

Literatur:

- DEMEK, J. (1968):
Beschleunigung der geomorphologischen Prozesse durch die Wirkung des Menschen.
Geol. Rundsch. 58, S. 111-121.
- DEMEK, J. (Hrsg.), (1976):
Handbuch der geomorphologischen Detailkartierung. Wien.
- ELLENBERG, H. (1977):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 2. Aufl., Stuttgart.
- GANSSEN, R. (1957):
Bodengeographie. Stuttgart.
- GEIGER, R. (1961):
Das Klima der bodennahen Luftschicht.
4. Aufl., Braunschweig.
- HAASE, G. (1961):
Hanggestaltung und ökologische Differenzierung nach dem Catena-Prinzip.
Pet. Mitt., 105. Jg., Gotha, S. 1-8.
- LESER, H. (1977):
Feld- und Labormethoden der Geomorphologie. Berlin.
- LESER, H. (1978):
Landschaftsökologie. 2. Aufl., Stuttgart.
- LOUIS, H. und FISCHER, K. (1979):
Allgemeine Geomorphologie.
Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Bd. 1, 4. Aufl., Berlin.
- RATHJENS, C. (1979):
Die Formung der Erdoberfläche unter dem Einfluß des Menschen. Stuttgart.
- REICHELT, F. (1961):
Über Schotterformen und Rundungsanalyse als Feldmethode.
Gotha, S. 15-24.
- SEMMELE, A. (1977):
Grundzüge der Bodengeographie. Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus Fischer
Institut für Physische Geographie
Universität Augsburg
Alter Postweg 101
8900 Augsburg

Überlegungen zur geökologischen Gliederung der Sahelzone als Grundlage einer Entwicklungsplanung¹⁾

Wolfgang Zech

1. Problemstellung

Studiert man die Literatur über den Futterwert forstlicher Pflanzen in der Sahelzone, so fällt auf, daß nur in Ausnahmefällen der Standort der analysierten Gehölze genügend gekennzeichnet wird (vgl. z.B. TOUZEAU, 1973; BOUDET, 1978; RIVIÈRE, 1977 u.a.; s. jedoch: BILLE, 1977; POUPON, 1979; Ansätze auch in TOUTAIN et al., 1977). Dabei ist es einleuchtend, daß der Mineralstoffgehalt und der Futterwert einer Pflanzenart nicht nur genetisch bedingt sind, sondern auch vom Standort abhängen. Nehmen wir eine Pflanze mit genetisch bedingtem, weitem Zellwand/Zellinhaltverhältnis an, so wäre es falsch, diesen Quotienten als eine konstante Größe anzusehen. Auf Standorten mit üppiger Stickstoffversorgung ist sehr wohl mit dünnen Zellwänden und eiweißreichen Zellinhalten zu rechnen. Futterwert und Mineralstoffgehalt der Pflanzen hängen aber nicht nur von der genetischen Disposition und vom Standort ab; auch das Alter der Blätter, ihre Stellung am Baum, eventuelle Verletzungen und Krankheiten beeinflussen das Niveau.

Dies erklärt, warum umfangreiche methodische (z.B. Zeitpunkt der Probenahme, Blattposition, Blatthalter) und vor allem standortsbezogene Untersuchungen durchzuführen sind, um den Futterwert einigermaßen sicher und detailliert interpretieren zu können. Für Acacia senegal sind erste methodische Studien durchgeführt (ZECH und DERING, Manuskript in Vorbereitung); umfangreiche standortkundliche Untersuchungen planen wir für den kommenden Winter. Sie sollen u.a. zu einer Verifizierung und Verfeinerung des im folgenden dargestellten Klassifizierungsvorschlages der Sahelstandorte dienen.

Eine Standortsgliederung muß unbedingt einhergehen mit umfangreichen Geländeexperimenten (z.B. Baumartenversuche, Erfassung der Nährstoffpotentiale und der Nährstoffnachlieferungskapazität sowie der Wasserspeicherfähigkeit der Böden usw.). Erst dadurch werden die Voraussetzungen und Grundlagen erarbeitet für eine sinnvolle Landnutzungsplanung.

Gerade weil die Sahelzone ökologisch gesehen sehr sensibel ist und kleinste Eingriffe und Veränderungen weitreichende Folgen haben können, ist es besonders wichtig, standortsgemäß zu wirtschaften. Das setzt eine Standortsgliederung voraus und die Kenntnis des Reaktionsvermögens der einzelnen Standorte auf bestimmte Eingriffe. Damit erschöpft sich aber keineswegs die Bedeutung einer Standortsgliederung. Sie dient als Grundlage für

- a) die Planung einer ökologisch sinnvollen Landnutzung (Trockenfeldbau, Bewässerungsfeldbau, Agroforstwirtschaft, Gartenbau, Weide u.a.);
- b) die Durchführung von Maßnahmen zur Ertragssteigerung und Standortsverbesserung;
- c) die Planung von Vorsorgemaßnahmen gegen bestimmte Gefährdungen;
- d) das Verständnis ökologischer Regulationsmechanismen überhaupt.

Bevor ich meine Überlegungen zur Gliederung der Sahelstandorte darlege, halte ich es für notwendig, einige Begriffe zu erläutern.

2. Grundbegriffe

Unter einem Standort versteht man einen Geländebereich oder Geländeausschnitt mit charakteristischen Klima-, Relief- und Bodenverhältnissen. Die Standortsfaktoren - nämlich Klima, Boden und Relief - beeinflussen sowohl die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wie die Produktion der organischen Substanz. Das wird verständlich, wenn man

Herrn Professor Dr. Willi Laatsch zum 75. Geburtstag gewidmet.

1) Erstveröffentlichung unter dem Titel »Überlegungen zur Gliederung von Sahelstandorten mit Beispielen aus Senegal und Obervolta. In: MITTELLUNGEN der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Weltforstwirtschaft Nr. 132/1980, Hamburg.

Tabelle 1: Grundlegende Begriffe der Standortsgliederung

Standortsmerkmale:	Temperatur Niederschlag Luftfeuchtigkeit Wind Schnee	Geogr. Breite und Länge Höhe über NN Hanglage Geländeform	Muttergestein (locker, fest) Minerale Verwitterungsgrad Basensättigung und p H Wasserhaushalt Lufthaushalt
	↓	↓	↓
Standortsfaktoren:	Klima	Relief	Boden
Standort:	Geländebereich mit charakteristischer Ausstattung bezüglich der Standortsfaktoren Klima, Relief und Boden		
Standortstyp oder Standortseinheit:	Gruppe ähnlicher Standorte mit geringer ökologischer Schwankungsbreite und mit vergleichbaren Wuchsbedingungen vergleichbarem Ertragsniveau vergleichbaren Nutzungsmöglichkeiten vergleichbaren Gefährdungen vergleichbaren Reaktionen auf Eingriffe (wie Meliorationsmaßnahmen)		
Wuchsbezirk:	charakteristische Vergesellschaftung von Standortseinheiten		
Wuchsgebiet:	Vergesellschaftung von Wuchsbezirken innerhalb einer größeren physisch-geographischen Einheit		

sich die wirkenden Parameter der einzelnen Standortsfaktoren vor Augen hält. Sie sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Man erkennt, daß Standort nicht gleichzusetzen ist mit Boden, vielmehr ist der erste Begriff umfassender.

Ähnliche Standorte mit nur geringer ökologischer Schwankungsbreite werden zu *Standortseinheiten* oder *Standortstypen* zusammengefaßt. Sie sind gekennzeichnet durch:

- vergleichbare Wuchsbedingungen
- ähnliches Ertragsniveau
- vergleichbare Nutzungsmöglichkeiten
- vergleichbare Gefährdungen
- vergleichbare Reaktionen auf Eingriffe wie Meliorationsmaßnahmen.

Eine charakteristische Vergesellschaftung von Standortseinheiten bezeichnet man als *Wuchsbezirk* und die Vergesellschaftung von Wuchsbezirken innerhalb einer größeren physisch-geographischen Einheit als *Wuchsgebiet*. Aus praktischen Gründen ist es manchmal angebracht, die Wuchsbezirke nochmals zu untergliedern in sogenannte *Teilwuchsbezirke*.

In Süddeutschland hat sich diese Gliederung bestens bewährt. Im folgenden will ich versuchen, dieses Gliederungsschema an Beispielen aus Senegal näher zu erläutern.

3. Standortsgliederung der Sahelzone Senegals

In Anlehnung an GIFFARD (1974, vgl. Abb. 1) bietet sich für die Sahelzone Senegals eine Aufgliederung in 5 Wuchsgebiete an:

- a) der Talbereich des Senegalflusses im Norden,
- b) das Senegaldelta zwischen Richard-Toll und St. Louis,
- c) die Küstenzone zwischen der Mündung des Senegalflusses bis nach Dakar,
- d) der District occidental,
- e) der Ferlo.

Über die 5 Wuchsgebiete und ihre mögliche Untergliederung in Wuchsbezirke und Standortseinheiten informieren die Tabellen* 2 bis 6; über die geologischen und bodenkundlichen Verhältnisse die Carte géologique du Sénégal (1962) bzw. die Carte pédologique du Sénégal (1965).

* Tabelleninhalt, bes. die Angaben über die forstlichen Pflanzen, vielfach nach Giffard, 1974.

3.1 Wuchsgebiet »Senegaltal«

Das Senegaltal erreicht eine Breite bis zu 25 km und erstreckt sich auf senegalesischem Gebiet von Richard-Toll bis zur Grenze nach Mali. Eine detaillierte geomorphologische Studie liegt von MICHEL (1973) vor.

Es bietet sich an, zwei Wuchsbezirke auszuscheiden:

- a) die Aue mit regelmäßiger Überflutung,
- b) die trockene, nicht mehr überflutete Talzone, deren tieferliegende Partien allerdings eine gewisse Grundfrische aufweisen, die Tiefwurzlern zugute kommt.

Der Wuchsbezirk »Aue« umfaßt zwei Standortseinheiten, nämlich die steilen, 10–11 m hohen, schluffreichen Böschungen oberhalb des Niedrigwasserbettes, die sogenannten »steilen Schluffhänge«, und die bei Hochwasser überfluteten, flachen Talzonen. Die steilen Schluffhänge an den Böschungen sind im allgemeinen vegetationsarm oder -frei. Die wichtigsten Forstpflanzen sind *Acacia sieberiana*, *Acacia nilotica* var. *tomentosa* und *Salix coluteoides*.

Größere Bedeutung für Forst- und Landwirtschaft hat die zweite Standortseinheit, die wegen der Textur und Farbe ihrer Böden als »alluvialer brauner Aueton« anzusprechen ist. Typisch sind mehrmonatige Überflutung mit Tonsedimentation, was *Acacia nilotica* var. *tomentosa* gut verträgt. Das erklärt, warum auf diesen Standorten relativ dichte Naturwälder dieser Baumart vorkommen. Voraussetzung für intensive landwirtschaftliche Nutzung (evtl. Reis, Hirse, Weizen, Zuckerrohr u.a.) sind Hochwasserschutz, Bewässerung und Bodenbearbeitung wegen des hohen Tongehaltes. Die Nährstoffvorräte dürften als günstig zu beurteilen sein.

Die trockene, nicht überflutete Talzone umfaßt zum einen die inselartigen, langgestreckten, feinsandig-schluffigen Erhebungen zwischen den einzelnen Armen des Senegalflusses (Fondé) und zum anderen die Uferbereiche, wo entweder sandig-tonige Substrate anstehen oder Dünen sande. Die im Gelände tiefer liegenden Partien dürften grundfrisch sein, d.h. Tiefwurzlern den Anschluß an das während der Regenzeit hochstehende Wasser ermöglichen. Genauere Untersuchungen müssen zeigen, ob es sinnvoll und notwendig ist, neben solchen grundfrischen Standorten in der hochwasserfreien Talzone auch trockene, zuschlußwasserfreie Standorte auszuscheiden. Das ist bisher in Tabelle 2 nicht geschehen.

Abbildung 1: Gliederung der Forststandorte der Sahelzone Senegals (nach Giffard, 1974)

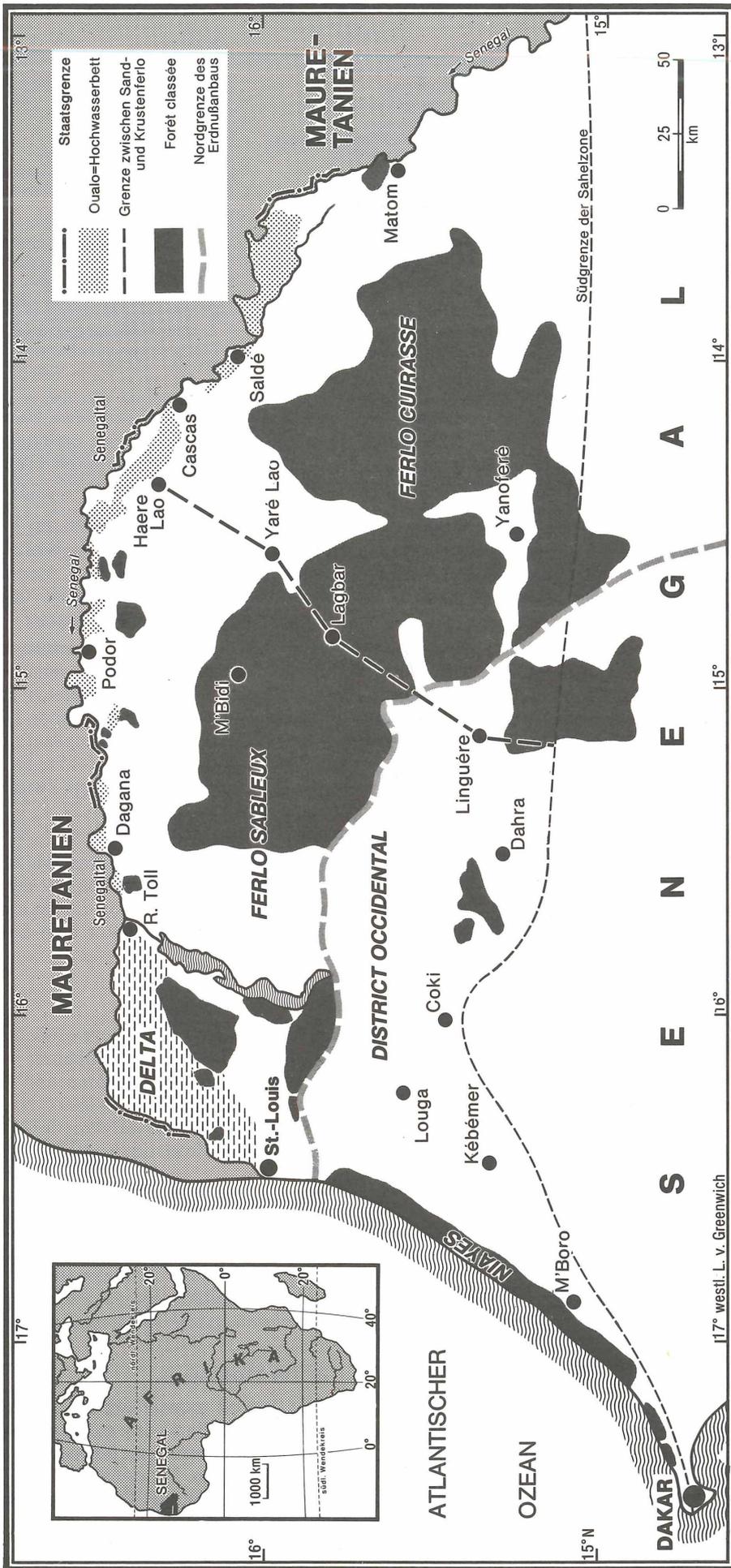


Tabelle 2: Standortkundliche Gliederung des Wuchsgebietes »Senegaltal«

Wuchsgebiet	Wuchsbezirk	Standorttyp	Nutzung
1. Senegaltal (bis 25 km breit)	1. Aue (mit regelmäßiger Überflutung, Ouala)	a) steile Schluffhänge (Uferböschung bis 11 m hoch, vegetationsarm, oberhalb des Niedrigwasserbettes) b) alluviale braune Auetone (mehrere Monate überflutet; Hochwasserbett Hollaldes)	A. sieberiana, A. nilotica var. tomentosa, Salix coluteoides A. nilotica var. tomentosa (Reis, Hirse, Weizen, Zuckerrohr u.a. nach Eindämmung, Bewässerung und Bodenmelioration)
	2. trockene, z.T. aber grundfrische Talzone (Diéri)	a) feinsandige, schluffige Fondés, inselförmig langgestreckt, zwischen den Senegalarmen b) Dünensande z.T. grundfrisch c) sandige Tone z.T. grundfrisch	A. raddiana, A. senegal, A. seyal, A. sieberiana, Balanites aegyptiaca, Bauhinia rufescens, Celtis integrifolia, Diospyros mespiliformis, Mitragyna inermis A. raddiana, A. senegal, Balanites aegyptiaca, Boscia senegalensis, Salvadora persica, Ziziphus mucronata, Anbau von A. albidia (Hirse) A. nilotica var. adansonii, A. seyal, Combretum glutinosum, Pterocarpus lucens a) + b) + c) Anbau von Azadirachta indica, Cassia siamea, Prosopis chilensis, Khaya senegalensis

Die trockenen Standorte eignen sich besonders für *Acacia raddiana*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptica*, *Pterocarpus lucens* u.a., während grundfrische Böden ideal für den Anbau von *Acacia albidia*, *Mitragyna inermis*, *Acacia seyal*, *Khaya senegalensis* sind.

Hervorzuheben ist noch, daß die inselartigen feinsandig-schluffigen Fondés aufgrund ihrer Textur und vermutlich wegen höherer Nährstoffgehalte intensiv landwirtschaftlich genutzt werden und bei guter Durchlässigkeit des Substrats auch für Bewässerungswirtschaft bestens geeignet sind.

Wenden wir uns als nächstes dem 400 000 ha großen Wuchsgebiet »Senegaldelta« zwischen Richard-Toll und St. Louis zu.

3.2 Wuchsgebiet »Senegaldelta« (Tab. 3)

Das Senegaldelta, eine jungquartäre Bildung, mit Erhebungen bis 23 m über NN, ist gekennzeichnet durch den starken Wechsel von Sand, Schluff und Ton. Morphologisch auffallend sind verschiedene alte Dünengürtel mit dazwischen eingeschalteten Depressionen.

Das Wuchsgebiet »Senegaldelta« läßt sich in 6 Wuchsbezirke unterteilen (vgl. Tab. 3), die ich im folgenden näher besprechen werde (in Anlehnung an GIFFARD, 1974).

a) Der Küstenstreifen

Dazu gehört z.B. die Langue de Barbarie bei St. Louis zwischen dem Atlantischen Ozean und dem Senegalfluß. Von der Küste landeinwärts kann man eine Reihe von Standorteinheiten ausscheiden:

- die *Strandzone* aus hellen Sanden, deren etwas höher liegende Bereiche von Ipomea teilweise stabilisiert sind;
- *helle, aktive Dünensande*, in Wallform, rezent in Bildung begriffen;
- *schwach rötlich-braune Dünensande*, die älteren, bereits etwas eingeebneten Dünen entsprechen.

Die Vegetation des Küstenstreifens ist sehr spärlich. Seit 1940 jedoch haben französische Forstingenieure mit großem Erfolg zur Stabilisierung der Dünenwälle *Casuarina equisetifolia* gepflanzt. Sie ist ausgesprochen salz- und windtolerant und anspruchslos. Stickstoff bindet sie mittels Strahlenpilzen, was zu Stickstoffanreicherung in den Böden führt. So konnten wir auf der Langue de Barbarie bei St. Louis unter 40-jährigen Casuarina-Beständen pro ha und einen Meter Tiefe 4000 bis 5600 kg Stickstoff (1270), 1400–1800 kg Phosphor (1300) und 53–

95 t Kohlenstoff (8) finden, was im Vergleich zur nackten, nicht aufgeförmten Düne (= Werte in Klammern) eine beachtliche Zunahme bedeutet. Vermutlich profitieren die Bäume vom spezifisch leichteren, und deshalb über dem Salzwasser angereicherten Süßwasser.

Wegen der niedrigen Phosphormengen im Boden ist die Phosphorversorgung der Bäume verständlicherweise schlecht. Wir analysierten im Kronenbereich junger Casuarina-Aufforstungen nur 0.06–0.01 % Phosphor. Die Werte für Stickstoff lagen bei 1.5–2.1 % N (Strahlenpilze!), diejenigen für Kupfer und Zink bei 7–10 ppm bzw. 7–15 ppm. Dies läßt auf latenten bis akuten Zinkmangel schließen. Zwischen der Höhenwuchsleistung und den Nährstoffen N, P, Cu und Zn finden sich positive Korrelationen (ZECH et al., in Vorbereitung).

Untersuchungen dieser Art sind, wie eingangs erwähnt, notwendig, um die Reaktionsfähigkeit der einzelnen Standorte in Erfahrung zu bringen. Sie dienen als Entscheidungshilfen für Planungsmaßnahmen auf dem Sektor der Boden- und Landnutzung.

b) Die Mangrove

Den Wuchsbezirk »Mangrove« möchte ich vorschlagsweise zunächst in die Standorteinheiten »Buschmangrove« mit überwiegend *Avicennia africana* und »Baummangrove« mit *Rhizophora racemosa* unterteilen. Nach Eindeichung, teilweiser Entsalzung und Korrektur der Acidität sollte es möglich sein, Reis bzw. Melaleuca anzubauen.

c) Die großen Depressionen

Dieser Wuchsbezirk ist bis zu 9 Monate überflutet. Man kann einen salzreichen, vegetationsfreien, nicht zur Pflanzenproduktion geeigneten Zentralbereich abgrenzen von einem schwach salzhaltigen Randbereich, mit *Tamarix senegalensis*, *Salix coluteoides* und *Parkinsonia aculeata*.

d) Die Flachebenen

Neben den oft monatelang überfluteten Depressionen gibt es im Senegaldelta niedrig gelegene Bereiche und mehr oder weniger flache Ebenen, die höchstens stunden- oder tageweise überflutet werden. Meistens handelt es sich um dichte Tone bis sandige, schluffige Tone, mit kleinräumig stark wechselndem Salzgehalt, was zur Ausscheidung folgender Standorteinheiten führt (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: Standortskundliche Gliederung des Wuchsgebietes »Senegaldelta«

Wuchsgebiet	Wuchsbezirk	Teilwuchsbezirk	Standorttyp	Nutzung	
<p>2. Senegaldelta 400 000 ha bei Richard-Toll, jungquartäre Bildung</p> <p>bis 23 m ü. NN, da Dünen u. Krusten; starker Wechsel von S, U, T; oft S und U über weißem Quarzsand, darunter, muschelreicher (= Süßwasser) Sandstein</p>	<p>1. Küstenstreifen (z.B. Langue de Barbarie)</p>		<p>a) Strandzone</p> <p>b) helle Dünensande (rezent, aktiv)</p> <p>c) Depressionen</p> <p>d) rötlichbraune Dünensande (alte, flache Dünen)</p>	<p>von Natur aus keine Vegetation, jedoch seit etwa 1940 Aufforstung mit <i>Casuarina equisetifolia</i> (1 Jahr bewässern; 3 Jahre lang vor Verschüttung durch Sand schützen)</p>	
	<p>2. Mangrove</p>		<p>a) Baummangrove</p> <p>b) Buschmangrove</p>	<p><i>Rhizophora racemosa</i> <i>Avicennia africana</i></p> <p>nach Eindeichung und teilweiser Entsalzung Reis, Melaleuca</p>	
	<p>3. große Depressionen (z.T. 9 Monate überflutet)</p>		<p>a) Zentralbereich (salzreich)</p> <p>b) Randbereich (schwach salzhaltig)</p>	<p><i>Tamarix senegalensis</i>, <i>Salix coluteoides</i>, <i>Parkinsonia aculeata</i></p>	
	<p>4. Flachebene (nur stunden- oder tageweise überflutet) T, sT, dicht Salzgehalt wechselt kleinräumig</p>		<p>a) salzhaltige Tonböden</p> <p>b) schwachsalth. Tonböden</p> <p>c) dichte, salzfreie Tonböden (salzfrei, nicht mehr überflutet)</p>	<p><i>Tamarix senegalensis</i>, <i>Parkinsonia aculeata</i> <i>A. nilotica</i> var. <i>tomentosa</i> u. var. <i>adansonii</i>, <i>Prosopis chilensis</i>, <i>Balanites</i></p> <p>etwas Salz, Reis, Gemüse (Kohl) Tomaten</p> <p><i>Borassum aethiopum</i>, <i>A. albida</i>, <i>A. seyal</i>, <i>A. sieberiana</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Salvadora persica</i> (C.T.F.T. seit 1967 Versuche mit <i>Eucalyptus microtheca</i> und <i>camaldulensis</i>)</p>	
	<p>5. Dünenbereich</p>	<p>Küstennahe Dünen Relief wenig ausgeprägt</p>		<p>Rotbraune Sande, flachgründig</p>	<p><i>Euphorbia balsamifera</i> <i>Salvadora persica</i></p>
		<p>mittlerer Dünen Gürtel SW-NE-Erstreckung</p>	<p>trockene Oberhänge und Kuppen</p> <p>Mittelhänge</p> <p>frische Unterhänge und Mulden</p>	<p><i>Euphorbia balsamifera</i>, <i>Salvadora persica</i>, <i>Grewia tenax</i></p> <p><i>A. senegal</i>, <i>A. nilotica</i> var. <i>adansonii</i>, <i>Commiphora africana</i>, <i>Boscia senegalensis</i></p> <p><i>A. seyal</i></p>	
		<p>kontinentale Dünen (älter, südl. Straße nach Richard-Toll)</p>		<p>Rotbraune Sande</p>	<p><i>A. raddiana</i>, <i>A. senegal</i>, <i>A. seyal</i>, <i>A. nilotica</i> var. <i>adansonii</i>, <i>Balanites</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Combretum glutinosum</i>, <i>Adansonia digitata</i></p>
		<p>Sandebenen und Mulden</p>	<p>Randzone</p> <p>Zentralzone (einige Wochen Überflutung)</p> <p>Salzböden</p>	<p><i>Euphorbia balsamifera</i> <i>A. seyal</i>, <i>Balanites</i>, <i>A. raddiana</i></p> <p><i>Mitragyna inermis</i></p> <p><i>Tamarix senegalensis</i></p>	<p>Zuckerrohr</p>
	<p>6. Krustenzone (einige 100 ha, im NE, nahe Lac de Guiers einformiges Plateau mit Fe-Kruste über Sandstein Böden flachgründig)</p>		<p>flachgründige Krusteböden (60-120 cm)</p> <p>Mare</p> <p>Marerand</p>	<p><i>A. raddiana</i>, <i>Commiphora africana</i>, <i>Balanites</i>, <i>Boscia senegalensis</i>, z.T. <i>Sterculia setigera</i>, <i>Ziziphus mauritiana</i>, <i>Adansonia digitata</i></p> <p><i>Mitragyna inermis</i> <i>A. nilotica</i> var. <i>tomentosa</i></p> <p><i>Combretum micranthum</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Grewia tenax</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Salvadora persica</i></p>	

Tabelle 5: Standortkundliche Gliederung des Wuchsgebietes »District occidental«

Wuchsgebiet	Wuchsbezirk	Standorttyp	Nutzung	
4. District occidental altquartäre Sand- schwemmfächer, 35 m dick, später Dünenbildung, z.T. wieder eingeebnet heute: flache ab- getragene Dünen- landschaft mit einzelnen Becken, intensiv land- wirtschaftlich genutzt Gefahr der Humus- zerstörung wegen Übernutzung	1. Dünenbereich	a) braune und braunrote Kuppensande (einschl. Oberhänge)	A. raddiana Balanites aegyptiaca Euphorbia balsamifera	
		b) braune und braunrote Mittelhangsande	Balanites aegyptiaca, A. sengal Euphorbia balsamifera	
		c) wechselfeuchte Mulden- und Unterhangsande	A. seyal A. nilotica var. adansonii Guiera senegalensis	
		d) Sandebene	Sterculia setigera A. senegal Euphorbia balsamifera Tamarindus indica, Parkia biglobosa	
	2. Beckenbereich	a) tonige Beckensande	A. seyal, Guiera senegalensis, Tamarindus indica	} intensiv land- wirtschaftlich genutzt Anbau von A. albida, Azadirachta indica

Standortkundlich scheint es sinnvoll, zwischen Dünen- und Beckenzone zu trennen. Über die weitere Aufgliederung in Standorteinheiten informiert Tab. 5.

Problematisch ist auf vielen dieser Standorte die durch Übernutzung und Erosion hervorgerufene Verarmung und Erschöpfung der Böden.

3.5 Der Ferlo (Tab. 6)

Die den District occidental aufbauende Sandschwemfläche dünnt nach Nordosten und Osten immer stärker aus, so daß die im Liegenden vorhandenen Sandsteine, z.T. mit Eisenkrusten, an die Oberfläche kommen. Dieses Gebiet nördlich der Nordgrenze des Erdnußbaues und südlich des Senegal-

tales heißt Ferlo. Sein westlicher Teil besteht aus einem 35–40 m ü. NN sich erhebenden Plateau, bedeckt von Dünen-sanden. Wegen der Dominanz der Sande spricht man vom Sand-Ferlo (Ferlo sableux), während der östliche Teil als Krusten-Ferlo (Ferlo cuirasse) bezeichnet wird. Die Standorte im Sandferlo sind stark überweidet und degradiert. Im einzelnen halte ich die Ausscheidung folgender Einheiten für angebracht:

- trockene, braune bis rotbraune Kuppensande (einschließlich Oberhangsande) z.T. lessiviert;
- braune bis rotbraune Mittelhangsande;
- wechselfeuchte Muldensande, besonders geeignet für *Acacia seyal* (hydromorphe Böden);

Tabelle 6: Standortkundliche Gliederung des Wuchsgebietes »Ferlo«

Wuchsgebiet	Wuchsbezirk	Standorttyp	Nutzung
5. Ferlo östlich der Domaine occi- dentale, mit ausdünnender quartärer Sanddecke über Sandstein bzw. Kruste	1. Sand-Ferlo Plateau ~35–40 m westlich der Linie Yaré-Lao, Lagbar, Linguère, quartäre Sande dünnen nach Osten aus heute abgetragene eingeebnete Dünen- landschaft mit Verebnungen	a) braune bis rotbraune Kuppensande (+ Oberhänge)	A. raddiana Balanites aegyptiaca
		b) braune-rotbraune Mittelhangsande	Belanites aegyptiaca, A. senegal
		c) wechselfeuchte Muldensande (+ Unterhangsande)	A. seyal, A. nilotica var. adansonii, Guiera seneg.
		d) Sandebenen	} Bäume (1 Monat Überflutung): A. seyal, A. nilotica var. adansonii, Anogeissus leiocarpus, Dalbergia mel- lanoxylon, Diospyros mespiliformis, Celtis integrifolia, Tamarindus indica Büsche: A. ataxacantha, Combretum micranthum, Ziziphus mucronata, Grewia bicolor 2-3 Monate Überflutung: Mitragyna inermis, A. nilotica var. tomentosa
		e) tonige Beckensande (Bas-fond, Mare)	
		f) Brunnenstandorte	
2. Krusten-Ferlo Fe-Krustenplateau, etwa 90 m ü. NN, mit alten Trocken- tälern	a) flachgründige Krustenböden	A. raddiana	} häufiger typ. Sudan- bäume, wie Prosopis africana, Anogeissus leiocarpus, Pterocarpus erinaceus, Sterculia setigera
	b) Sandboden (z.B. Einwehung in Trockentälern)	A. raddiana	
	c) tonige Beckensande in Mare und Bas-fonds	Pterocarpus lucens, A. seyal, Combretum micranthum, Grewia bicolor, Combretum nigricans	

- Sandebenen (für *Acacia senegal*)
- tonige Beckensande, deren Nutzung sich nach der Dauer der Überflutung richtet (vgl. Tab. 6);
- und schließlich die Brunnenstandorte, die in hohem Maße degradierte Böden aufweisen mit *Guiera senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Combretum glutinosum*.

4. Vorschlag für eine Standortgliederung der Sahelzone Westafrikas

Die bisherigen Ausführungen betrafen die Standortgliederung der Sahelzone Senegals. Im folgenden will ich versuchen, als Diskussionsgrundlage sozusagen, eine Gliederung der west- bis mittelafrikanischen Sahelstandorte insgesamt durchzuführen. Ostafrikanische Sahelstandorte sind mir nicht bekannt. Als Grundlage eignet sich die von BOUDET (1978) vorgeschlagene Gliederung der Sahel-Weiden (vgl. Tab. 7). Er unterscheidet auf vegetationskundlicher Basis

- die Sahel-Saharazone (= Nordsahel),
- die typische Sahelzone
- und die Sahel-Sudan-Zone (= Südsahel).

Innerhalb dieser drei Zonen gliedert er folgende Standorteinheiten aus, deren typisches Pflanzenkleid in Tab. 8 beschrieben ist (BOUDET, 1978, Seite 113).

Standorteinheiten der 3 Sahelzonen nach BOUDET (1978)

- Os: dunes sableuses à fortes ondulations;
 Ps: pénéplaines sableuses à relief arasé;
 Pl: pénéplaines à texture plutôt sablo-limoneuse;
 La: pénéplaines basses et depressions à texture limono-argileuse;
 La/R: pénéplaines à sol squelettique de texture limono-argileuse sur substrat de roches ou cuirasses;

RF: roches subaffleurantes ou cuirasses avec ou sans gravillons;

S/R: épandages sableux minces sur substrat rocheux ou cuirasse.

Ausgehend von meinen Beobachtungen im Senegal und Obervolta halte ich eine Gliederung der typischen und der Südsahelzone* in drei Wuchsbezirke für sinnvoll (vgl. Tab. 7, rechte Spalte):

- Wuchsbezirk »Dünenlandschaft«
- Wuchsbezirk »Rumpfflächenlandschaft«
- Wuchsbezirk »Senken und Depressionen«.

Die weitere Untergliederung in Standorteinheiten ist in den Tabellen 9, 10 und 11 dargestellt. (Die Angaben über die Produktion, U.F./ha, Tragfähigkeit, Krautschicht, und z.T. diejenigen über Forstpflanzen entstammen TOUTAIN et al., 1977 und können nur als grobe Orientierungshilfe betrachtet werden, da sich TOUTAIN's Standorteinheiten nicht vollständig mit den von mir ausgeschiedenen decken).

Betrachten wir zunächst den Wuchsbezirk »Dünenlandschaft« mit den 6 Standorteinheiten

- trockene Kuppen- und Oberhangsande
- Mittelhangsande
- wechselfeuchte, z.T. tonige Mulden- und Unterhangsande
- Sandebenen
- Talgründe (Bas fonds)
- Sande mit Grundwasseranschluß.

Sie sind häufig, von den Talgründen abgesehen, bevorzugte Hirsestandorte, da leicht zu bearbeiten, und wasserspeichernd. Allerdings ist ihre Gefährdung bei Übernutzung und Überweidung beachtlich.

* Die Sahel-Saharazone ist mir nicht bekannt

Tabelle 7: Gliederung der Sahel-Weiden (nach BOUDET, 1978)

Zone	mittl. jährl. Niederschlag mm	Böden	Landwirtschaft	Weide	Dominierende Herbaceen	Holzgewächse	Wuchsbezirk
Sahara		bodenfrei Lithosole Regosole	Oasen	Nomaden (Brunnen)	<i>Panicum turgidum</i> <i>Stipagrostis pungens</i>		
Sahel-Sahara (N-Sahel)	100	Lithosole Regosole	Oasen	Nomaden (Brunnen) Transhumance (Mare)	<i>Panicum turgidum</i>	<i>A. ehrenbergina</i> <i>A. raddiana</i>	
typ. Sahel	200	sol brun semi-arid sol brun-rouge semiarid sol hydromorphe z.T. sol ferrugineux tropical (peu lessivé)	Hirse Melonen Reis	Transhumance (Mare-Brunnen)	<i>Aristida sieberiana</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Aristida adseensionis</i> <i>Echinochloa stagnina</i>	<i>A. senegal</i> <i>A. raddiana</i> <i>Balanites</i> <i>Commiphora africana</i>	Dünen Rumpfflächen Senken und Depressionen
Sahel-Sudan (S-Sahel)	400	sol brun semi-arid sol brun-rouge semiarid sol hydromorph Vertisol sol ferrugineux tropical)	Hirse Erdnuß Reis	Transhumance (Mare-Brunnen)	<i>Cenchrus biflorus</i> <i>Evagrostis tremula</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Loudetia togoensis</i> <i>Echinochloa stagnina</i>	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Scleorocarya birrea</i> <i>A. seyal</i> <i>Pterocarpus lucens</i>	Dünen Rumpfflächen Senken und Depressionen
Sudan-Sahel	600	sol ferrugineux tropical sol hydromorph		Transhumance (Mare-Brunnen)	<i>Diheteropogon haperupii</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Loudetia togoensis</i>	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Combretum micranthum</i>	

Tabelle 8: Typisches Pflanzenkleid von Sahelstandorten (nach BOUDET, 1978, S. 113)

	Subdésertique			Sahel type							Sahélo-soudanien						
	Os	Ps	Pl	Os	Ps	Pl	La	La/R	RF	S/R	Os	Ps	Pl	La	La/R	RF	S/R
Ligneux																	
Leptadenia pyrotechnica .	+2!	1.2	—														
Acacia raddiana	2	2.3!	1.2!	2!	1.2!	—	—	—	—	—	—	—	2				
Maerua crassifolia	x	1.2!	—	—	—	1	—	1!	+				—	—	+	x	1
Commiphora africana	x	x	1.2!	2!	1	—	—	+	!				—	—	+	—	3
Euphorbia balsamifera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Acacia senegal	—	—	—	1.2!	—	1!	—	—	—	—	+	—	2	—	x		
Acacia ehrenbergiana	—	—	1.3!	—	—	2.5!											
Balanites aegyptiaca .	+2!	—	1.2!	2!	—	1.3!	1.3!	3	—	—	+1!	1	+2!	+	+2!	x	
Boscia senegalensis	—	—	—	—	—	1	1.2!	2	—	—	—	+2!	—	x	1.2!	2!	
Grewia bicolor	—	—	—	—	—	—	!	—	—	—	—	—	+	—	1.3!	x	
Ziziphus mauritiana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+		
Acacia seyal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1!	1.4!	2!		
Pterocarpus lucens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4!	1.4!	
Combretum micranthum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4!	2.5!	
Combretum nigricans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	!	
Guiera senegalensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	!	
Combretum glutinosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2!	1.3!	1.3!	2	—	1.3!	1.3! ^e
Sclerocarya birrea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.3!	2	+2!	2	—	+2!	+
											1	2	1				
Graminoides vivaces																	
Aristida papposa	3!	1	—														
Panicum turgidum .	2.4!	1.2!	—														
Cyperus jeminicus	1.2!	1.2!	—														
Aristida pallida	+2!	1.2!	—	2!													
Cymbogon proximus	—	—	—	—	3!	—	—	—	+								
Aristida longiflora	—	—	—	—	!	—	—	—	—	—	+2!						
Andropogon gayanus (s. l.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+3!	x	—	+2!	+		
Hyparrhenia dissoluta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	3!					
Cymbogon giganteus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x					
Graminées annuelles																	
Trichoneura mollis	—	1.2!															
Aristida hordeacea .	—	—															
Sorghum aethiopicum	—	—															
Pennisetum mollissimum	—	—	—	—	—	—	3!										
Panicum laetum	—	—	—	—	—	2.5!	!		—	—	—	—	—				
Tetrapogon cenchriformis	—	—	—	—	—	!	—										
Aristida funiculata	—	—	2.3!	—	—	2!	4		2!	—	—	—	—				
Aristida adscensionis	—	—	!	—	—	—	—	2	2!	—	—	—	—	2!	2!	2!	
Schoenefeldia gracilis .	—	—	2.4!	—	—	3	3	3	—	3!	3!	1.3!	1.2!	1.4!	1.3!	3!	2
Cenchrus biflorus	1.3!	1.2!	!	2.4!	2	2	!	—	—	2.4!	2.3!	2	—	1	3!	—	1.4!
Aristida mutabilis	2	2.3!	!	3	3.4!	1.3!	1	2	—	3	1.3!	2	2	1	—	x	
Eragrostis tremula	—	—	+	1	—	2!	—	—	—	1	1.2!	2.3!	2	—	—	1.2!	3!
Diheteropogon hagerupii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.3!	3!	1.3!	2	1.3!		
Loudetia togoensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	1.2!;	1.3!	3	1.3!	1.3!	
Elionurus elegans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	2	2	2	—	1.3!	
Andropogon pseudopricus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2!	1.2!	3	—	1.3!	
Pennisetum pedicellatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3! ^o	2! ^o	5! ^o	4! ^o		
Schizachyrium exile .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	—	—	x		
Ctenium elegans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2!	2!	—	—	1.2!		
Tripogon minimus .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3!
Herbes diverses																	
Indigofera sessiliflora	1.2!	1															
Tribulus terrestris	3!	1	1	2!	2!												
Blepharis linariifolia	—	—	—	2	1												
Tephrosia purpurea	—	—	—	2!	2!												
Alysicarpus ovalifolius	—	—	—	2!	1.2!	1.3!	—	—	—	1	1	2	2				1
Zornia glochidiata	—	—	—	—	—	1	2	1.2!	—	!	1.4!	2.4!	+2!	—	2.3!	3!	3!

Tabelle 9: Standortseinheiten des Wuchsbezirkes »Dünenlandschaft«

Standortseinheit	Böden	mittlere Produktion kg TS/ha	UF/ha (Oktober)	Tragfähig- keit ha/UBT	Krautschicht	Forstpflanzen	Nutzung Gefährdung
		(je nach Vegetationszerstörung)					
trockene Kuppen- und Oberhang- sande	S. brun subaride S. brun-rouge sub- aride	560-2200	200- 900	14-3	Aristida mutabilis Schoenefeldia gracilis	Guiera senegalensis, Commiphora africana, Balanites, A. raddiana, z.T. Combretum glutino- sum, A. senegal, Baobab, Euphorbia balsamifera	Hirse Weide Vegetationszer- störung und Bodenverwehung
Mittelhangsande	S. brun subaride S. brun-rouge sub- aride peu lessivé	Spuren - 2400	200- 800	14-2,8	Cenchrus biflorus	Combretum glutinosum, A. senegal, Balanites, Boscia angustifolia, z.T. Guiera senegalensis	Hirse Weide Vegetationszer- störung und Bodenverwehung
wechselfeuchte, z.T. tonige Mulden und Unterhangsande	Pseudogleye, S. ferrugineux tropical peu lessivé hydromorphe Böden	1000-3200	400-3200	>7-2	Cenchrus biflorus Aristida mutabilis	A. seyal, A. senegal, A. nilotica var. adansonii, Combretum glutinosum, A. raddiana, Maerua crassifolia, Bauhinia rufescens, Balanites aegyptiaca, Baobab, Combretum aculeatum	Weide Hirse
Sandebenen (z.T. schwach wellig)	S. brun und brun- rouge subaride (wenn rezent) S. ferrugineux tro- pical peu lessivé (wenn alt)	1000-3200	400-1300	>7-2	Cenchrus biflorus Eragrostis tremula	A. senegal, Baobab, Combretum aculeatum, A. raddiana, Piliostigma reticulatum, A. nilotica var. adansonii, Balanites	Weide Hirse Erosion
Talgründe (Bas fond)	sandige Aueböden, hydromorphe Böden mit Bodenfeuchte, jedoch ohne Grund- wasseranschluß wäh- rend der Trocken- periode	1500	600	4,5	Pennisetum pedica Andropogon gayanus	A. seyal, A. nilotica var. adansonii, Bauhinia rufescens, Piliostigma reticulatum, Guiera senegalensis, Combretum glutinosum, Baobab	bei Überweidung Verschwinden der Gramineen, dafür nicht schmackhafte Leguminosen, wie Cassia obtusifolia
Sande mit Grund- wasseranschluß (unabhängig von der Geländeform)	S. brun und brun rouge, S. lessive, Pseudogley, z.T. Auensande u.a.					A. albida, Palmen, Pro- sopis africana, Baobab, A. seyal, Balanites, Bauhinia rufescens, Combretum aculeatum, Maerua crassifolia, Anogeissus leioarpus	oft wertvolle An- bauegebiete für Hirse, Baumwolle u.a.

Sofern in der Dünenlandschaft breite Talgründe mit ausgeprägten Hochwasserbetten vorkommen sollten, müßten evtl. mehrere Standortseinheiten (z.B. Niedrigwasserbett, Gerinnebett etc.) zusätzlich ausgedehnt werden. Das ist in Tab. 9 noch nicht geschehen. Wohl aber beim Wuchsbezirk »Rumpfflächenlandschaft« (Tab. 10).

Diesen Wuchsbezirk habe ich zunächst in 5 Teilwuchsbezirke aufgegliedert:

- Inselberge und Inselgebirge (ohne Krusten)
- Krusteninselberge
- Flachhänge (Neigung < 3-6°)
- Talgründe und Marigots
- Talscheiden.

Möglicherweise ergeben die Geländestudien, daß es sinnvoll ist, die ersten beiden Teilwuchsbezirke zusammenzufassen. Allerdings fehlt den Krusteninselbergen eine ausgeprägte Gipfellation, wie Abb. 2 zeigt.

Im Gelände fällt oft eine deutliche »Randklüft« zwischen den Blockhängen mit Grobmaterial-Akkumulation und den Steilwänden bzw. steilen Oberhängen auf. Häufig sind die Blockhänge auch intensiv bestockt. Dies ist möglicherweise eine Folge

der schwierigen Zugänglichkeit für Mensch und Weidetiere oder der besseren Wasserspeicherung im feinkörnigen Substrat zwischen dem Skelett, da die Blöcke den raschen Oberflächenabfluß hemmen. Außerdem liefern die hängenden Partien Zuschußwasser.

Größte Ausdehnung haben im Rumpfflächengebiet die »Flachhänge«, die ich je nach Textur untergliedere in

- Sand-Flachhänge
- Schluff-Flachhänge
- Ton-Flachhänge
- Konkretions-Flachhänge
- Krustenflachhänge
- Zweischicht-Flachhänge.

Eine detaillierte Beschreibung dieser Standortseinheiten soll später folgen.

Die Flachhänge gehen in der Regel kaum merklich in Talgründe über mit Überschwemmungsbereichen bis zu 1 000 m Breite. Meistens, jedoch nicht immer, ist ein Gerinnebett mit Steilböschung ausgebildet. Erst bei Hochwasser übersteigen die Fluten die Steilböschung und ergießen sich im Hochwasserbett. Stets säumt ein mehr oder weniger breiter, nicht

Tabelle 10: Standortseinheiten des Wuchsbezirkes »Rumpflandschaft«

Teilwuchsbezirk	Standort	Böden	mittlere Produktion kg TS/ha	UF/ha	Tragfähigkeit ha/UBT	Krautschicht	Forstpflanzen	Nutzung Gefährdung
Inselberg und Inselgebirge (ohne Krusten)	Gipfel- und steile Oberhänge Blockhänge (einschl. Randklüft) Unterhänge (steiler 6°)	Lithosol, z.T. grobskelettreich " " S. brun subaride oder S. ferrugineux trop., z.T. S, U, F u. feinskelettreich	300-2000	150- 900	>25- 3,5	Schoenefeldia gracilis	A. laeta, A. raddiana, Balanites, Pterocarpus lucens	Erosionsgefahr
Krusten-Inselberge	Plateau, Steilwand Blockhang (einschl. Randklüft) Unterhang (steiler 6°)	Lithosol Lithosol S. brun subaride - S. ferrugineux trop., z.T. feinskelettreich	1000-1700			Elionurus elegans Aristida adscensionis	Pterocarpus lucens, Combretum micranthum, Boscia senegalensis, Dichrostachys glomerata A. raddiana, A. laeta, Balanites, Pterocarpus lucens	
Flachhänge (Neigung <3-6°)	Sand-Flachhänge	S. ferrugineux tropical	500-3000	200-1200	>14- 2,2	Schoenefeldia gracilis, Aristida mutabilis	A. raddiana, Commiphora africana, Balanites, A. laeta	Erosionsgefahr nach Nutzung
	Schluff-Flachhänge	S. ferrugineux tropical	300- 700	150- 300	>25-10	Schoenefeldia gracilis	A. raddiana, A. ehrenbergiana, A. laeta, Balanites, A. nilotica var. adansonii, Baobab	starke Erosionsgefahr nach Nutzung
	Ton-Flach-Hänge	S. ferrugineux tropical						
	Konkretions-Flachhänge	Regosol-Lithosol	300- 900	100- 400	>25- 6	Aristida adscensionis Schoenefeldia gracilis	Pterocarpus lucens, Combretum micranthum, Commiphora africana, A. laeta, Grewia bicolor, A. ataxacantha, Boscia s.	
	Krusten-Flachhänge	Lithosol	300- 500	100-	24	Aristida adscensionis Schizachyrium exile	Pterocarpus lucens, Combretum micranthum, (A. laeta, Grewia bicolor, Boscia senegalensis)	rel. dichter Busch, Weide Erosionsgefahr
	Zweischicht-Flachhänge, z.B. Sand über Konkretion oder Sand über Krusten, Ton	Regosol über S. ferrugineux tropical	300-1500	100- 500	>25- 5	Schoenefeldia gracilis	Pterocarpus lucens, Combretum glutinosum, Ziziphus mauritiana, Balanites, A. raddiana	
Talgründe, Marigots (= Überschwemmungsaue, Breite 100-1000 m)	Gerinnebetten mit Steilböschung	sandig-schluffige Aueböden				Echinochloa colona, Paspalum orbiculare	Anogeissus leiocarpus, Mitragyna inermis, A. ataxacantha, Diopyros mespiliformis, A. seyal, Guiera senegalensis, Ziziphus mucronata, Baobab	zeitweise überflutet, wichtige Weideflächen
	Hochwasserbett	tonig-schluffig-sandige Aueböden	800-2500	350-1100	9- 2,5	Schoenefeldia gracilis Panicum laetum	A. seyal, A. nilotica var. adansonii, Balanites, Combretum aculeatum, z.T. wie im »Gerinnebett« s.o.	pot. Reis, Gartenkultur, Weide
	grundfrischer Saum	Regosol, S. ferrugineux trop.	1000-2500	400-1000	7- 3	Aristida adscensionis Panicum laetum	Grewia bicolor, Combretum micranthum, Pterocarpus lucens, A. laeta, Baobab	Fruchtbäume, Gartenkultur, Weide
	alluvialer Sand mit Grundwasseranschluß	sandige Aueböden					A. albida, Baobab, Palmen, Prosopis africana, A. seyal, Maerua crassifolia, Anogeissus leiocarpus, Bauhinia rufescens	wertvolle Anbauflächen, Baumwolle, Hirse, Mais u.a.
Talscheiden	je nach Textur, z.B. Sand-Talscheide Krusten-Talscheide	S. ferrugineux tropical Lithosole						

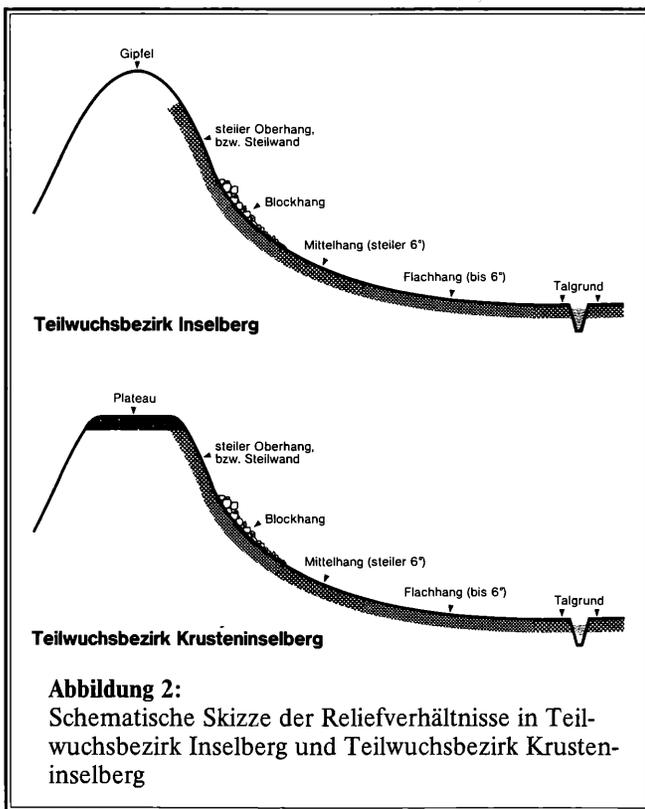


Abbildung 2:
Schematische Skizze der Reliefverhältnisse in Teilwuchsbezirk Inselberg und Teilwuchsbezirk Krusteninselberg

mehr überfluteter Saum die Talgründe. Er trägt wie die Hochwasserbetten und wie teilweise auch die Gerinnebahnen üppige Vegetation, weil die Wurzeln im Untergrund vom Hochwasser profitieren. Diese Zone nenne ich grundfrischen Saum. Inwieweit es zweckmäßig ist, diese Standortseinheit auszuscheiden, müssen genauere Geländestudien ergeben. Das gilt auch für eine evtl. weitere Aufgliederung der Talgründe, die ohne Zweifel zu den wichtigsten Landreserven gehören, da sie zumindest teilweise über reichlich Wasser verfügen. Es muß eine vorrangige Aufgabe sein, für diese Standorte geeignete Formen der Landnutzung zu entwickeln (vgl. von MAYDELL, 1979).

Am Fuße größerer Gebirge finden sich auch Gerinnebetten, z.T. mit Schottern und mit länger anhaltender Wasserführung sowie ausgedehnten Sandalluvionen. Das sind bevorzugte Anbauflächen für Baumwolle und Hirse. Typisch für diese Standorte ist *Acacia albida* und *Anogeissus leiocarpus*. Obwohl sie morphogenetisch keine direkte Beziehung zu den Rumpfflächen-Talgründen mit ihren kaum geböschten Flachhängen haben, scheint es mir sinnvoll, diese Böden mit *Acacia albida*

wegen ihres Wasserregimes zusammen bei den Marigots aufzuführen.

Schließlich sind noch die Talscheiden zu erwähnen. Sie erheben sich in der weiten, flachen Rumpfflächenlandschaft zwischen den Talzügen, sofern dort keine Inselberge vorkommen. In Abhängigkeit von der Textur dürfte es möglich sein, verschiedene Einheiten auszuscheiden.

Nicht erwähnt wurden bisher die abflußlosen Becken und Senken, die es sowohl in der Dünen- wie in der Rumpfflächenlandschaft gibt. In typischer Ausprägung mit regelrechter Seenbildung kommen sie in Nord-Obervolta vor, wo die Rumpfflächenlandschaft mit der Dünenlandschaft zusammenstößt. In diese Becken hinein entwässern ein Teil der Talzüge.

In erster Annäherung möchte ich sie untergliedern in:

- kurzzeitig überflutete Becken
- in längere Zeit überflutete Becken.

Kennzeichnende Bäume sind *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, *Mitragyna inermis*, *Bauhinia rufescens* u.a. (s. Tab. 11). Diese Becken ermöglichen wegen ihres Wasserreichtums das Überleben der Nomaden. Sie bieten aber auch vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt her Möglichkeiten produktiver Nutzung, sofern die Flächen gezaunt werden zum Schutz gegen die in der Trockenzeit sich hier konzentrierenden Weidetiere.

Ausgedehnte Geländestudien und der verstärkte Einsatz von Luftbild- und Fernerkundung werden beitragen, diesen Entwurf einer Standortsgliederung der Sahelzone zu verbessern.

5. Zusammenfassung

Zahlreiche Entwicklungsprojekte haben mit mehr oder weniger großen Schwierigkeiten zu kämpfen, was zum Teil auf eine ungenügende Kenntnis der Naturgegebenheiten Boden, Klima und Relief zurückzuführen ist. Je sensibler - ökologisch gesehen - eine Region ist, desto folgenreicher können menschliche Eingriffe und Veränderungen sein.

Eine umfassende Standortkenntnis ist deshalb erforderlich: zur besseren Beurteilung auftretender Reaktionen als Grundlage für eine ökologisch sinnvolle Landnutzungsplanung überhaupt, einschließlich der Maßnahmen zur Ertragssteigerung, und schließlich zur Planung von Vorsorgemaßnahmen wegen bestimmter Gefährdungen. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die in Süddeutschland erprobte Gliederung in Wuchsgebiet, Wuchsbezirk und Standortseinheiten auf die Sahelzone Senegals zu übertragen. Es folgen Vorschläge für eine umfassende Gliederung der Sahelstandorte Westafrikas, wobei 3 Wuchsbezirke ausgeschieden werden:

Tabelle 11: Standortkundliche Gliederung der Senken und Depressionen

Standortseinheit	Böden	mittlere Produktion kg TS/ha	UF/ha	Tragfähigkeit ha/U.B.T.	Krautschicht	Forstpflanzen	Nutzung Gefährdung
kurzzeitig überflutete (1 Monat) Senken und Depressionen	hydromorphe Böden vertisolarartig, häufig tonreich					A. seyal, A. nilotica var. adansonii, Dalbergia melanoxylon, Anogeissus leiocarpus, Baobab	Überflutung
längere Zeit überflutete (3 Monate und mehr) Senken und Depressionen	hydromorphe Böden, häufig tonreich	7000		1	Echinochlea stagnina, Vossia cuspidata	A. nilotica var. tomentosa, Mitragyna inermis, Bauhinia rufescens, A. seyal, Ziziphus mucronata, Piliostigma reticulatum, Anogeissus leiocarpus	kaum Degradierung, da zeitweise überflutet, pot. Reisanbaufläche, wichtig als Wasserstelle und Weide bei Trockenheit; Überflutung

- der Wuchsbezirk »Dünenlandschaft«
- der Wuchsbezirk »Rumpfflächenlandschaft«
- der Wuchsbezirk »Senken und Depressionen«.

In Tab. 9, 10 und 11 erfolgt die weitere Aufgliederung in Standortseinheiten. Darunter werden Geländeabschnitte verstanden mit charakteristischen Boden-, Relief- und Klimaverhältnissen und geringer ökologischer Schwankungsbreite. Sie zeichnen sich aus durch

- vergleichbare Wuchsbedingungen
- ähnliches Ertragsniveau
- vergleichbare Nutzungsmöglichkeiten
- vergleichbare Gefährdungen
- vergleichbare Reaktion auf menschliche Eingriffe.

6. Literatur

BILLE, J.C. (1977):

Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. O.R.S.T.O.M., Paris.

BOUDET, G. (1978):

Manual sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. J.E.M.V.T. Etude agrostologique Nr. 4.

CARTE pédologique du Sénégal (1 : 1000 000).

Notice explicative. O.R.S.T.O.M. Dakar 1965.

CARTE géologique du Sénégal (1 : 500 000).

Service des Mines et de la Géologie. B.R.G.M. 1962.

GIFFARD, P.L. (1974):

L'arbre dans le paysage sénégalais. C.T.F.T. Dakar.

MAYDELL v., H.-J. (1979):

Modellprojekt der Agroforstwirtschaft im Arrondissement Sebba. Gutachten, BMZ.

MICHEL, P. (1973):

Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude Géomorphologique, Bd. I-III, O.R.S.T.O.M.

POUPON, H. (1979):

Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal, O.R.S.T.O.M., Paris.

REICHHOLD, W. und PARIS-TEYNAC, J. (1974):

Die Nutzbarmachung des Senegalbeckens. Internationales Afrikaforum, München, H. 12, S. 1-7.

REVIÈRE, R. (1977):

Manual d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. J.E.M.V.T. Etude Agrostologique Nr. 9.

TOUTAIN, B. et al. (1977):

Pâturages de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de déstagement au nord-est de Fada N'Goûrma, Haute-Volta, Bd. I, II, III. I. E.M.V.T., Etude Agrostologique Nr. 51.

TOUZEAU, J. (1973):

Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique. Dissertation, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

ZECH, W., BADJI, S. und DERING, Ch. (1980):

Nährstoffanreicherung und Stabilisierung von Dünen durch Casuarina equisetifolia. (In Vorbereitung).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Wolfgang Zech

Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie

der Universität Bayreuth

Birkengut

8580 Bayreuth

Wasser in der Landschaftsplanung

Reimer Herrmann

1. Einführung

Mein Ziel ist es, auf einige der Zwänge hinzuweisen, die der Planung durch das natürliche Verhalten des Wassers in der Umwelt auferlegt werden. Dabei möchte ich exemplarisch vorgehen und nur einige Prinzipien an Beispielen verdeutlichen. Die Ausführungen sind daher notwendigerweise unvollständig. Die Planer - und die Spezialisten - sollten miteinander umgehen lernen, und die Planer sollten lernen, was Hydrologen können und nicht können und vor allem, wie sie ihre Probleme lösen.

Ich möchte am Beispiel eines Hochwassersimulationsmodells den Zusammenhang zwischen Landnutzungsänderung als Folge von Planung und Hochwasseränderung aufzeigen. Dabei kommt es mir auch darauf an, die Entstehung und Handhabung eines solchen Modells als Entscheidungshilfe vorzuführen.

An Hand zweier Vorhersagemodelle der Gewässergüte soll dann auf einige Vorzüge, Grenzen und Forschungsdefizite hingewiesen werden, die diese quantitativen Entscheidungshilfen im Bereich der Gewässergüte betreffen.

Den Abschluß bildet eine fiktive, doch wirklichkeitsnahe Fallstudie, in der auf der Grundlage der Nutzenoptimierung ein Konfliktfall offengelegt wird.

Ich werde keine Fließdiagramme des Beziehungsgefüges zwischen Struktur und Dynamik von Gewässerökosystemen

und Umweltbelastungen als Folge von Planung vorstellen (P. ERICKSON 1979, L. CANTER 1977). Dieser Weg scheint nur zu einer zu oberflächlichen, die eigentlichen hydrologisch-geochemischen Prozesse vernachlässigenden Betrachtung zu führen.

2. Landnutzungsänderung und Abflußverhalten: ein Simulationsmodell

Aufgabe des Simulationsmodells ist es, aufgrund von gegebenen Niederschlagsereignissen und zu verändernden Systemeigenschaften die daraus folgenden Einflüsse auf das Abflußverhalten zu simulieren.

Kern des Modells ist eine nach auf- und absteigendem Ast getrennte Pearson III-Dichtefunktion, deren Verlauf ein Analogon des Ablaufs einer Hochwasserwelle darstellt. Die Parameter der Funktion werden dann mittels Einzugsgebietscharakteristika durch Regressionen geschätzt. Das Modell wurde von U. STREIT (1973) für das Rheinische Schiefergebirge entwickelt (s. dort ausführliche Beschreibung):

$$Q(t) = A(t) \cdot Q_{MAX} \exp((T_{MAX}-t)/PAUF) (t/T_{MAX})^{T_{MAX}/PAUF} + B(t) \cdot Q_{MAX} \exp((T_{MAX}-t)/PAB) (t/T_{MAX})^{T_{MAX}/PAB}$$

$$t \in [0, TGES]$$

$$A(t) = \begin{cases} 1 & \text{für } 0 \leq t \leq T_{MAX} \\ 0 & \text{für } t > T_{MAX} \end{cases}$$

$$B(t) = \begin{cases} 1 & \text{für } T_{MAX} < t \leq TGES \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [7_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Zech Wolfgang

Artikel/Article: [Überlegungen zur geoökologischen Gliederung der Sahelzone als Grundlage einer Entwicklungsplanung 21-33](#)