

Fysiografie van Kenya, karteringsprioriteiten
en methoden van bodemkarteringen in verband met
de toepassingen.

W.G. Sombroek

83^e Wetenschappelijke Bijeenkomst van de Nederlandse
Bodemkundige Vereniging, 22-11-1978 met als thema
"Bodemkartering in een ontwikkelingsland: Kenya"

INLEIDING

Bij het samenstellen van een programma voor deze dag moesten verscheidene keuzen gemaakt worden.

Dit betrof eerstens de zwaarte die het Kenya Soil Survey Project als zodanig moest en kon hebben ten opzichte van ander bodemkundig onderzoek in Kenya. Uit het uiteindelijke programma moge blijken dat het nogal bescheiden is uitgevallen.

Hiermede gedeeltelijk samenhangend was de vraag of zoveel mogelijk van de bij het Projekt betrokken Nederlandse bodemkundigen een eigen, specifiek onderdeel zouden toelichten, dan wel dat één ervan namens de groep zoveel mogelijk een totaal overzicht zou geven. De betrokken bodemkundigen hebben van het begin af zeer intensief samengewerkt en een ieder was steeds bereid om in te springen wáár ook gaten dreigden te vallen. Niettemin had ieder speciale aspecten onder zijn hoede en besteedde daaraan een aantal jaren van zijn leven met een maximale inzet, en dit is ook nú nog het geval. Ik noem enkele namen: Ir. Gelens, Ing. Vleeshouwer en Ir. Leijder, inmiddels terug op hun basis in Nederland bij respectievelijk ITC, STIBOKA en IAC Landbouwpool. Drs. van de Weg en Ir. Braun, van het begin af bij het Projekt betrokken en nu nog de dagelijkse lasten ervan torsend., de eerste nu als Teamleider. Later erbij betrokken raakten Ir. van der Pouw, Dr. Siderius en Ir. Legger. Daarnaast zijn er nog de kort-verband consultants zoals de heer Heerema van STIBOKA, Dr. Luning van de LH afd. Tropische Landbouweconomie, Dr. Jongerius van Stiboká en Ir. de Jong van het ILRI. Een ieder van deze genoemde personen zou wellicht graag de gelegenheid hebben gehad, al was het maar kort, zijn specifieke technische ervaringen en wetenschappelijke bevindingen naar voren te brengen...en daarmee óók een soort verantwoording af te leggen wat er met uw belastinggelden in Kenya is bereikt. Uiteindelijk is toch gekozen voor een presentatie vnl. door één man, in de persoon van de vroegere Projekt Manager, met een aparte behandeling slechts voor de bodemvruchtbaarheidsaspecten.

rhiolieten, trachieten en granieten. In de zuidoost en noordoost hoeken liggen gekonsolideerde sedimenten daterend van Trias tot Krijt, zoals zandstenen, siltstenen en schalies, mergels en kalkstenen. Het noorden, noordwesten en centrum-westelijke gedeelte is bedekt met Tertiaire of Quartaire vulkanische materialen: phonolieten, basalten, tuffen en assen. Het grootste deel van oostelijk Kenya, tenslotte, bestaat uit Quartaire ongekonsolideerde sedimenten die vaak van mariene oorsprong zijn (zanden, silten en kleien).

Geomorfologie/landvormen:

Het geologisch oude gedeelte van Kenya is gekenmerkt door een serie van planatievlakken, daterend van de Krijt tijd tot het Laat-Tertiair (pré-Gondwana, Gondwana, African en Congo/Niger surfaces van King). Met uitzondering van het jongste vlak, is hier echter weinig van overgebleven, door latere versnijdingen, zodat de meeste van deze terreinen nu een golvende tot heuvelachtige topografie hebben van wellicht Quartaire ouderdom ("uplands", "dissected older peneplains").

De gebieden met Tertiair vulkanisme bestaan gedeeltelijk uit Plateaus (of "high-level structural plains"), gedeeltelijk uit bergen van enkele grote vulkanen en daarbij behorende lagere hellingen ("mountain foot-ridges"). Het vulkanische landschap wordt verder gekenmerkt door de grote OostAfrikaanse Slenk ("eastern Rift Valley"), lopend dwars door Kenya van Lake Rudolf in het noorden tot Magadi in het zuiden. Aan de randen daarvan zijn vaak trapsgewijze verlagings ("step faulted scarps"); in de slenk zelf met as gevulde vlakten, kleinere vulkanen en lava velden.

Het oostelijk gebied bestaat ogenschijnlijk uit een eindeloze laagvlakte. Recente sedimentgeologische studies en eigen waarnemingen maken echter duidelijk dat het in feite gaat om een serie sedimentaire vlakten van Plio-Pleistocene en Holocene ouderdom, van aeolische, fluviatile, lacustrine, lagoonaire en deltaïsche oorsprong, elk met eigen bodemassociaties en vegetatie patronen (zie Sombroek, Mbuvi en Okwaro 1976).

Topografie:

De geologische, tektonische en geomorfologische verschillen hebben geleid tot een zeer grote variatie in hoogte en relief intensiteiten. Er zijn enkele gebergten van 3000-5000 m hoogte (Mounts Kenya, Elgon, Kilimanyaro, de Aberdares, de Mau

in het land in relatie tot groeiseizoenen van de belangrijkste gewassen
(Braun, in voorbereiding)

In het algemeen kan men zeggen dat minder dan 20% van het land tot de zgn. "high-potential" gebieden behoort - waar de produktie van éénjarige voedselgewassen niet beperkt wordt door vochtgebrek of te lage temperatuur (regenval meer dan 50% van de potentiële evaporatie voor unimodale regenvalpatronen en meer dan 60% van bimodale regenvalpatronen). Deze 20% is dus slechts + 3 maal groter dan Nederland!

Ongeveer 10% behoort tot de zgn "medium-potential" gebieden - daar waar de produktie van éénjarige voedselgewassen duidelijk te lijden heeft van vochtgebrek (regenval tussen 30 en 50 cq. 60 percent van de potentiële evaporatie). Met behulp van bodemvochtbeschermings-methoden en het gebruik van speciale droogte resistente rassen is echter nog een vorm van akkerbouw, in combinatie met veeteelt, mogelijk.

De andere 75% van het land bestaat uit "low-potential" gebied - dáár waar normale rainfed akkerbouw onmogelijk is en slechts extensieve veeteelt ("ranching" of "nomadic grazing") kan plaatsvinden. Dit gebied is in feite van minder waarde dan de zgn. Sahel zone in West Afrika, waar normaliter de vergelijkbare jaarlijkse regenval is geconcentreerd in één relatief betrouwbaar seizoen.

Er zijn aanwijzingen dat in het Pliocene-Pleistoceen en het vroege Holoceen het klimaat in deze droge gebieden aanzienlijk vochtiger is geweest, met name in het Oosten en Zuidoosten (Tsavo, vgl. Lind & Morrison 1975, Sombroek et al 1976)

Vegetatie:

De natuurlijke vegetatie volgt in grote lijnen de ecologische zones als volgt (met veel lokale variaties tengevolge van verschillen in bodemgesteldheid.)

Table I Ecological zones

in Kenyaanse handen. De overgang naar kleinschalige bevolkingslandbouw blijkt echter niet altijd een succes, wegens vaak marginale landqualiteiten (regenval en bodemlimitaties). Bosbouw/houtteelt vindt plaats op hogere en steilere hellingen binnen de high potential gebieden, vnl. met niet-inheemse soorten (Pinus spp, Wattle, Eucalyptus).

De extensieve veeteelt in de low-potential gebieden kan maar zeer ten dele verbeterd c.q. geintensifieerd worden d.m.v. het vormen van ranches (commercial, group or cooperative ranching, d.m.v. omheinen en rotatiebegrazing). In de echt aride gebieden van Noord Kenya zou dit snel tot verstoring van het fragiele ecologische evenwicht leiden.

Nationale parken vormen echter een vaak zinvolle benutting van het land in zowel de aride gebieden als de gebergtestreken.

Kleinschalige irrigatie is tot nu toe weinig ontwikkeld. Enkele grote irrigatieprojecten zijn uitgevoerd of in voorbereiding (Mwea, Bura-Hola; vnl. katoen en rijst). Een tekort aan oppervlakte en zoet grondwater, en moeilijk te bewerken gronden in de gebieden waar water gebracht kan worden, zijn belemmeringen voor uitbreiding. Drainage, met name van de vele valleitjes in de high-potential gebieden, zou echter aanzienlijke landwinst kunnen opleveren, terwijl een benutting voor paddy rice eveneens mogelijk lijkt.

Het landgebruiks-patroon in de dichtbevolkte delen van de high-potential gebieden ligt grotendeels vast. De aanzienlijke bevolkingstoename veroorzaakt een uitwijkdrang ("overspill") naar andere gebieden. Dit zijn gedeeltelijk de high-potential gebieden met oorspronkelijk Europese grootschalige landbouw of Masai veeteelt, gedeeltelijk de medium potential gebieden. Bij opvang van deze "overspill" komen vele socio-politieke problemen aan de orde.

OPBOUW VAN EEN BODEMKUNDIGE DIENST:

Bij de aanvang van het projekt bleek slechts 2,5% van Kenya's landoppervlakte gekarteerd te zijn (cf. Ableiter en van Baren 1971), op verschillende schalen

Aan alle genoemde typen van karteringen zou aandacht besteed moeten worden gedurende de projektperiode. Dit niet alleen omdat elk type een eigen soort van gegevens zou opleveren, benodigd voor verschillende stadia van landbouwkundige/rurale ontwikkelingsplanning, maar ook omdat het verschillende methoden zou betreffen waarmede de Kenyaanse bodemkundigen vertrouwd gemaakt moesten worden. Bewust is echter ernaar gestreefd dat het grootste deel van de mankracht, zowel Kenyaans als Nederlands, voorlopig besteed zou worden aan de systematische reconnaissance kartering ten behoeve van multi-purpose land use planning. Enerzijds vormt dit karteringstype de logische basis voor selectie van gebieden voor ontwikkeling van een bepaald landgebruik - welke gebieden dan later meer in detail gekarteerd zouden kunnen worden. Anderzijds is de reconnaissance kartering het meest complex van alle typen en zou on-the-job training hierbij het meest effectief en veelzijdig kunnen zijn.

De exploratory kartering van het gehele land had aanvankelijk weinig prioriteit, mede omdat de trainingsaspecten hierbij relatief weinig aan bod zouden komen (grotendeels een éénmalige one-man's job). Later werd de behoefte aan zo'n kaart toch duidelijk gevoeld, zodat toen één Nederlander en één Keniaan daartoe speciaal werden vrijgemaakt.

De semi-detail karteringen, hoewel essentieel voor feasibility studies, zouden ook relatief weinig aandacht krijgen. Hierbij ging men uit van de gedachte dat dit soort werk zonnig uitgevoerd kon worden door speciaal daartoe gecontracteerde (buitenlandse) firma's - gesteld dat methodologie en de kwaliteit zou voldoen aan de eisen van de Nationale Dienst. (Kenya Soil Survey - KSS)

De detail karteringen, die relatief zeer veel en monotone maanden vergen, zouden vnl. uitgevoerd worden door getraind personeel van de Research Stations en speciale statutaire ontwikkelingsorganen (Boards) - wederom met standaardisatie en kwaliteitscontrole door de Nationale Dienst. Wat betreft het ontwikkelen van kleinschalige irrigatie is dit in feite uitgelopen op het functioneren van een speciale Task Force binnen de Dienst, voor detail karteringen in geselecteerde gebiedjes.

(assistent deskundigen van WOTRO, FAO en Unesco). Ook die high-potential gebieden met een zeer dichte bevolking en met goeddeels gefixeerde akkerbouw, waren weinig interessant voor kartering t.b.v. multi-purpose land-use planning. Bleven over de high-potential gebieden met geringe bevolking - bv. omdat het om historische redenen vnl. extensieve veeteelt betrof of grootschalige landbouw - en vooral de meeste medium-potential gebieden. Dáár zou, naar het zich liet aanzien, het grootste deel van de bevolkings-overspill van elders opgevangen moeten worden, terwijl het tegelijkertijd onzeker was welk landgebruiksalternatief het beste was gezien de precaire/marginale bodem- en klimaatsomstandigheden. Deze laatste gebieden waren bovendien bodemkundig minder goed bekend dan de high-potential gebieden met lage bevolkingsdruk. Uit trainings oogpunt was het bovendien gewenst kaartbladen te selecteren die naar verwachting onderling duidelijk zouden verschillen in bodempatronen en landgebruiks-traditie. Tegelijkertijd moest zoveel mogelijk geëxtrapoleerd kunnen worden naar onmiddellijk omringende gebieden, i.a.w. een zekere representativiteit was wenselijk. Tenslotte moest om socio-politieke redenen nog rekening gehouden worden met een zo goed mogelijke spreiding over de Provincies (lees: stamgebieden).

De aanvankelijke selectie van prioriteitskaartbladen op al deze criteria is inderdaad grotendeels in de afgelopen zes jaar gevolgd....Zij het dat mijnerzijds de produktiesnelheid te optimistisch werd geschat, tot permanente frustratie van de andere Nederlandse teamleden.

c) Methoden van kartering

De methoden kwamen geleidelijk tot stand, in zeer vele werkvergaderingen van de gehele KSS staf. Zij worden hier kort besproken, vnl. aan de hand van de situatie bij de reconnaissance karteringen. (vgl. Van de Weg et al 1975, Gelens et al 1978, Michieka et al 1978). In essentie zijn echter de ontwikkelde methoden bij de andere typen karteringen vergelijkbaar.

Bij een reconnaissance kartering is sprake van zowel een systematische luchtfoto-interpretatie als een aanzienlijke hoeveelheid veldwaarnemingen. Deze waarnemingspunten werden gekozen in relatie tot de foto-interpretatie eenheden, in plaats van vastgelegd in een meer of minder rigide netwerk van punten op regelmatige

Voor de tweede-traps ingang van de legenda werd besloten tot de rijkheid van het geologische moedermateriaal. Het bleek namelijk al spoedig dat veel bodems zowel in de veldbeschrijving als in de belangrijkste chemische gegevens veel op elkaar leken, terwijl tegelijkertijd indicaties aanwezig waren via bv. vegetatieverschillen dat de bodems wezenlijk verschilden in hun vruchtbaarheid, erosiegevoeligheid etc. Mede omdat gedetailleerde lab. gegevens pas laat tijdens de karteringen beschikbaar kwamen, en veldproeven op bodemvruchtbaarheidsaspecten op korte termijn niet verwezenlijikbaar waren, leek een scheiding op geologisch/moeder materiaal voor voorlopige onderverdeling zinvol. In dit verband moge verwezen worden naar de opzet van D'Hoore's legenda van de Bodemkaart van Afrika van 1964.

In vele tropische landen is het moedermateriaal vaak moeilijk vast te stellen. Mede door de gelukkige omstandigheid dat bijna geheel Kenya op 1:100.000 of 250.000 reeds geologisch in kaart is gebracht, en door de aanwezigheid van geologisch geschoolde bodemkundigen binnen de KSS staf, stuitte deze benadering op relatief weinig problemen. Na een aantal jaren ermede gewerkt te hebben, kan m.i. gesteld worden dat het inderdaad zinvol is gebleken. Recente "double-pot" proeven voor bodemvruchtbaarheidstoetsing per kaarteenheden wijzen bv. op belangrijke verschillen in micro-nutrient gehalten - verschillen die uit normale veld- en lab. gegevens niet vast te stellen zijn. Ook het Kisii onderzoek is in dit opzicht interessant.

Het huidige schema voor onderverdeling op geologie/rijkheid van moedermateriaal is als volgt (cf. van de Weg 1978 voor details):

Table V

Bij de verdere opbouw van de legenda werd het wenselijk geacht steeds een korte beschrijving te geven van de overheersende bodem, de bodemassociatie of het bodemcomplex van de kaarteenheden. Dit wederom met het oog op de gebruikswaarde van de kaart ten behoeve van landbouwvoorlichters, planning officers etc. Hierbij

Een officieel Oost-Afrikaans bodemklassifikatiesysteem bestond niet, hoewel vaak termen uit de oude Amerikaanse klassifikatie (Baldwin, Thorp etc) gebruikt werden. D'Hoore's klassifikatie voor Afrika werd te algemeen en te weinig exact geacht.

De nieuwe Amerikaanse klassifikatie, "Soil Taxonomy", was op het moment van aanvang van het Projekt nog niet officieel gepubliceerd en verkrijgbaar. Bovendien overheerste de mening, mede en met name bij de Kenyaanse bodemkundigen dat het, ondanks zijn morfometrische exactheid en vérgaande onderverdeling, minder goed geschikt zou zijn voor een tropisch land als Kenya. Met name werd het gebruik van moisture regimes op hoog kategorisch niveau als nadeel gezien, vooral met het oog op de complexheid van de Oost-Afrikaanse regenval régimes. Het wégstoppen van enkele lokaal zeer belangrijke bodems in de grote orders Alfisolen en Ultisolen werd ook als nadeel gezien. Tenslotte werden de vereisten aan noodzakelijke laboratoriumbepalingen op korte termijn niet haalbaar geacht.

De FAO-Unesco wereldbodemkaart legenda was daarentegen zojuist gepubliceerd en leek beter toepasbaar op de lokale situatie, o.a. door de prominente plaats in het systeem gegeven aan bv. Nitosolen, Planosolen, Andosolen, Solonetzen.

In principe combineert het de morfometrische exactheid van de Amerikaanse Soil Taxonomy met gezonde genetische concepten van Europese scholen van bodemklassifikatie. Weliswaar werd gerealiseerd dat bij de FAO legenda slechts de hogere categorische niveaus waren uitgewerkt. Maar waar nodig zou verdere voorlopige onderverdeling gemaakt kunnen worden aan de hand van de criteria voor de lagere categorieën van Soil Taxonomy. Bovendien waren er reeds plannen voor zulke onderverdelingen vanuit FAO zelf (bodemkaart van Europa op 1:1.000.000). De FAO legenda terminologie werd daarom als "system of reference" genomen. Bij elke kaartblad rapportage werd echter steeds een korrelatietabel verstrekt, waarop ook de Soil Taxonomy termen gebruikt werden (en tevens ruimte werd geschapen voor invullen van de Franse ORSTOM klassifikatie zoals tot nu toe gebruikt in de francofone Africaanse landen). Daartoe werden in de korrelatietabel zoveel mogelijk alle voor klassifikatie belangrijke soil characteristics overzichtelijk weergegeven.

in natte seizoensregenval hoeveelheden, de kansen op tekorten in seizoensregenval, enkel en in combinatie, alles met het oog op het vaststellen van de feitelijk te verwachten groeiperiode voor enkel-seizoens of twee-seizoensgewassen. Zonodig werden ook de temperatuursbeperkingen op de gewasgroei en gewaskeuze getabelleerd. Dit alles resulteerde in een verfijnde "ecologische zonificatie". Het schema werd bv. als volgt (table VIII).

Het vaststellen van de definitieve grenzen tussen deze zones geschiedde mede aan de hand van hoogteverschillen en indicatorsoorten van de vegetatiekartering.

De grenzen werden op een zwart-wit kopie van de bodemkaart met brede onderbroken lijnen aangegeven, ten gebruike bij de landevaluatie kaarten, waarover later.

De vegetatie en het huidige landgebruik werden apart opgenomen. De criteria waren soortsaamenstelling, fysiognomie/structuur, en grasbedekking.

Deze gegevens waren belangrijk voor de volgende aspecten.

- de soortsaamenstelling als indikator van de standplaatskondities in het algemeen en van het klimaat in het bijzonder.
- de structuur als element in de bepaling van de actuele en potentiële begrazinstoestand ("range condition") c.q. als element in de kosten van landontginning ("clearing costs"). zie table IX
- de grasbedekking als element in de bepaling van de aktuele draagkracht voor veeteelt ("actual carrying capacity") en als indikator voor de graad van gevoeligheid voor erosie ("erodability").

Bij de 1:100.000 karteringen werden vegetatie en huidig landgebruik slechts op verkleinde schaal afgedrukt (250.000 kaartjes). Bij de 1:250.000 karteringen van de low-potential gebieden echter, waar "range management" het voornaamste land utilisatie type is en de vegetatiegegevens dus erg belangrijk zijn, worden de vegetatiegegevens tot een aparte kaart op dezelfde schaal verwerkt.

Naast normaal bodem- en vegetatie karteringsonderzoek werd ook veel aandacht besteed aan bodemfysisch terrein onderzoek, o.a. in verband met de erosiekansen per karteringseenheid. Het bestond o.a. uit visuele waardering van de graad en dikte van de oppervlakte afsluiting/verslemping ("surface sealing"). Daarnaast werden

profielen als appendix

- 2) Een bodemkaart in kleurendruk
- 3) Verscheidene kopieën van deze bodemkaart in zwart-wit, met overdruk van de ecologische zonifikatie, t.b.v. een set van hand-te-kleuren land evaluation kaarten.
- 4) Een set van thematische kaartjes op kleinere schaal over respectievelijk: geologie, hoogteverschillen, geomorfologie, bodems klassifikatiegewijs geschematiseerd, huidig bodemgebruik, vegetatie, erosiegevoeligheid, lokatie van veldwaarnemingen.
- 5) Een tabel met de profielkarakteristieken van belang voor bodemklassifikatie.
- 6) Een tabel met landevaluatie sleutels ("key")

f) Landevaluatie

De precieze wijze van landevaluatie op basis van alle verzamelde gegevens lijkt uitermate de moeite waard om gedetailleerd te beschrijven. De tijd daartoe ontbreekt echter. Bovendien lijkt het wenselijk om het systeem eens voor een breder, interdisciplinair gehoor te behandelen, bv. tijdens een Tropische Landbouwdag, omdat het aansluit bij nieuwe internationale ontwikkelingen op dit gebied (Beek en Bennema 1971, Brinkman & Smyth 1973, Beek 1978). Daarom volgt hier slechts een korte beschrijving.

In het landevaluatie proces dient eerst vastgesteld te worden welke precies de relevante landgebruikstypen ("land utilization types/land use alternatives") van het gebied zijn en welke de karakteristieken daarvan zijn. Daartoe werd in de beginjaren de hulp ingeroepen van een externe agricultural socio-economist (zie bv. Luning 1973, de Jong 1976, de Jong 1978). Enkele typen worden hier vermeld.

Table X Some land utilization types

Voor elk hiervan afzonderlijk werd een actuele geschiktheidsklassifikatie en een potentiële geschiktheidsklassifikatie uitgewerkt, elk in drie orders (geschikt, voorwaardelijk geschikt, ongeschikt) en drie klassen (bv. zeer

Opgemerkt dient te worden dat bij de reconnaissance kartering de geschiktheids-waardering nog grotendeels qualitatief is. Quantifikatie in verwachte opbrengsten en rendementen per hectare, is slechts mogelijk op basis van veldproeven op representatieve plaatsen binnen elke belangrijke kaarteenheden, voorbeeld-bedrijven (pilot farms) etc. Dit ligt echter meer op het terrein van de feasibility studies bij semi-detail karteringen.

Officieel is het nu geheel aan de planner om een keuze te maken in welke richting bepaalde delen van het kaartgebied nu ontwikkeld dienen te worden, met afweging van economische, sociale en politieke belangen.

In feite echter werd van de KSS verwacht om een kaartje van "recommended land use" af te leveren, ter hunner oriëntatie. Uiteraard een tricky business!

PUBLICATIES

Het publiceren en verspreiden van alle karteringsgegevens en andere onderzoekingen op breed bodemkundig terrein is uiteraard erg belangrijk. Dit gebeurde op verschillende wijzen a) toelichting van de resultaten in voorlichtings/planning centra in de karteringsgebieden zelf. b) toelichting in de expositiezaal van KSS in Nairobi t.b.v. bezoekers. c) brede verspreiding d.m.v. officiële publikaties.

Het zoveel mogelijk laten uitkomen in series van de resultaten is hierbij erg belangrijk: a) De kans op wegraken in bibliotheken, proefstations e.d. is geringer, b) de lokale staf komt geleidelijk tot een zekere mate van beroeps/dienst trots. c) de Overheid is sneller geneigd de Dienst als van permanent belang voor de landbouw/rurale ontwikkeling te ervaren, en dus ook de financiële en personele voorzieningen voor zijn voortbestaan c.q. uitbreiding te treffen. Daarom is van het begin af aan veel aandacht besteed aan kwaliteit en serie-idee van publikaties. Mede dank zij de zeer effectieve steun van de Afd. Kartografie van STIBOKA, en de financiële ruimte daartoe geboden door DTH zijn inmiddels de volgende series tot stand gekomen.

Table I Ecological zones

<u>ecol zone</u>	<u>name</u>	<u>moisture index</u>	<u>vegetation</u>
I	Afro-alpine	(high altitude)	moorland and grassland or barren land (above tree line)
II	Equatorial, Humid to dry subhumid	<-10	broad-leaved evergreen forest
III	Dry sub-humid to semi-arid	-10 to -30	moist woodland or bushland ("savannah" with Combretum spp).
IV	Semi-arid	-30 to -42	dry woodland or bushland ("savannah" with Acacia spp)
V	Arid	-42 to -51	Shrubby bushland (Commiphora and Acacia spp)
VI	Very arid	-51 to -57	Dwarf shrub-grassland

Table II Main soil groups

- Well drained, deep, red or brown soils of fair to low chemical fertility; mainly on the undulating to rolling uplands of the high and medium potential areas of southwestern, central and coastal Kenya, but also on stable old land surfaces of eastern Kenya. (Luvisols, Acrisols, Nitosols, Ferralsols, Andosols).
- Imperfectly drained, moderately deep, black or dark brown, cracking soils; often on high-level structural plains of medium potential areas of south western and central Kenya. (Vertisols, Planosols, Phaeozems, Greyzems)
- Poorly drained, greyish-brown, saline and/or sodic soils; mainly on the younger sedimentary plains of eastern Kenya and on former lake bottoms of the north and the south (Solonetztes, Solonchaks, solodic Planosols)
- Well drained, reddish brown calcareous soils, often with a desert pavement; on the younger sedimentary plains of the north (Xerosols, calcic Cambisols).
- Shallow soils with rock-outcrops or boulder surfaces; on the mountains and hills, and on the Quaternary lava plains and plateaus of the north (Lithosols, Regosols, Cambisols shallow phase, Rock-outcrops)

Table III cont'd

SEMI-DETAILED SURVEY (ad-hoc SURVEYS)

- Scales : 1 : 20 000 - 1 : 50 000
- Purpose : project feasibility studies
 - : development of one particular land use (e.g. sugarcane development area, irrigation schemes, range management study area, etc.)
- Methods : aerial photo-interpretation
 - : intensive field observations, mainly on soil (augerholes), soil management field measurements
 - : laboratory analysis of selected profiles
 - : quantitative assessment of land suitabilities

DETAILED SURVEY

- Scales : 1 : 10 000 or larger
- Purpose : farm planning
 - : characterisation of research trial sites
- Methods : very intensive soil augering (one or more per ha)
 - : laboratory analysis, including soil testing

SITE EVALUATION (PRELIMINARY SURVEYS)

- Scales : Variable
- Purpose : project identification (e.g. site for Minor Irrigation Schemes)
 - : soil problem assessment (e.g. suspected cause of crop failure)
- Methods : aerial photo-interpretation
 - : scattered field observations
 - : rapid laboratory testing
 - : rapid reporting

Table V Geological units in the legend

Igneous Rocks

- G (soils developed on) acid igneous rocks (granites etc)
- Y rather acid igneous rocks (rhyolites, aplites)
- I intermediate igneous rocks (andesite, etc)
- B basic or ultra basic igneous rocks (basalts, serpentinite etc)
- V undifferentiated igneous/volcanic rocks
- P pyroclastic rocks (pumice, ash, tuff)

Metamorphic Rocks (basement system rocks)

- Q granitoid gneisses or quartzites
- R quartz-feldspar gneisses
- M (quartz-) muscovite/sillimanite gneisses
- N biotite (-garnet) gneisses
- F gneisses rich in ferromagnesian minerals
(hornblende/biotite/amphibolite)
- C calc-silicate gneisses (granulites)
- L crystalline limestones
- U undifferentiated basement system rocks
(mostly banded gneisses)

Sedimentary Rocks, consolidated

- Z conglomerates and gravels
- S sandstones, grits, arkoses, grey wackes
- K siltstones
- D mudstones
- W marls
- T shales
- E evaporites (gypsum, trona)
- L limestones, travertines
- H cherts, flints, chalcedonites
- L coral reef limestones
- H diatomites

A Unconsolidated sediments (alluvium, colluvium from unknown source, coversands, dune sands)

- J Pleistocene lagoonal deposits
- O Plio-Pleistocene bay sediments

X Various parent materials

TABLE VII KEY TO SLOPE CLASSES

slope %	slope class symbol	name of macrorelief
0-2	 A	flat to very gently undulating
2-5	 B	gently undulating
5-8	 C	undulating
8-16	 D	rolling
16-30	 E	hilly



Vegetation type: G= Grassland, W=Woodland, d=dense,
B= Bushland, t=thicket, F=Forest

(if shrubs are smaller than 1m then the types BG and B get the prefix d)

Note: The Alpine Moorland (A), Marshland (M), Swamp-land (S), and Barren land (BL) do not appear in the above diagram, they are determined by:

- (A) a special species composition
(M) species composition and temporary inundation
(S) species composition and permanent inundation
(BL) the absence of vegetation

Cover of herbs (he), grasses (gr) and bare ground (b.g.): Estimate the proportion of the soil surface which is covered by the foliage of grasses and herbs at 5 cm above ground level. Note: he+gr+b.g.=100%

Dominant species: List the species which have the highest cover in the tree layer, shrub layer, herb layer and grass layer.

Note: Mention other species which might have "indicator value"; if the land is cultivated; write C, mention the crop or crops.

Literatuur

Ableiter, J.K. and Van Baren, J.H.V. 1971: "Report to the Government of Kenya on Soil Survey Data and Methods". TA 2914, UNDP/FAO, Rome

Beek, K.J. 1978: "Land evaluation for agricultural development". Publication 23, ILRI, Wageningen

Beek, K.J. and Bennema, J. 1971: "Land evaluation for agricultural land use planning; an ecological method". In: FAO Soils Bulletin 22, Rome, pp. 170-190

Brinkman, R. and Smyth, A.J. (eds.) 1973: "Land evaluation for rural purposes". Publ. 17, ILRI, Wageningen

Braun, H.M.H. 1977: "The reliability of the rainy seasons in Machakos and Kitui Districts". Miscellaneous Soil Paper M13, Kenya Soil Survey, Nairobi

D'Hoore, J.L. 1964: "The soil map of Africa at 1:5.000.000; Explanatory report and map sheets". CCTA, Interafrican Pedological Service, Joint Project no. 11, Publ. 93, Lagos

Gelens, H.F., Kinyanjui, H.C.K. and Van de Weg, R.F. 1978: "Soils of the Kapenguria area". Reconnaissance Soil Survey Report R2. Kenya Soil Survey/Gvnt Printer Nairobi

FAO/Unesco 1974: "Soil Map of the World 1:5.000.000; Vol. I Legend". Unesco-Paris

Lind, E.M. and Morrison, M.E.S. 1974: "East African vegetation". Longman Group Ltd., London

Luning, H.A. 1973: "Land utilization types of the medium-potential areas of Eastern Province, Kenya". Misc. Soil Report M1, Kenya Soil Survey, Nairobi

Jong, C. de 1976: "Land use alternatives in high-potential areas of medium to high altitudes; the Kitale-Kapenguria area". Misc. Soil Report M3, Kenya Soil Survey, Nairobi

Jong, C. de 1978: "Land utilization types for the medium potential areas of low altitude; the Kwale area". Misc. Soil Report M4, Kenya Soil Survey, Nairobi