kenya Polygon number: 38-2 Mapping symbol: Wtfg32

Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	f,g	mod	11-25	2	-	-
Wd						
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	60-80	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo	f,g	slr	6-10	-	-	-

MatrixRegion: Kenya Polygon number: 4 Mapping symbol: wtg12Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	g	sl1	0-6	2	-	-
Wd						
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN	-	-	95	-	-	-
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo						

Bijlage 1-8

Matrix

Region: Kenya Polygon number: 5 Mapping symbol: A
 Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt						
Wd						
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN						
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A	-	-	100	-	-	-
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo						

MatrixRegion: Kenya Polygon number: 6 Mapping symbol: Etg43Surface area (km²)

Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	g	mod	6-10	3	-	-
Wd	g	sev	0-6	3	-	-
Ed	g	mod	11-25	2	-	-
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN						
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Et	g.o	sev	26-50	3	-	-

Bijlage 1-10

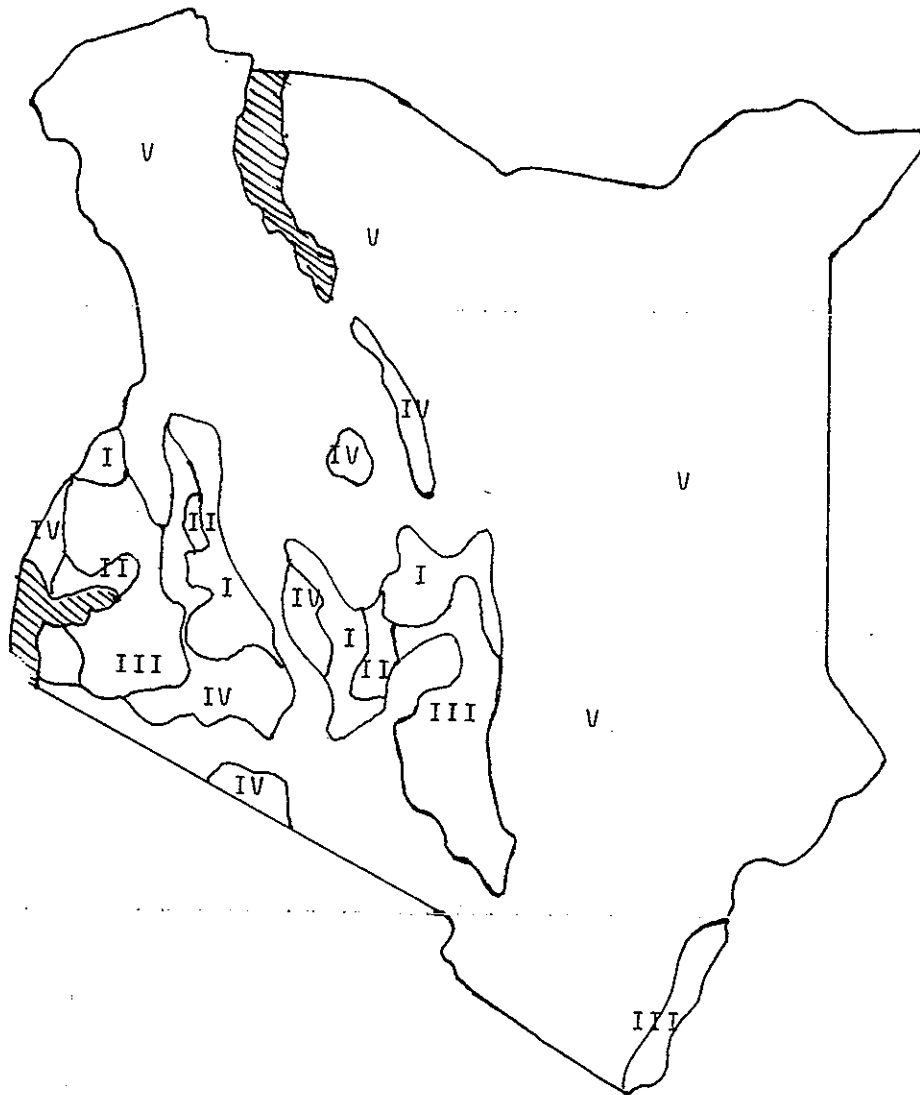
Matrix

Region: Kenya Polygon number: 7 Mapping symbol: Wtf42

Surface area (km²)

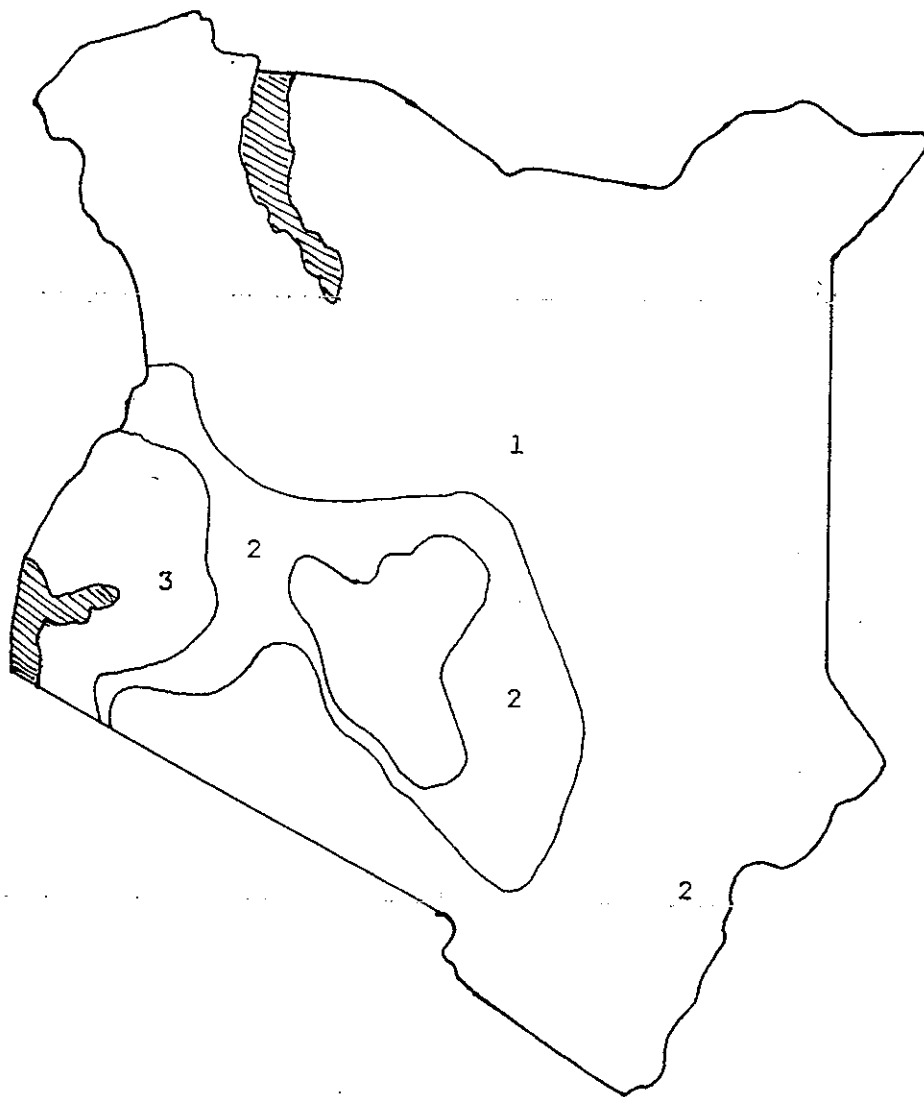
Type	Causes (f,g,o)	Degree	Extent (%)	Rate	Past	Remarks
Wt	f,g	mod	26-50	2	-	-
Wd	f,g	mod	6-10	2	-	-
Ed						
Cn						
Cp						
Cs						
Cd						
Co						
Pk						
Pc						
Ps						
Pw						
Pa						
Pl						
Bb						
SN						
SHp						
SHc						
SHr						
SHe						
D						
Z						
R						
A						
I						
Wr						
Wf						
We						
Eo, Et	f,g	slr	11-25	2	-	-

Bijlage 2: grondgebruik Kenya 1:7.500.000



- I = woods, forests
- II = arable land
- III = rough grazing land and scattered arable land
- IV = rough grazing land and woods and forests
- V = non-agricultural land and rough grazing land

Bijlage 3: Bevolkingsdichtheid Kenya 1:7.500.000

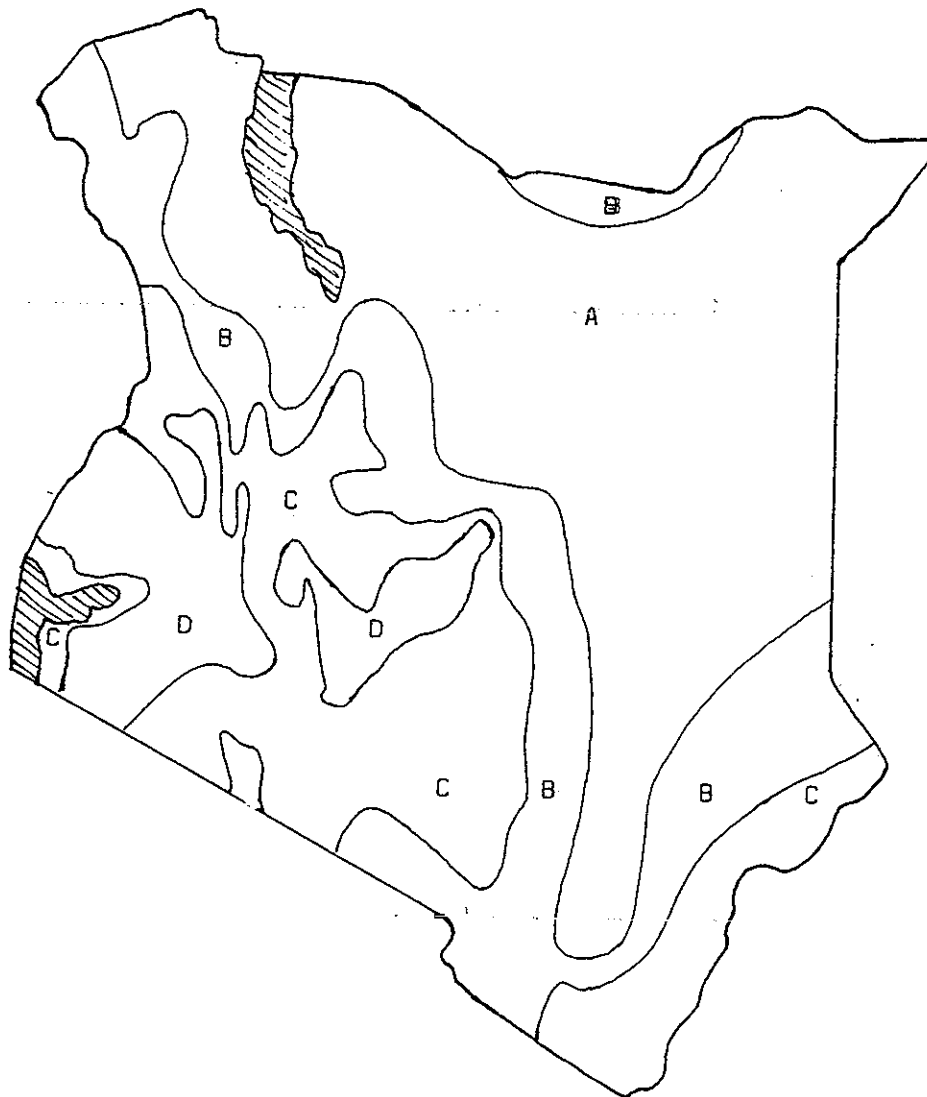


1 = < 300 inw / km²

2 = 300 - 600 inw / km²

3 = > 600 inw / km²

BIDLAGE 4: Agro-klimaatzones Kenya, uitgedrukt in
moisture availability zones; 1:7.500.000

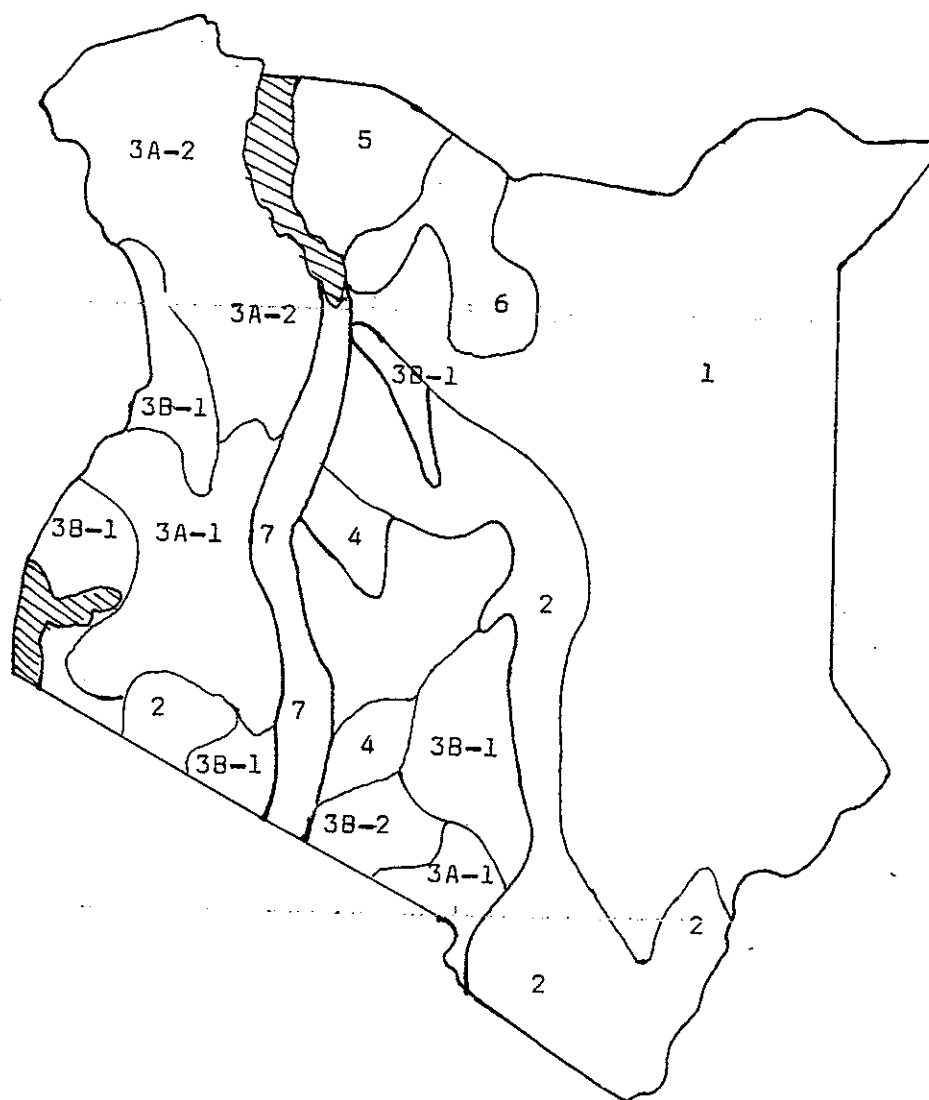


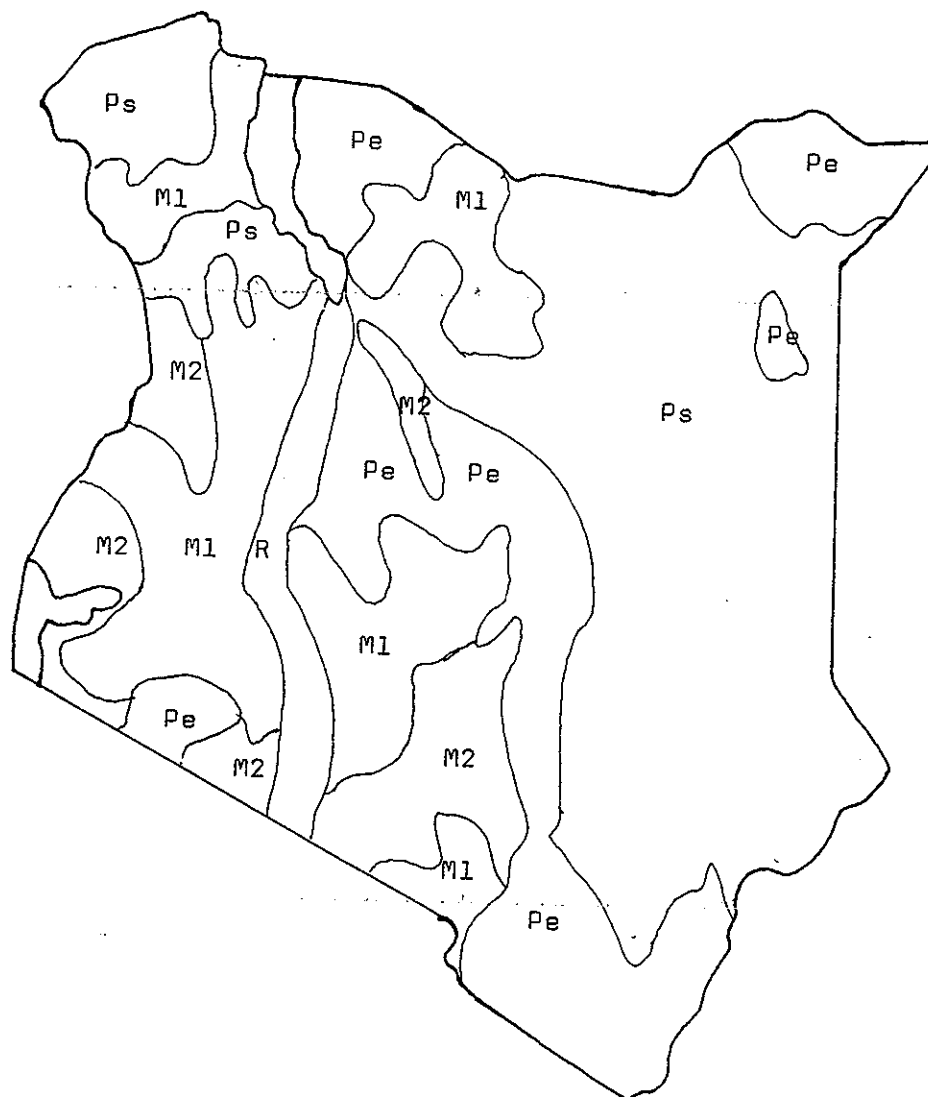
Zone	r/Eo ratio	r/Eo ratio in %	climatic designation
I	> 0.8	> 80	humid
II	0.65 - 0.80	65 - 80	sub-humid
III	0.50 - 0.65	50 - 65	semi-humid
IV	0.40 - 0.50	40 - 50	semi-humid to semi-arid
V	0.25 - 0.40	25 - 40	semi-arid
VI	0.15 - 0.25	15 - 25	arid
VII	< 0.15	< 15	very arid

r = average annual rainfall

Eo = average annual potential evaporation

Bijlage 5: Polygonenkaart 1:7.500.000





(Voor toelichting zie 9.1.1)

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.