

K. Dierkes

Manfred W. Buch

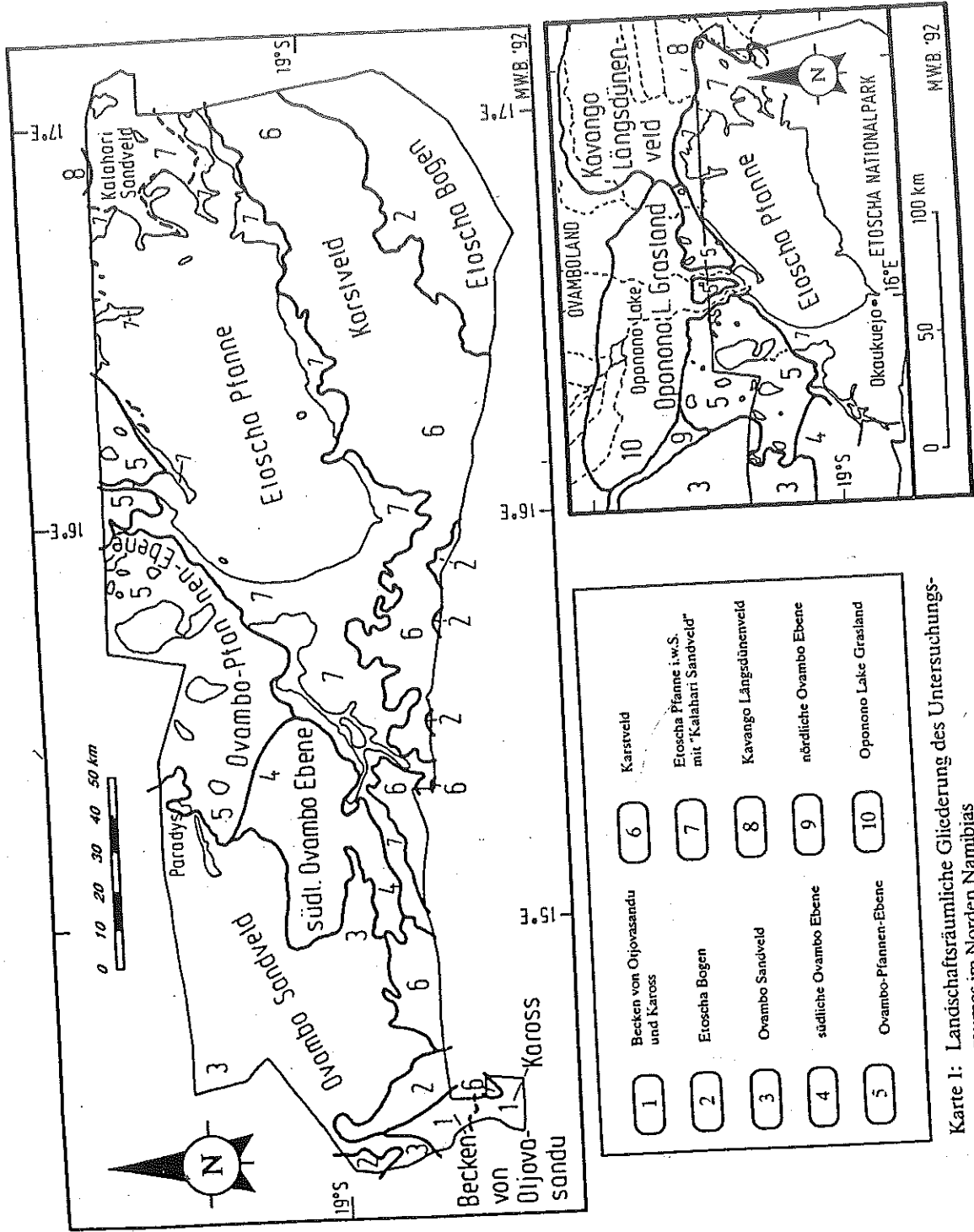
**KÄNOZOISCHER KLIMA- UND UMWELTWANDEL IN
ETOSCHA/NORD-NAMIBIA -
UNTERSUCHUNGEN ZUR KLIMASENSIBILITÄT UND
GEOMORPHODYNAMIK
EINES SEMI-ARIDEN LANDSCHAFTSRAUMES IM SÜDLICHEN
AFRIKA**

Abbildungsband

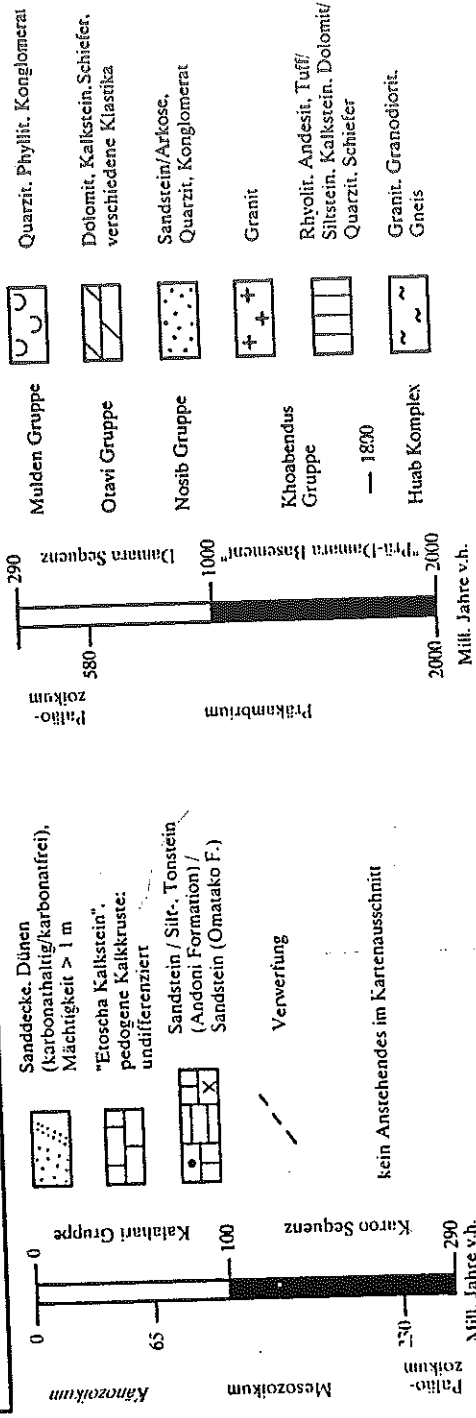
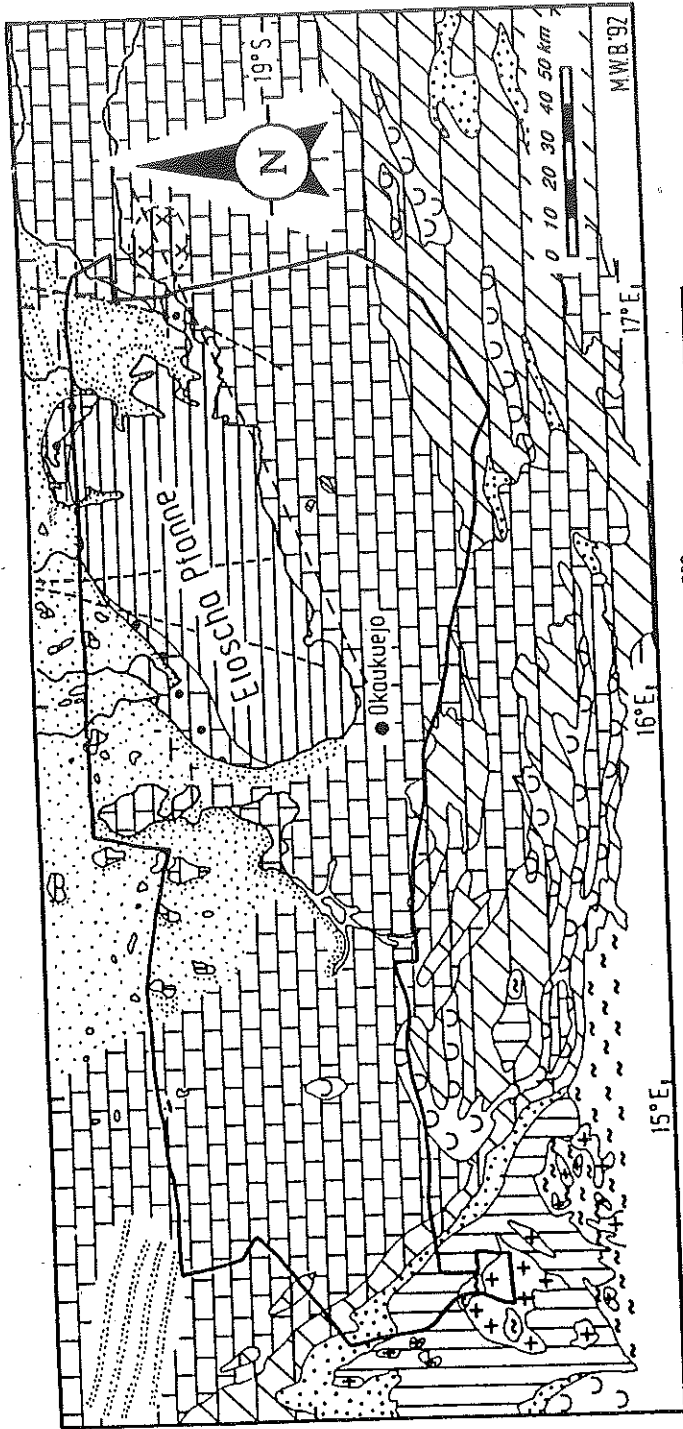
der Philosophischen Fakultät III
Geschichte, Gesellschaft, Geographie
der Universität Regensburg
als Habilitationsschrift vorgelegt

Regensburg 1993

KARTEN



Karte 1: Landschaftsräumliche Gliederung des Untersuchungsraumes im Norden Namibias

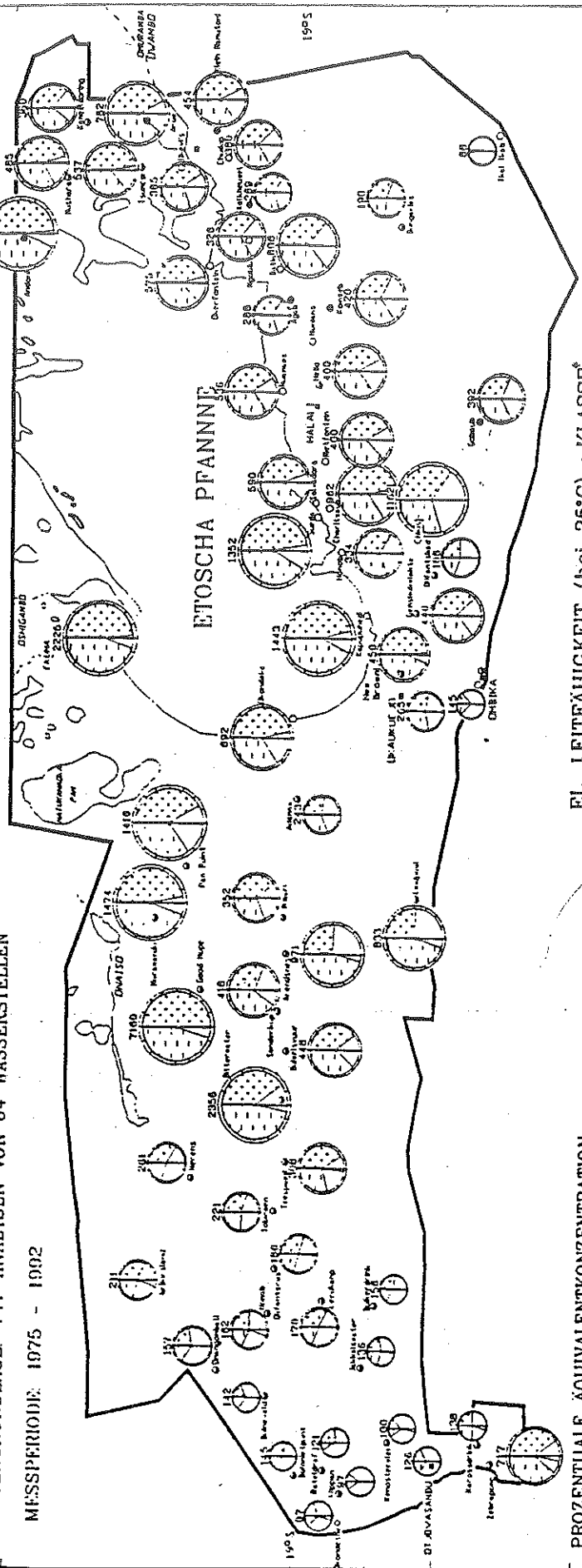


Karte 2: Übersichtskarte zur Geologie des Untersuchungsraumes (nach: Geological Survey of SWA/Namibia 1980, ergänzt)

MITTLERE PROZENTUALE VERTEILUNG VON IONENGRUPPEN (c(eq)/l)

DATENGRUNDLAGE: 747 ANALYSEN VON 64 WASSERSTELLEN

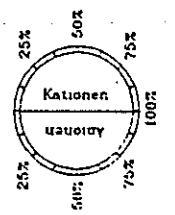
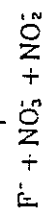
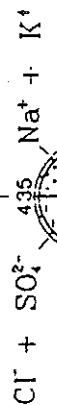
MESSPERIODE: 1975 - 1992



PROZENTUALE ÄQUIVALENTKONZENTRATION

c(eq)/l

EC Mittelwert (mS/m)



EL. LEITFÄHIGKEIT (bei 25°C) → KLASSE

mS/m → A

→ B

→ C

→ D

→ D

→ D

— <= 150

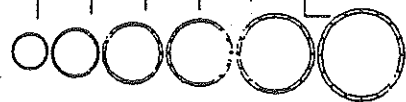
> 150 - <= 300

> 300 - <= 400

> 400 - <= 600

> 600 - <= 1000

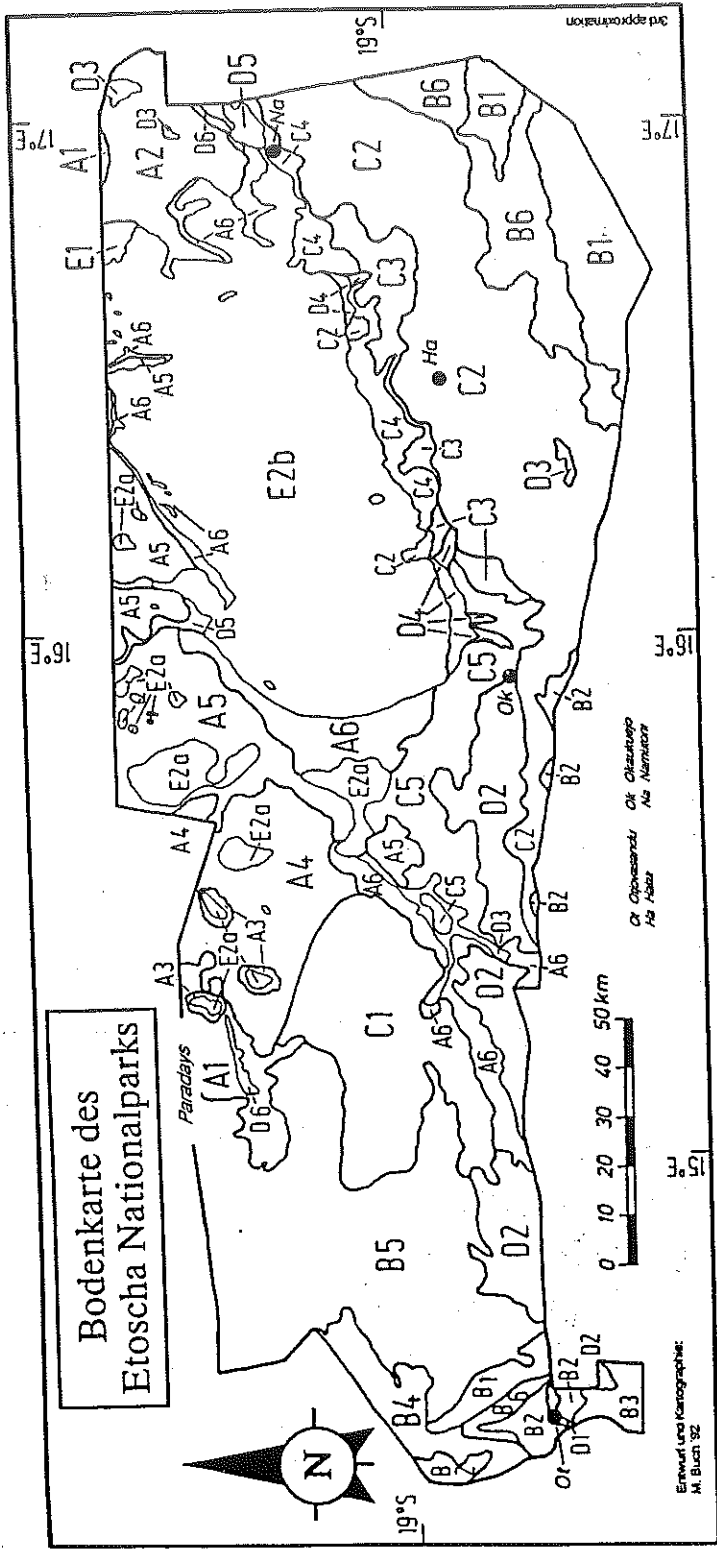
> 1000



- ARTESISCHE QUELLE
- BOHRLOCH
- SCHILTONELLE
- CAMP
- PFANNE
- RIVIER
- PARKGEBIET



Karte 3: Chemische Qualität des Grundwassers im Etoscha N.P. (nach GAMMER 1993: in Vorbereitung)



A: Böden und Bodengesellschaften aus tiefgründigen sandigen Substraten		B: Flach- bis mittelgründige sandige Böden und Bodengesellschaften		C: Flach- bis mittelgründige lehmige bis lehmig-tonige Böden und Bodengesellschaften		D: Böden aus fluvialen Sedimenten	
A1	Proble/Chromic Anosol	B1	Proble/Chromic Anosol aus Gneis/Granit (Dolomiten und Quarziten)	C1	Vertic Cambisol, Eutric Vertisol aus Kalkstein und sandigen Kalkstein	D1	Eutric Fluvisol über "Basement"-Gesteinen
A2	Xanthic Anosol, z.T. unter Busch-koloniale Überdeckung	B2	Rud-/Proble/Chromic Anosol - Lithic Leptosol aus prä-dunaresäurischem Quarz, Rhysol, u.a.	C2	Lithic Leptosol - Rendzic Leptosol - Molle Lypsozol und Eutric Vertisol aus Kalkstein	D2	Eutric Fluvisol über Kalkstein/Kalkstein, reich mit C3/C4 vegetationscharakter
A3	Xanthic Anosol - Cambic Anosol - Calcic Anosol (Pseudoparany)	B3	Rud-/Proble/Chromic Anosol aus Granit - Proble/Fluvisol über Granit	C3	Lithic Leptosol - Rendzic Leptosol aus Kalkstein	D3	Silt-Clay Vertic Fluvisol
A4	Xanthic Anosol - "Para-Vertisol" über sandigen Kalkstein	B4	Proble/Chromic Anosol über Kalkstein	C4	Lithic Leptosol - Rendzic Leptosol mit humusreicher, jedocher Deckschicht aus Kalkstein, bzw. mit Vert-Clay Siltic Fluvisol	D4	Vert-Clay Siltic Fluvisol
A5	(Mun) Cambic Anosol - Eutric Cambisol	B5	Proble/Chromic Anosol-Spodium über Kalkstein und Lithic Leptosol - Eutric Vertisol aus Kalkstein	C5	Calcic Regosol (pseudocyclic phase) über Kalkstein	D5	Clay-Siltic Fluvisol
A6	Calcic Anosol - Calcic Regosol (pseudocyclic phase), lokal (Eburna-Olifa-Areas) Humic Calcisol	B6	Chromic Anosol-Spodium - Xanthic Fluvisol über Kalkstein/Kalkstein und Eutric Vertisol aus Kalkstein/Kalkstein	E: Salzhaltige Böden/Natriumböden		D6	Humic Fluvisol über Kalkstein/sandigen Kalkstein
				E1	Sagynic Solonetz		
				E2a/b	Calcic Solonchak - Calcic Solonetz aus kalksteinreichem Kalkstein (E2a) - aus grauem Sand/Silt (Forstent) (E2b)		

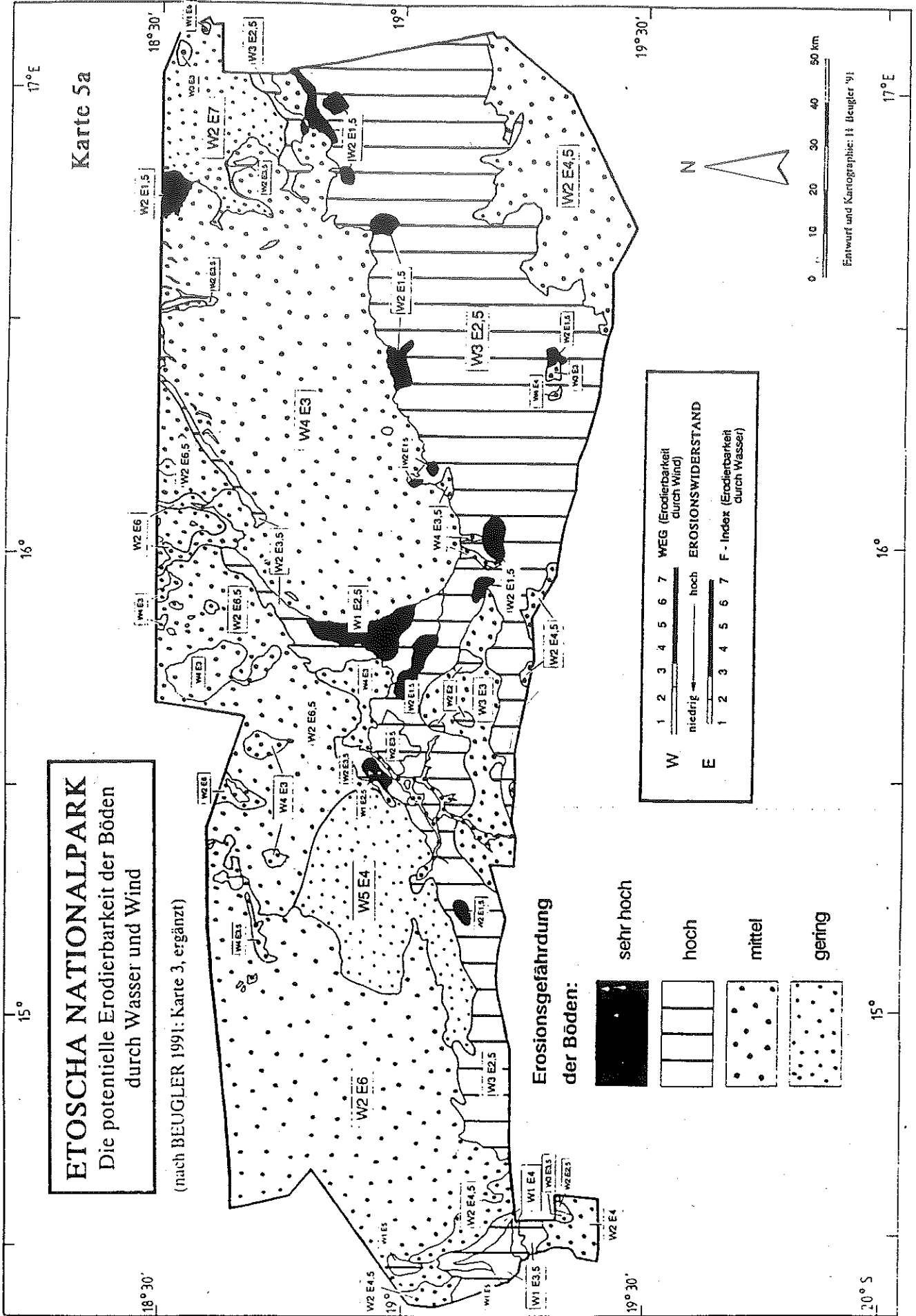
Karte 4: Bodenkarte des Etoscha Nationalparks (3. Überarbeitung auf der Grundlage von LE ROUX et al. 1988, BUCH 1990 und BEUG-LER 1991).

ETOSCHA NATIONALPARK

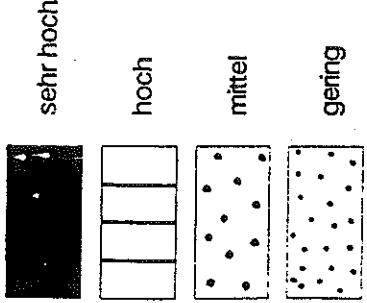
Die potentielle Erodierbarkeit der Böden durch Wasser und Wind

(nach BEUGLER 1991: Karte 3, ergänzt)

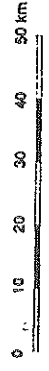
Karte 5a



Erosionsgefährdung der Böden:



W	1 2 3 4 5 6 7	WEG (Erodierbarkeit durch Wind)
	niedrig ————— hoch	EROSIONSWIDERSTAND
E	1 2 3 4 5 6 7	F - Index (Erodierbarkeit durch Wasser)



Entwurf und Kartographie: H. Beugler '91

Etosha Nationalpark

Aktuelle Bodenerosionsschäden

(nach BEUGLER 1991; Karte 3, Deckfolie; ergänzt)

Karte 5b

M.W.B. '92

16°

17°E

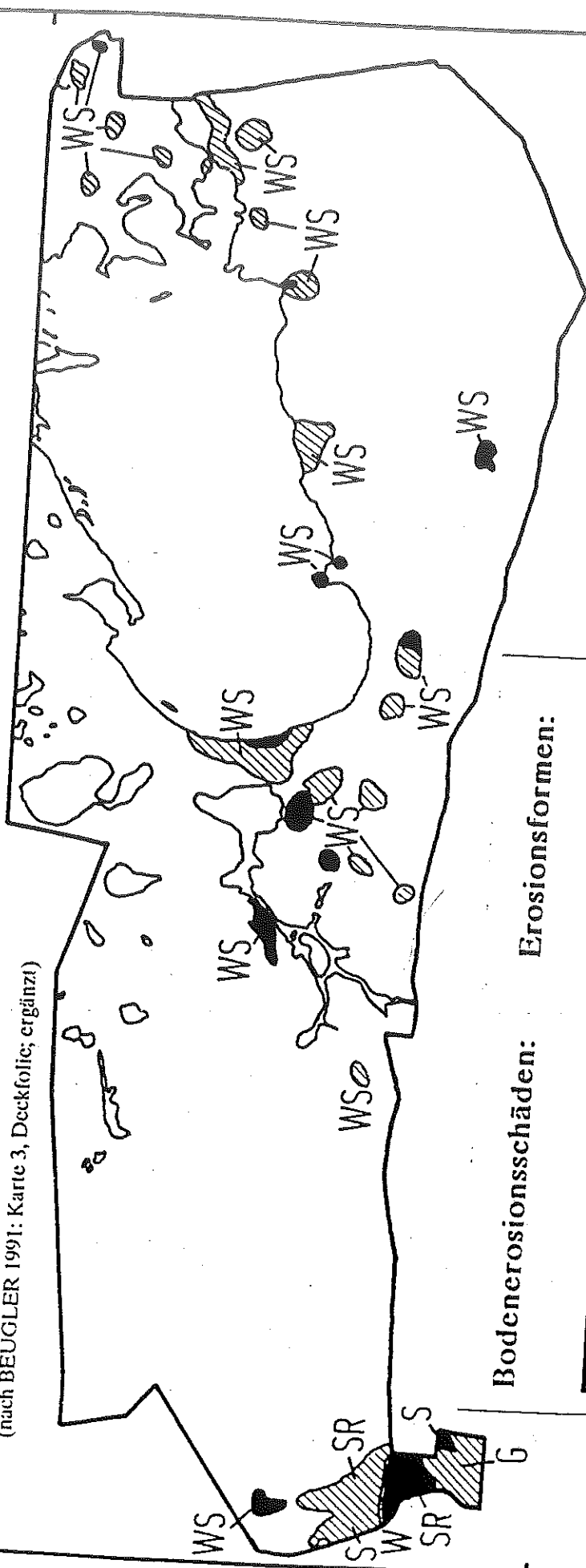
19'30"

17°E

16°

15°

20°S



Bodenerosionsschäden:



starke Bodenerosionsschäden



geringe bis mittlere Bodenerosionsschäden

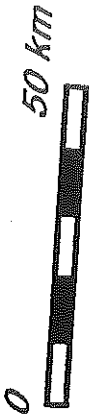
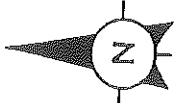
Erosionsformen:

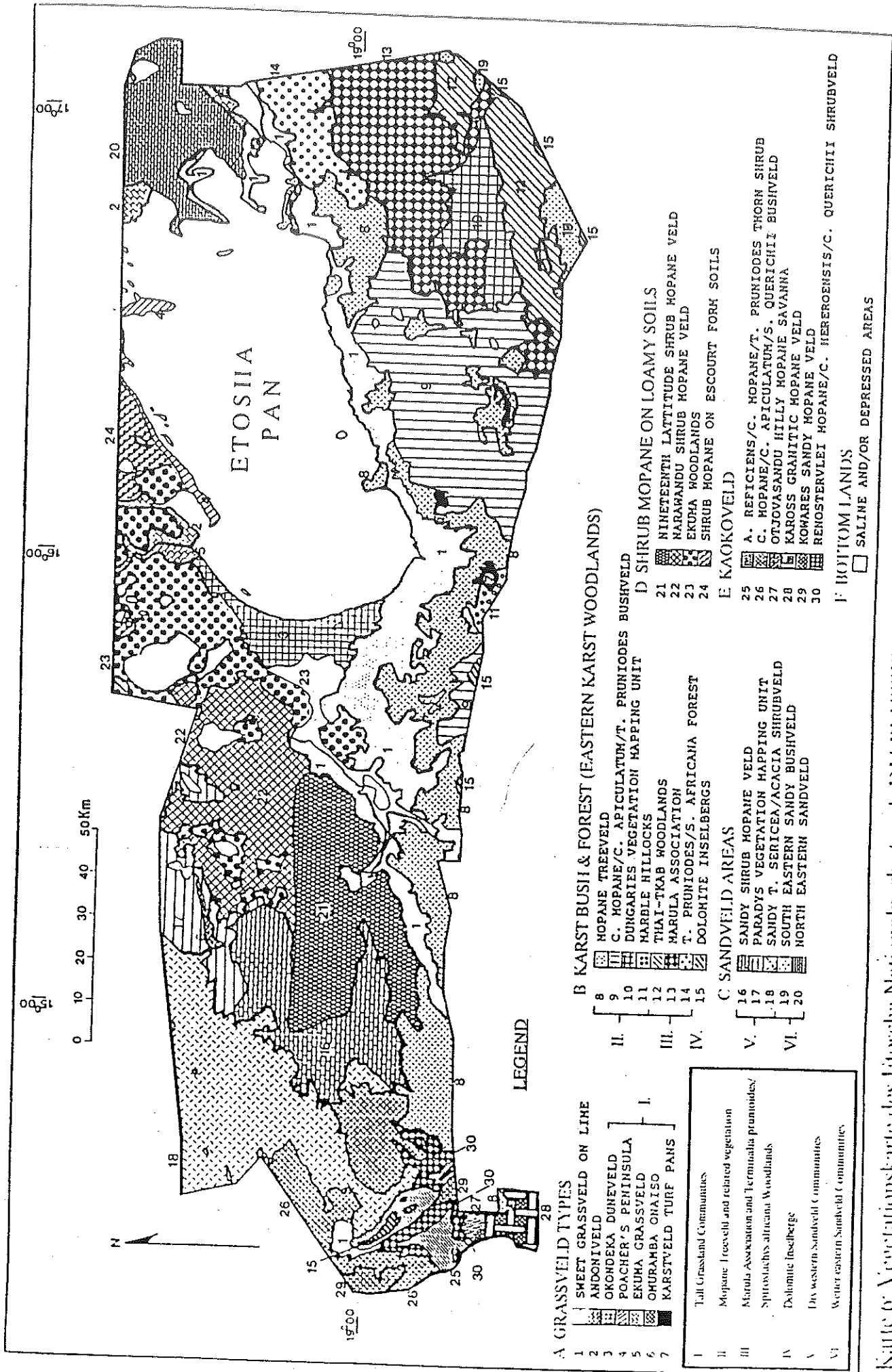
S = denudative Abtragung

R = Rillenerosion

G = Gully Erosion

W = flächenhafte Winderosion

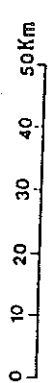




17°00'

16°00'

15°00'



N

ETOSIA PAN

A GRASSVELD TYPES

- 1 SWEET GRASSVELD ON LINE
- 2 ANDONIVELD
- 3 OKONDEKA DUNEVELD
- 4 POACHER'S PENINSULA
- 5 EKUHA GRASSVELD
- 6 OHURAMBA OHAISO
- 7 KARSTVELD TURF PANS

- I. Tall Grassland Communities
- II. Mopane Trees and related vegetation
- III. Marula Association and Terminalia prunioides/Sporobolus africanus Woodlands
- IV. Eulomium Inselberg
- V. Dry western Sandveld Communities
- VI. Wetter eastern Sandveld Communities

LEGEND

B KARST BUSH & FOREST (EASTERN KARST WOODLANDS)

- 8 HOPANE TREEVELD
- 9 C. HOPANE/C. APICULATUM/T. PRUNIODES BUSHVELD
- 10 DUNGARIES VEGETATION MAPPING UNIT
- 11 MARBLE HILLOCKS
- 12 THAI-TKAB WOODLANDS
- 13 MARULA ASSOCIATION
- 14 T. PRUNIODES/S. AFRICANA FOREST
- 15 DOLONITE INSELBERG

C. SANDVELD AREAS

- 16 SANDY SHRUB HOPANE VELD
- 17 PARADYS VEGETATION MAPPING UNIT
- 18 SANDY T. SERICEA/ACACIA SHRUBVELD
- 19 SOUTH EASTERN SANDY BUSHVELD
- 20 NORTH EASTERN SANDVELD

D SHRUB MOPANE ON LOAMY SOILS

- 21 NINETEENTH LATITUDE SHRUB HOPANE VELD
- 22 NARAWANDU SHRUB HOPANE VELD
- 23 EKUHA WOODLANDS
- 24 SHRUB HOPANE ON ESCOURT FORM SOILS

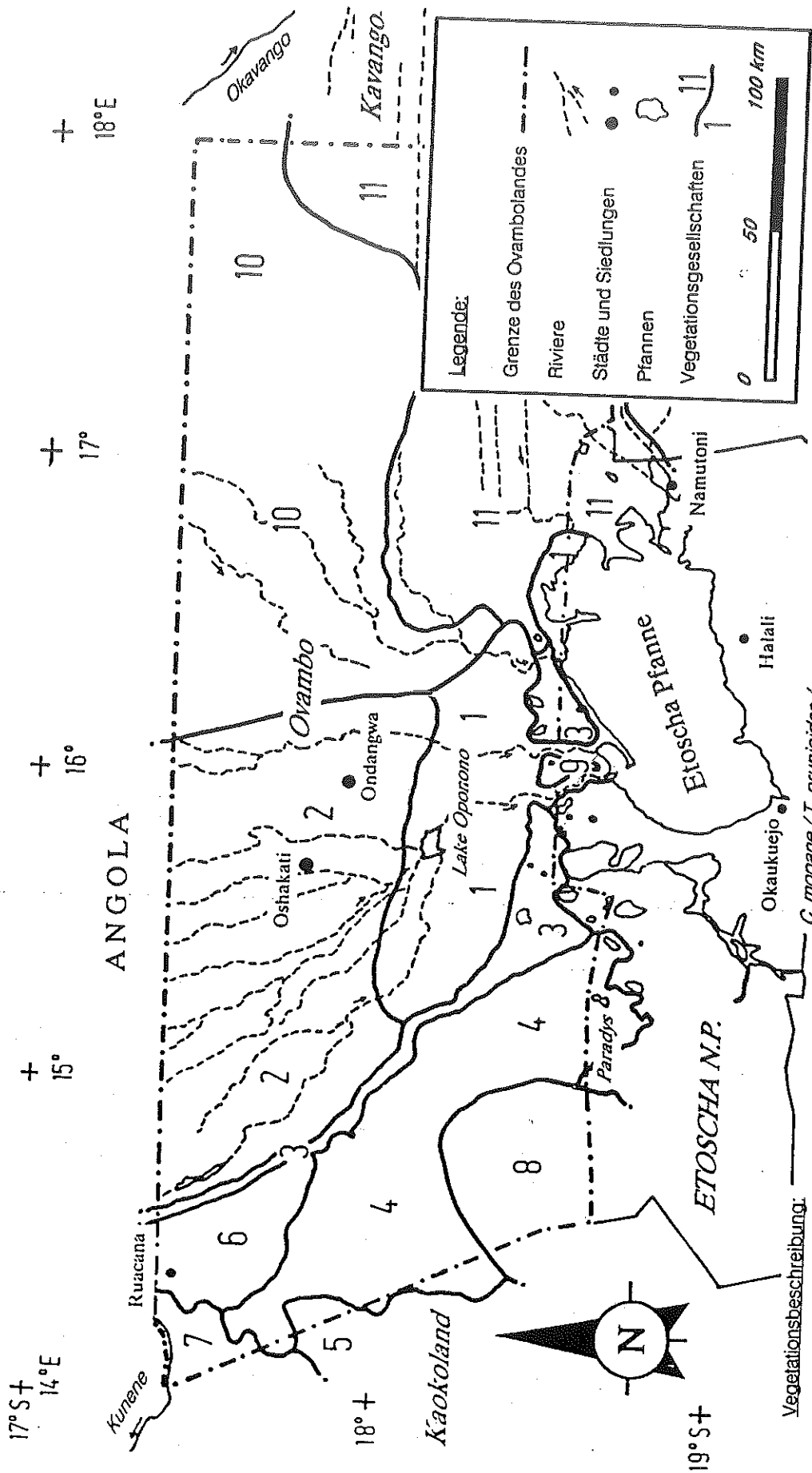
E KAKOVELD

- 25 A. REFICIENS/C. HOPANE/T. PRUNIODES THORN SHRUB
- 26 C. HOPANE/C. APICULATUM/S. QUERICHII BUSHVELD
- 27 OTJOVASANDU HILLY HOPANE SAVANNA
- 28 KAROSS GRAHITIC HOPANE VELD
- 29 KOWARES SANDY HOPANE VELD
- 30 RENOSTERVLEI HOPANE/C. HEREROENSIS/C. QUERICHII SHRUBVELD

F BOTTOM LANDS

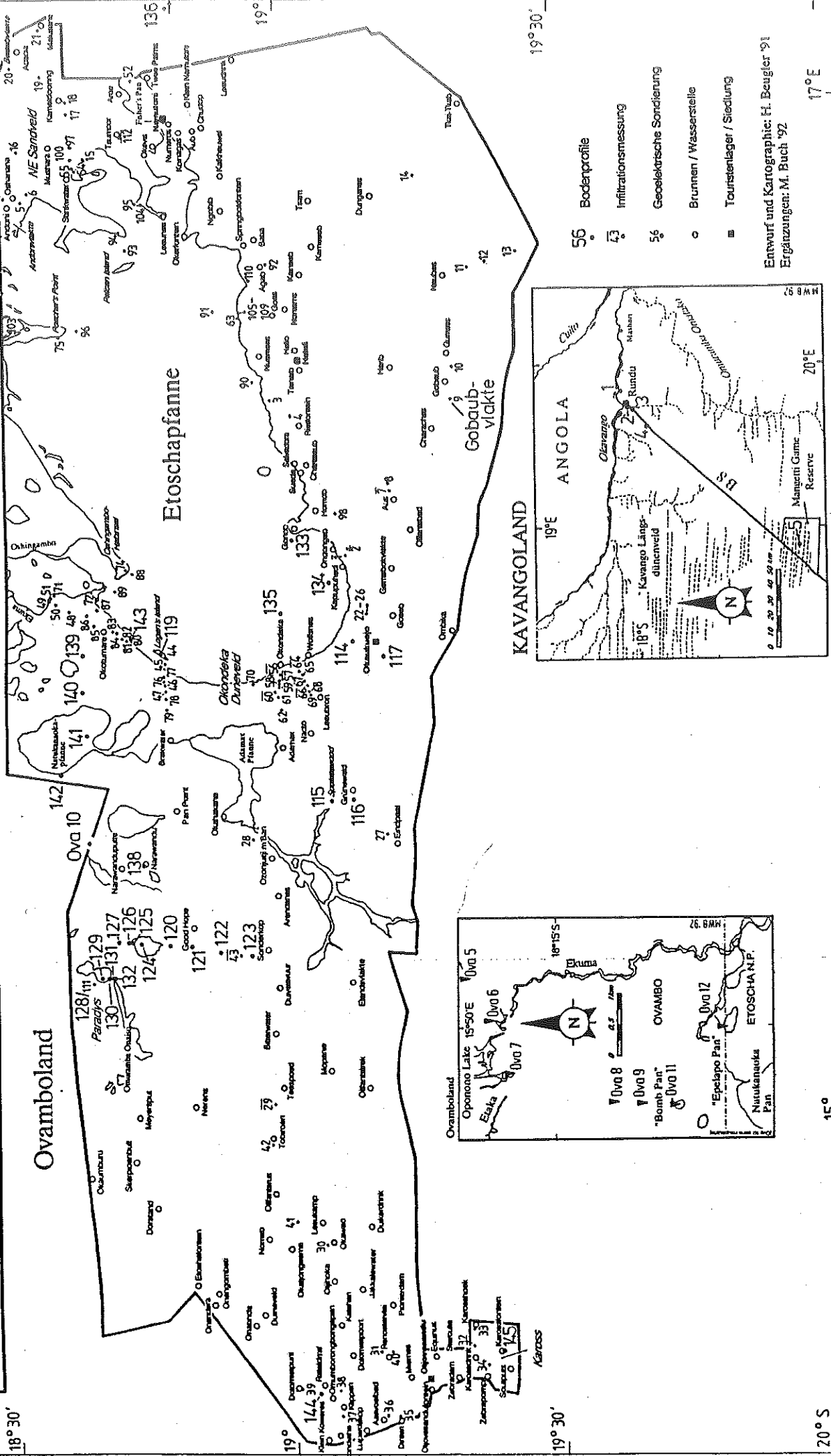
- SALINE AND/OR DEPRESSED AREAS

Karte 0: Vegetationskarte des Etosia Nationalparks (nach DU PLESSIS 1992, auf der Basis von VAN DER BURG 1999, 1998, 1997, 1996)



Karte 8: Übersichtskarte zum Untersuchungsraum

Etoscha Nationalpark und angrenzende Landschaften im Norden Namibias mit Lage der Profilaufnahmen und Lokalitäten der Feldmessungen (ergänzt auf der Grundlage von BEUGLER 1991: Karte 1)



- 56 Bodenprofile
- 43 Infiltrationsmessung
- 54 Geoelektrische Sondierung
- Brunnen / Wasserstelle
- Touristenlager / Siedlung

Entwurf und Kartographie: H. Beugler '91
Ergänzungen: M. Ruch '92

20° S

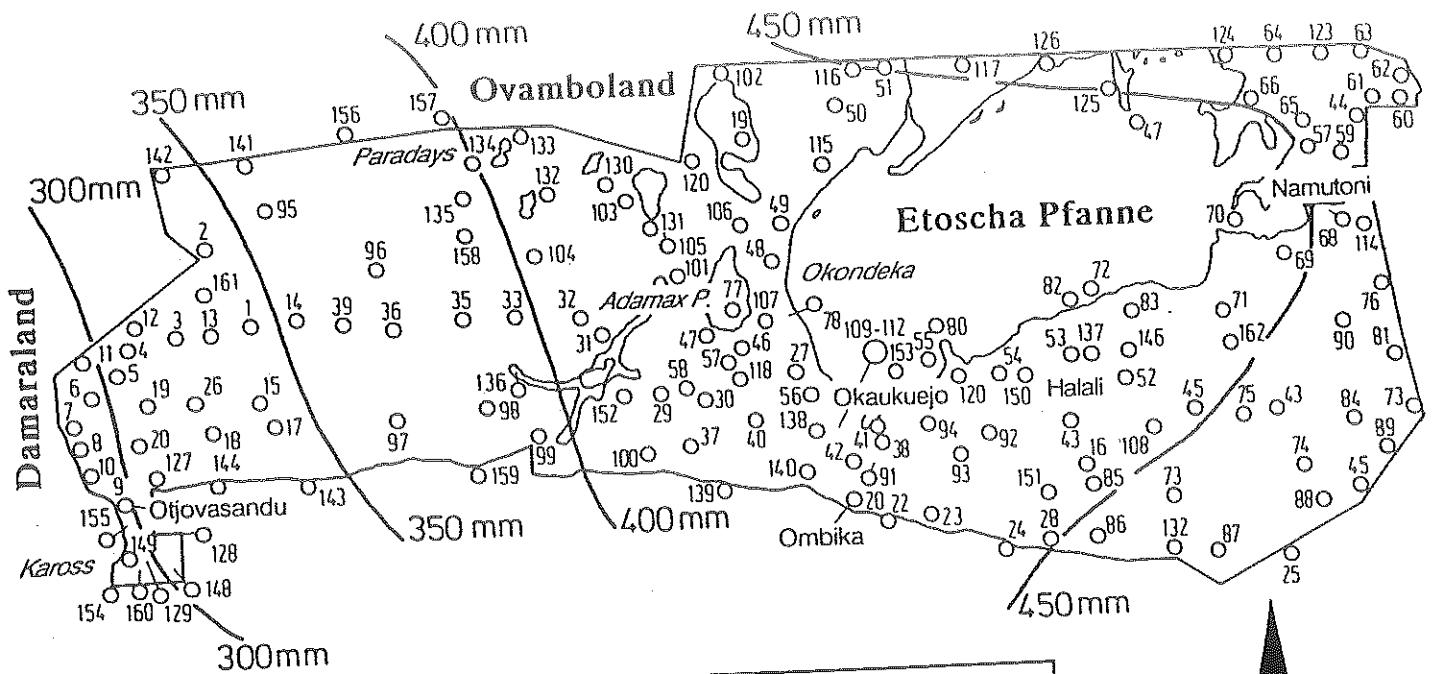
15°

17° E

19° 30'

18° 30'

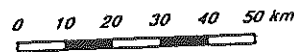
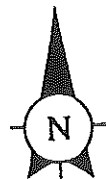
19° 30'



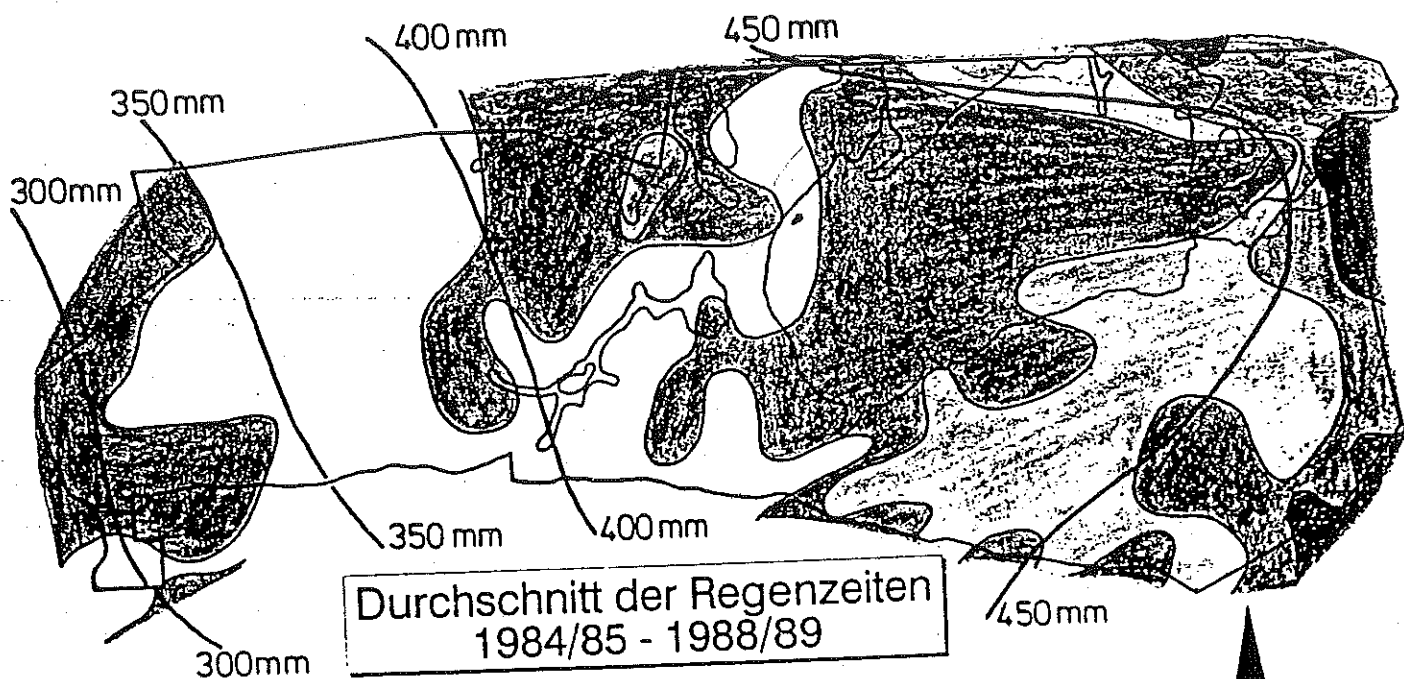
Etosha Nationalpark
Lage der Jahresniederschlags-Meßstationen

Quelle und Kartengrundlage:
Etosha Ecological Institute
Okaukuejo/Namibia

Entwurf und Kartographie:
M. Buch '92

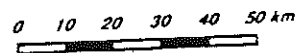
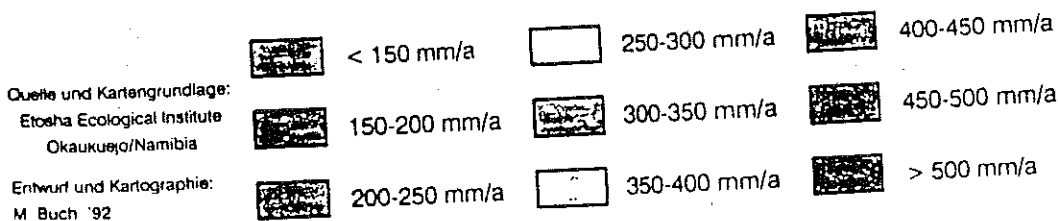


Karte 9: Räumliche Variabilität des Niederschlags im Etosha N.P.:
a) Lage der Jahresniederschlags-Meßstationen (saisonaler Niederschlag)

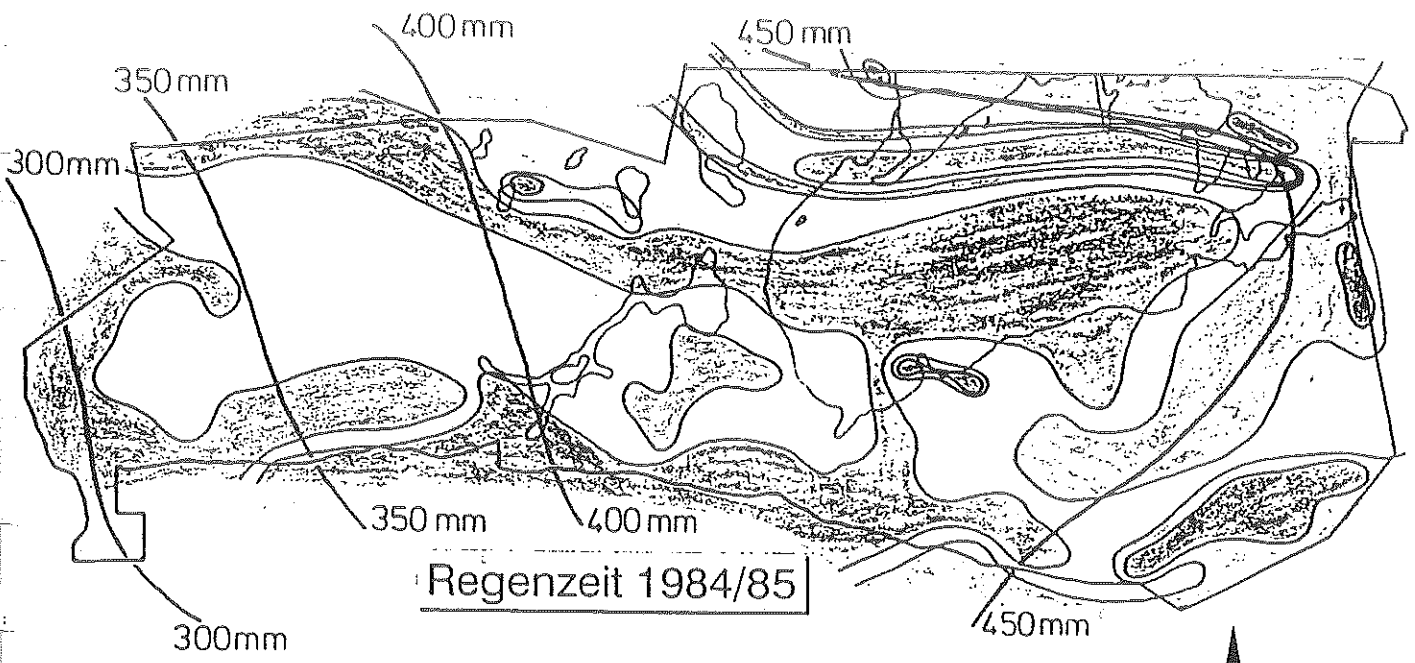


Durchschnitt der Regenzeiten
1984/85 - 1988/89

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme

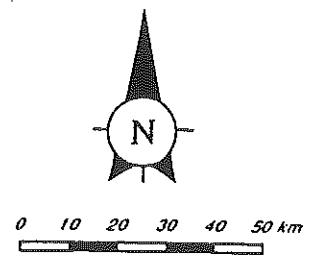
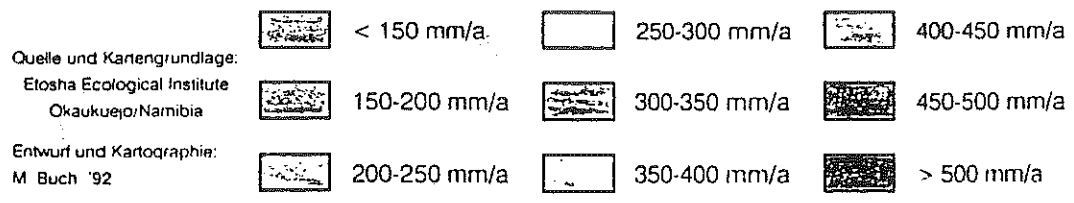


Karte 9: b) Durchschnitt der Regenzeiten 1984/85 - 1988/89

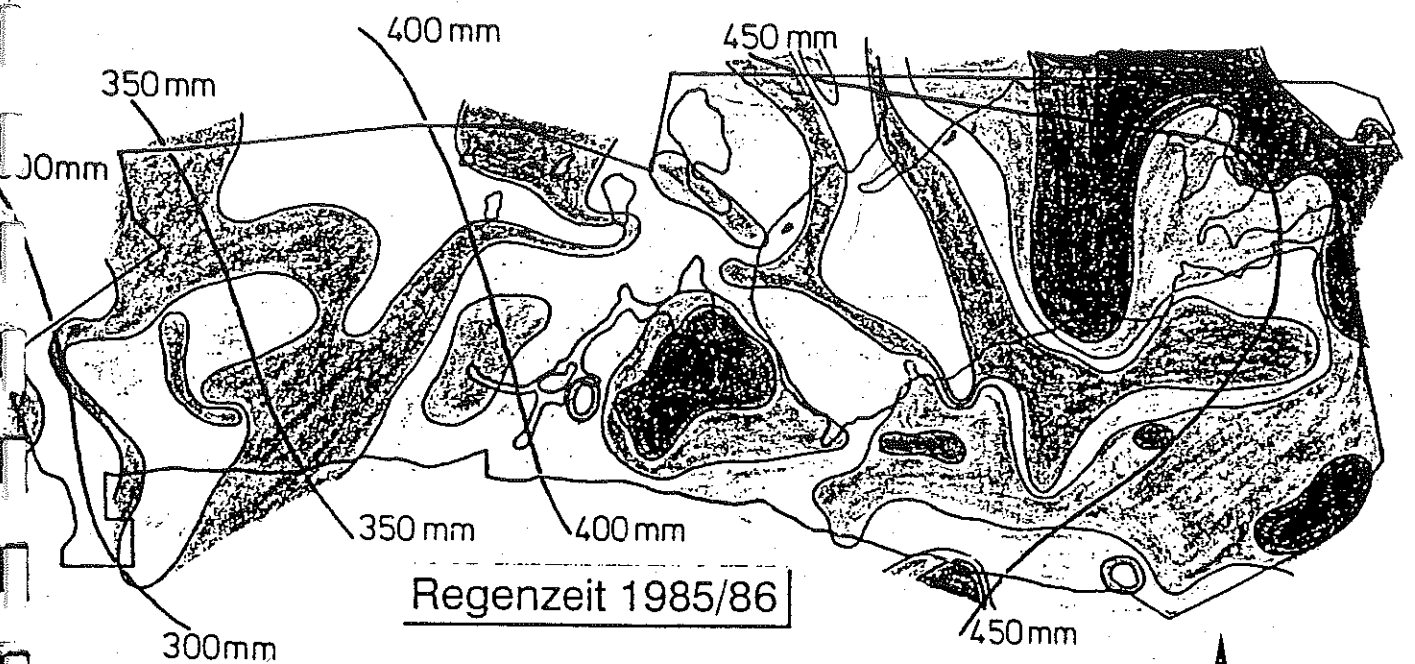


Regenzeit 1984/85

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme

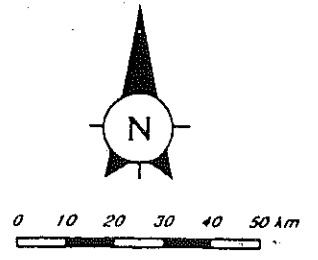
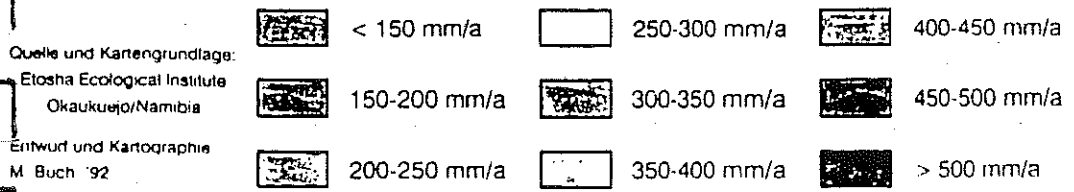


Karte 9: c) Regenzeit 1984/85

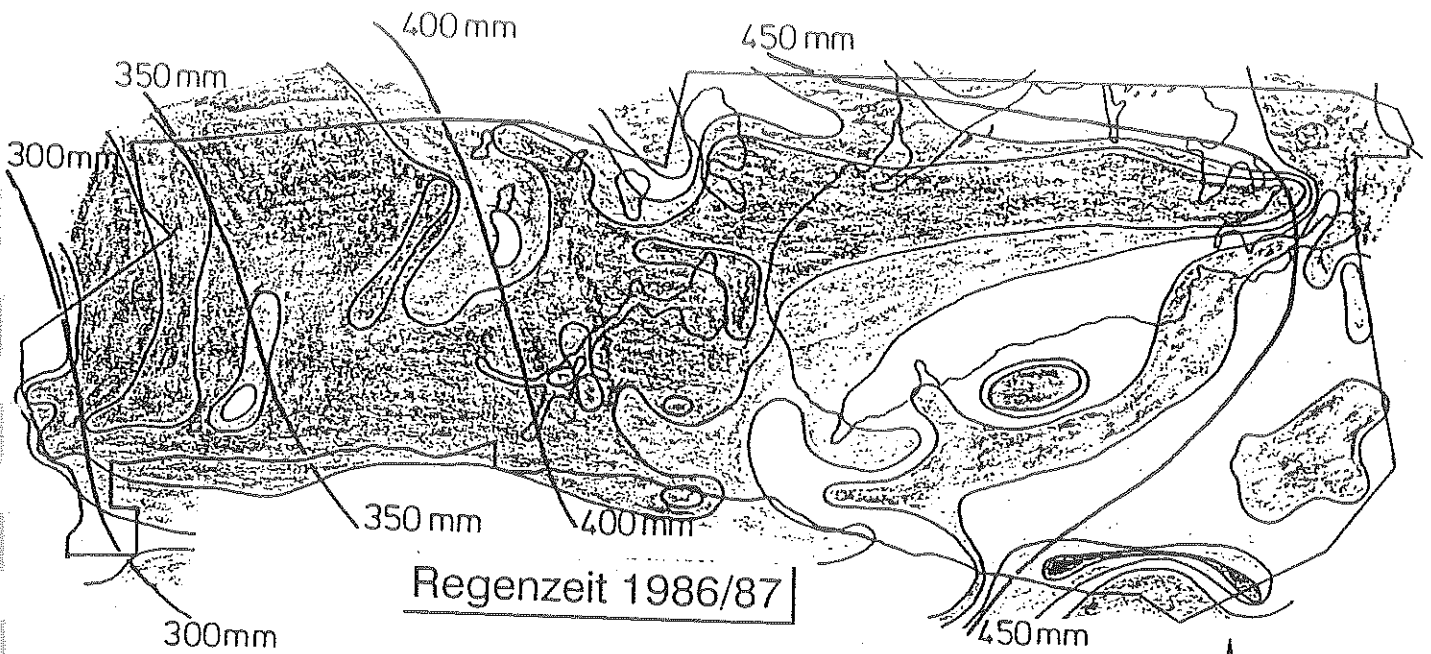


Regenzeit 1985/86

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme



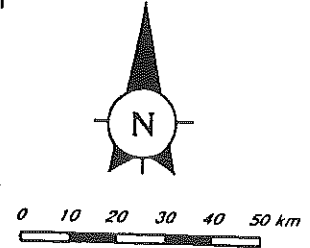
Karte 9: d) Regenzeit 1985/86



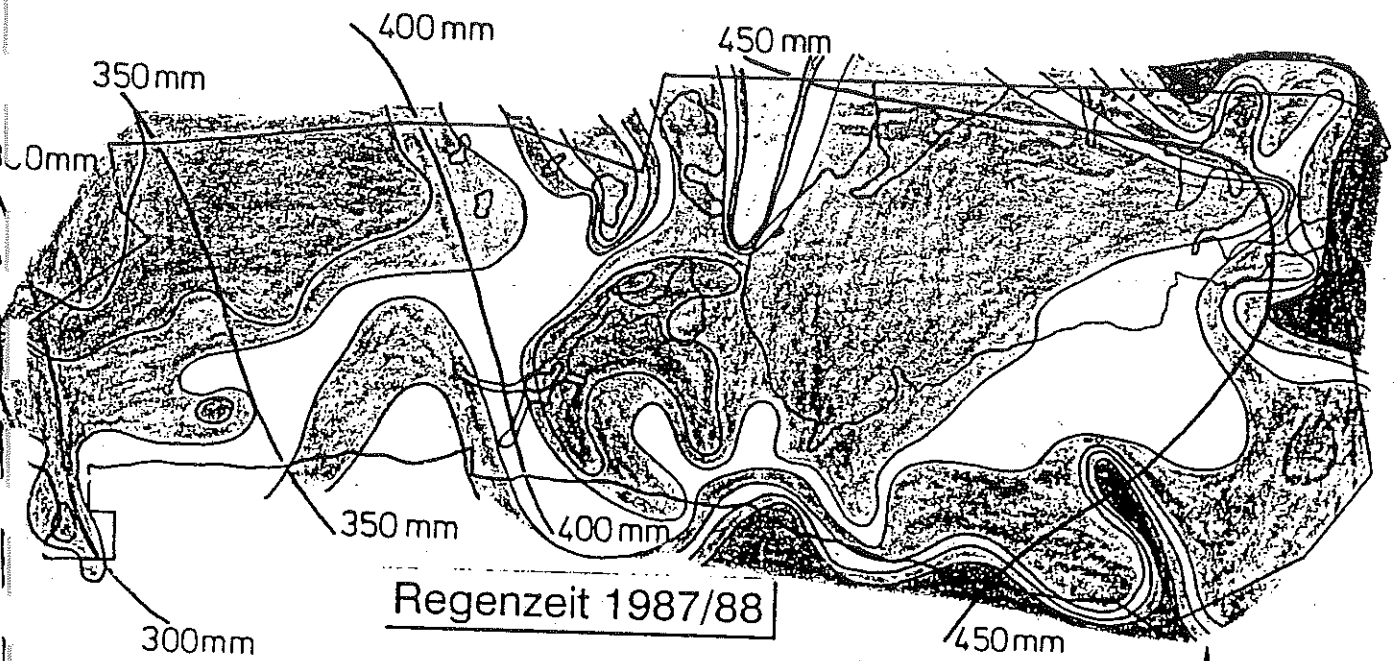
Regenzeit 1986/87

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme

Quelle und Kartengrundlage: Etosha Ecological Institute Okaukuejo/Namibia	< 150 mm/a	250-300 mm/a	400-450 mm/a
Entwurf und Kartographie: M Buch '92	150-200 mm/a	300-350 mm/a	450-500 mm/a
	200-250 mm/a	350-400 mm/a	> 500 mm/a



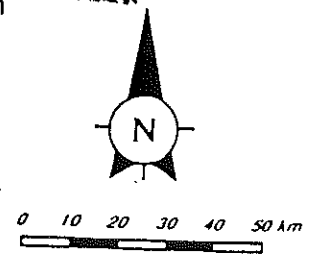
Karte 9: e) Regenzeit 1986/87



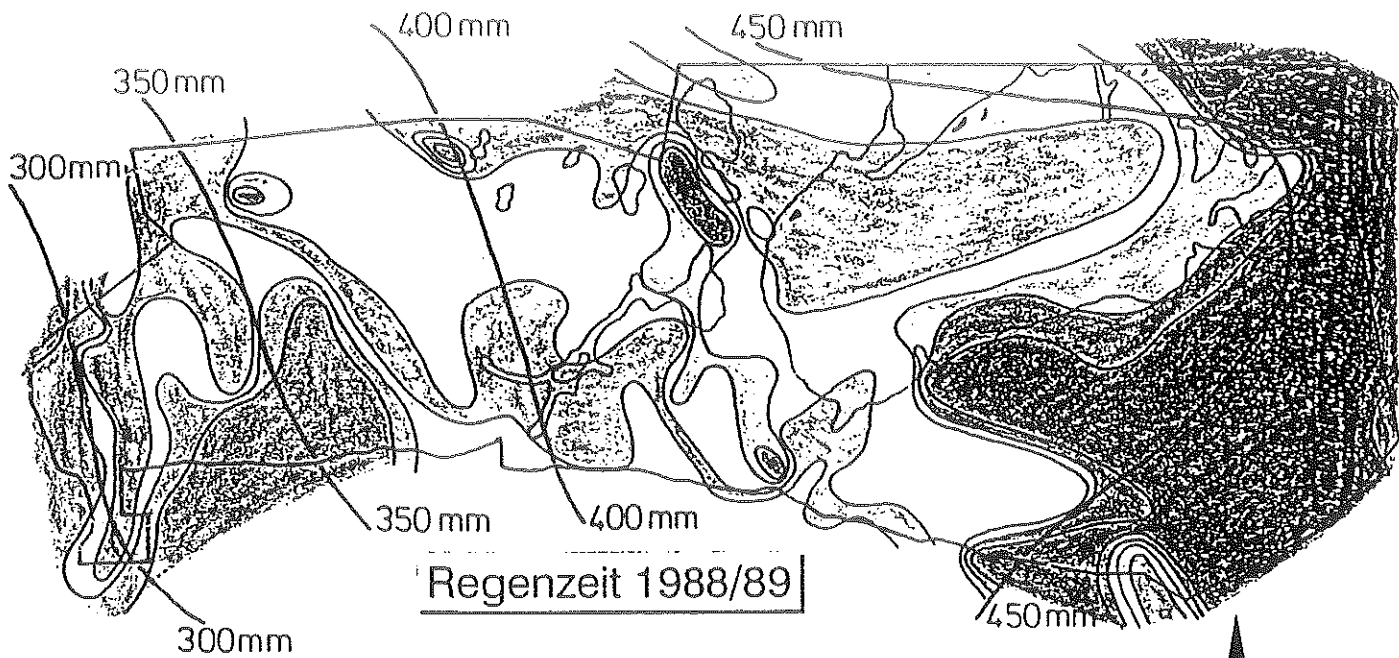
Regenzeit 1987/88

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme

Quelle und Kartengrundlage: Etosha Ecological Institute Okaukuejo/Namibia	< 150 mm/a	250-300 mm/a	400-450 mm/a
Entwurf und Kartographie: M Buch '92	150-200 mm/a	300-350 mm/a	450-500 mm/a
	200-250 mm/a	350-400 mm/a	> 500 mm/a












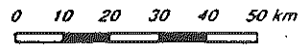
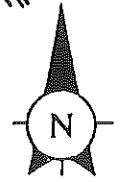
Karte 9: f) Regenzeit 1987/88



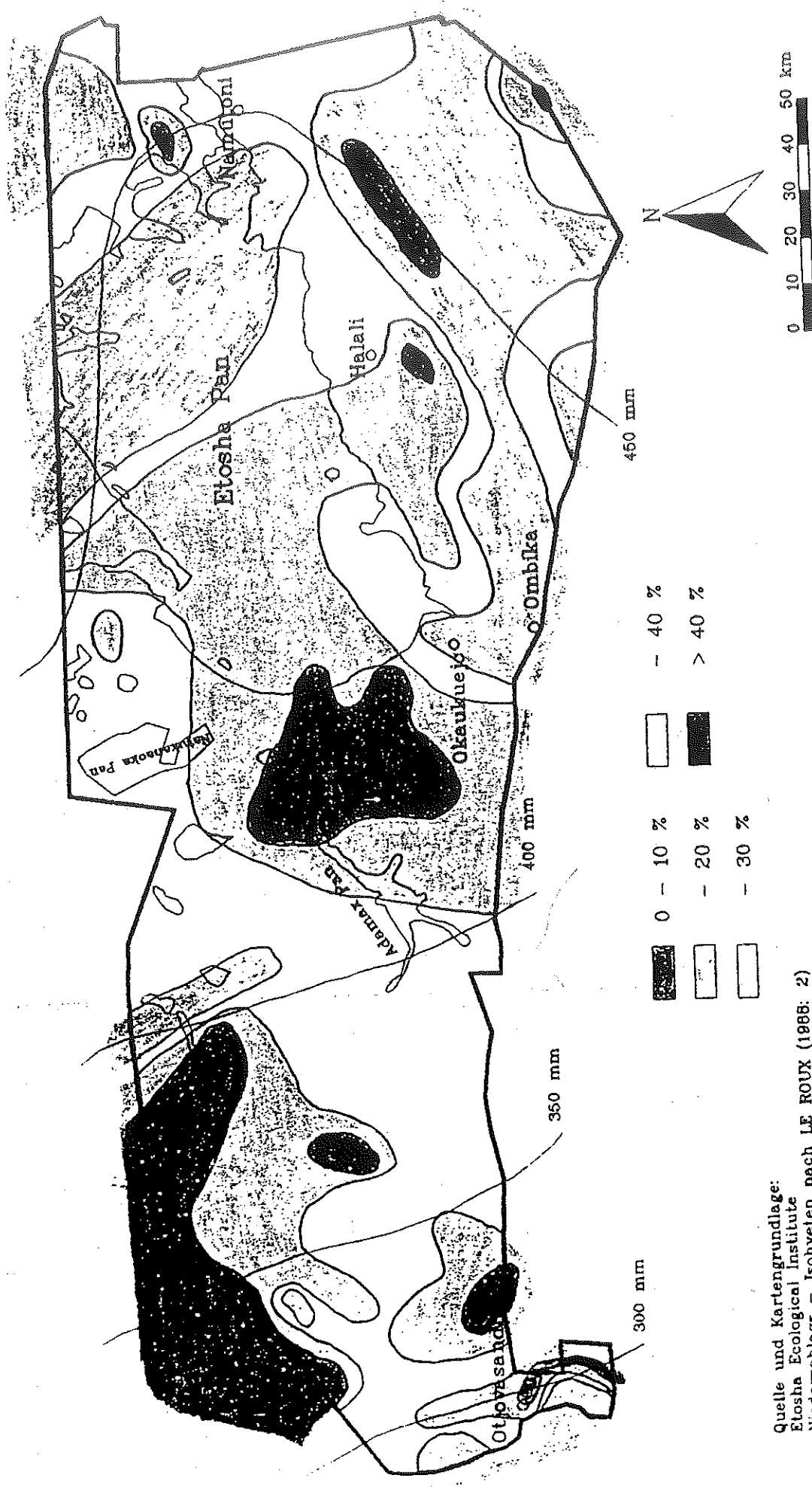
Regenzeit 1988/89

Gemessene Jahres-Niederschlagssumme

Quelle und Kartengrundlage: Etosha Ecological Institute Okaukuejo/Namibia	 < 150 mm/a	 250-300 mm/a	 400-450 mm/a
Entwurf und Kartographie: M. Buch '92	 150-200 mm/a	 300-350 mm/a	 450-500 mm/a
	 200-250 mm/a	 350-400 mm/a	 > 500 mm/a



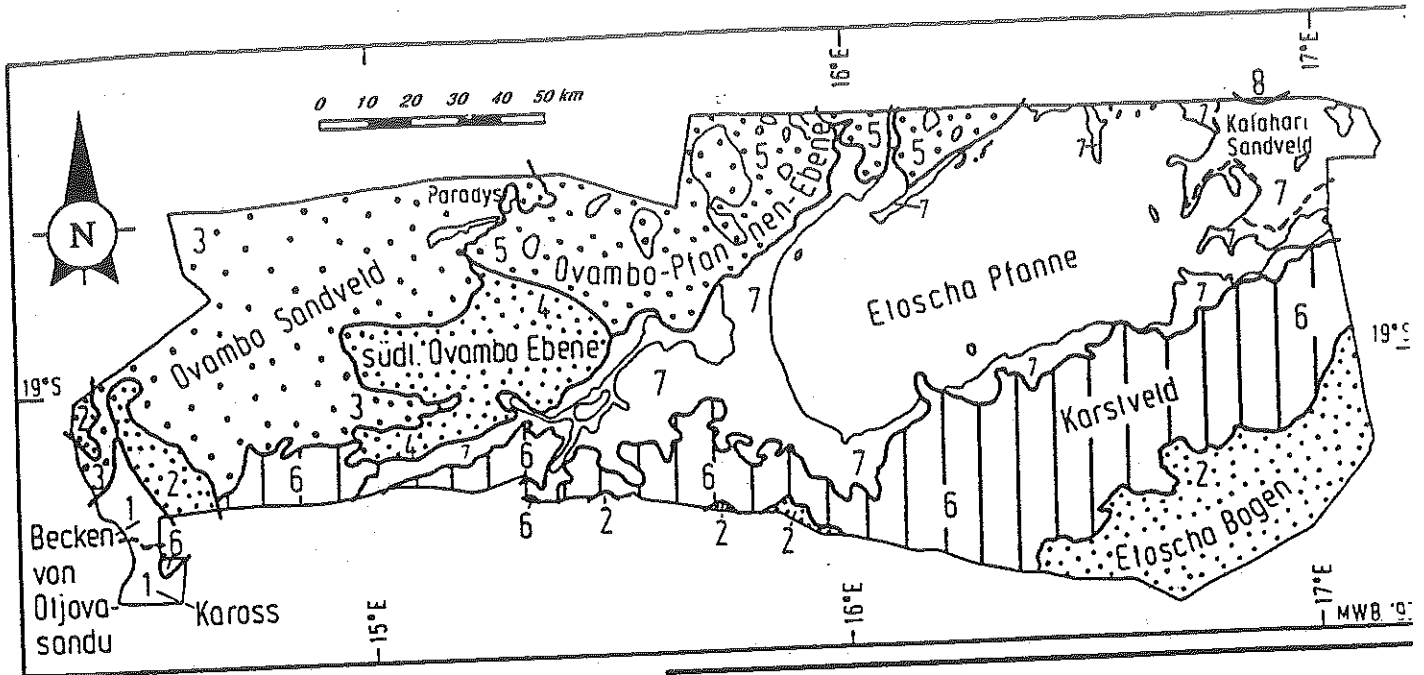
Karte 9: g) Regenzeit 1988/89



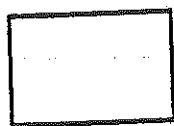
Quelle und Kartengrundlage:
 Etosha Ecological Institute
 Niederschlags - Isohyeten nach LE ROUX (1988: 2)

Kartographie: S. Engert 1992

Karte 10: Variationskoeffizient des Niederschlags (Regenzeiten 1983/84-1989/90) im Etosha Nationalpark (nach ENGERT 1992a: Karte 11).



Gesamteinschätzung des geökologischen Gefährdungspotentials im Etoscha N.P.



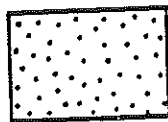
sehr hoch



hoch

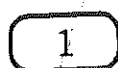


mäßig



gering

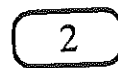
Landschaftsräumliche Gliederung des Untersuchungsraumes



Becken von Otjovasandu und Kaross



Karstveld



Etoscha Bogen



Etoscha Pflanne i.w.S. mit "Kalahari Sandveld"



Ovambo Sandveld



Kavango Längdünenfeld

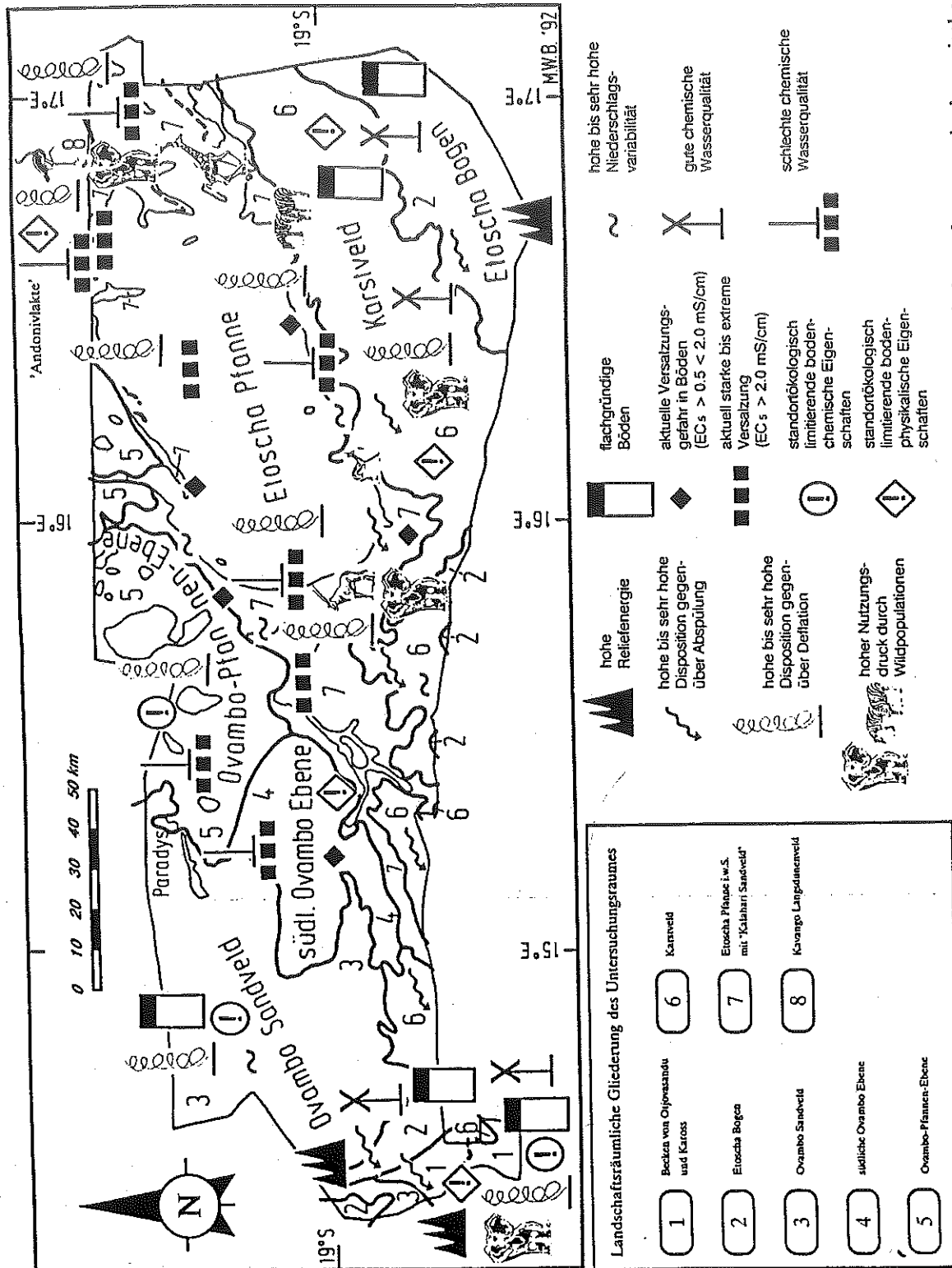


südliche Ovambo Ebene



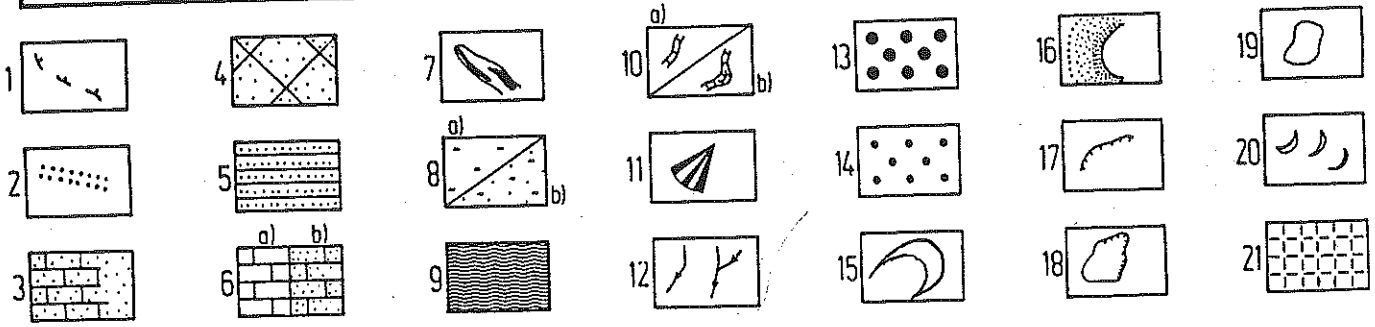
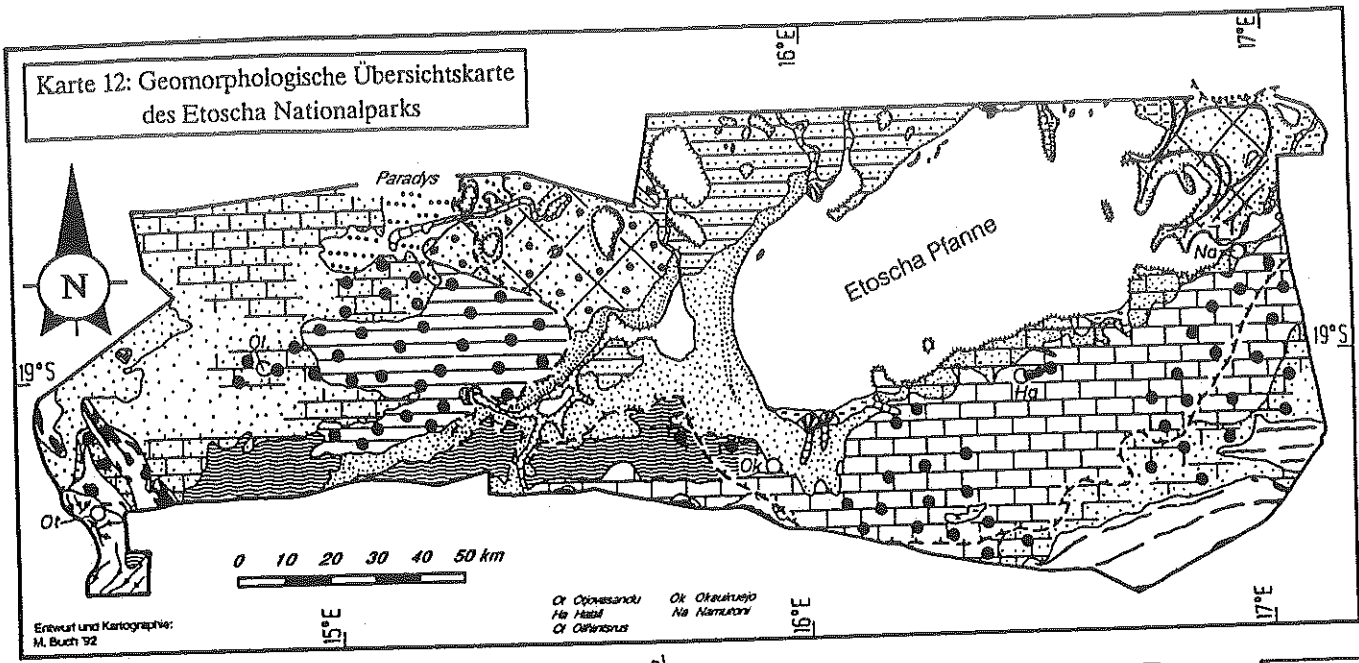
Ovambo-Pfannen-Ebene

Karte 11a: Gesamteinschätzung des geökologischen Gefährdungspotentials der Landschaftsräume des Etoscha N.P.



Karte 11b: Landschaftsökologische, öko-pedologische und geomorphodynamische Risiken im Etoscha Nationalpark/Nord-Namibia

Karte 12: Geomorphologische Übersichtskarte des Etoscha Nationalparks



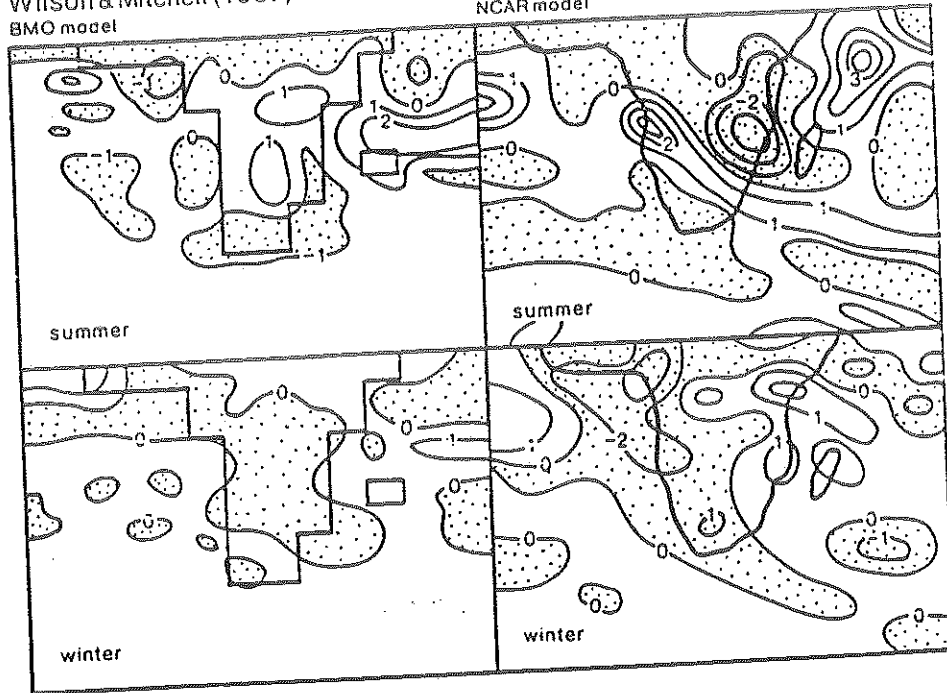
- | | | |
|---|---|---|
| <p>1 Grenze der pliozän/frühpleistozänen Initialform der Etoscha Pflanne</p> <p>2 Längsdünen-Ausläufer mit Rhodic/Chromic Arenosols</p> <p>3 geringmächtige Decke karbonatfreier Sande (Rhodic/Chromic Arenosol-Sedimente) über Kalkstein</p> <p>4 Decke karbonatfreier Sande (Mächtigkeit > 1 m) mit Xanthic Arenosols</p> <p>5 Flachrelief mit (Humi-) Cambic Arenosols-Eutric Cambisols aus sandigem Kalkstein</p> <p>6 a) anstehender Kalkstein
b) anstehender Kalkstein mit karbonathaltiger, äolischer Deckschicht</p> <p>7 Höhenzüge aus Dolomit/Quarzit (Damaras Sequenz) mit Pedimenten</p> | <p>8 a) karbonathaltige, fluviale Sedimente
b) karbonatfreie, fluviale Sedimente</p> <p>9 karbonatfreie, fluviale Sedimente über Kalkstein</p> <p>10 a) Muldental b) Muldental mit Paläorinnen</p> <p>11 Schwemmfächer</p> <p>12 Talwege im Kerbtalrelief</p> <p>13 räumliche Konzentration von Lösungshohlförmern im Kalkstein mit Eutric Vertisols und Mollic Leptosols</p> <p>14 räumliche Konzentration von Hohlförmern in sandigen Substraten mit "Para-Vertisols"</p> <p>15 äolisch überprägte, sandige Strandwälle (karbonatfreie Substrate)</p> | <p>16 karbonathaltige Pfannenranddünen, übergehend in karbonathaltige Sanddecke und karbonatfreie Pfannenranddüne</p> <p>17 Stufe</p> <p>18 Pflanne (Abtragungshohlförmern) mit/ohne Staistufe</p> <p>19 Pfannenboden</p> <p>20 Erosionsreste des *1082 m*- bzw. des *1080 m-Niveaus* mit barchanoider Form</p> <p>21 harte Kruste ("hardpan") der Andoniviakte</p> |
|---|---|---|

ABBILDUNGEN

Rainfall changes, mm.day⁻¹

Wilson & Mitchell (1987)
BMO model

Washington & Meehl (1984)
NCAR model



Summer (DJF) temperature increases, °C

Wilson & Mitchell (1987)
BMO model

Hansen et al (1984)
GISS model

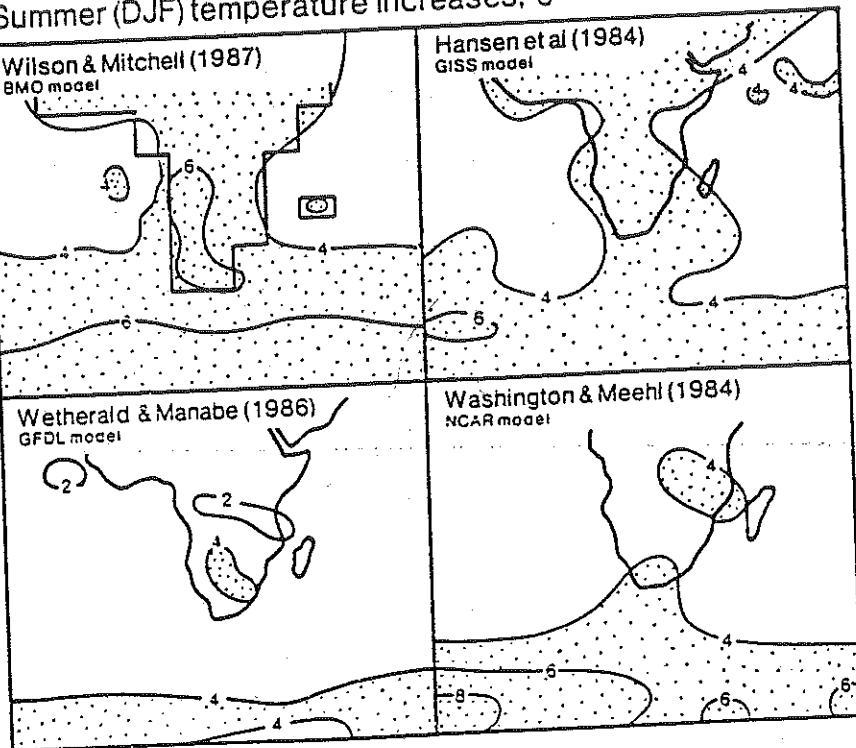
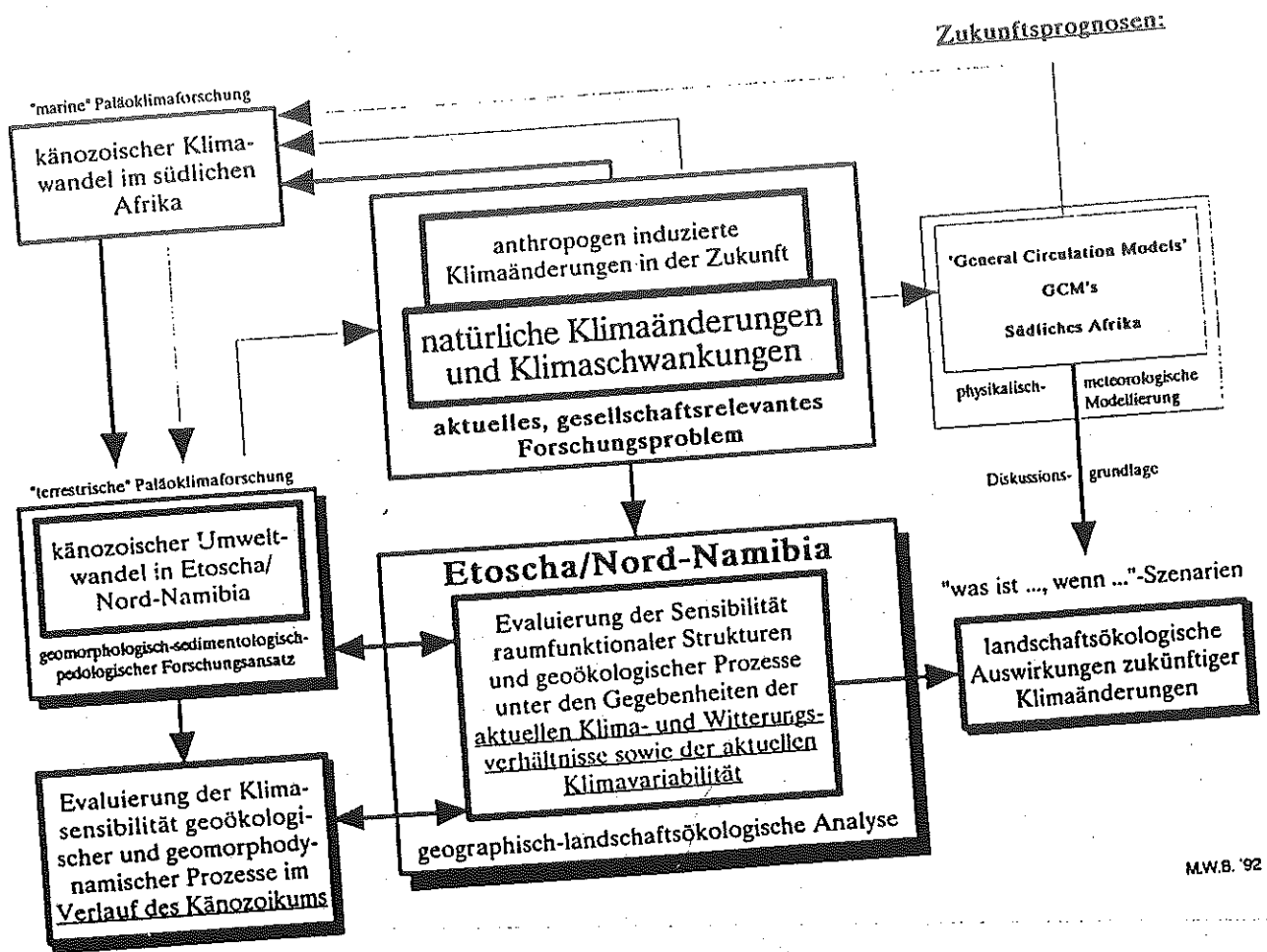


Abb. 2:

Ausgewählte 'General Circulation Model's' (GCM's) für das südliche Afrika (nach TYSON 1991: 254, Fig. 8; 255, Fig. 9).
Simulierte Veränderungen der Temperatur des Sommerhalbjahres (oben) und des Niederschlags (Sommer- und Winterhalbjahr, unten) als Konsequenz einer Verdoppelung des atmosphärischen CO₂-Gehaltes im Verlauf der kommenden 30-50 Jahren. Temperaturerhöhungen über 4°C bzw. Niederschlagsabnahmen sind punktiert dargestellt.



M.W.B. '92

Abb. 3: Schematische Darstellung der methodischen Vorgehensweise im Rahmen der vorliegenden Arbeit. Die zentralen Forschungsaufgaben der vorliegenden Arbeit sind mit SCHATTEN unterlegt. Sie sind in den Problemkreis "natürliche Klimaänderungen und Klimaschwankungen/anthropogen induzierte Klimaänderungen in der Zukunft" eingebunden. Zur Evaluierung der landschaftsökologischen Auswirkungen zukünftiger Klimaänderungen wird in der vorliegenden Arbeit im Sinne eines "was ist ..., wenn ..."-Ansatzes den fett dargestellten Pfeilen gefolgt. Eine andere methodische Vorgehensweise führt zu Zukunftsprognosen im Sinne von 'General Circulation Models' (GCM's) (dünne Pfeile). Weitere Erläuterungen im Text.

**ENVIRONMENTAL CHANGE IN ETOSHA NATIONALPARK/NAMIBIA
ECO-PEDOLOGICAL RISKS AND GEOMORPHODYNAMIK SENSITIVITY**

sponsored by the 'Deutsche Forschungsgemeinschaft' (DFG), the 'Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit' (BMZ) and the 'Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit' (G7)

Research-Cooperation between the 'Etosha Ecological Institute/Namibia' (Dr. Malan Lindeque) and the 'Department for Geography at the University of Regensburg/F.R.Germany' (Dr. Manfred W. Buch)

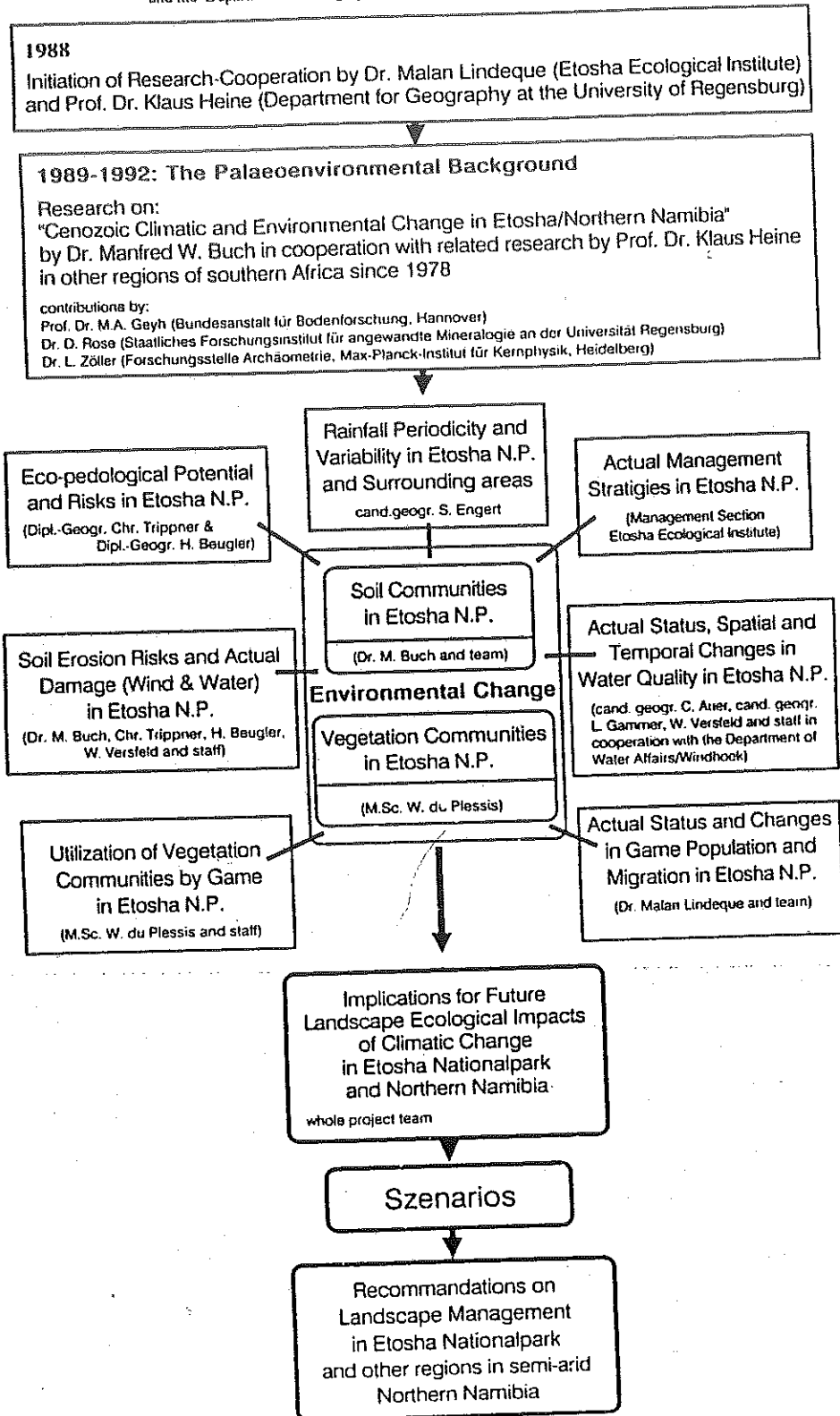
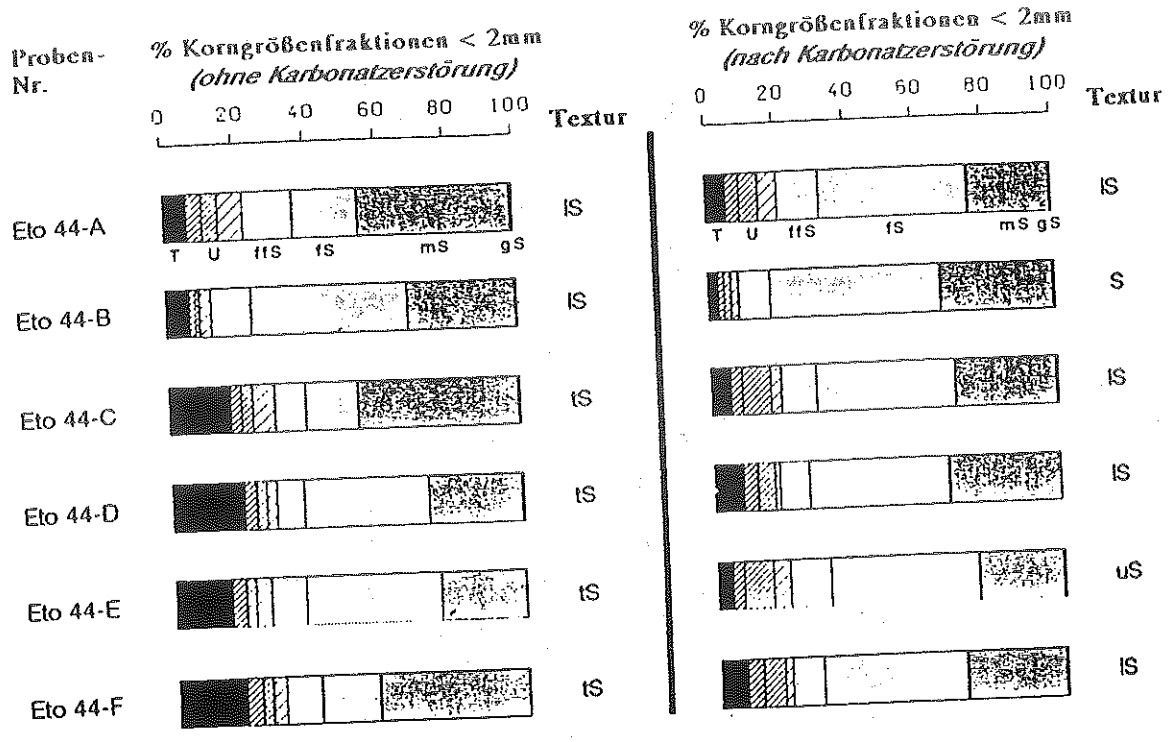


Abb. 4: Struktur des Forschungskooperations-Projektes "Etosha/Namibia" zwischen dem Lehrstuhl für Physische Geographie der Universität Regensburg/B.R. Deutschland und dem 'Etosha Ecological Institute', Okaukuejo/Republic of Namibia.

Profil Eto 44, Südspitze Logan's Island



M.B. '69

Profil Eto 47, Dünenkamm westl. Pfannenranddünen Etoscha

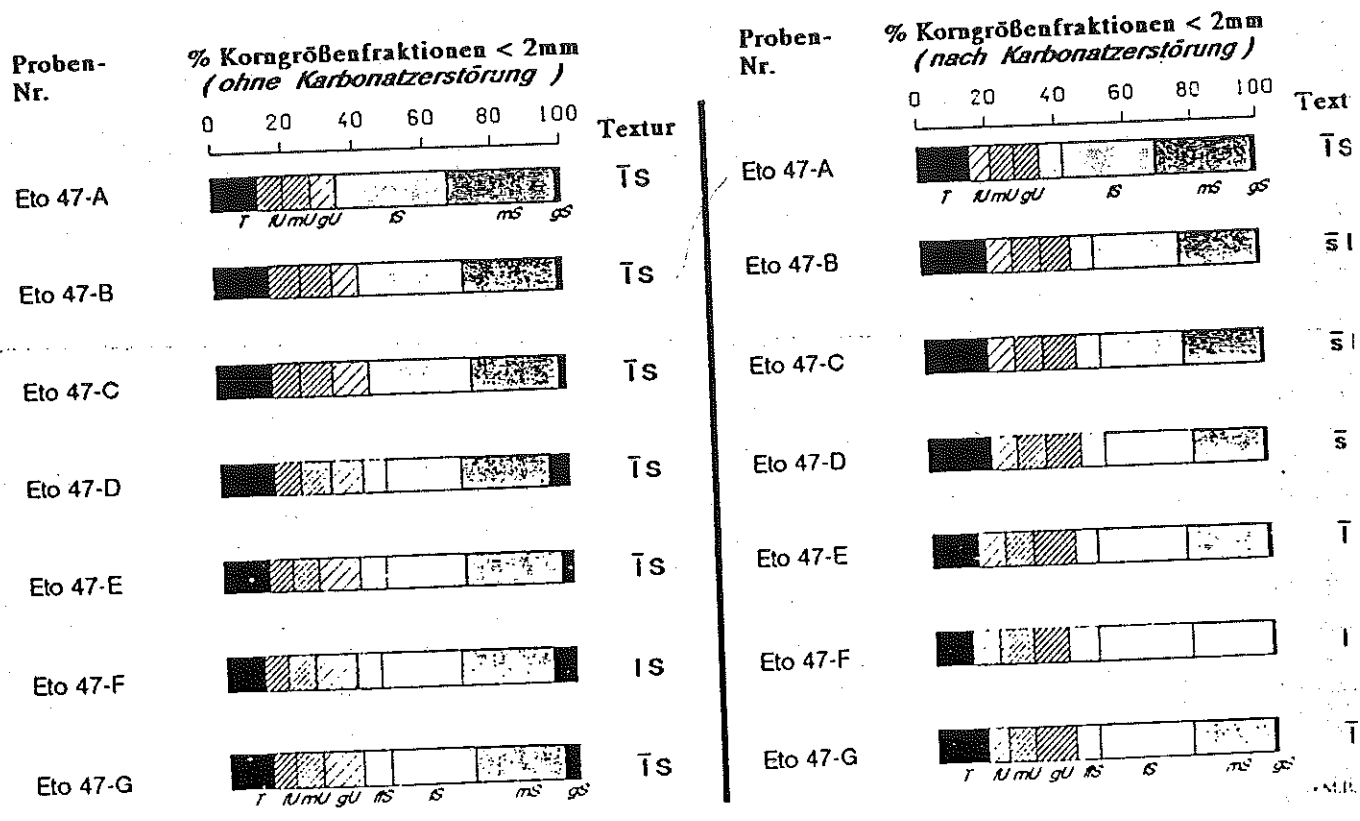
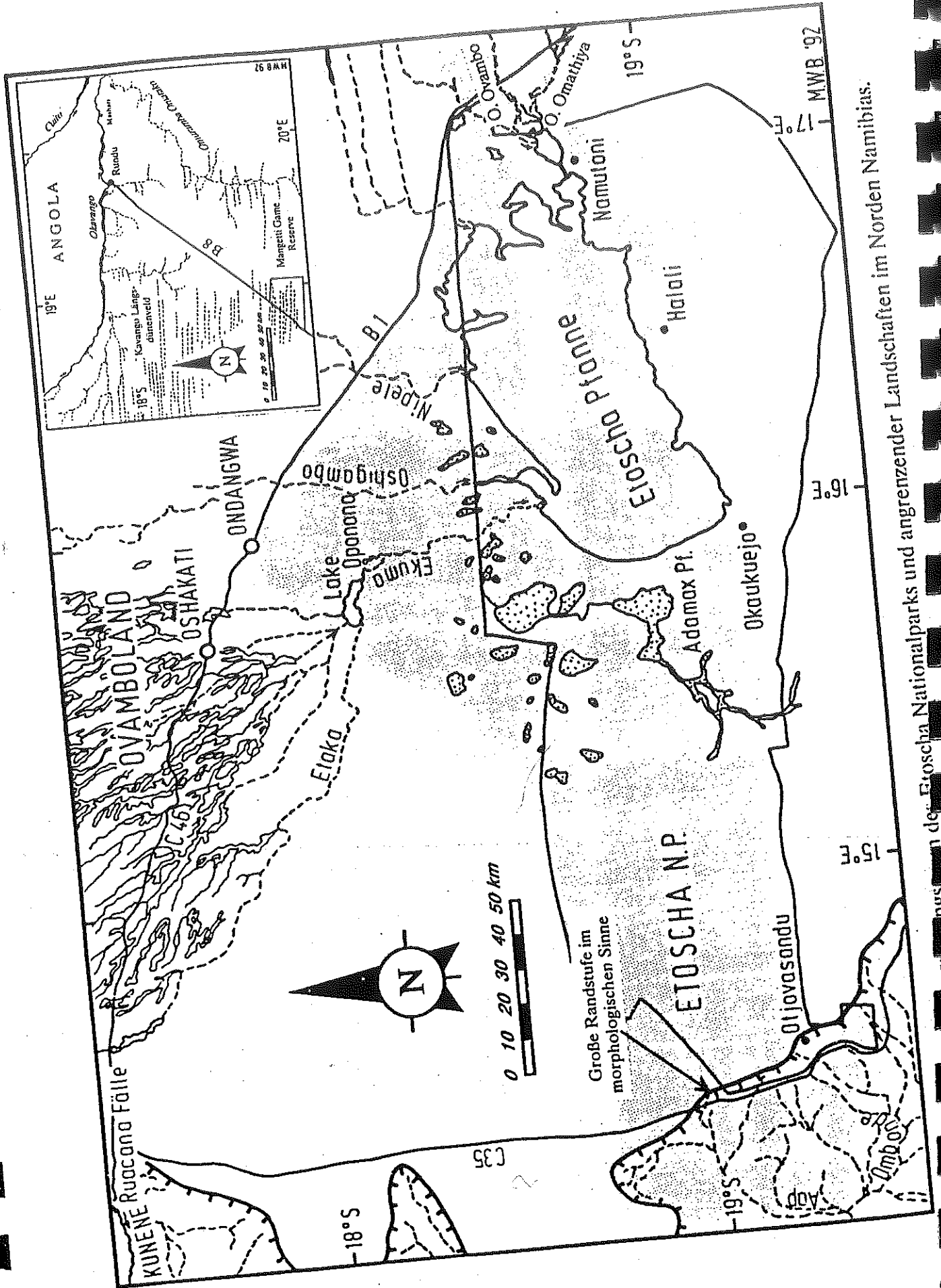


Abb. 5: Vergleich der Korngrößenanalysen des Profils Eto 44 ('Logan's Island') und Eto 47 (II. Dünenwall, westliche Randdünen der Etoscha Pfanne, 'Logan's Island'-Catena) vor und nach Karbonatzerstörung.



Große Randstufe im morphologischen Sinne

in der Etoscha Nationalparks und angrenzender Landschaften im Norden Namibias.

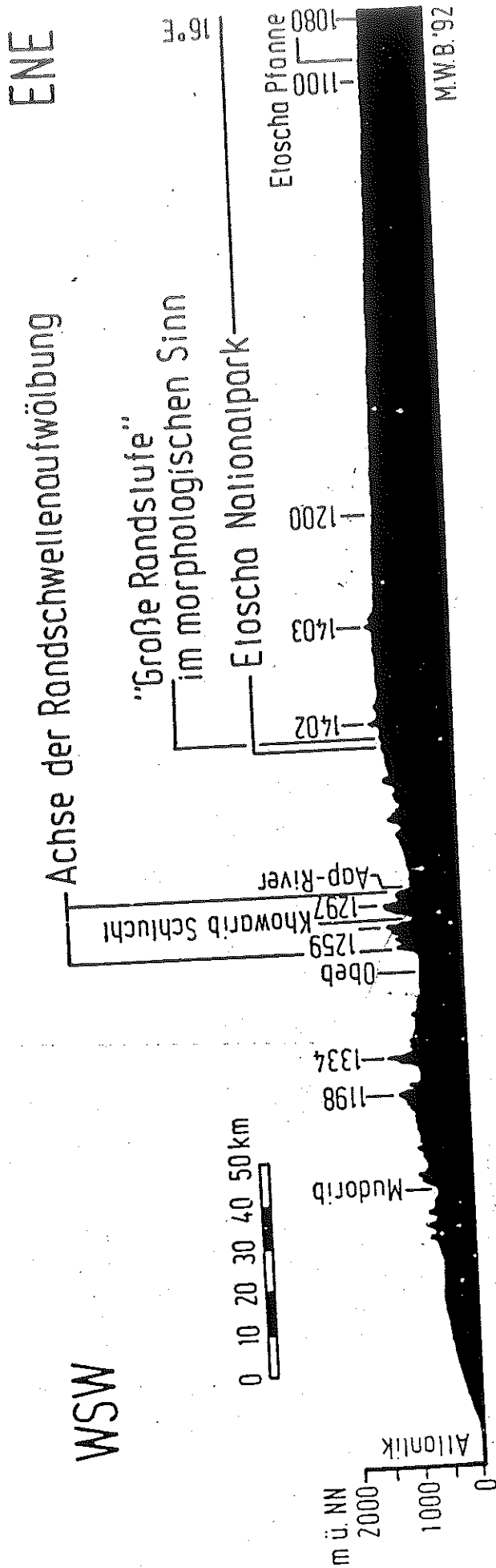
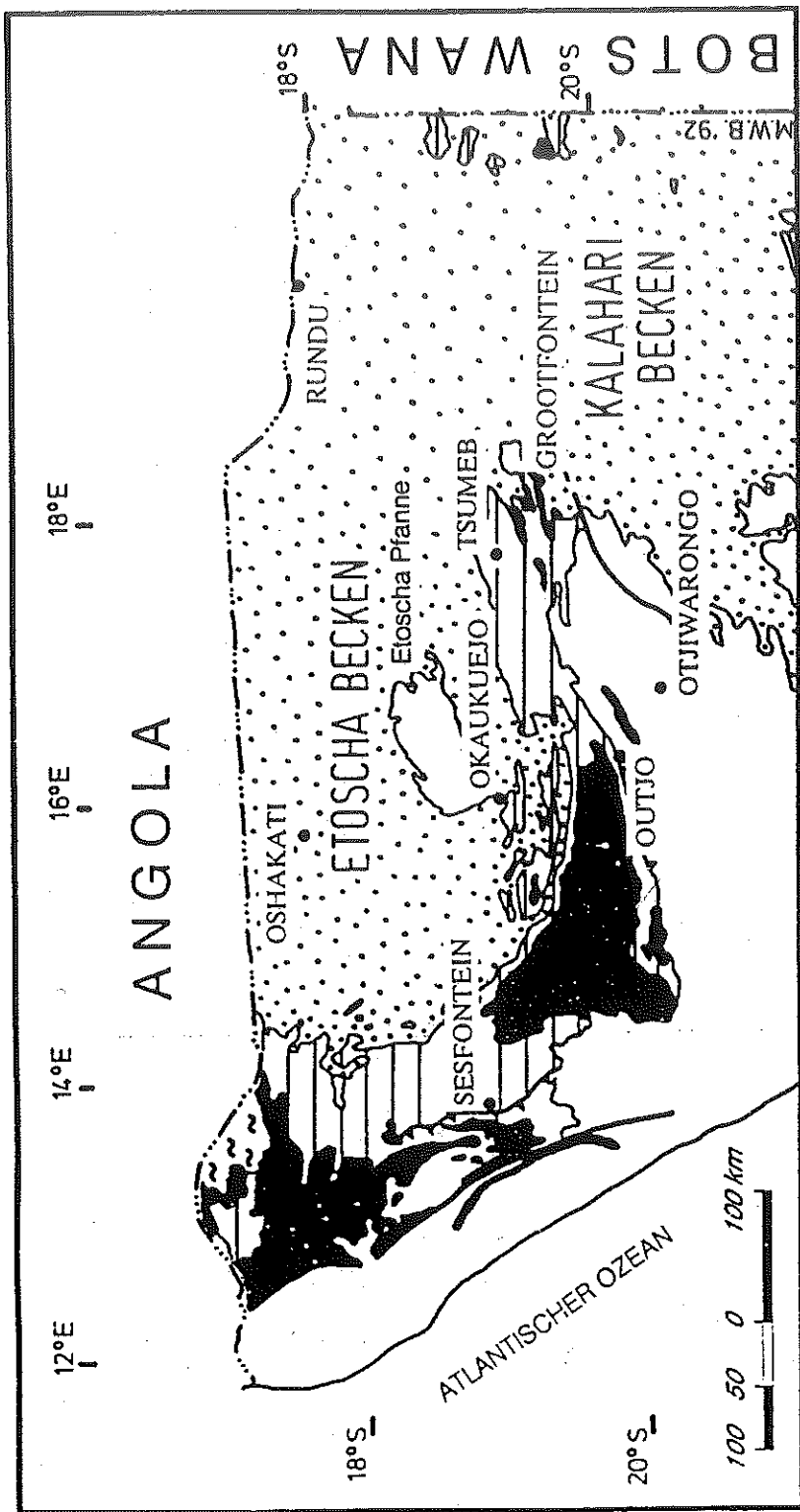


Abb. 7: West-Ost-Profil durch den Nordwesten Namibias vom Atlantik zur Etoscha Pfanne (nach HÜSER 1989, ergänzt).



Legende:




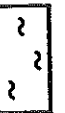


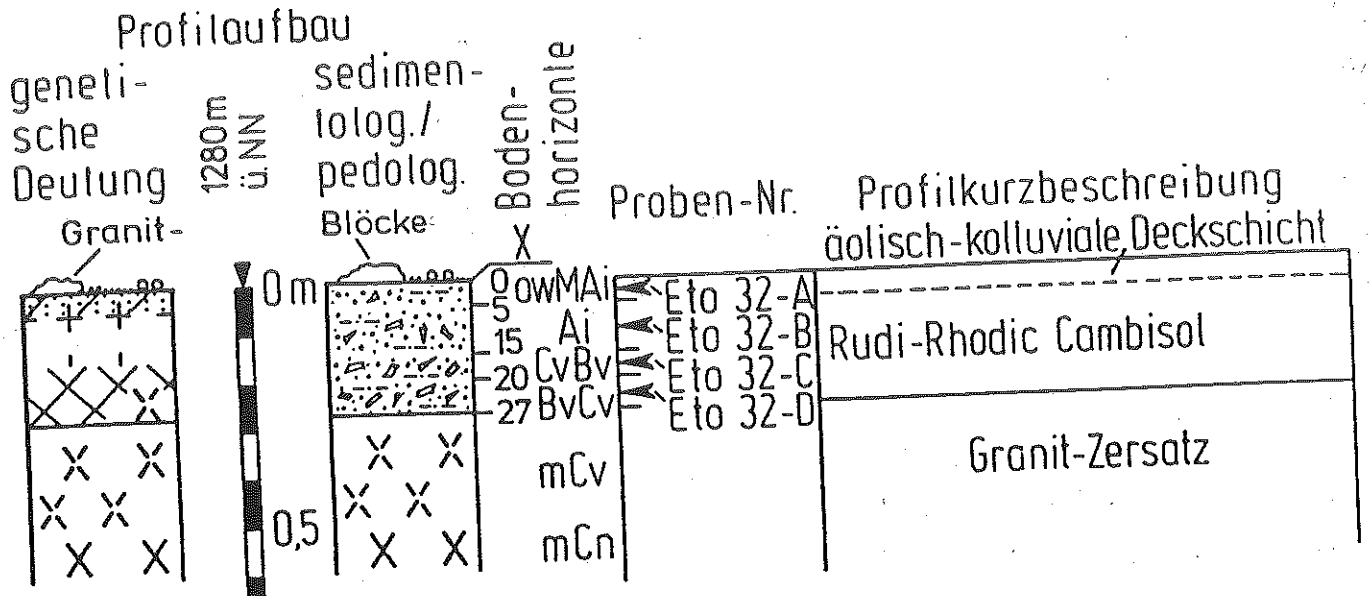
- | | | | |
|---|----------------------------------|---|--|
|  | Kalahari Gruppe |  | "Prä-Damara Basement"
(undifferenziert) |
|  | Damara Sequenz
(Otavi Gruppe) |  | Kunene Komplex |
| | |  | Verwerfung |
| | |  | Verbiegung |

Abb. 8: Geologisch-tektonische Grobheiten des Untersuchungsraumes (nach GEOLOGICAL SURVEY, SWA/NAMIBIA 1982).



Analytische Standardwerte, Profil Eto 32

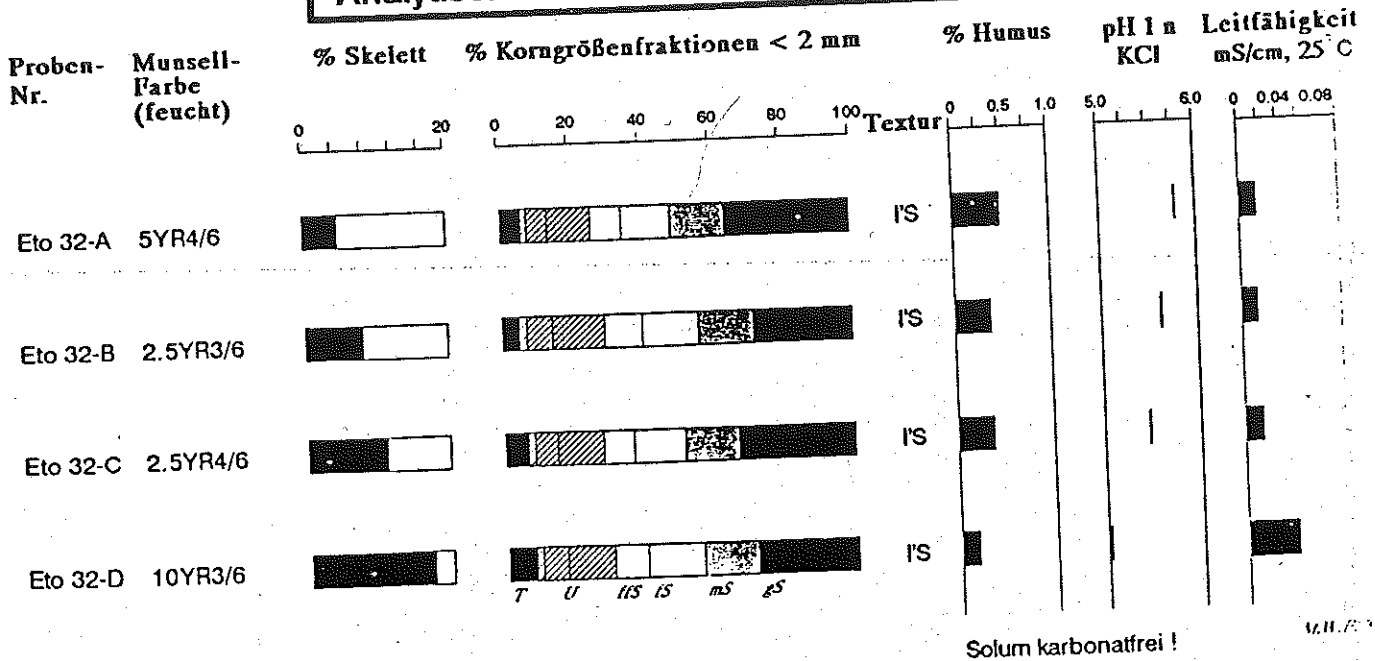
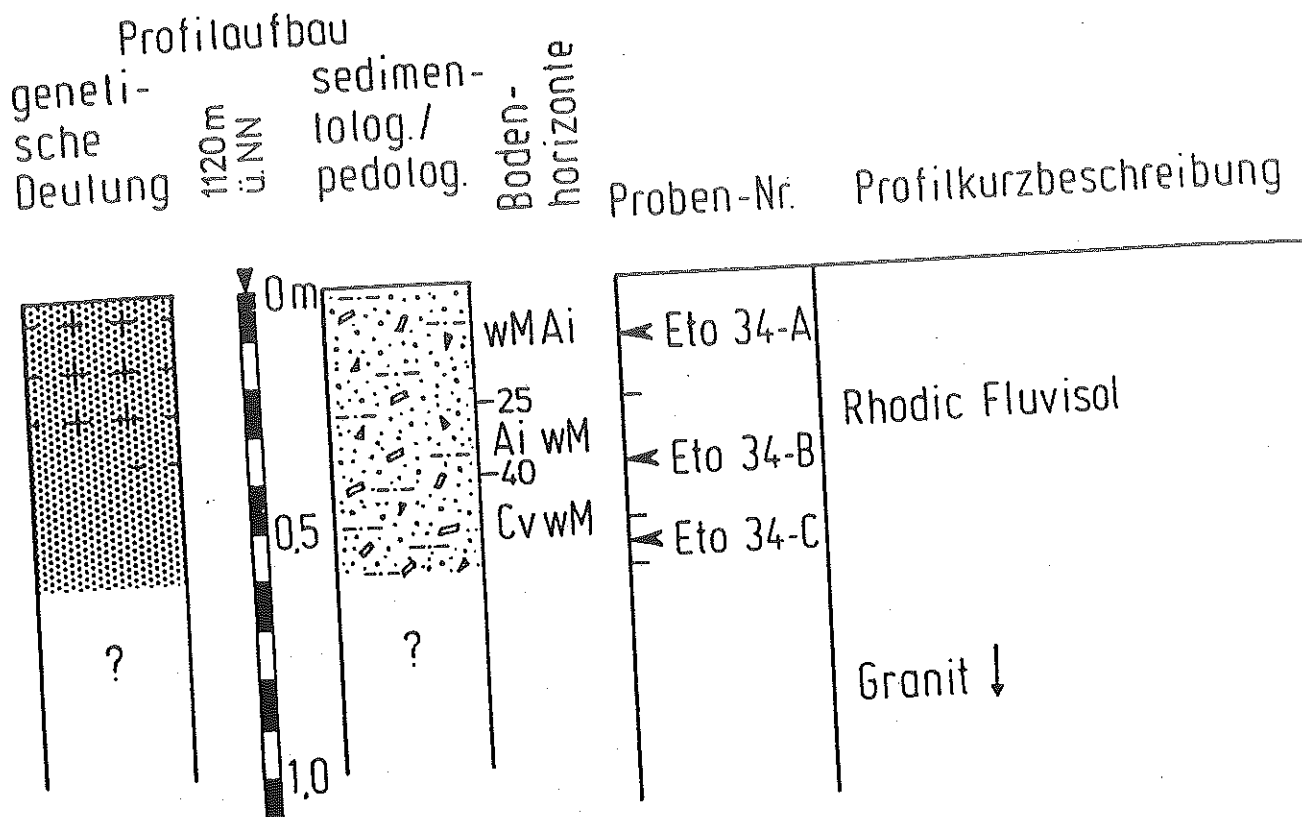


Abb. 9: Profil Eto 32 mit analytischen Standardwerten.



Analytische Standardwerte, Profil Eto 34

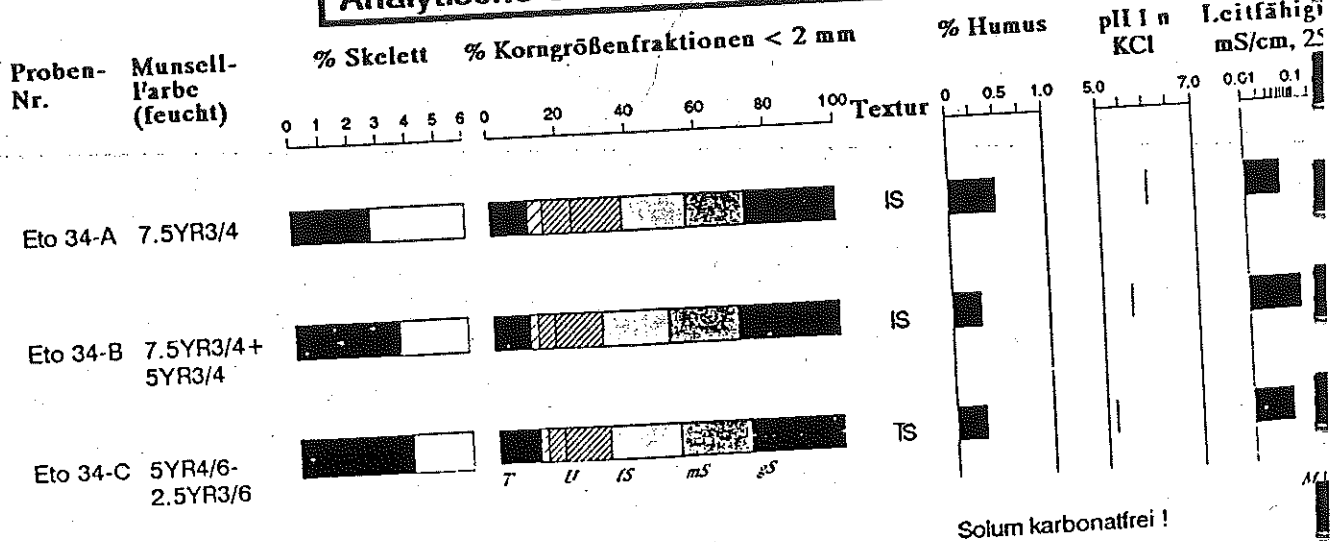
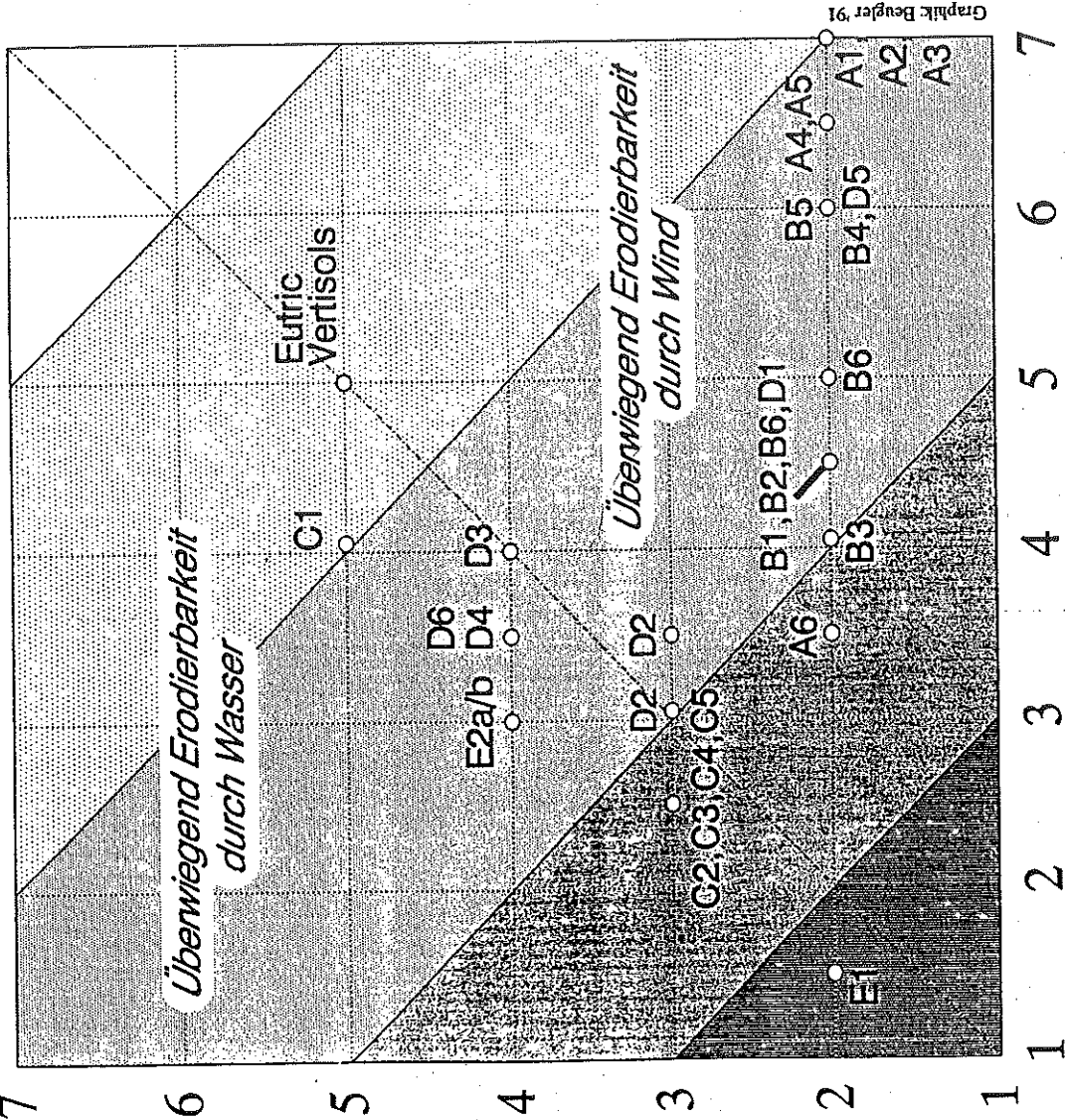


Abb. 10: Profil Eto 34 mit analytischen Standardwerten.

WEG 7

zunehmende Erodierbarkeit durch Wind



Graphik Beugler 91

Erodierbarkeitsklassen:
(nach Kartiereinheiten von Karte 4)

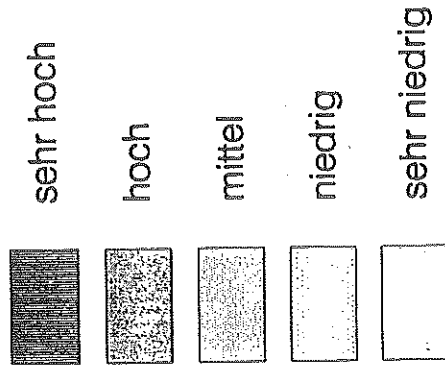
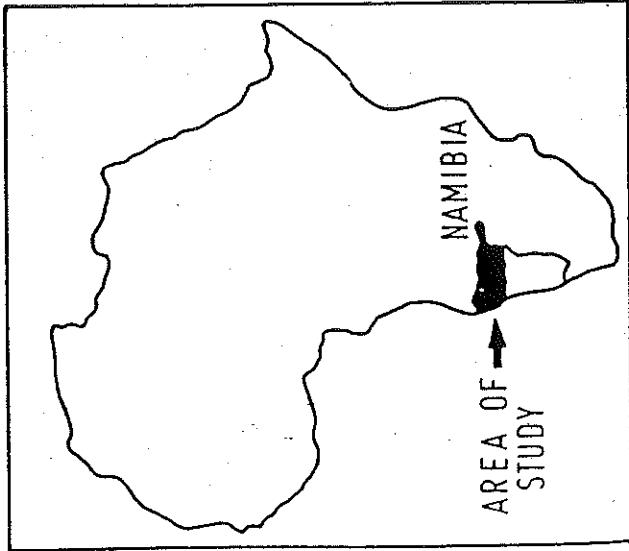
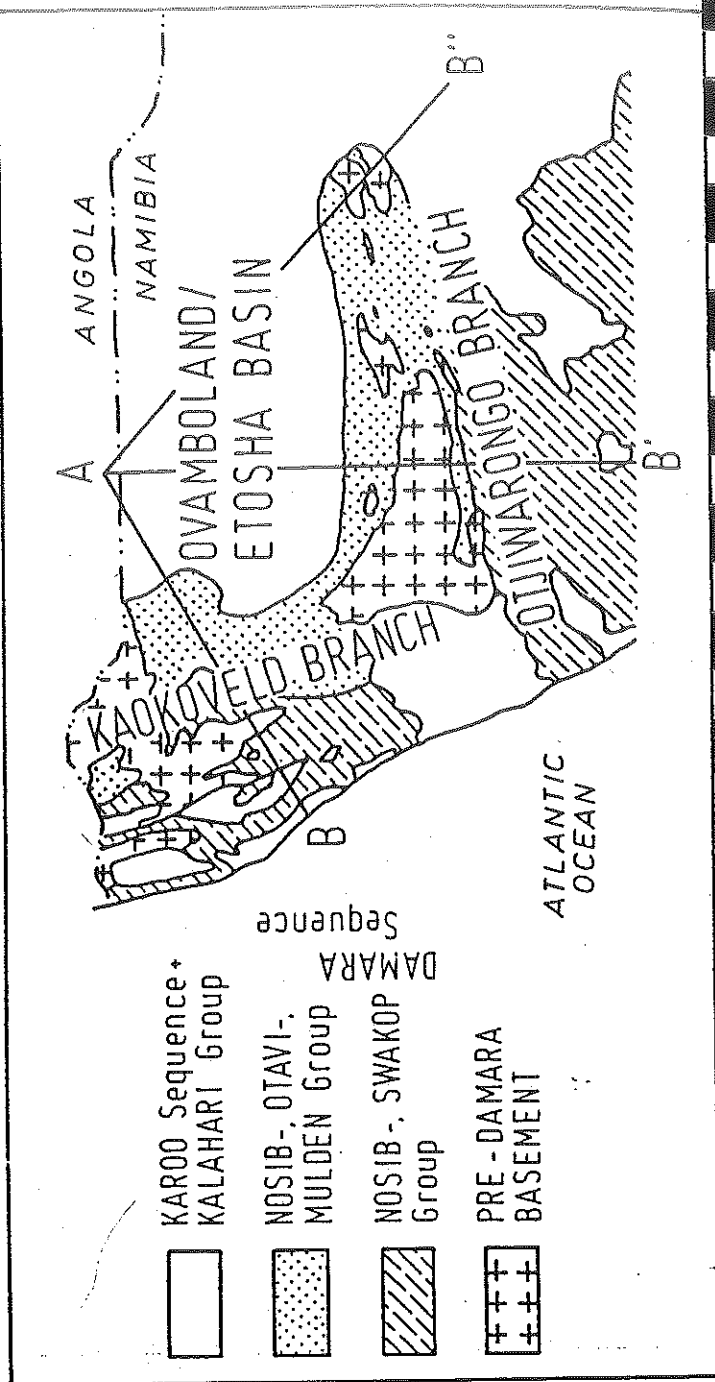
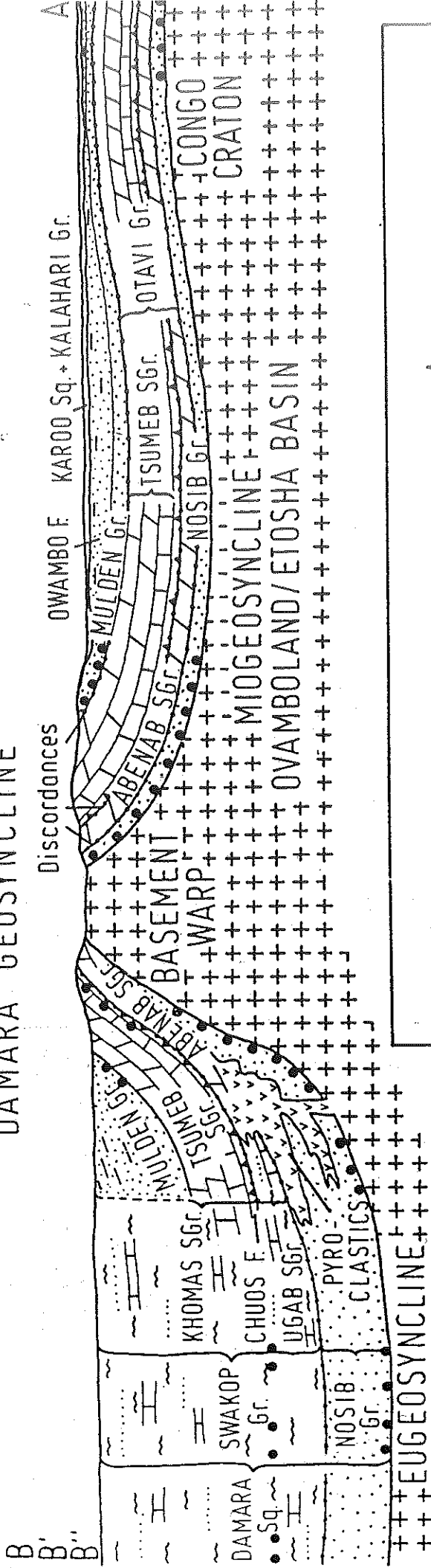


Abb. 11: Die potentielle Erodierbarkeit der Böden im Etoscha Nationalpark (nach BEUGLER 1991: Abb. 33; ergänzt)

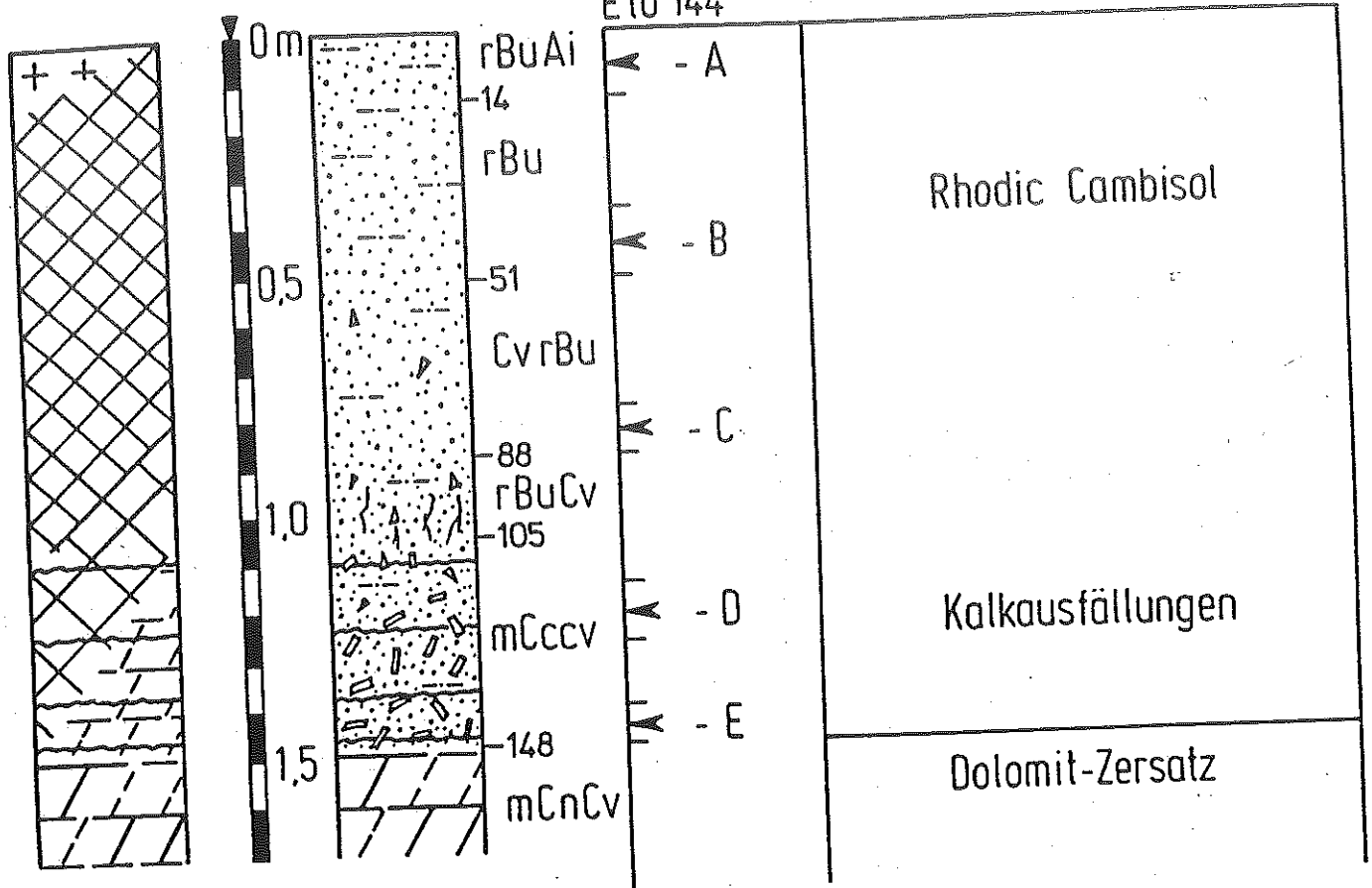
DAMARA GEOSYNCLINE



Profilaufbau
 geneti-
 sche Deutung 1264 m u. NN
 sedimentolog./
 pedolog.
 Boden-
 horizonle

Proben-Nr.
 Eto 144

Profilkurzbeschreibung



Analytische Standardwerte, Profil Eto 144

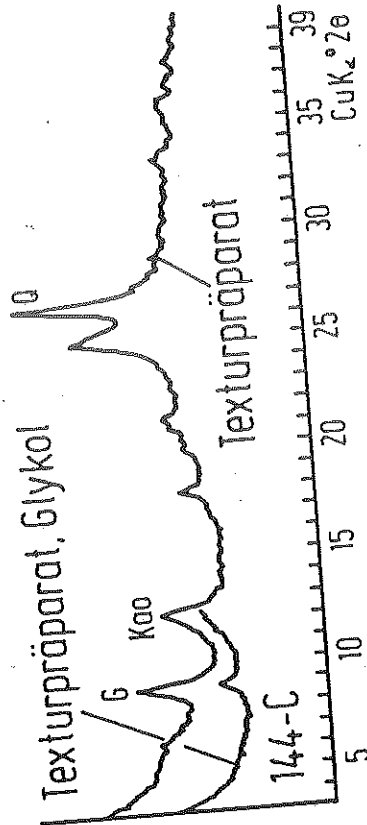
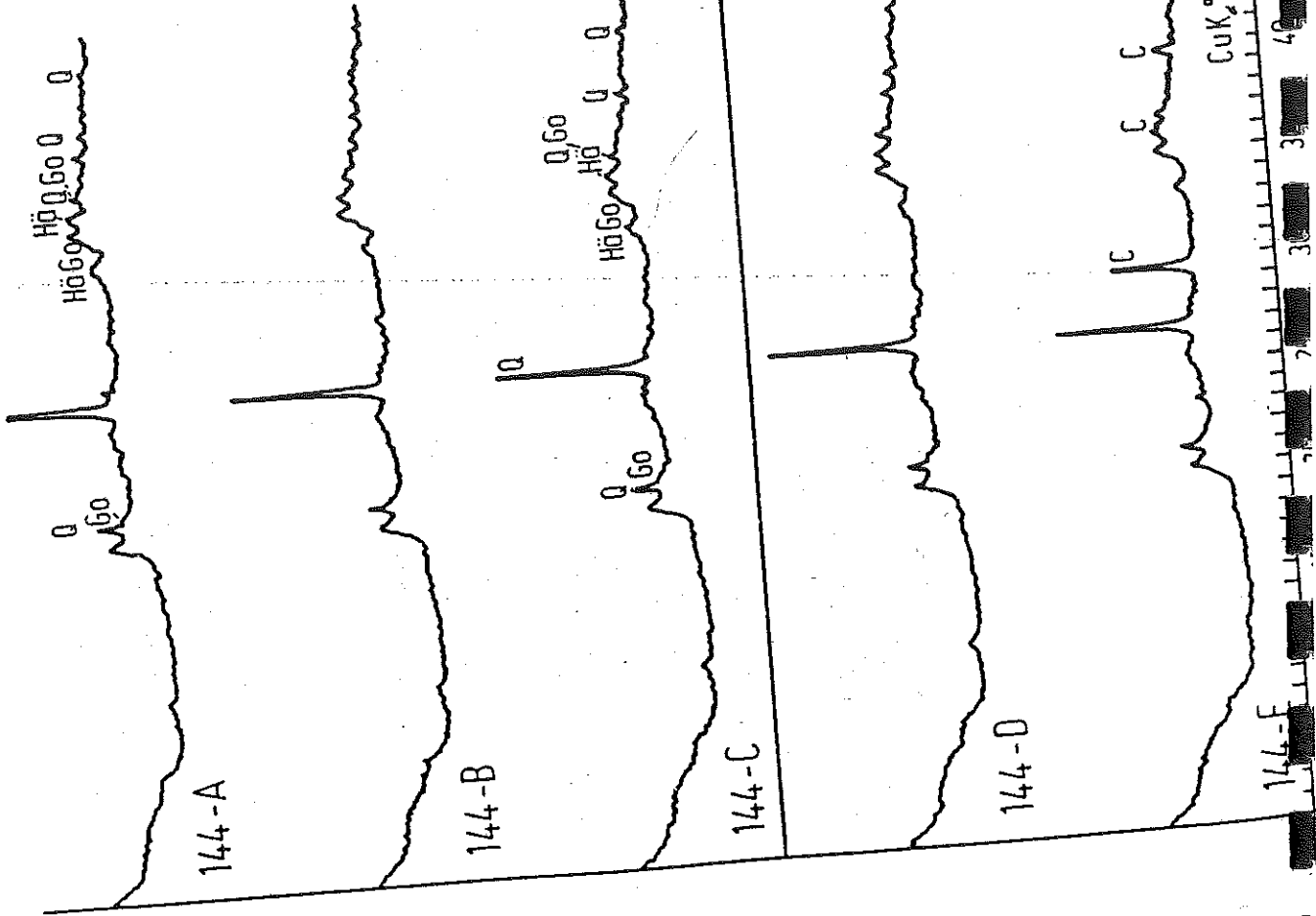
Proben-Nr.	Munsell-Farbe (feucht)	% Korngrößenfraktionen < 2mm					Textur	% organ. Substanz	pH in KCl	‰ Fe _d	Fe _o /Fe _d
		0	20	40	60	80					
Eto 144-A	10R3/6	0.1% Sk					IS				
Eto 144-B	10R4/6	0.6% Sk					IS				
Eto 144-C	2,5YR3-4/6	0.5% Sk					IS				
Eto 144-D	2,5YR4/6-8	0.6% Sk					IS	*			
Eto 144-E	2,5YR4/6-8	1.5% Sk					IS	**			

T U IS mS gS
 % Sk. = % Bodenskelett
 * < 1.0% CaCO₃
 ** 1.9% CaCO₃
 M.W.B. '91

Abb. 13: Profil Eto 144 mit analytischen Standardwerten.

Legende:

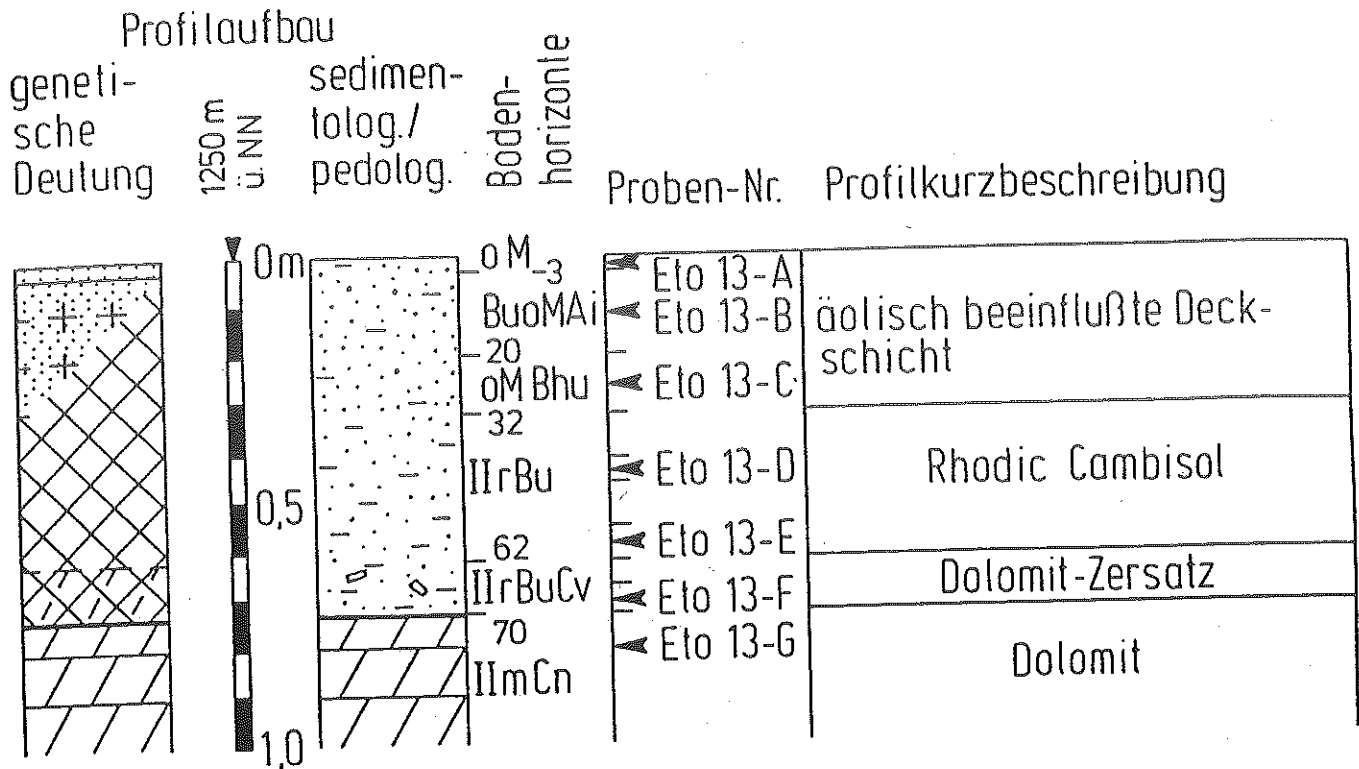
- C = Calcit
- G = Glimmer (Illit)
- Go = Goethit
- Hä = Hämatit
- Kao = Kaolinit
- Q = Quarz



texturarme Pulverpräparate

Abb. 14: Röntgendiffraktometer-Aufnahmen der Tonfraktion ausgewählter Proben des Profils Eto 144.

PROFIL Eto 13, 17 km S KREUZUNG NAUBES



Analytische Standardwerte, Profil Eto 13

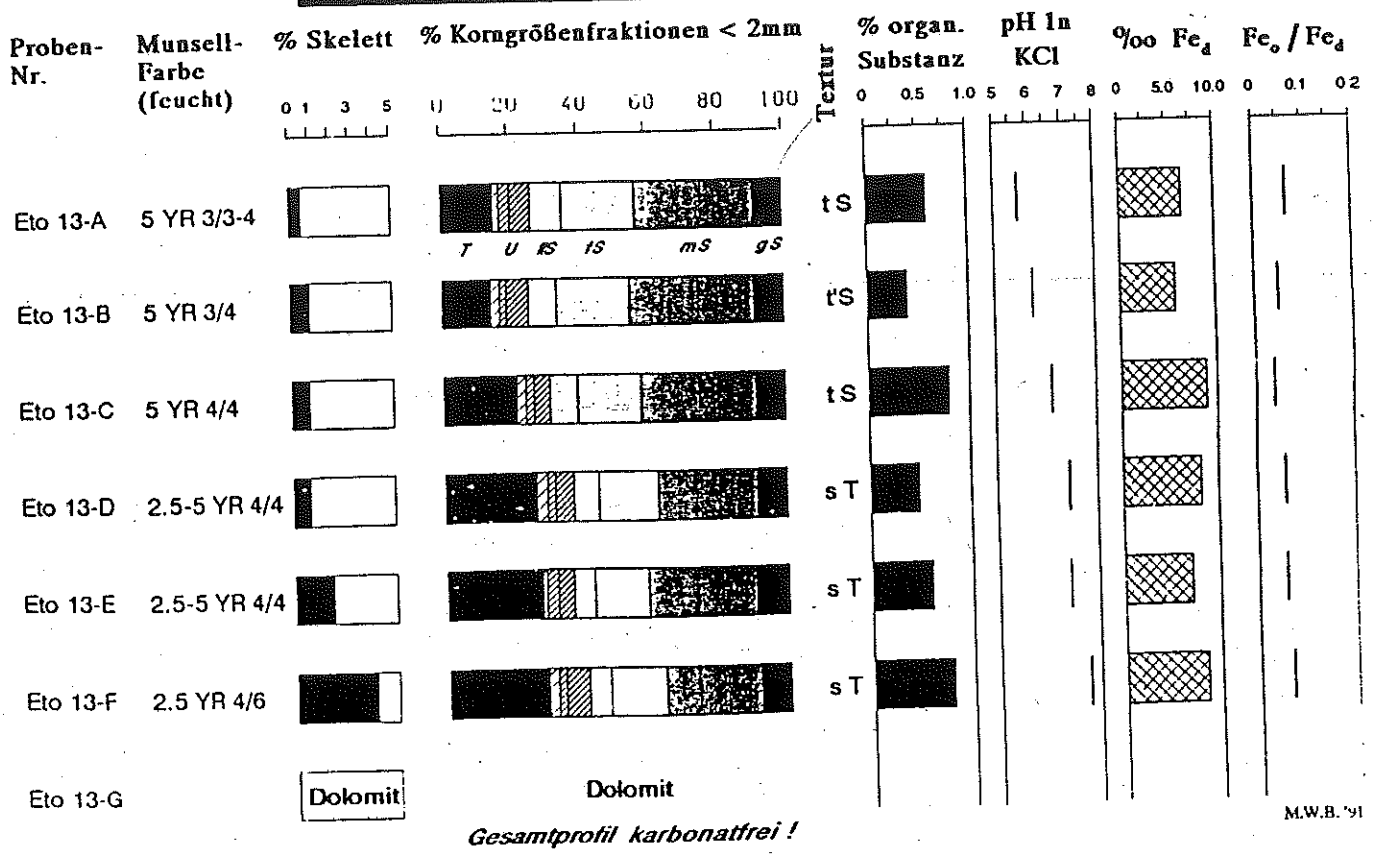


Abb. 15: Profil Eto 13 mit analytischen Standardwerten.

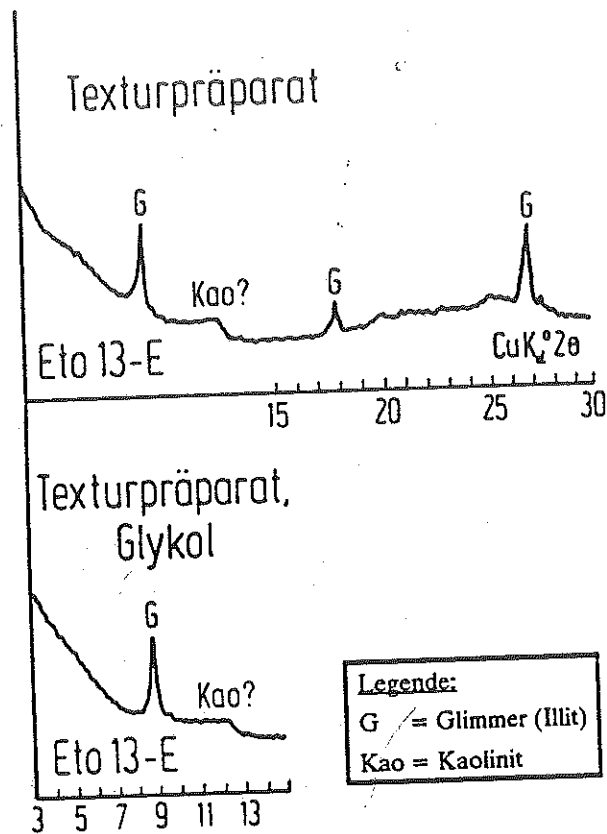


Abb. 16: Röntgendiffraktometer-Aufnahmen der Tonfraktion der Probe "E" des Profils Eto 13. Neben dem dominant vertretenen Illit und geringen Anteilen von Kaolinit ist im texturarmen Pulverpräparat auch Quarz nachgewiesen. In der Tiefenfunktion des Profils ergeben sich keine Änderungen.

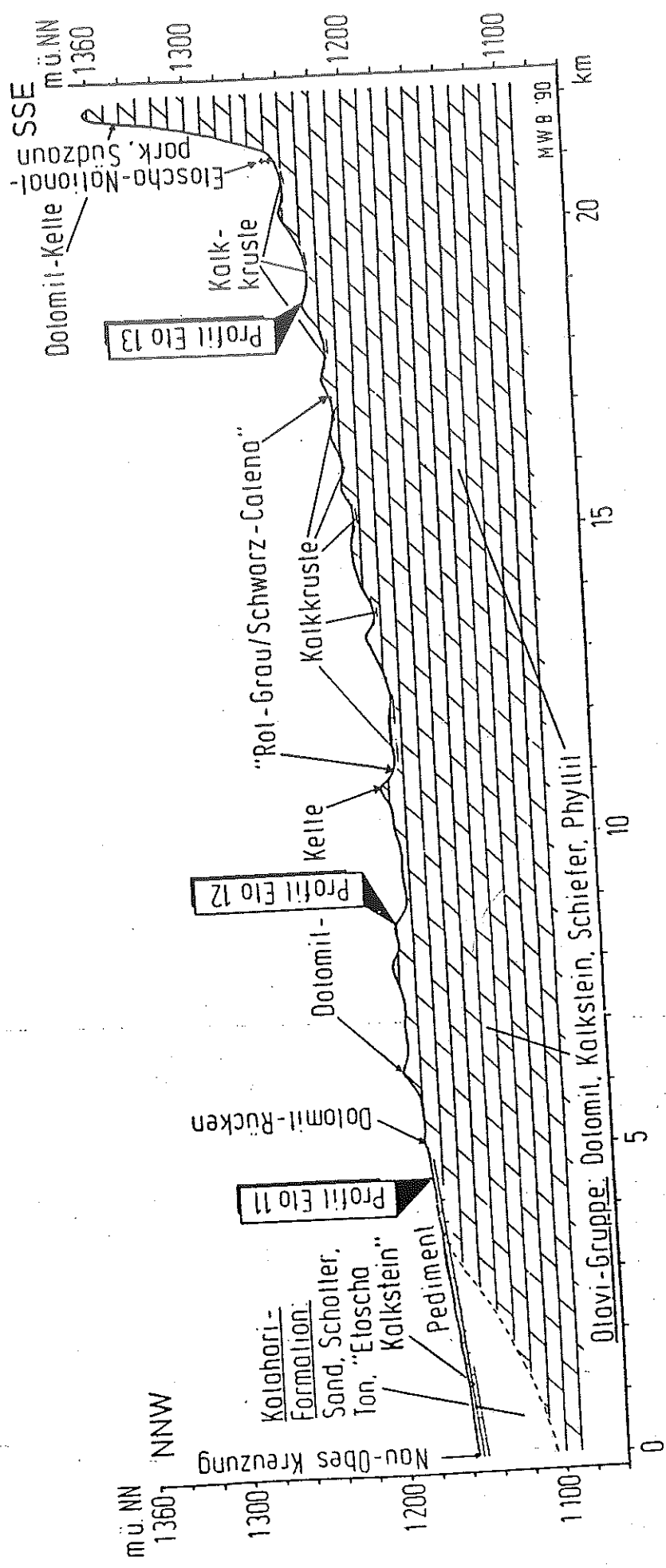


Abb. 17: Geländeprofil im Südosten des Etoscha N.P. von 'Nau Obes' zur Südgrenze des Nationalparks.

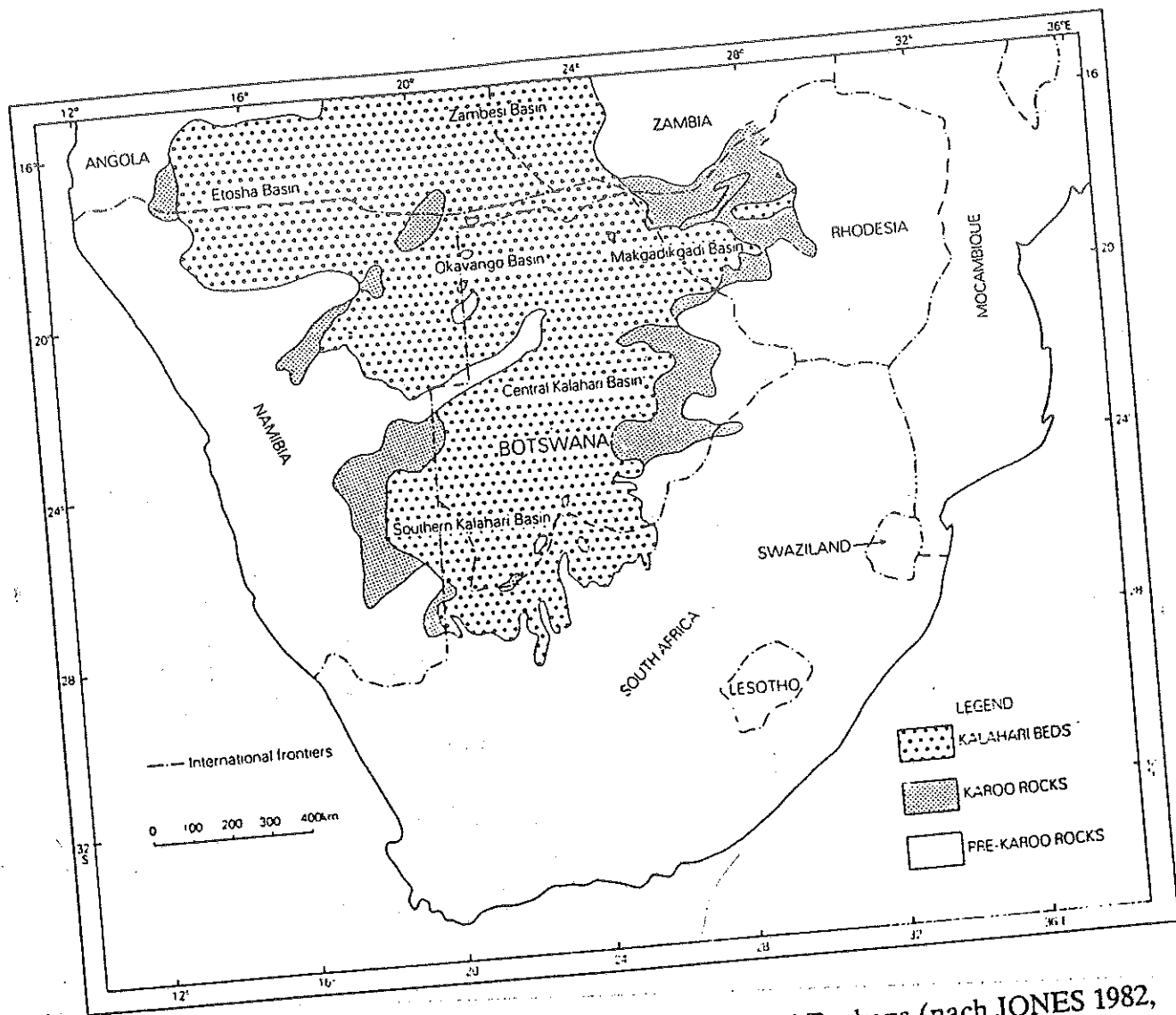
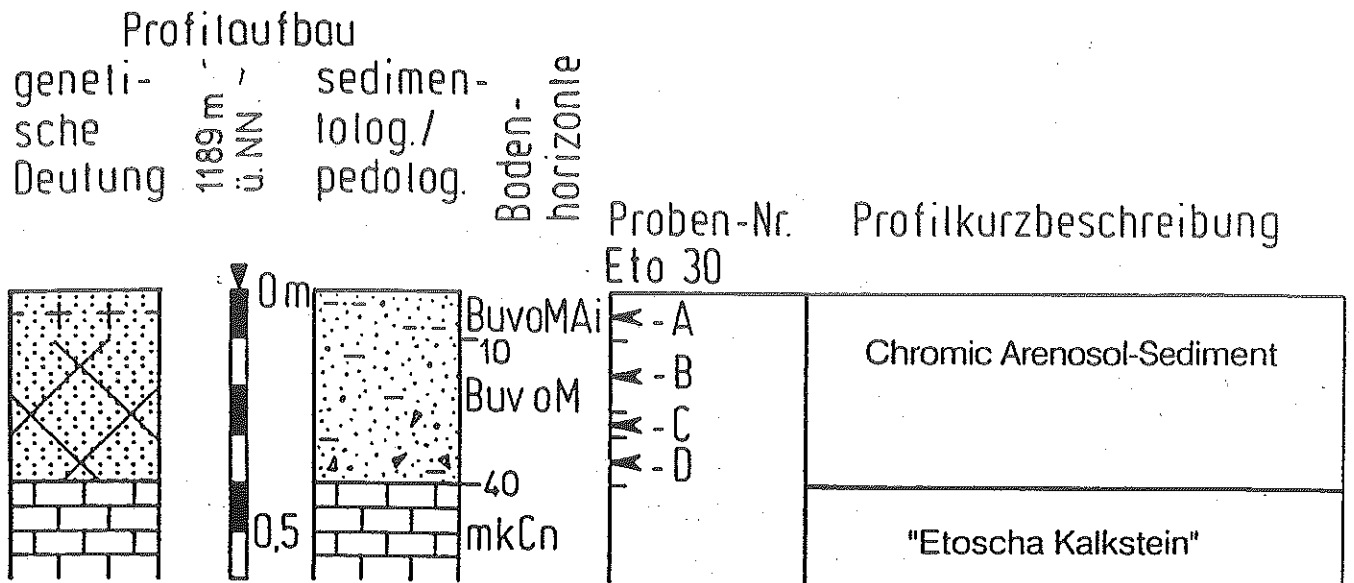


Abb. 18: Orohydrographische Gliederung des Kalahari Beckens (nach JONES 1982, auf der Grundlage von CAHEN & LEPPERSONNE 1952).



Analytische Standardwerte, Profil Eto 30

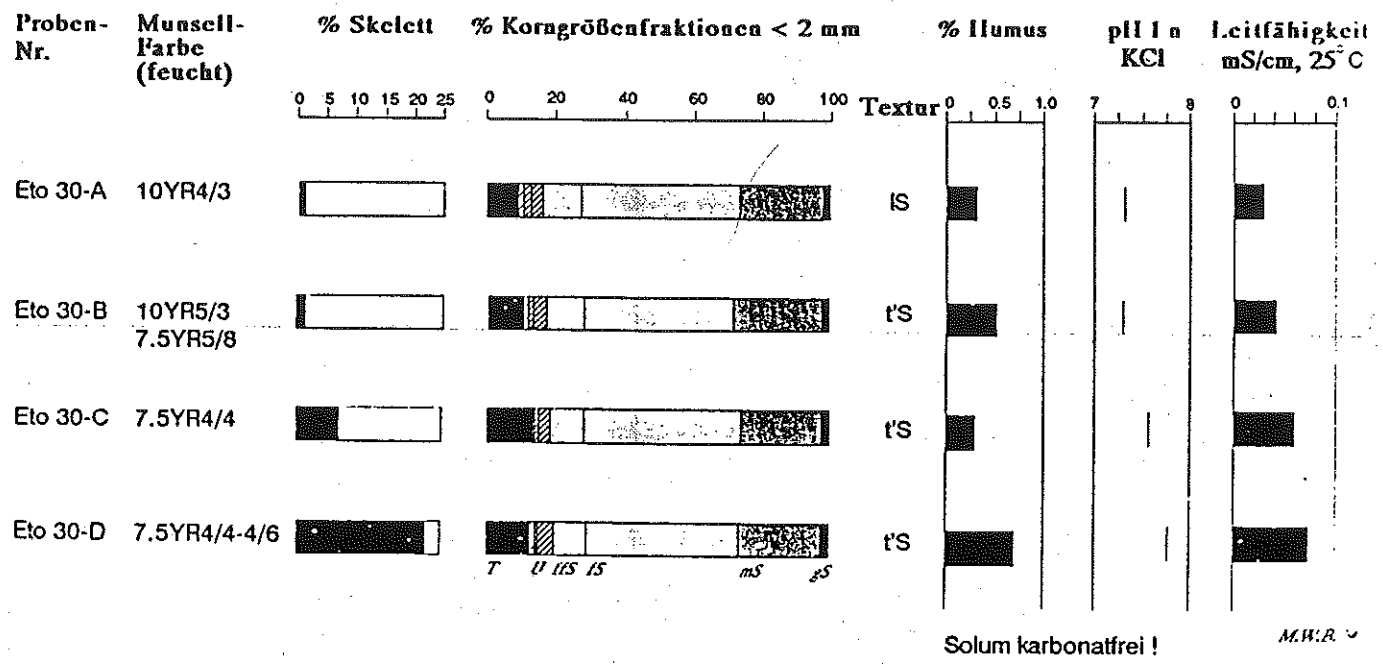
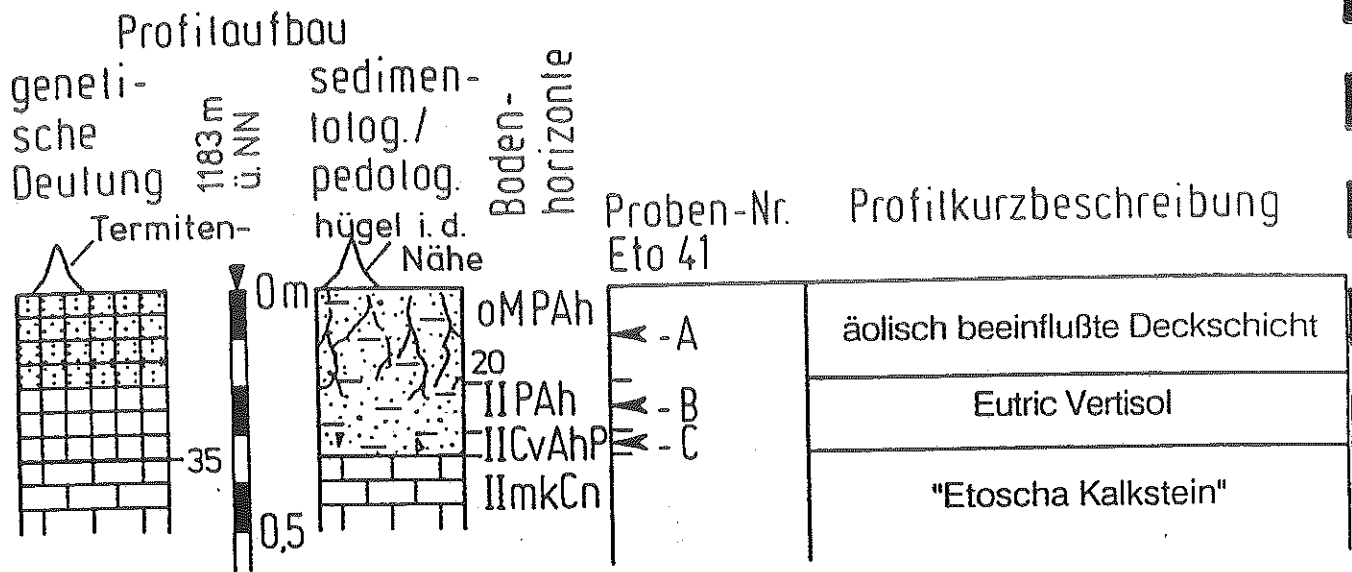


Abb. 20: Profil Eto 30 mit analytischen Standardwerten.



Analytische Standardwerte, Profil Eto 41

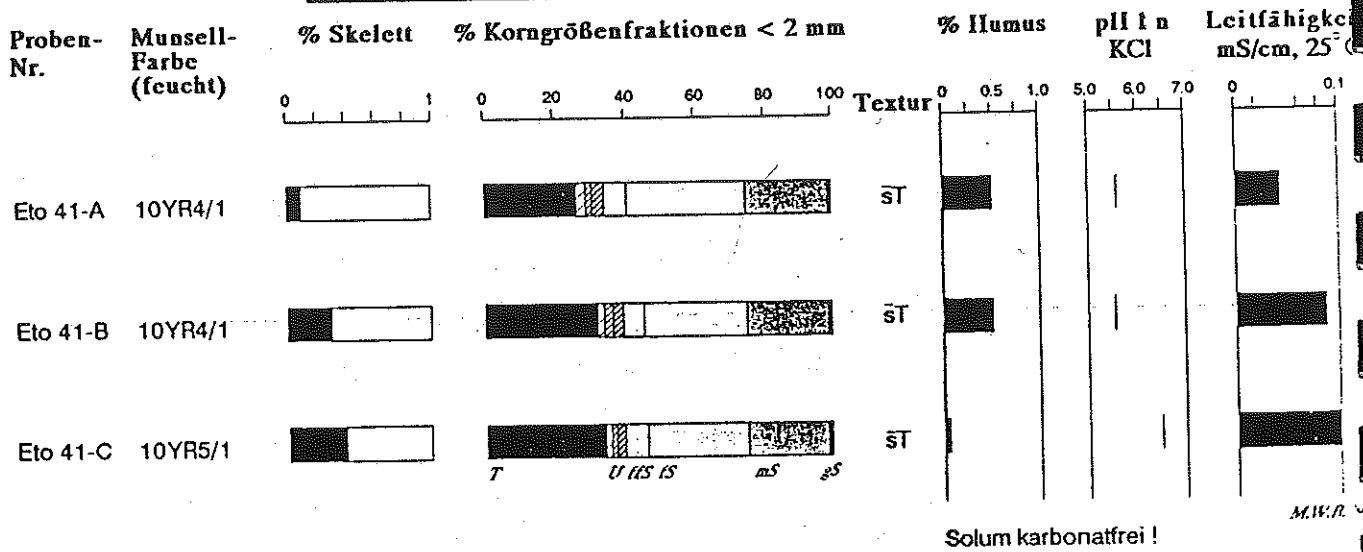


Abb. 21: Profil Eto 41 mit analytischen Standardwerten.

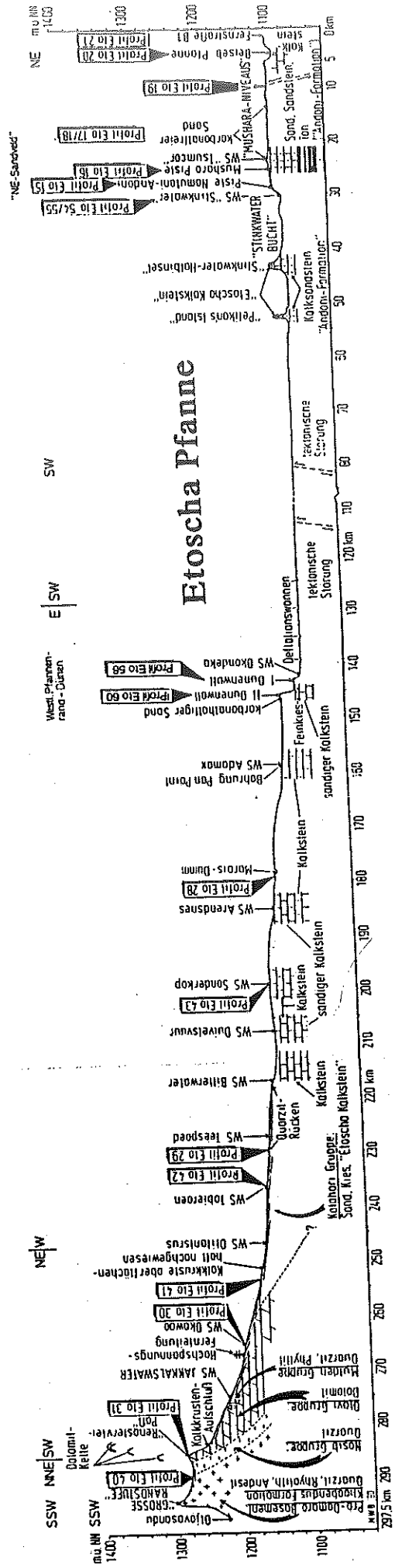
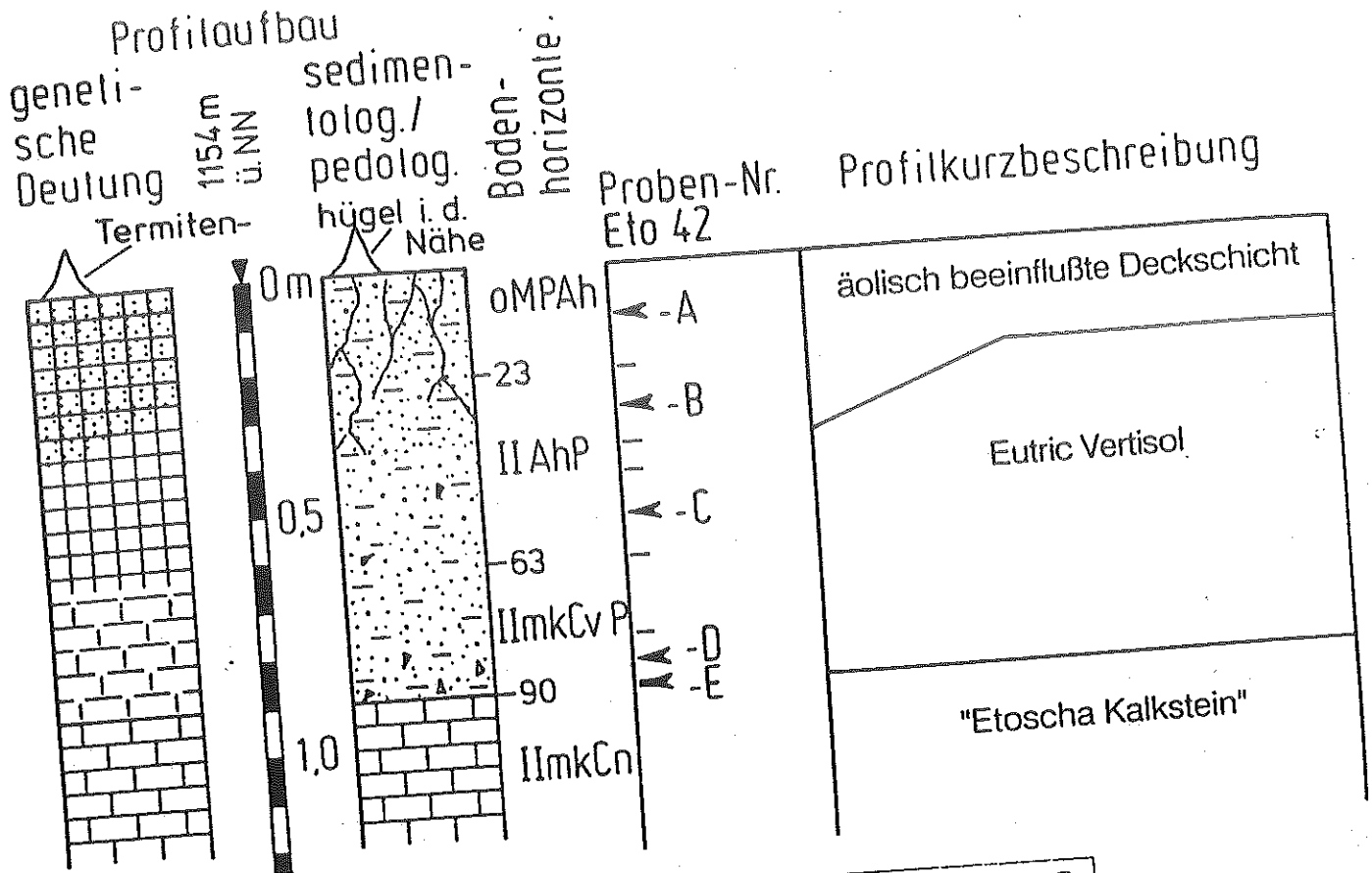


Abb. 19: West-Ost-Geländeprofil von 'Ojovasandu' über die 'Etoscha Pflanne' zur 'Beiseb Pflanne'.



Analytische Standardwerte, Profil Eto 42

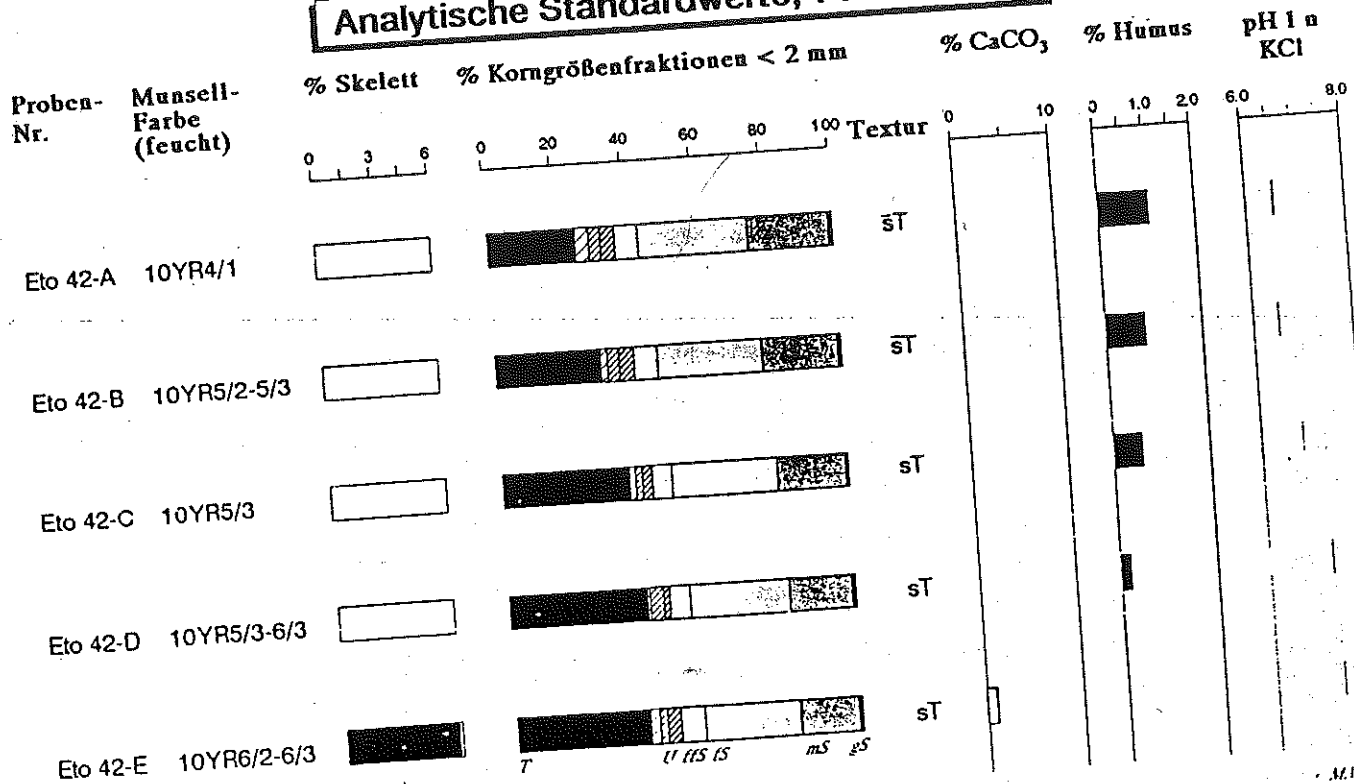
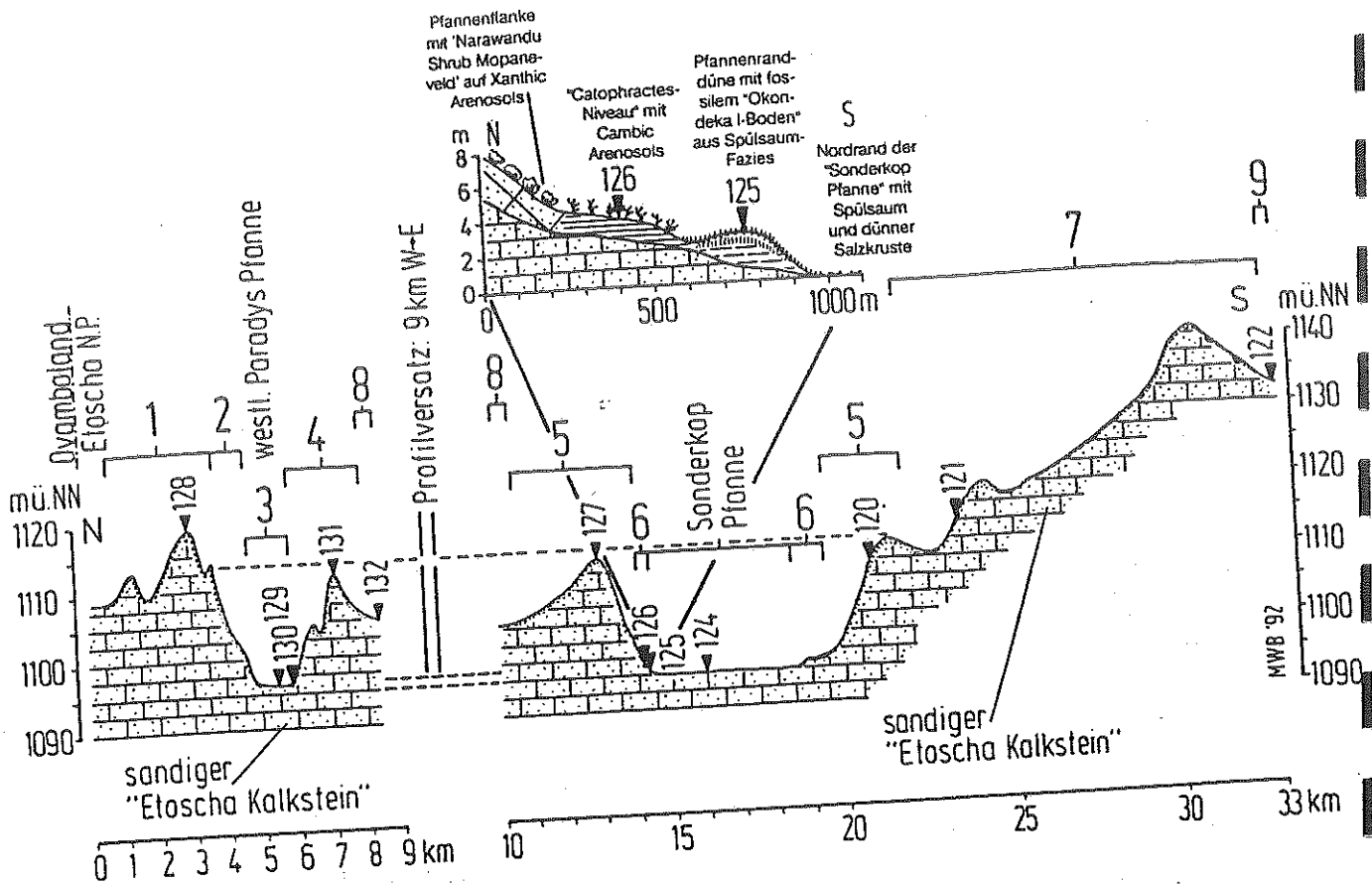
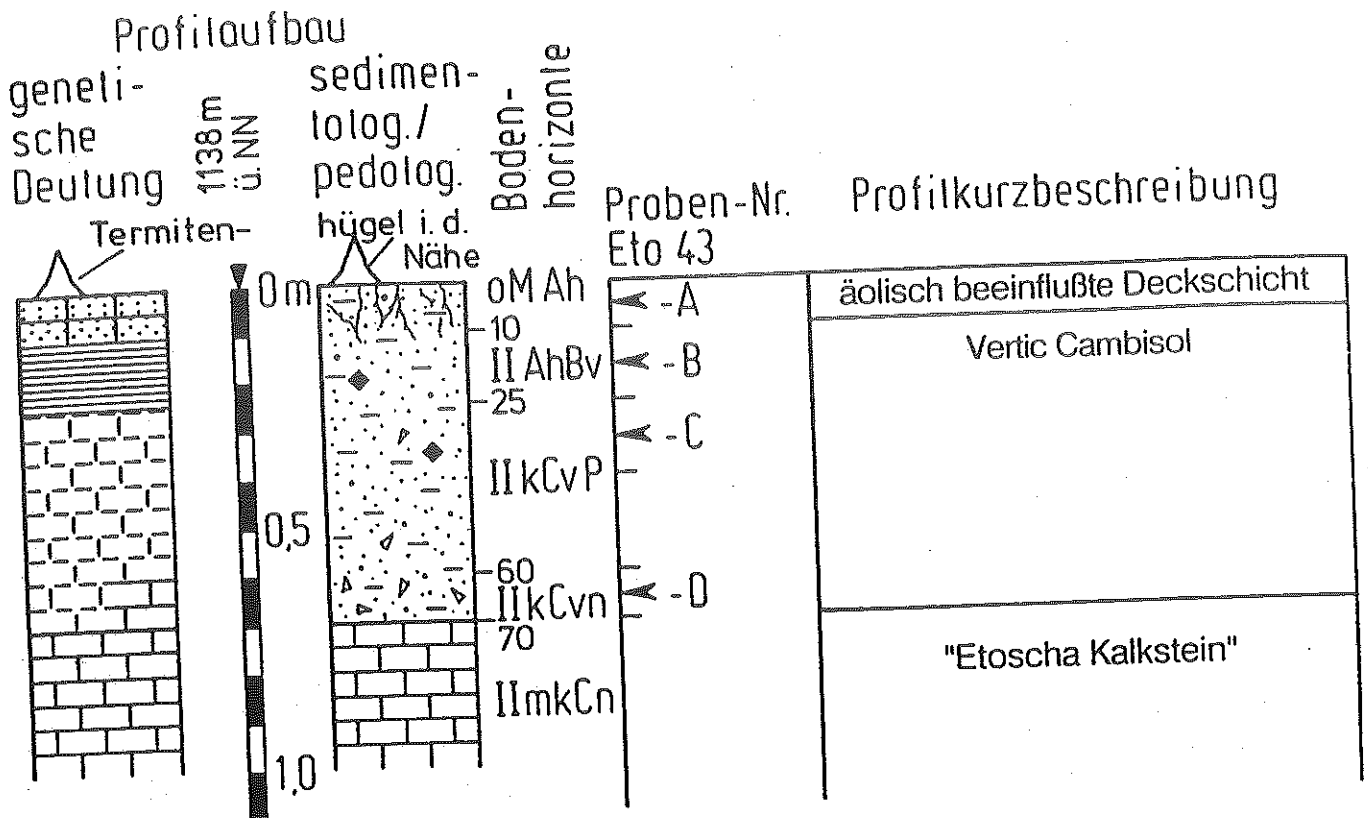


Abb. 22: Profil Eto 42 mit analytischen Standardwerten.



- | | | | |
|---|---|-----|--|
| 1 | westliche Ausläufer des Systems roter Längsdünen (karbonatfreie 2,5YR-Sande); Rhodic/Chromic Arenosols (A1) | 6 | Abfolge von karbonatfreien Cambic Arenosols ("Catophractes-Niveau") und Calcic Arenosols mit fossilem "Okondeka I-Boden" (karbonathaltige Pfannenranddüne) unmittelbar über dem Niveau des aktuellen Pfannenbodens |
| 2 | gelblich-braune, karbonatfreie Pfannenranddüne (7,5YR-Sande); 1 Dünenwall; Xanthic Arenosols (A3) | 7 | Bodengesellschaft von karbonatfreien Xanthic Arenosols und "Para-Vertisols" über sandigem Kalkstein (A4) |
| 3 | westliche Paradys Pfanne einschließlich Abfolge von karbonatfreien Cambic Arenosols und Calcic Arenosols am unmittelbaren Pfannenrand (A3); vgl. auch 6 | 8 | Pfannen-Verbindungsschlauch mit Humic Fluvisols über sandigem Kalkstein (D6) |
| 4 | gelblich-braune, karbonatfreie Pfannenranddünen (7,5YR-Sande); 2-3 Dünenwälle; Xanthic Arenosols (A3) | 9 | Bodengesellschaft von karbonatfreien Vertic Cambisols und Eutric Vertisols aus sandigem Kalkstein (C1) |
| 5 | gelblich-braune, karbonatfreie Pfannenranddüne (7,5YR-Sande); 1 Dünenwall; Xanthic Arenosols (A3) | | |
| | | 1 | Ovambo Sandveld |
| | | 2-8 | Ovambo-Pfannen-Ebene |
| | | 9 | südliche Ovambo Ebene |

Abb. 23: Nord-Süd-Geländeprofil durch den Landschaftsraum der "Ovambo-Pfannen-Ebene" mit Detailprofil des Nordrandes der 'Sonderkop Pfanne'.



Analytische Standardwerte, Profil Eto 43

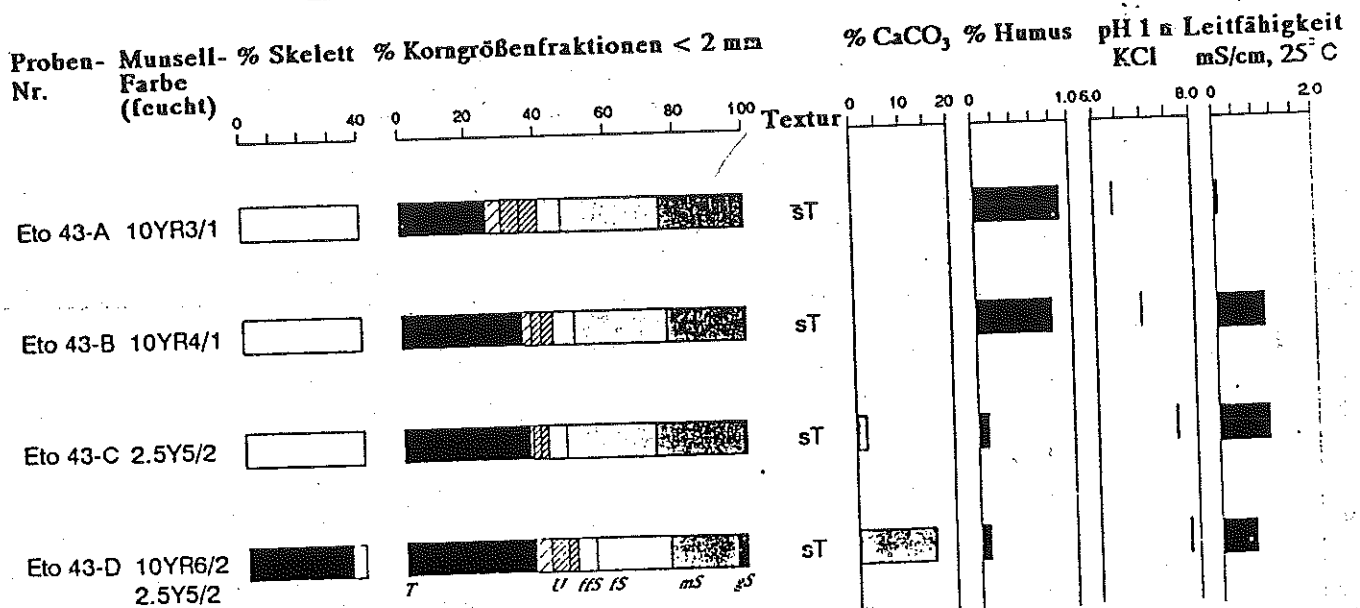
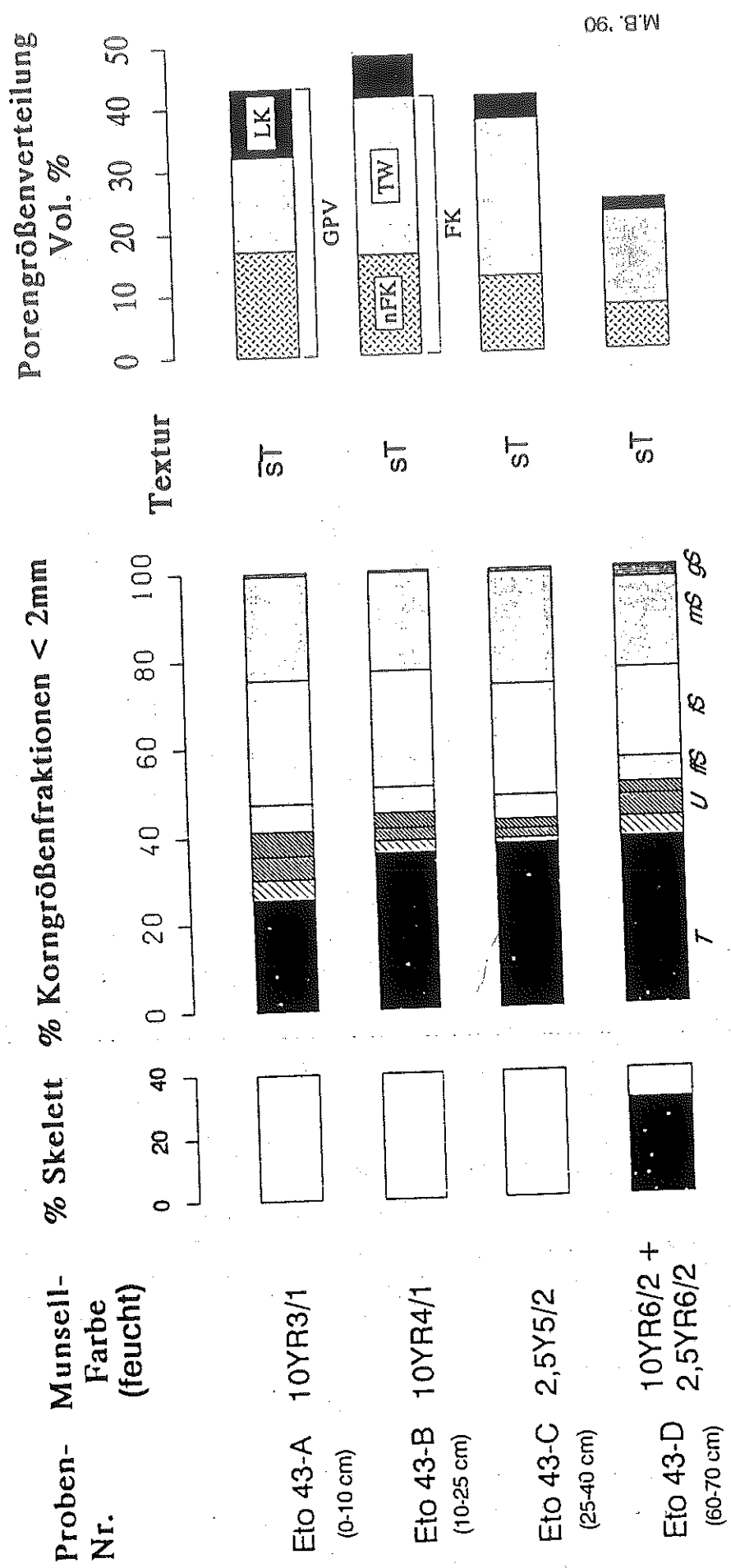


Abb. 24: Profil Eto 43 mit analytischen Standardwerten.



M.B. 90

LK = Luftkapazität
[schnell drainierende Grobporen]

FK + LK = max. Wasserkapazität

GPV = Gesamtporenvolumen [FK + LK]

FK = Feldkapazität [nFK + TW]

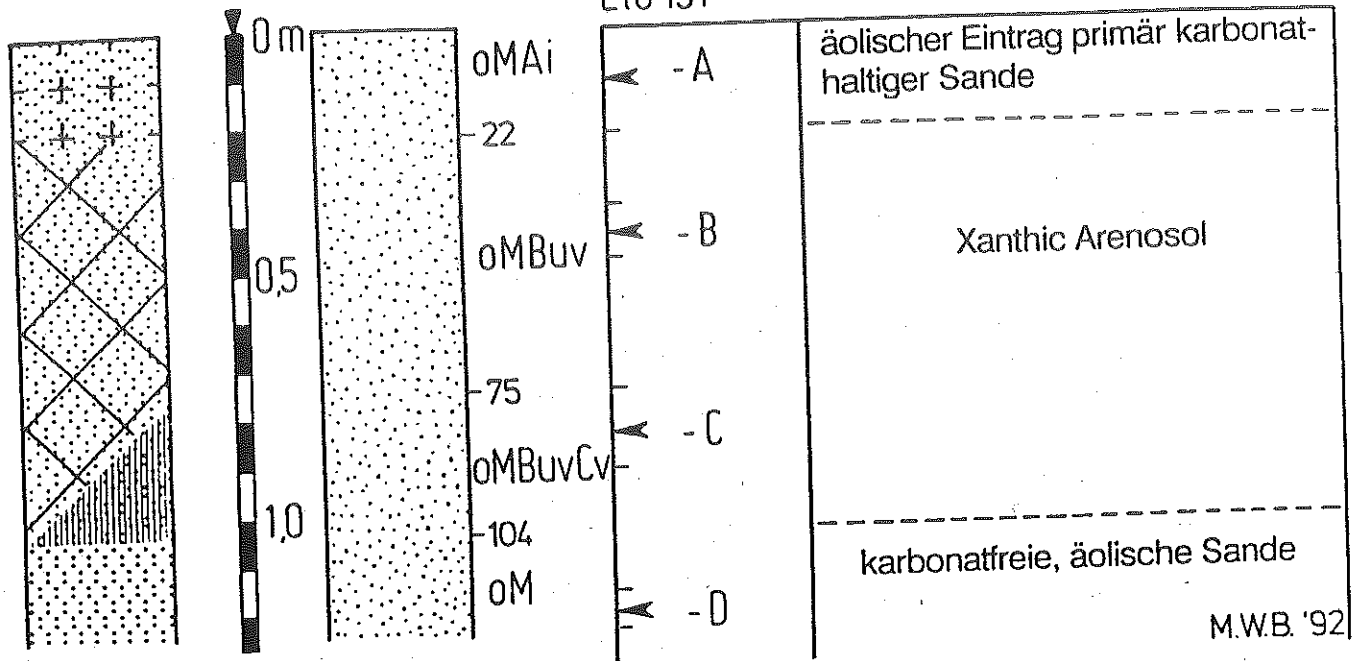
nFK = nutzbare Feldkapazität [langsam drainierende Grobporen + Mittelporen]

TW = Totwasser [Feinporen]

Abb. 25: Kennwerte zum Bodenluft- und Bodenwasserhaushalt des Profils Eto 43.

Profilaufbau
 geneti-
 sche Deutung 112 m u. NN
 sedimen-
 tolog./
 pedolog.
 Boden-
 horizonie

Proben-Nr. Eto 131
 Profilkurzbeschreibung



Analytische Standardwerte, Profil Eto 131

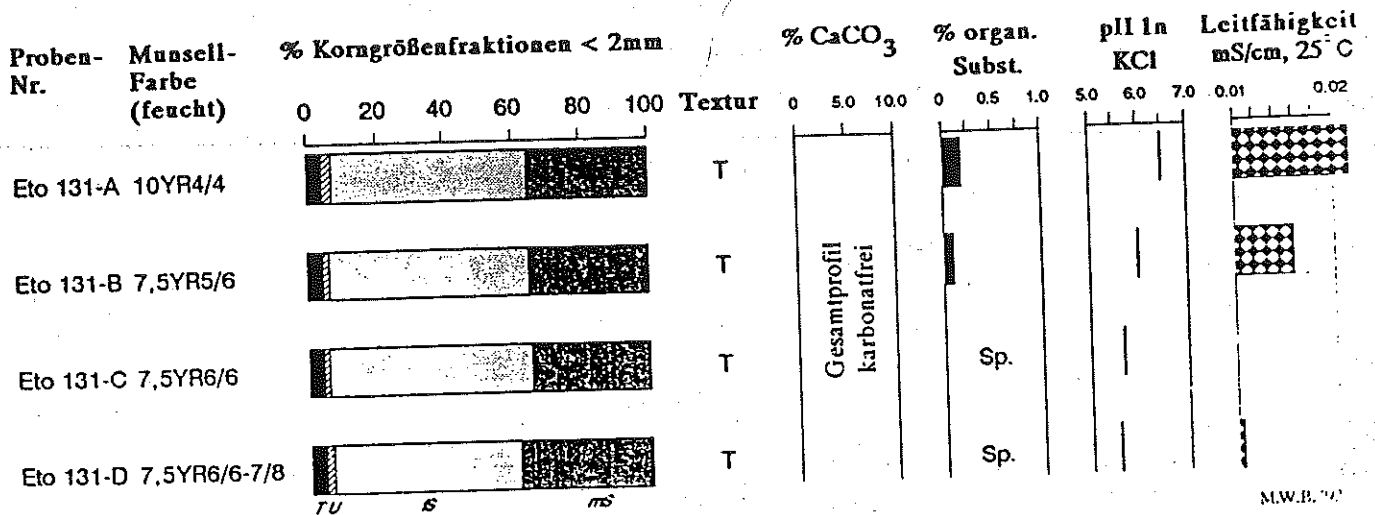
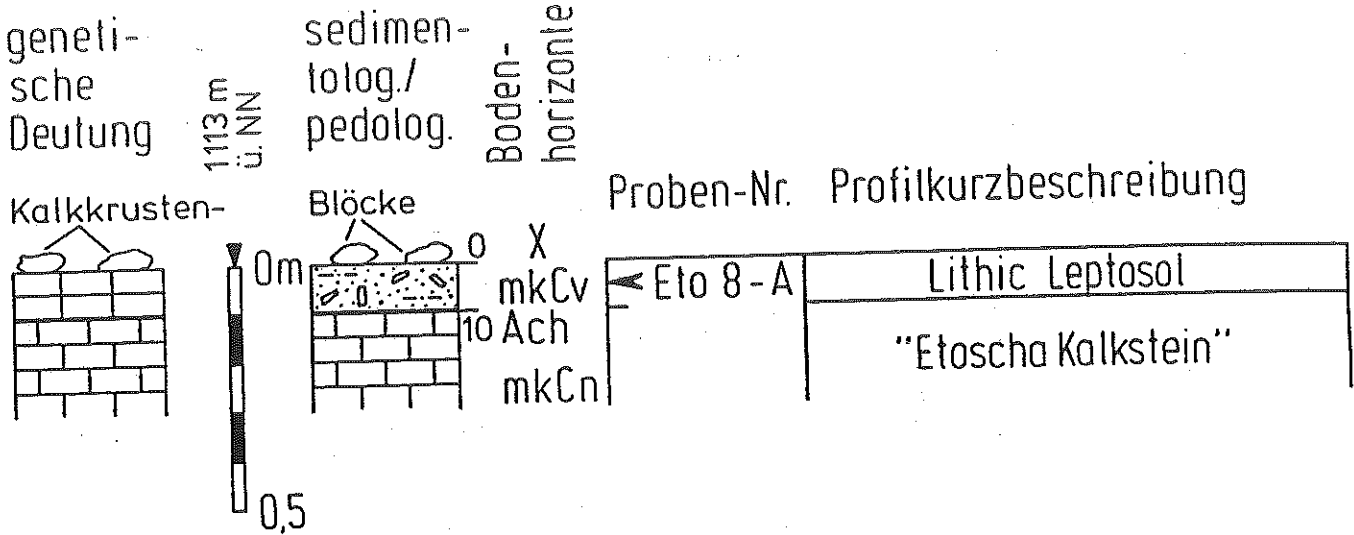


Abb. 26: Profil Eto 131 mit analytischen Standardwerten.

PROFIL Eto 8, 1.4 km E WASSERSTELLE AUS

Profilaufbau



Analytische Standardwerte, Profil Eto 8

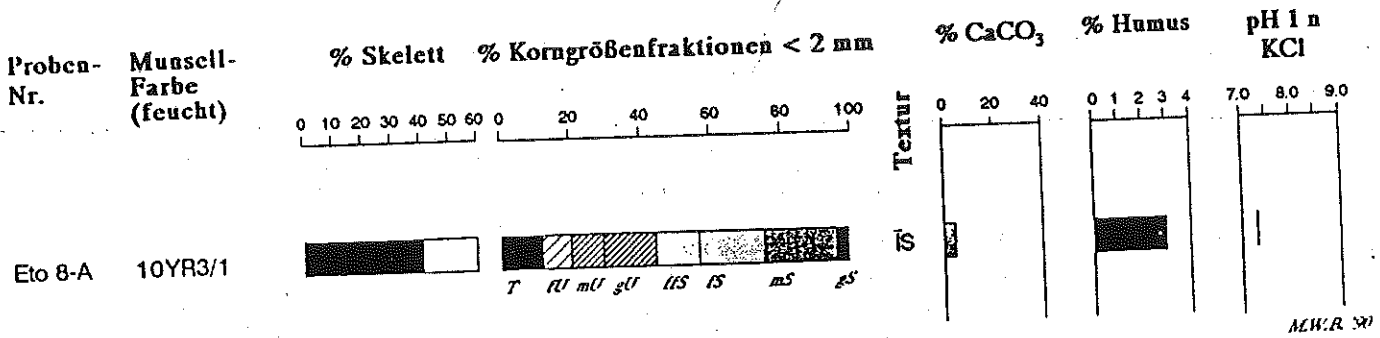


Abb. 28: Profil Eto 8 mit analytischen Standardwerten.

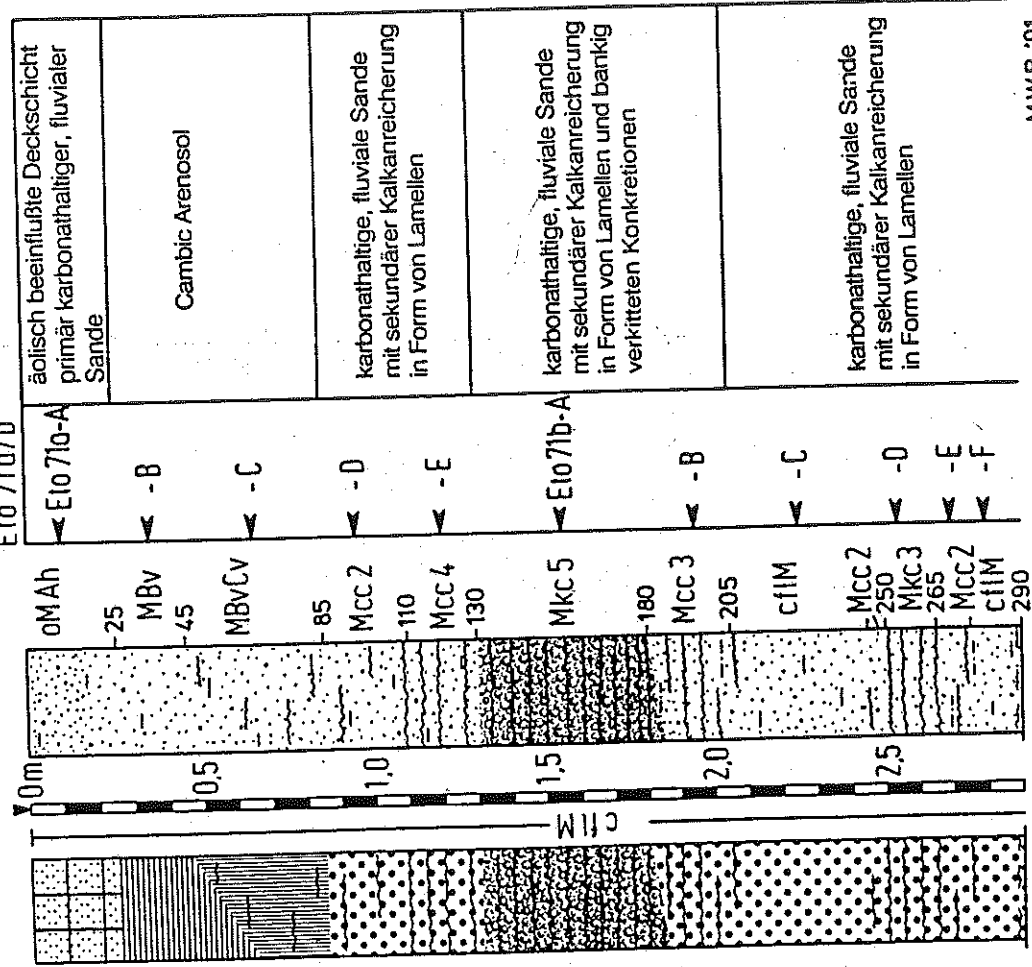
PROFIL E10 71a/b, AUFSCHLUß 0,7 km UNTERHALB "EKUMA - HORSE CAMP, PRALLHANG DES EKUMA

Profilaufbau

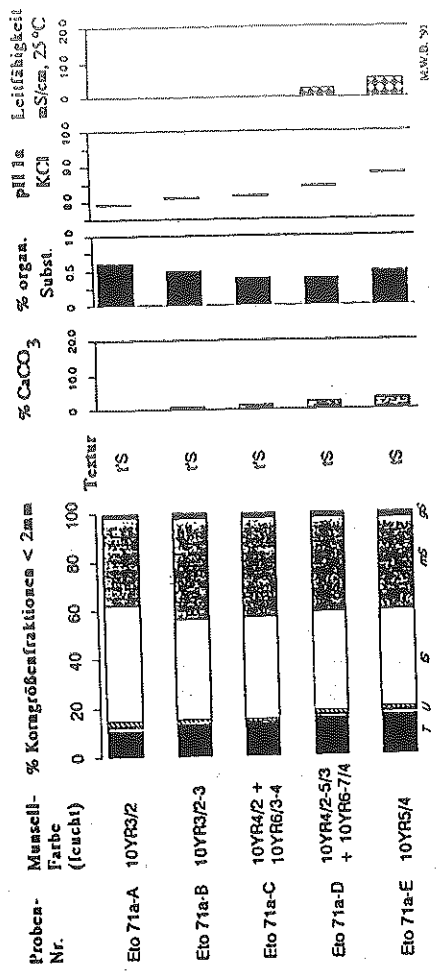
genelli-
sche
Deutung

sedimen-
tolog./
pedolog.

Boden-
horizonte



Analytische Standardwerte Profil Eto 71a



Analytische Standardwerte, Profil Eto 71b

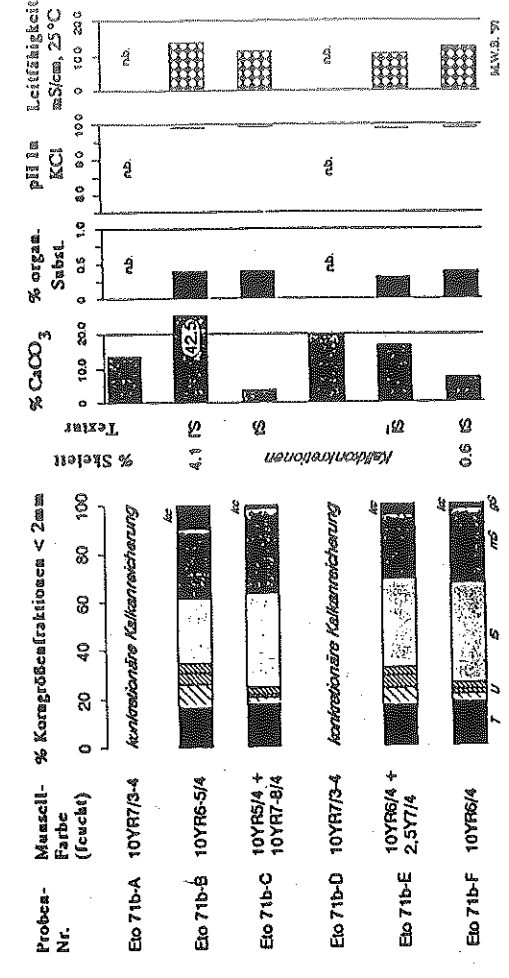
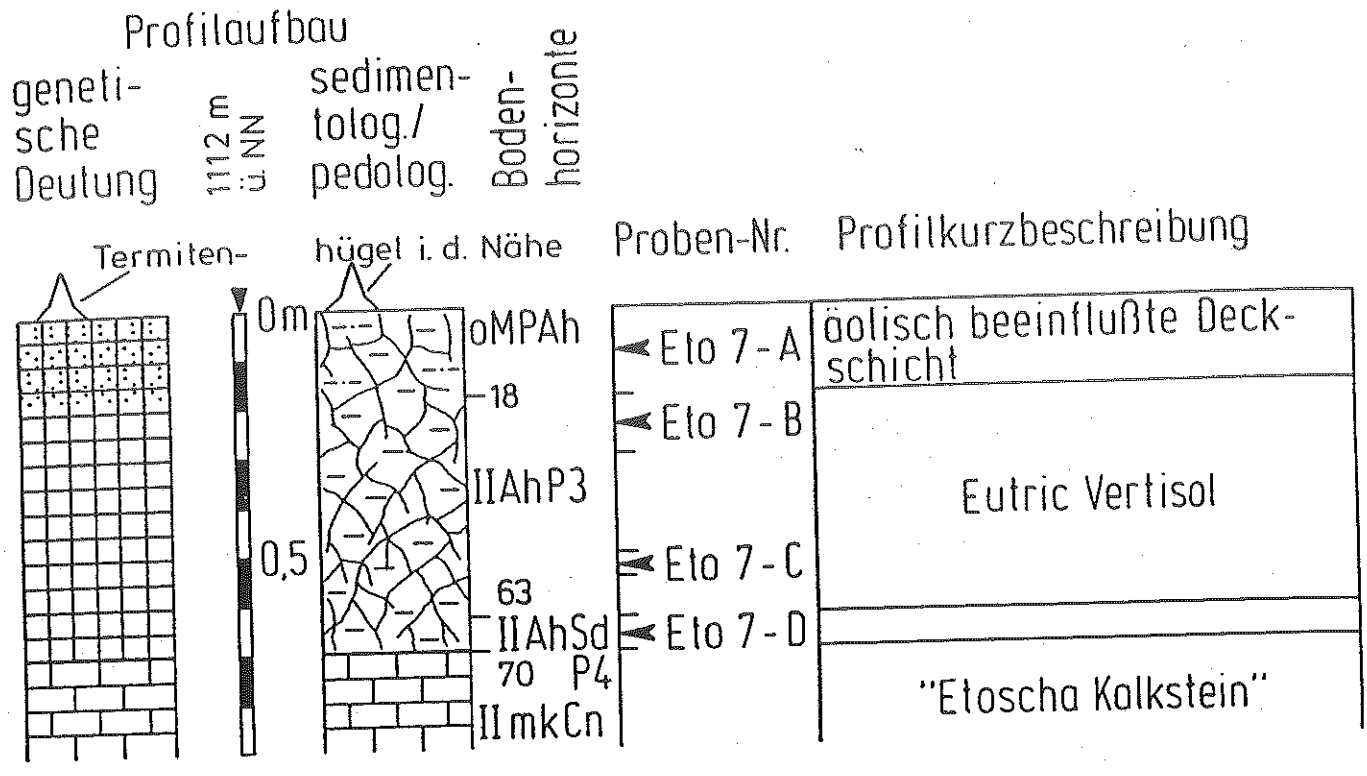


Abb. 27: Profil Eto 71a/b mit analytischen Standardwerten.

M.W.B. '91

PROFIL Eto 7, 1,4 km E WASSERSTELLE AUS



Analytische Standardwerte, Profil Eto 7

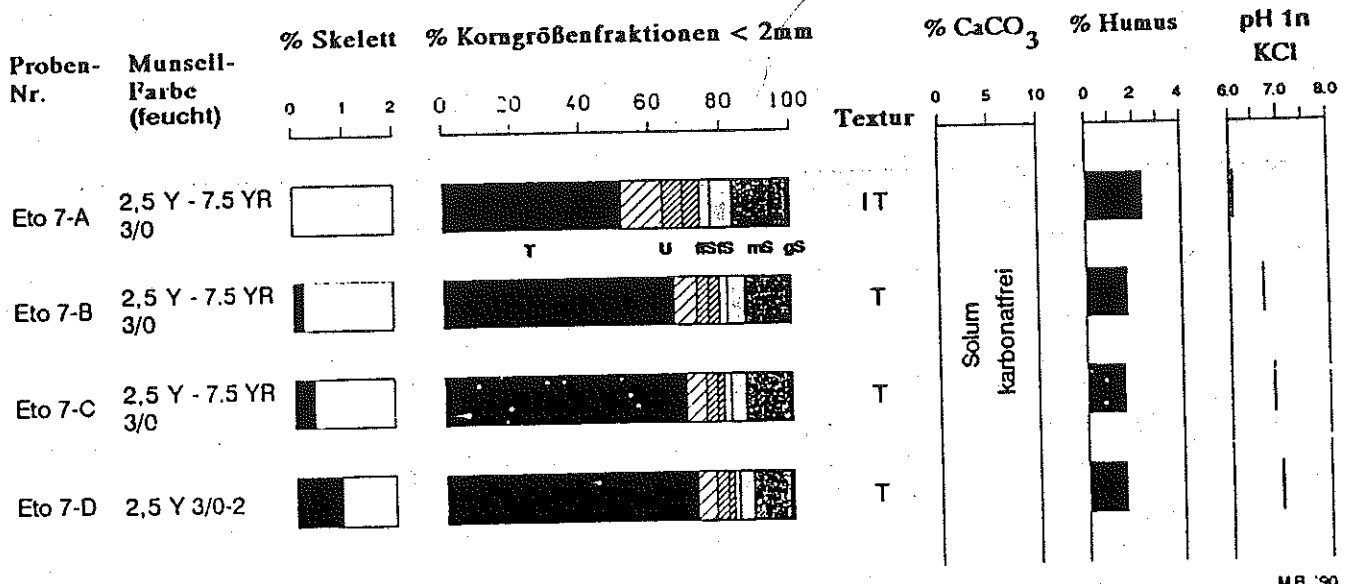
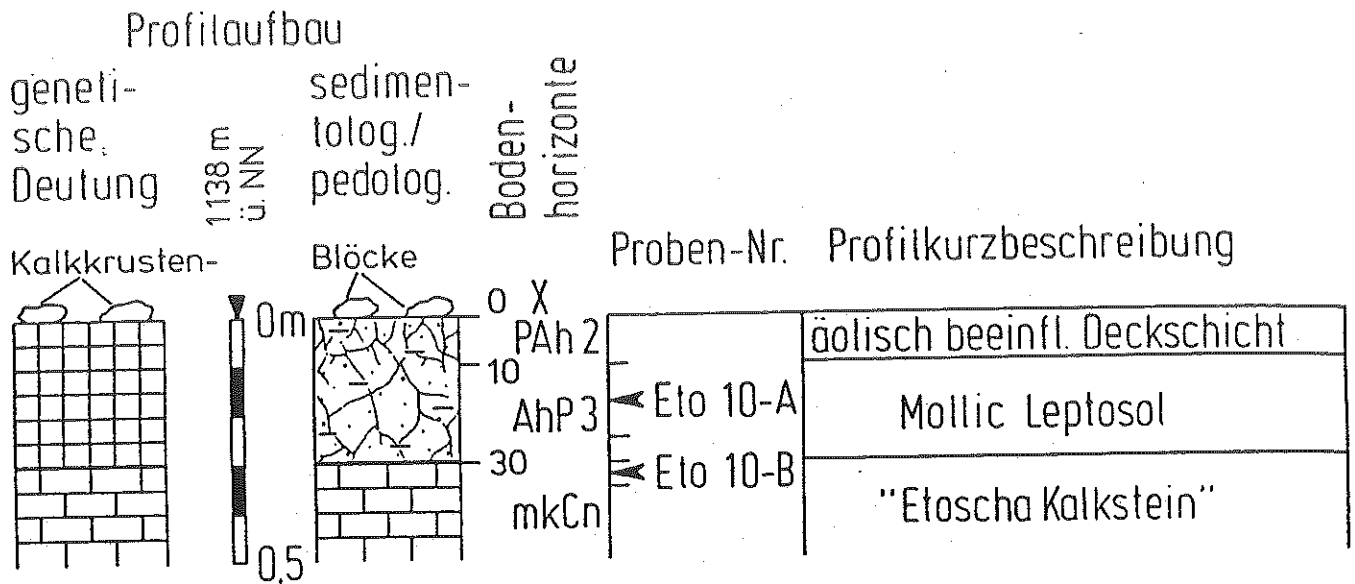


Abb. 29: Profil Eto 7 mit analytischen Standardwerten.

PROFIL Eto 10, 2.8 km E WASSERSTELLE GOBAUB



Analytische Standardwerte, Profil Eto 10

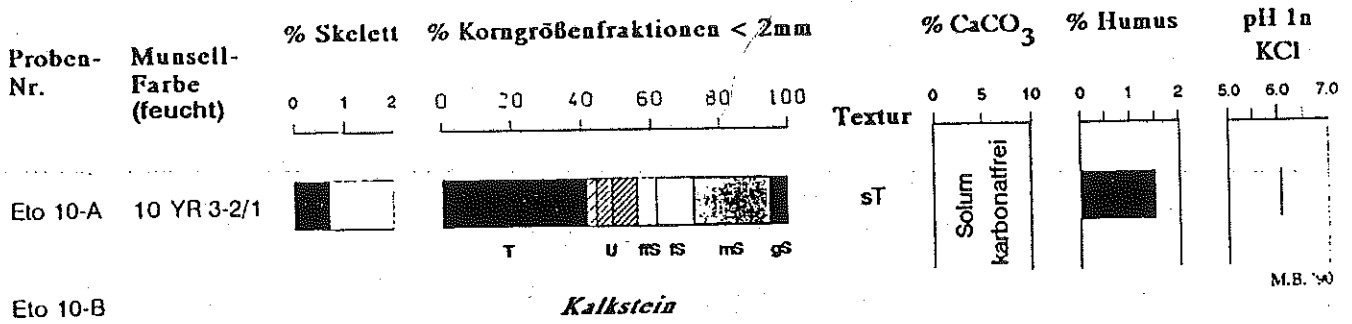


Abb. 30: Profil Eto 10 mit analytischen Standardwerten.

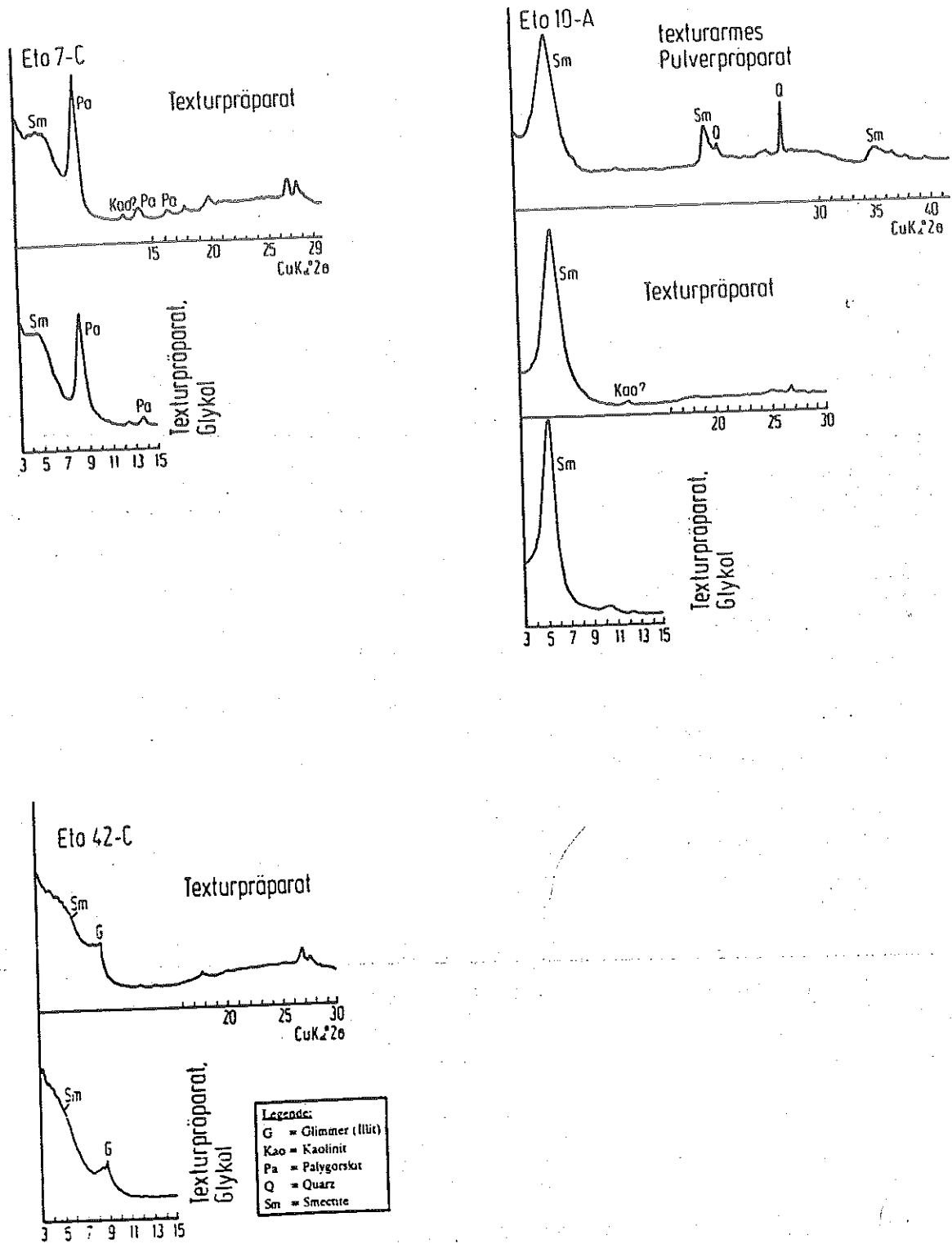


Abb. 31: Röntgendiffraktometer-Aufnahmen der Tonfraktion ausgewählter Proben der Profile Eto 7, Eto 10 und Eto 42. Die Dominanz von Palygorskit oder einem 10 Å-Mineral der Glimmergruppe oder quellfähigen Mineralen der Smectit-Gruppe entspricht dem derzeitigen Kenntnisstand zur Tonmineralogie der Eutric Vertisols und Mollic Leptosols.

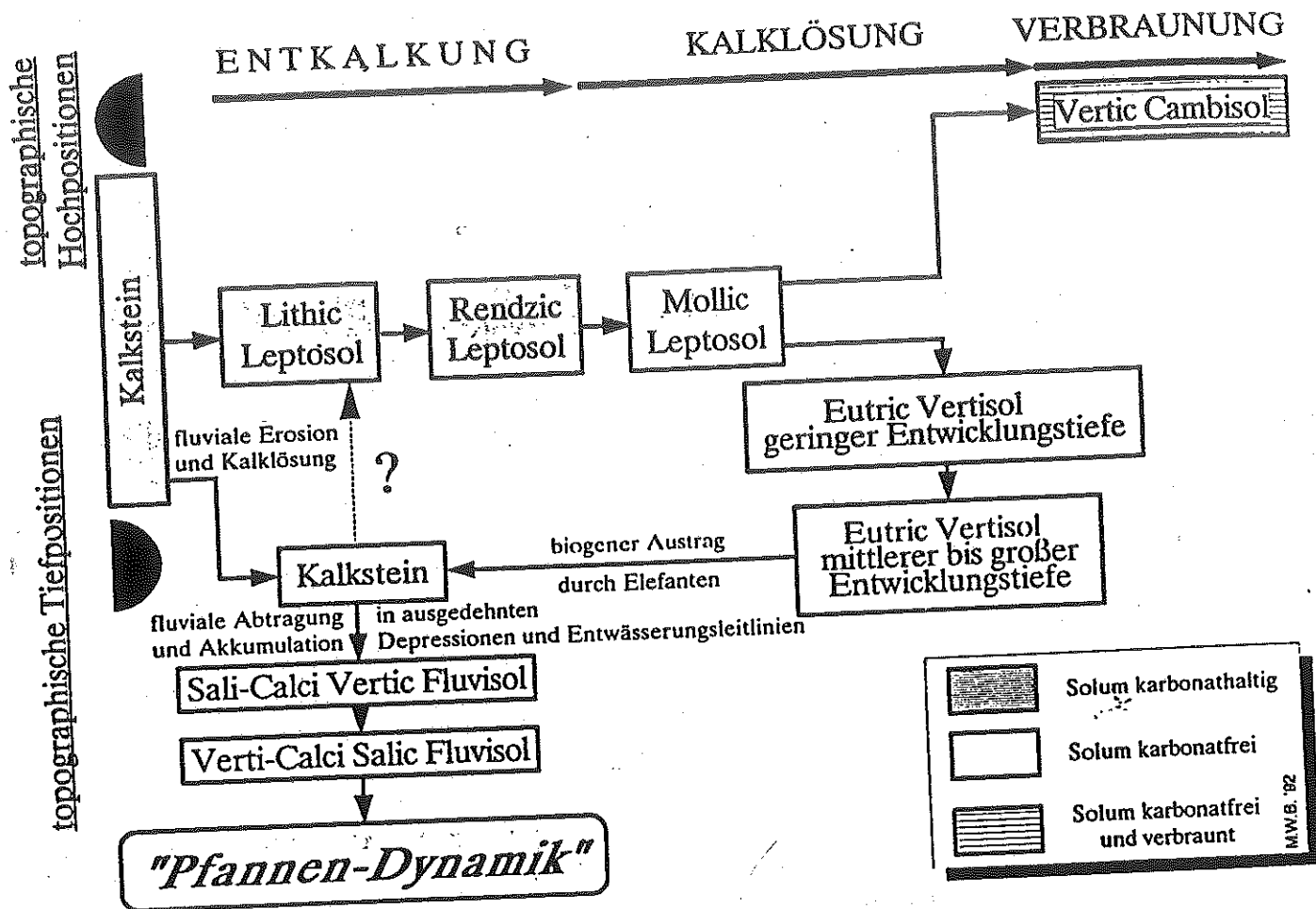
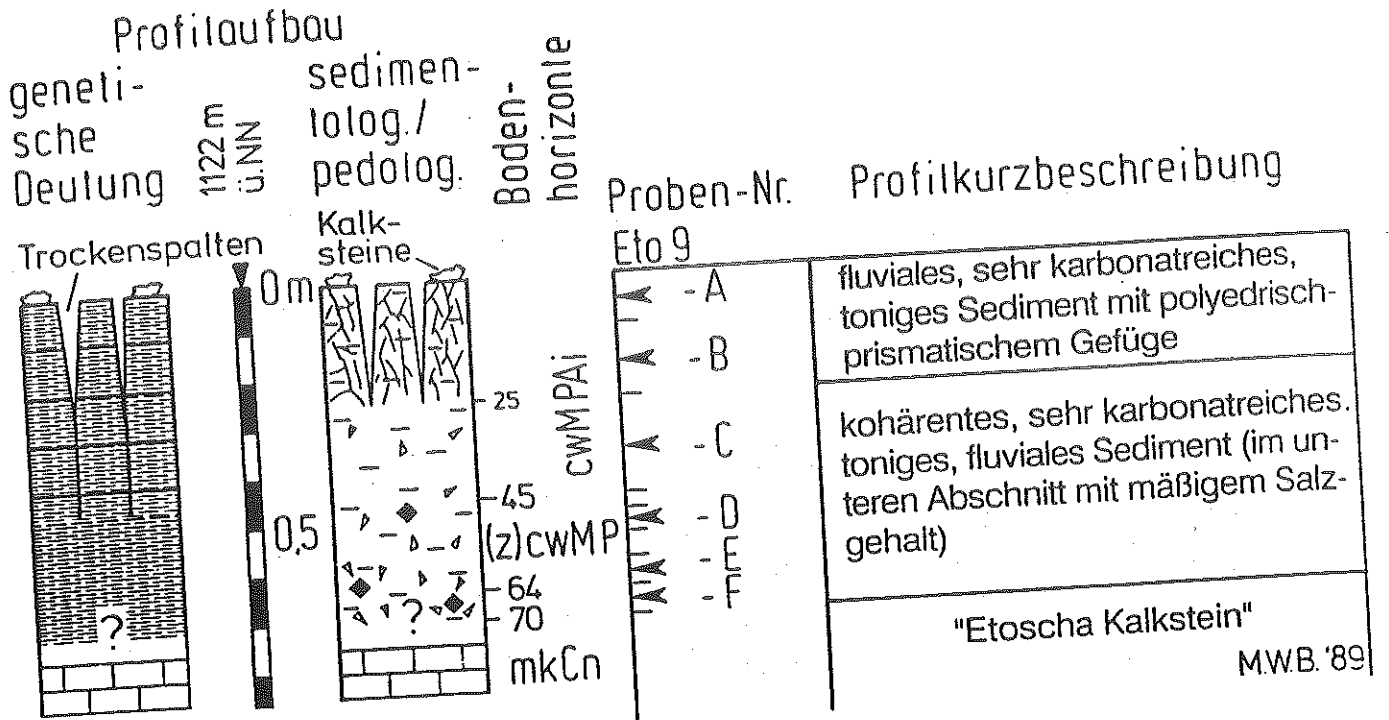


Abb. 32: Chronosequenz der Bodenbildung aus Kalkstein und Entwicklungstendenzen zur "Pfannen-Dynamik" nach Befunden aus dem Etoscha N.P..



Analytische Standardwerte, Profil Eto 9

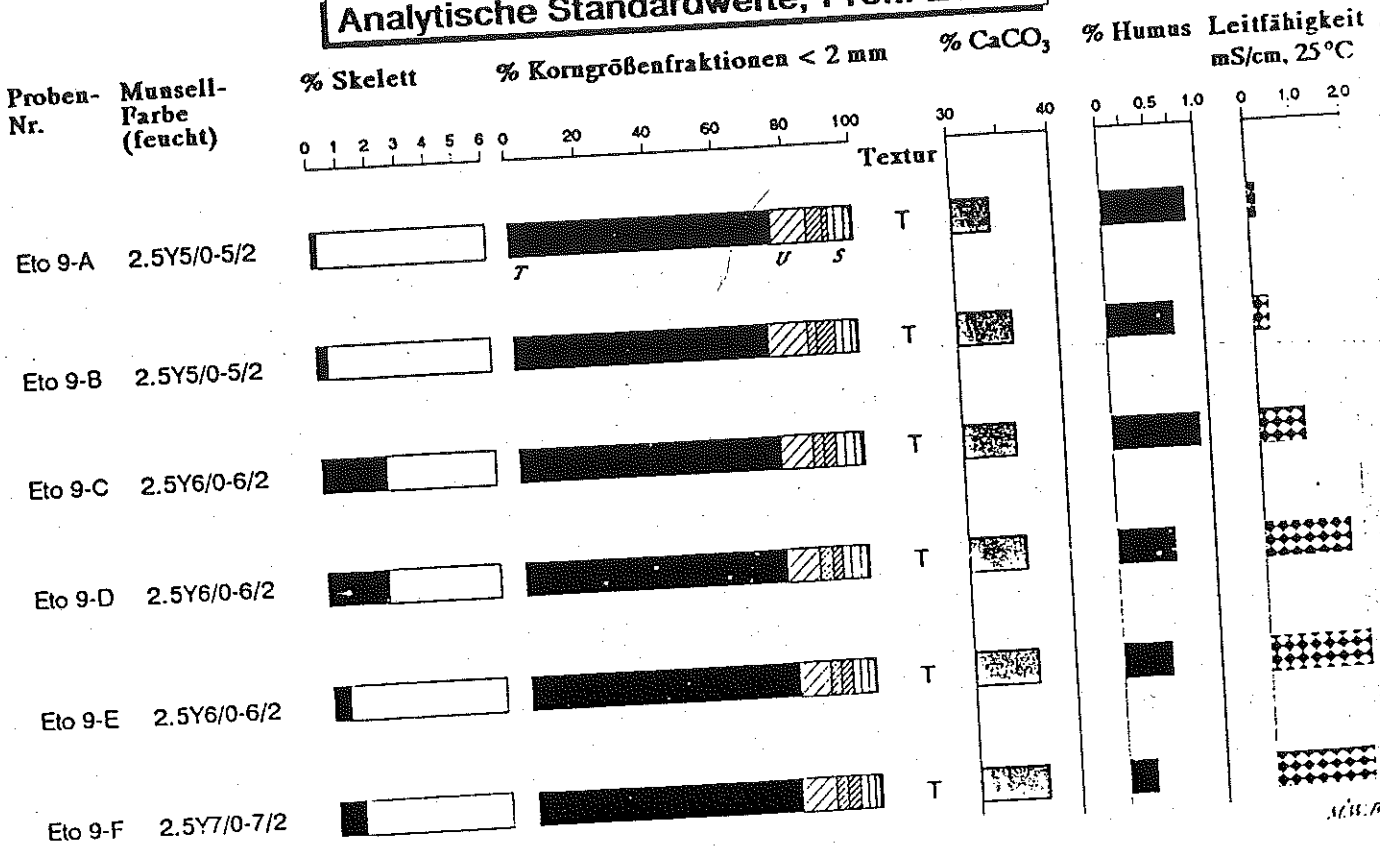
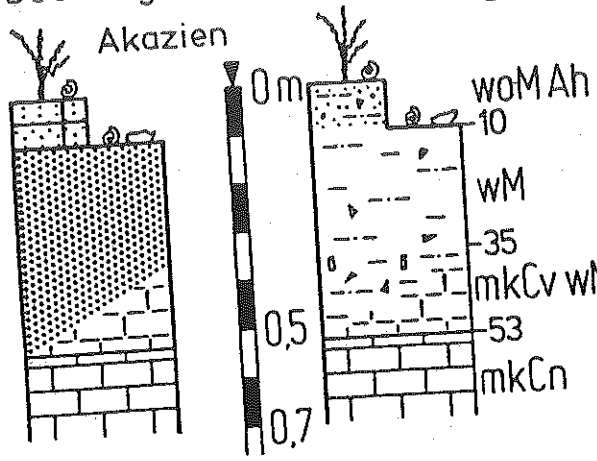


Abb. 33: Profil Eto 9 mit analytischen Standardwerten.

genetische Deutung 1136 m ü. NN sedimentolog./pedolog. Bodenhorizonte



Profilkurzbeschreibung

Proben-Nr. Eto 27	- A	karbonatfreie, äolisch umgelagerte fluviale Sedimente
	- B	karbonatfreie, fluviale Sedimente
	- C	karbonatfreie, fluviale Sedimente im Kontakt zum angewitterten "Etoscha Kalkstein"
		"Etoscha Kalkstein"

M.W.B. '89

Analytische Standardwerte, Profil Eto 27

Proben-Nr.	Munsell-Farbe (feucht)	% Skelett	% Korngrößenfraktionen < 2 mm
Eto 27-A	10YR4/2-4/3	0-10	T, IU, mU, gU, fFS, IS, mS, gS
Eto 27-B	10YR4/3	10-20	T, IU, mU, gU, fFS, IS, mS, gS
Eto 27-C	10YR4/3-5/3	20-30	T, IU, mU, gU, fFS, IS, mS, gS

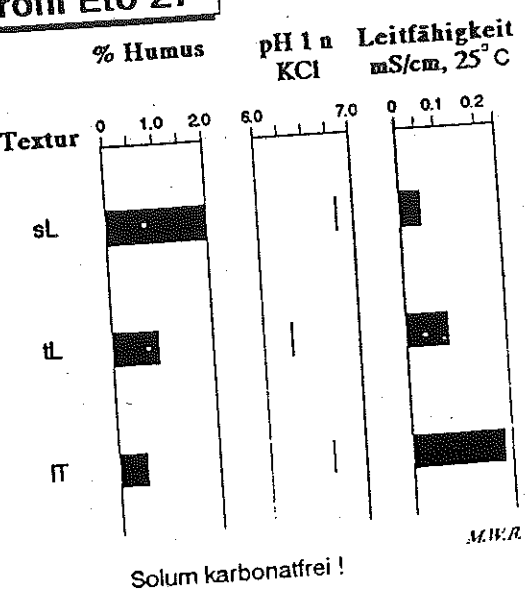


Abb. 34: Profil Eto 27 mit analytischen Standardwerten.

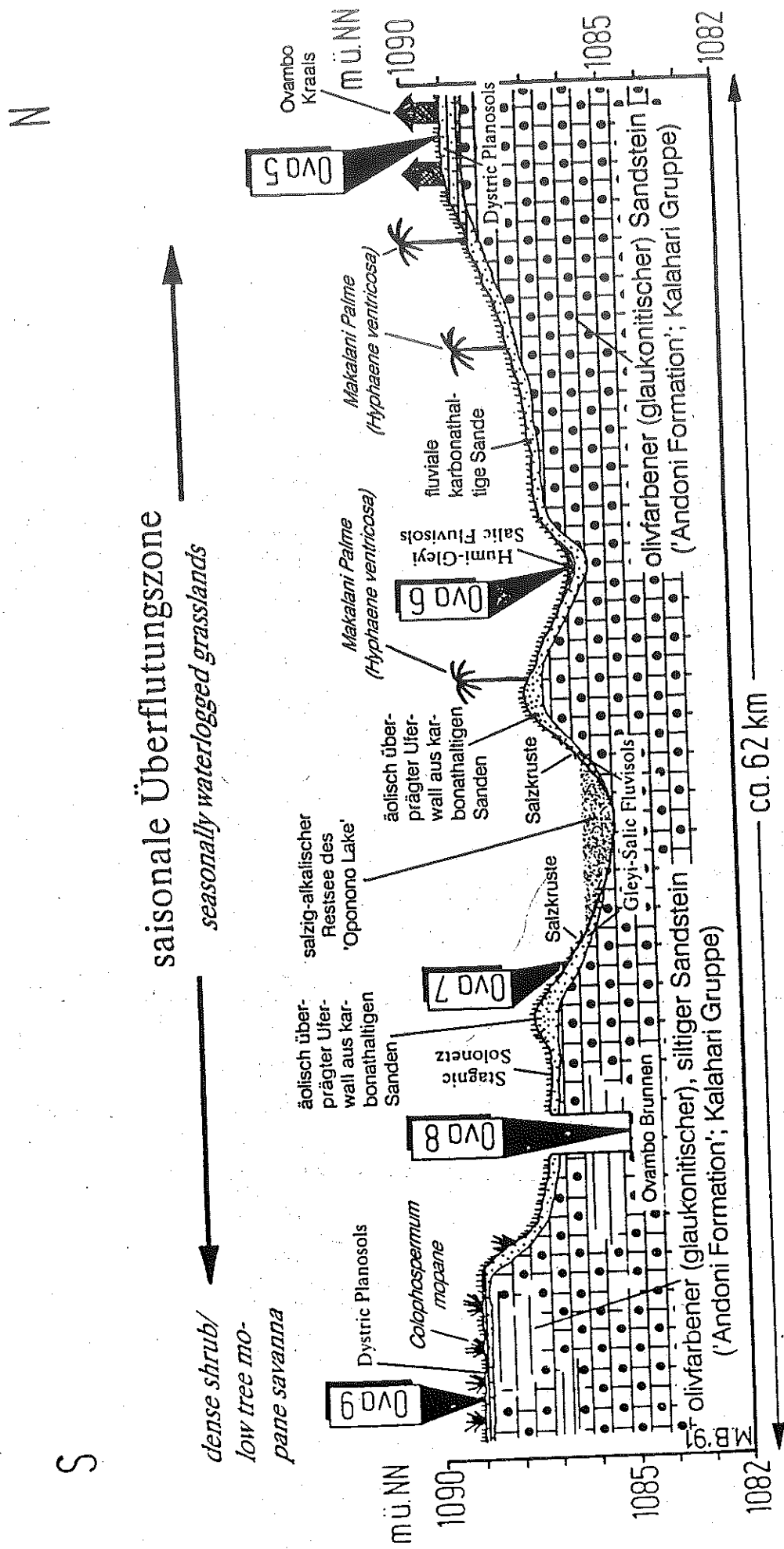


Abb. 35: Schematisches geomorphologisch-pedologisches Nord-Süd-Profil durch das südliche Ovamboland zwischen 'Ondangwa' und dem Etoscha N.P..



SATELLITE REMOTE SENSING CENTRE, LANDSAT-MSS, SCENE ID: 50608-08244, DATE: 30-OCT-85
 HRS: 179- 73, BANDS: 7, CENTRE: 18-49S 16-17E, SUN EL: 57
 MAGNIFICATION X1, HOR. SEG: 0, LINE NUMBER: 0000, SCALE: 0

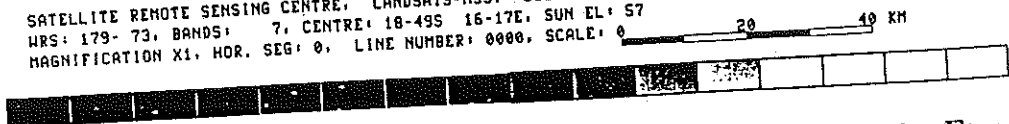


Abb. 36: LANDSAT-MSS-Szene (Kanal 7) von Nord-Namibia mit der Etoscha Pflanne (30. Oktober 1985).



SATELLITE REMOTE SENSING CENTRE, LANDSAT5-MSS, SCENE ID: S0600-00244, DATE: 30-OCT-85
 WRS: 179-73, BANDS: 7, CENTRE: 18-49S 16-17E, SUN EL: 57
 MAGNIFICATION X1, HOR. SEG: 0, LINE NUMBER: 0000, SCALE: 0 20 40 KM

Abb. 36: LANDSAT-MSS-Szene (Kanal 7) von Nord-Namibia mit der Etoscha Pflanze (30. Oktober 1985).

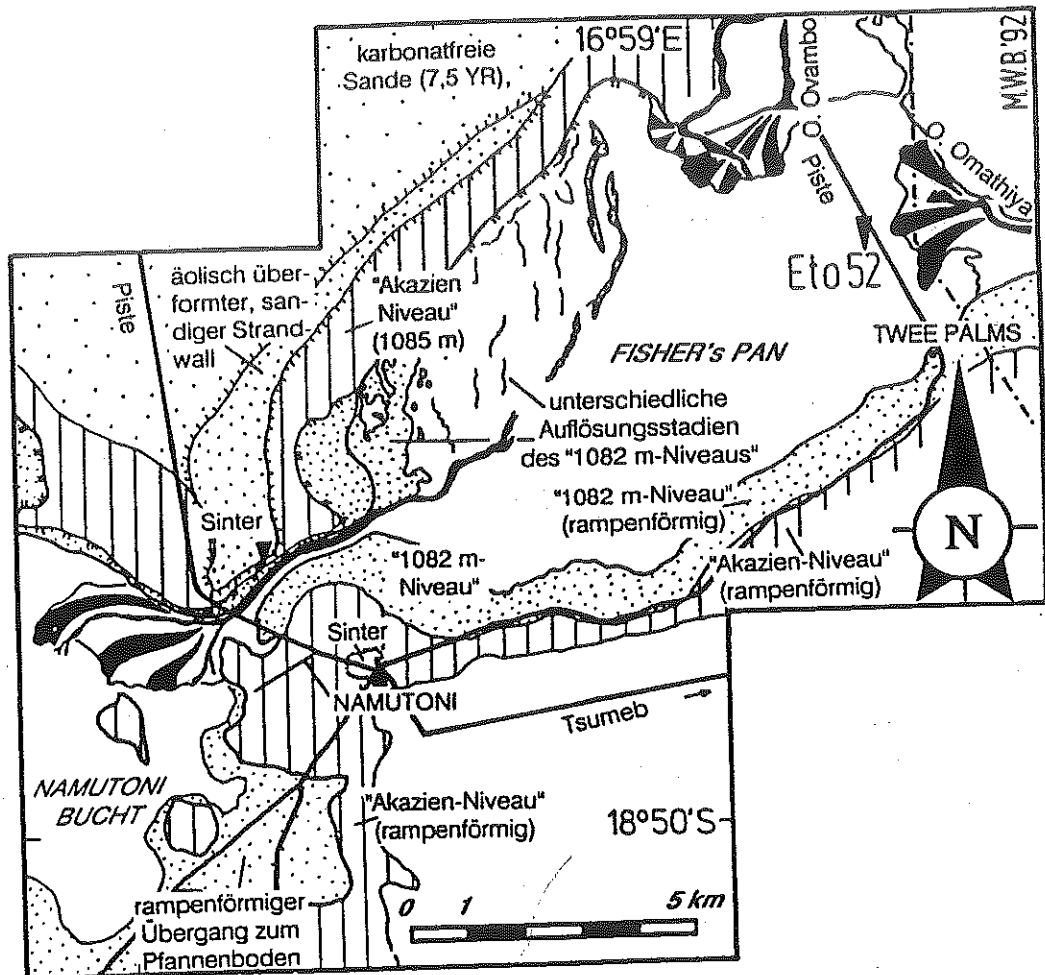
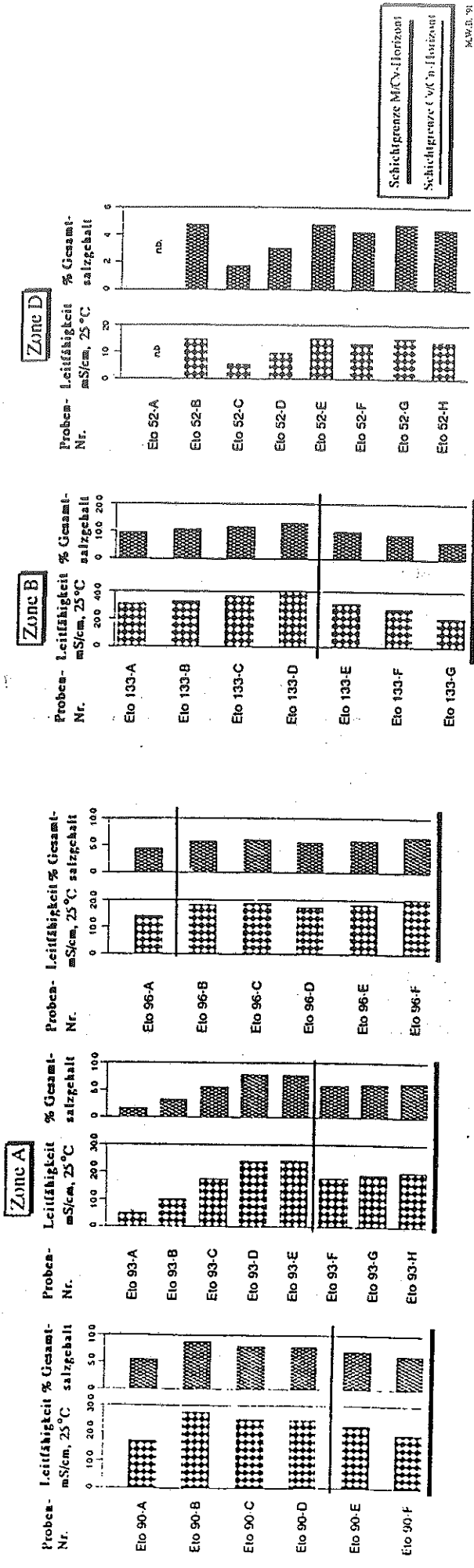
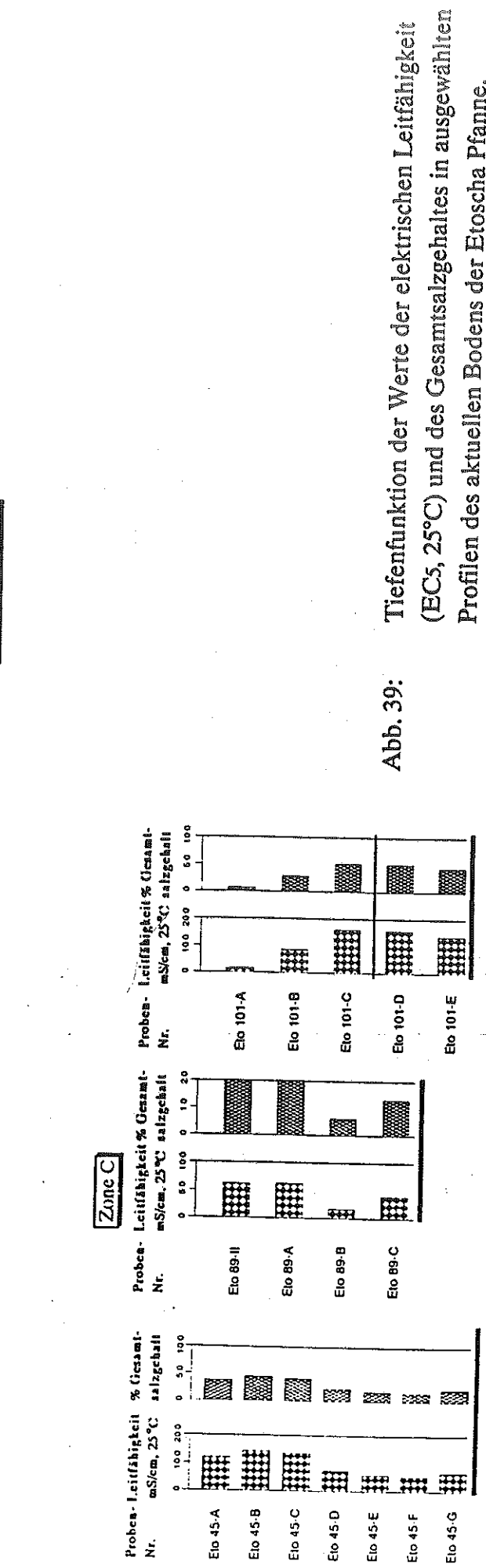


Abb. 37: Luftbildinterpretation der geomorphologischen Situation im Raum der 'Fisher's Pan' (östliche Etoscha Pfanne); Kartiergrundlagen: Luftbildbefliegung im Maßstab ca. 1:50 000, Job Nr. 725/75, Bild 1107, 1105 und Bild 1099.



K.W.B. 91



Schichtgrenze M/Cv-Horizont
 Schichtgrenze C/vC_h-Horizont

Abb. 39: Tiefenfunktion der Werte der elektrischen Leitfähigkeit (EC_s, 25°C) und des Gesamtsalzgehaltes in ausgewählten Profilen des aktuellen Bodens der Etoscha Pflanze.

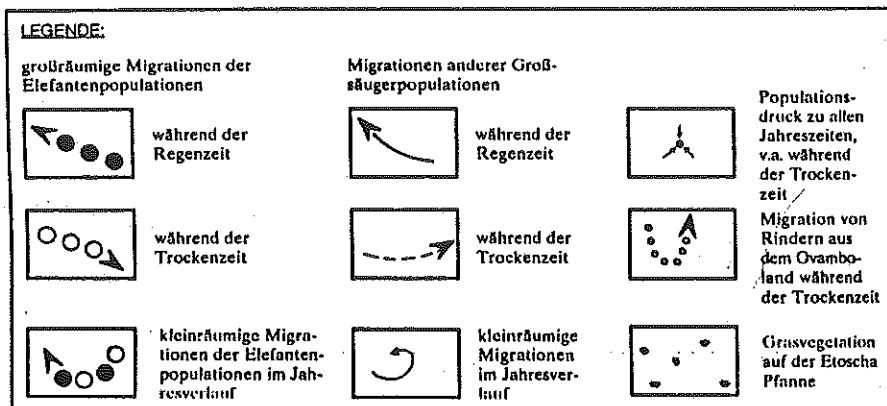
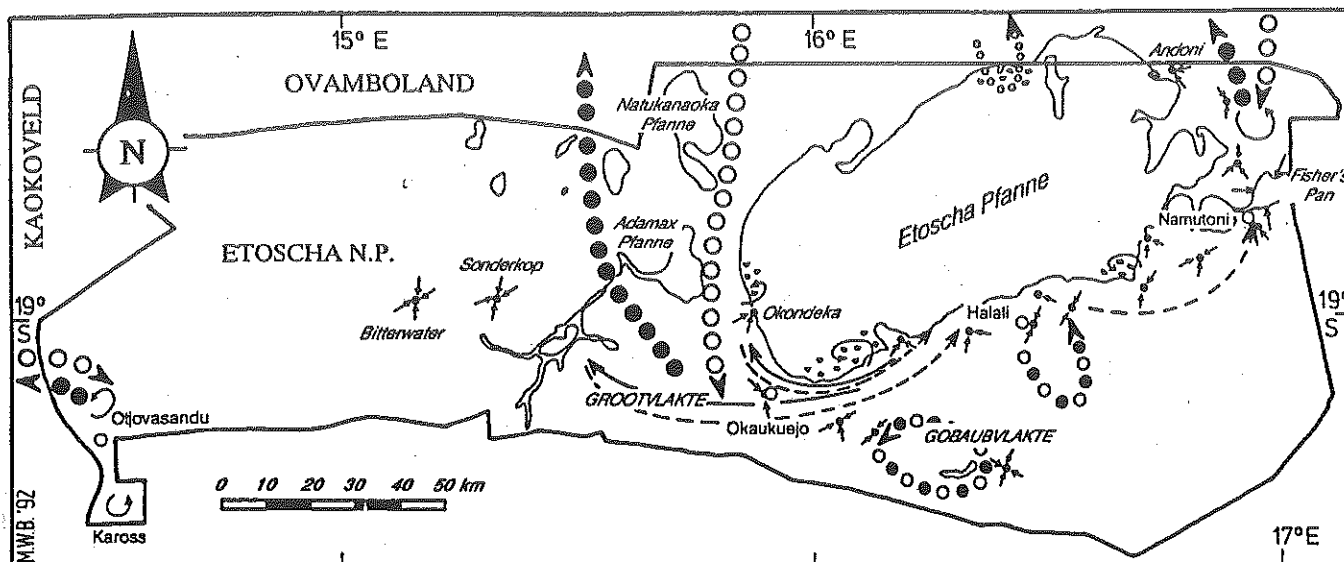


Abb. 38: Saisonale Migration von Tierpopulationen im Etoscha N.P. und angrenzenden Landschaften im Norden Namibias (nach THE MINISTRY OF WILDLIFE, NATURE CONSERVATION AND TOURISM (REPUBLIC OF NAMIBIA 1991, LINDEQUE 1988, 1991a, LINDEQUE & LINDEQUE 1991 und eigenen Beobachtungen 1989-1992).

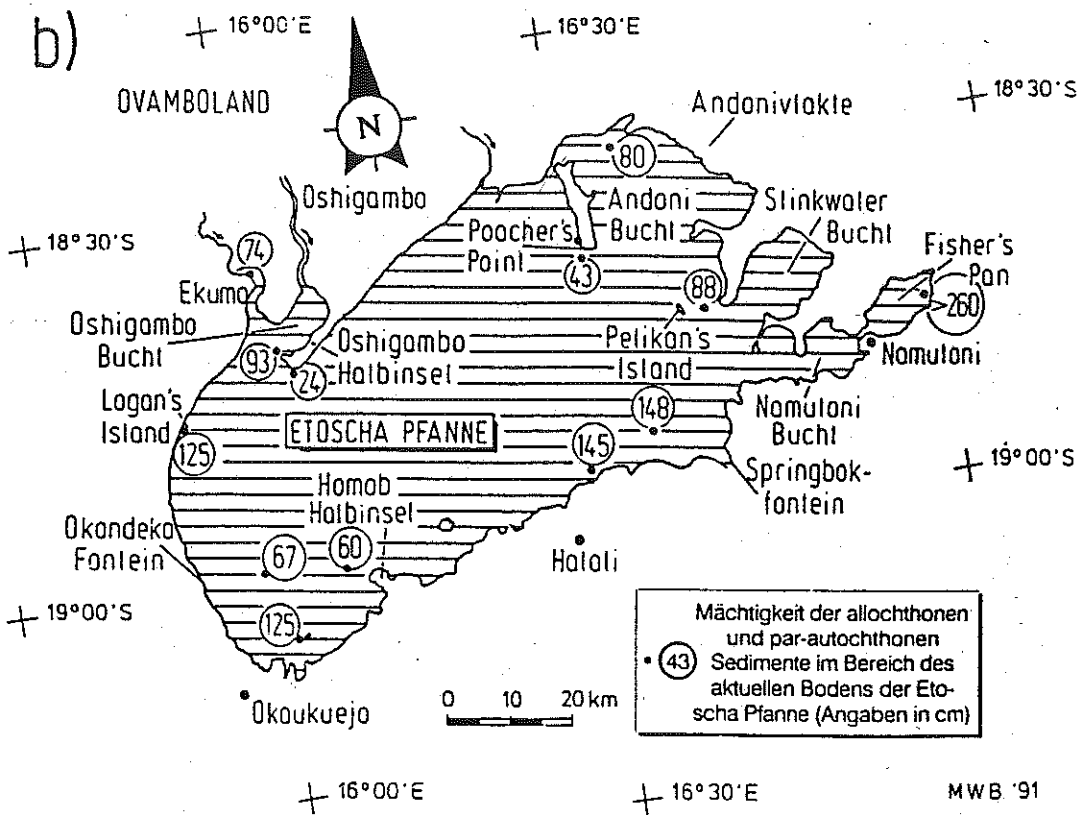
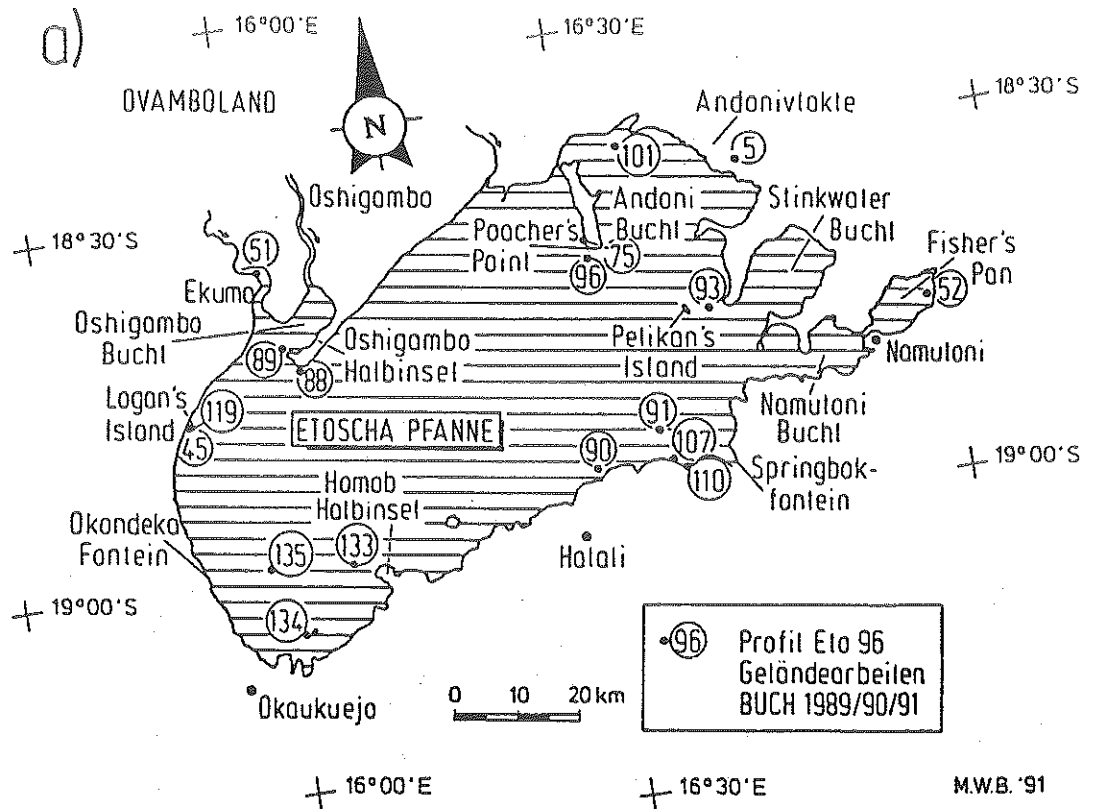


Abb. 40: Sedimentologisch-mineralologisch/geochemisch bearbeitete Profil der Etoscha Pfanne
 a) Lage der Profile
 b) Mächtigkeit der allochthonen und par-autochthonen Sedimente

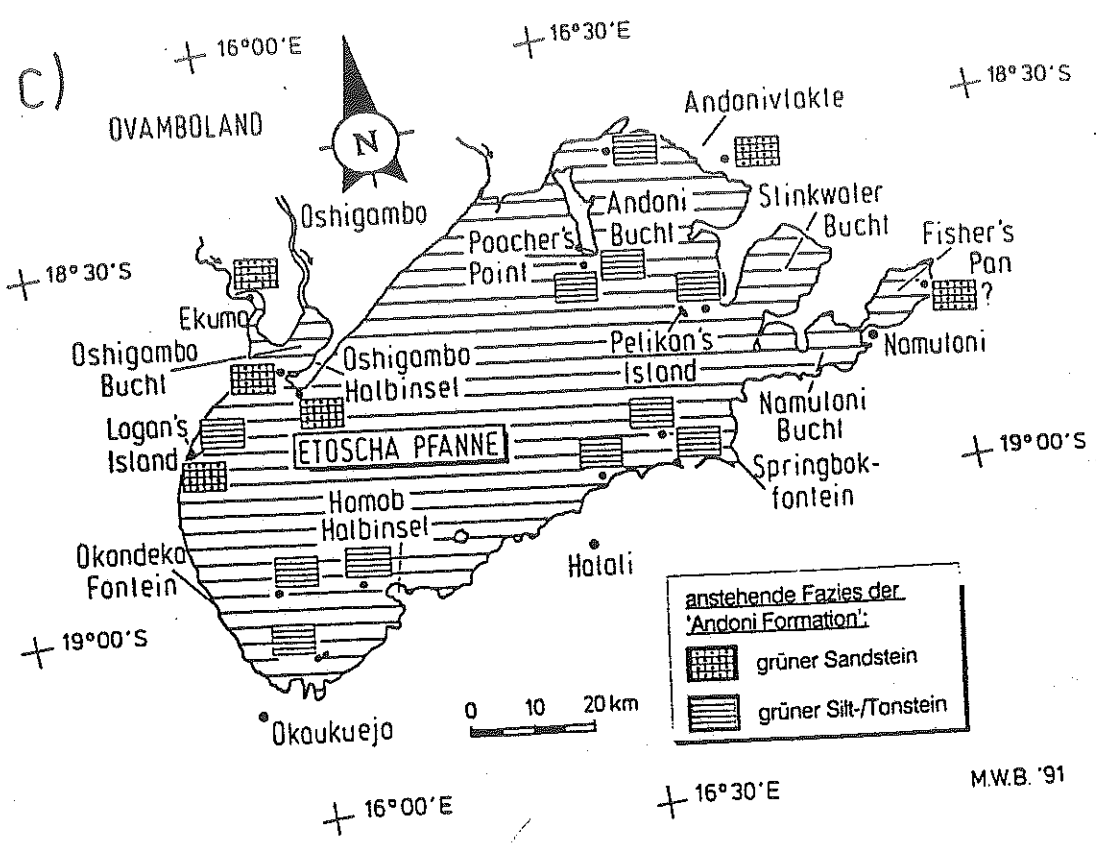
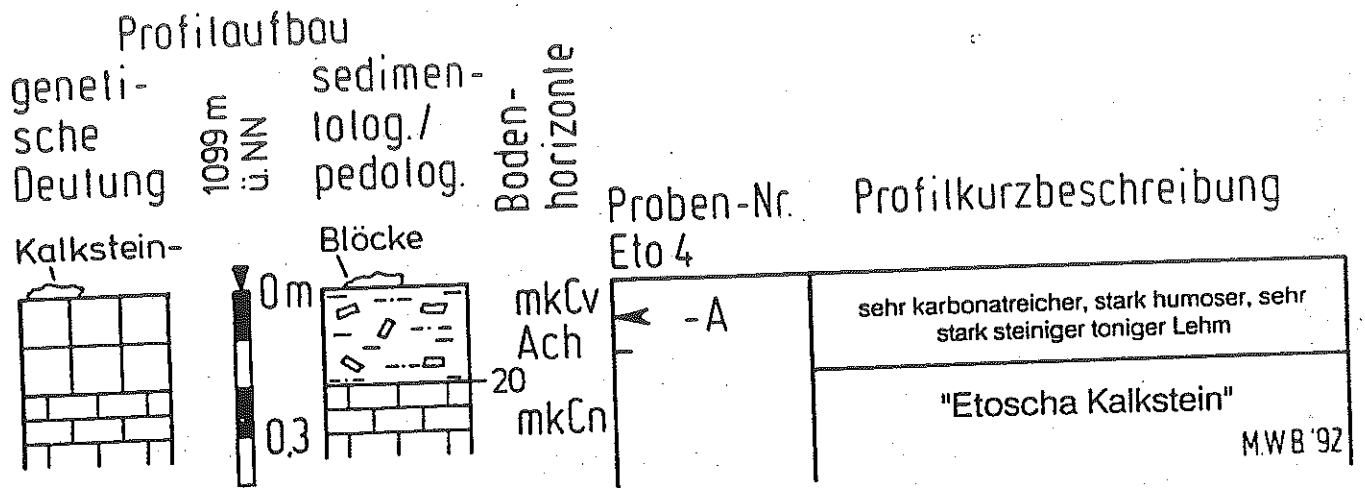


Abb. 40: c) anstehende Fazies der 'Andoni Formation'



Analytische Standardwerte, Profil Eto 4

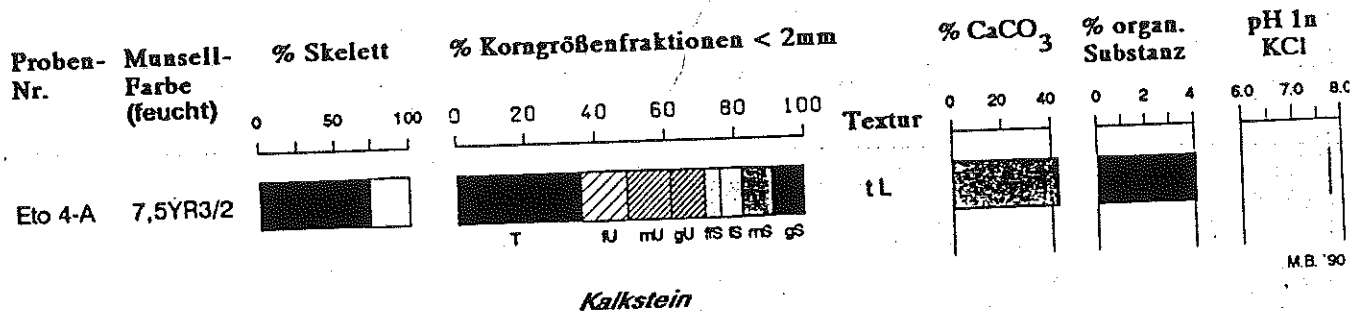
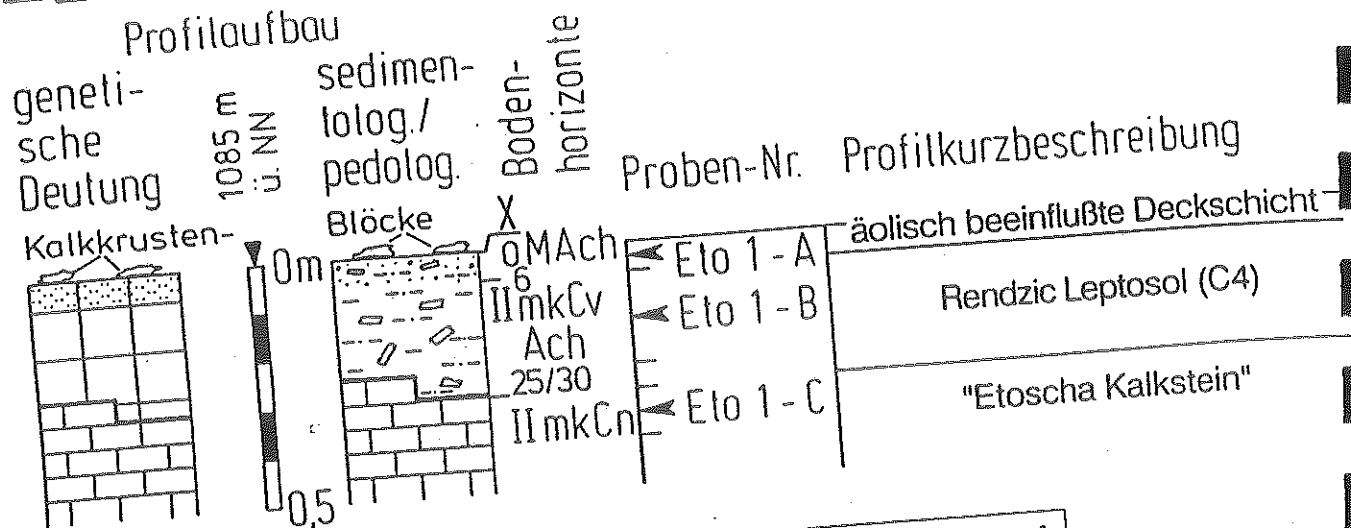
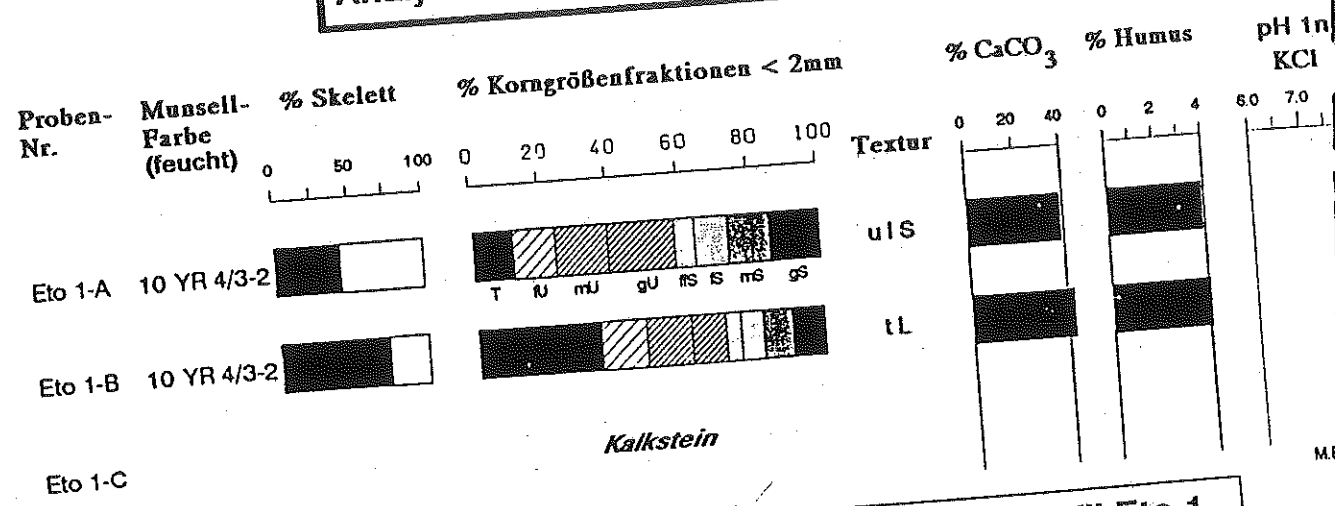


Abb. 41: Profil Eto 4 mit analytischen Standardwerten.

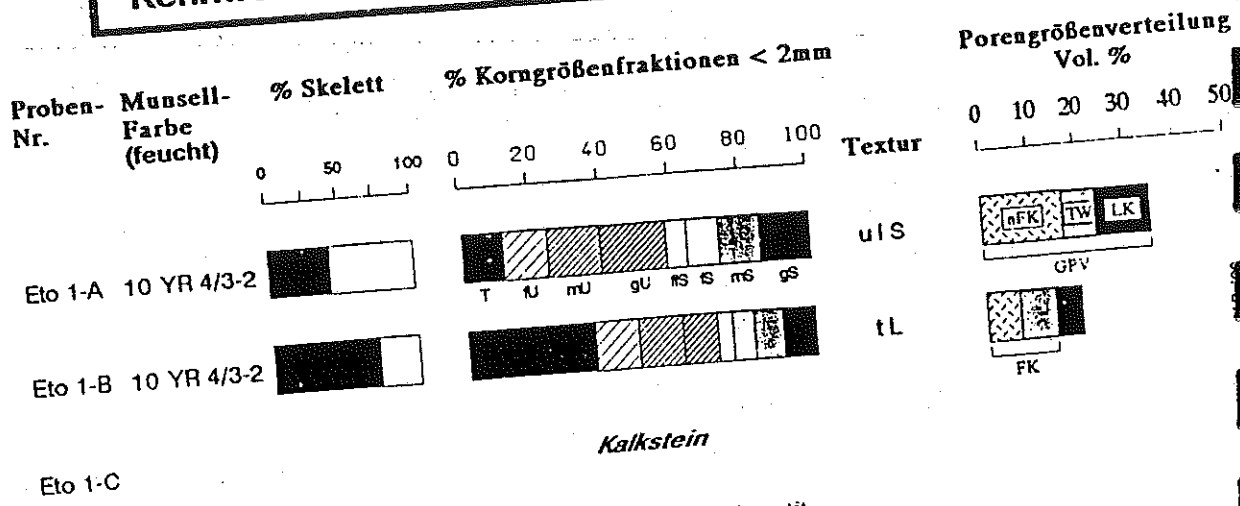
PROFIL Eto 1, 2 km SW WASSERSTELLE ONDONGAB



Analytische Standardwerte, Profil Eto 1



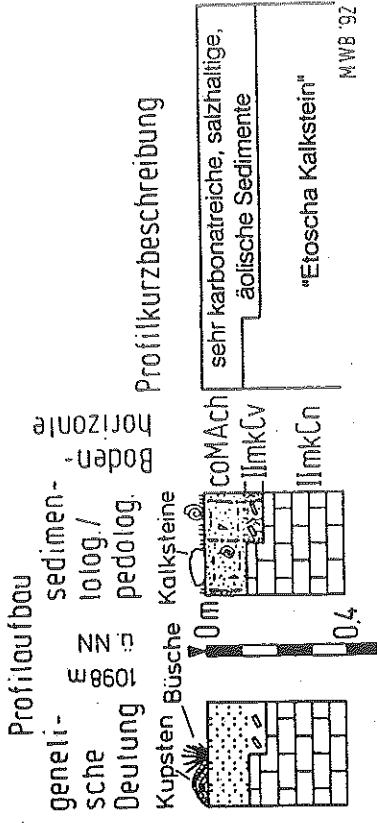
Kennwerte des Wasser- und Lufthaushaltes, Profil Eto 1



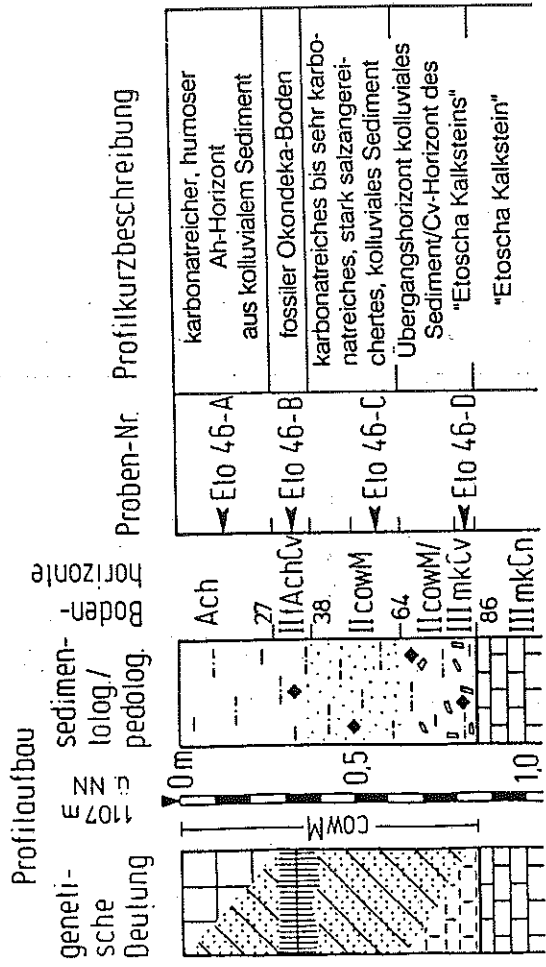
GPV = Gesamtporenvolumen [FK + LK]
 FK = Felkapazität [nFK + TW]
 nFK = nutzbare Felkapazität [langsam dränende Grobporen + Mittelporen]
 TW = Totwasser [Feinporen]
 LK = Luftkapazität [schnell dränende Grobporen]
 FK + LK = max. Wasserkapazität

Abb. 42: Profil Eto 1 mit analytischen Standardwerten und Kennwerten zum Bodenwasser- und Bodenlufthaushalt.

Profil Eto 114



Profil Eto 46



Analytische Standardwerte, Profil Eto 46

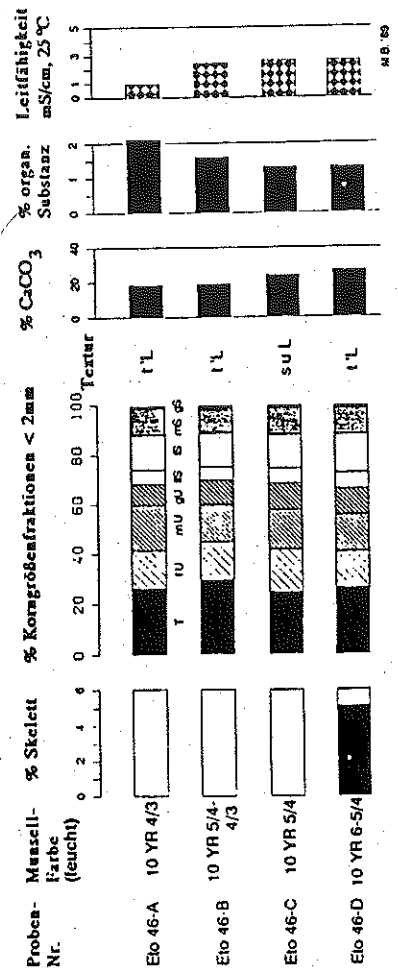


Abb. 43: Profil Eto 46 mit analytischen Standardwerten (links) und Eto 114 (rechts).

Standort:
I. Dünenwall / Catena Wolfsnes-Leeubron, Osthang

Erosionsparameter (SLEMSA):
- Erodierbarkeit (Eto 64): $F = 3,5$
- Mittlere saisonale Regenenergie: $E = 8000 \text{ J/m}^2$

$K = 20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

Graphik: Beugler '91

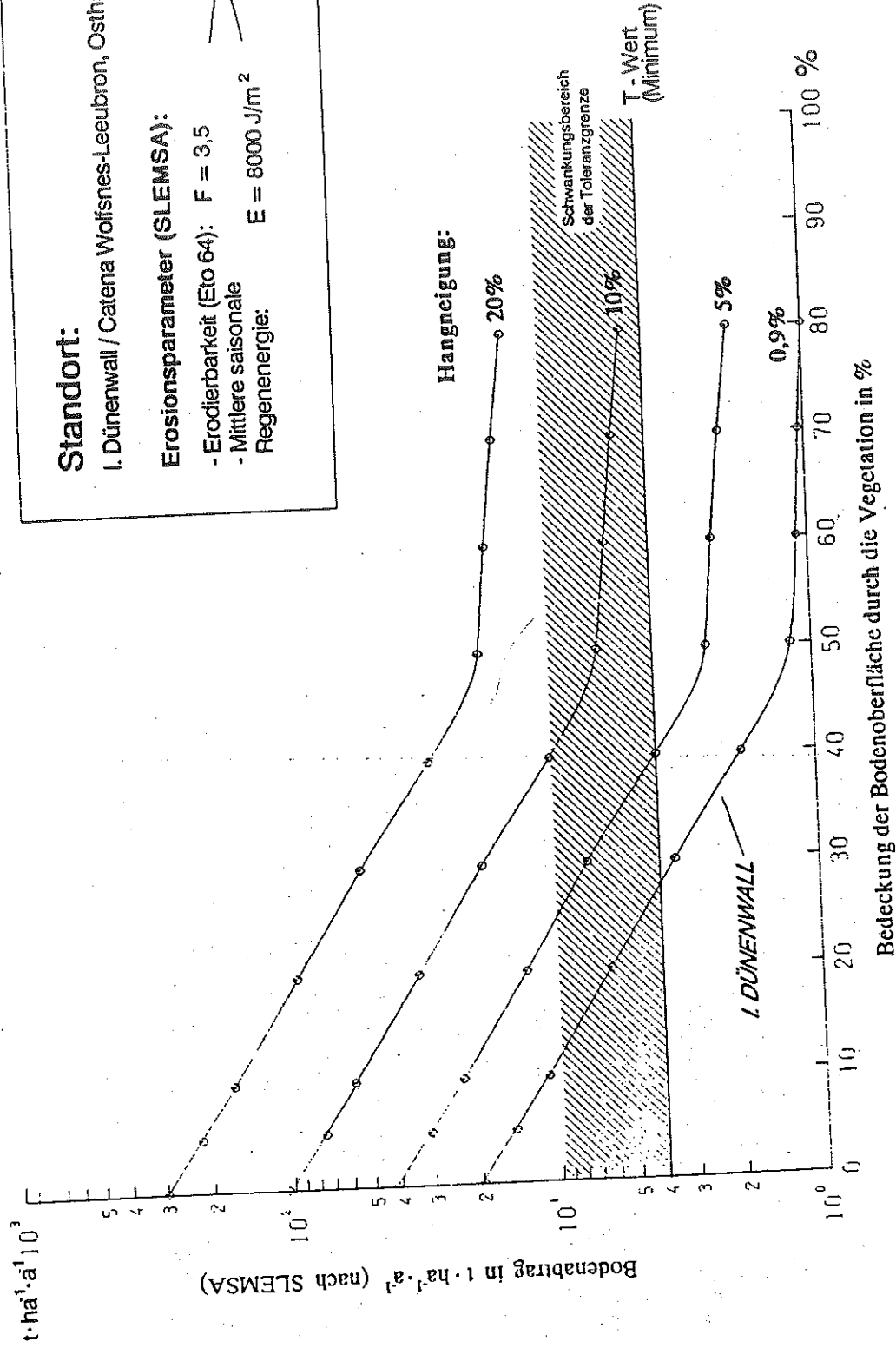
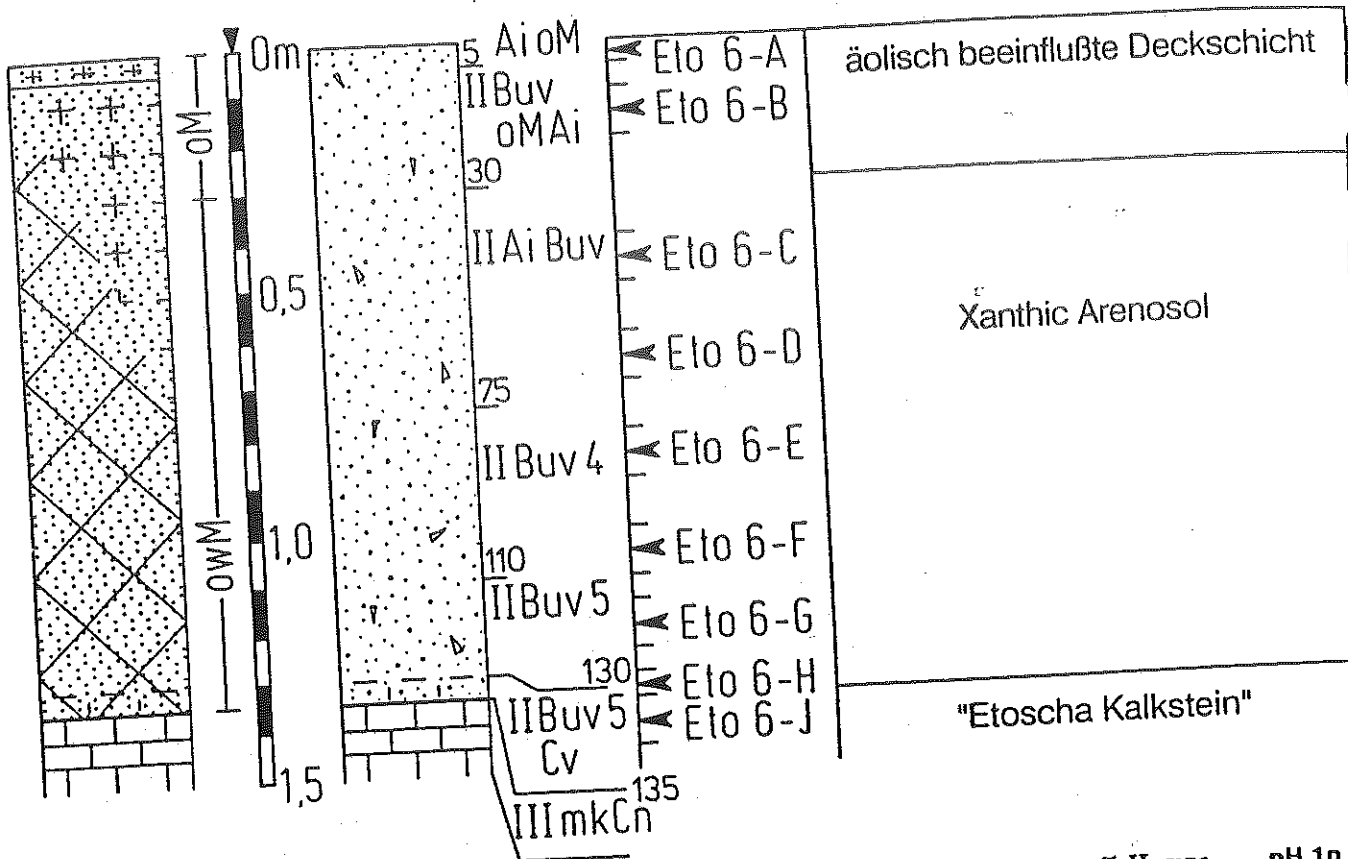


Abb. 44: Jährlicher Bodenabtrag durch Flächenspülung im Gebiet der westlichen Pfannenranddünen in Abhängigkeit von Vegetationsbedeckung und Hangneigung (nach BEUGLER 1991: Abb. 34)

Profilaufbau
 genei-
 sche Deutung
 1097 m
 NN
 sedimen-
 tolog./
 pedolog.
 Boden-
 hori-
 zonte

Proben-Nr. Profilkurzbeschreibung

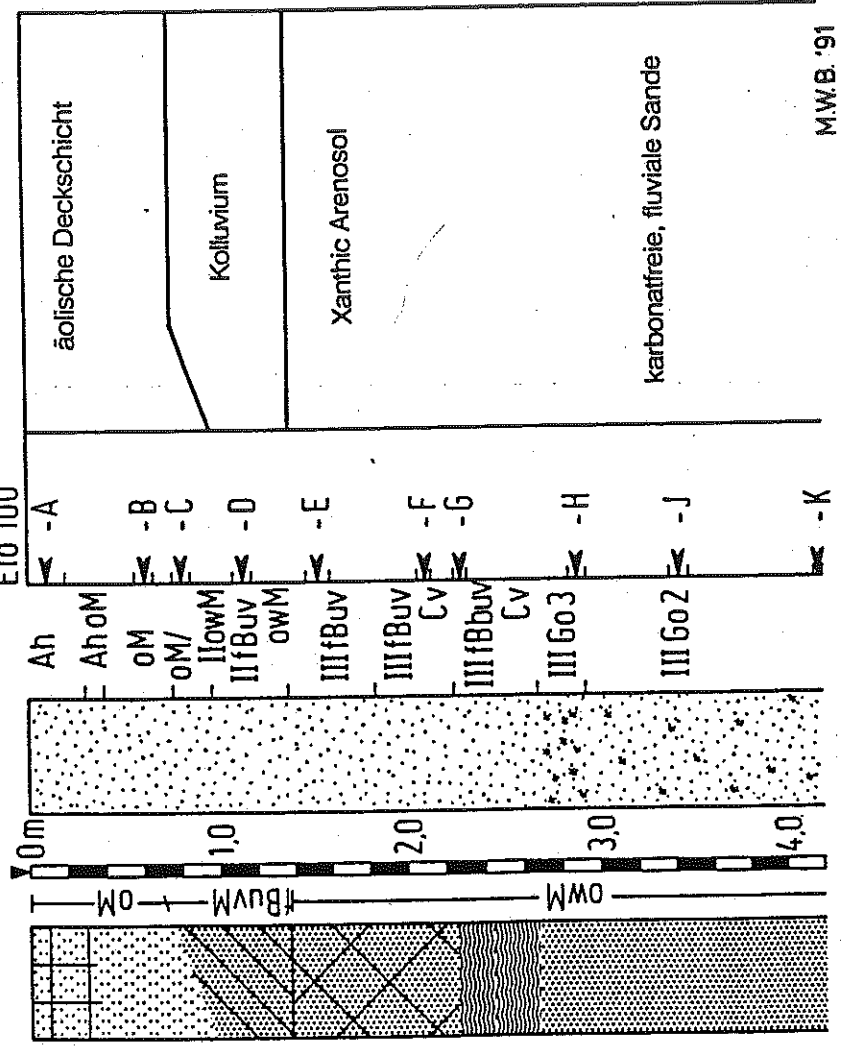


Proben-Nr.	Munsell-Farbe (feucht)	% Skelett	% Korngrößenfraktionen < 2mm	% CaCO ₃	% Humus	pH 1n KCl
Eto 6-A	10 YR 5/4	0.1	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-B	10 YR 4/2-3	0.1	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-C	10 YR 4/3	0.1	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-D	10 YR 4/3	0.1	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-E	10 YR 4/4 - 7.5 YR 4/4	Sp.	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-F	10 YR 4/4 - 7.5 YR 4/6	Sp.	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-G	7.5 YR 4-5/6	Sp.	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5
Eto 6-H	7.5 YR 4-5/6	0.1	TUS fs mS gS	1.5	0.2	7.5

Abb. 45: Profil Eto 6 mit analytischen Standardwerten.

**PROFIL E10 100, 6.5 km N SÜDABZWEIGUNG "STINKWATER-PFAD"
("MUSHARA NIVEAU")**

Profilaufbau
 Boden-
 horizons
 10943
 Sediment-
 tolog./
 pedolog.
 Deutung
 Proben-Nr.
 Profilkurzbeschreibung



Analytische Standardwerte, Profil E10 100

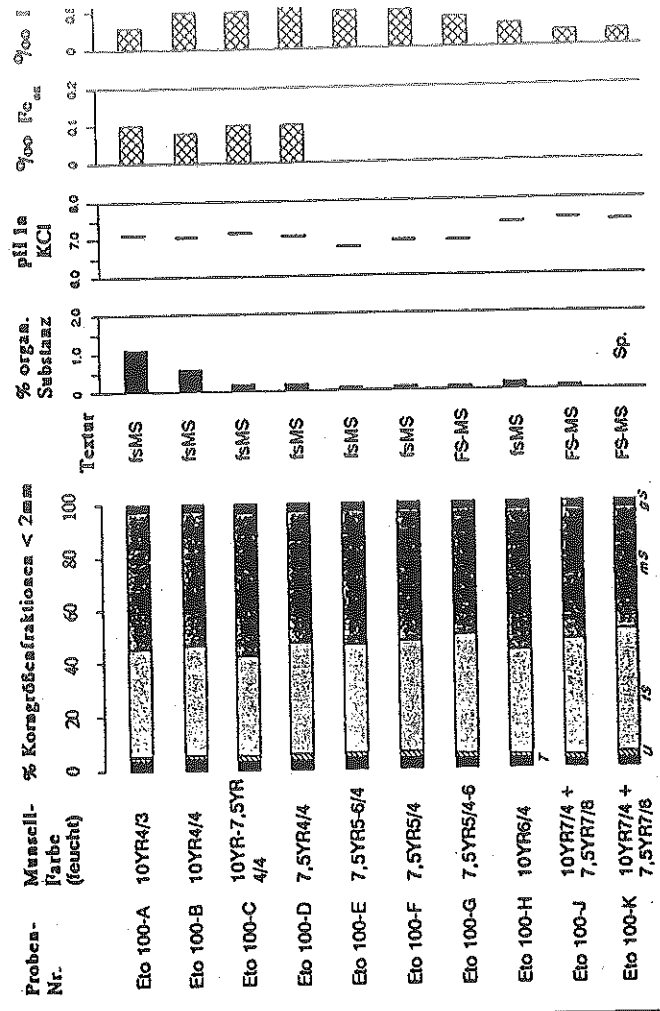


Abb. 46: Profil E10 100 mit analytischen Standardwerten.

M.W.B. '91

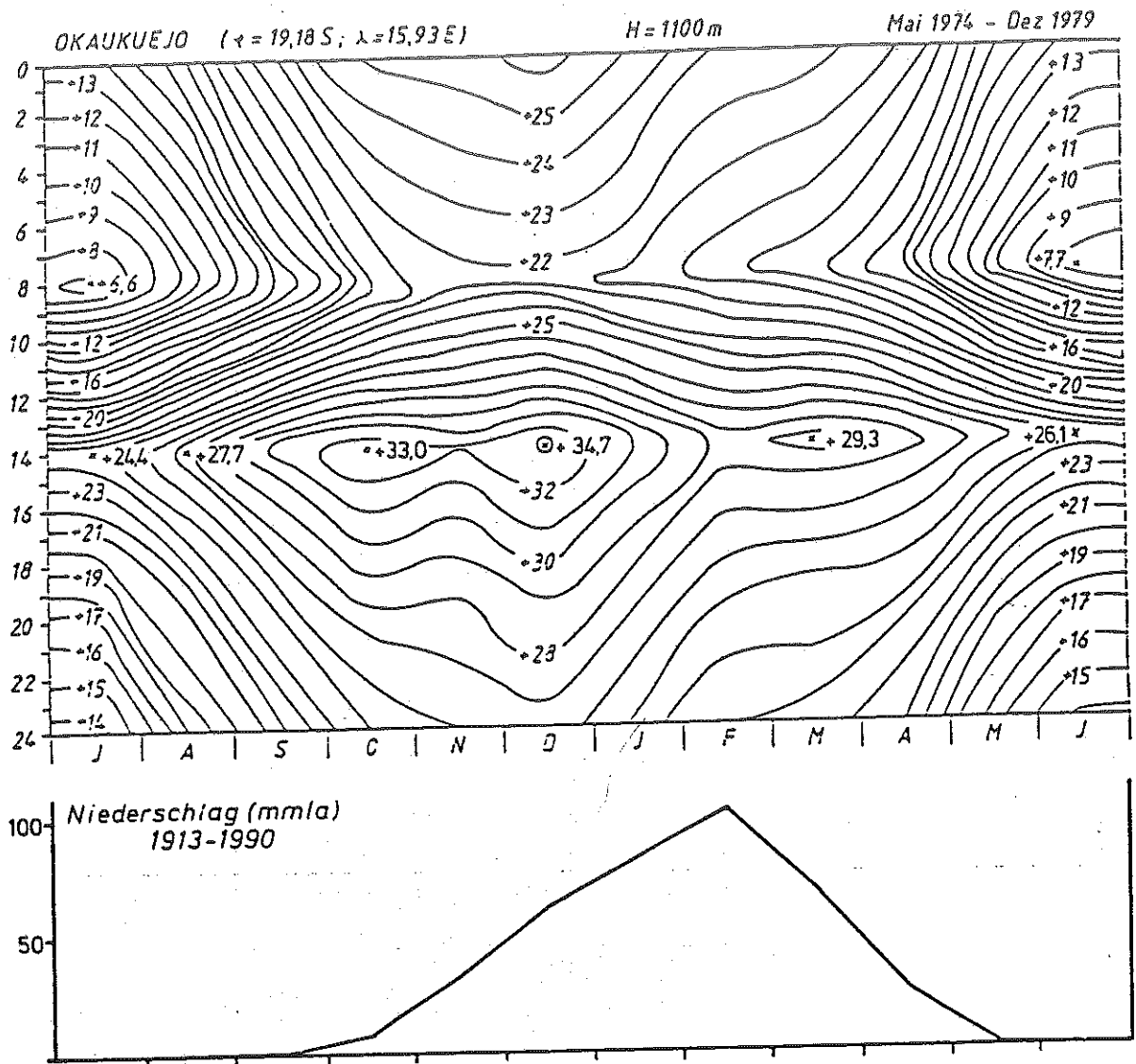


Abb. 47: Thermoisoplethen-Diagramm der Klimastation 1. Ordnung 'Okaukuejo' (nach RUST 1985: 227, Fig. 3; ergänzt).

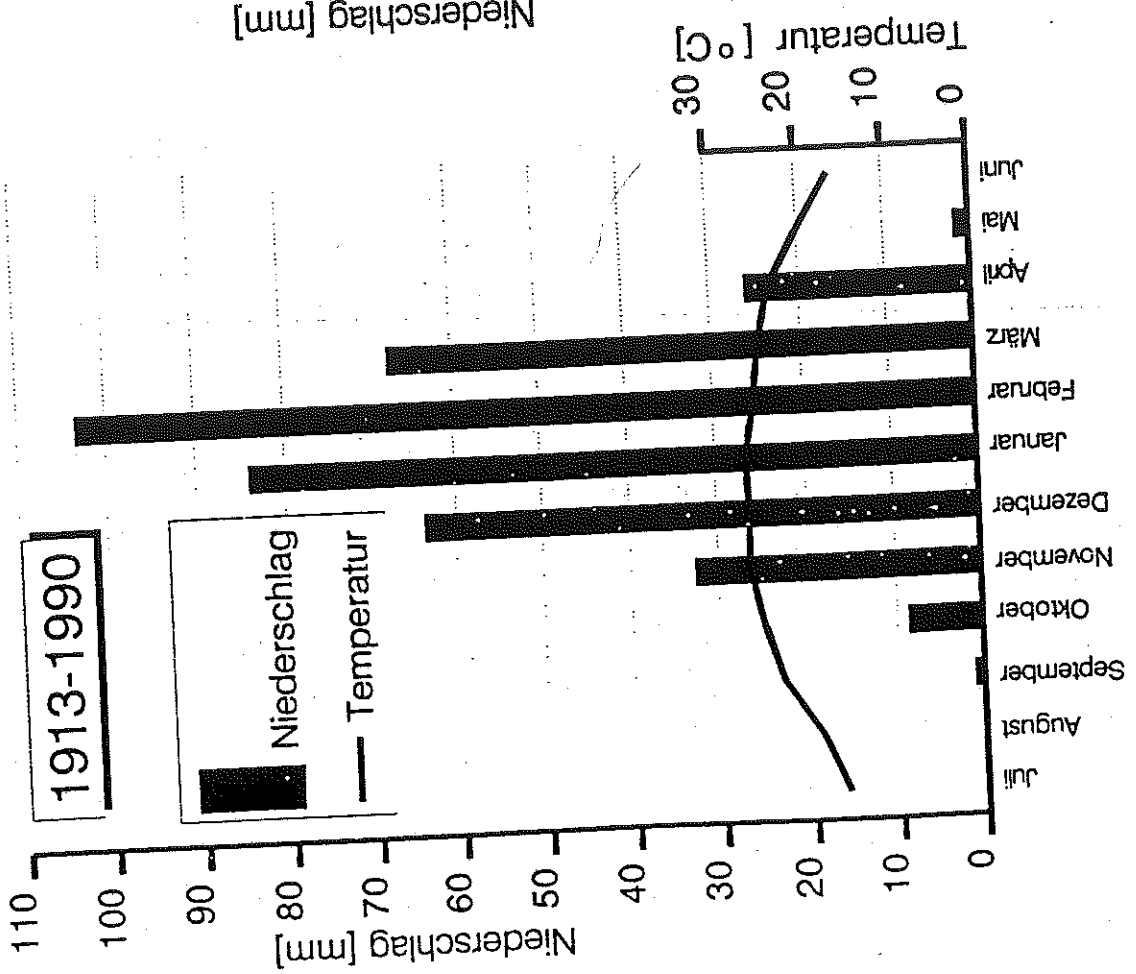
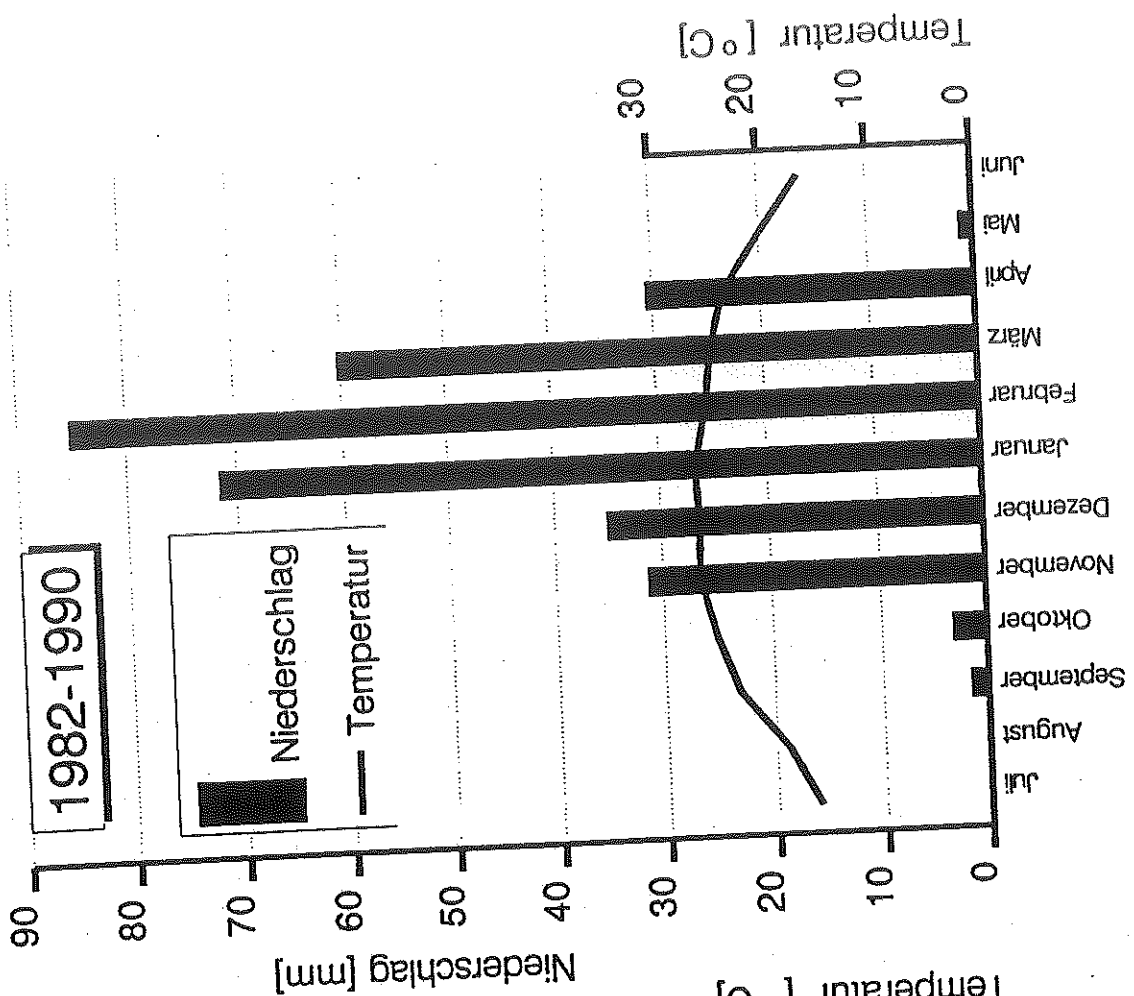


Abb. 48: Jahresgang des Niederschlags und der Temperatur an der Klimastation 1. Ordnung Okaukuejo/Etoscha N.P.

1982-1990, Niederschlag, Temperatur, 1913-1990, Niederschlag, Temperatur

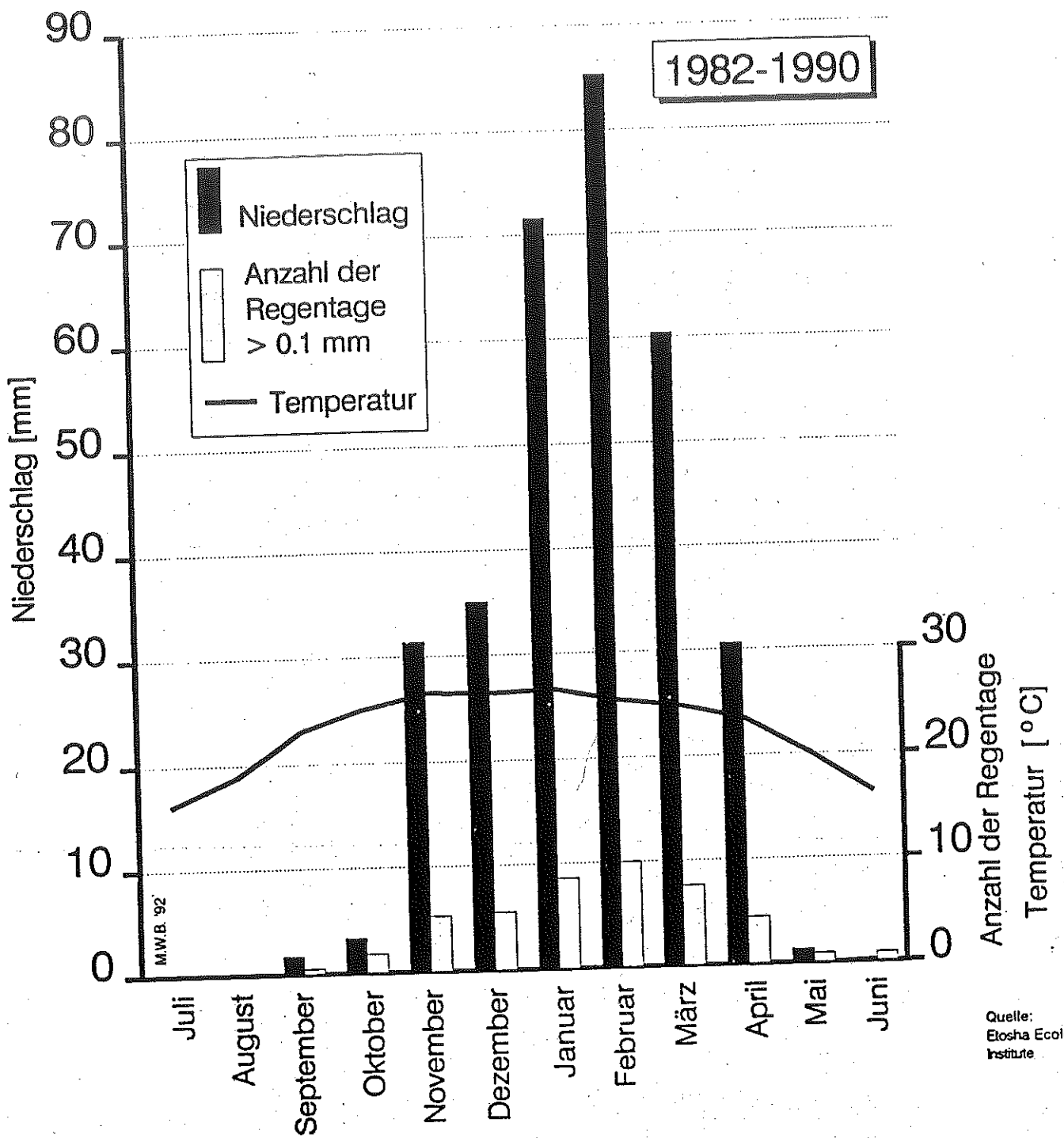


Abb. 49: Jahresgang des Niederschlags, der Anzahl der Regentage (Niederschlag > 0.1 mm) und der Temperatur an der Klima-station 1. Ordnung Okaukuejo/Etoscha N.P. (1982-1990)

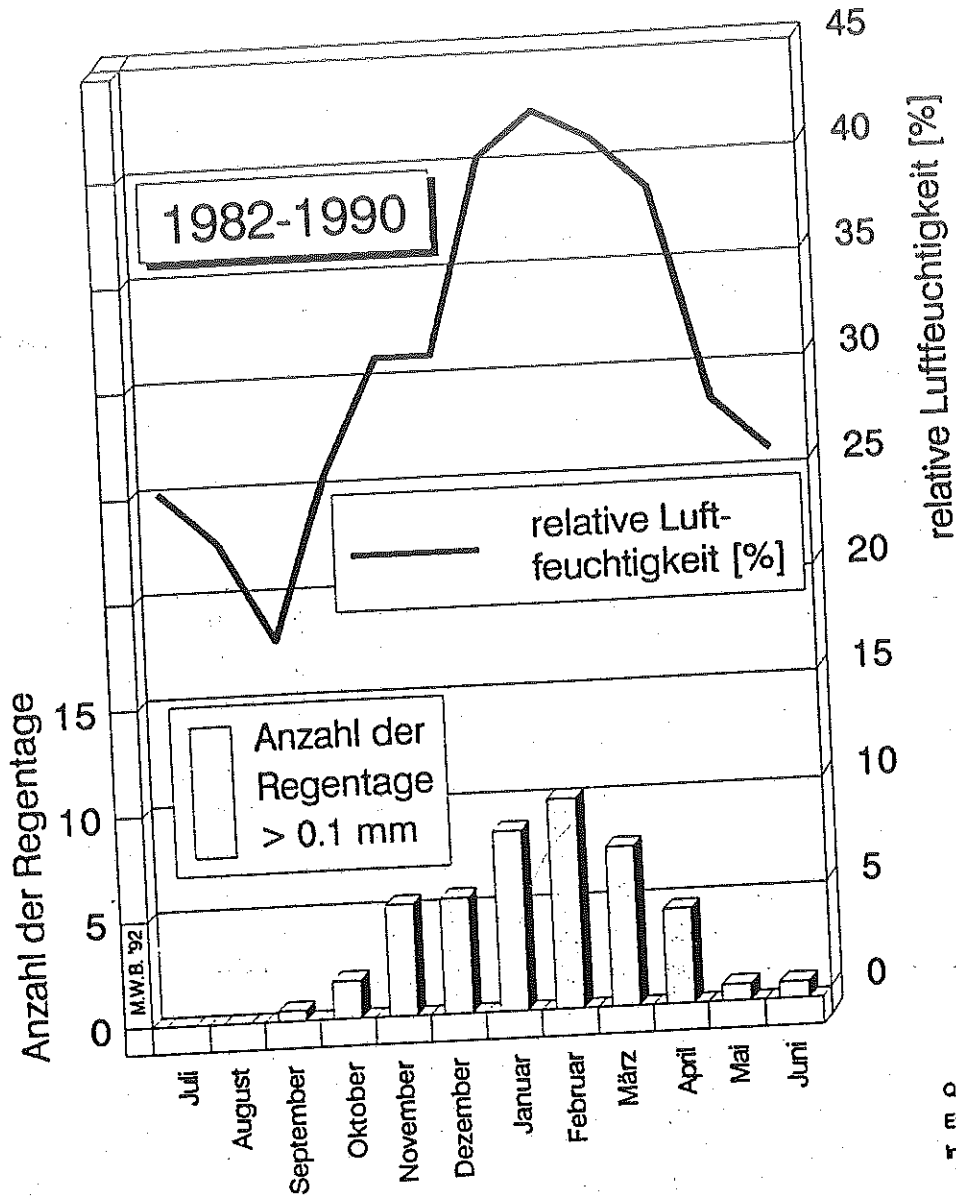


Abb. 50: Mittlere Anzahl der Regentage mit einem Niederschlag > 0.1 mm und Jahrgang der relativen Luftfeuchtigkeit [%] an der Klima-station 1. Ordnung Okaukuejo/Etoscha N.P.

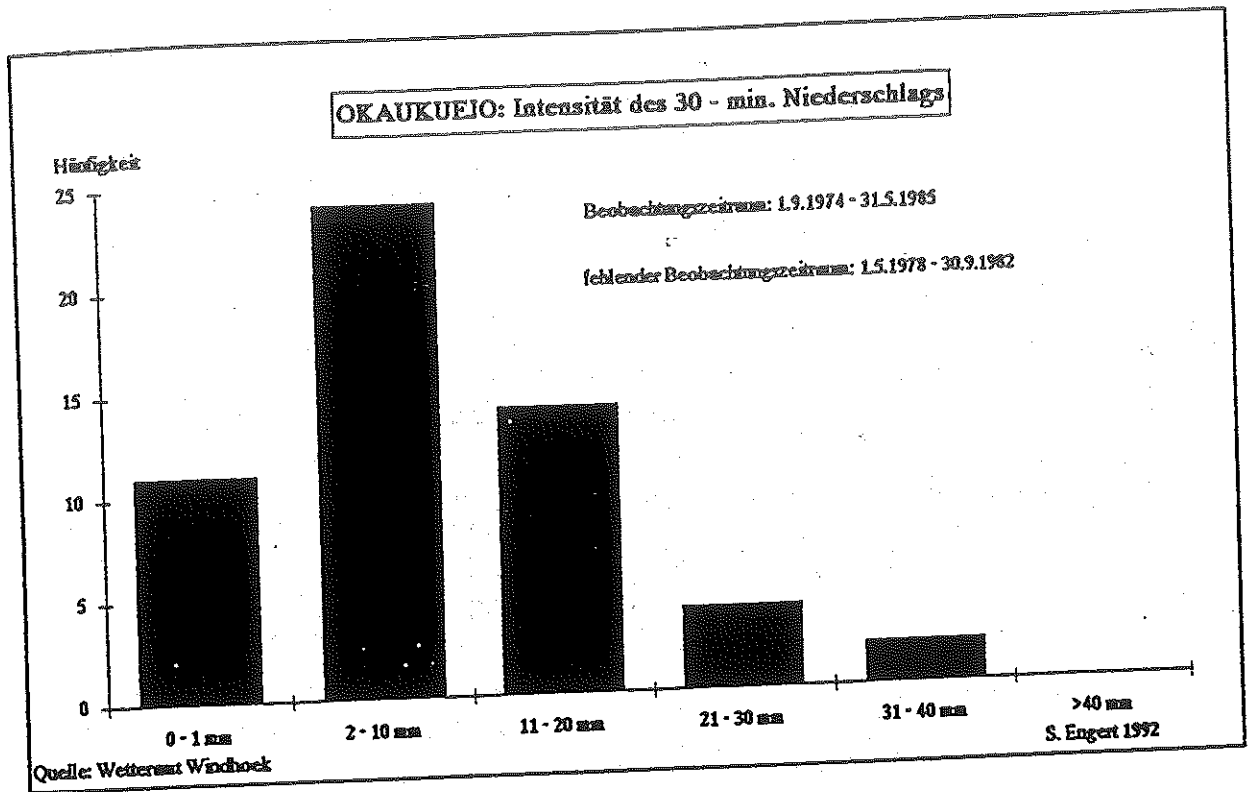


Abb. 51: Intensität des 30-minütigen Niederschlags (I₃₀-Ereignisse) an der Klimastation 1. Ordnung 'Okaukuejo' / Etoscha N.P.

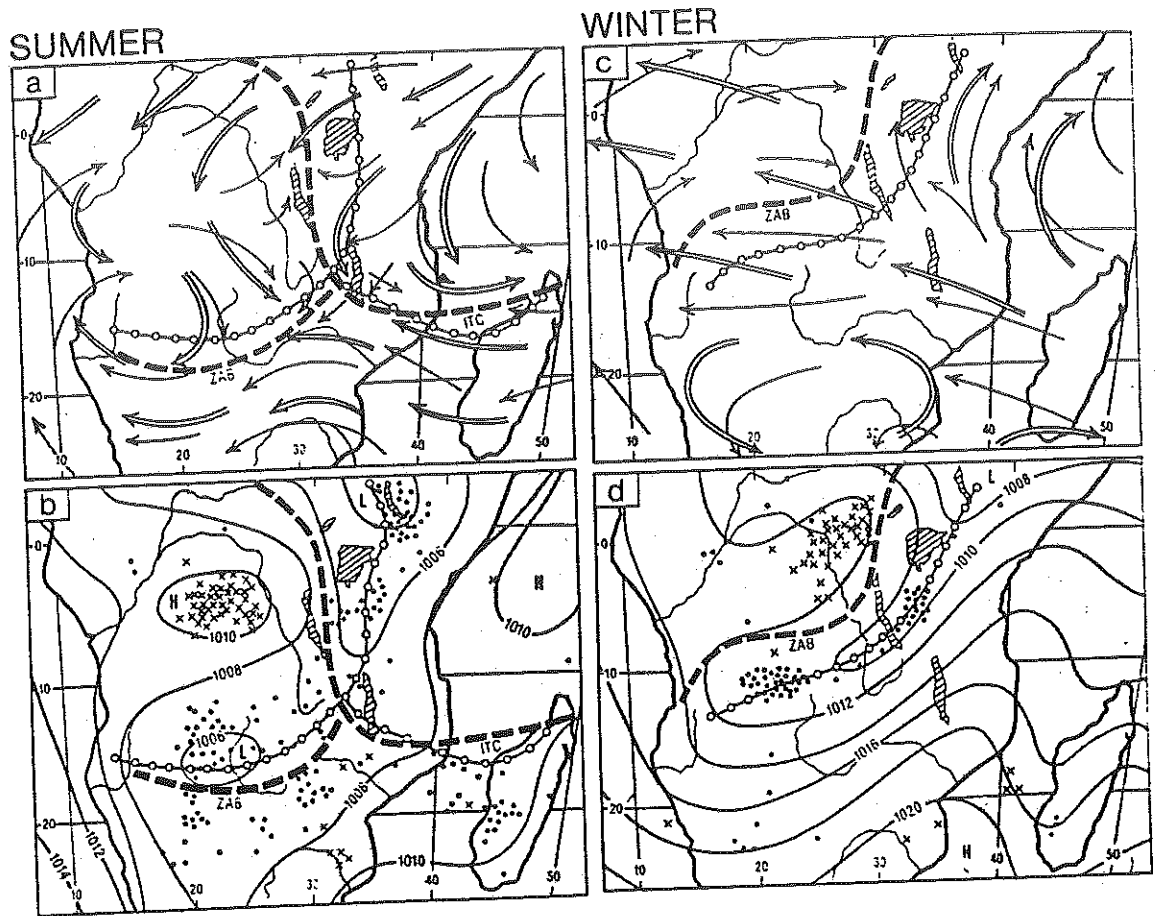
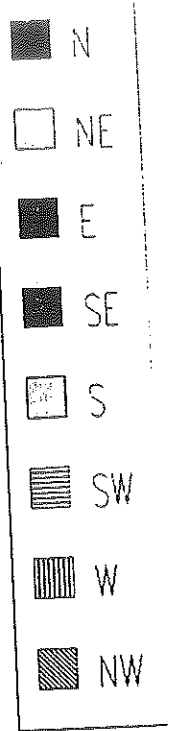
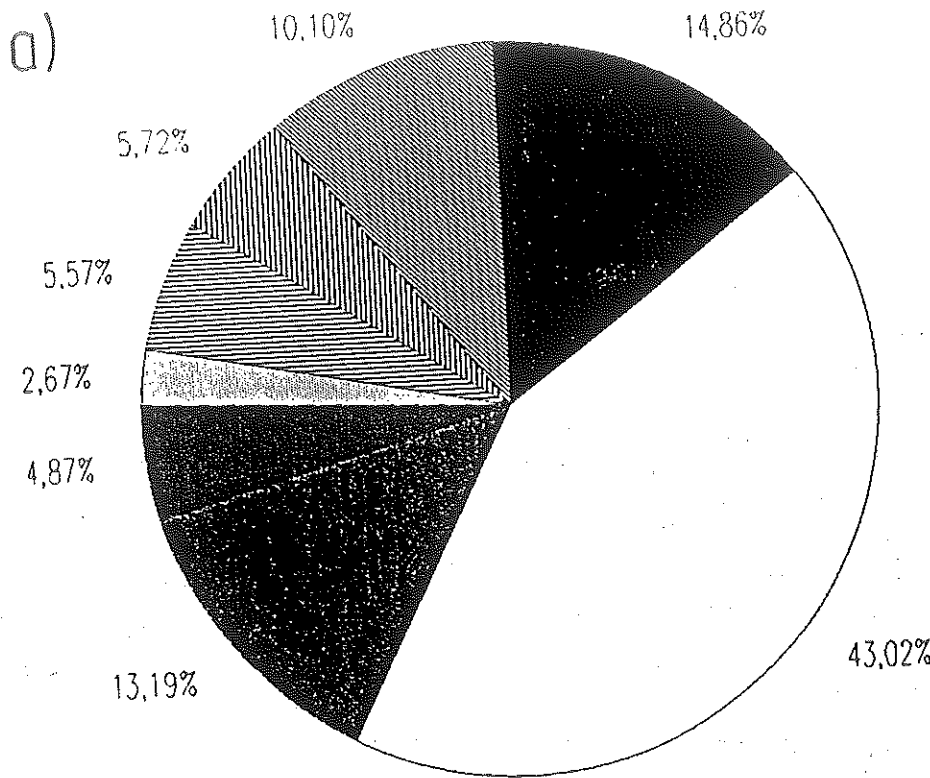


Abb. 52: Mittlere Lage der Innertropischen-Konvergenz-Zone (ITC) und der 'Zaire Air Boundary' (ZAB) (fette, gestrichelte Linien) über dem südlichen Afrika im Verlauf des Jahres 1958 (nach TYSON 1986: 101: Fig. 5.6).

(a) und (b): Sommersituation im Januar und Februar 1958; (c) und (d): Wintersituation im Juli und August 1958.

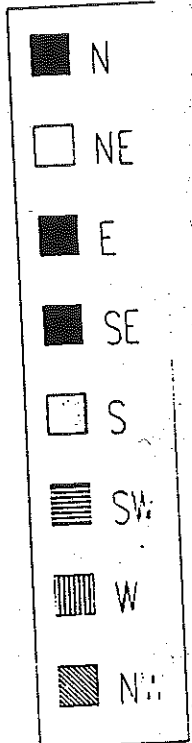
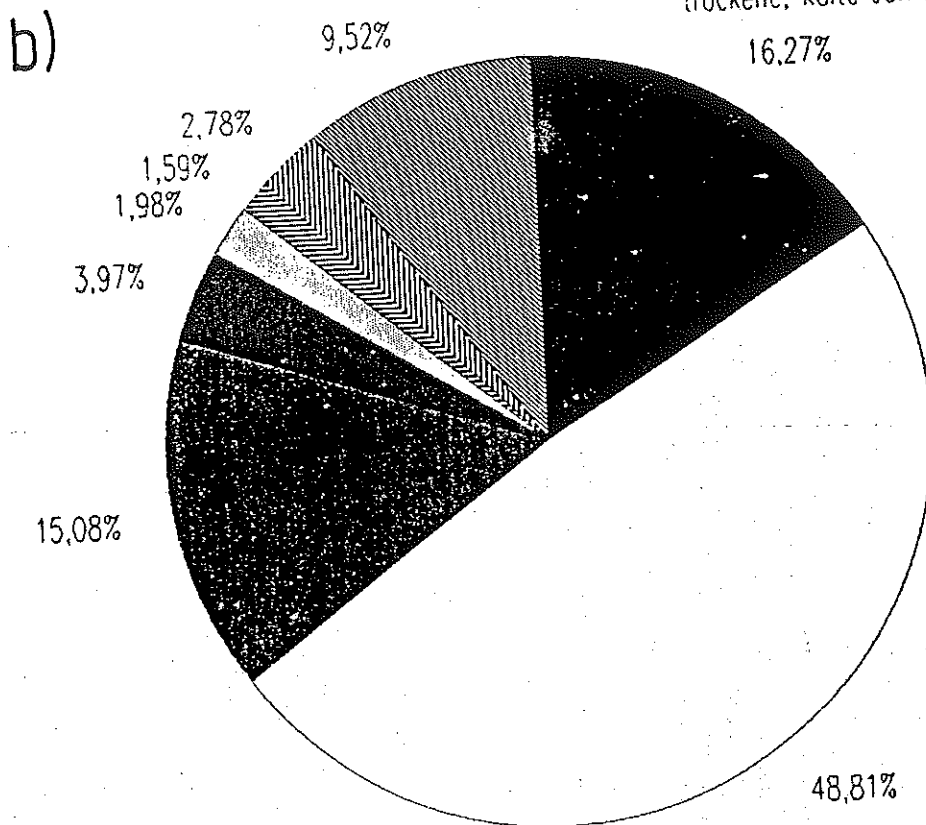
Die dünnen Pfeile illustrieren die bodennahen Luftströmungen und die Doppelpfeile die Strömungsverhältnisse in einer Höhe von 3 km; die verbundenen Kreise bezeichnen die Lage der wichtigsten Tiefdruckrinnen. Lokale, geschlossene Hoch- und Tiefdrucksysteme sind durch Kreuze bzw. Punkte markiert. Die dünnen Linien geben die durchschnittlichen Druckverhältnisse bezogen auf das Meeresniveau in mb an (nach TALJAARD 1972).



Quelle: Etosha Ecological Institute

Beobachtungszeitraum: 06.01.82 - 08.01.91

S. Engert 1992



Quelle: Etosha Ecological Institute

Beobachtungszeitraum: 06.01.82 - 08.01.91

S. Engert 1992

Abb. 53: Prozentualer Anteil der Windrichtungen (14.00 Uhr-Termin) an der Klimastation 1. Ordnung Okaukuejo/Etoscha N.P. (nach ENGERT 1992a: 9, Abb. 1.3. und 11, Abb. 1.5.):
 a) Windrichtungen über das gesamte Jahr
 b) Windrichtungen von Mai bis August (Trockenzeit)

- a) Station
- b) Höhe in m ü. NN
- c) mittlere Jahrestemperatur (°C)
- d) mittlerer, saisonaler Jahresniederschlag (mm)
- e) Dauer der Beobachtung; die erste Zahl kennzeichnet die Temperatur, die zweite Zahl den Niederschlag
- f) absolute Maximum-Temperatur
- g) mittlere tägliche Höchsttemperatur des wärmsten Monats
- h) mittlere tägliche Minimumtemperatur des kältesten Monats
- i) absolute Minimum-Temperatur
- j) mittlere Dauer der frostfreien Periode (in Tagen)
- k) Kurve des mittleren monatlichen Niederschlages
- l) Kurve der mittleren Monatstemperatur
- m) Monate mit absoluten Minimum-Temperaturen unter 10°C

Maßstab: 5,7 mm = 10°C; = 20 mm Niederschlag

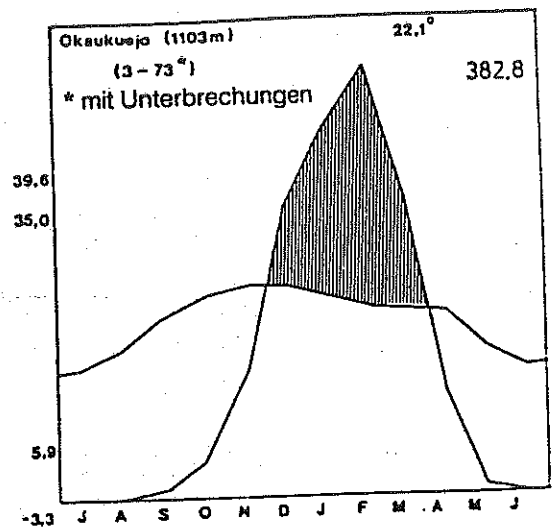
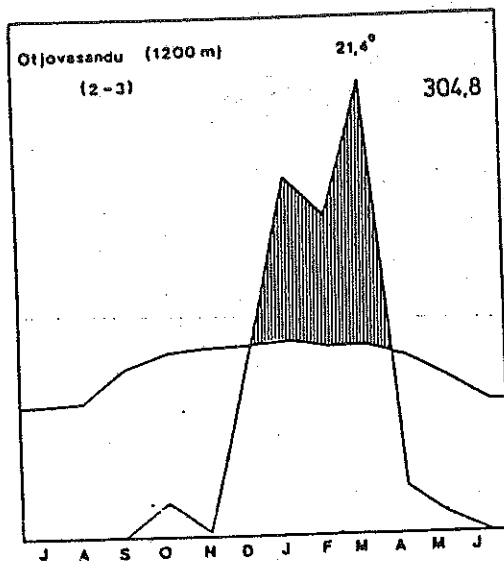
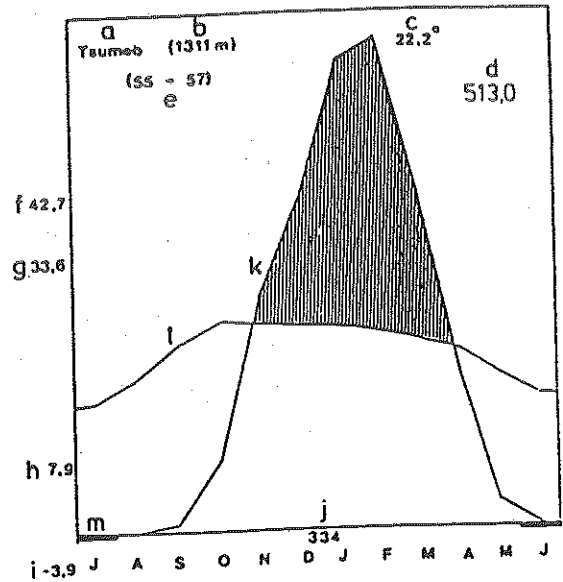
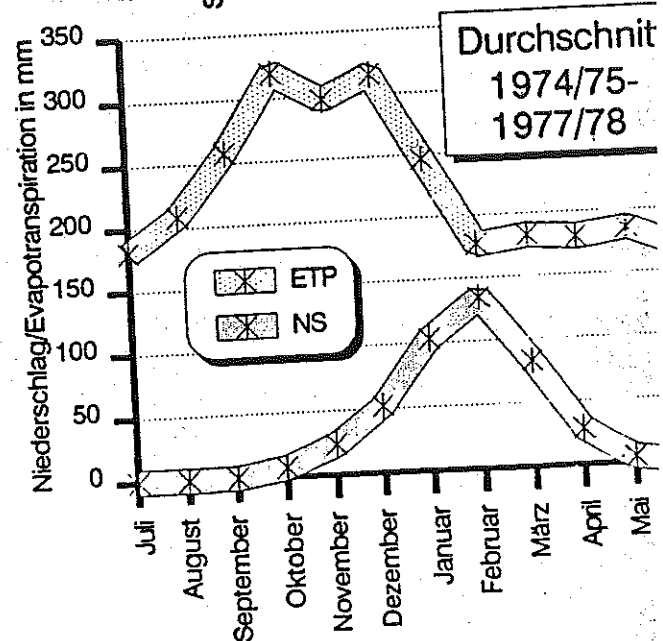
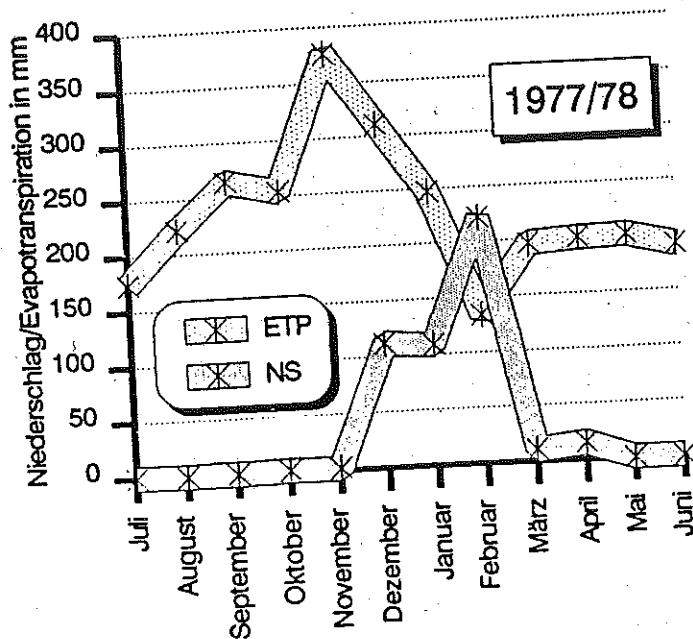
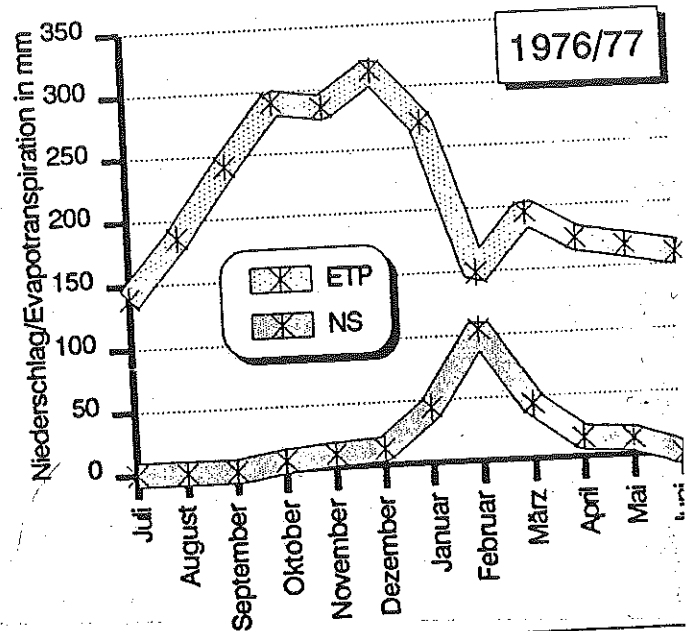
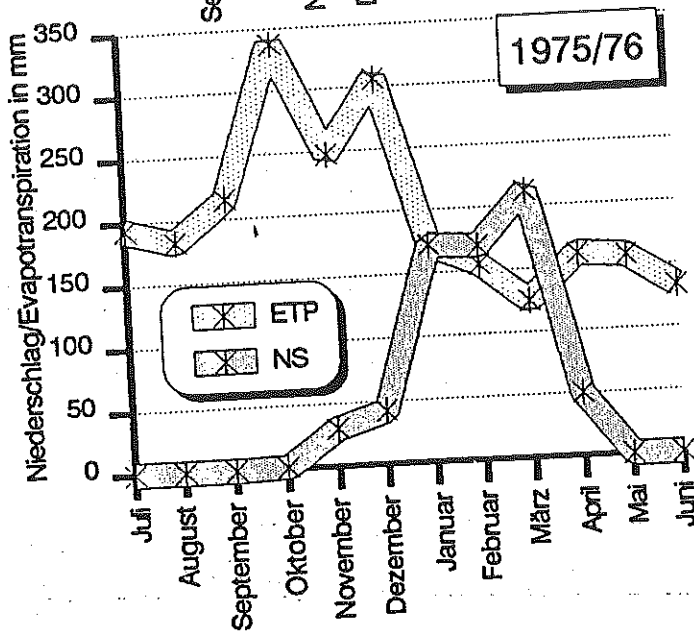
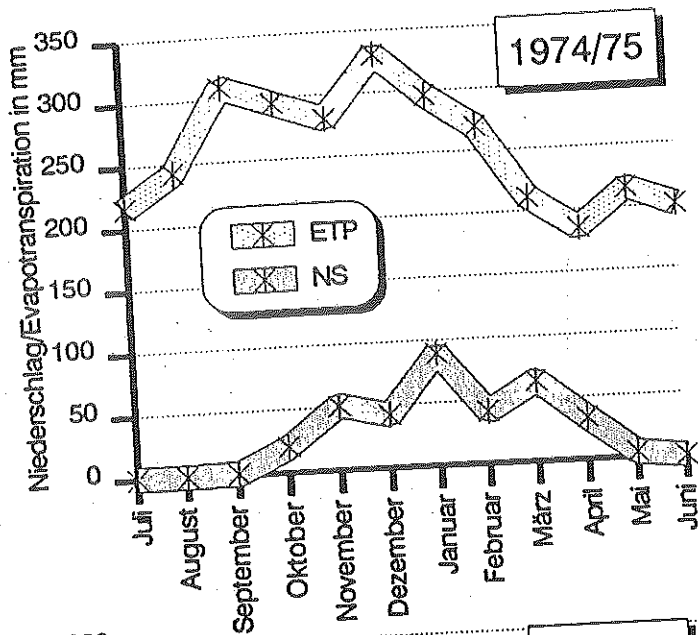


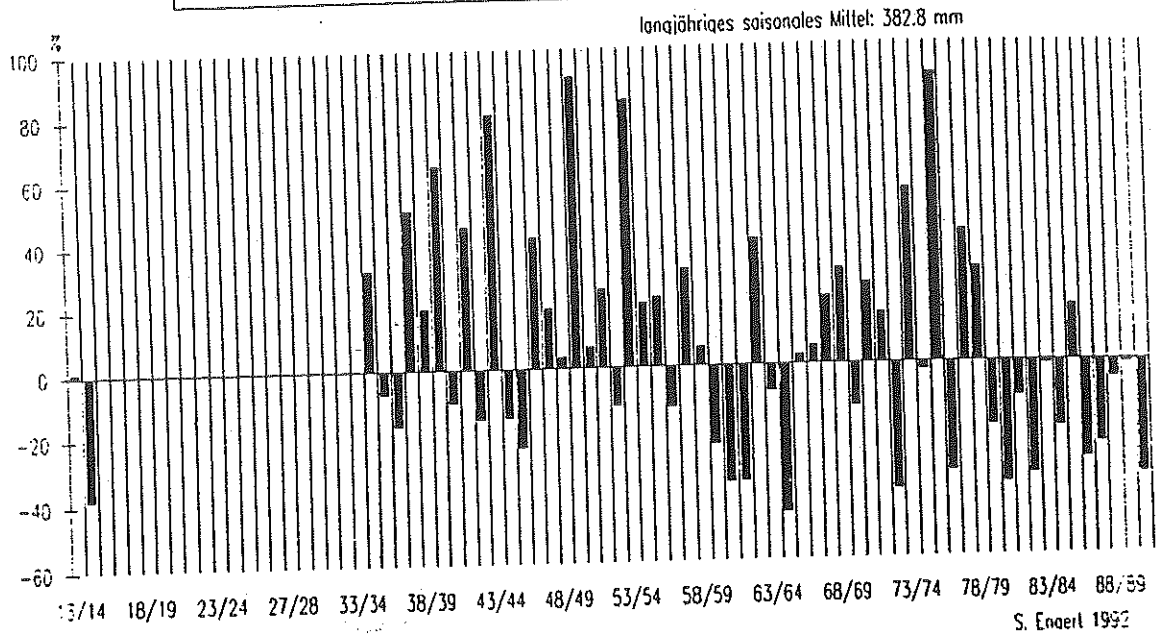
Abb. 54: Ökologische Klima-Diagramme der Stationen 'Otjovasandu', 'Okaukuejo' und 'Tsumeb', Nord-Namibia (Darstellung nach WALTER; aus LE ROUX et al. 1988: 2, Fig. 1, ergänzt).

Abb. 55:

Verhältnis der potentiellen Evapotranspiration (pET) zum Niederschlag (NS) im Verlauf der Regenzeiten 1974/75 bis 1977/78 an der Station 1. Ordnung 'Okaukuejo'/Etoscha N.P. (auf der Datengrundlage von BERRY 1980: 38, Tab. 2.4).



OKAUKUEJO: saisonale Niederschlagsabweichung in %



NAMUTONI: saisonale Niederschlagsabweichung in %

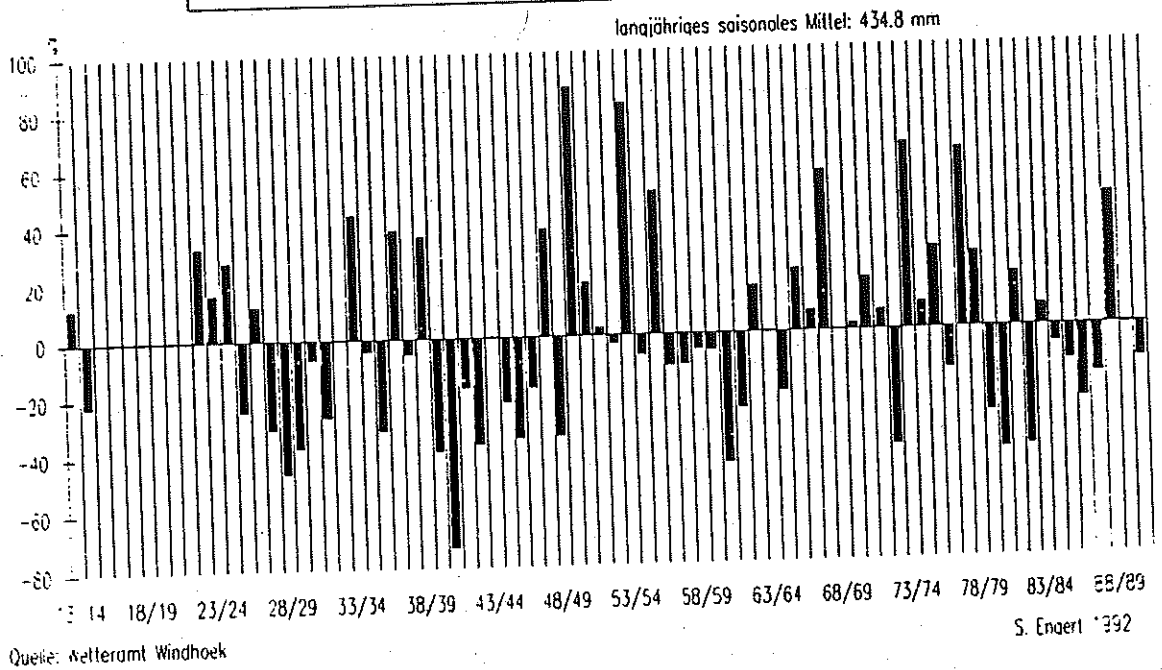


Abb. 56: Prozentuale Abweichung des saisonalen Niederschlags vom langjährigen Mittelwert an den Stationen 'Okaukuejo' und 'Namutoni' / Etoscha N.P. (nach ENGERT 1992a: 67, Abb. 4.38. und 65, Abb. 4.34).

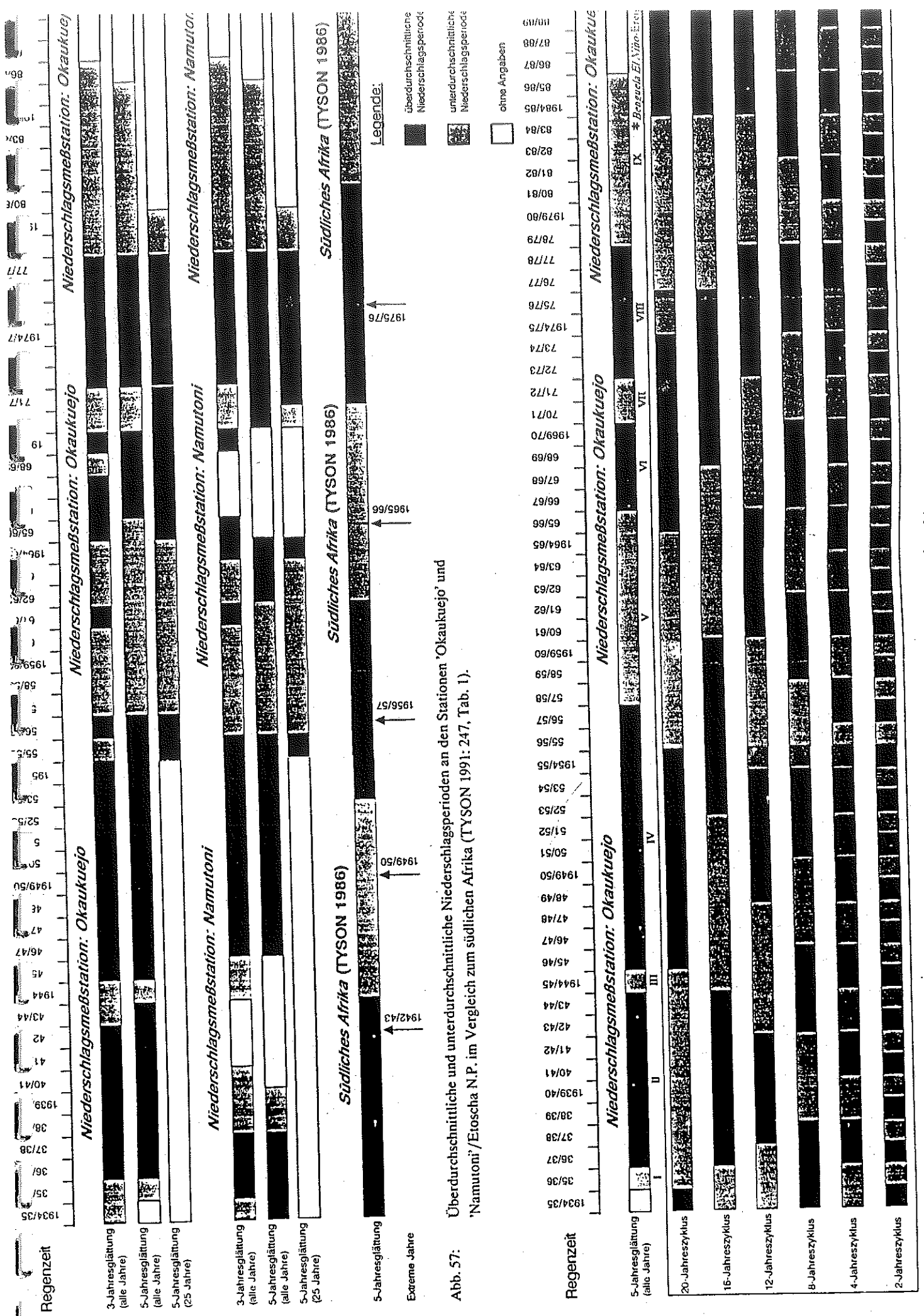


Abb. 57: Überdurchschnittliche und unterdurchschnittliche Niederschlagsperioden an den Stationen 'Okaukuejo' und 'Namutoni' / Etoscha N.P. im Vergleich zum südlichen Afrika (TYSON 1991: 247, Tab. 1).

Abb. 58: Überdurchschnittliche und unterdurchschnittliche Niederschlagsperioden im Vergleich zu den möglicherweise wirksamen Niederschlagszyklen an der Station 'Okaukuejo' / Etoscha N.P.

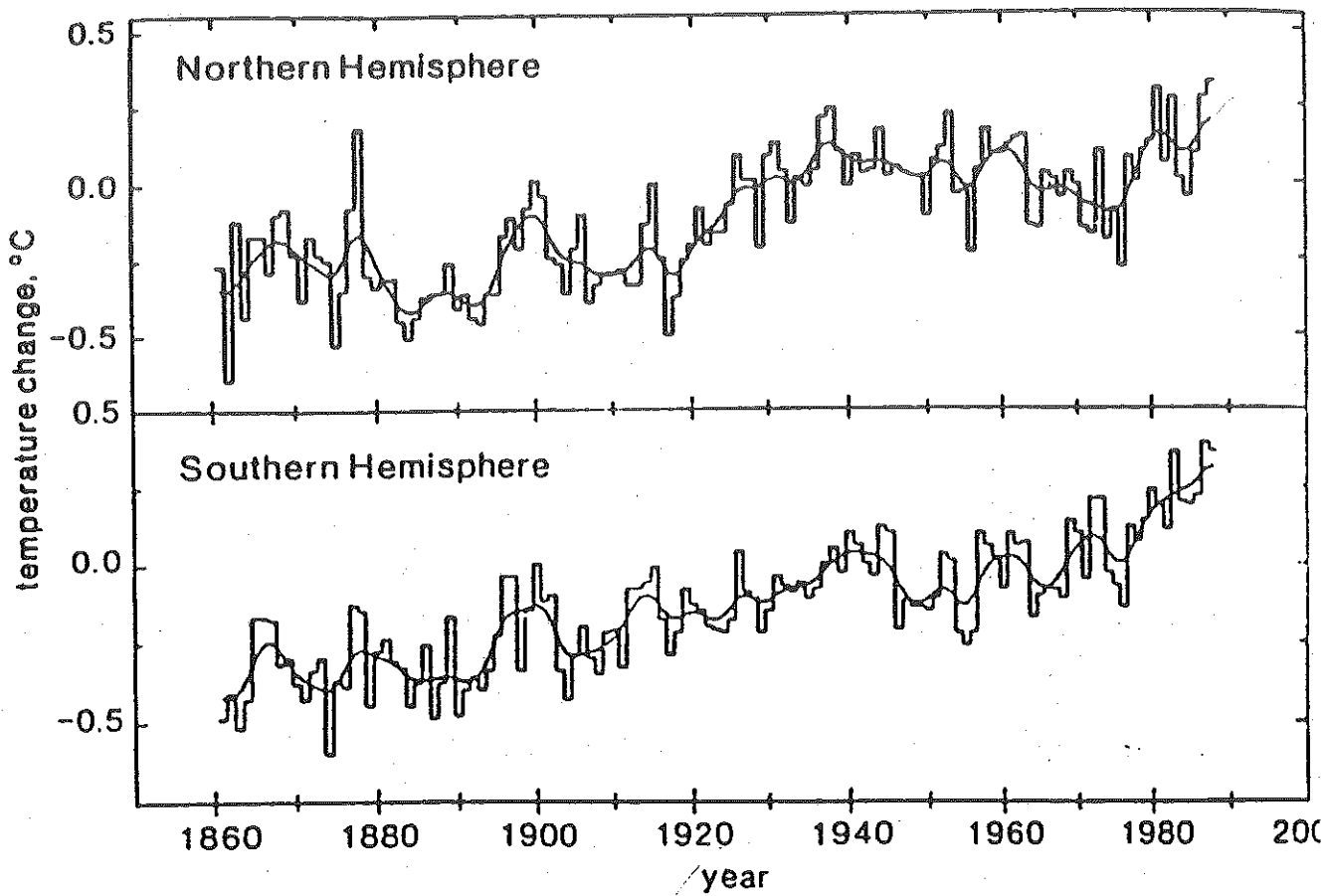


Abb. 59: Temperaturanstieg auf der Nord- und Südhemisphäre seit 1861-1988 (nach FARMER et al. 1989; aus TYSON 1990: 322, Fig. 6).

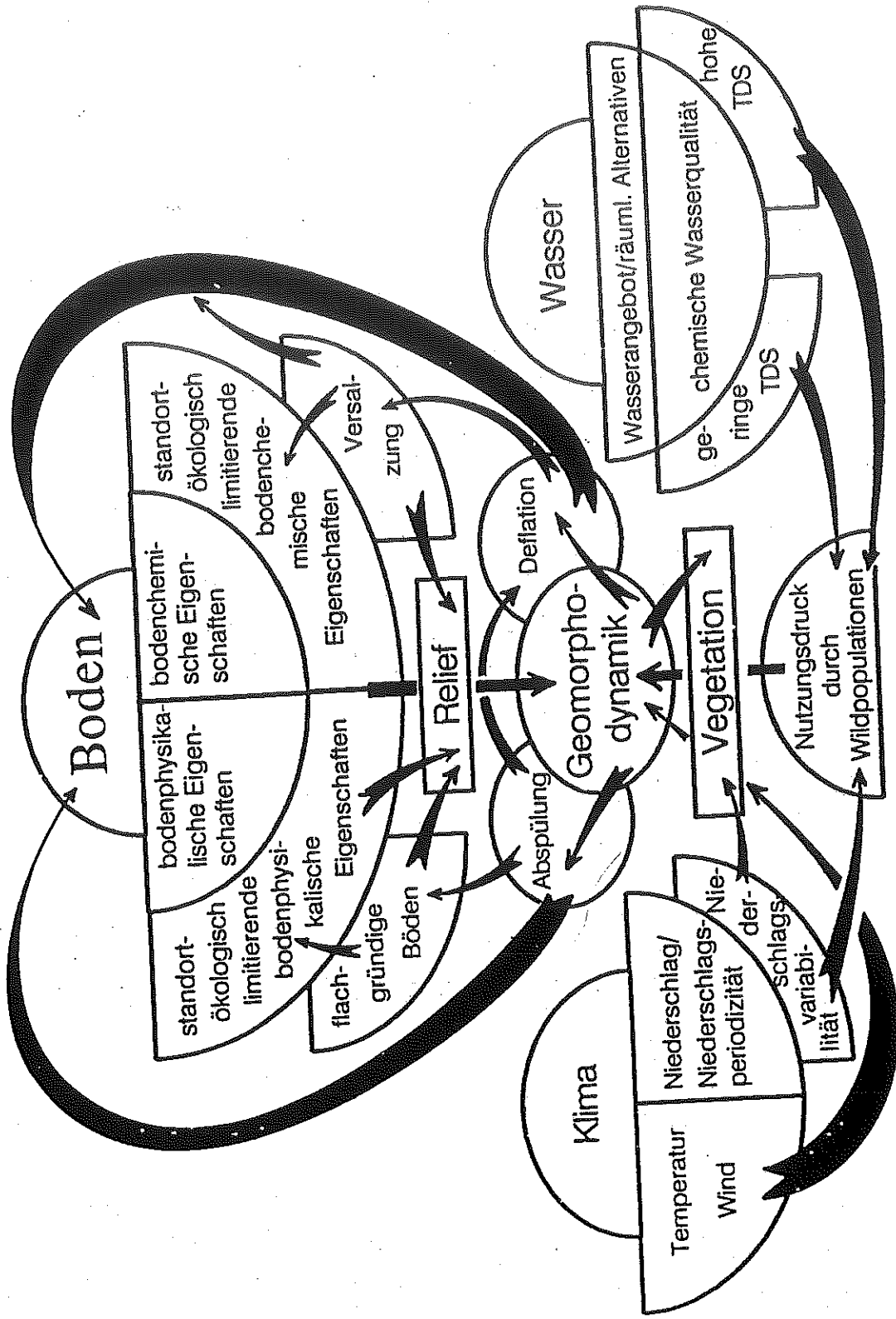


Abb. 60: Interdependenz und Integration der geökologischen, öko-pedologischen und geomorphodynamischen Risiken im quasi-natürlichen Ökosystem des Etoscha N.P./Nord-Namibia; TDS = Total Dissolved Solids (= Gesamtheit der gelösten Stoffe); als Maß für den Salzgehalt.

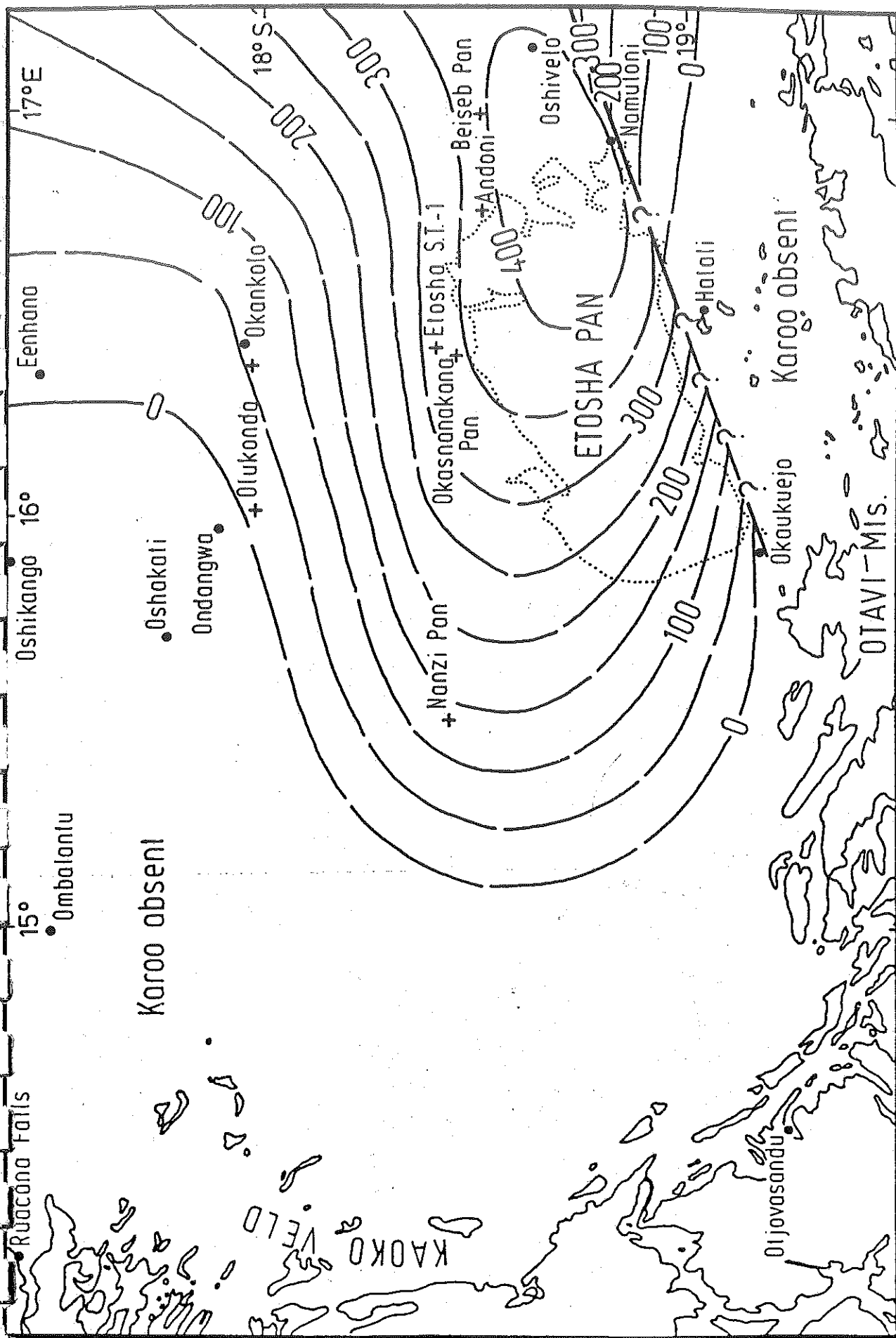


Abb. 62: a) Isopachen-Karte der Karoo Sequenz im Etoscha Becken; Mächtigkeit in m (nach HEDBERG 1979: 285, Fig. 80).

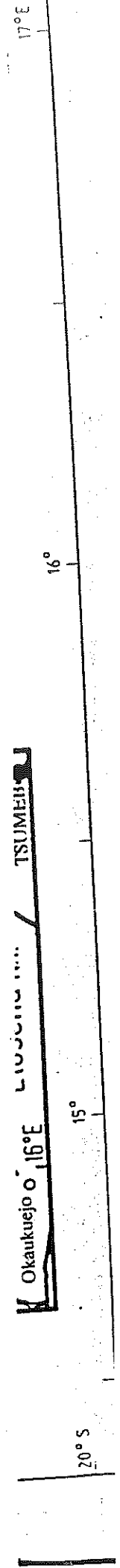
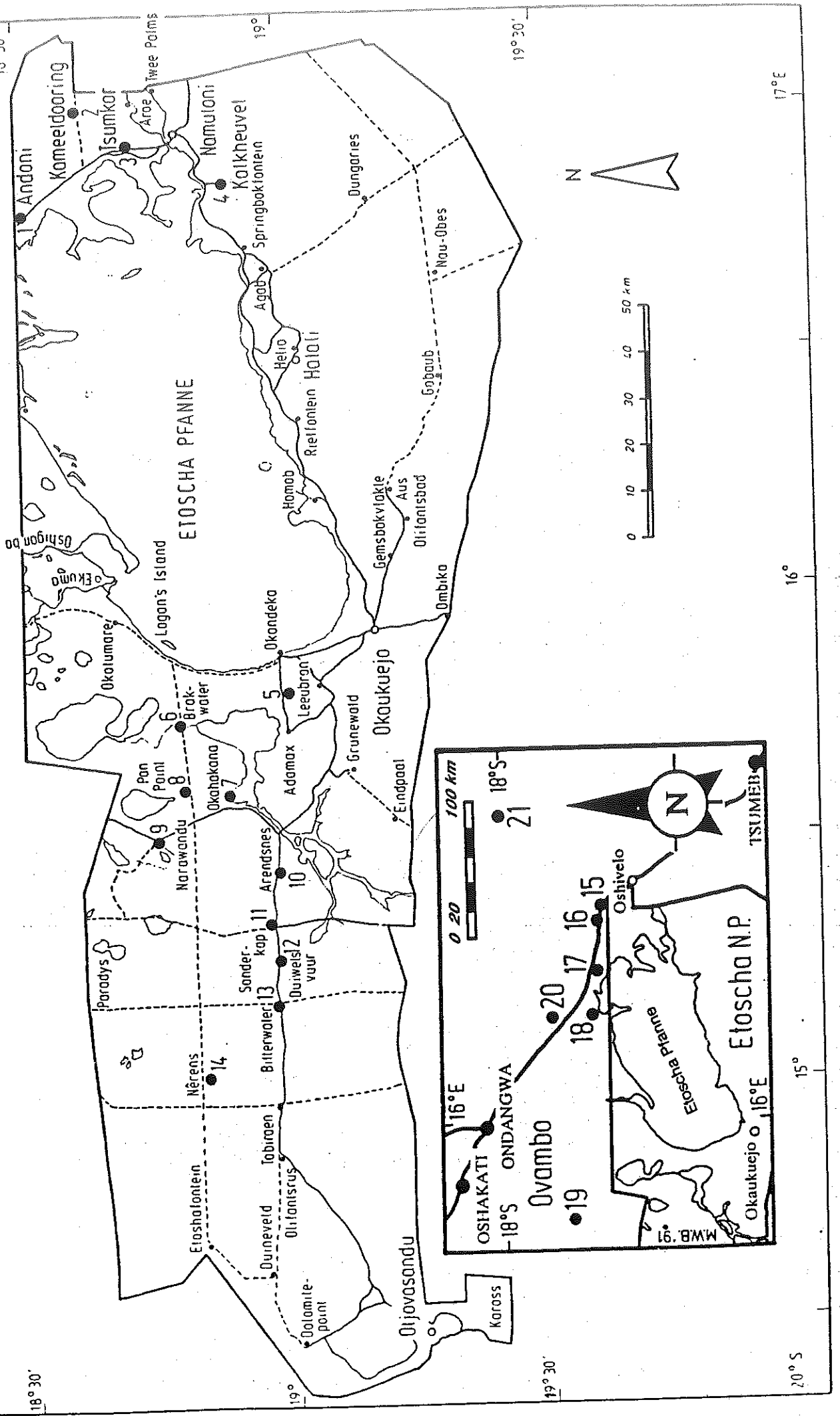


Abb. 63: Geologische Profile der Hangendfolge der Kalahari Gruppe
 a) Lage der Bohrungen im Etoscha N.P. und angrenzenden Ovamboland



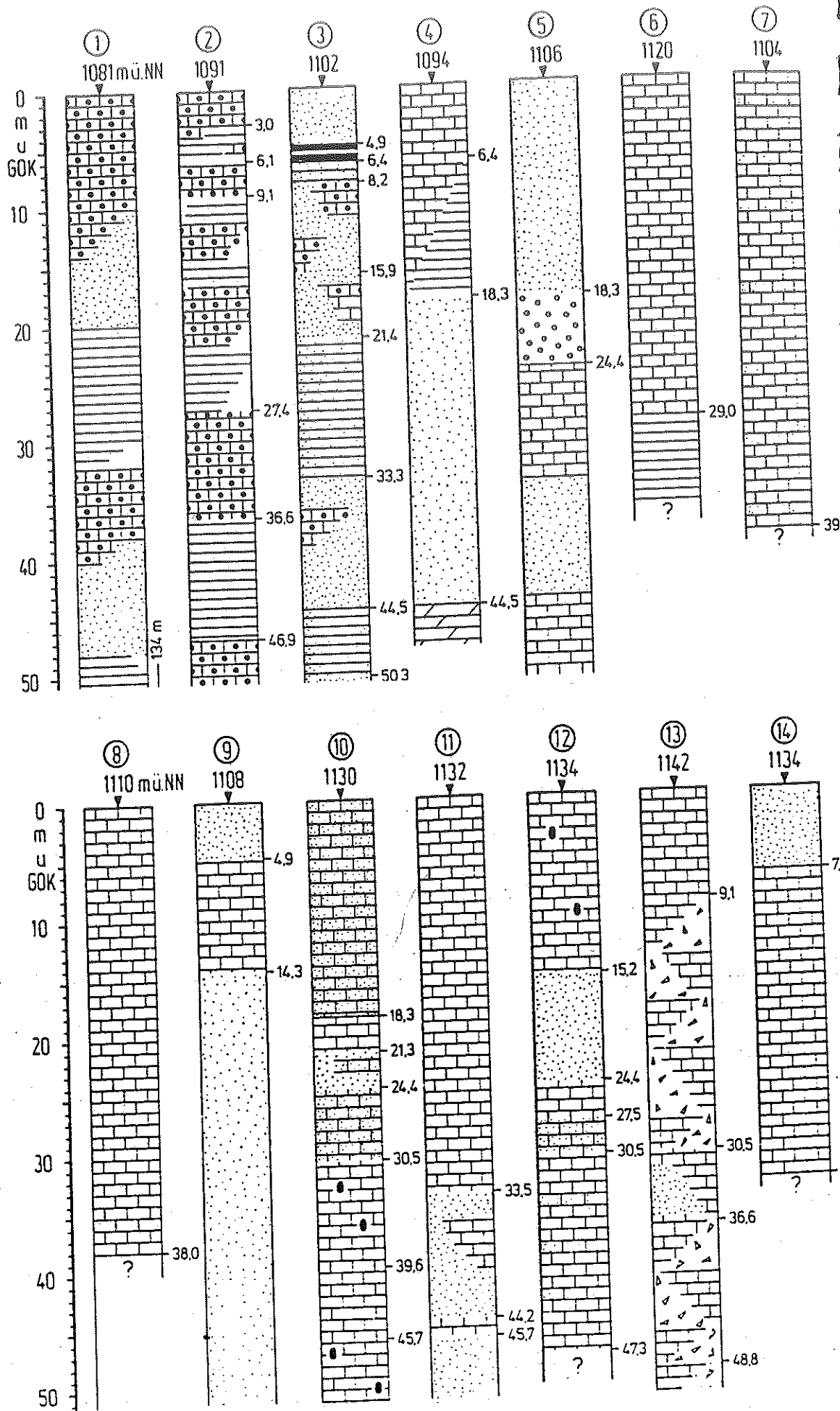


Abb. 63: b) Geologische Profile im Etoscha N.P. (Bohrungen Nr. 1-14)

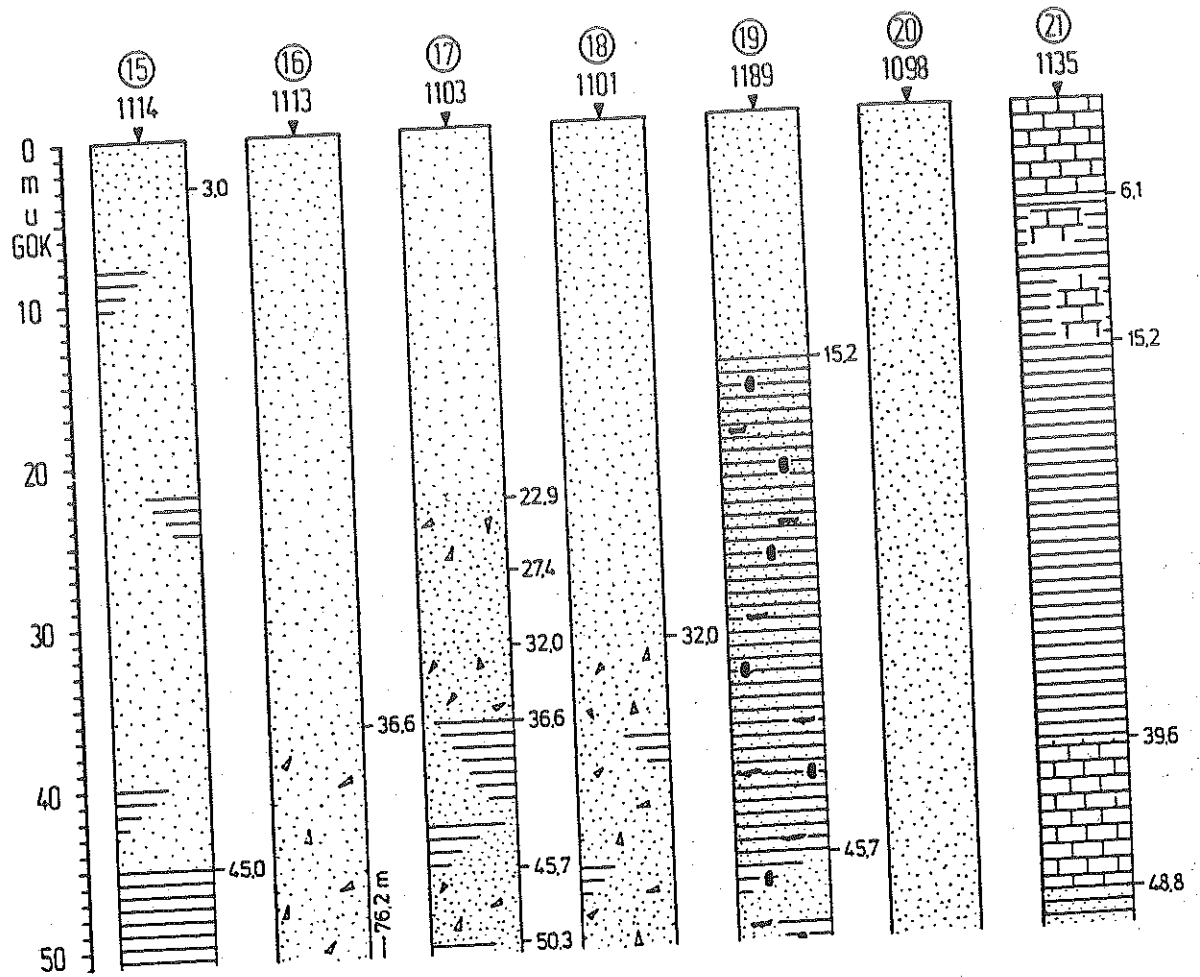


Abb. 63: c) Geologische Profile im Ovamboland (Bohrungen Nr. 15-21).

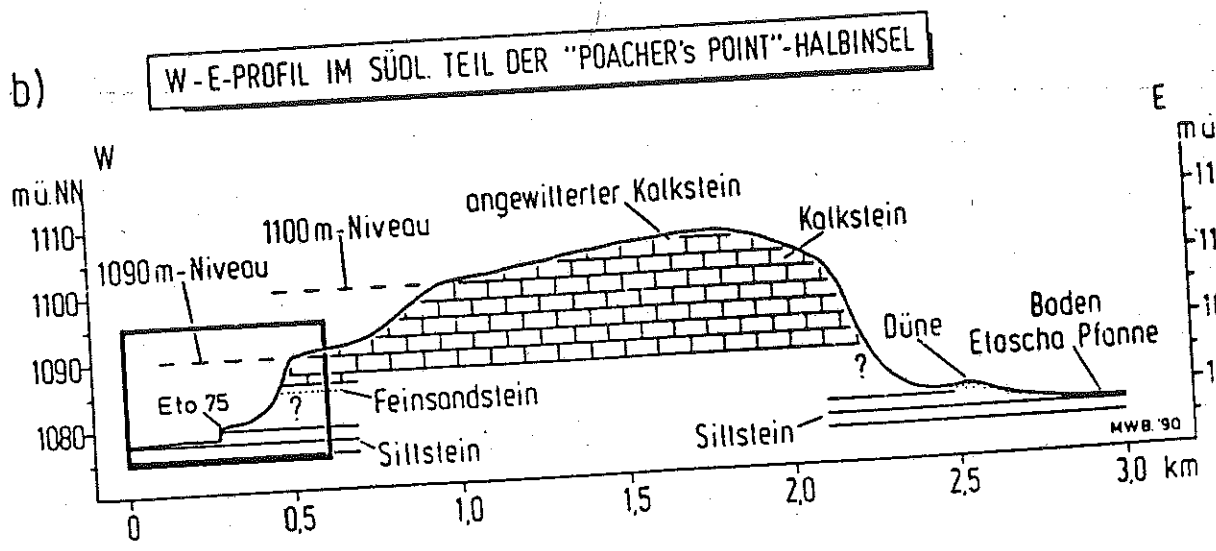
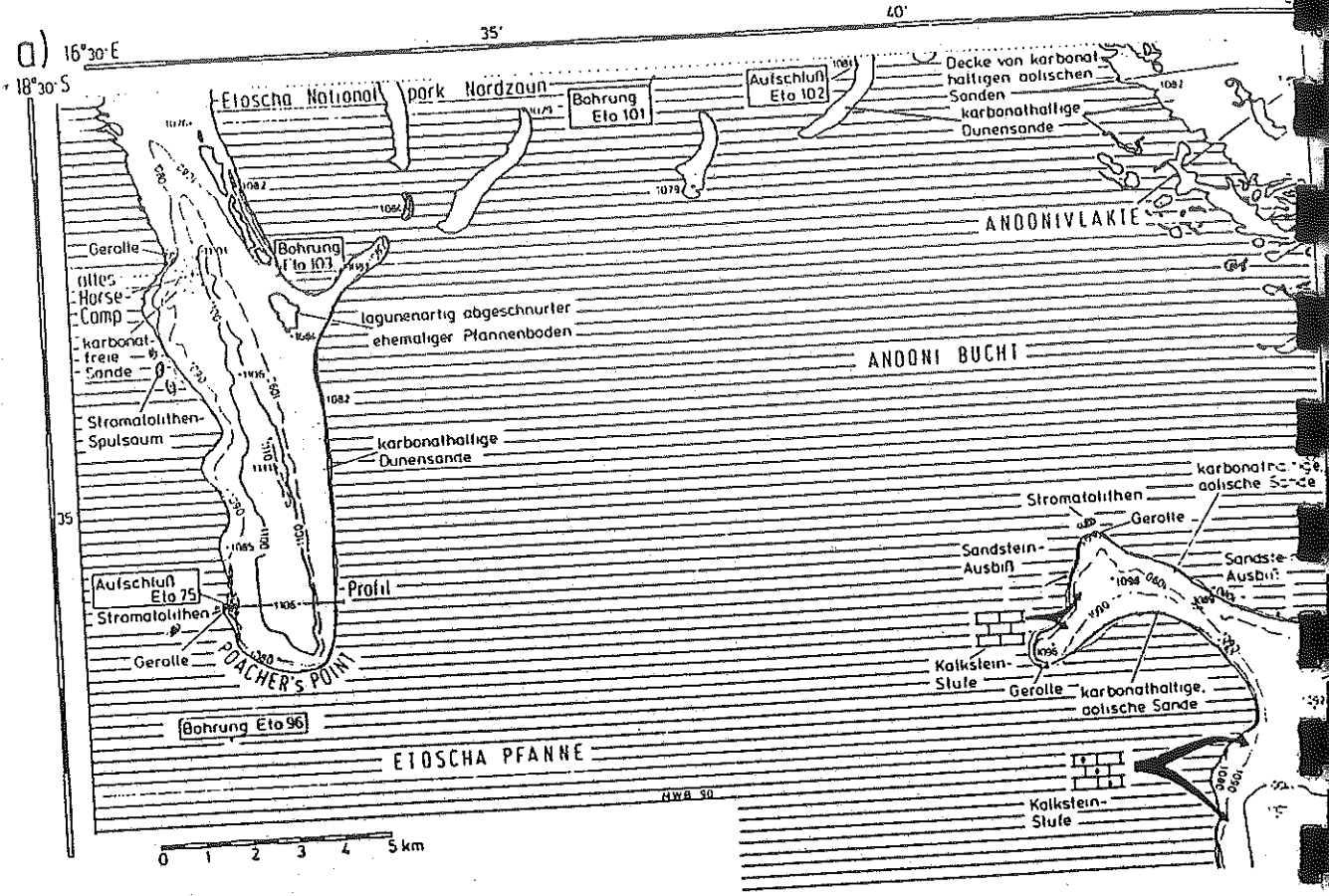
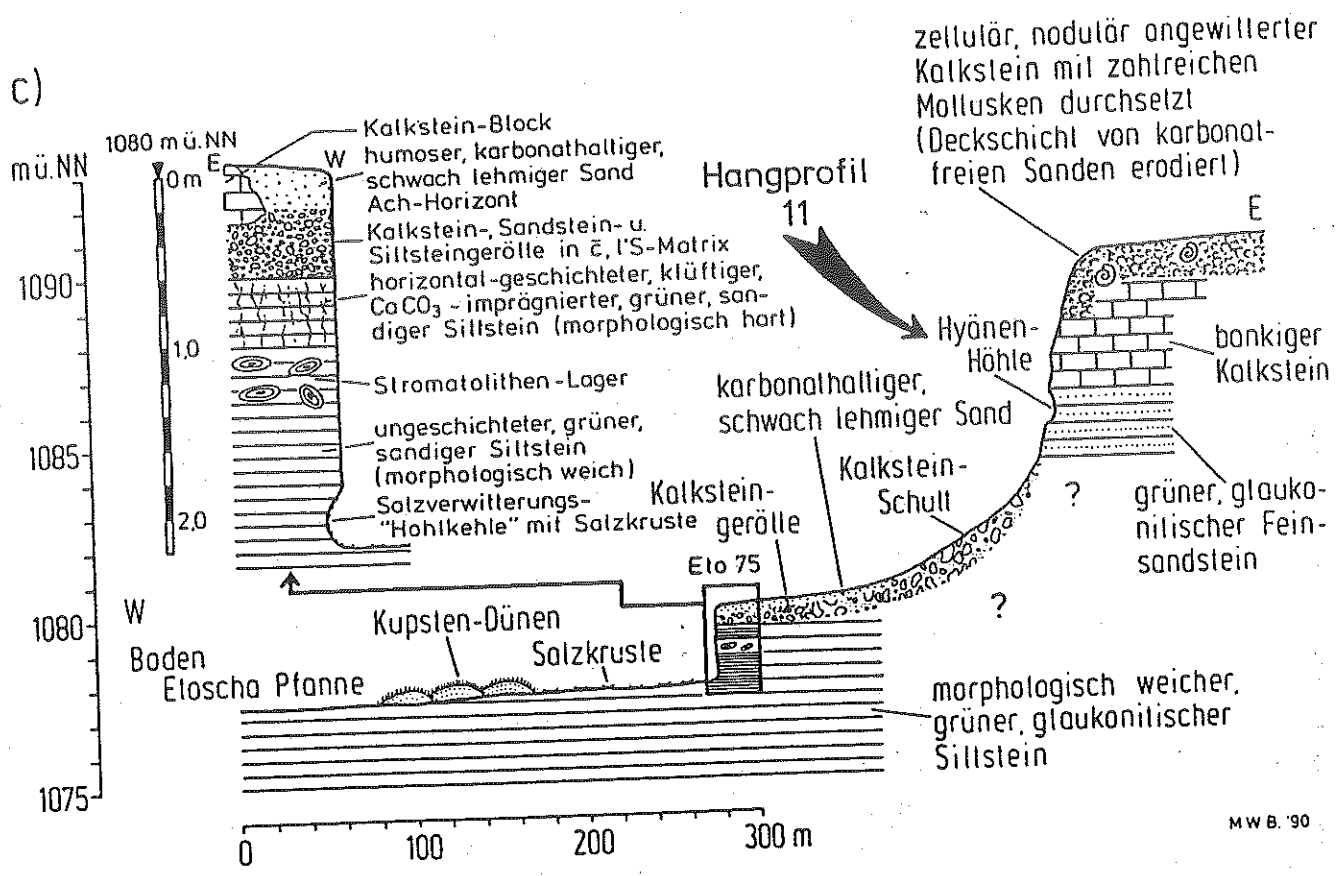


Abb. 64: Geomorphologisch-geologisch-stratigraphische Situation im Nordosten der Etoscha Pfanne:
 a) Geomorphologische Kartierung 'Poacher's Point-Halbinsel' und 'Andoni Bucht'
 b) West-Ost-Profil im südlichen Teil der 'Poacher's Point-Halbinsel'



MWB '90

d) PROFIL 11
 "Poacher's Point"
 Halbinsel (Südteil)
 Aufschluß Westflanke

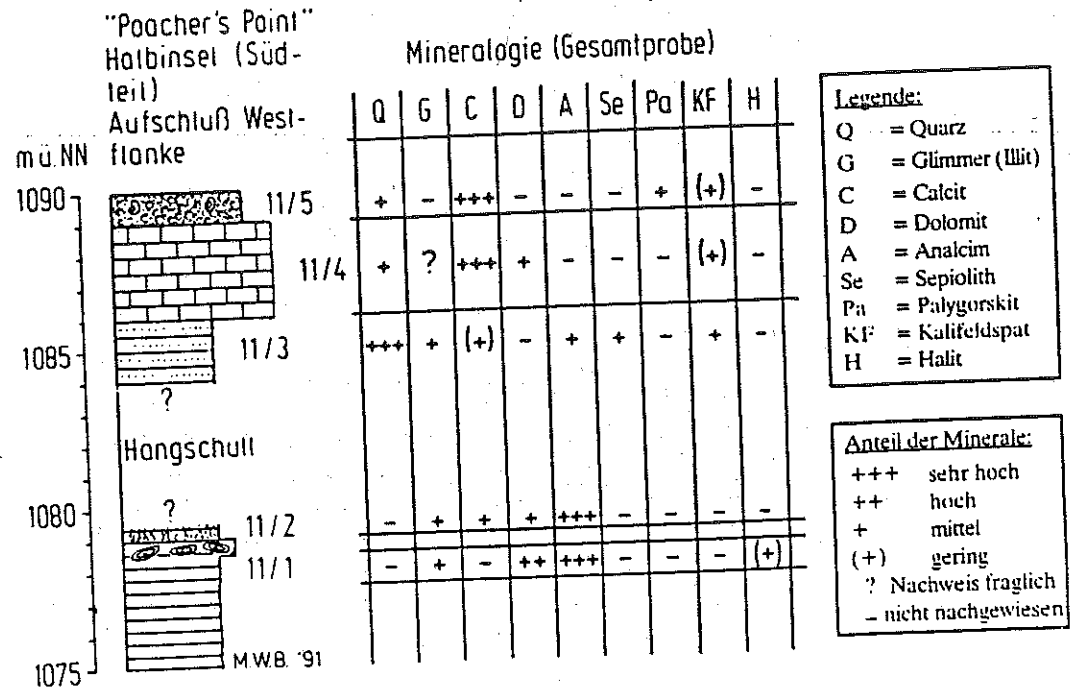


Abb. 64: c) Profil Eto 75 mit Hangprofil Nr. 11, Westflanke der 'Poacher's Point-Halbinsel'
 d) Mineralogie (Gesamtprobe) des Hangprofils Nr. 11, Westflanke der 'Poacher's Point-Halbinsel'.

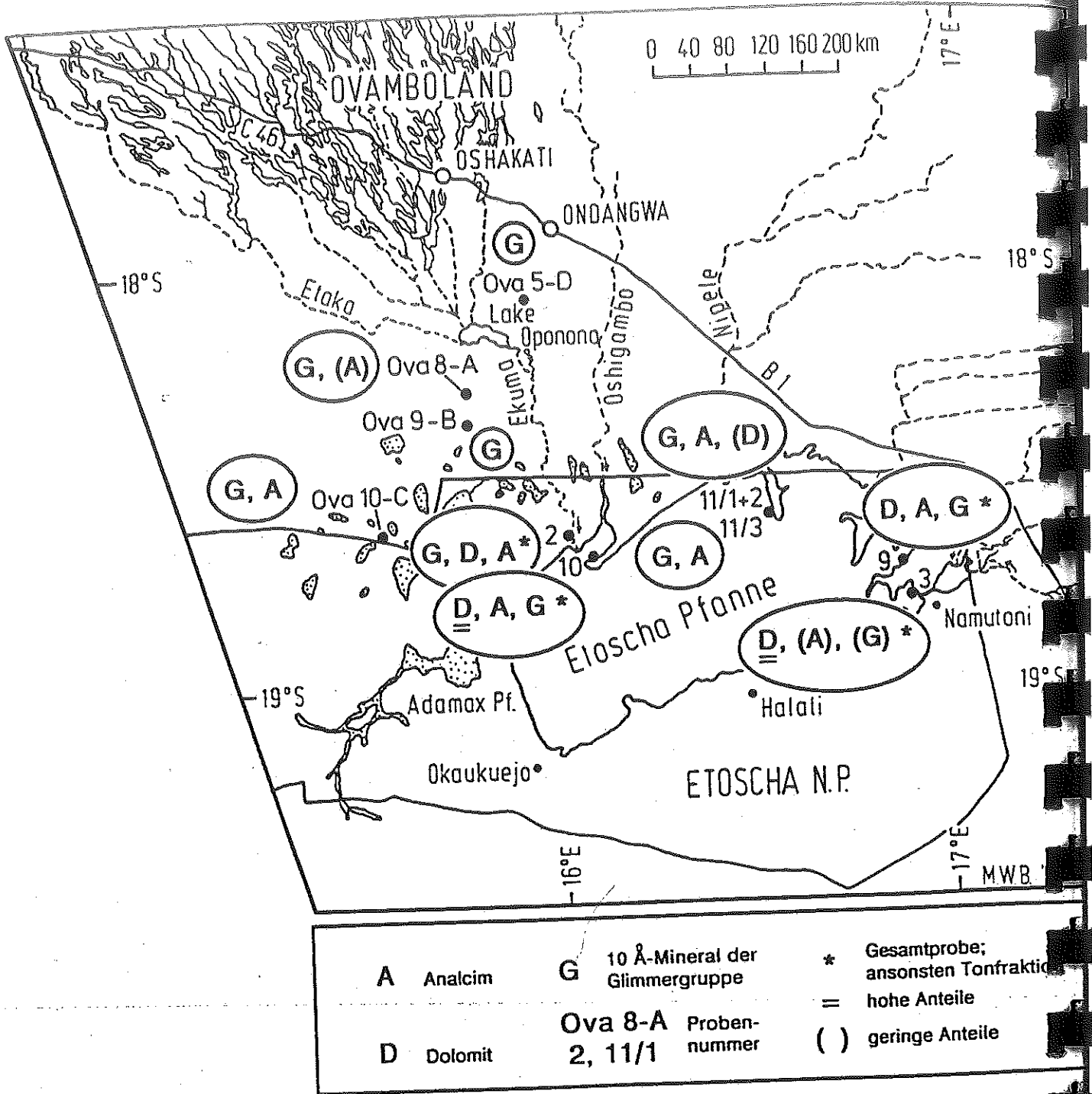


Abb. 65:

Faziesausprägung und Mineralogie der 'Andoni Formation' in Lokalitäten der Umrahmung der Etoscha Pfanne und im angrenzenden Ovamboland:

2 = grüner, feinkörniger Sandstein/Siltstein, 3 = beige-brauner, feingeschichteter Siltstein, 9 = grüner, ungeschichteter Siltstein (Stromatolithen führend), 10 = grüner, ungeschichteter Siltstein, 11/1+2 = grüner, ungeschichteter Siltstein (11/1 Stromatolithen führend), 11/3 = grüner, feingeschichteter Feinsandstein; Ova 5-D: grüner, ungeschichteter Sandstein, Ova 8-A: grüner, ungeschichteter, siltiger Sandstein, Ova 9-B: grüner, ungeschichteter, siltiger Sandstein, Ova 10-C: grüner, ungeschichteter, siltiger Sandstein

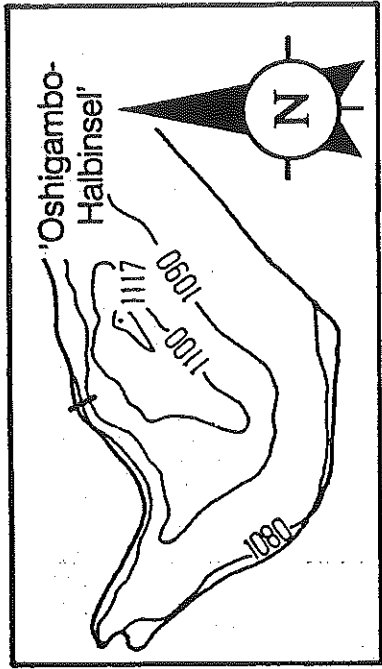
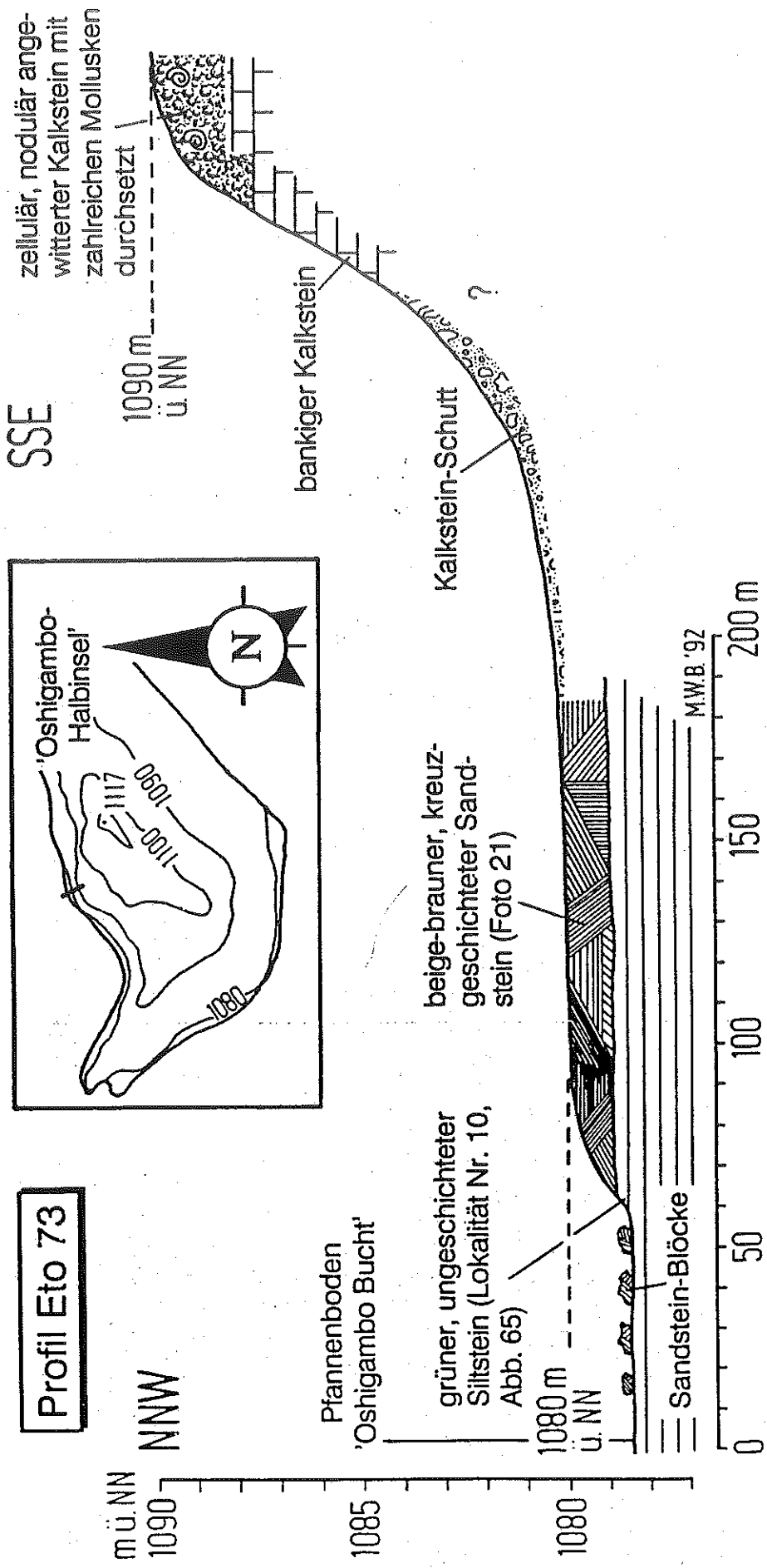
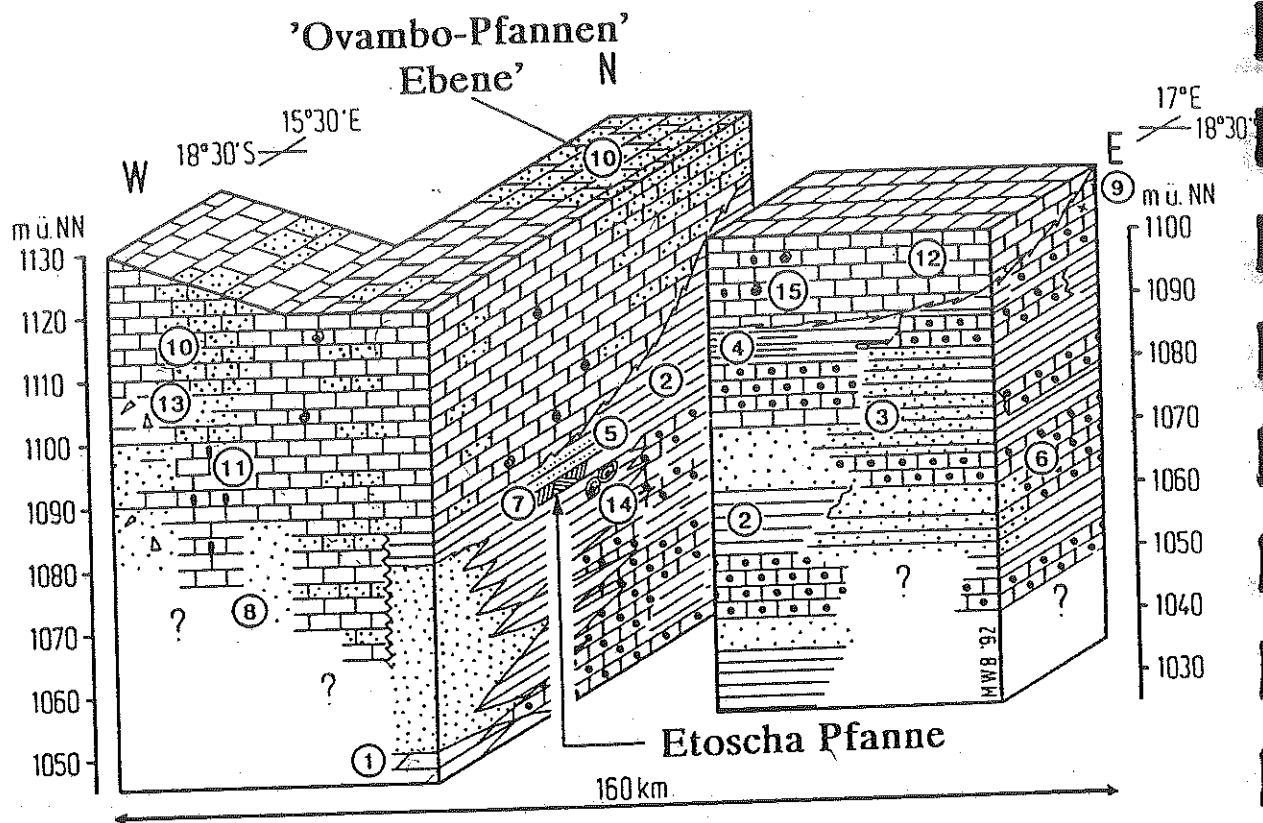


Abb. 66: Profil Eto 73 (mit Lokalität Nr. 10), Nordflanke der 'Oshigambo-Halbinsel'.



- | | |
|---|--|
| <p>① Dolomit (Otavi Gruppe)</p> <p>② glaukonitischer (grüner) Silt-/Tonstein (Andoni F./Kalahari Gruppe)</p> <p>③ glaukonitischer (grüner), sandiger Silt-/Tonstein (Andoni Formation/Kalahari Gruppe)</p> <p>④ beige-brauner, feingeschichteter, dolomitischer Siltstein (Andoni Formation/Kalahari Gruppe)</p> <p>⑤ glaukonitischer (grüner), feingeschichteter Feinsandstein (Andoni Formation/Kalahari Gruppe)</p> <p>⑥ glaukonitischer (grüner) Sandstein (Andoni Formation/Kalahari Gruppe)</p> <p>⑦ beige-brauner, kreuzgeschichteter Sandstein (Andoni F./Kalahari Gr.)</p> | <p>⑧ karbonathaltiger Sand (Andoni F./Kalahari Gruppe)</p> <p>⑨ beige-farbener, eisenschüssiger, Sanstein (Omatako F./Kalahari Gr.)</p> <p>⑩ sandiger Kalkstein ("Etoscha Kalkstein") (Kalahari Gruppe)</p> <p>⑪ Kalkstein ("Etoscha Kalkstein") mit Chalcedon-Konkretionen/Verkieselung</p> <p>⑫ Kalkstein ("Etoscha Kalkstein") (Kalahari Gruppe)</p> <p>⑬ Kalkstein-Schutt</p> <p>⑭ Stromatolithen</p> <p>⑮ Mollusken</p> |
|---|--|
- MWB '92

Abb. 67: Blockdarstellung der geologisch-faziellen Differenzierung der Hangendfolge der Kalahari-Sedimentation im Süden des Etoscha Beckens (Etoscha N.P.) zwischen 15°30' E und 17° E (vgl. Abb. 63a).

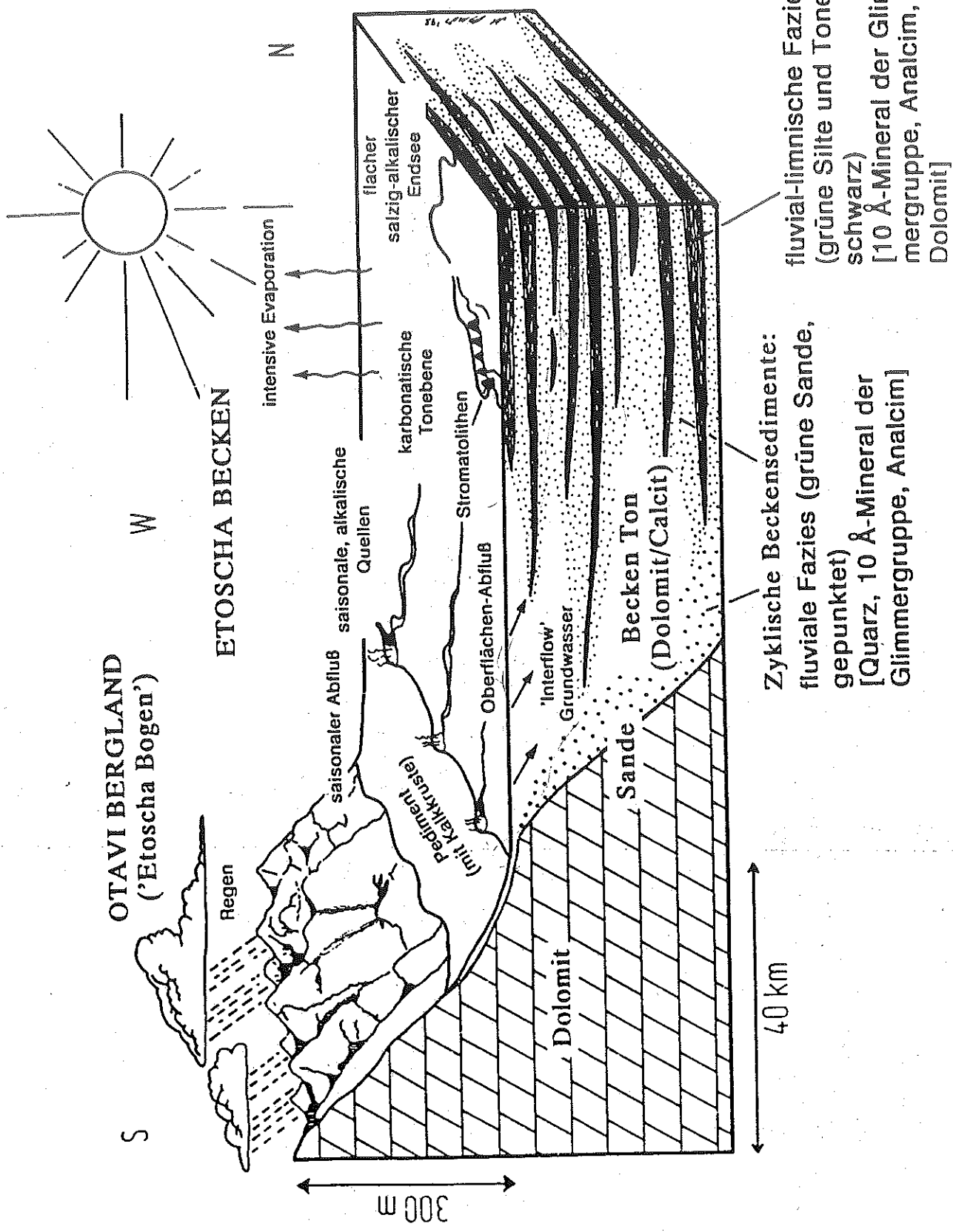


Abb. 68: Schematisches Blockdiagramm der Sedimentationsverhältnisse im jungtertiären Etoscha Becken (auf der Grundlage von ...)

+ 16°00'E

+ 16°30'E

+ 18°30'S

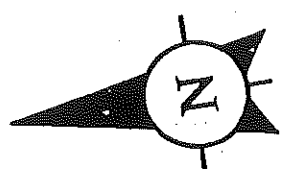
+ 19°00'S

+ 19°00'S

+ 16°00'E

+ 16°30'E

M.W.B. '92



OVAMBOLAND

Andonivlokle

Oshigambo

Stinkwaler

+ 18°30'S

Oshigambo
Bucht

Poachers
Bucht

Bucht

Ekuma

Pelikan's
Island

Namuloni
Bucht

Fisher's
Pan

Logan's
Island

Oshigambo
Halbinsel

Namuloni
Bucht

Namuloni

Okondeka

Homob
Halbinsel

Springbok-
fontein

ETOSCHA PFANNE

Zone C

Zone A

Zone A

Zone D

Halali

Halali

Halali

+ 19°00'S

0 10 20 km

Okaukuejo

● 96
Profil Eto 96
Geländearbeiten
Buch 1989/90/91

Sedimentologisch-mineralogisch/
geochemische Zonen der Etoscha Pflanne

	Zone A		Zone C
	Zone B		Zone D

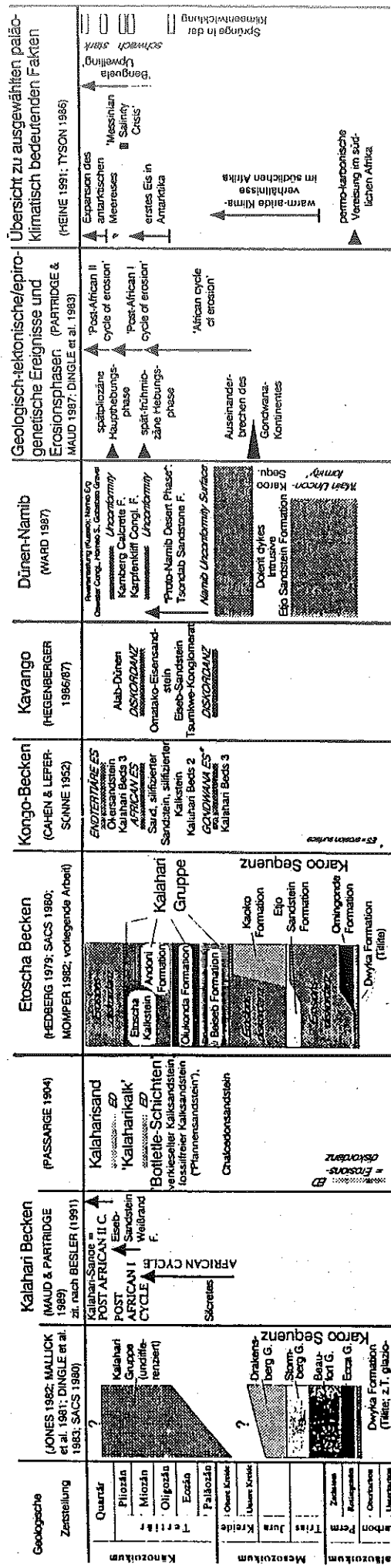


Abb. 69: Zusammenschau der Befunde zur paläozoisch-mesozoisch-känozoischen Sedimentations- und Abtragungsgeschichte in den großen Beckenlandschaften des südlichen Afrikas und der Dünen-Namib mit Hinweisen zu geologisch-tektonisch/epirogenetisch und paläoklimatisch bedeutenden Ereignissen (zusammengestellt nach verschiedenen Autoren).

PROFIL E10 96, EIOSCHA PFANNE, 2 km S SW-SPITZE POACHER'S POINT

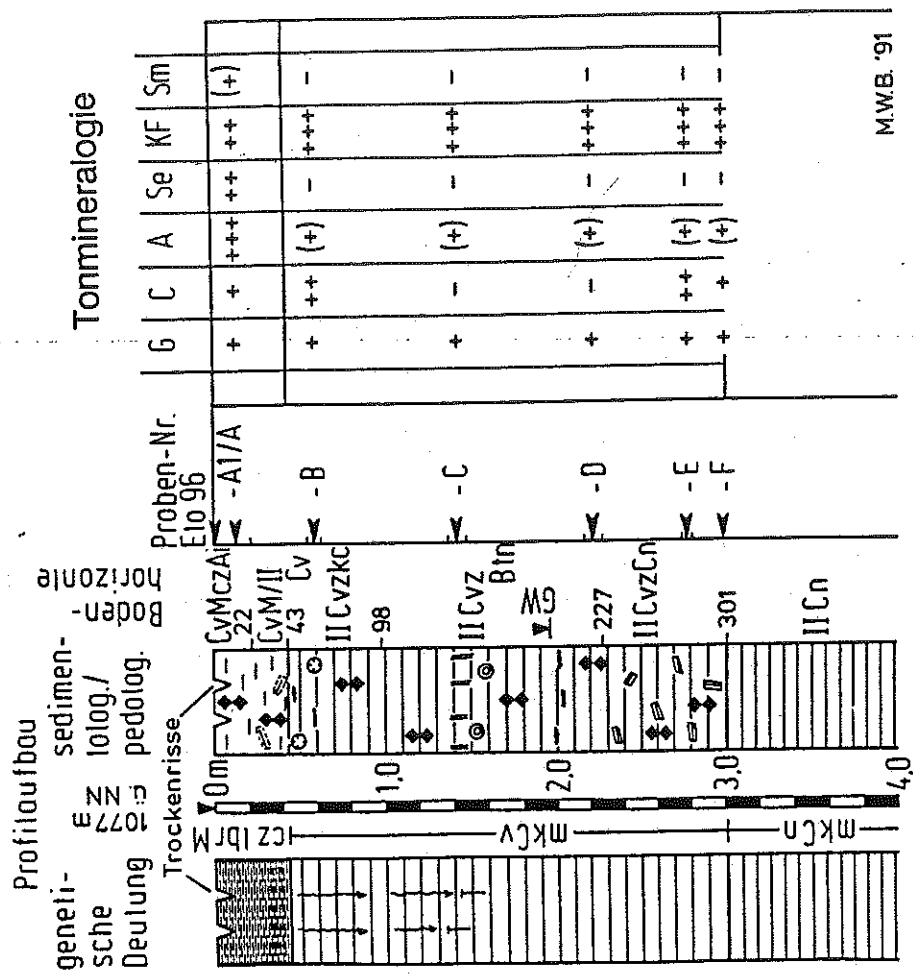
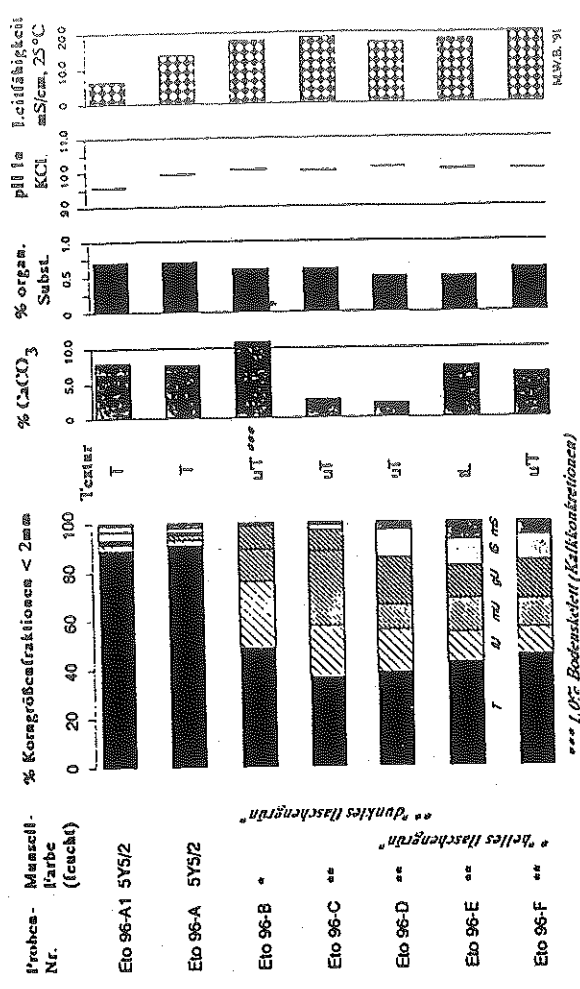


Abb. 71: Profil E10 96 mit analytischen Standardwerten und Tonminerologie.

Analytische Standardwerte, Profil Eto 96



Legende:

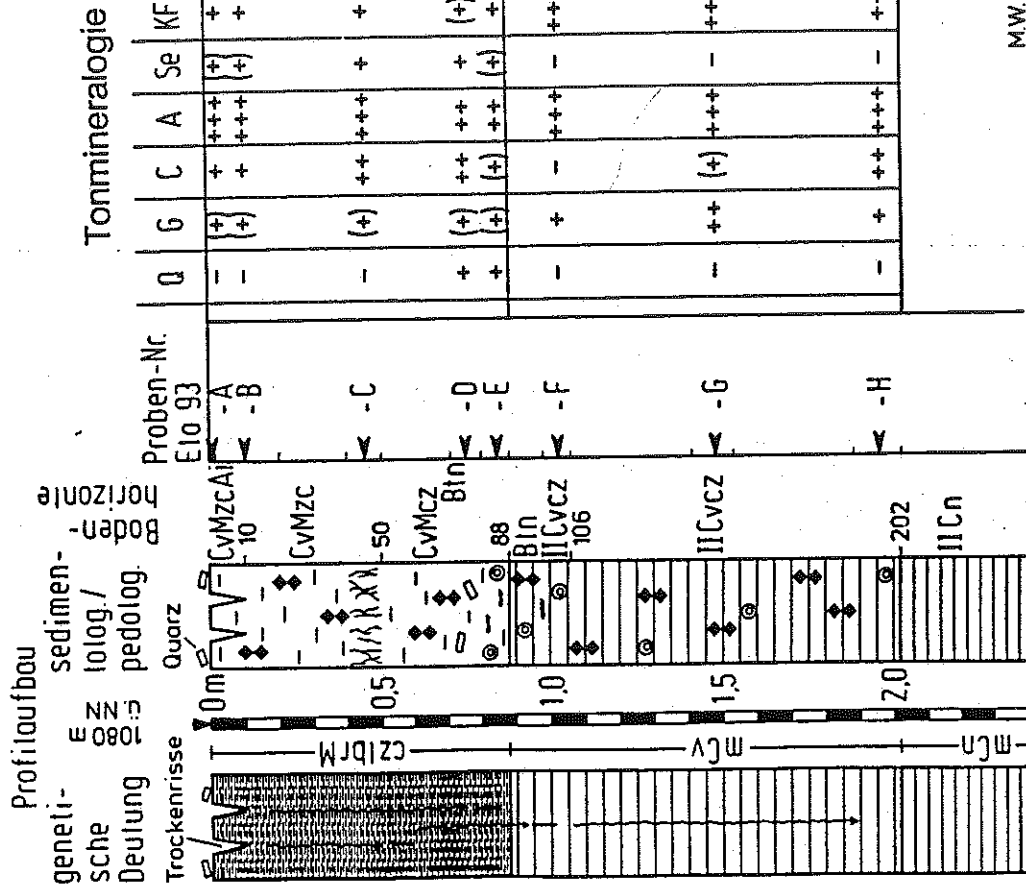
- Q = Quarz
- G = Glimmer (Illit)
- C = Calcit
- D = Dolomit
- A = Analcim
- Se = Sepiolith
- Pa = Palygorskit
- KF = Kalifeldspat
- Sm = Sinectite
- Lo = Loughlinit

Anteil der Minerale:

- +++ sehr hoch
- ++ hoch
- + mittel
- (+) gering
- ? Nachweis fraglich
- nicht nachgewiesen

Die Legende gilt auch für die weiteren Darstellungen zur Tonminerologie der untersuchten Profilabfolgen

PROFIL E10 93, ETOSCHA PFANNE (OSTEIL), 2,5 km E "PELIKAN ISLAND"



M.W.B.'91

Analytische Standardwerte, Profil Eto 93

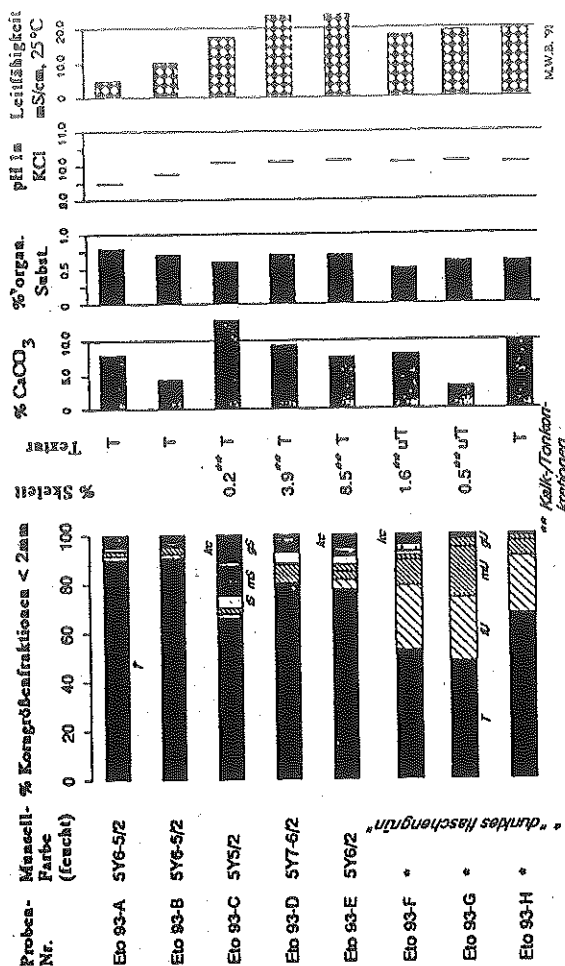
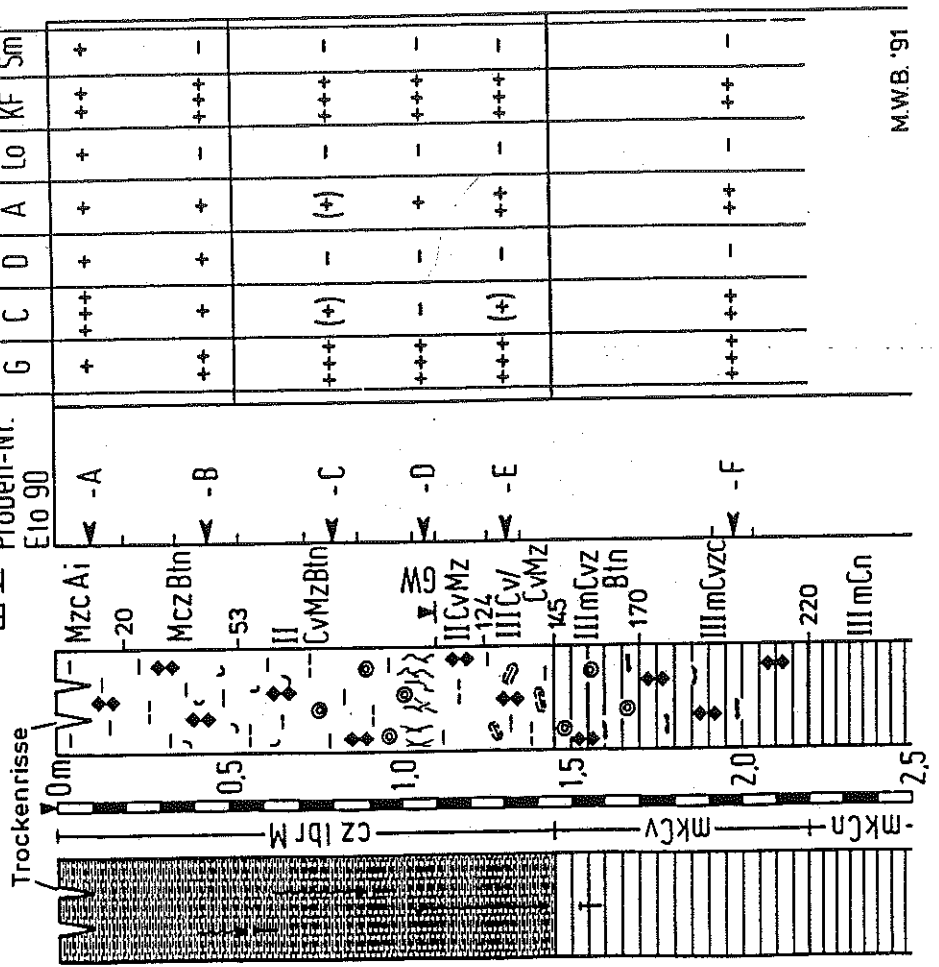


Abb. 72: Profil Eto 93 mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

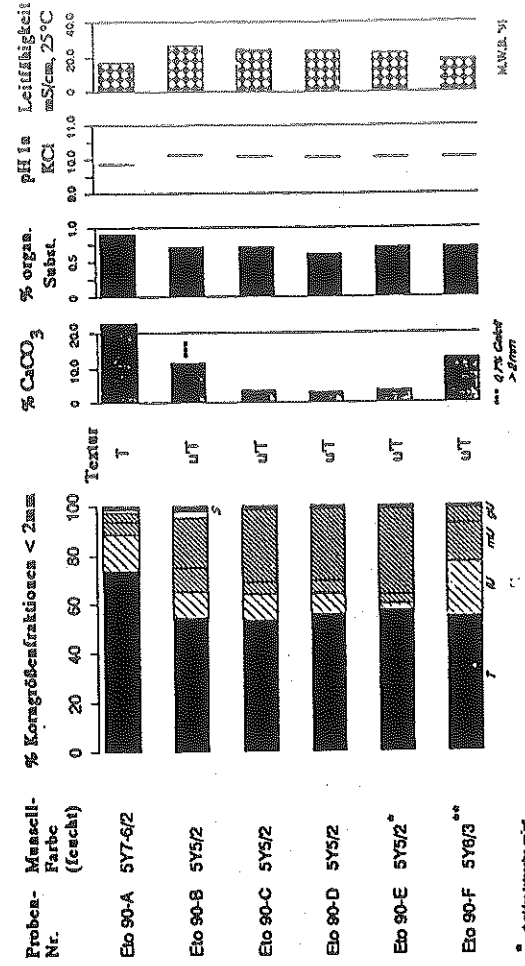
PROFIL Eto 90, ETOSCHA PFANNE BEI "ETOSHA POINT"

genetische Deutung
 Profilauflage
 E sedimen-
 10% talog./
 10% pedolog.
 Boden-
 Horizonte



M.W.B. '91

Analytische Standardwerte, Profil Eto 90



* dunkles Violettgrün
 ** helles Violettgrün

Abb. 74: Profil Eto 90 mit analytischen Standardwerten und Tonminerologie.

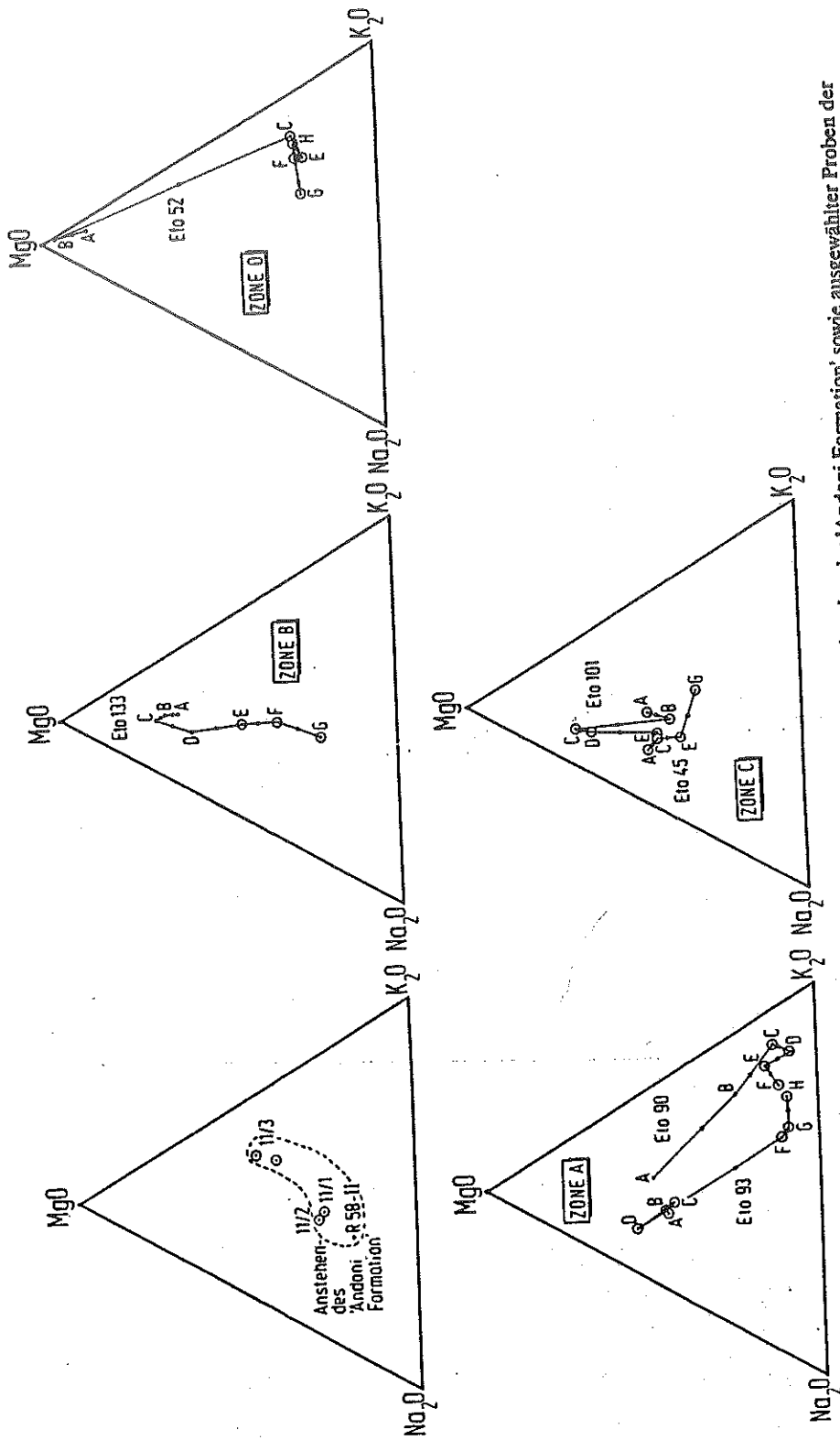
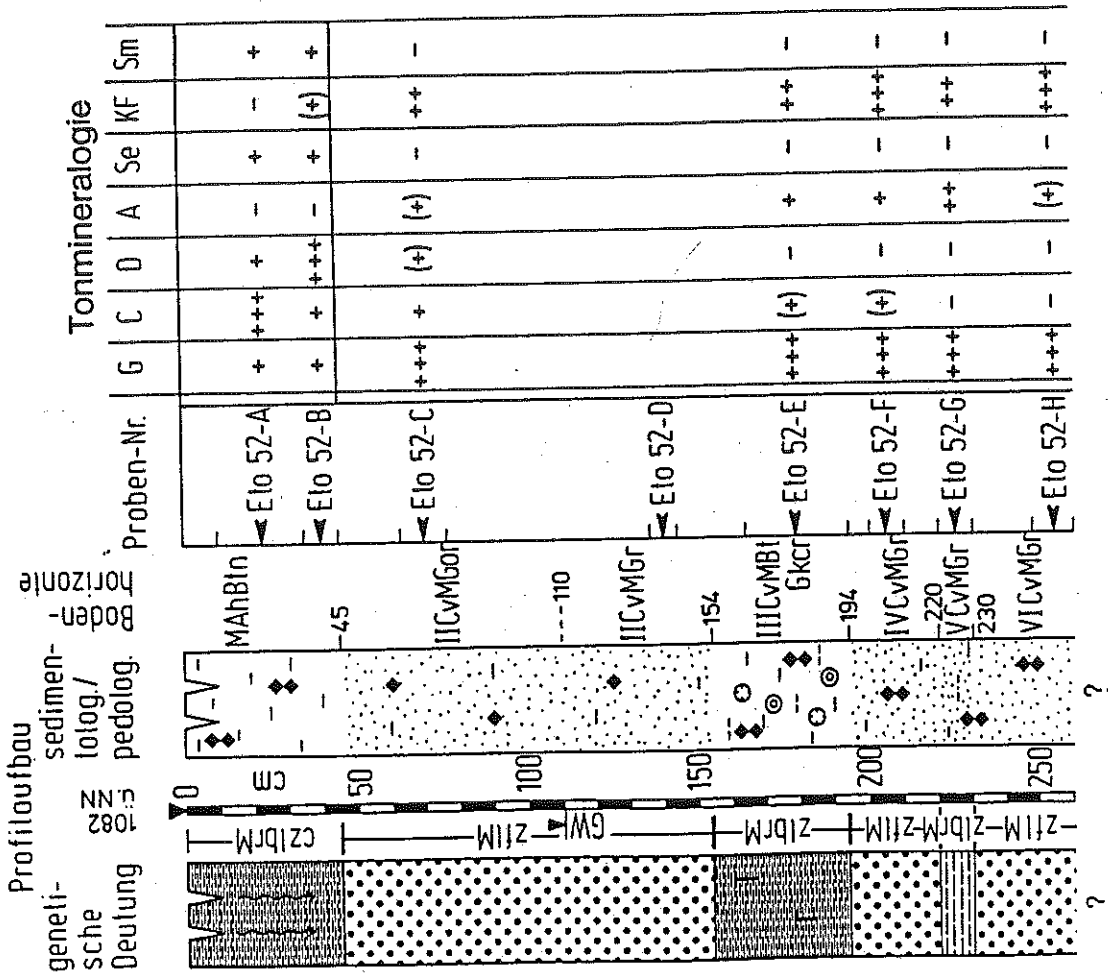


Abb. 75: $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}$ -Diagramme ausgewählter Proben des Anstehenden der 'Andoni Formation' sowie ausgewählter Proben der sedimentologisch-mineralogisch/geochemischen Zonen des aktuellen Bodens der Etocha Pfanne. Die Probe R 58-II wurde dankenswerterweise von Herrn Prof. Dr. U. Rust (München) zur Verfügung gestellt.

PROFIL E10 52, FISHER'S PAN - 2.4 km NNW TWEE PALMS F.



Profil E10 52, Fisher's Pan

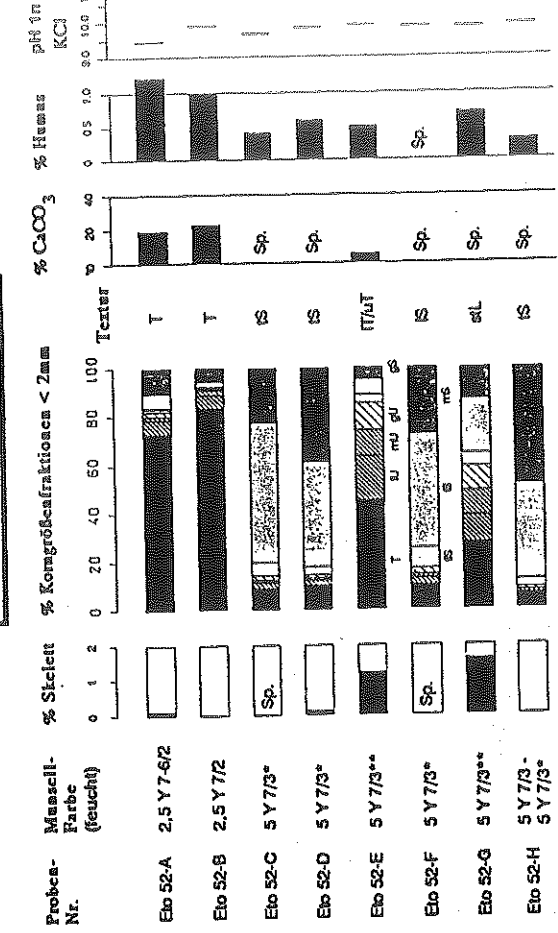
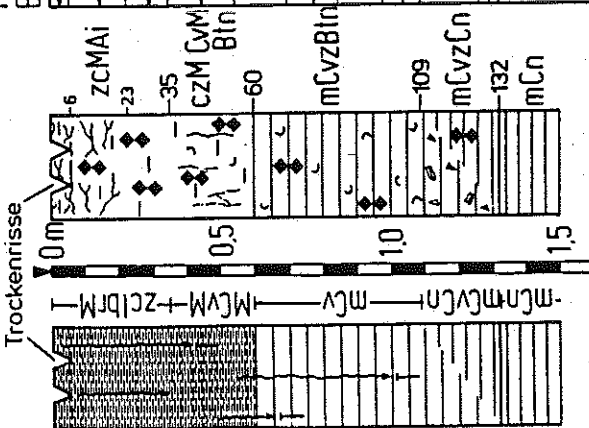


Abb. 76: Profil E10 52 mit analytischen Standardwerten und Tonminerologie.

PROFIL Eto 133, ETOSCHA PFANNE, 3.6 km NW "HOMOB/GONOB - HALBINSEL" (NIEDERSCHLAGSSTATION NR. 80)

genetische Deutung
 Profilbau
 Sedimentolog. / pedolog.
 Bodenhorizonte



Tonminerologie

Proben-Nr. Eto 133	G	C	D	A	Lo	KF	Sm
-A	+	+++	+	+	+	+	+++
-B	+	+++	+	+	+	+	+++
-C	+	++	++	+	+	+	+++
-D	+	++	+	+	++	+	+
-E	+	+	(+)	++	++	++	+
-F	++	+	+	++	++	++	+
-G	++	+	-	+++	-	+	-

MWB '92

Analytische Standardwerte, Profil Eto 133

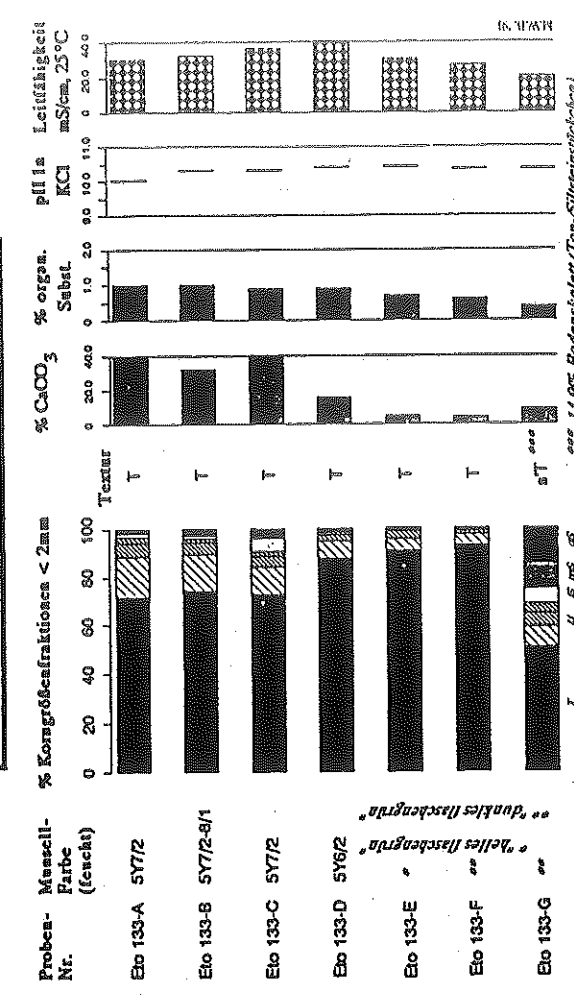


Abb. 78: Profil Eto 133 mit analytischen Standardwerten und Tonminerologie.

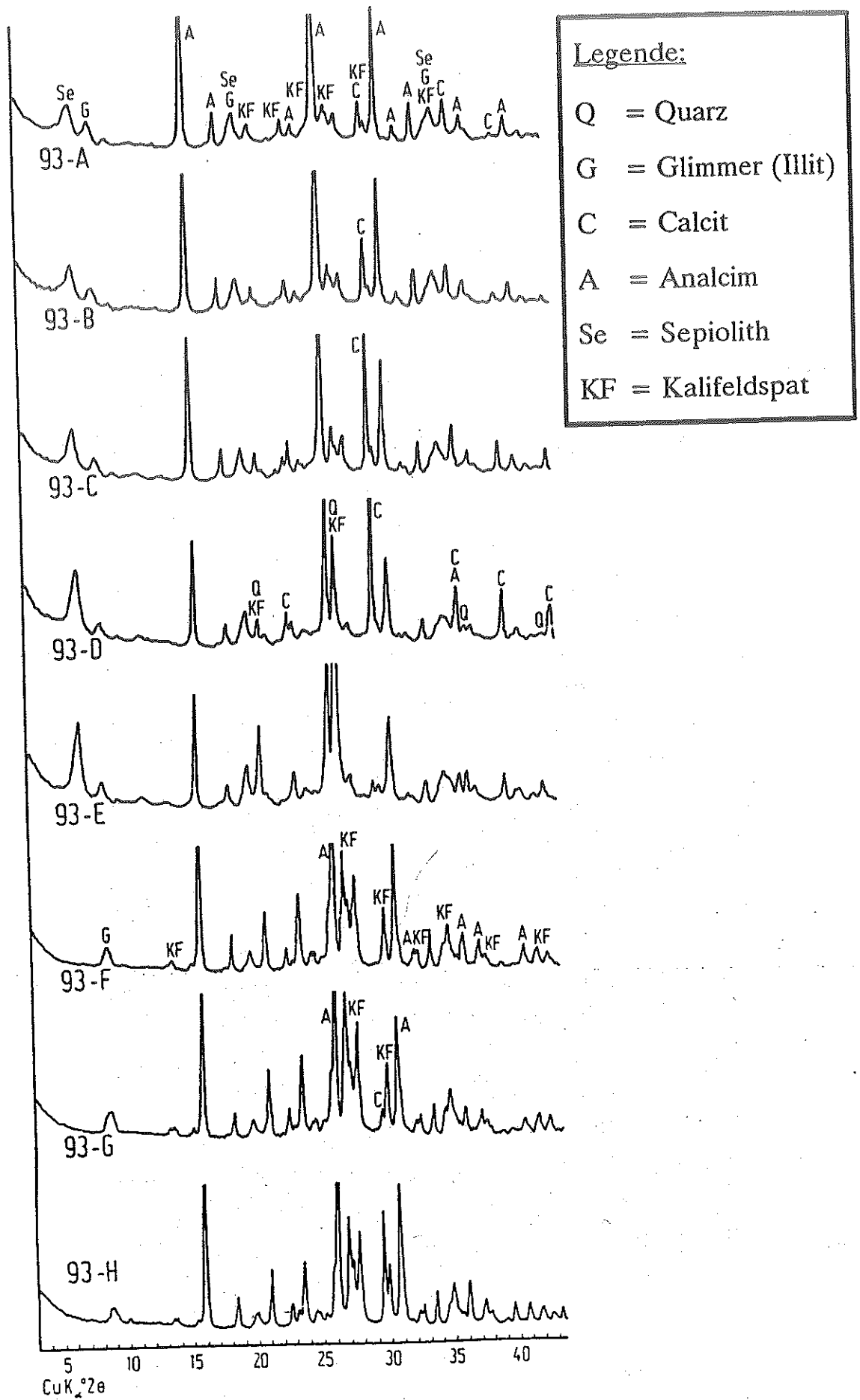


Abb. 73: Röntgendiffraktometer-Aufnahmen der Tonfraktion von Proben des Profils Eto 93.

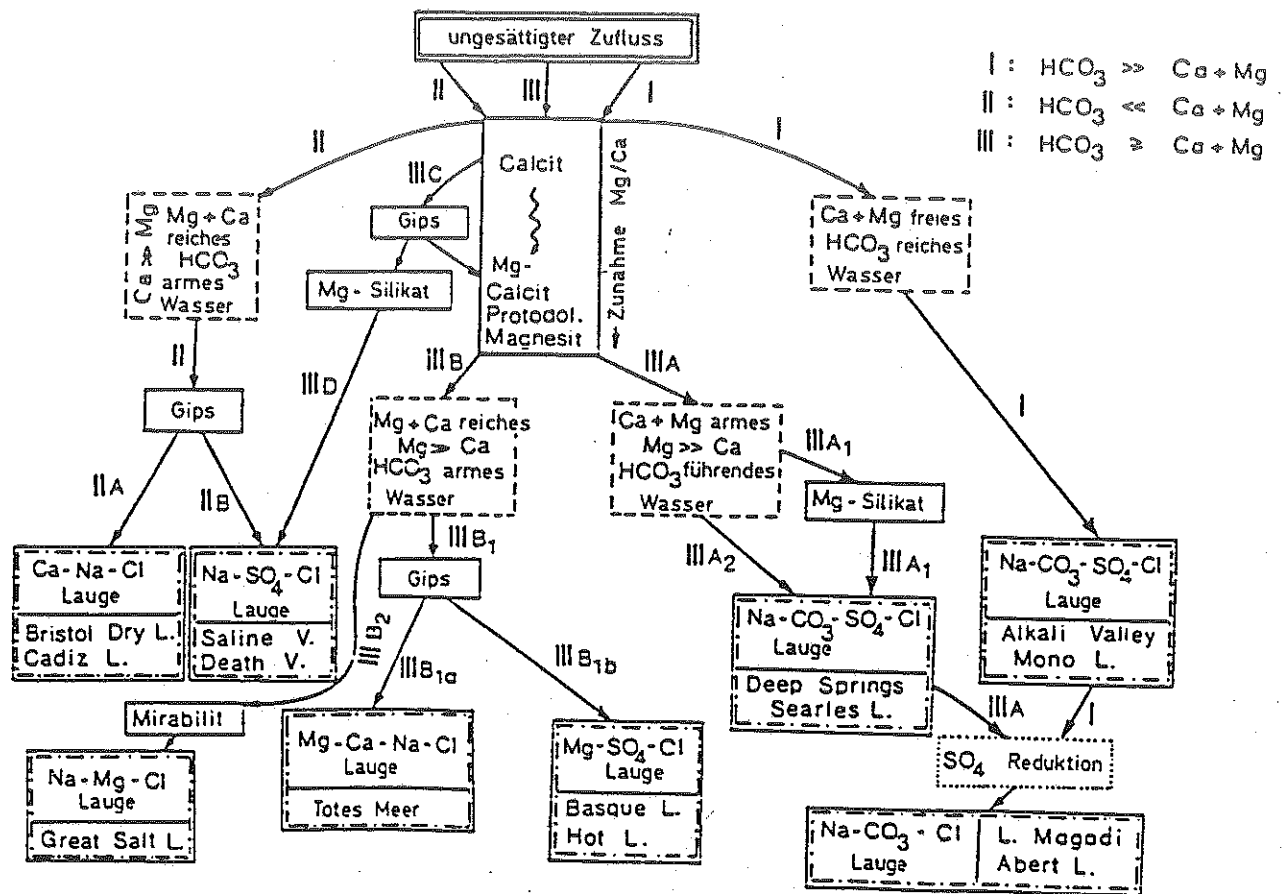
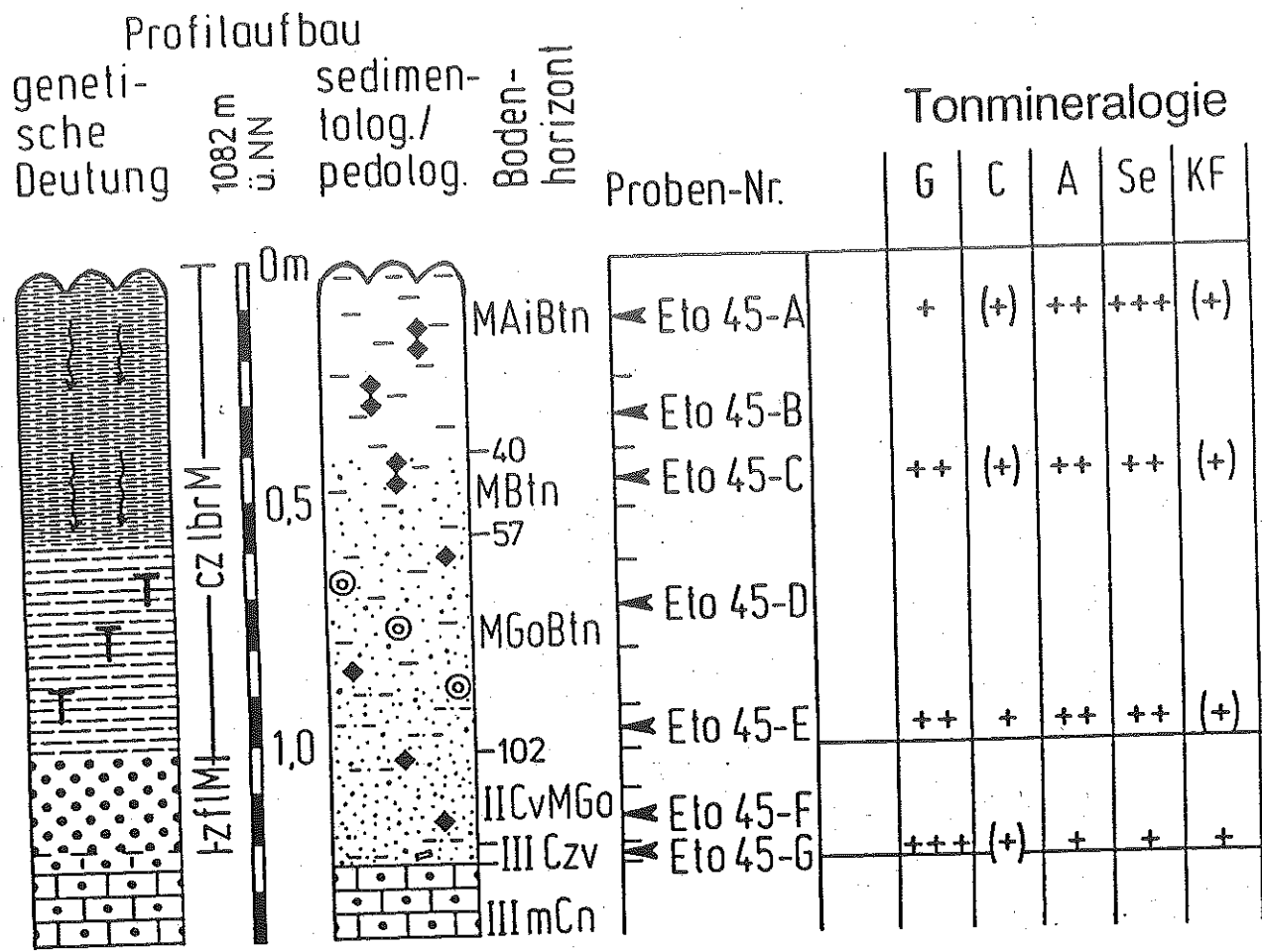


Abb. 77: Fließdiagramm für die Laugenentwicklung (nach EUGSTER & HARDIE 1978; aus: MÜLLER 1988: 482, Abb. 7-25).

Ausgezogene Rechtecke bezeichnen kritische Präzipitate, gestrichelte Rechtecke typische Wasser-Zusammensetzungen. Laugen-Endtypen zusammen mit Salzsee-Beispielen sind durch Punkt-Strich-Rechtecke eingerahmt. Die römischen Ziffern kennzeichnen die verschiedenen Pfade der Laugenentwicklung. Weitere Erläuterungen im Text.

PROFIL Eto 45, 400m W LOGAN'S ISLAND, PFANNENBODEN



Analytische Standardwerte, Profil Eto 45

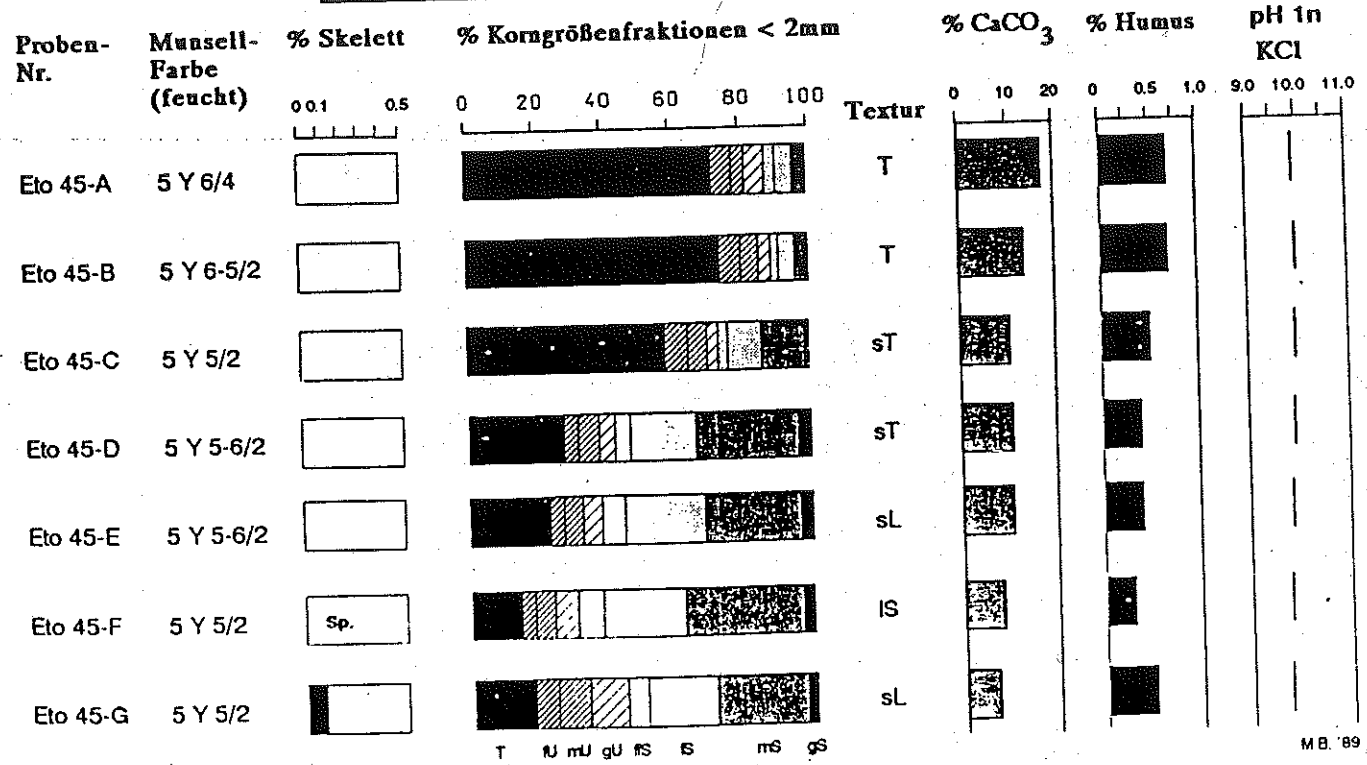
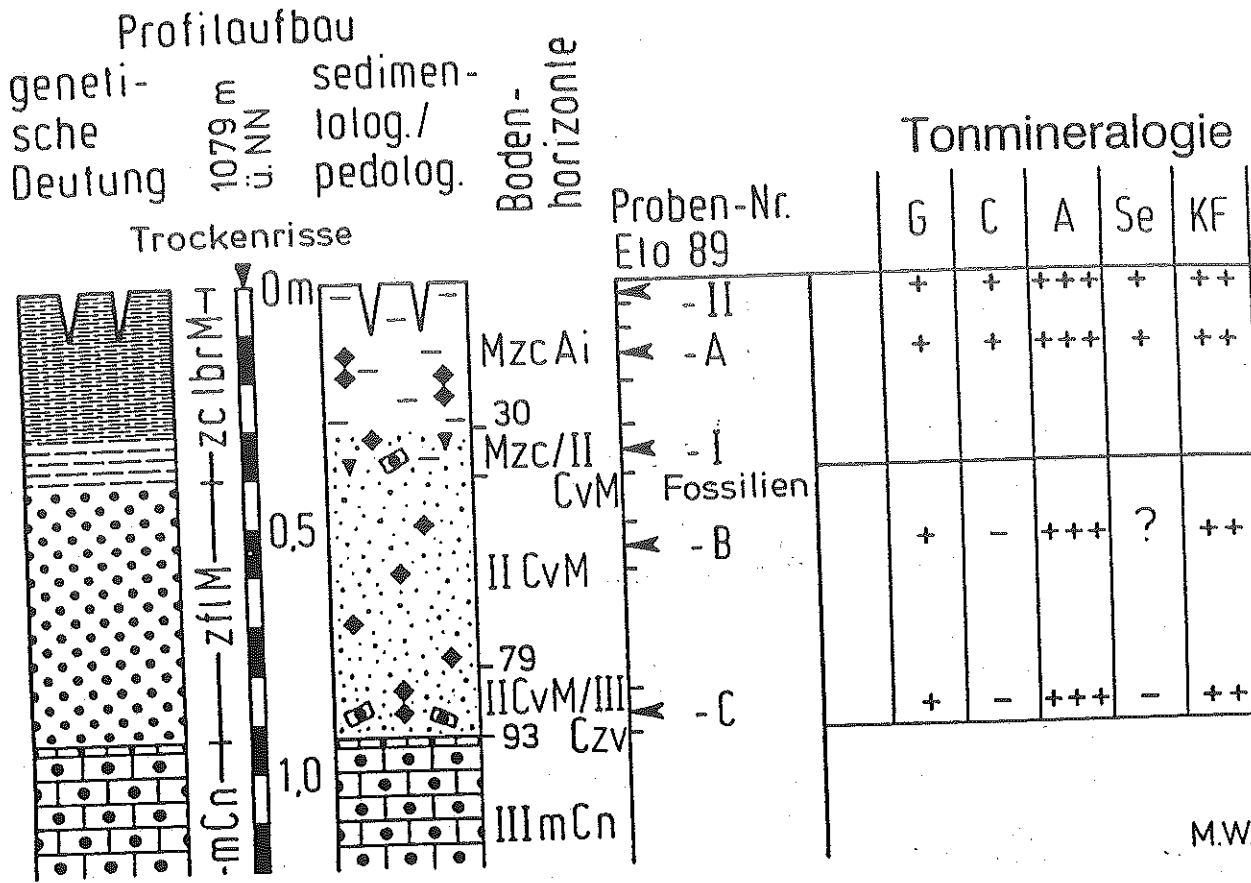


Abb. 79: Profil Eto 45 mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

PROFIL E10 89, ETOSCHA PFANNE, 1 km W W-SPITZE OSHIGAMBO-HALBINSEL; PALÄORINNE S EKUMA-DELTA



Analytische Standardwerte, Profil Eto 89

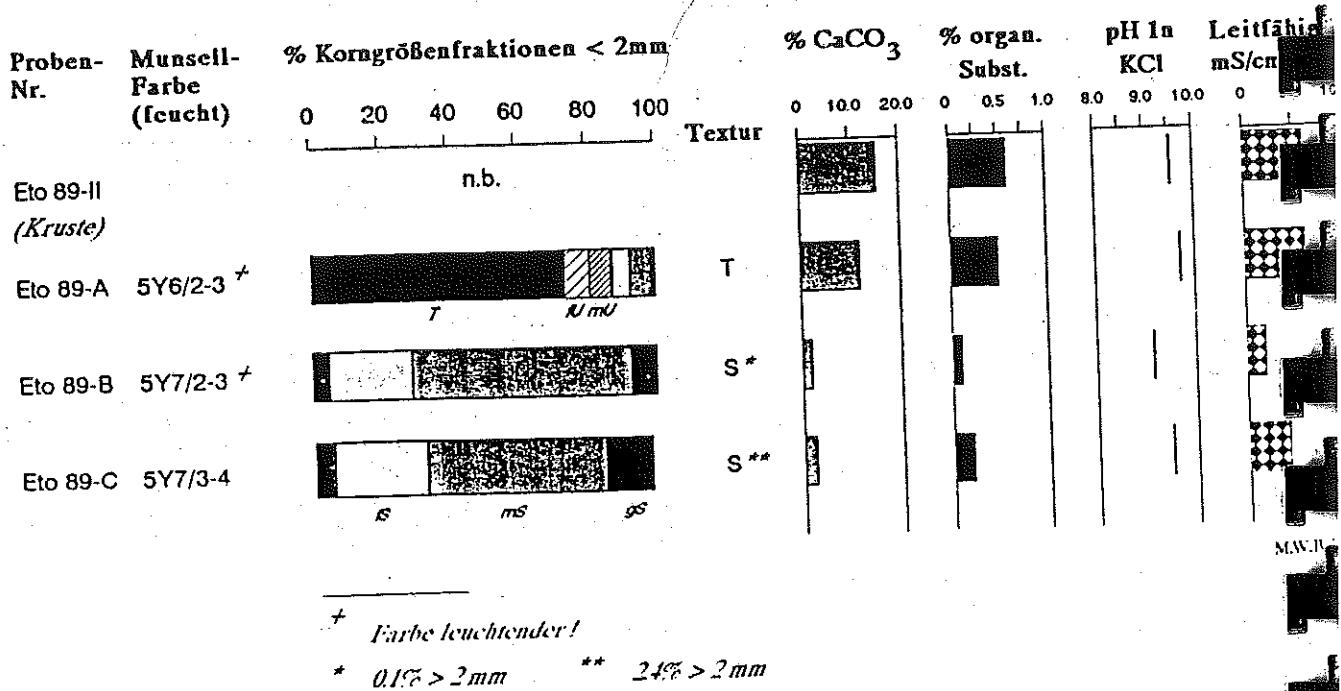
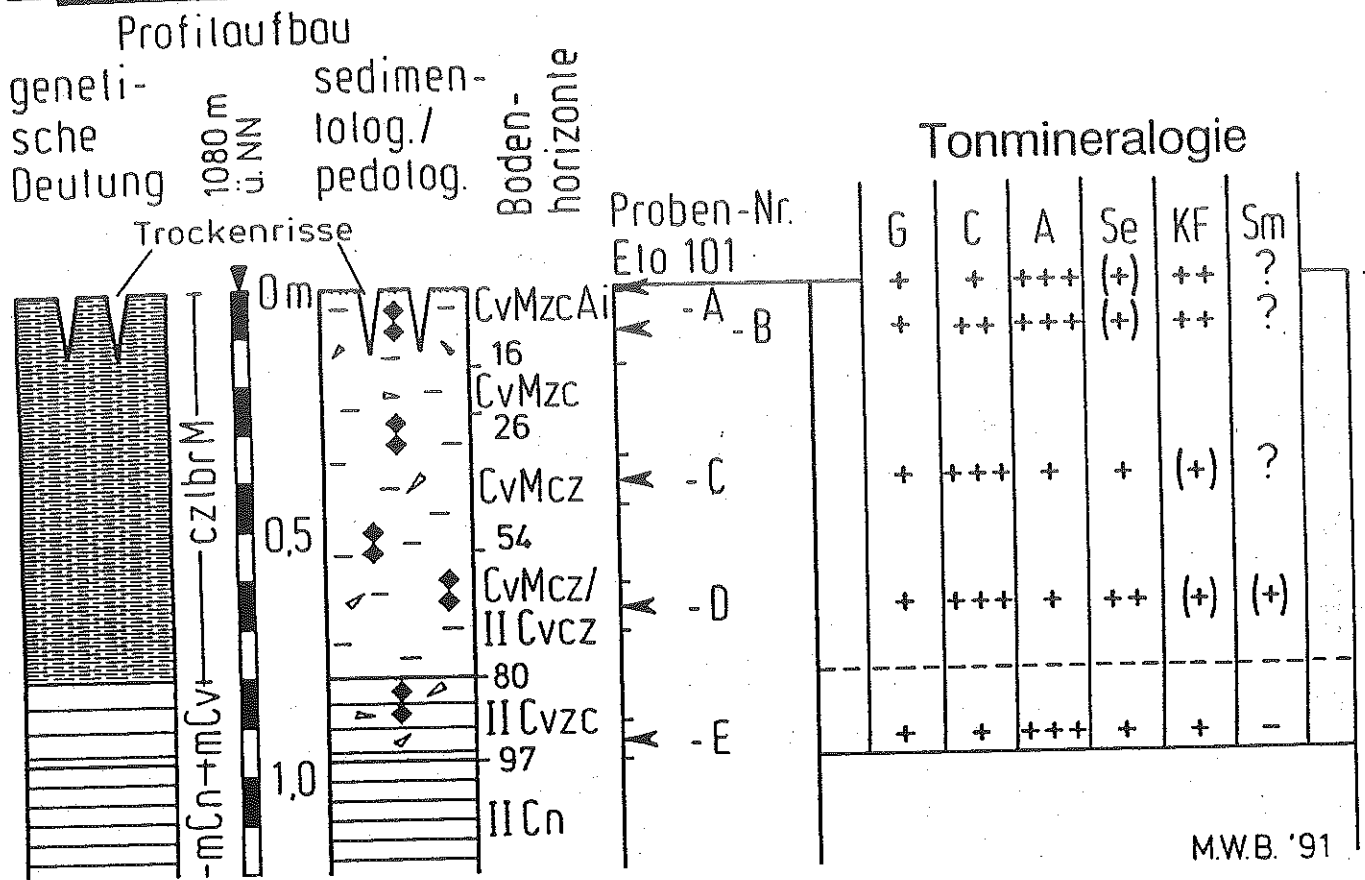


Abb. 80: Profil Eto 89 mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

PROFIL Eto 101, ETOSCHA PFANNE (ANDONI BUCHT), 200 m S ENP-NORDZAUN, 10 km E "POACHER'S POINT" HALBINSEL



Analytische Standardwerte, Profil Eto 101

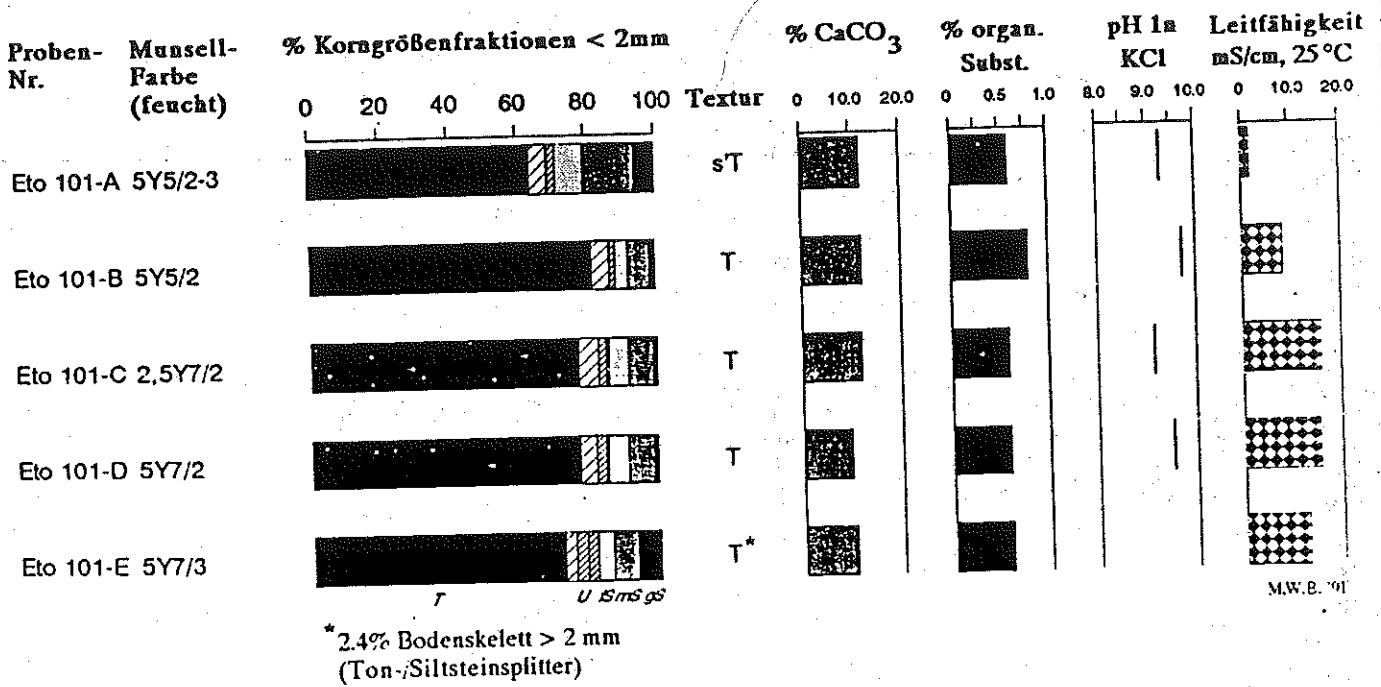


Abb. 81: Profil Eto 101 mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

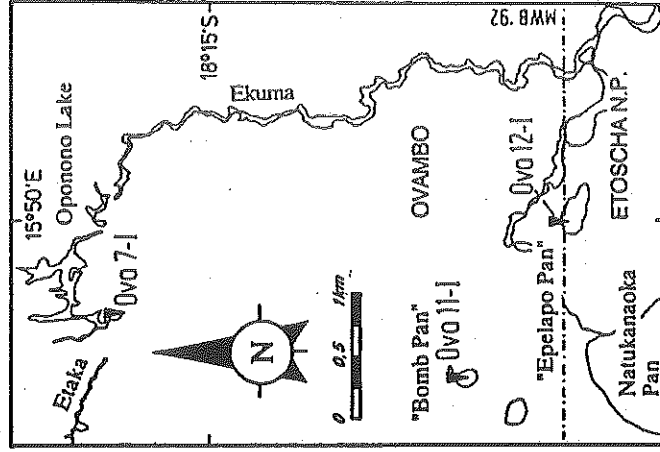
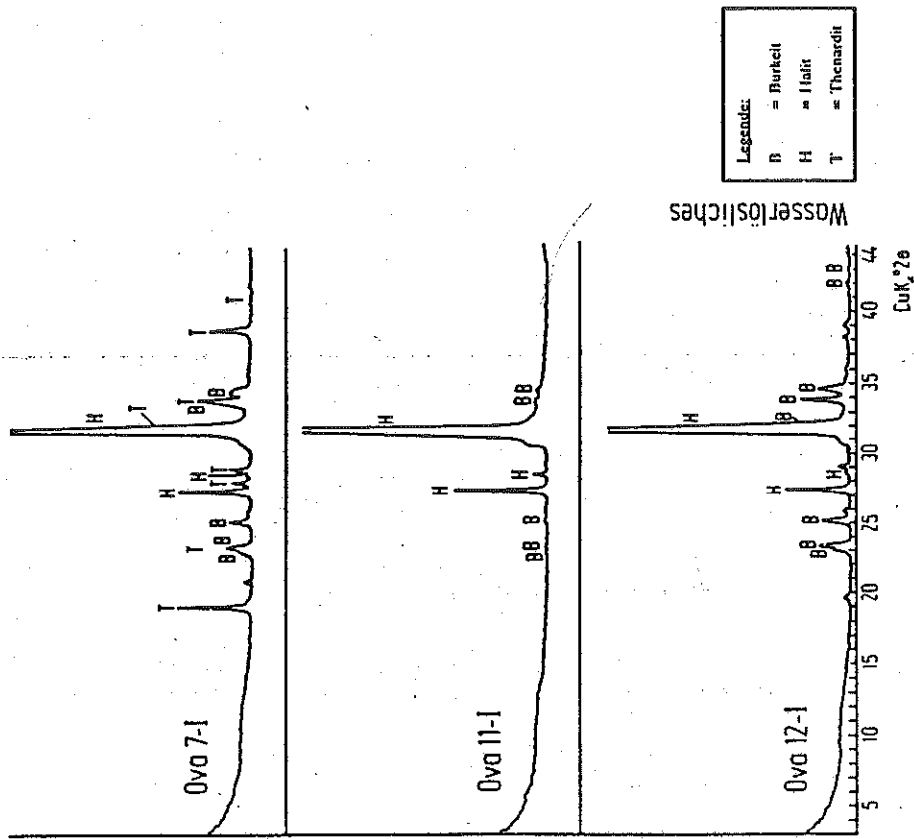
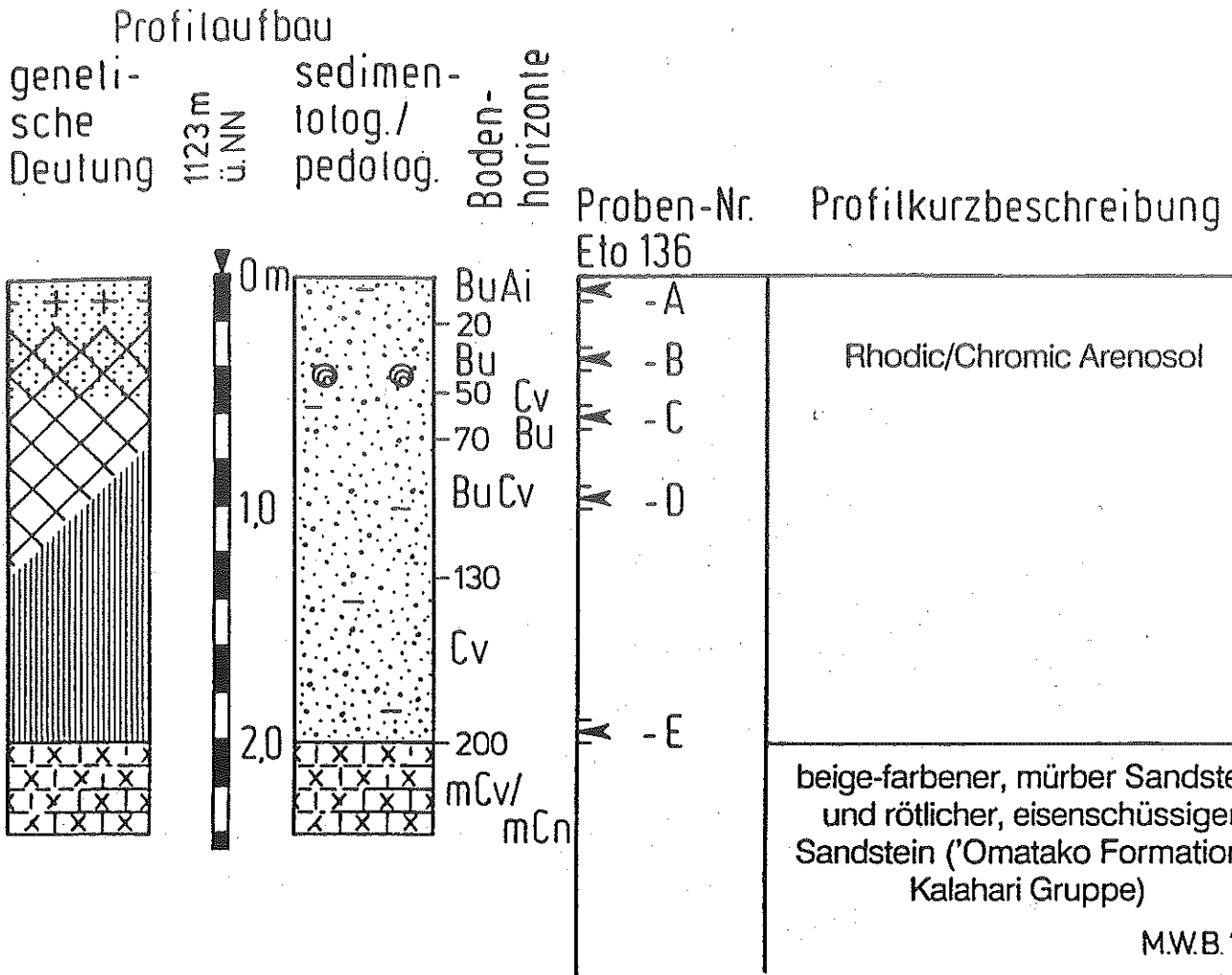


Abb. 82: Röntgendiffraktometer-Aufnahmen ausgewählter Proben von Salz-Effloreszenzen in Pfannen des Ovambolandes und des angrenzenden Etoscha N.P..
 Die hier identifizierten leicht löslichen Salze sind auch von Effloreszenzen der Etoscha Pfanne sowie von Pfannen der "Ovambo-Pfannen-Ebene" typisch, wobei Halit mit Abstand dominiert. In einer Salzkristalle an der Wasserstelle "Bafin" (Etoscha N.P.) ist darüber hinaus Tremm ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) nach-



Analytische Standardwerte, Profil Eto 136

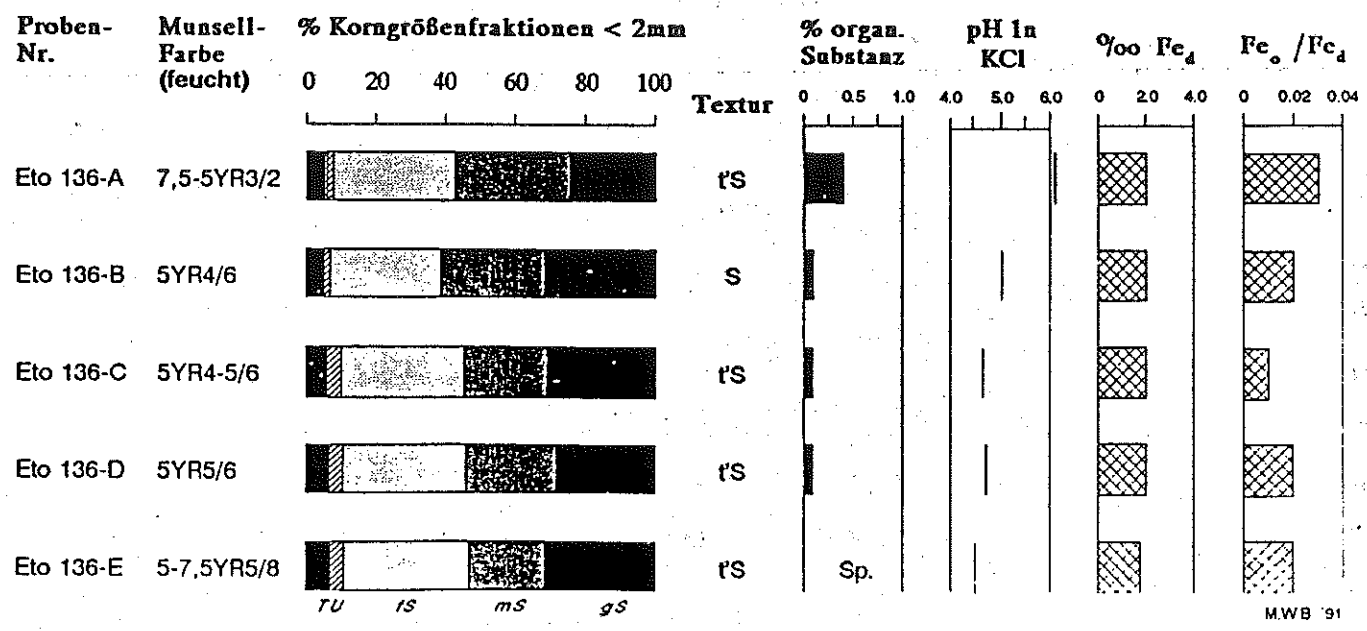
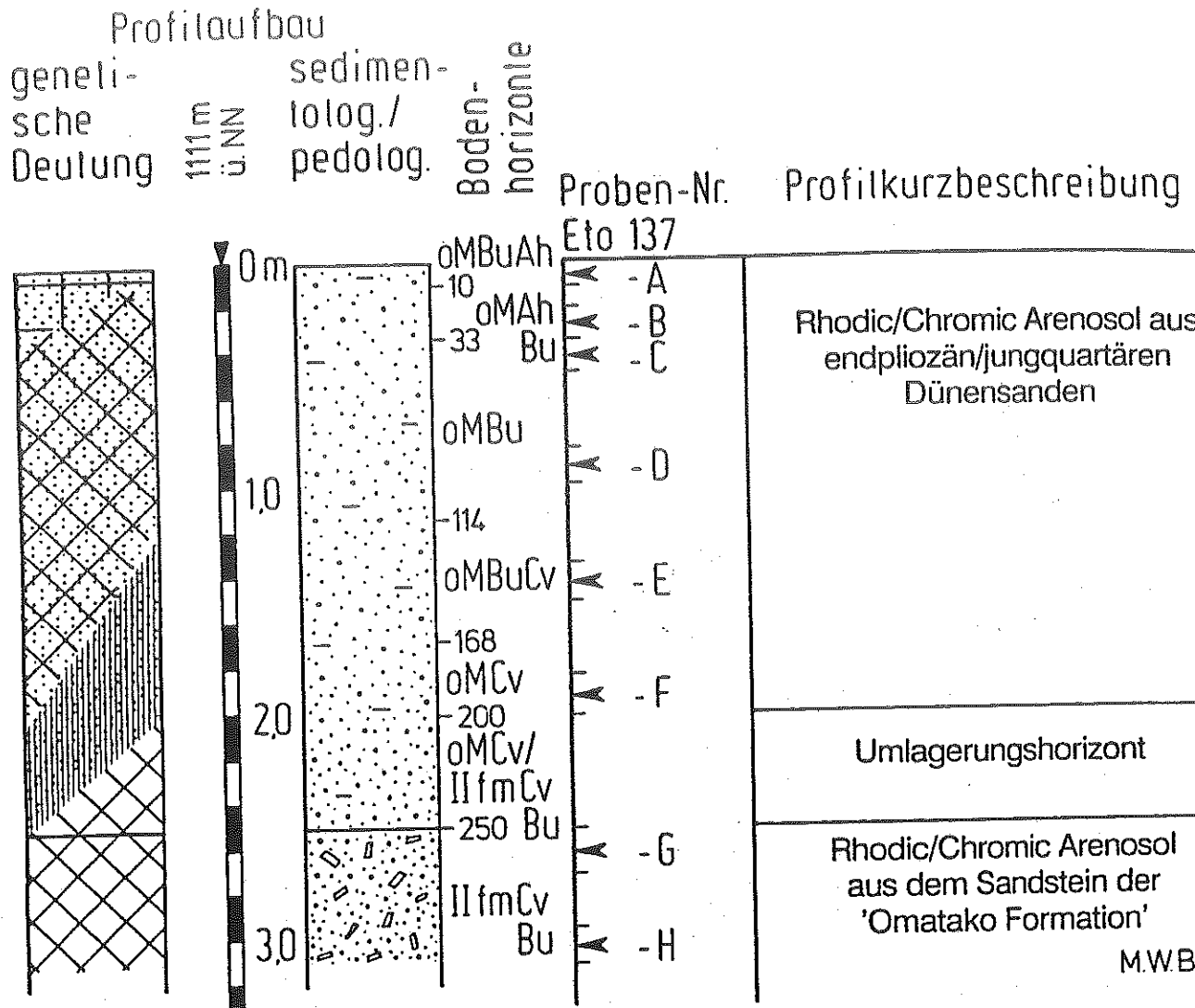


Abb. 83: Profil Eto 136 (Farm 'Sachsenheim') mit analytischen Standardwerten.



Analytische Standardwerte, Profil Eto 137

Proben-Nr.	Munsell-Farbe (feucht)	% Korngrößenfraktionen < 2mm					Textur	% organ. Substanz	pH in KCl	% Fe _o	Fe _o / Fe _t
		0	20	40	60	80					
Eto 137-A	5YR3-4/4						tS		5.5		
Eto 137-B	5YR4/4-6						tS		5.5		
Eto 137-C	5YR4/6						tS		5.5		
Eto 137-D	5YR4/6						tS		5.5		
Eto 137-E	5YR4-5/6						tS		5.5		
Eto 137-F	5YR5/6-8						tS		5.5		
Eto 137-G	2.5YR4/8						fsMS		5.5		
Eto 137-H	2.5YR4-5/8						fsMS		5.5		

T U IS MS GS

Abb. 84: Profil Eto 137 mit analytischen Standardwerten.

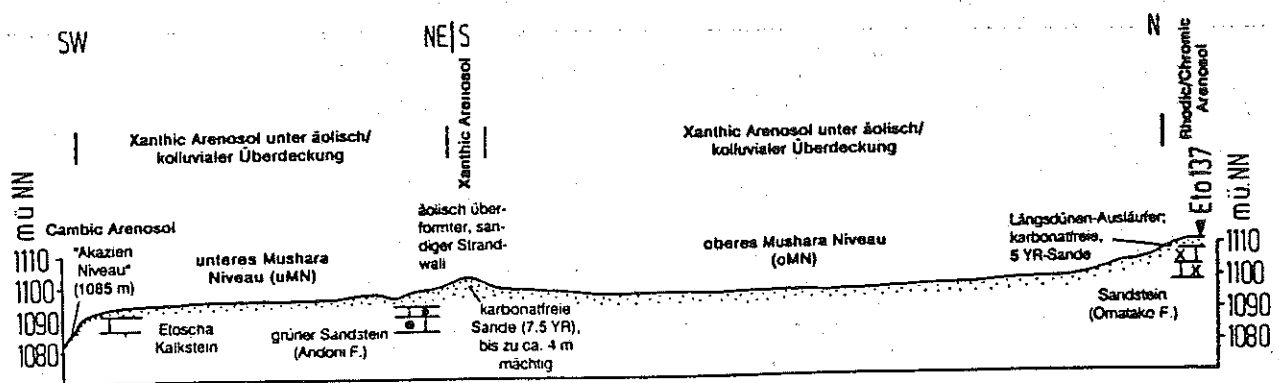
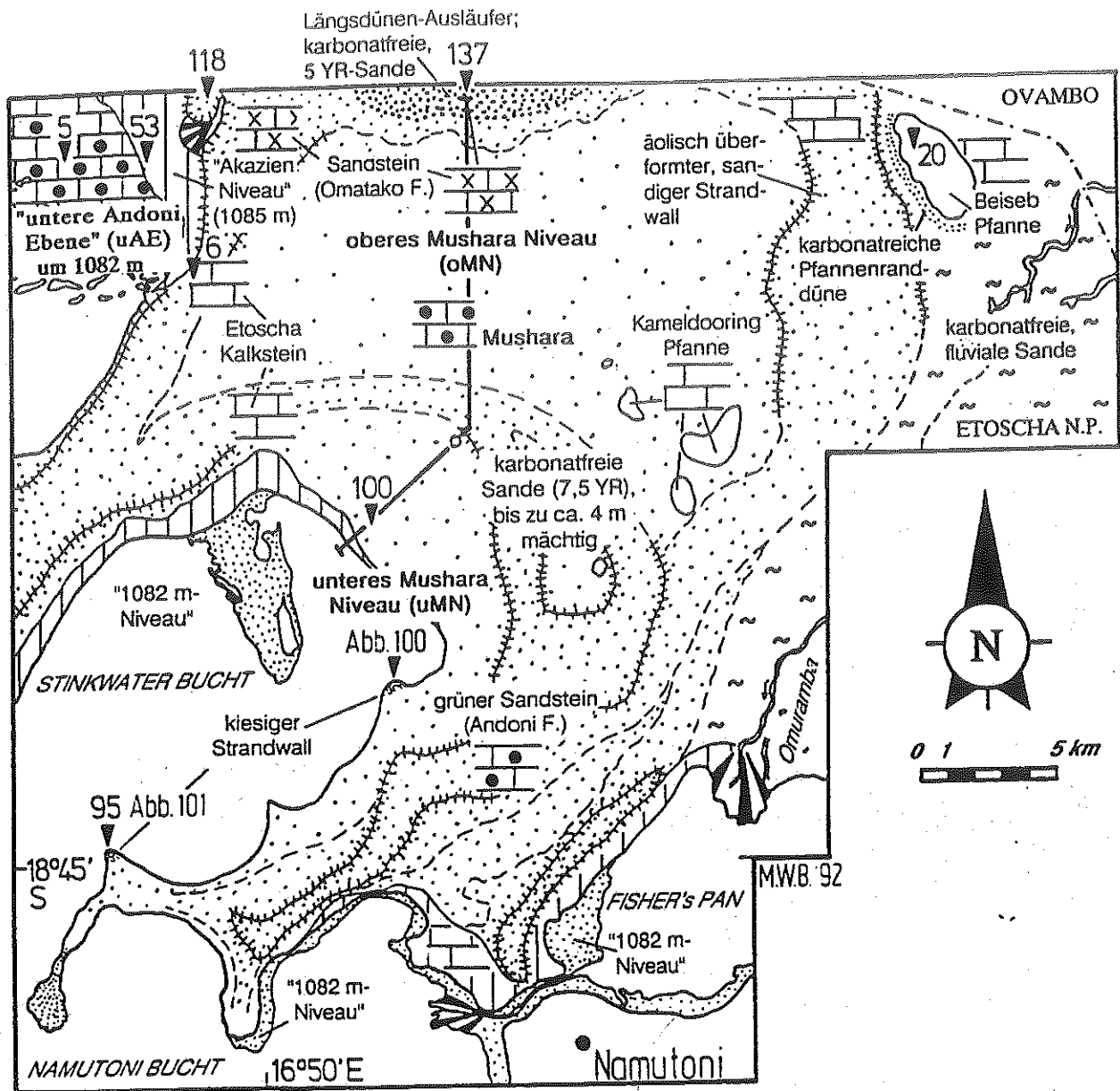
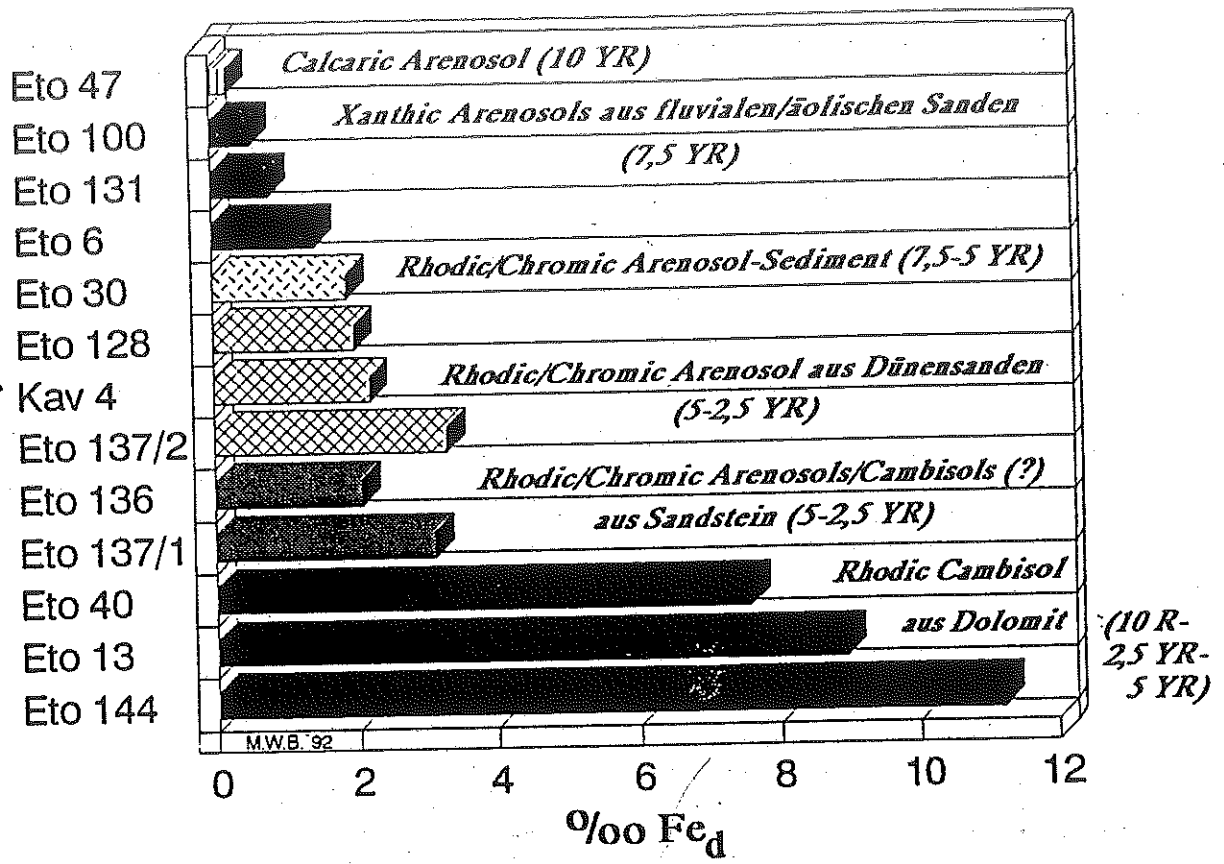


Abb. 85: Geomorphologische Detailkartierung der 'Mushara-Niveaus' und der angrenzenden Etoscha Panne im Osten des Etoscha N.P. (mit geomorphologisch-pedologischem Profilschnitt).

Profil Nr.



abnehmendes Alter der Pedogenese

Abb. 86: Gehalt an dithionitlöslichen, pedogenen Eisenoxiden in Abhängigkeit vom Alter der Bodenbildung.

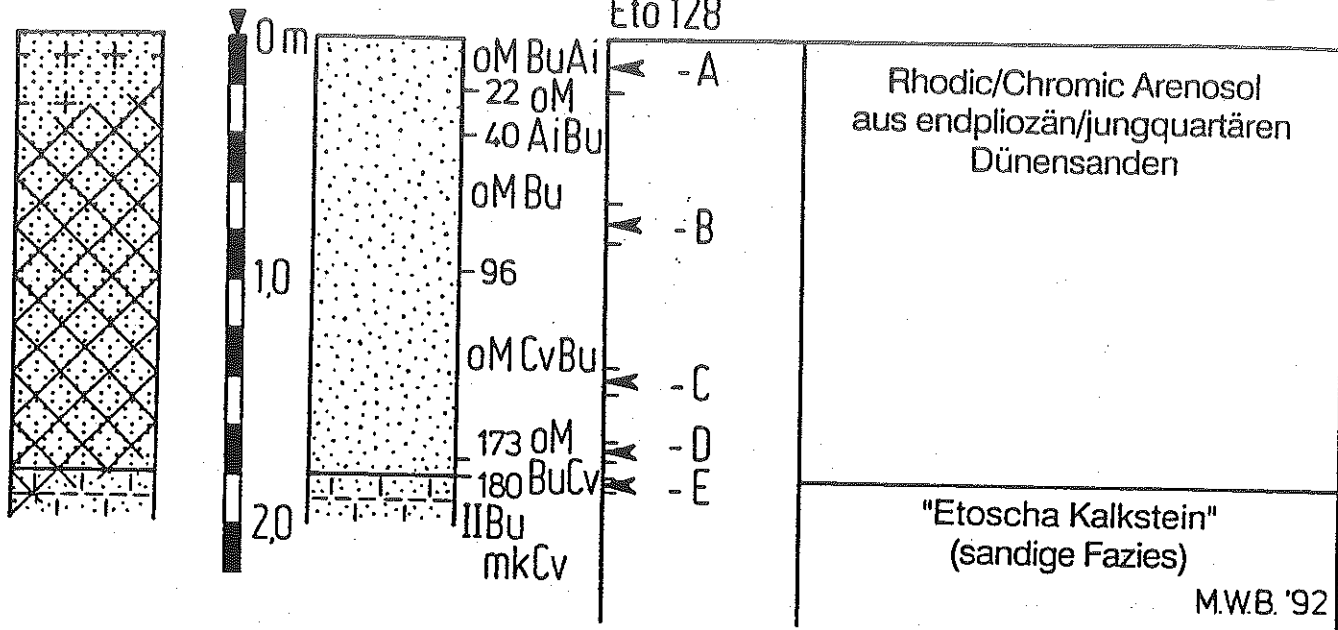
Profilaufbau

geneti-
sche
Deutung 1114 m
ü.N.N.

sedimen-
tolog./
pedolog.

Boden-
horizonte

Proben-Nr. Profilkurzbeschreibung
Eto 128



Analytische Standardwerte, Profil Eto 128

Proben-Nr.	Munsell-Farbe (feucht)	% Korngrößenfraktionen < 2mm					Textur	% organ. Substanz	pH in KCl	% Fe ₂	% Fe _o
		0	20	40	60	80					
Eto 128-A	2,5YR3/6	[Bar chart showing grain size distribution for Eto 128-A]					msFS	[Bar chart showing organic substance for Eto 128-A]	[Bar chart showing pH for Eto 128-A]	[Bar chart showing Fe ₂ for Eto 128-A]	[Bar chart showing Fe _o for Eto 128-A]
Eto 128-B	2,5YR4/6	[Bar chart showing grain size distribution for Eto 128-B]					msFS	[Bar chart showing organic substance for Eto 128-B]	[Bar chart showing pH for Eto 128-B]	[Bar chart showing Fe ₂ for Eto 128-B]	[Bar chart showing Fe _o for Eto 128-B]
Eto 128-C	2,5YR4/6-8	[Bar chart showing grain size distribution for Eto 128-C]					msFS	Sp.	[Bar chart showing pH for Eto 128-C]	[Bar chart showing Fe ₂ for Eto 128-C]	[Bar chart showing Fe _o for Eto 128-C]
Eto 128-D	2,5YR4/8	[Bar chart showing grain size distribution for Eto 128-D]					msFS	Sp.	[Bar chart showing pH for Eto 128-D]	[Bar chart showing Fe ₂ for Eto 128-D]	[Bar chart showing Fe _o for Eto 128-D]
Eto 128-E	2,5YR4/8	[Bar chart showing grain size distribution for Eto 128-E]					msFS*	Sp.	[Bar chart showing pH for Eto 128-E]	[Bar chart showing Fe ₂ for Eto 128-E]	[Bar chart showing Fe _o for Eto 128-E]

* 2.1% Bodenskelett

M.W.B. '92

Abb. 87: Profil Eto 128 mit analytischen Standardwerten.

Längsdünen im 'Mangetti Game Reserve'/Kavangoland

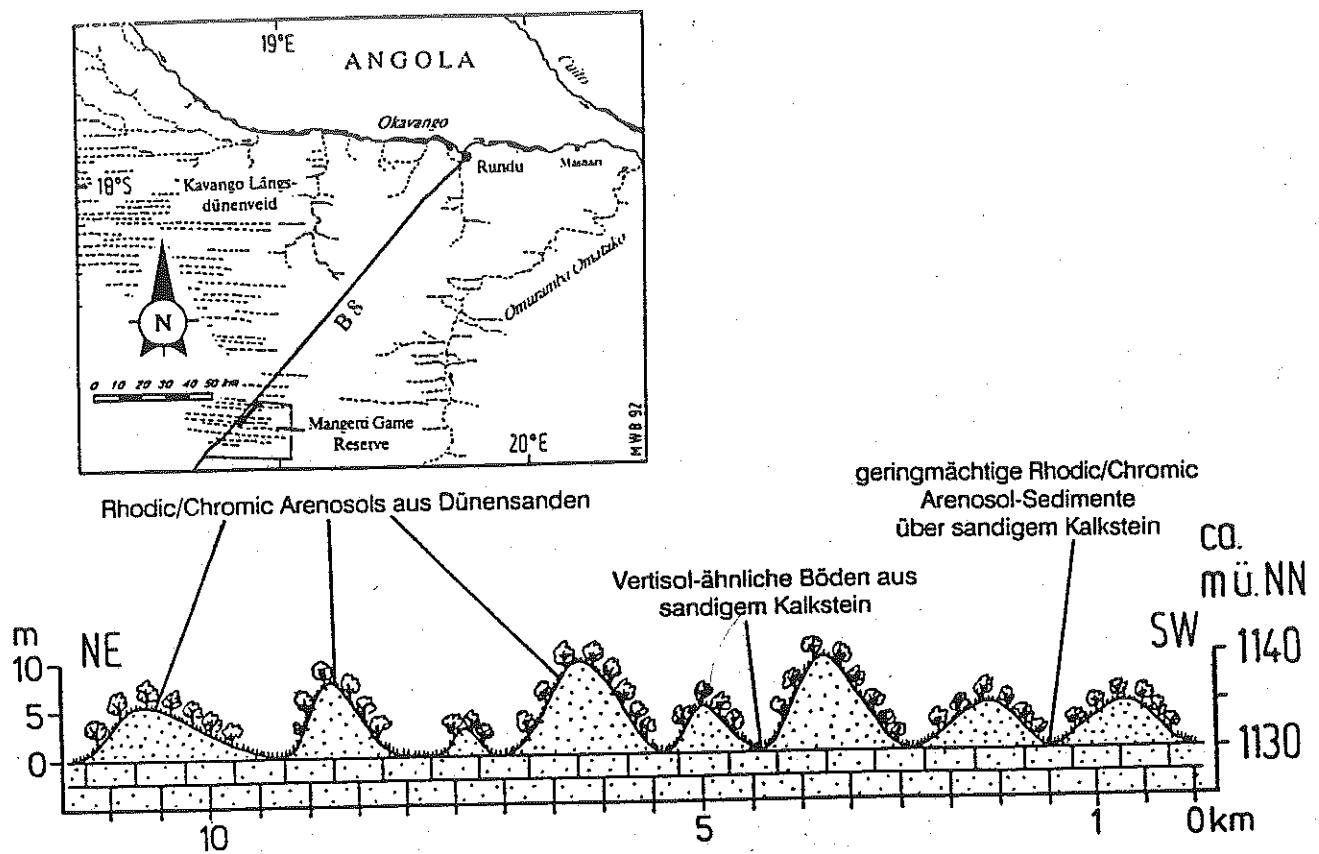
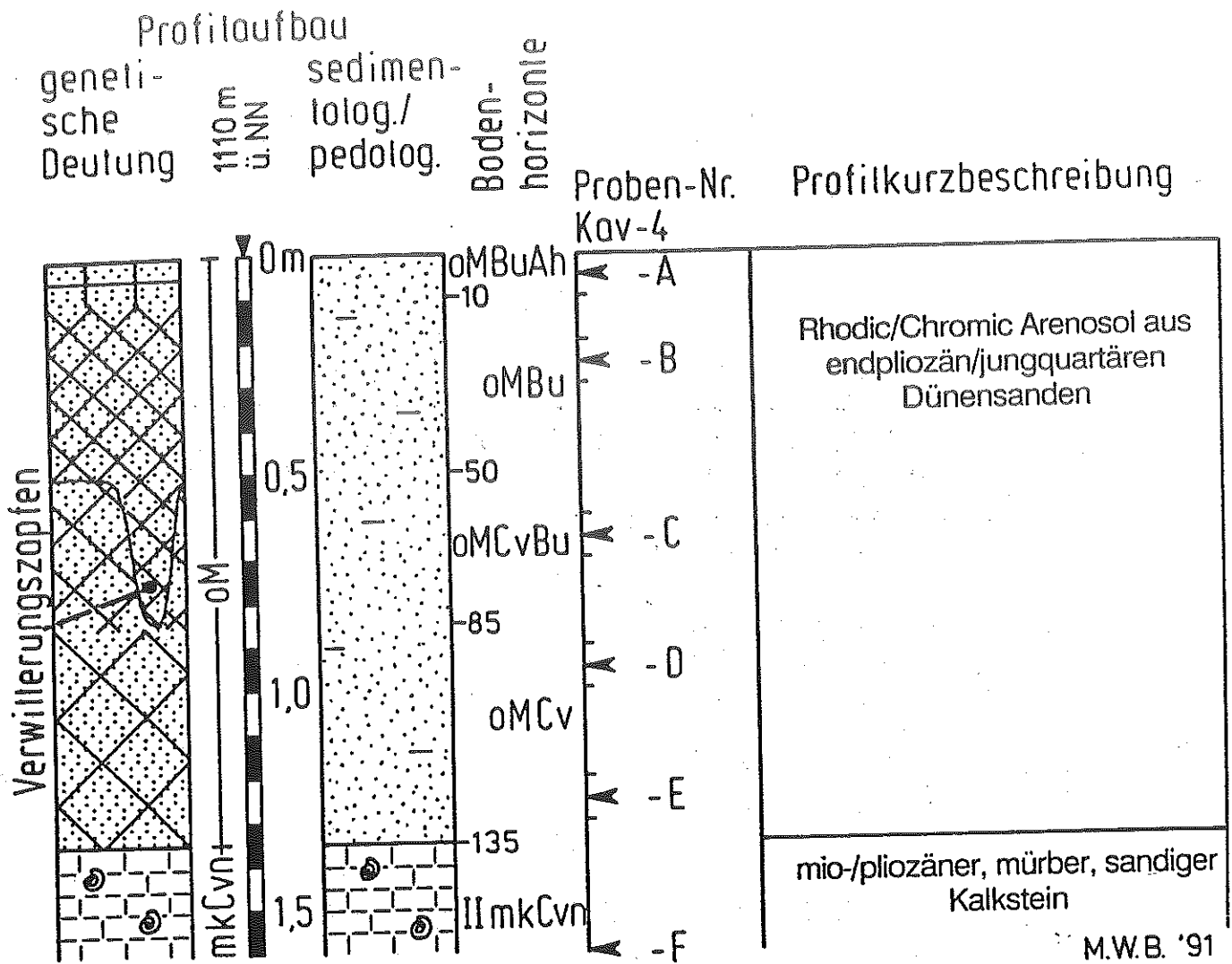


Abb. 88: Querschnitt durch die Längsdünen-Landschaft im 'Mangetti Game Reserve'/Kavangoland.



Analytische Standardwerte, Profil Kav 4

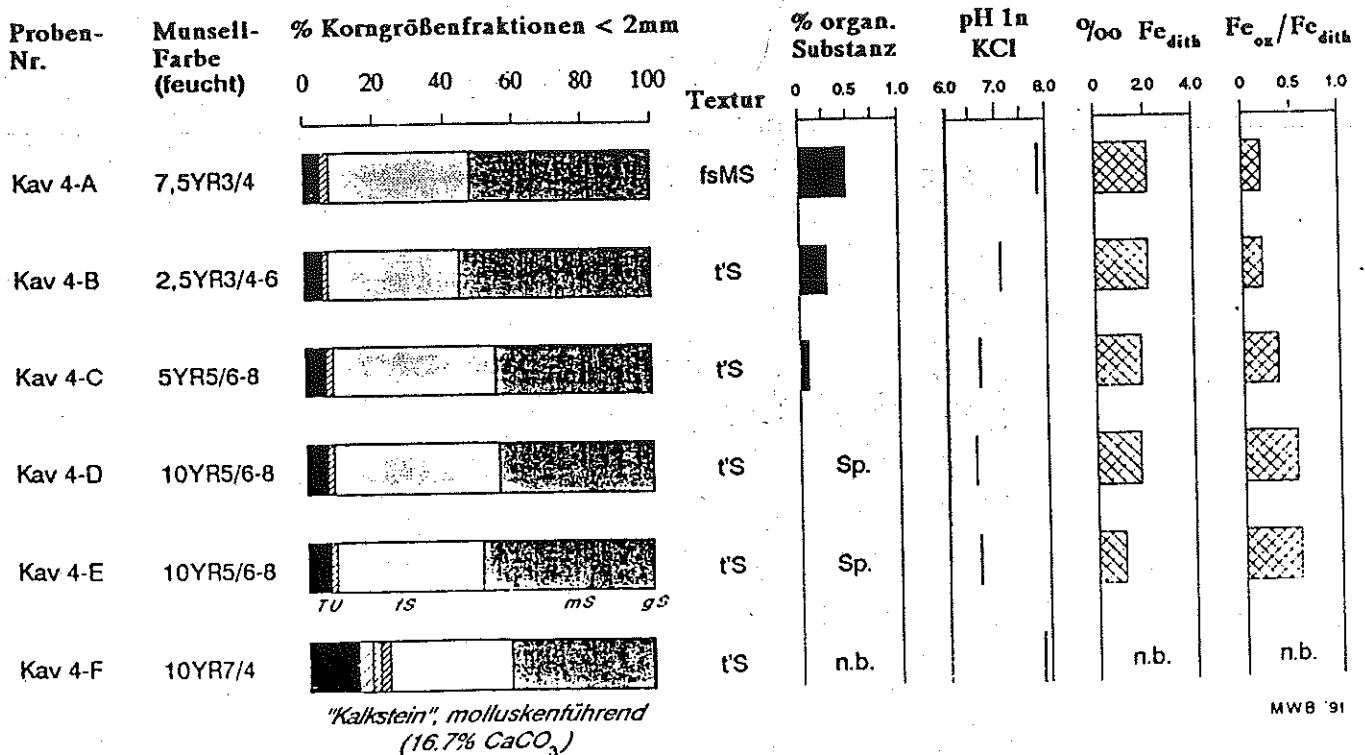
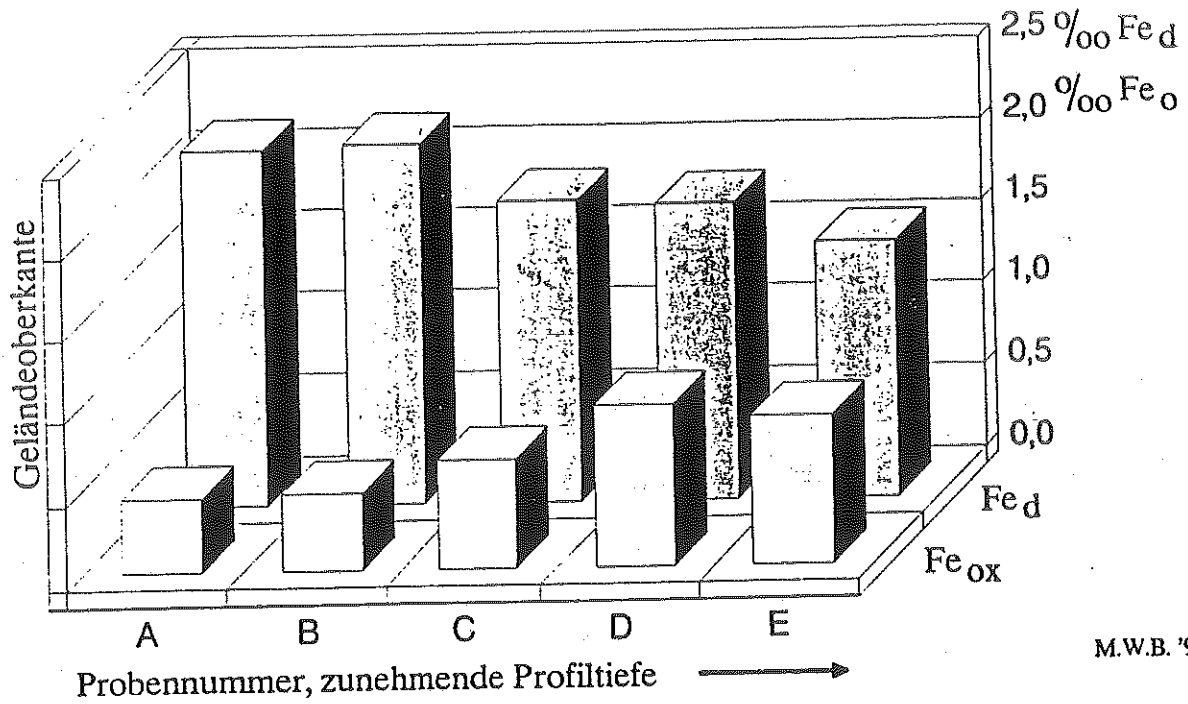


Abb. 89: Profil Kav 4 mit analytischen Standardwerten.

Kav 4 pedogene Eisenoxide



Kav 5 pedogene Eisenoxide

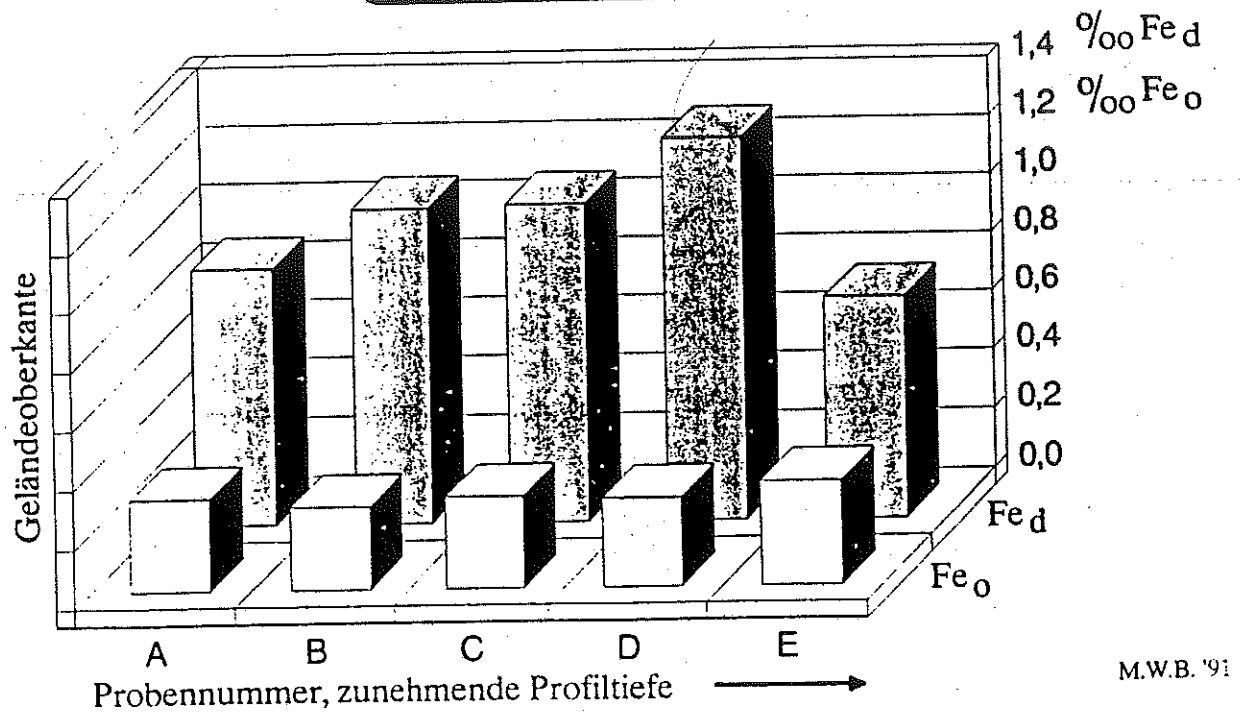


Abb. 90: Gehalte an dithionit- und oxalatlöslichen, pedogenen Eisenoxiden im Vergleich der Profile Kav 4 (Dünenkamm) und Kav 5 (Dünengasse).

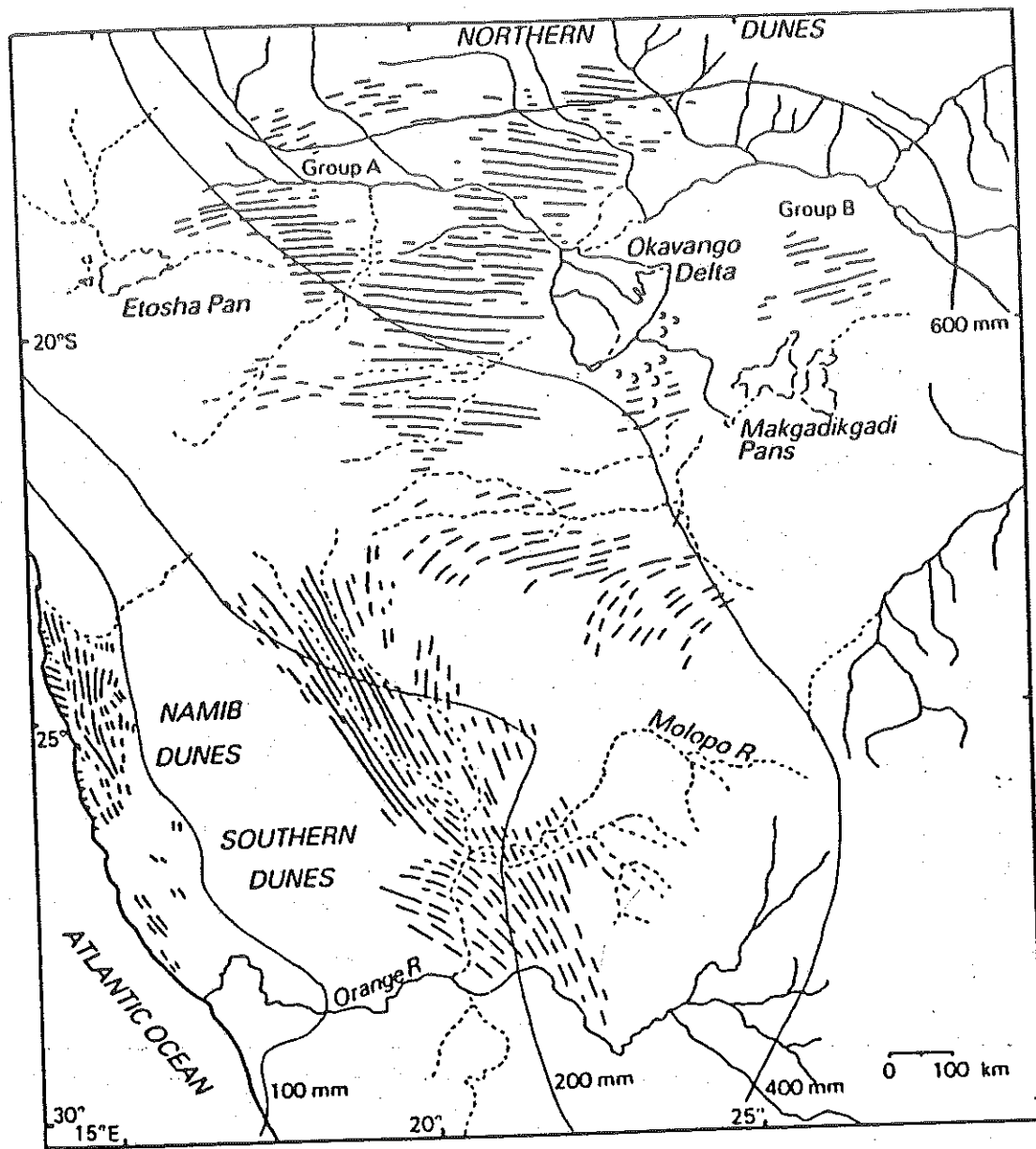


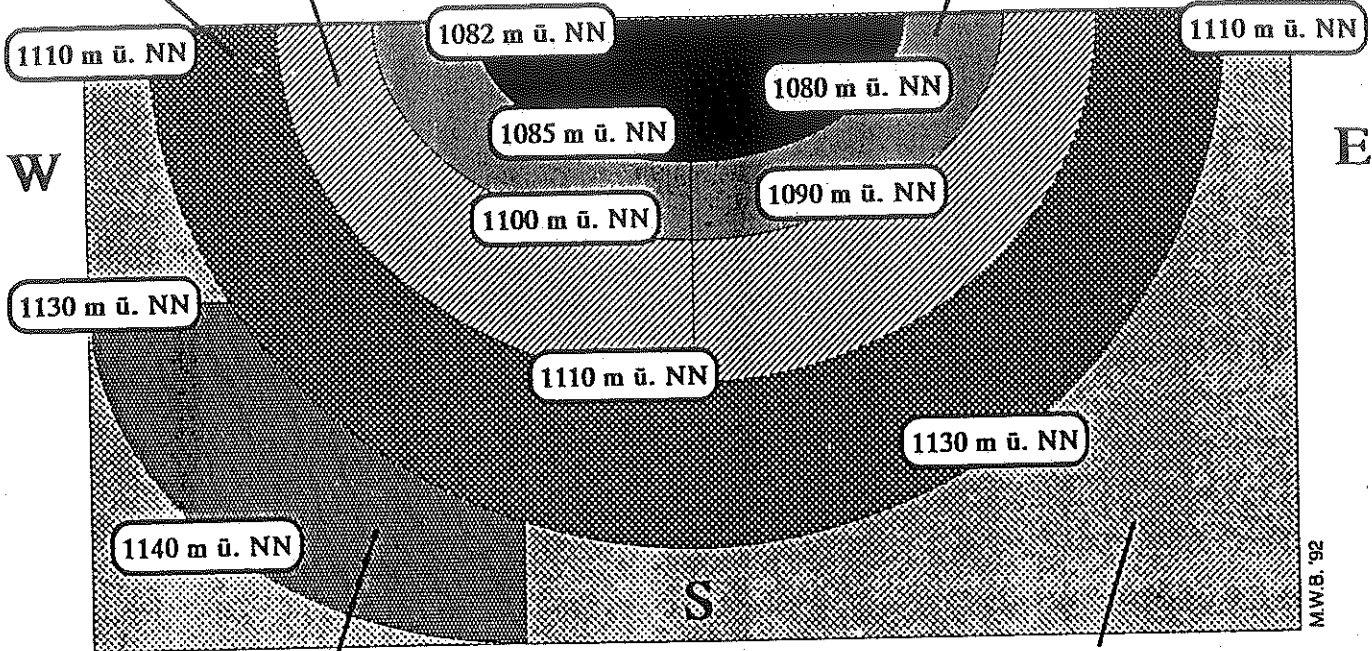
Abb. 91: Längsdünen-Systeme im südlichen Afrika, rekonstruiert mittels Auswertungen von LANDSAT- (ERTS-) Szenen (nach LANCASTER 1981: 328, Fig.1), in Relation zu den Isohyeten (aus: DEACON & LANCASTER 1988: 62, Fig. 5.2).

Lithic Leptosols-Rendzic Leptosols- [karbonathaltig]
 Mollic Leptosols-Eutric Vertisols [karbonatfrei]
 aus Kalkstein (C2)

Lithic Leptosols-Rendzic Leptosols
 [karbonathaltig] aus Kalkstein (C3)

Lithic Leptosols-Rendzic Leptosols
 [karbonathaltig]
 mit karbonathaltiger, äolischer Deck-
 schicht aus Kalkstein (C4)

Etoscha Pfanne



Vertic Cambisols-
 Eutric Vertisols
 [karbonatfrei]
 aus Kalkstein und
 sandigem Kalkstein (C1)

Rhodic Cambisols aus damara-zeitlichen Dolomiten und Quarziten (B1)
 Rhodic/Chromic Arenosols aus Dünensanden (A1)
 Rhodic/Chromic Arenosol-Sedimente über Kalkstein (B4/B5/B6)
 [alle karbonatfrei]

M.W.B. '92

Abb. 92: Zonale Gliederung und Topochronosequenz der Bodenbildung im Umkreis der Etoscha Pfanne.

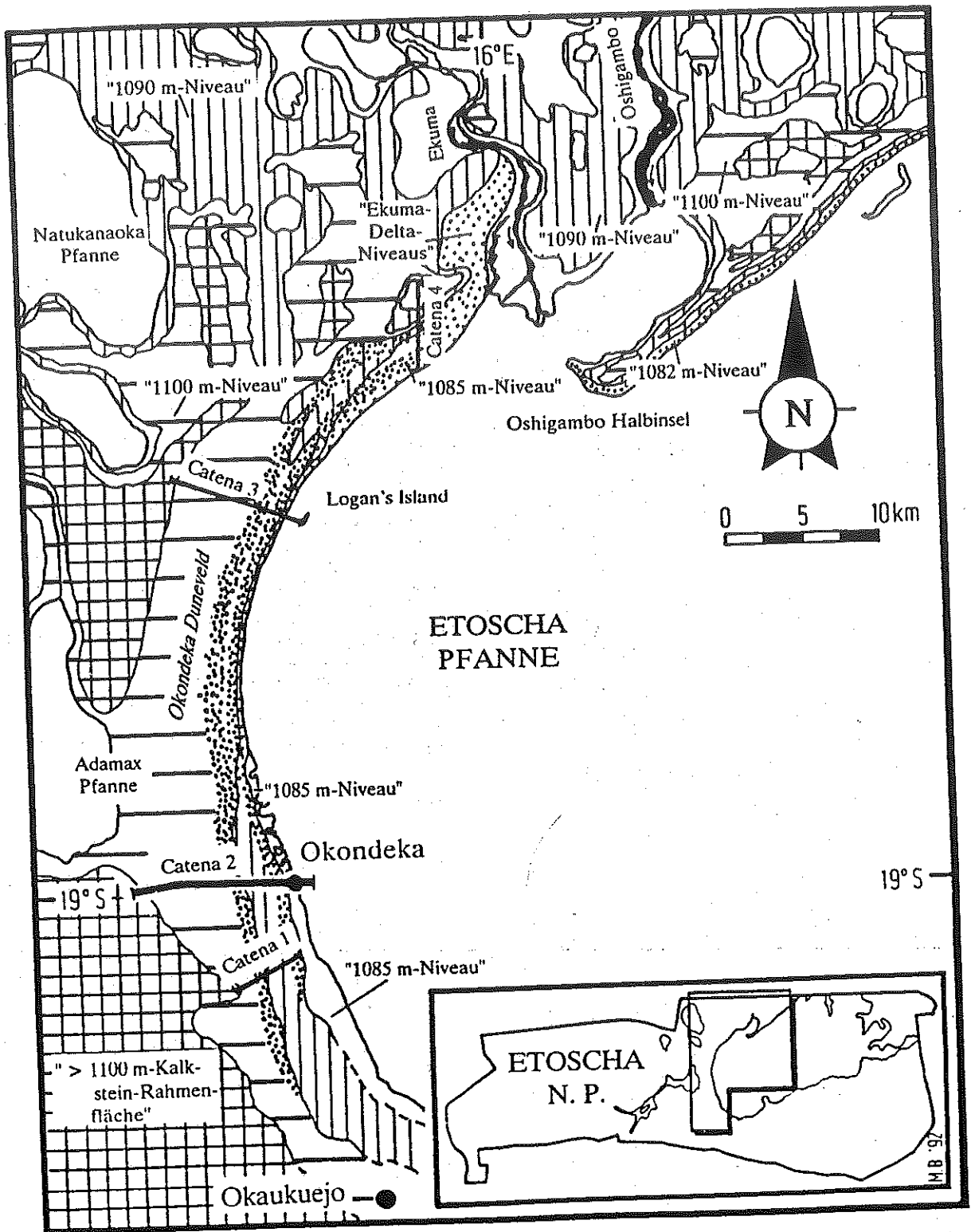


Abb. 93: Geomorphologische Übersichtskartierungen ausgewählter Räume in Etoscha:
 a) Westrand der Etoscha Pfanne mit rekonstruierten Niveaus

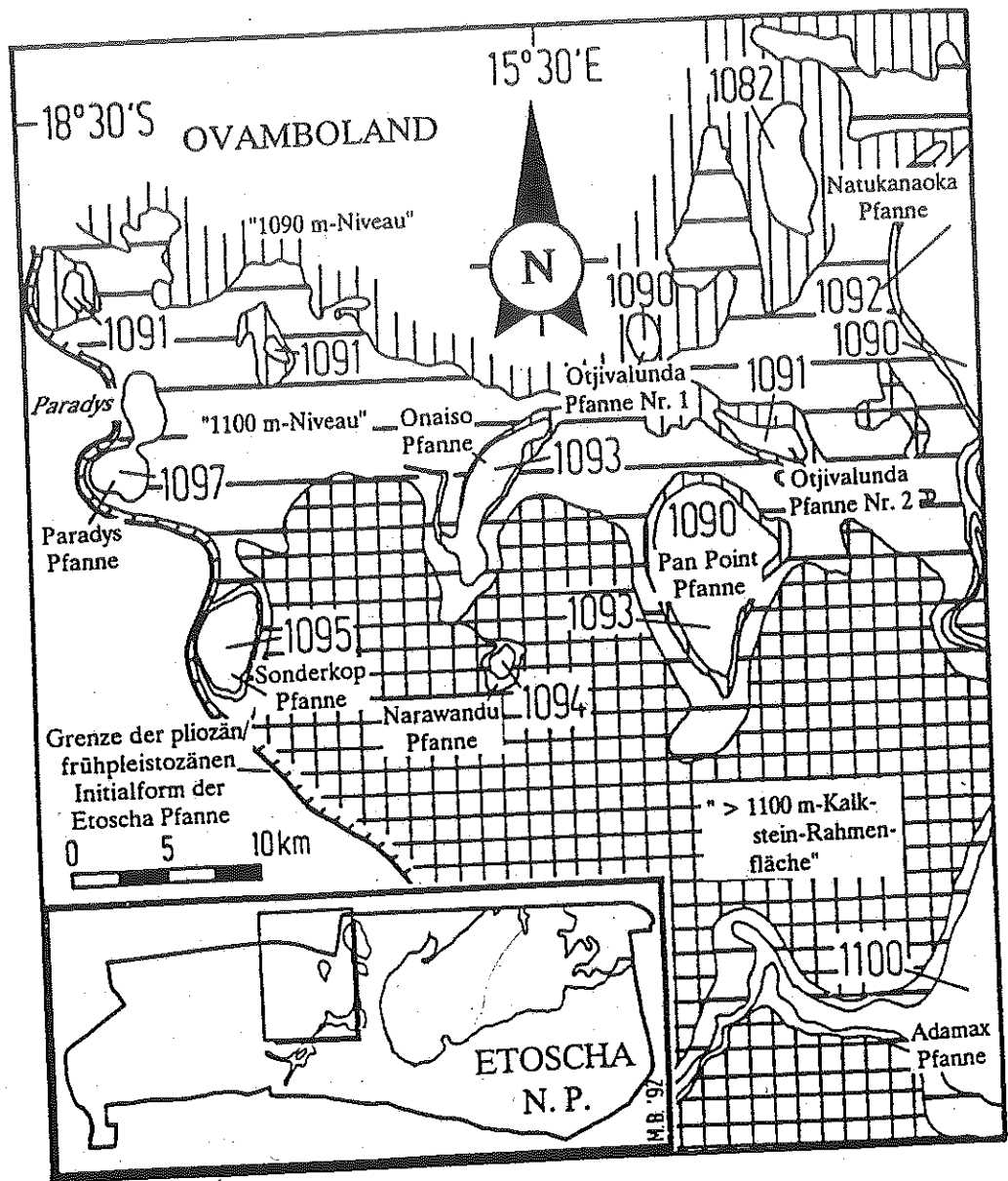


Abb. 93: b) "Ovambo-Pfannen-Ebene" mit rekonstruierten Niveaus.

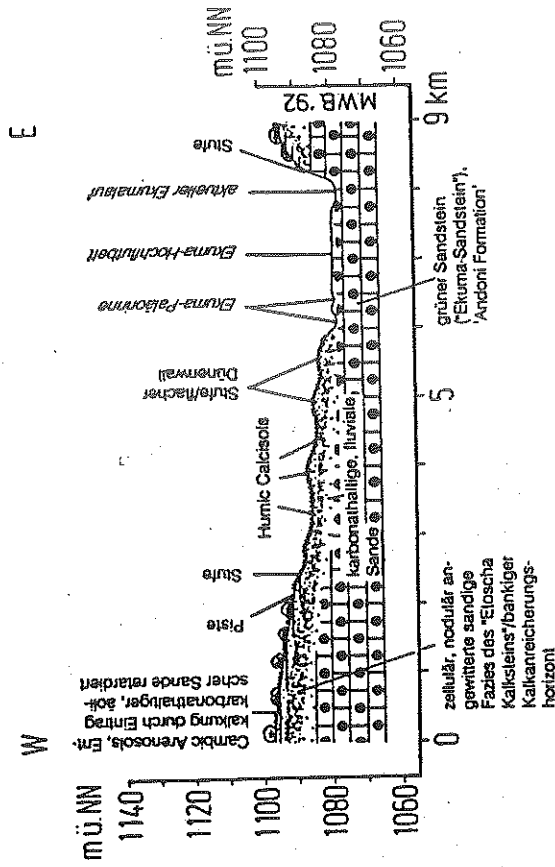
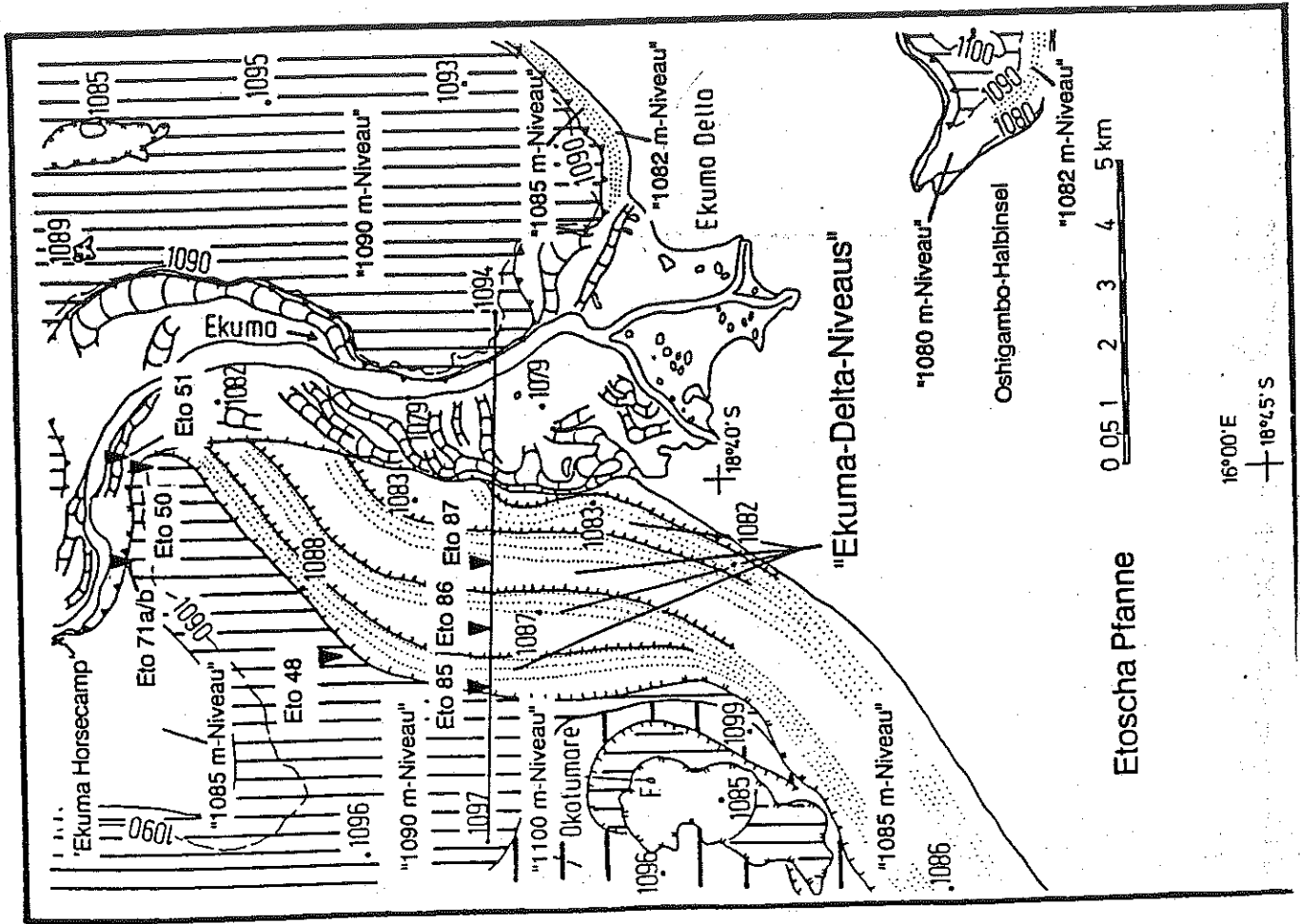


Abb. 94: Geomorphologische Detailkartierung des 'Ekuma-Deltas' mit den "Ekuma-Delta-Niveaus".

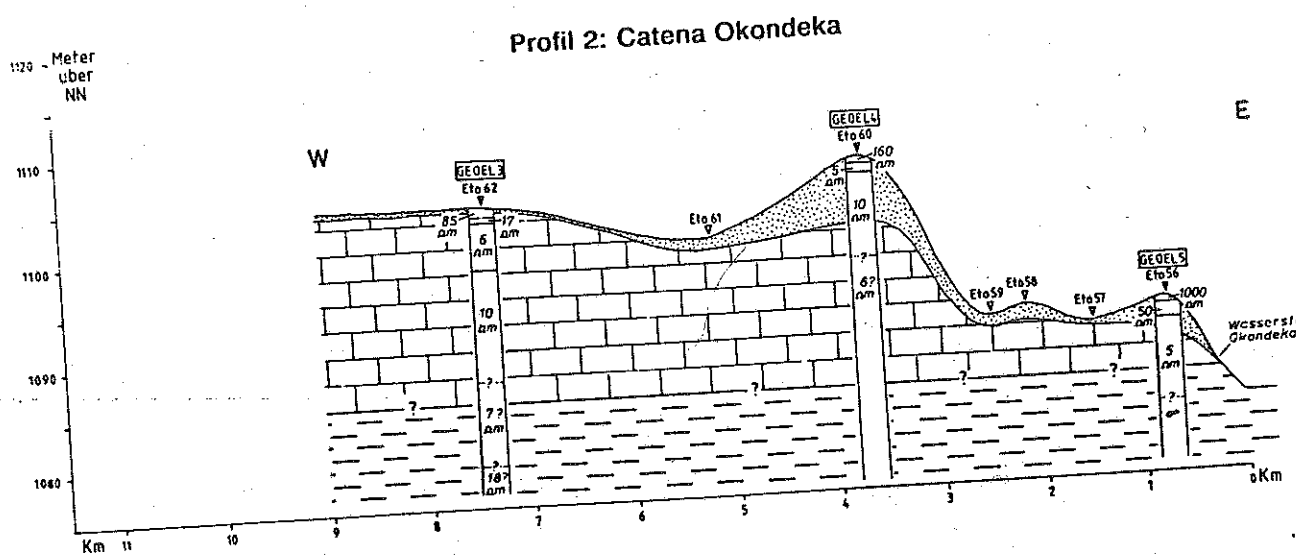
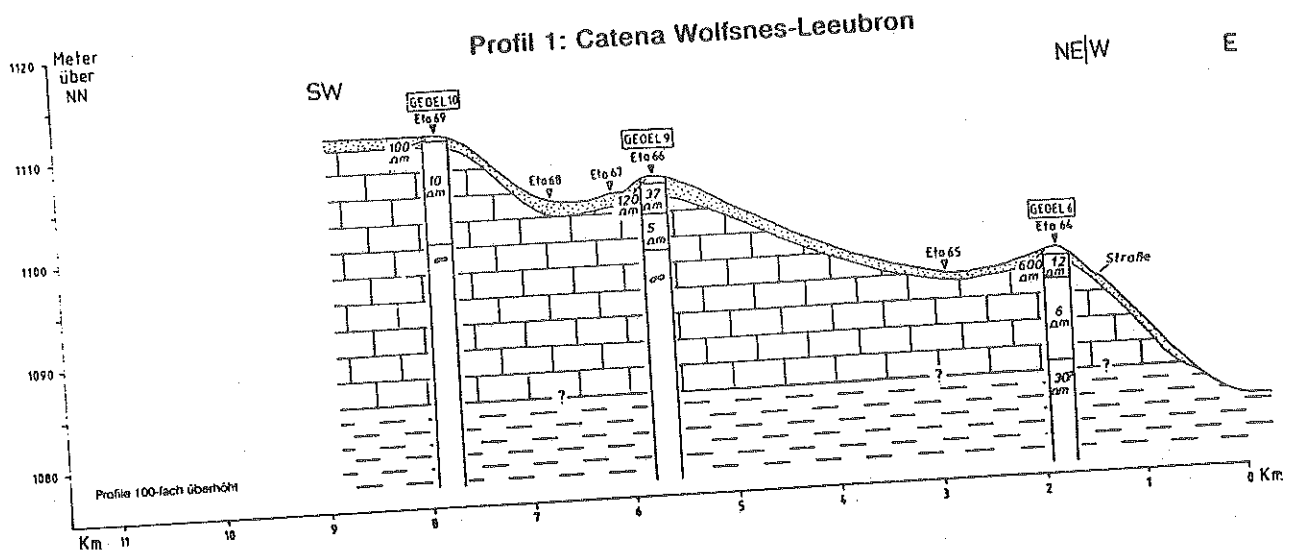


Abb. 95: Profilschnitte des westlichen Randes der Etoscha Pfanne nach Flachbohrungen und geoelektrischen Sondierungen (nach BEUGLER 1991: Abb. 67). Dargestellt ist die grundsätzliche stratigraphische Abfolge von sehr karbonatreichen bis extrem karbonatreichen äolischen Sanden über dem "Etoscha Kalkstein" über einem grünen Silt-/Tonstein und Sandstein der 'Andoni Formation' (vgl. auch Abb. 96 und 97); zur Lage der Profile vgl. Abb. 109.

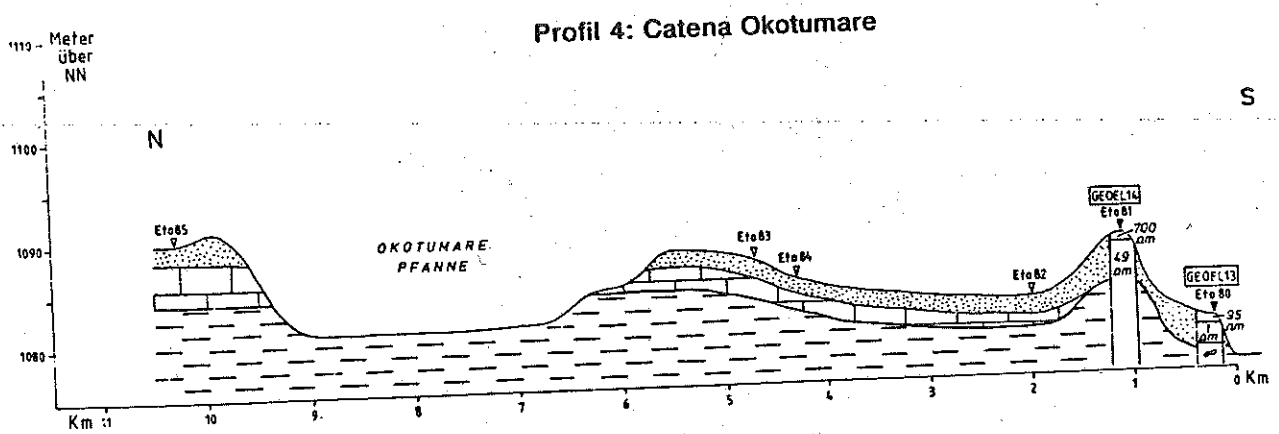
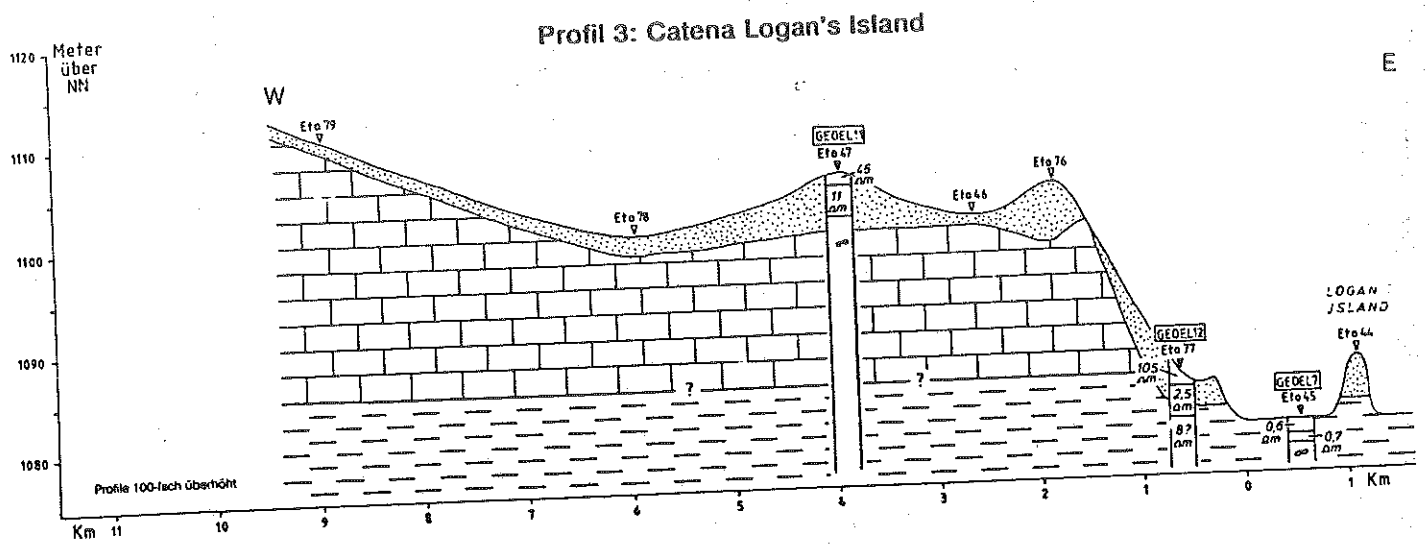


Abb. 95: Fortsetzung

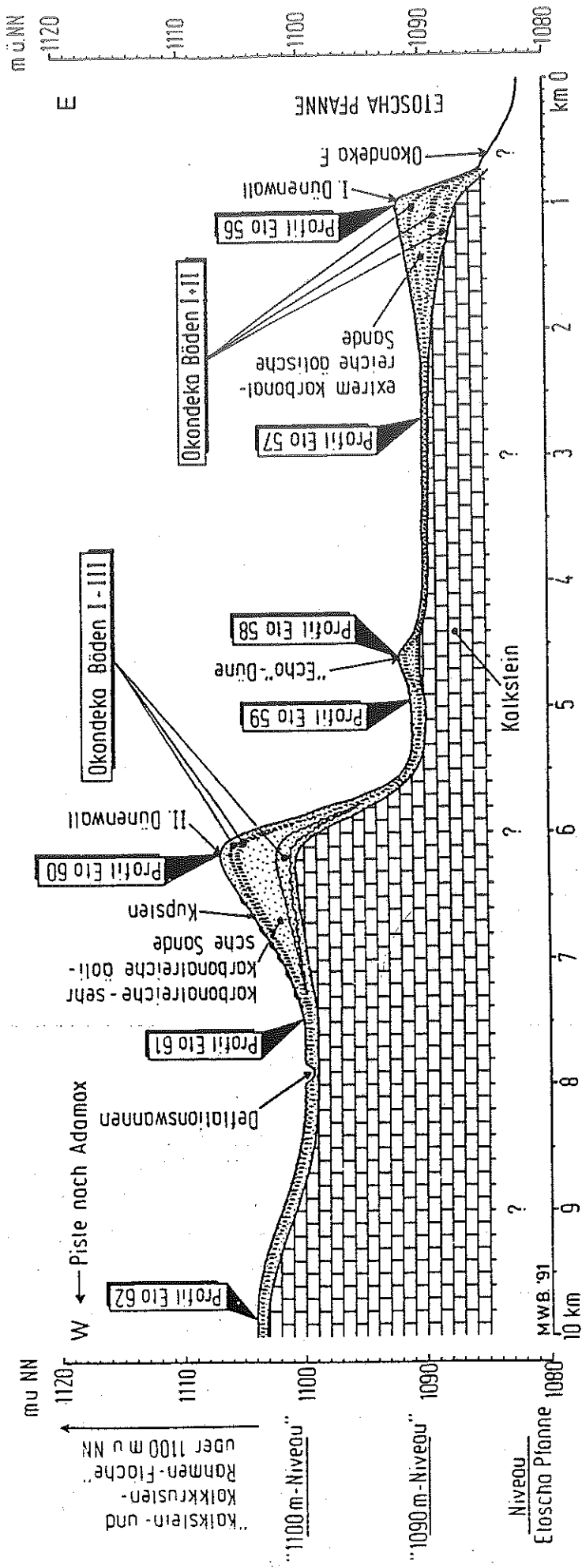


Abb. 96: Catena 'Okondeka' mit den Typlokalitäten der Profile Eto 56 (I. Dünenwall) und Eto 60 (II. Dünenwall).

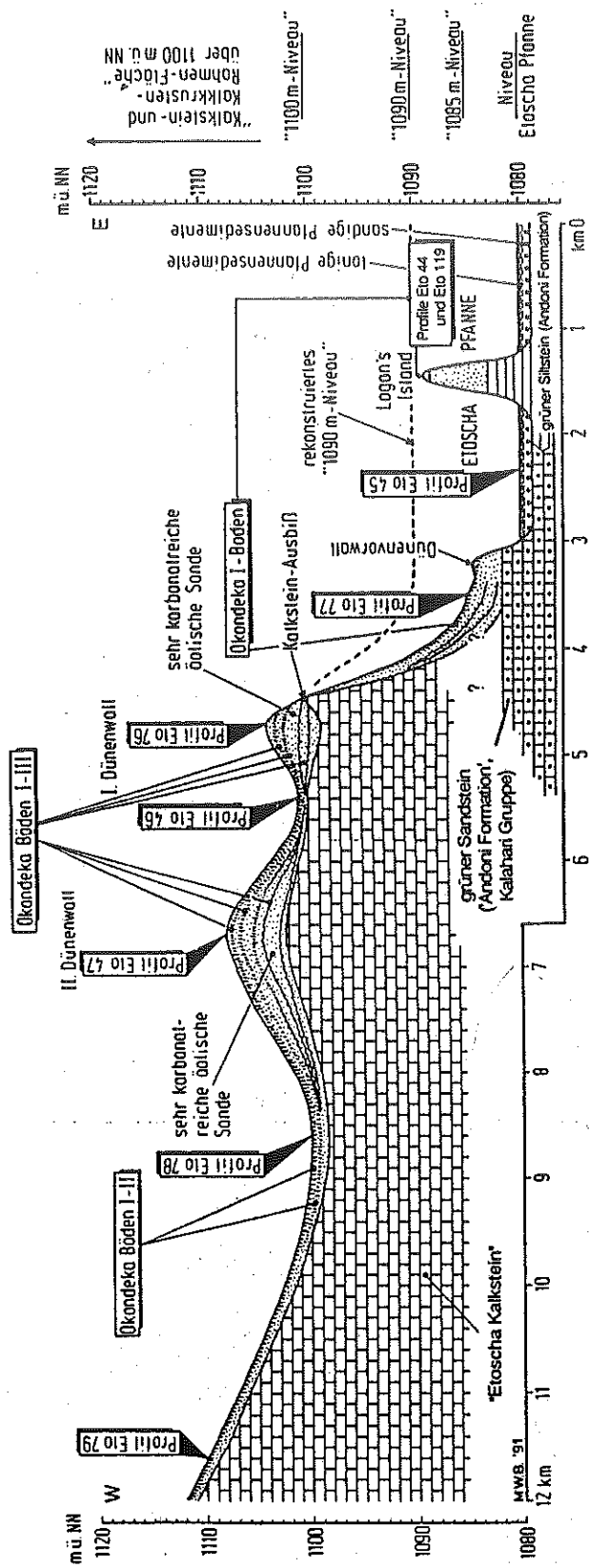


Abb. 97: Catena 'Logan's Island'.



SW

S

"Waldterrasse" 1090 m - Niveau

Ekuma Paläorinne

Etoscha Pflanne

1082 m-Niveau

1080 m-Niveau

"Grasrasse"

zellulär angewitterter Kalkstein

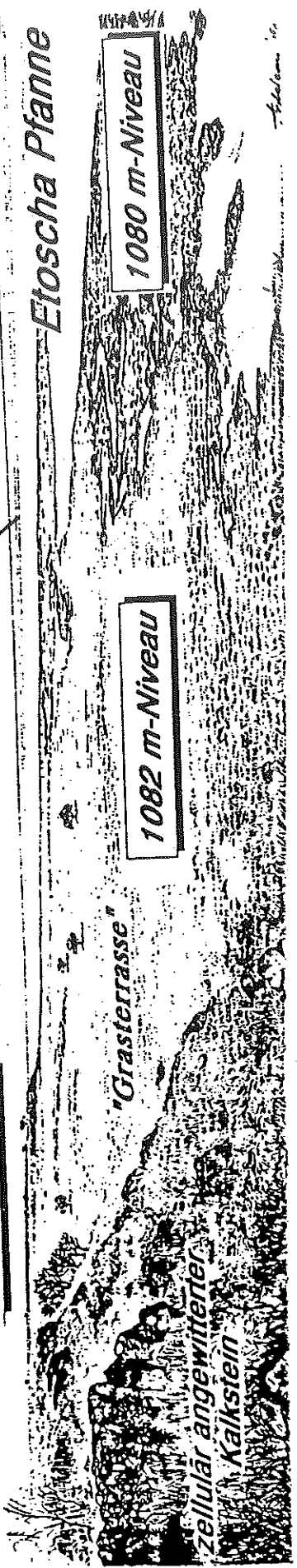
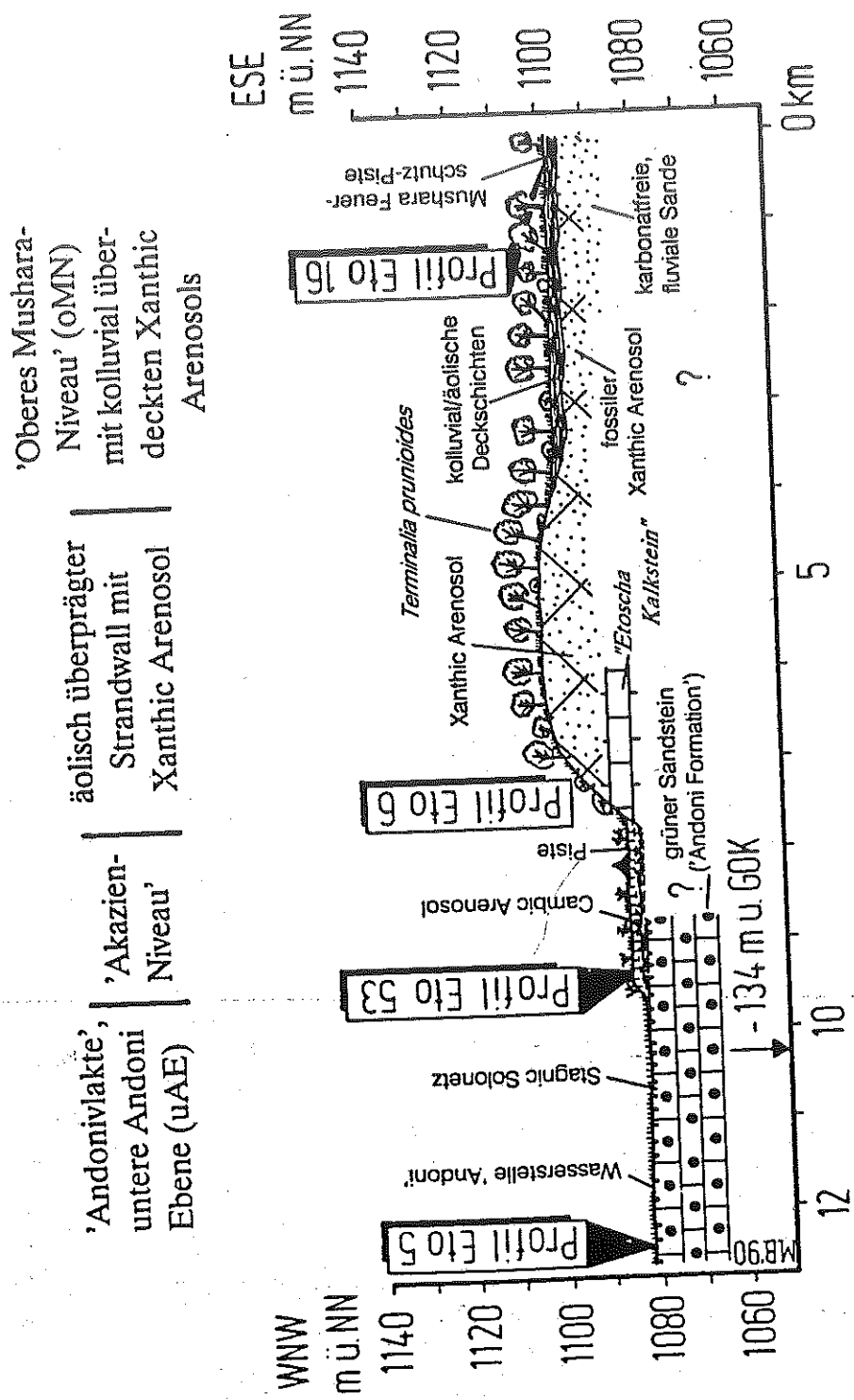


Abb. 98:

Heutige Geländesituation an der Westflanke der 'Poacher's Point-Halbinsel' und fiktive Überdeckung des Reliefs durch karbonatreiche Dünenansende, entsprechend der Situation am westlichen Rand der Etoscha Pflanne (Zeichnungen: E. Ardelean).



'Oberes Mushara-Niveau' (oMN) mit kolluvial überdeckten Xanthic Arenosols

äolisch überprägter Strandwall mit Xanthic Arenosol

'Andonivlakte', untere Andoni Ebene (uAE), 'Akazien-Niveau' Xanthic Arenosol

Abb. 99: Geomorphologisch-sedimentologisch-pedologischer Profilschnitt am Übergang von den 'Mushara-Niveaus' zur 'Andonivlakte'.

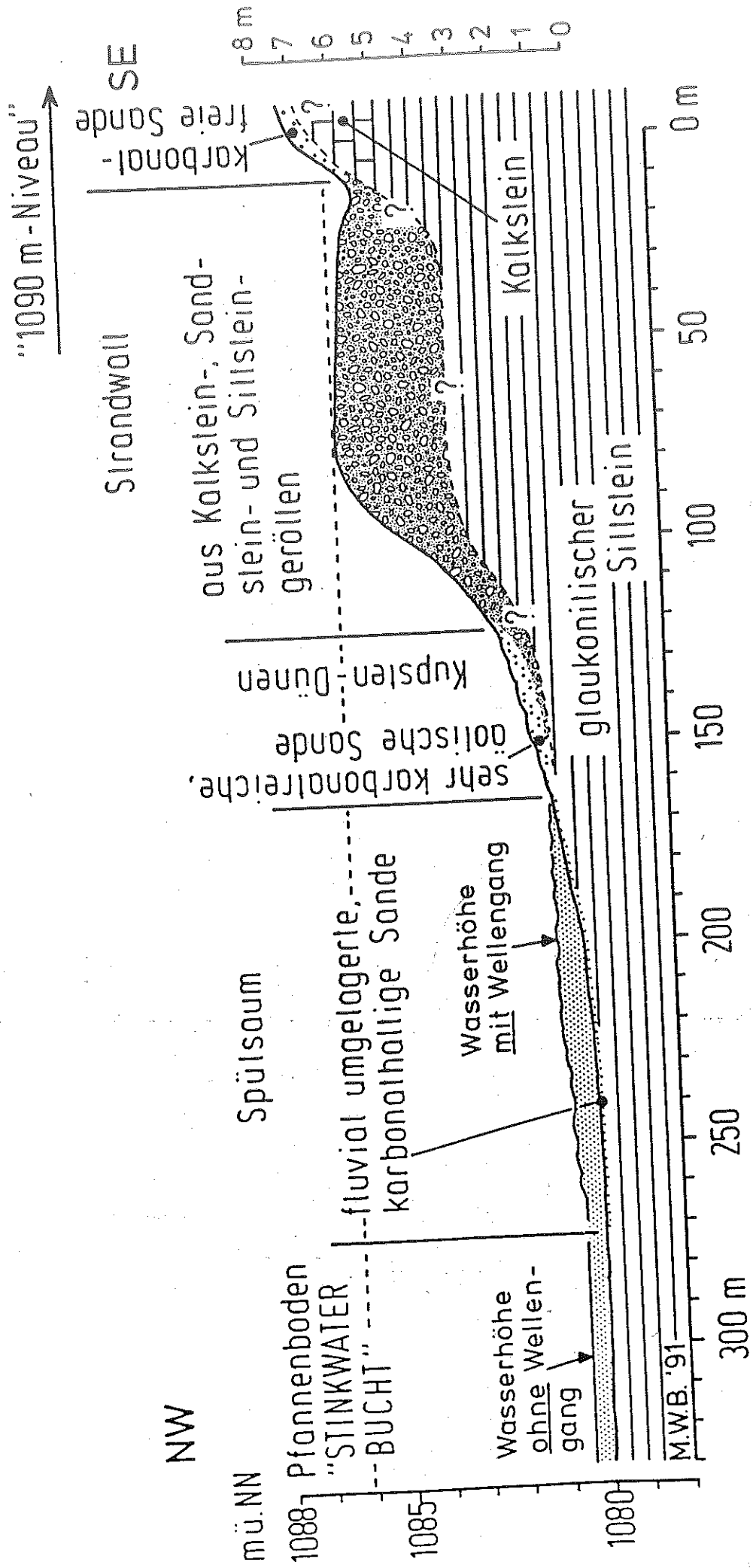


Abb. 100: Kiesiger Strandwall des "1085 m-Niveaus" am Südrand der 'Stinkwater Bucht', östliche Etoscha Pflanne.

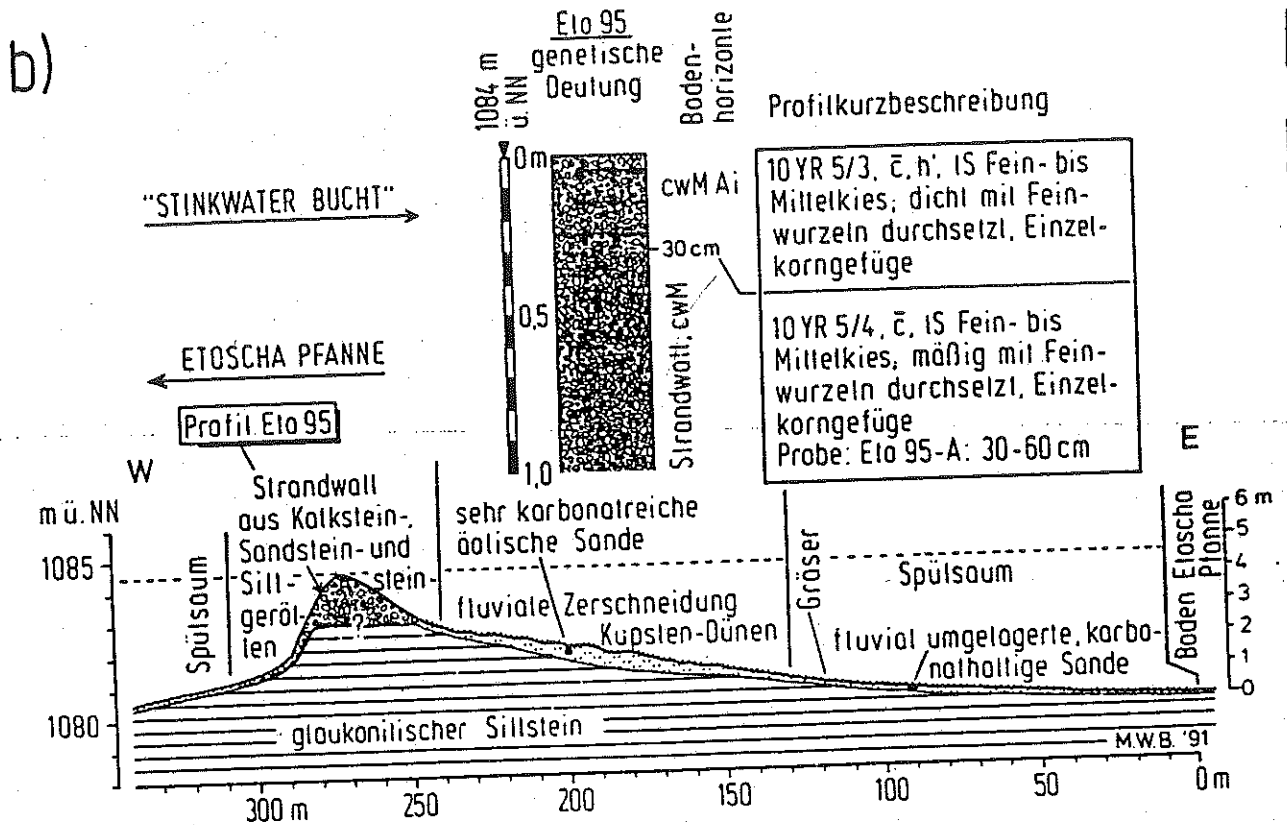
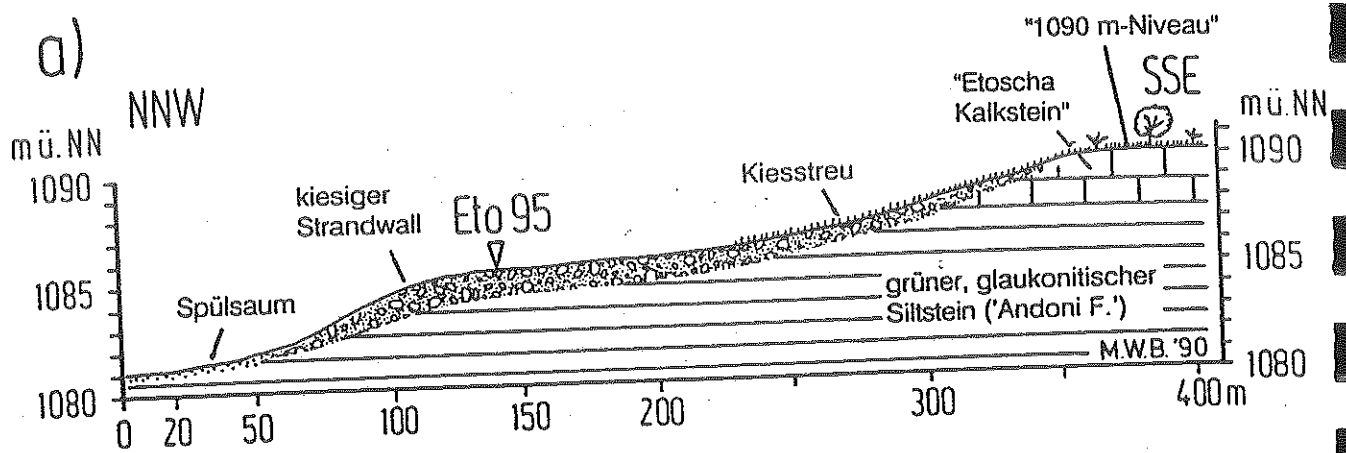


Abb. 101: An das "1090 m-Niveau" angelehnter kiesiger Strandwall am südlichen Ausgang der 'Stinkwater Bucht', östliche Etoscha Pflanze.

a) NNW-SSE-Profil

b) W-E-Profil

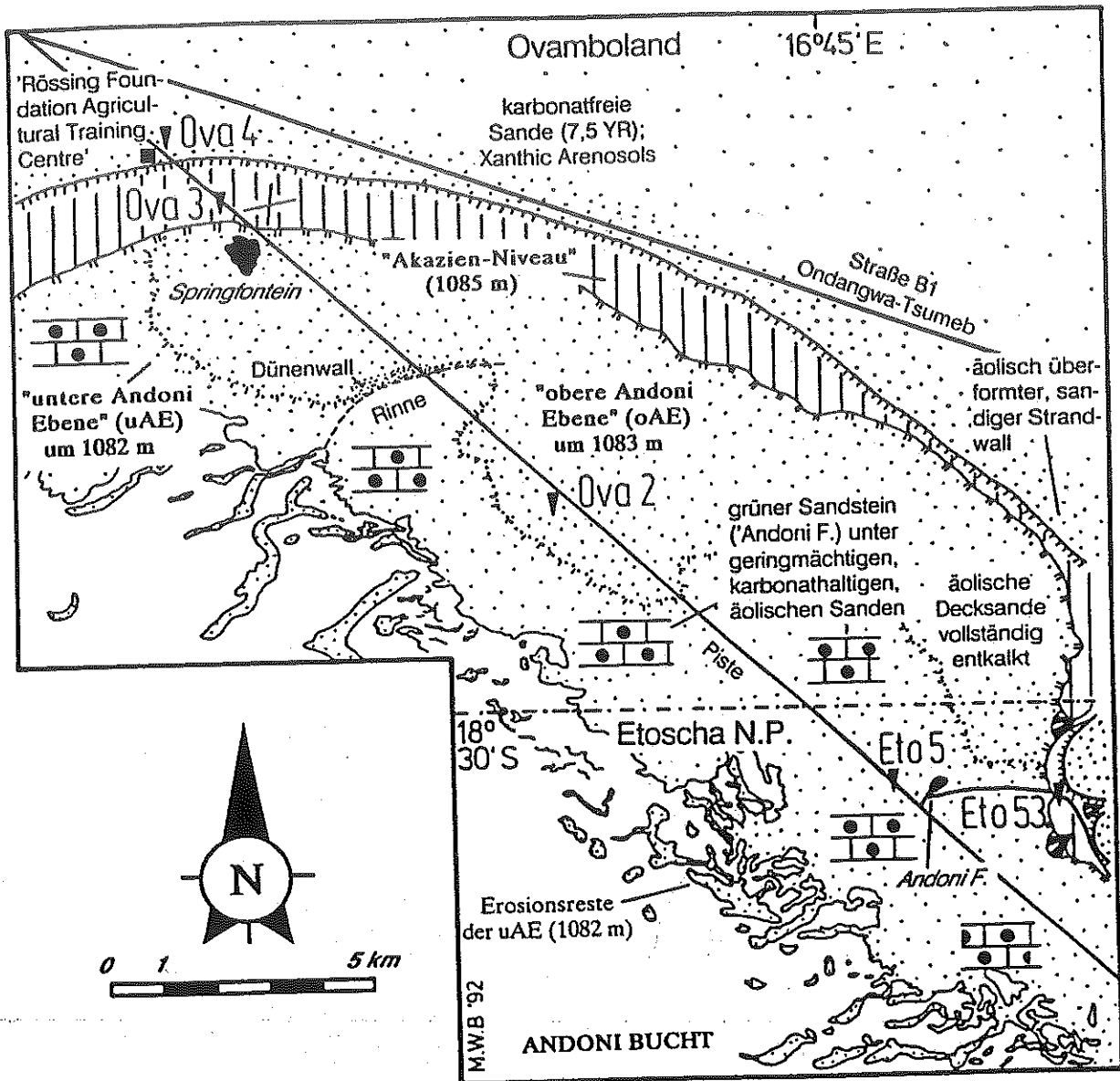
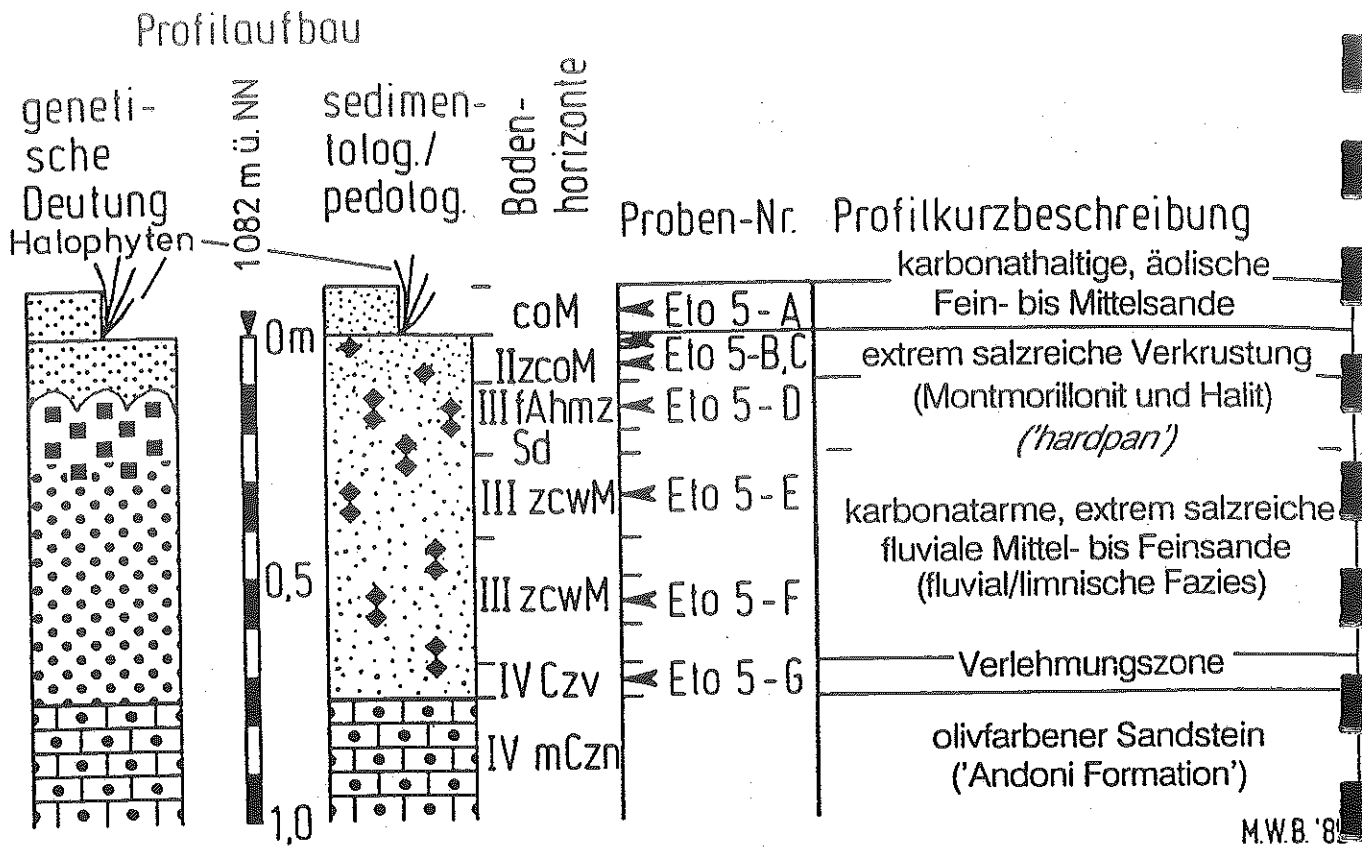


Abb. 102: Geomorphologische Detailkartierung der 'Andonivlakte'. Interpretationsgrundlage: Luftbildbefliegung im Maßstab ca. 1:50 000, Job 706/8230, Bild 8227-8231 (Streifen 15) und Bild 8257-8260 (Streifen 16).



Analytische Standardwerte, Profil Eto 5

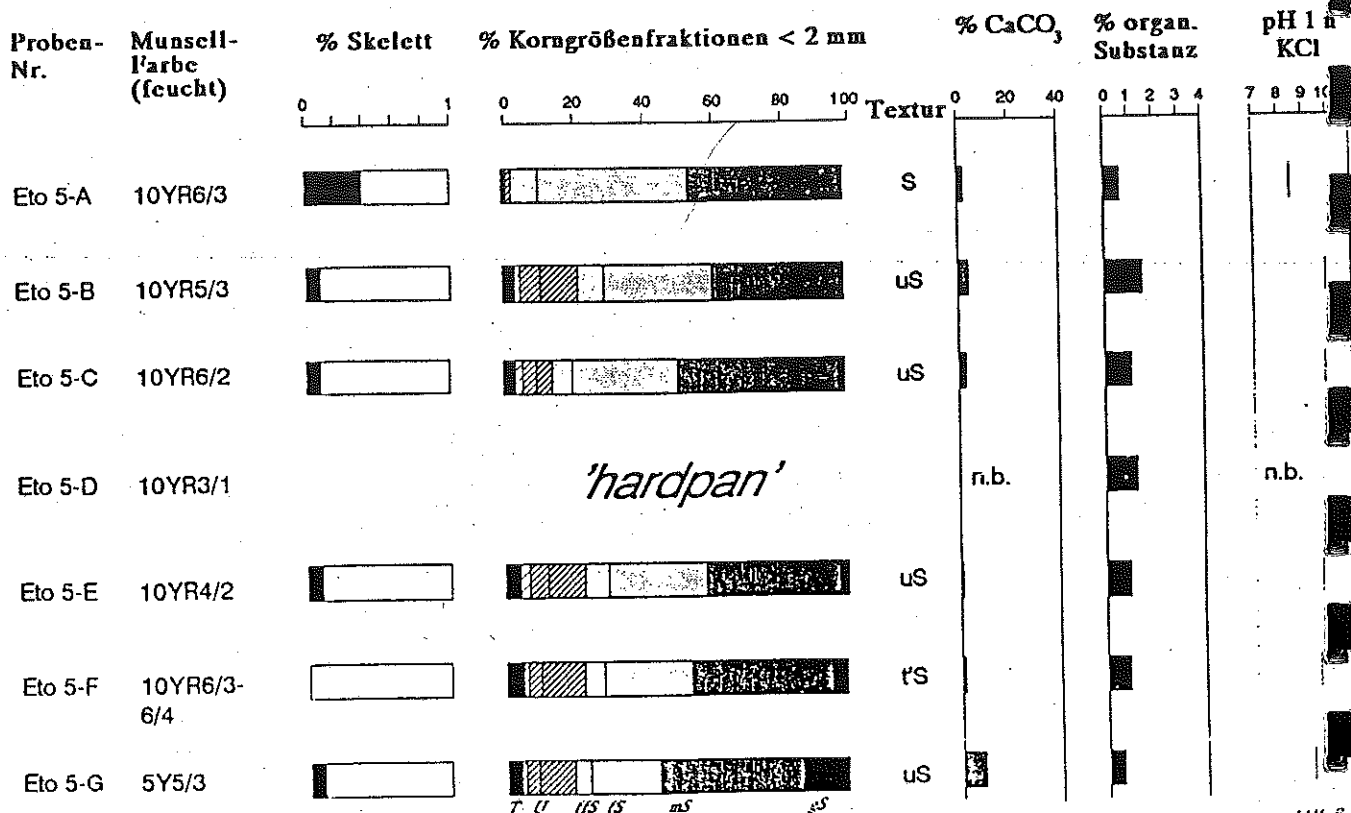
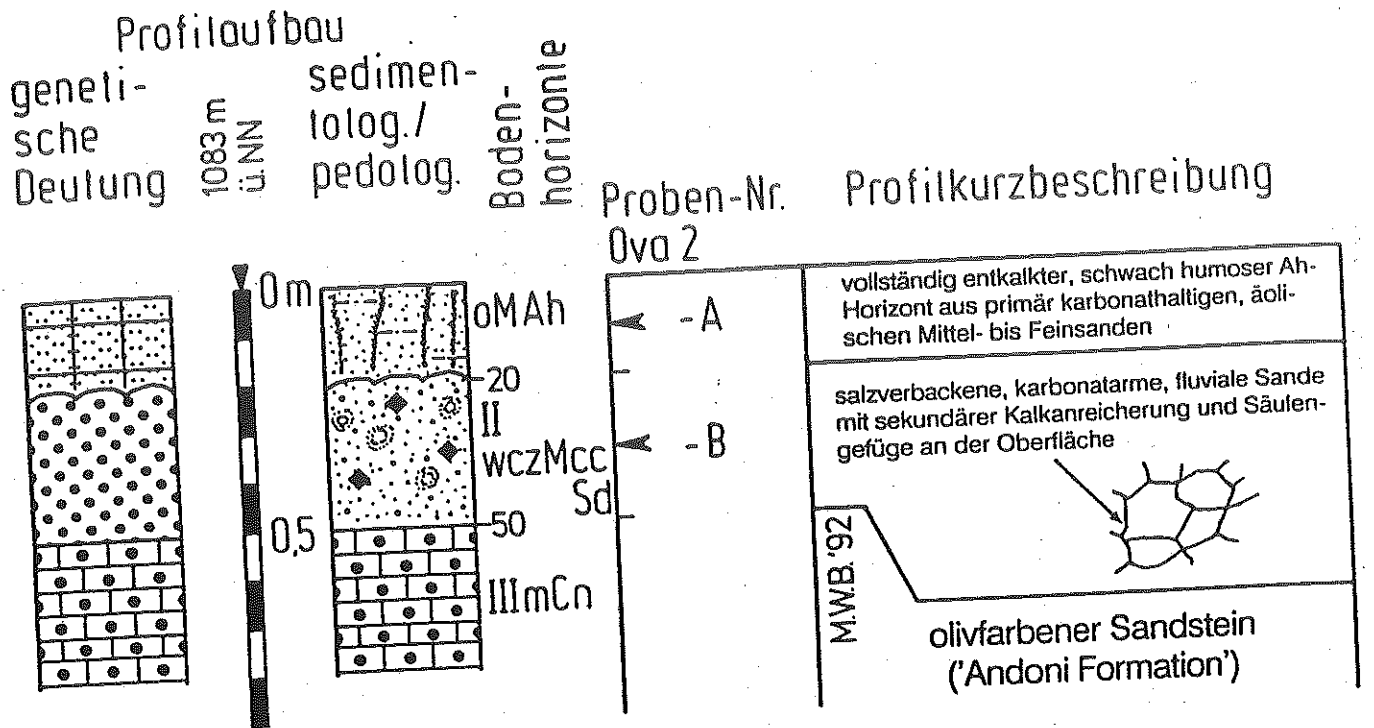


Abb. 103: Profil Eto 5 ("unteres Andoni-Niveau") mit analytischen Standardwerten.



Analytische Standardwerte, Profil Ova 2

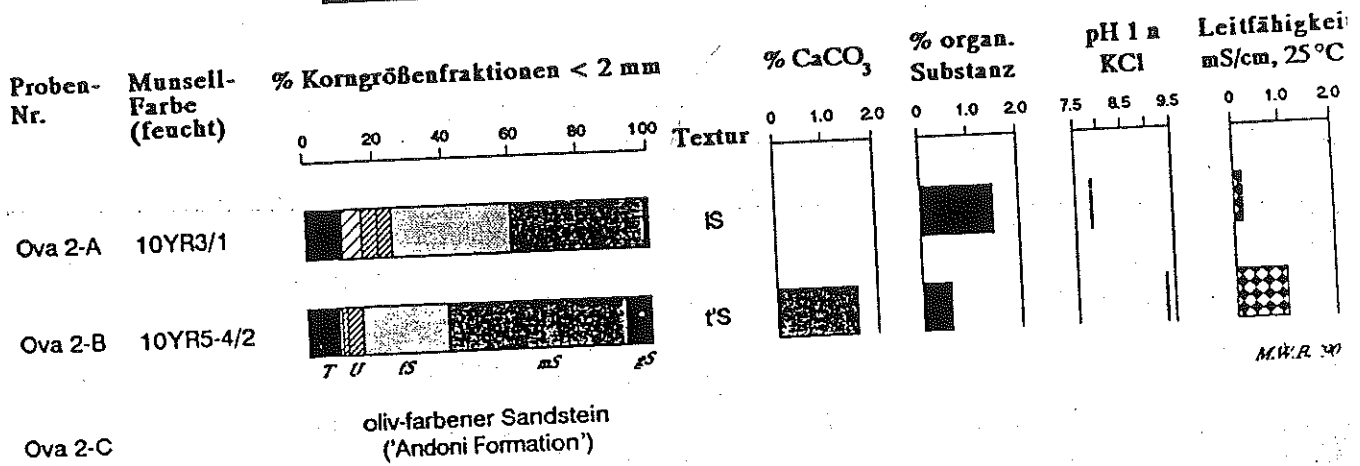
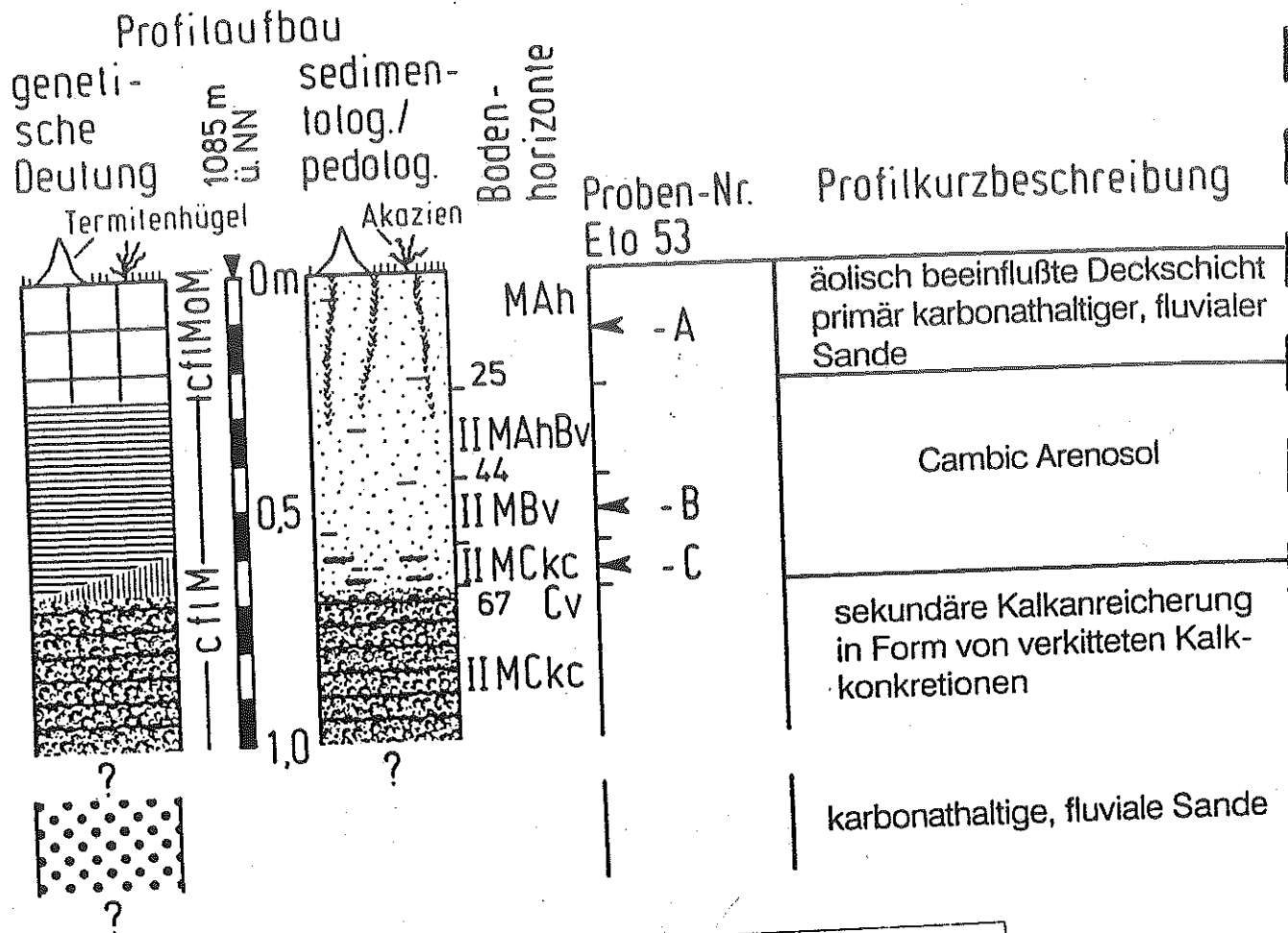


Abb. 104: Profil Ova 2 ("oberes Andoni-Niveau") mit analytischen Standardwerten.

PROFIL Eto 53, 2.6 km ESE Wasserstelle Andoni; "Akazien-Terrasse"



Analytische Standardwerte, Profil Eto 53

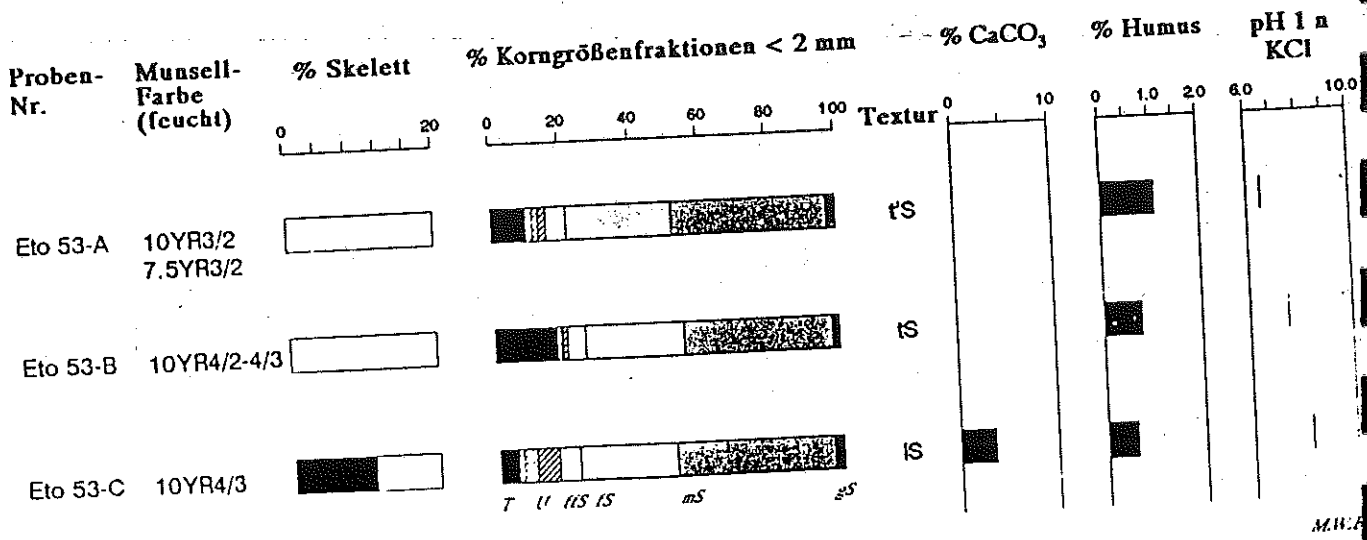


Abb. 105: Profil Eto 53 ("Akazien-Niveau") mit analytischen Standardwerten.

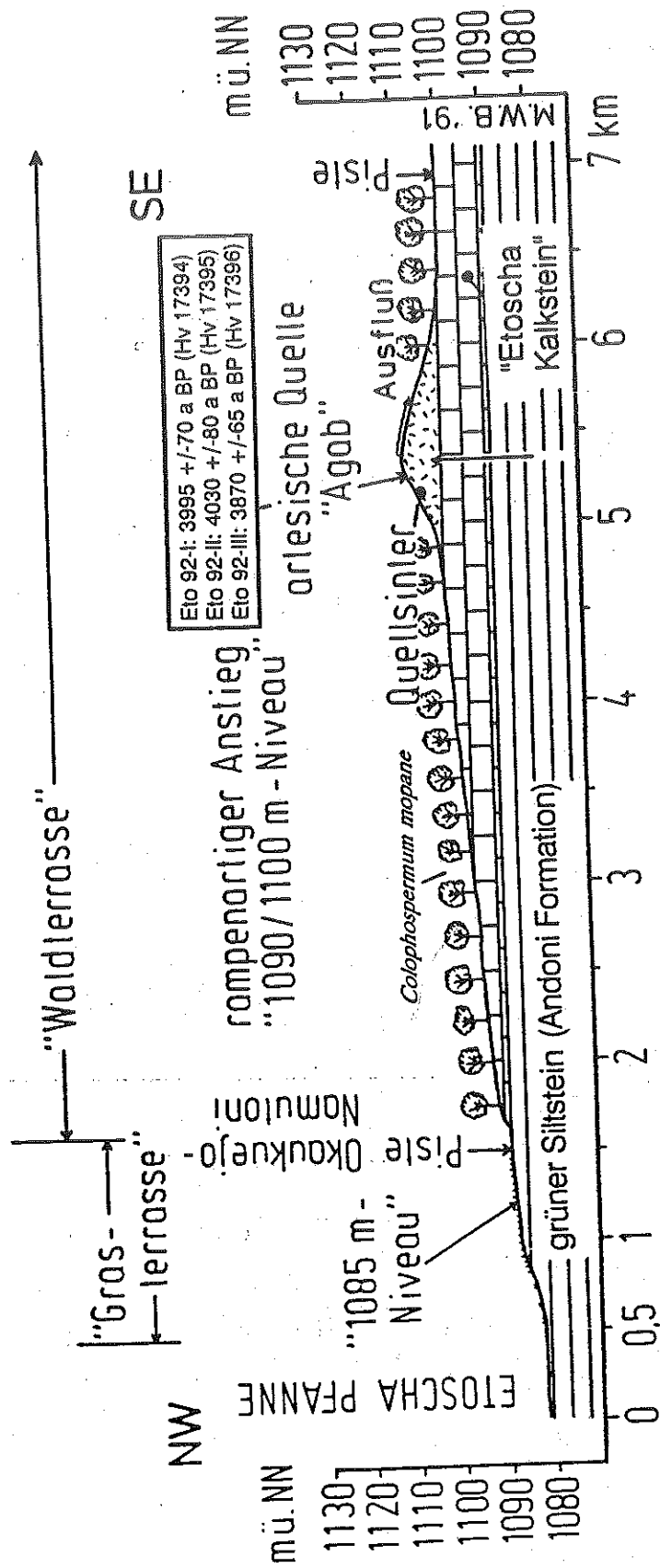


Abb. 106: Geländeprofil am Südrand der Etoscha Pflanne (artesisische Quelle "Agab") mit "Gras-terrasse" und "Waldterrasse" nach JAEGER (1926/27).

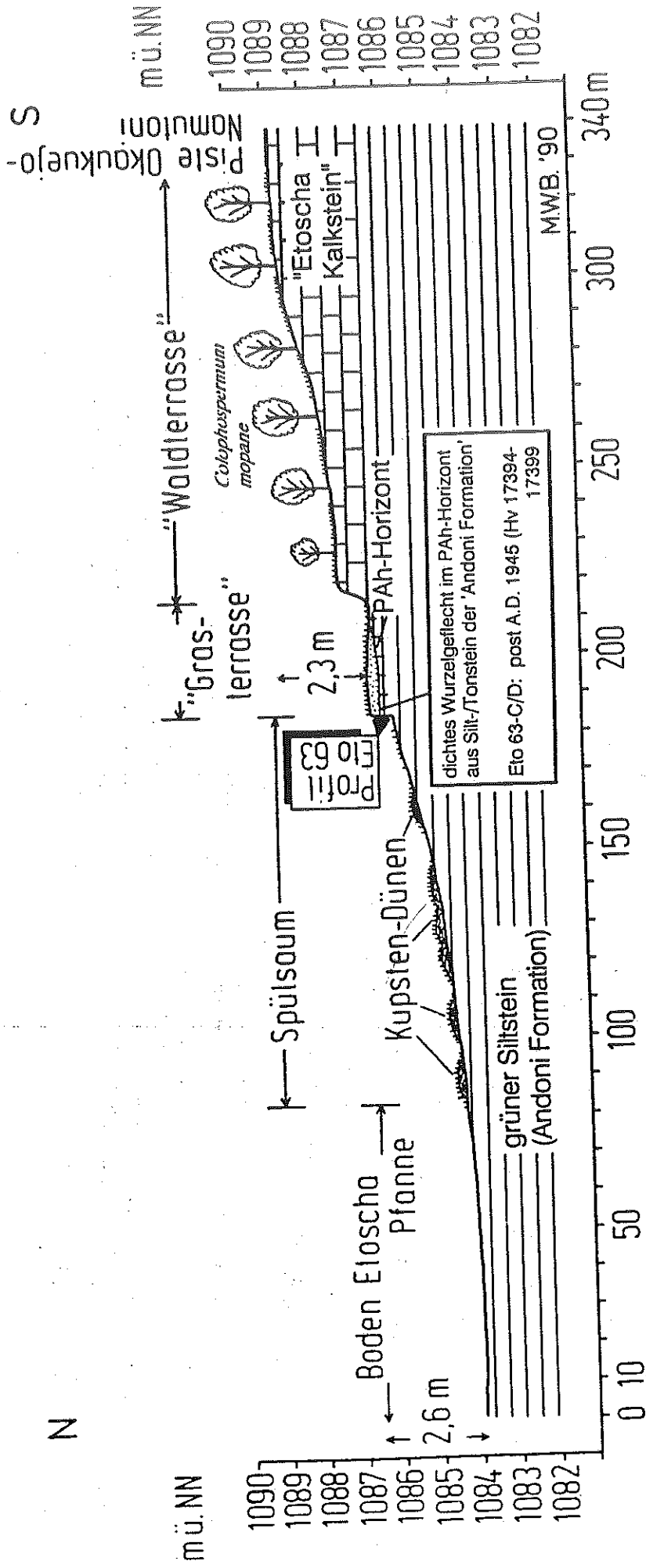


Abb. 107: Geländeprofil am Südrand der Etoscha Pfanne auf der Höhe von 'Susan's Camp' mit Profil Eto 63.

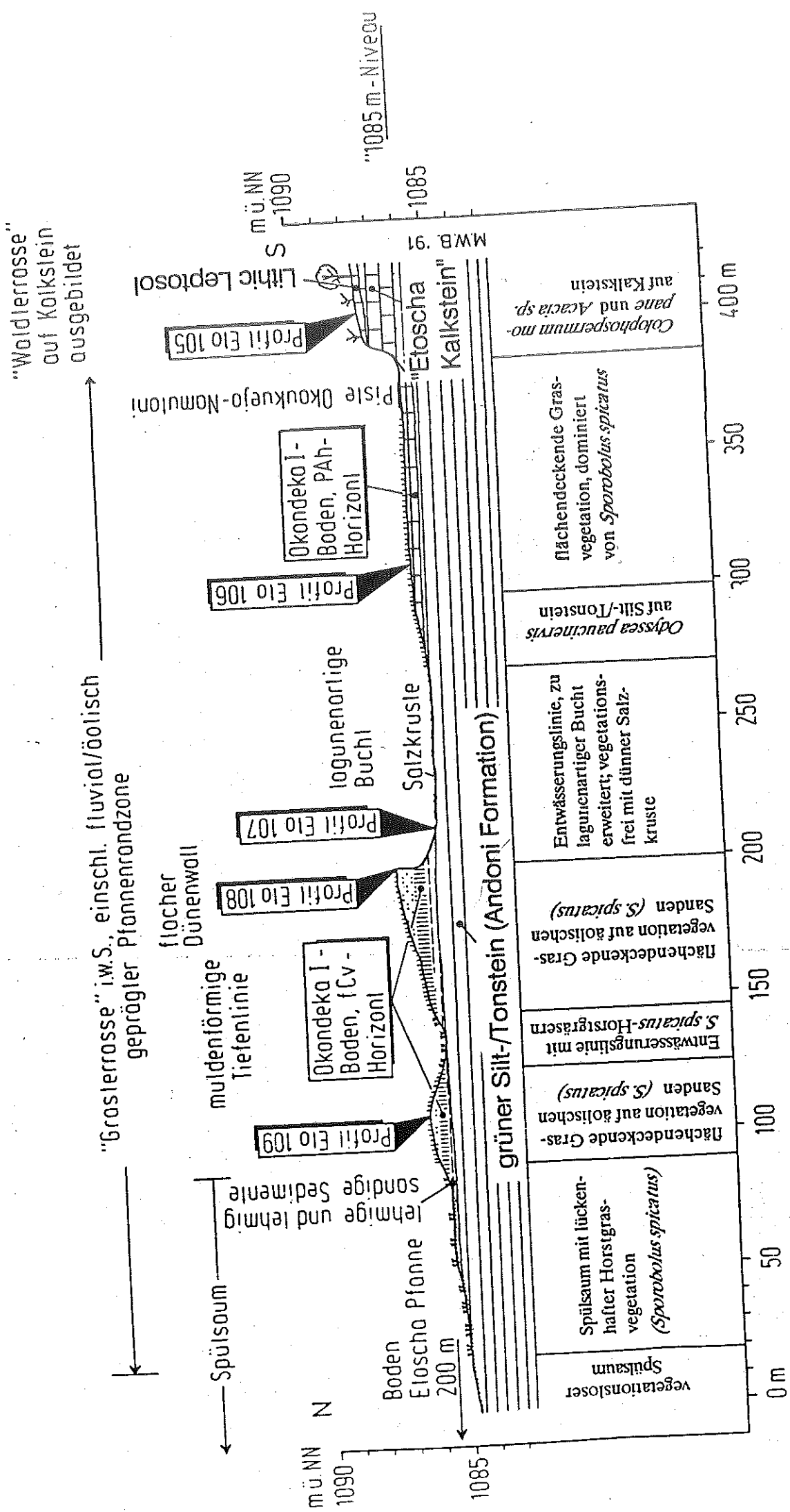
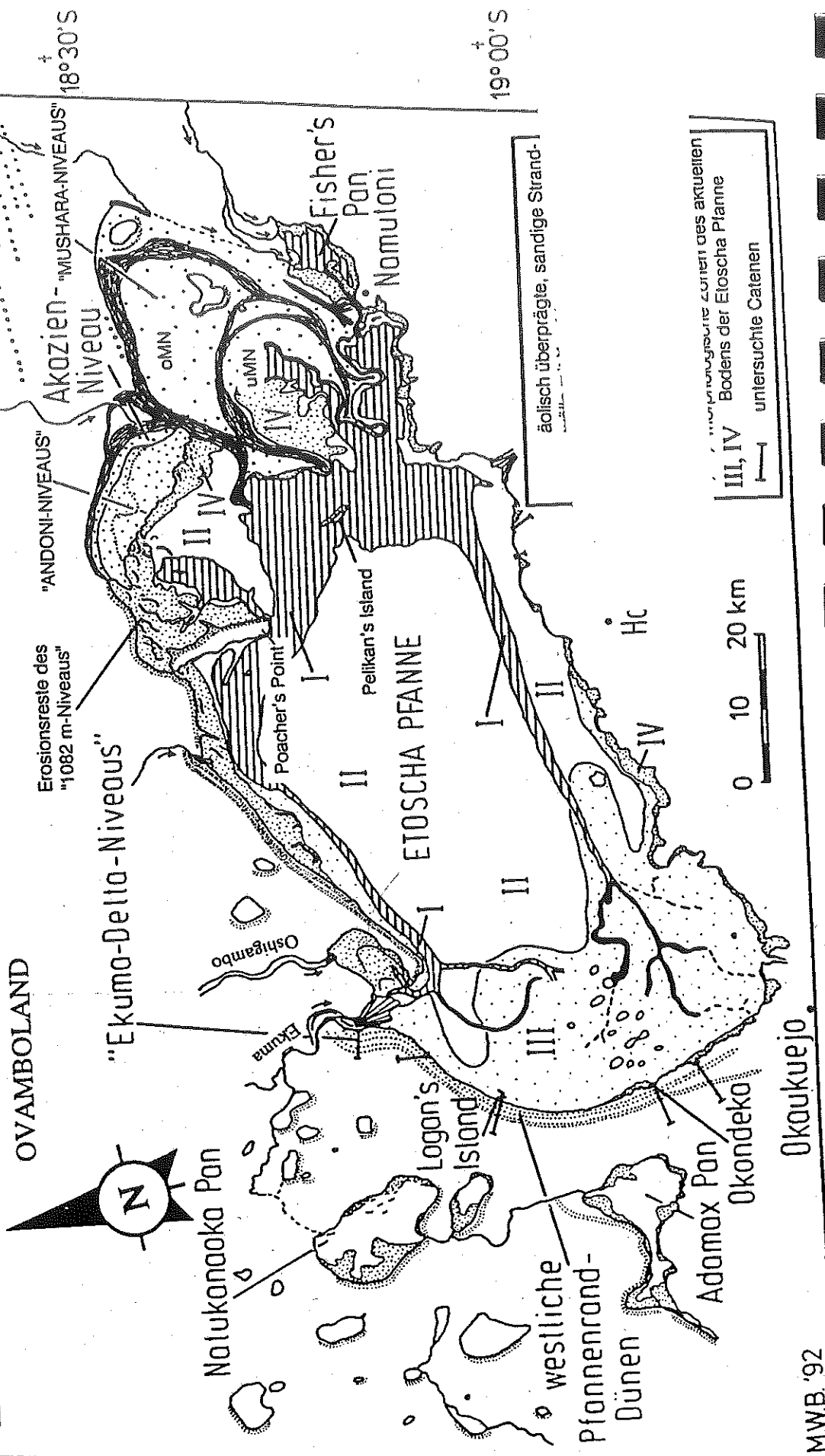


Abb. 108: Geomorphologisch-pedologisches Geländeprofil am Südrand der Eto Camp.

Abb. 108: Geomorphologisch-pedologisches Geländeprofil am Südrand der Eto Camp.

Abb. 109: Geomorphologische Übersichtskartierung der Etoscha Pfanne



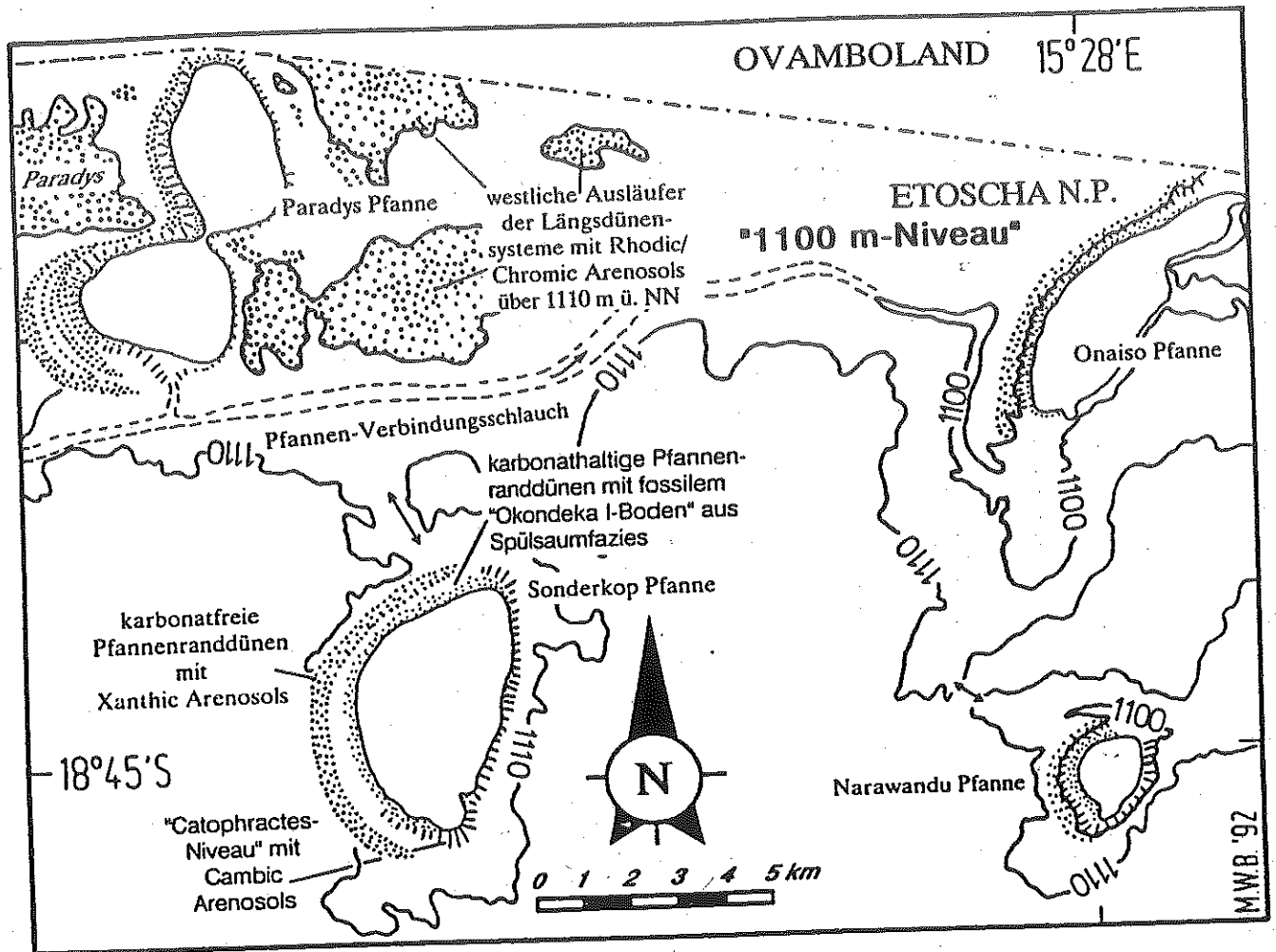
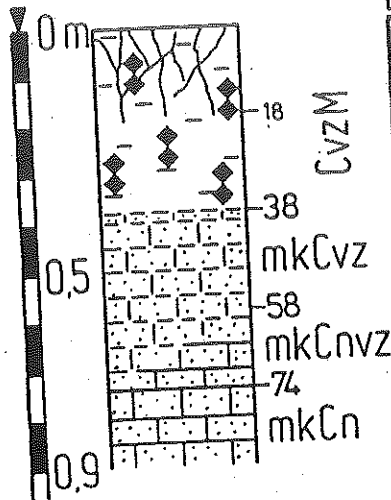
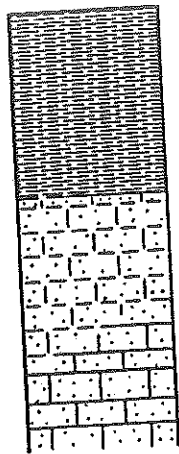


Abb. 110: Geomorphologische Detailkartierung des westlichen Teils der "Ovambo-Pfannen-Ebene" (Kartengrundlage: South West Africa 1:50 000 Sheet 1815CB Ngandjela und 1815CD Sonderkop).

Profilaufbau
 genetische Deutung 1095m u. NN
 sedimentolog. / pedolog.
 Bodenhorizonte



Tonmineralogie

Proben-Nr. Eto 124	G	A	Se	KF
-A	++	++	++	+
-B	++	+++	++	+
-C	++	++	++	+
-D	++	++	++	+
-E	++	+++	++	+

M.W.B.'92

Analytische Standardwerte, Profil Eto 124

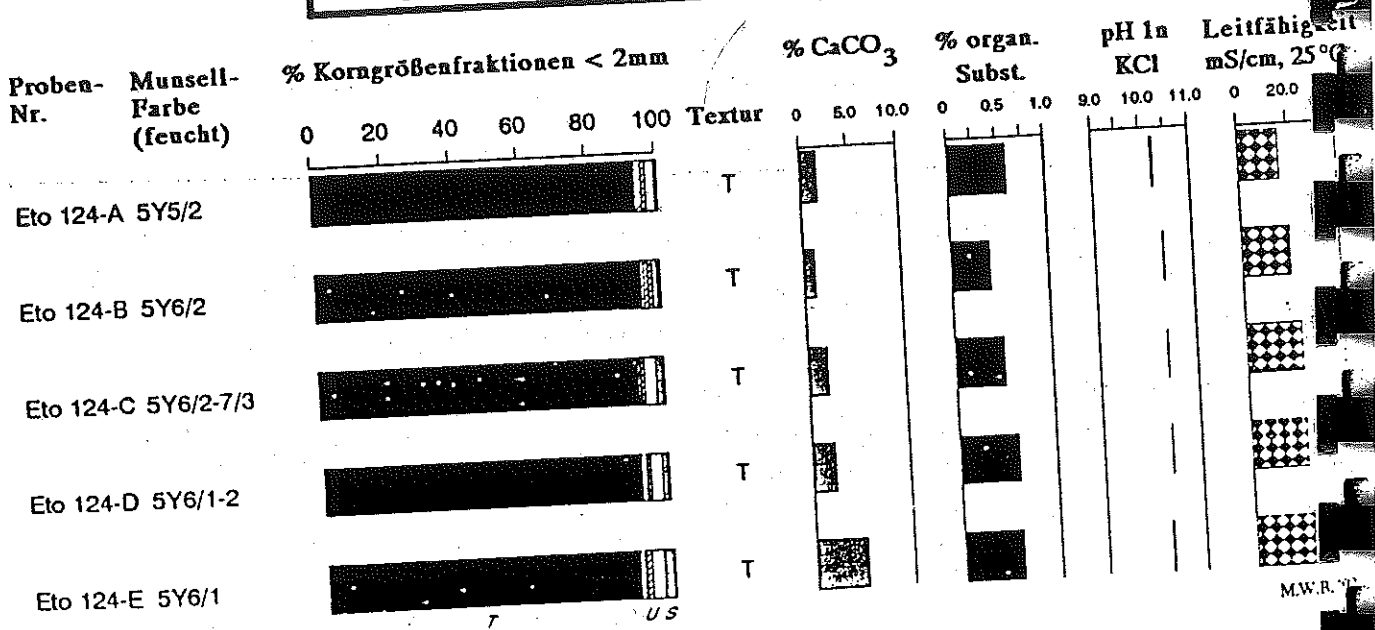


Abb. 111: Profil Eto 124 ('Sonderkop Pfanne') mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

Profilaufbau

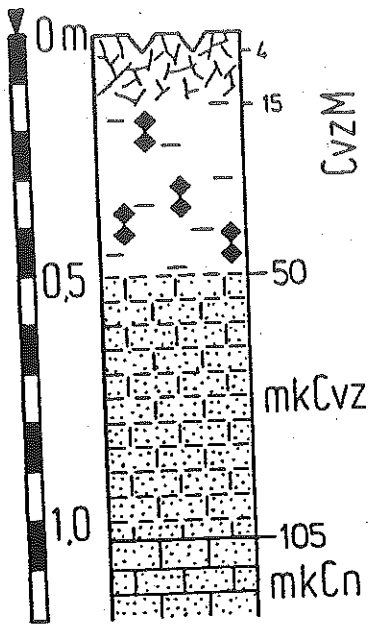
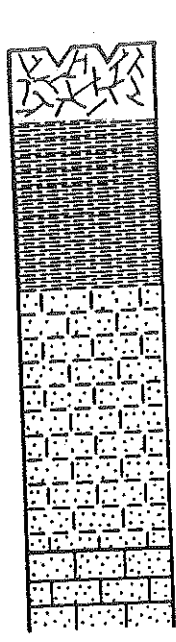
geneti-
sche
Deutung

1096 m
ü. NN

sedimen-
tolog./
pedolog.

Boden-
horizonte

Tonmineralogie



Proben-Nr.	G	C	D	A	Se	KF	Sm
Eto 129							
-A	(+)	+++	-	(+)	+	(+)	?
-B	(+)	+++	-	(+)	+	(+)	?
-C	(+)	+++	-	(+)	++	(+)	+
-D	+	+++	+	(+)	++	(+)	++
-E	+	+++	(+)	(+)	++	(+)	++

Analytische Standardwerte, Profil Eto 129

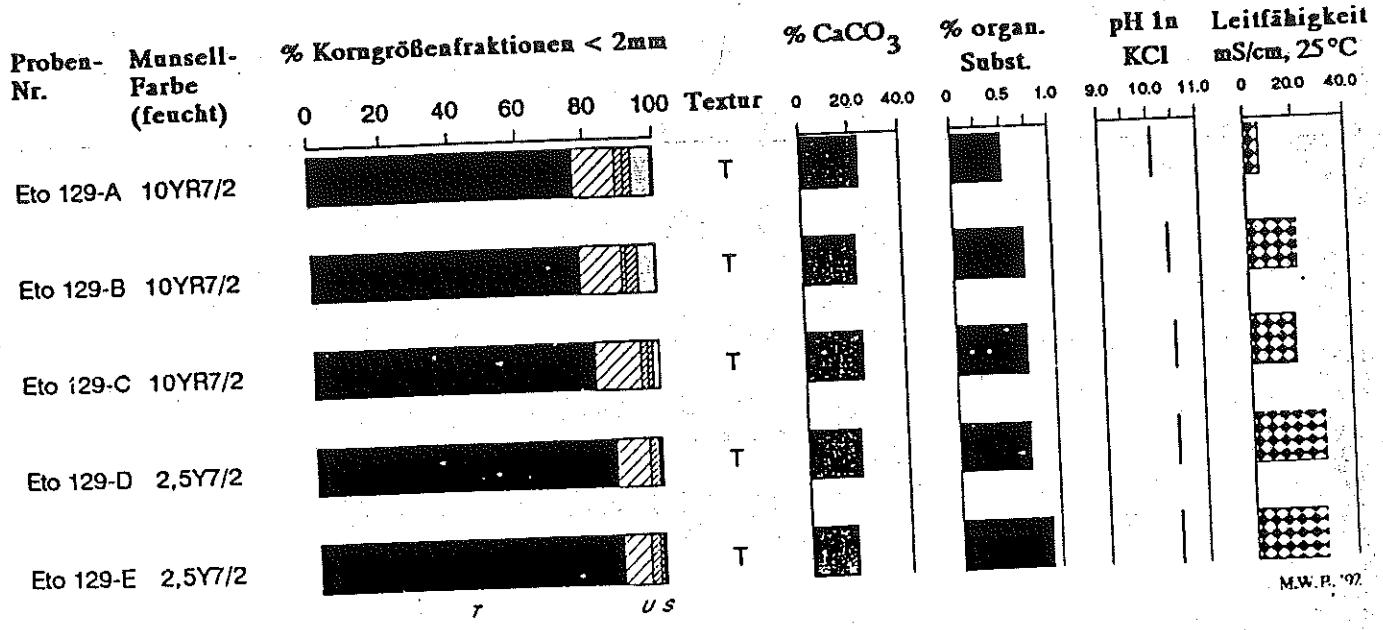
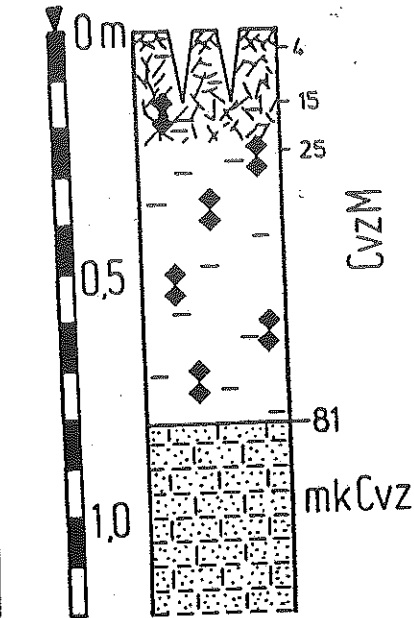
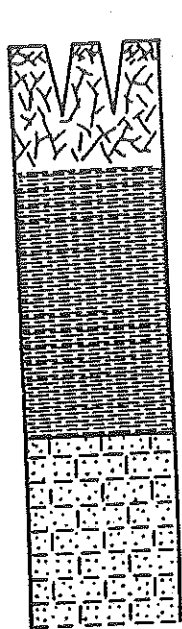


Abb. 112: Profil Eto 129 (westliche 'Paradys Pfanne') mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

M.W.P. '92

Profilaufbau
 genetische Deutung
 1091 m NN
 sedimentolog./pedolog.
 Bodenhorizonte

Tonmineralogie



Proben-Nr. Eto 141	G	C	D	A	Se	KF
-A	(+)	+++	-	+	(+)	(+)
-B	(+)	+++	-	+	(+)	(+)
-C	(+)	+++	-	+	(+)	(+)
-D	(+)	+++	-	+	(+)	(+)
-E	(+)	+++	(+)	(+)	?	(+)

M.W.B.

Analytische Standardwerte, Profil Eto 141

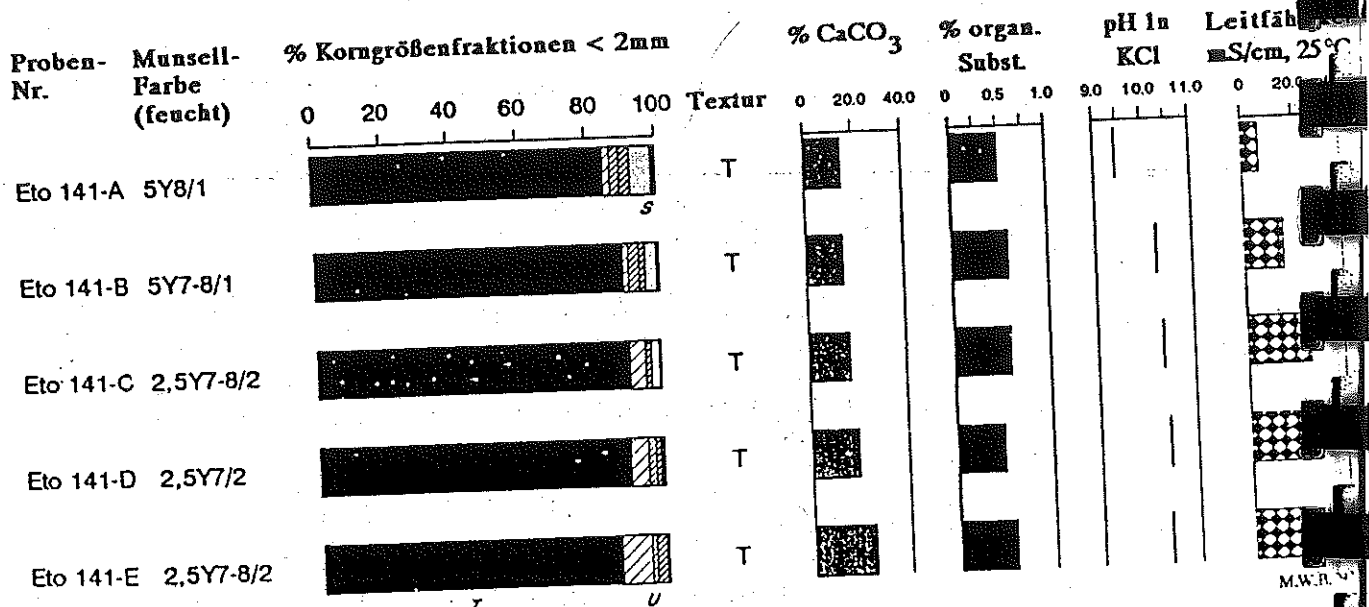


Abb. 113: Profil Eto 141 ('Natukanaoka Pfanne') mit analytischen Standardwerten und Tonmineralogie.

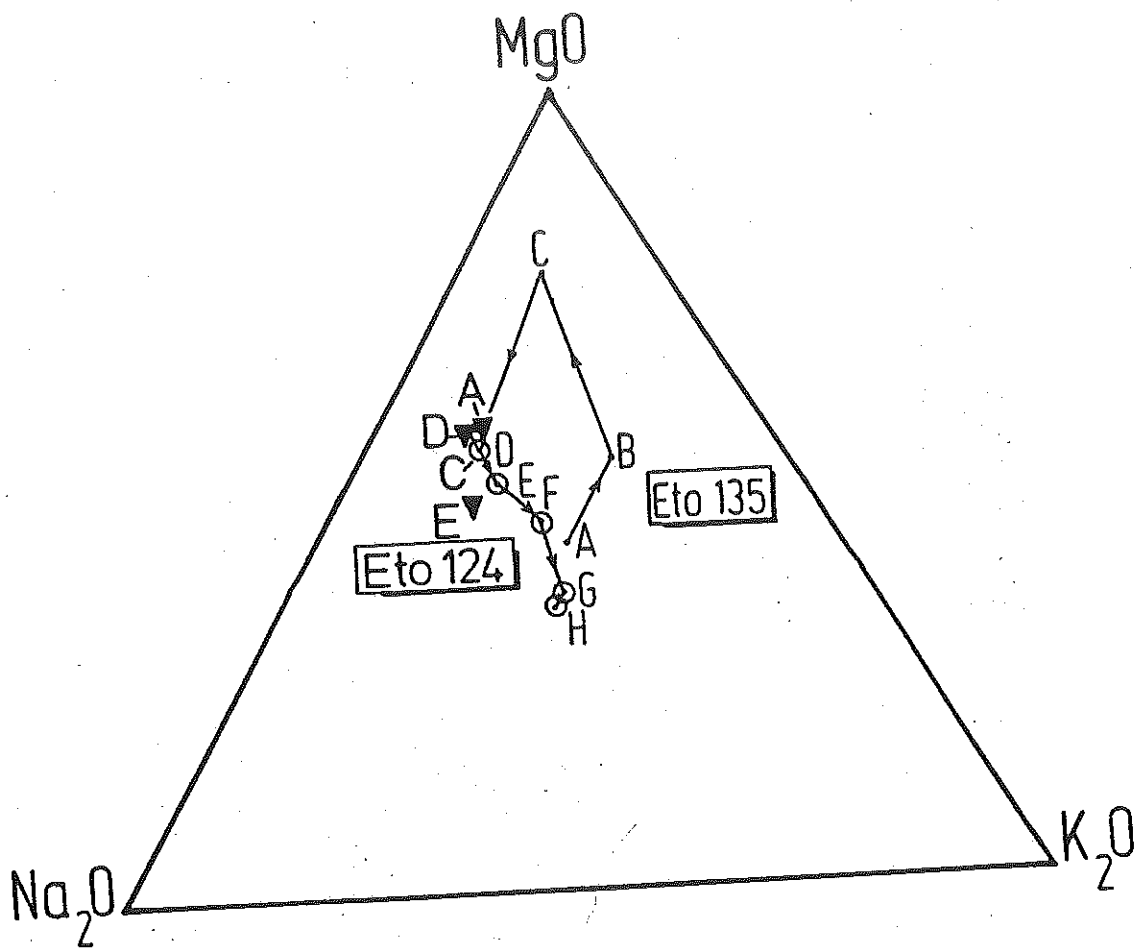


Abb. 114: Na₂O-K₂O-MgO-Diagramm von Proben des Profils Eto 124 (Sonderkop Pfanne, "Ovambo-Pfannen-Ebene") im Vergleich zum Profil Eto 135 (Etoscha Pfanne, 10 km östlich der Wasserstelle 'Okondeka').

% Kornhäufigkeit

100
80
60
40
20
0

Eto 38-B

Eto 38-D

Eto 39-B

Eto 44-B

Eto 44-C

Eto 44-F

Eto 6-B

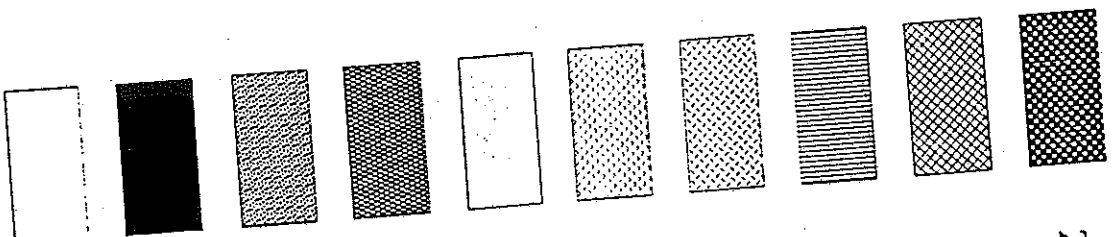
Eto 6-F

M.B. '90

rötliche "Echo-Düne"
und graues Flugsand-
feld, W-Etoscha

karbonathaltige,
westliche Pfannen-
randdünen und
Spülsaumfazies,
Logan's Island/
Etoscha
(vgl. auch Abb. 124)

karbonatfreie sandige,
äolisch überprägte
Strandwallfazies mit
Xanthic Arenosol-
Bodenbildung, NE-
Sandveld/Etoscha
(vgl. auch Abb. 45)



Legende

Zirkon

Turmalin

Rutil

Disthen

Staurolith

Epidot/Zoisit

Hornblende

Granat

Opak

Rest

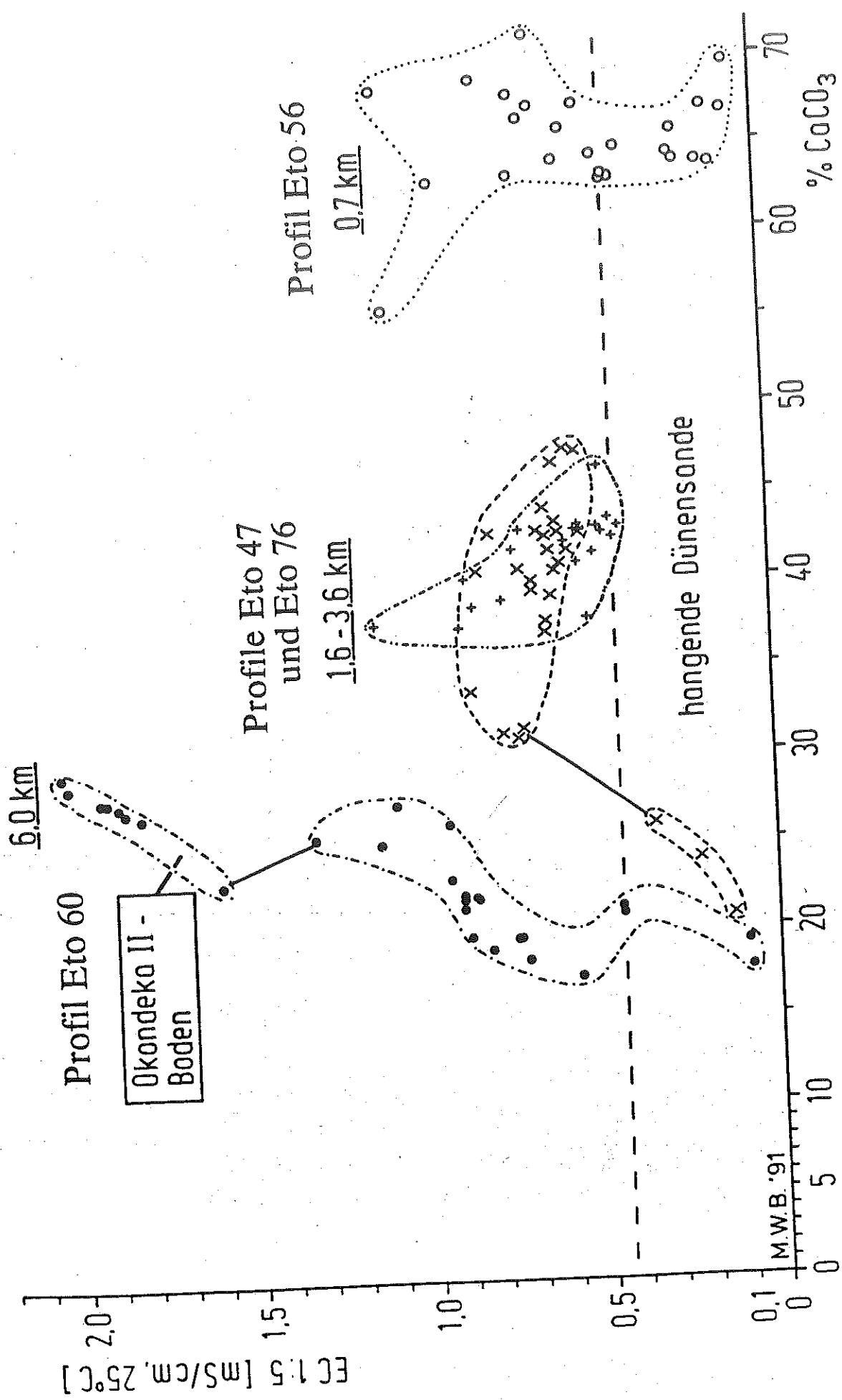
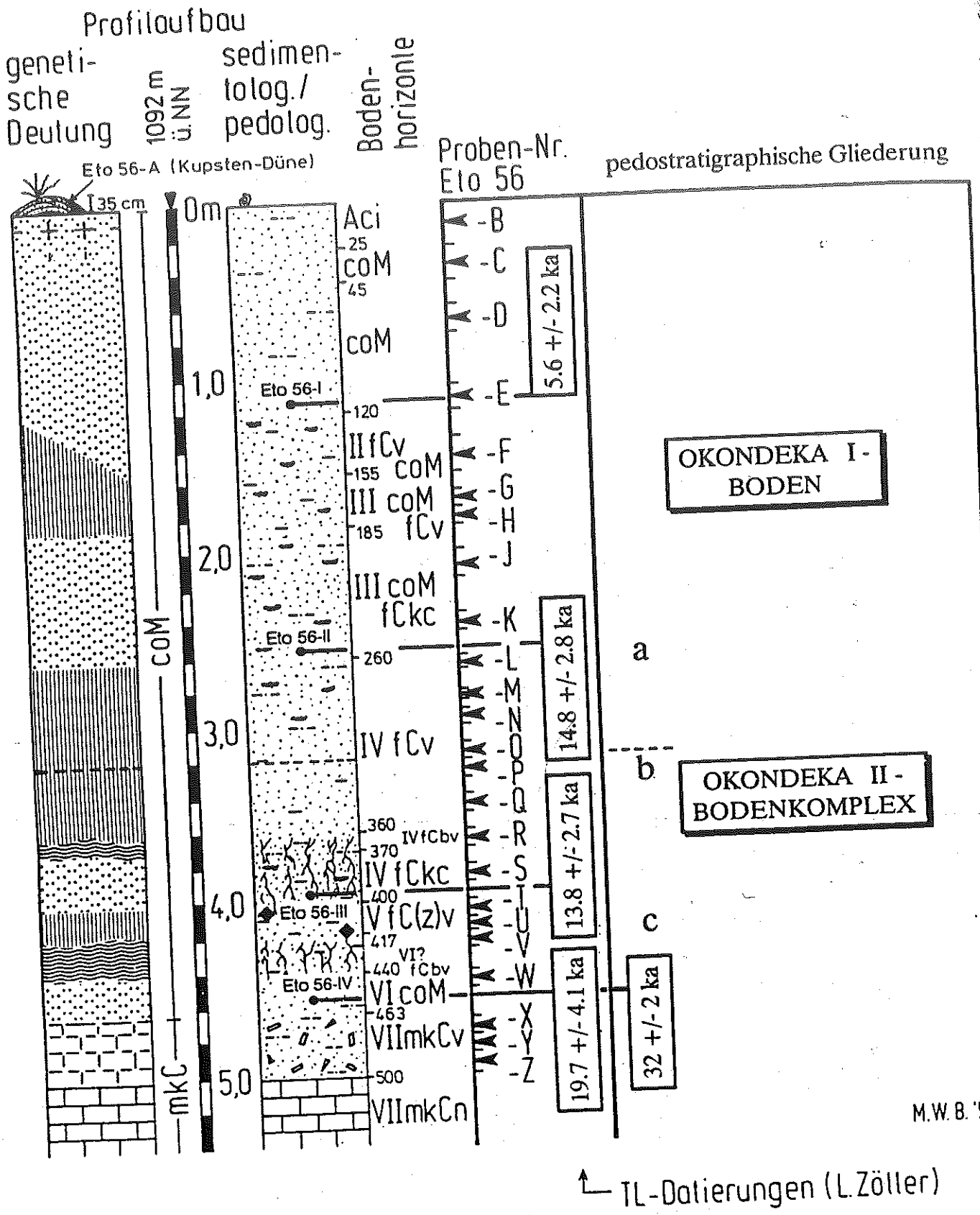


Abb. 116: % CaCO₃/Leitfähigkeits-Diagramm von Proben ausgewählter Profile der westlichen Randdünen der Etoscha Pflanze und Abhängigkeit des CaCO₃-Gehaltes von der Entfernung zum Pfannenrand.

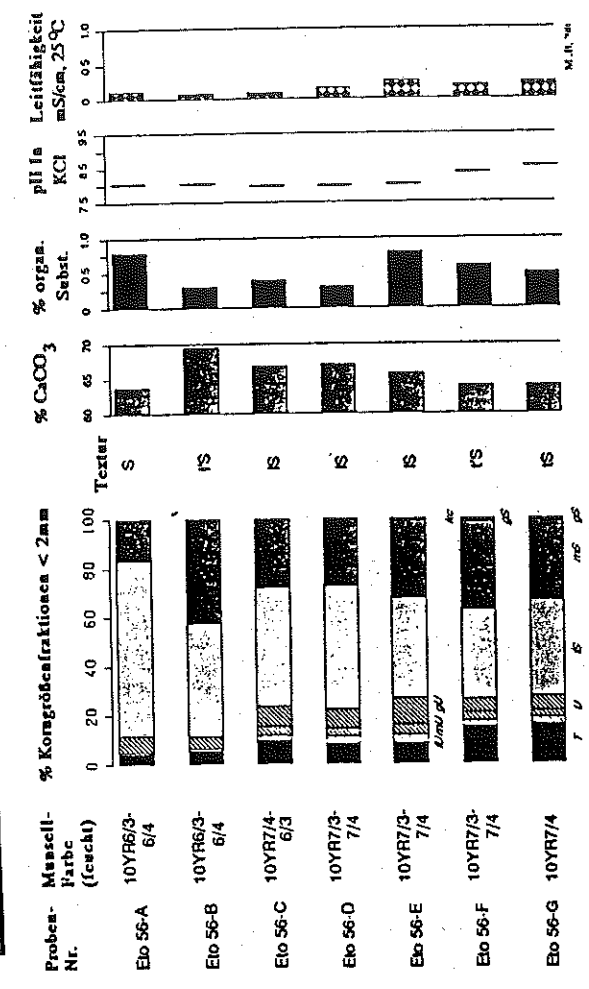
PROFIL Eto 56, I. DÜNENKAMM WESTL. PFANNENRANDDÜNEN OKONDEKA/ ETOSCHA



M.W.B. '921

Abb. 117: Profil Eto 56 (Typlokalität des I. Dünenwalles, Catena 'Okondeka') mit analytischen Standardwerten.

Profil Eto 56, I. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Okondeka/Etoscha



Profil Eto 56, I. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Okondeka/Etoscha

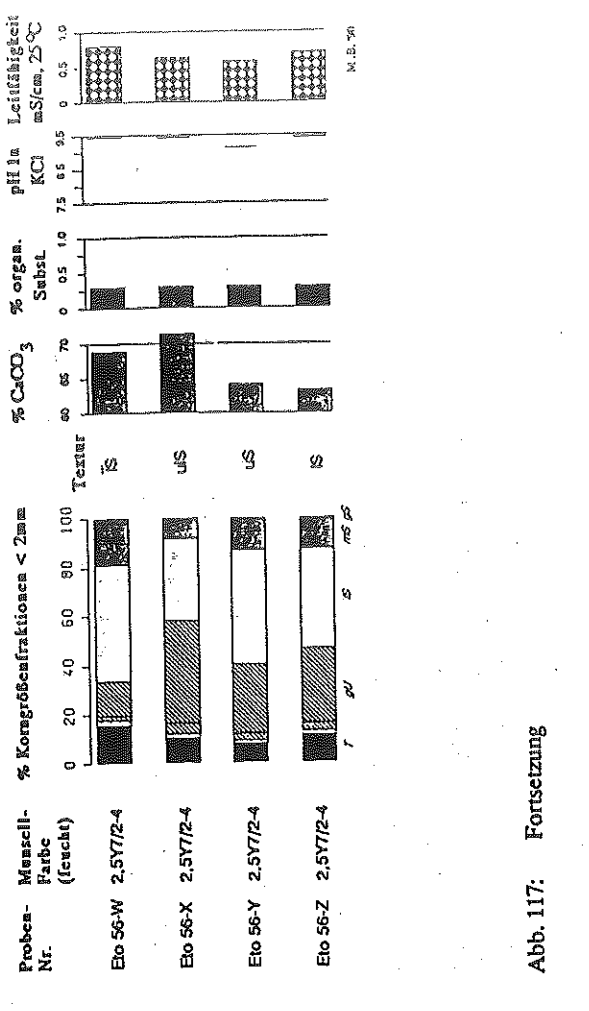
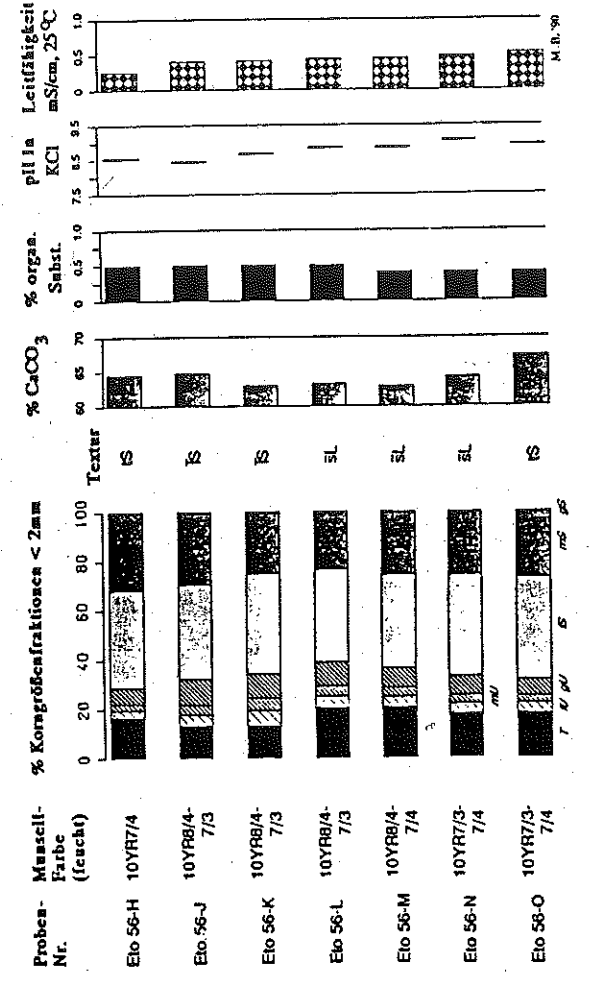
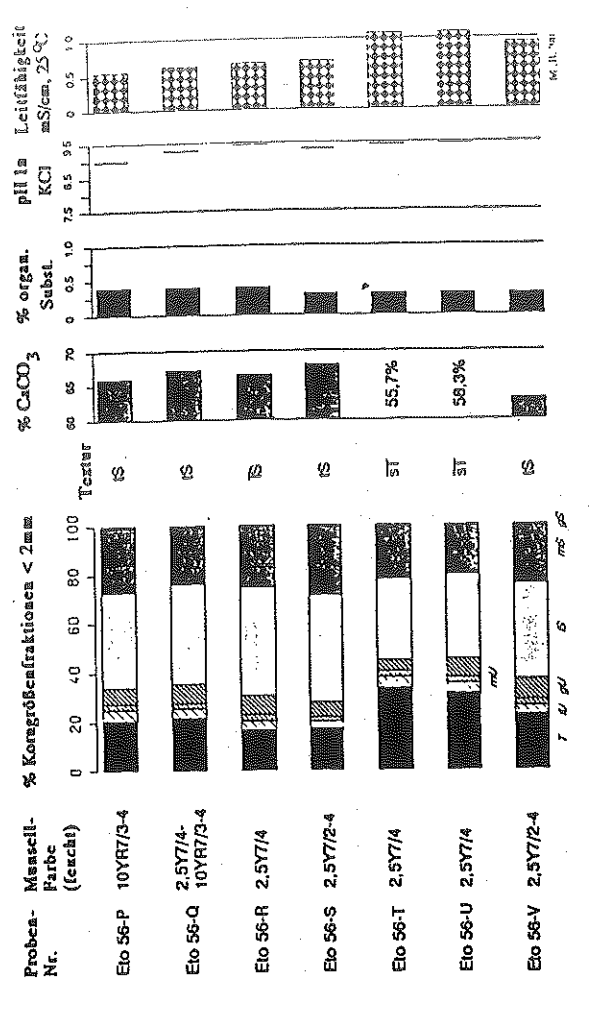
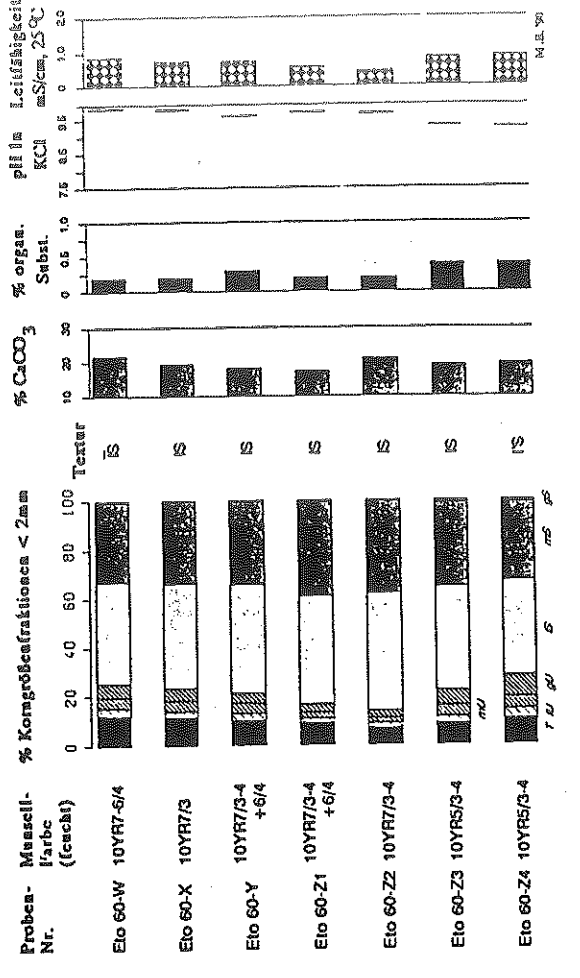
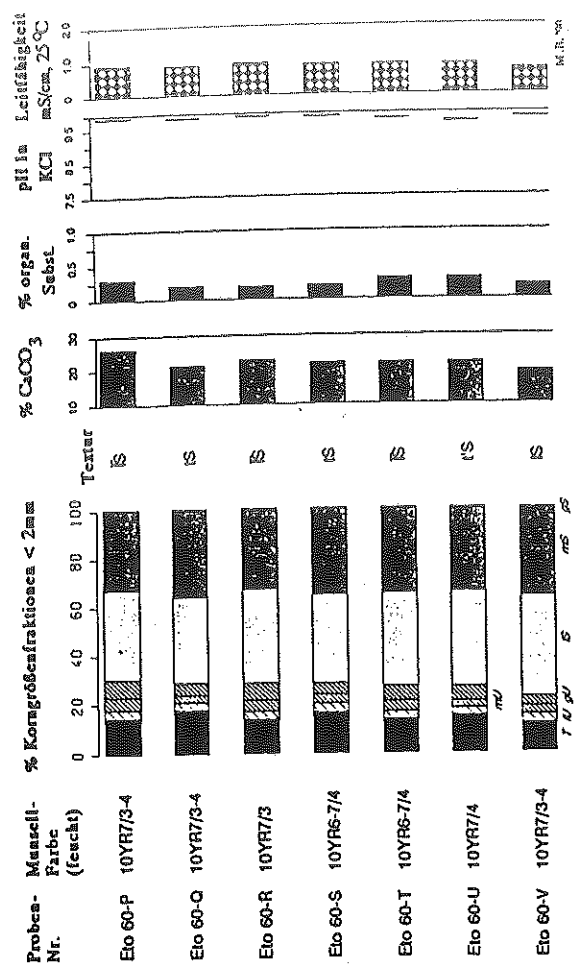


Abb. 117: Fortsetzung

Profil Eto 60, II. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Okondeka/Etoscha



Profil Eto 60, II. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Okondeka/Etoscha

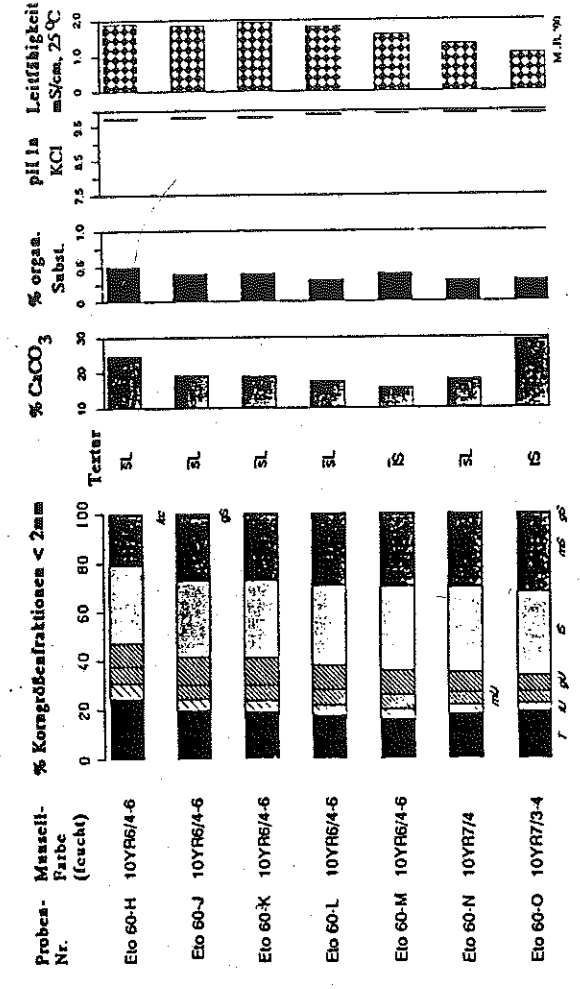
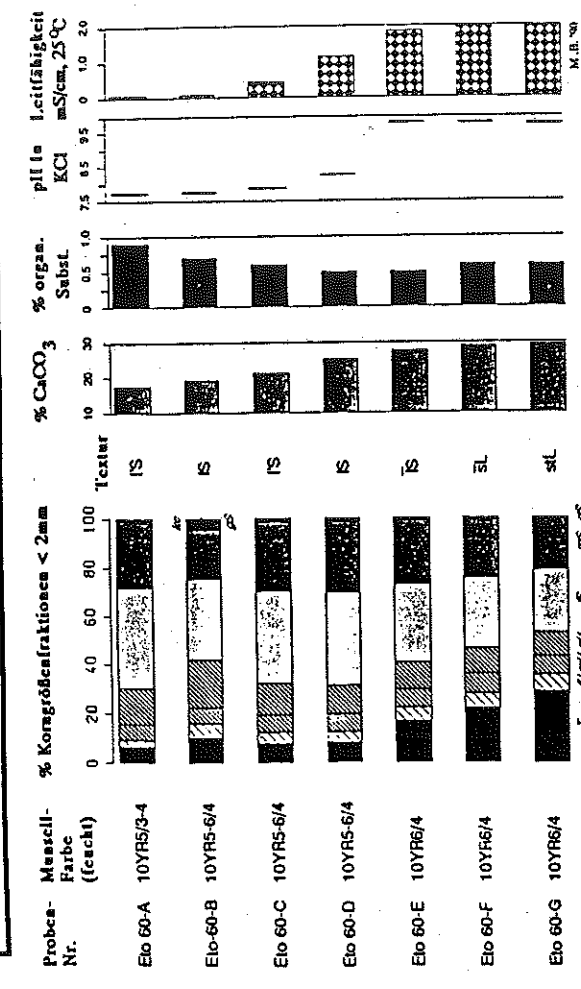


Abb. 118: Fortsetzung

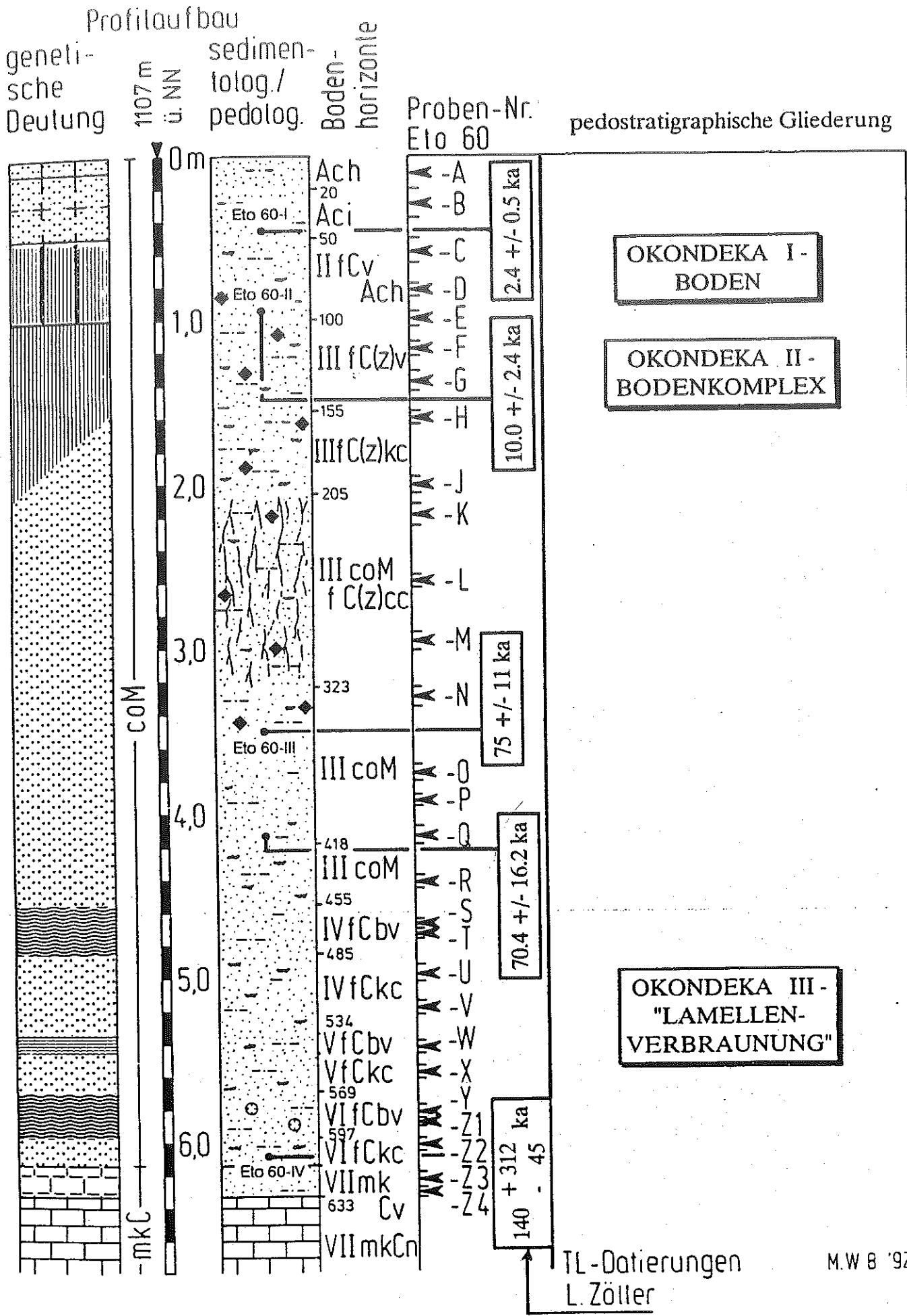


Abb. 118: Profil Eto 60 (Typlokalität des II. Dünenwalles, Catena 'Okondeka') mit analytischen Standardwerten.

PROFIL Eto 76, I. DÜNENKAMM WESTL. PFANNENRANDDÜNEN LOGAN'S ISLAND / ETOSCHA

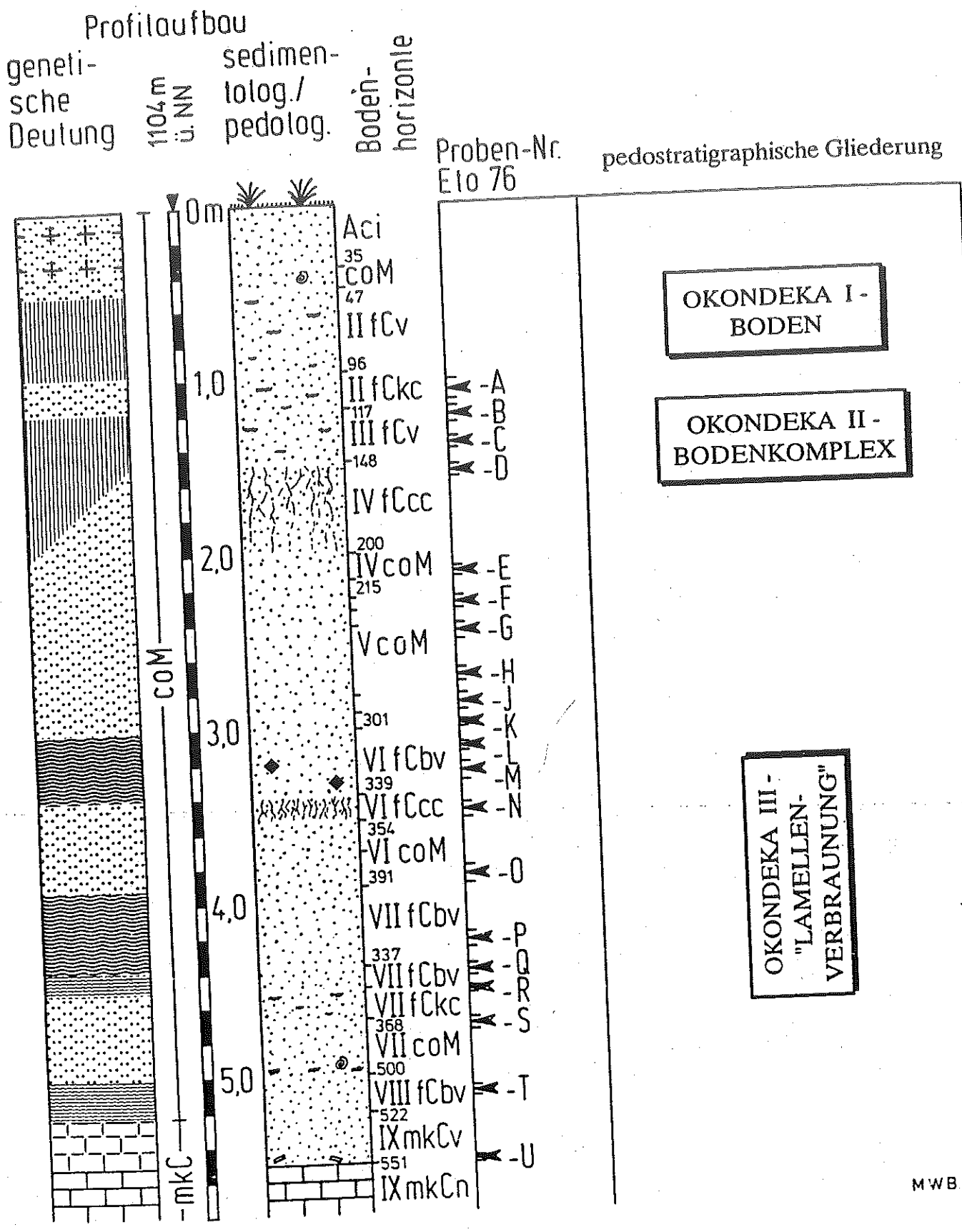


Abb. 119: Profil Eto 76 (I. Dünenwall, Catena 'Logan's Island') mit analytischen Standardwerten.

Profil Eto 76, I. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Logan's Island

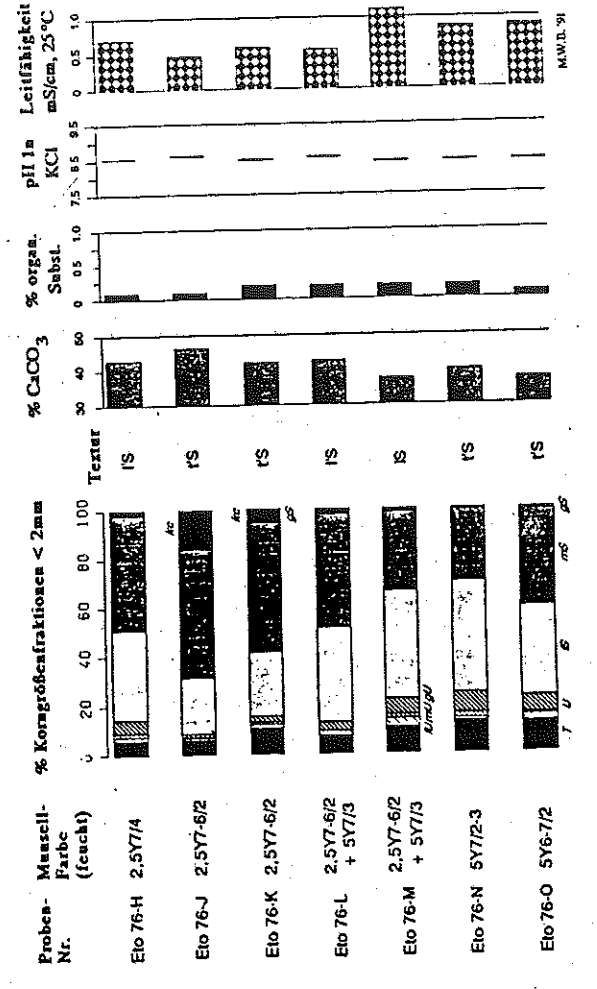
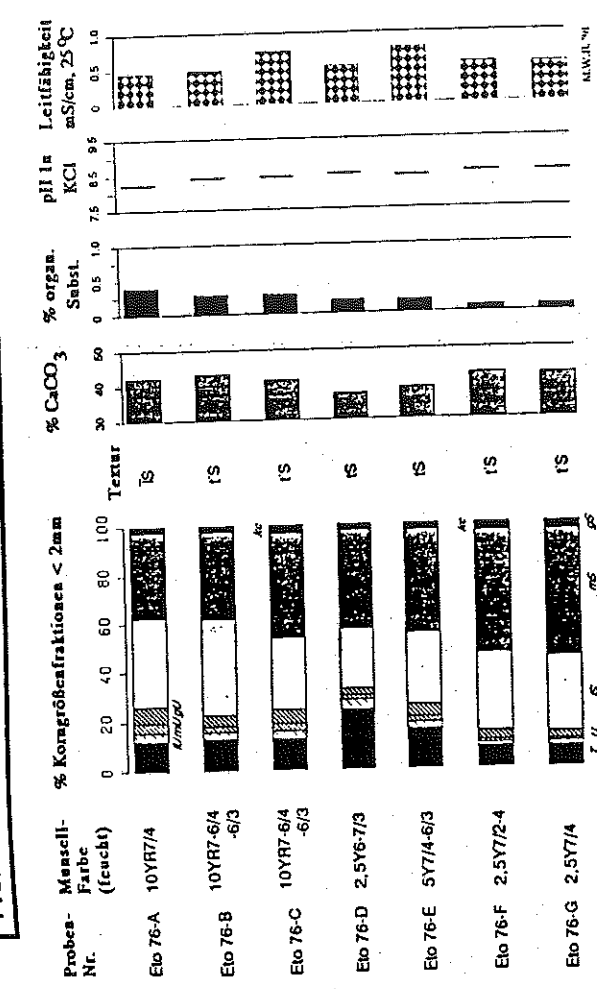
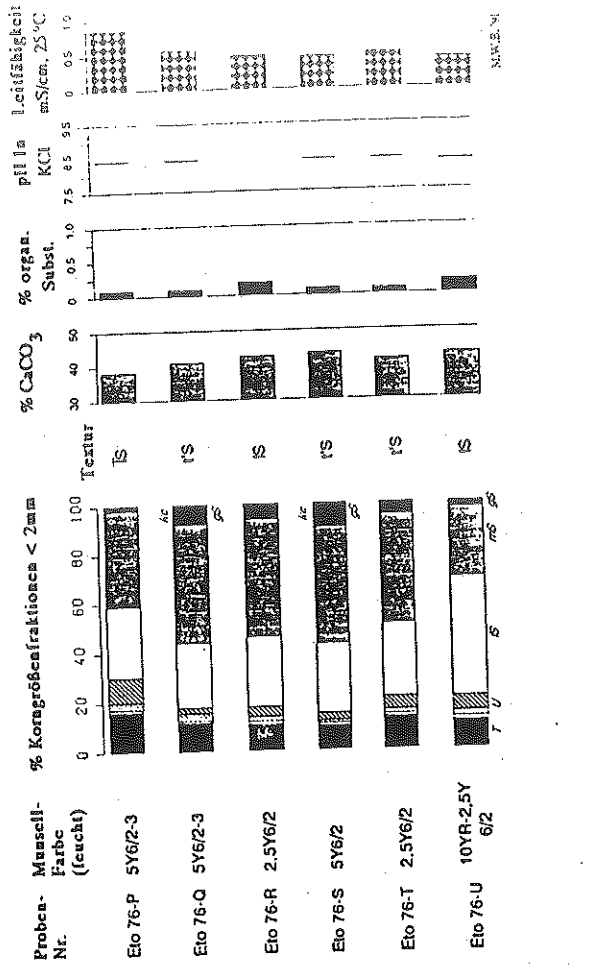


Abb. 119: Fortsetzung.

Profil Eto 47, II. Dünenwall westl. Pfannenranddünen Logan's Island

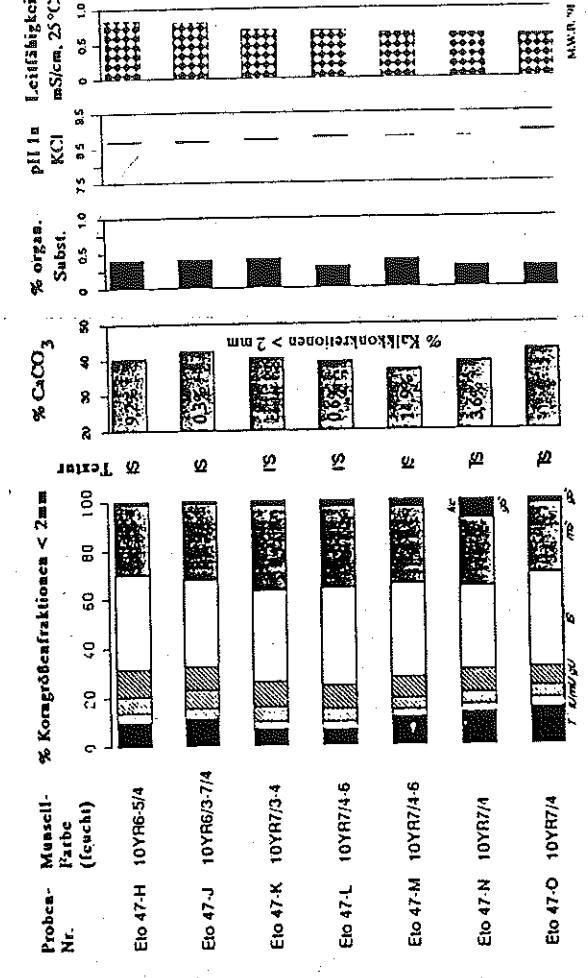
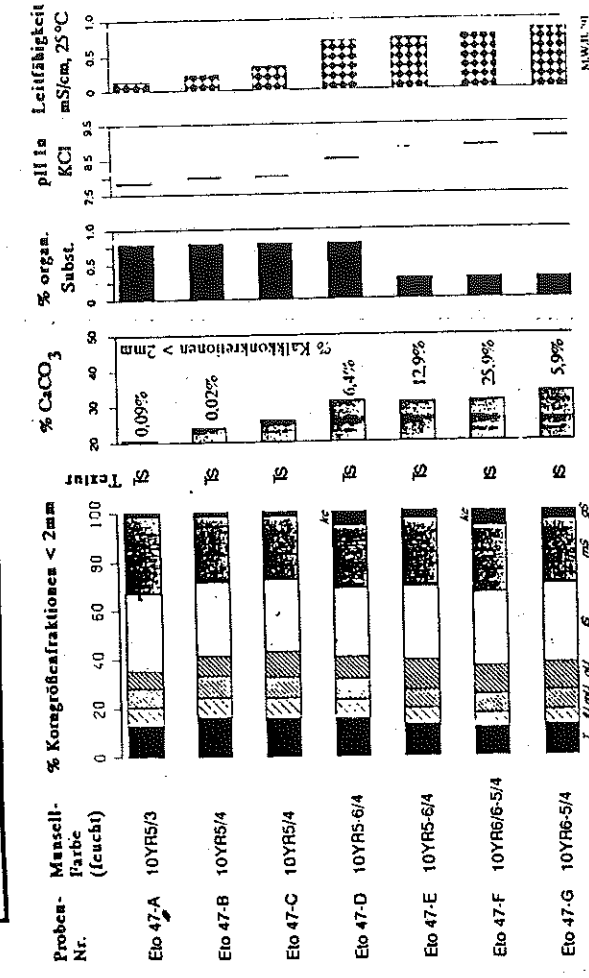
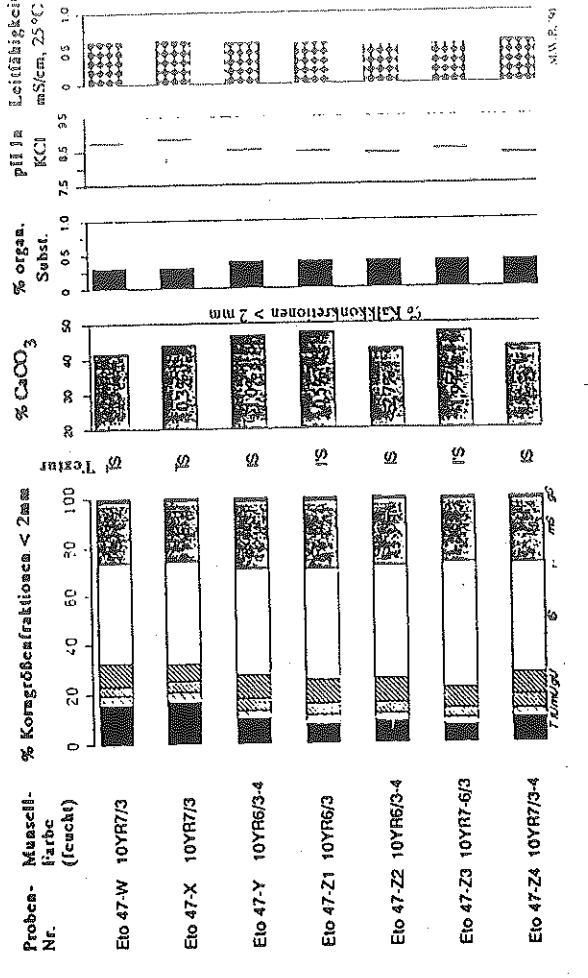
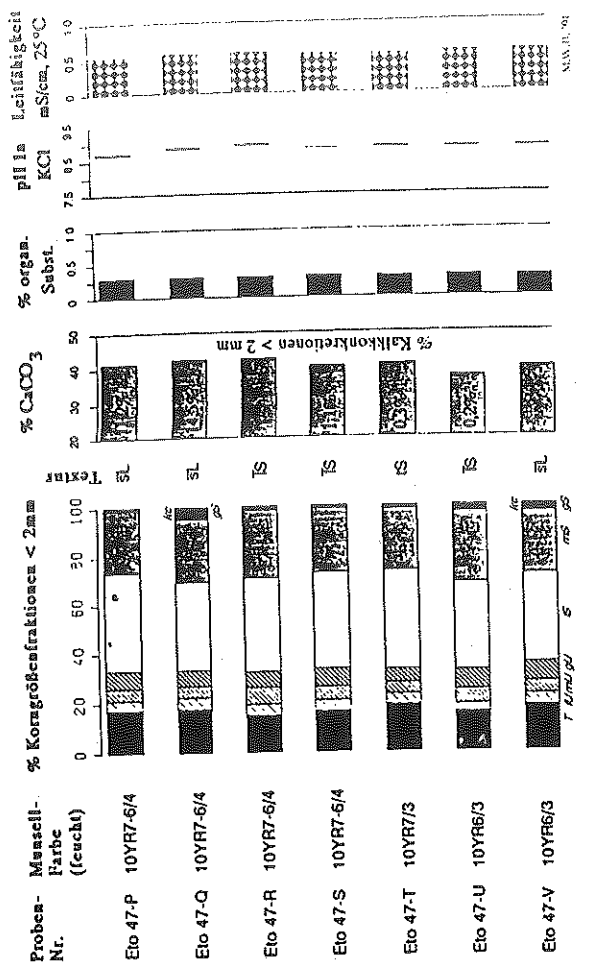


Abb. 120: Fortsetzung.

PROFIL Eto 47, II. DÜNENKAMM WESTL. PFANNENRANDDÜNEN LOGAN'S ISLAND / ETOSCHA

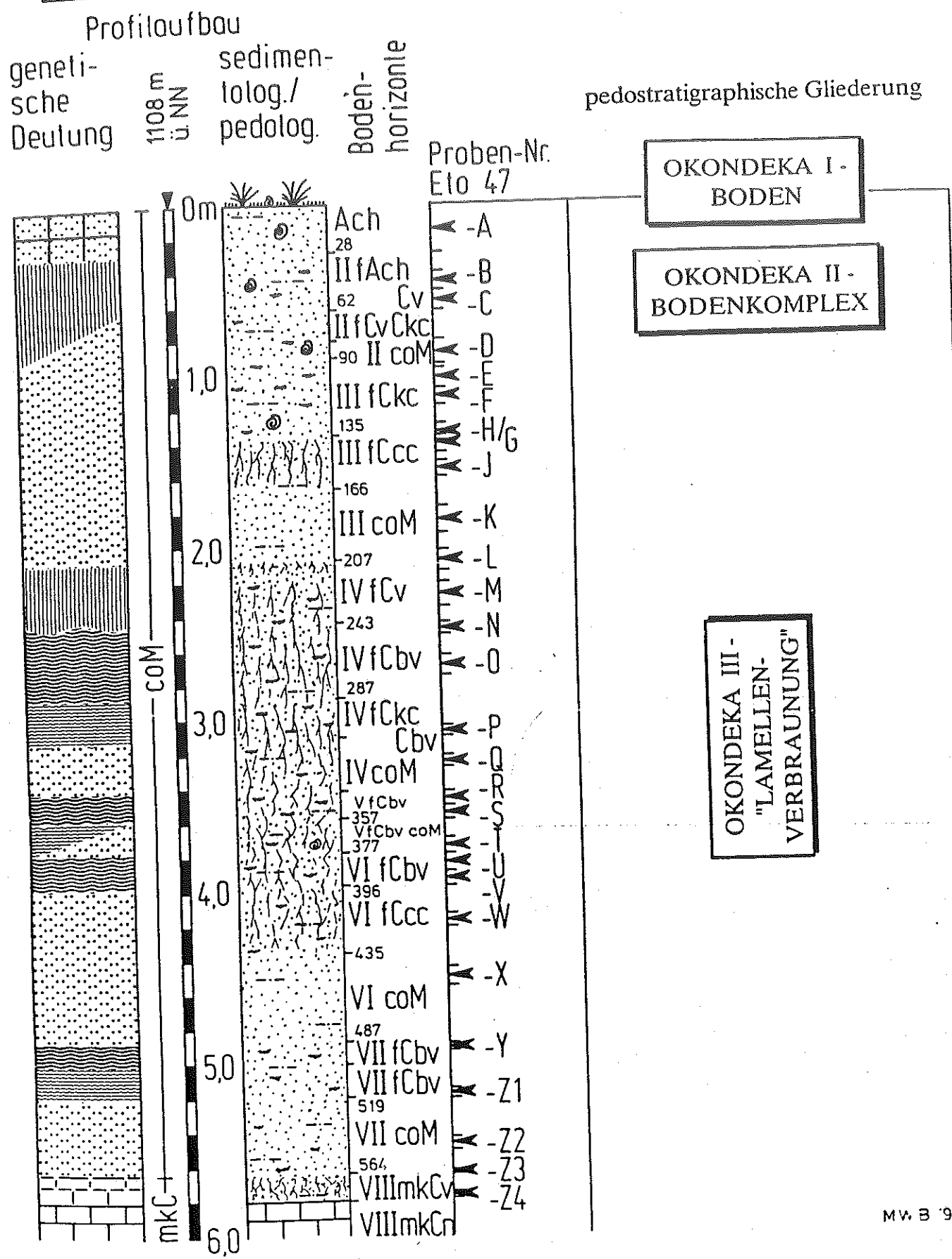
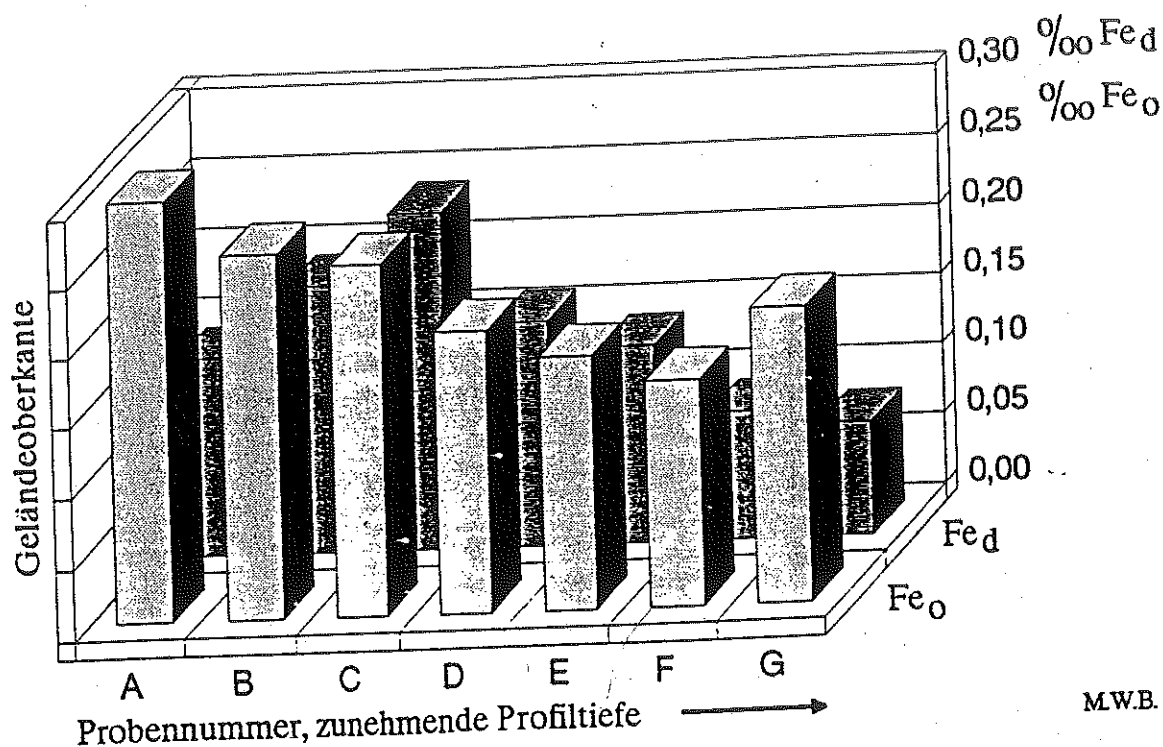


Abb. 120: Profil Eto 47 (II. Dünenwall, Catena 'Logan's Island') mit analytischen Standardwerten.

Eto 47

pedogene Eisenoxide



M.W.B. '91

Abb. 121: Gehalte an dithionit- und oxalatlöslichen, pedogenen Eisenoxiden im Hangendabschnitt des Profils Eto 47 (vgl. dazu auch Abb. 120).

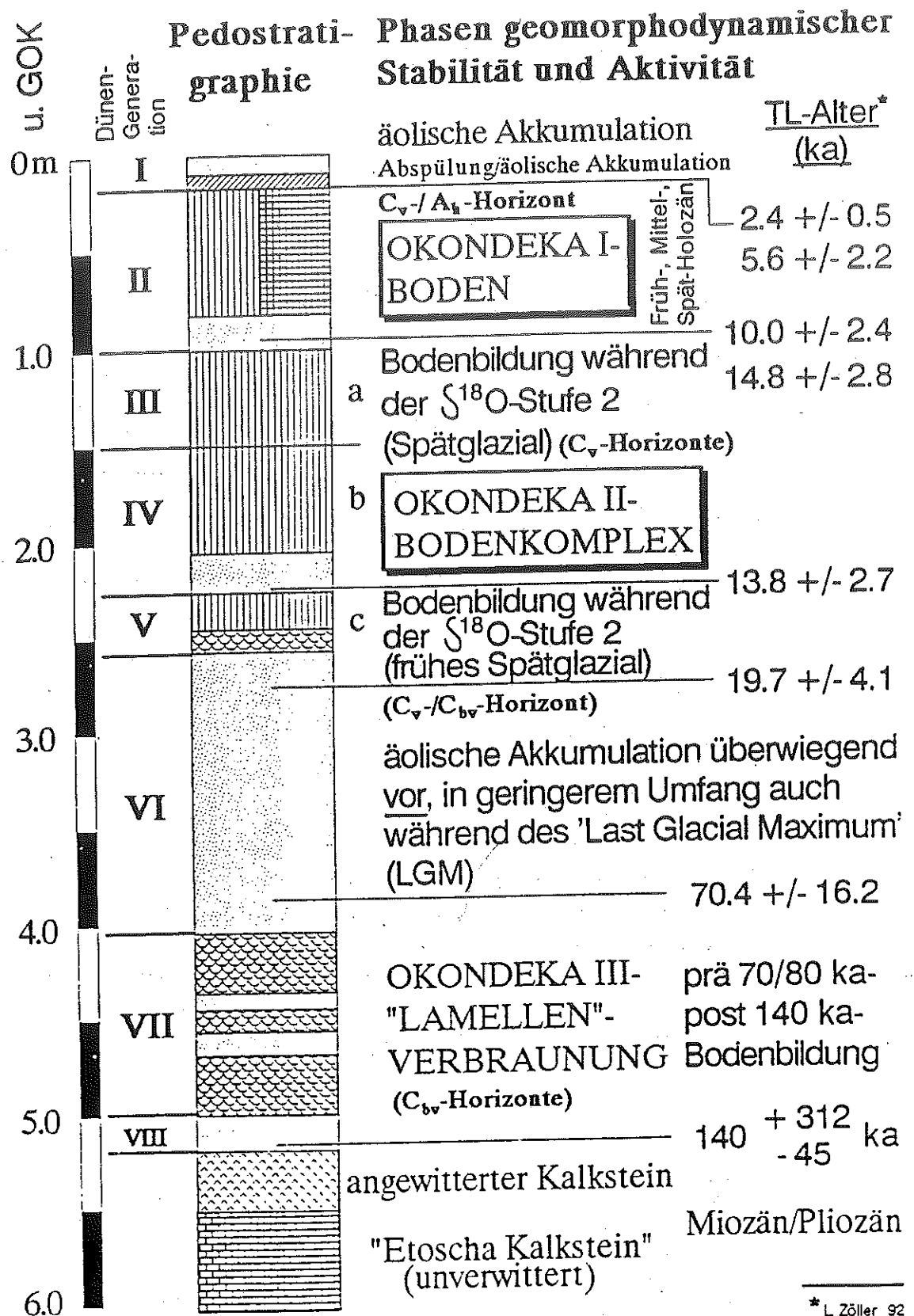


Abb. 122: Sammelprofil der TL-kalibrierten Pedostratigraphie der westlichen Rand- ('Lunette'-) Dünen der Etoscha Pfanne/Nord-Namibia.

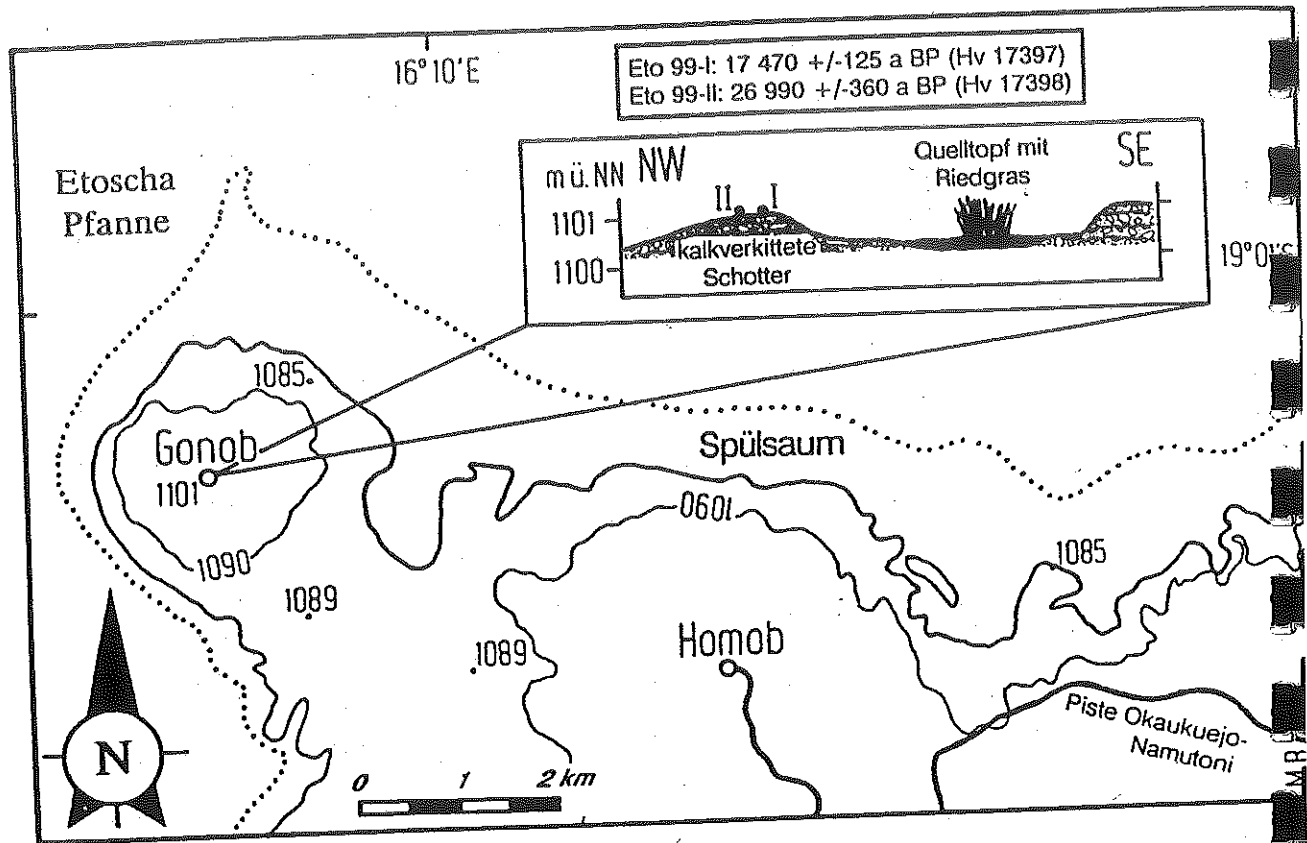
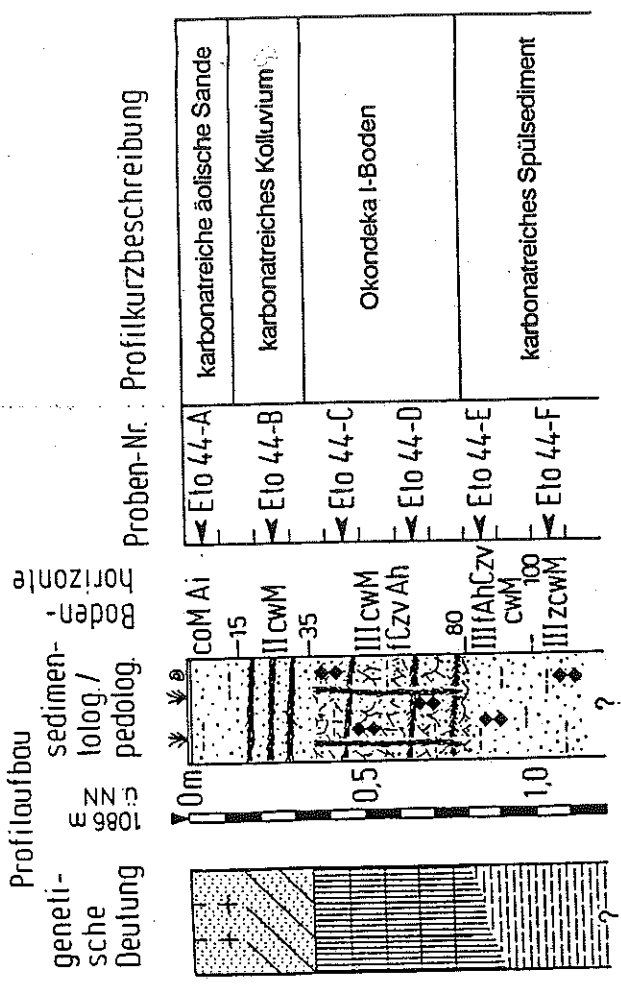
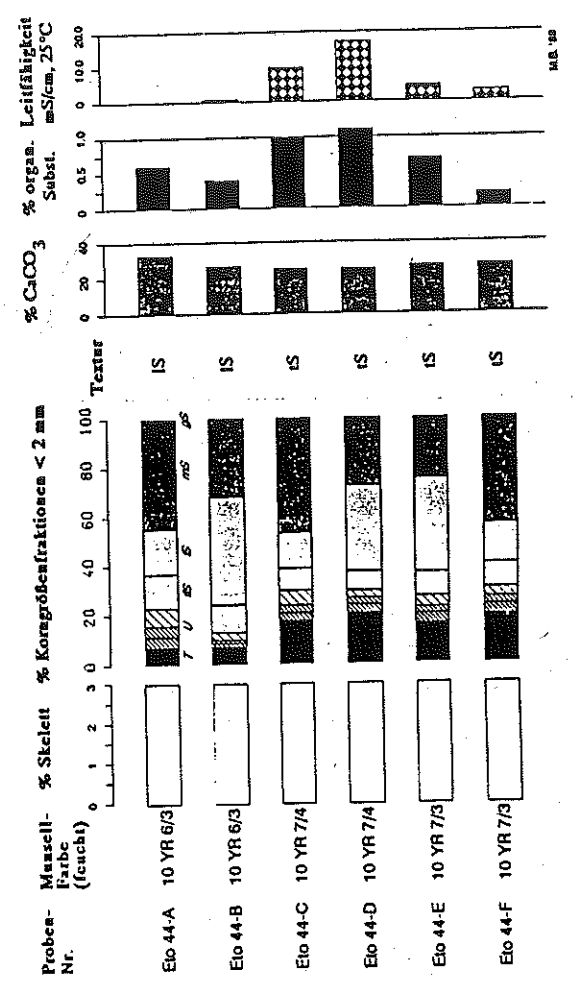


Abb. 123: Lage der Lokalitäten von ^{14}C -Datierungen im Bereich der 'Homob-/Gonob-Halbinsel' (zur Lage der Halbinsel vgl. auch Abb. 36).

PROFIL Eto 44, SUDSPITZE LOGAN'S ISLAND (ETOSCHA PFANNE)



Analytische Standardwerte, Profil Eto 44



PROFIL Eto 103, DUNENWALL ÖSTL. RAND "POACHER'S POINT"-HALBINSEL / ETOSCHA

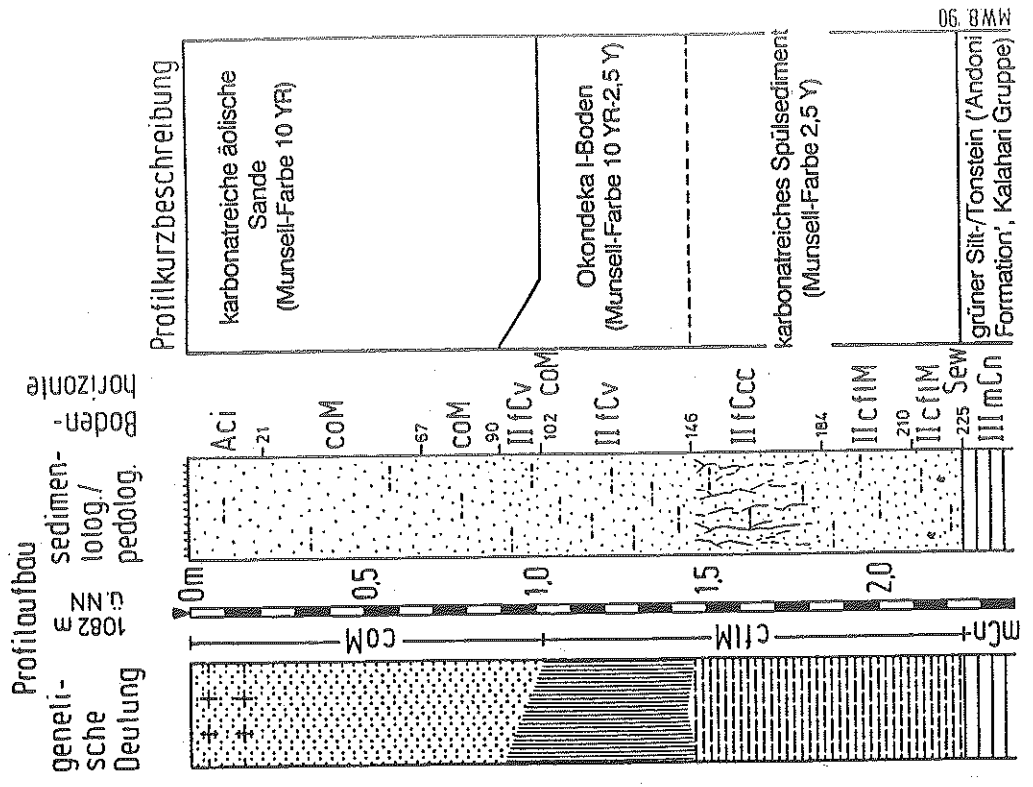


Abb. 124: Zusammenstellung von Beispielen für die pedostratigraphische Gliederung des "1085 m-Niveaus" und tieferliegender Niveaus in der Umrahmung der Etoscha Pfanne.
 Ein den beschriebenen Verhältnissen vergleichbare stratigraphische Gliederung liegt insbesondere auch bei den Profilen Eto 102 ('Andoni Bucht', vgl. Abb. 64a) und Eto 125 (nördlicher Rand der 'Sonderkop Pfanne') vor. In anderen Profilen (Eto 74 [Stadflanke 'Oshigambo Halbinsel', Eto 80 und Eto 81 [Catena 'Okotumare'] kann der 'Okondeka I-Boden' im Spülsediment auch in eine 'Lamellenverbraunung' übergehen.

Pedostratigraphische Gliederung der westlichen Pfannenranddünen und ihre Beziehung zu den quartären Eintiefungsniveaus der Etoscha Pfanne im Raum Okondeka

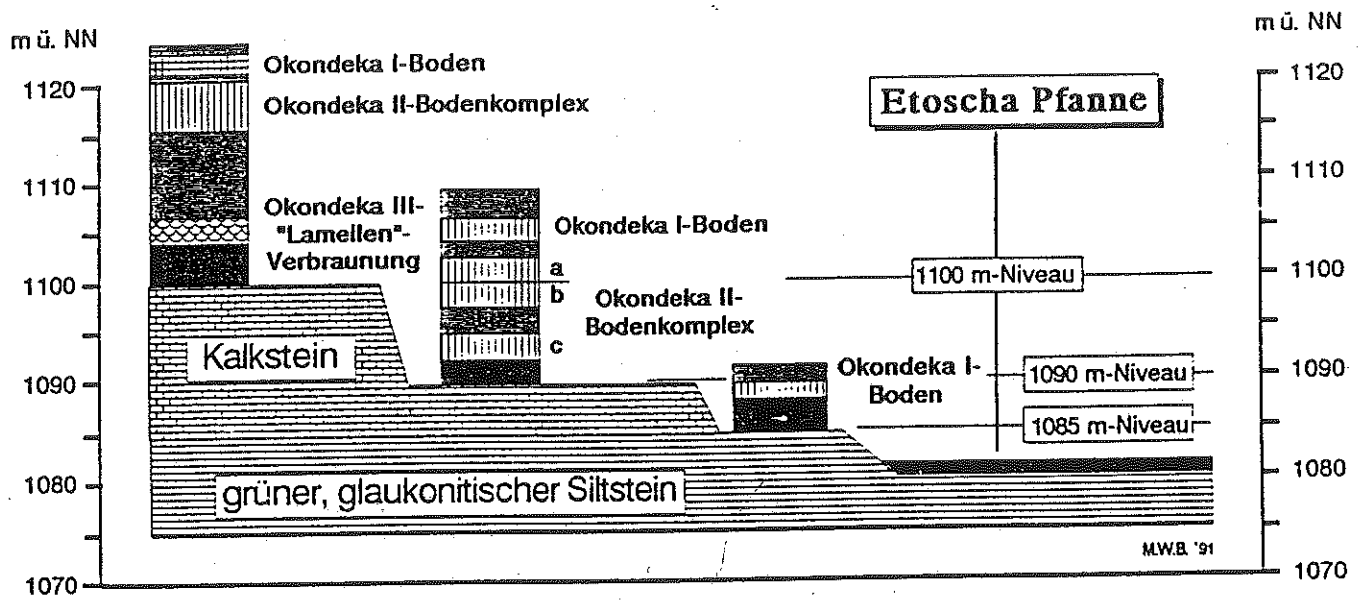
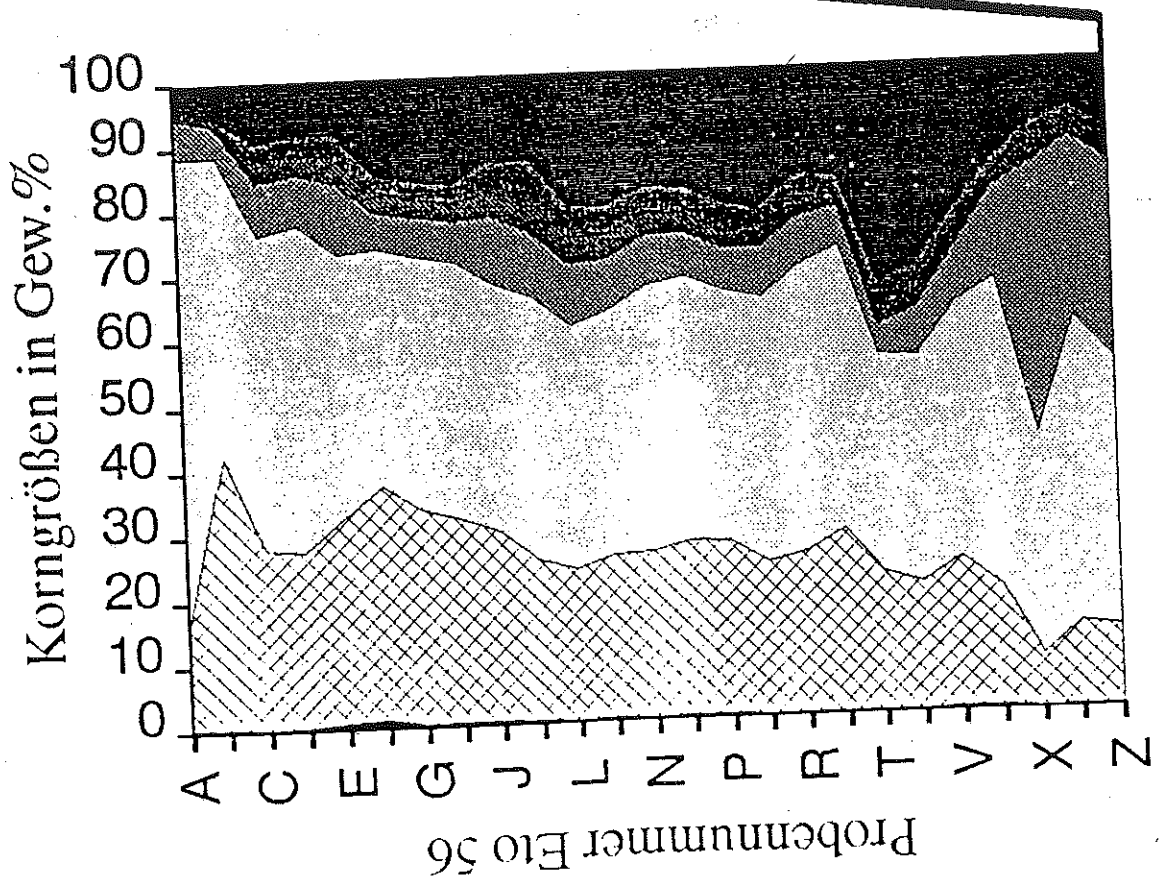
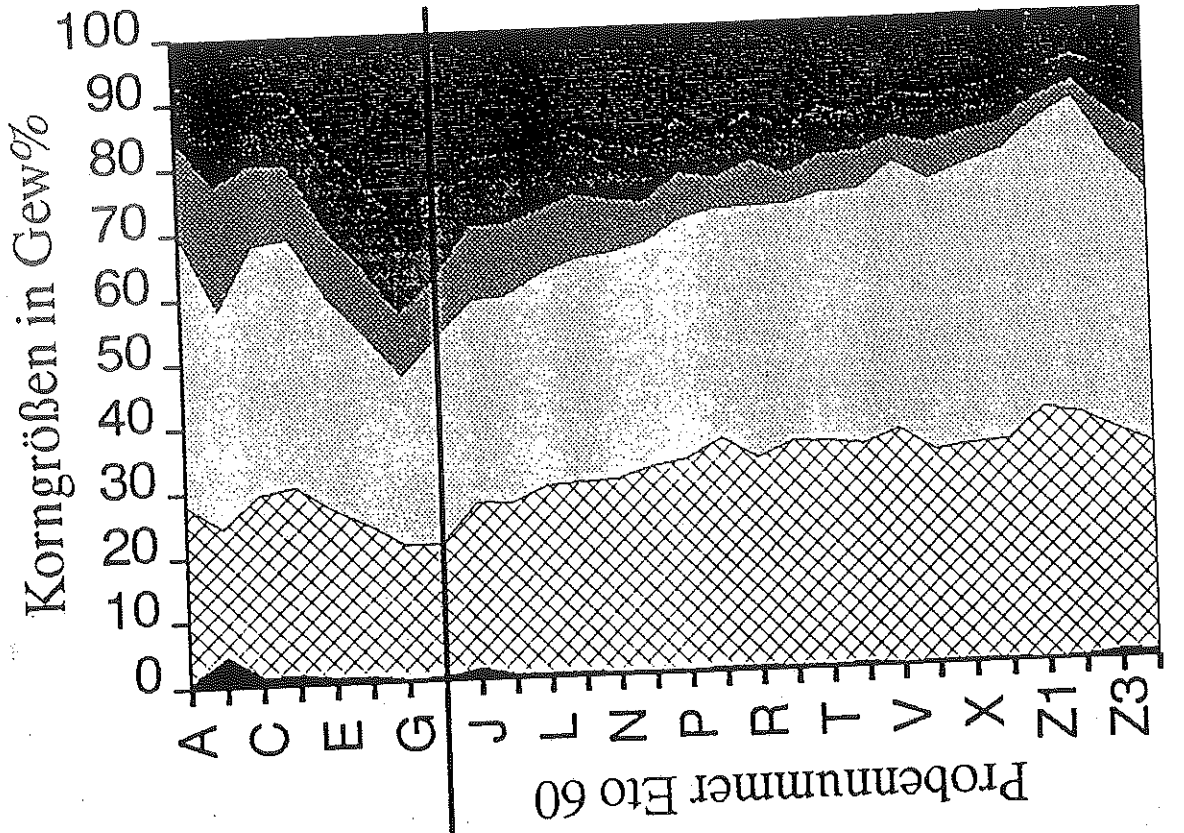


Abb. 125: Pedostratigraphische Gliederung der westlichen Pfannenranddünen und ihre Beziehung zu den quartären Eintiefungsniveaus der Etoscha Pfanne im Raum 'Okondeka'.



Okondeka, II. Dünenwall

Okondeka, I. Dünenwall

Abb. 126: Wandel der Korngrößenzusammensetzung in den Profilabfolgen der Typlokalitäten der westlichen Pfannenranddünen im Raum 'Okondeka', Profile Eto 56 (I. Dünenwall) und Eto 60 (II. Dünenwall). Die unvollständigen Profile werden mit der durchgezogenen Linie zugeordnet.

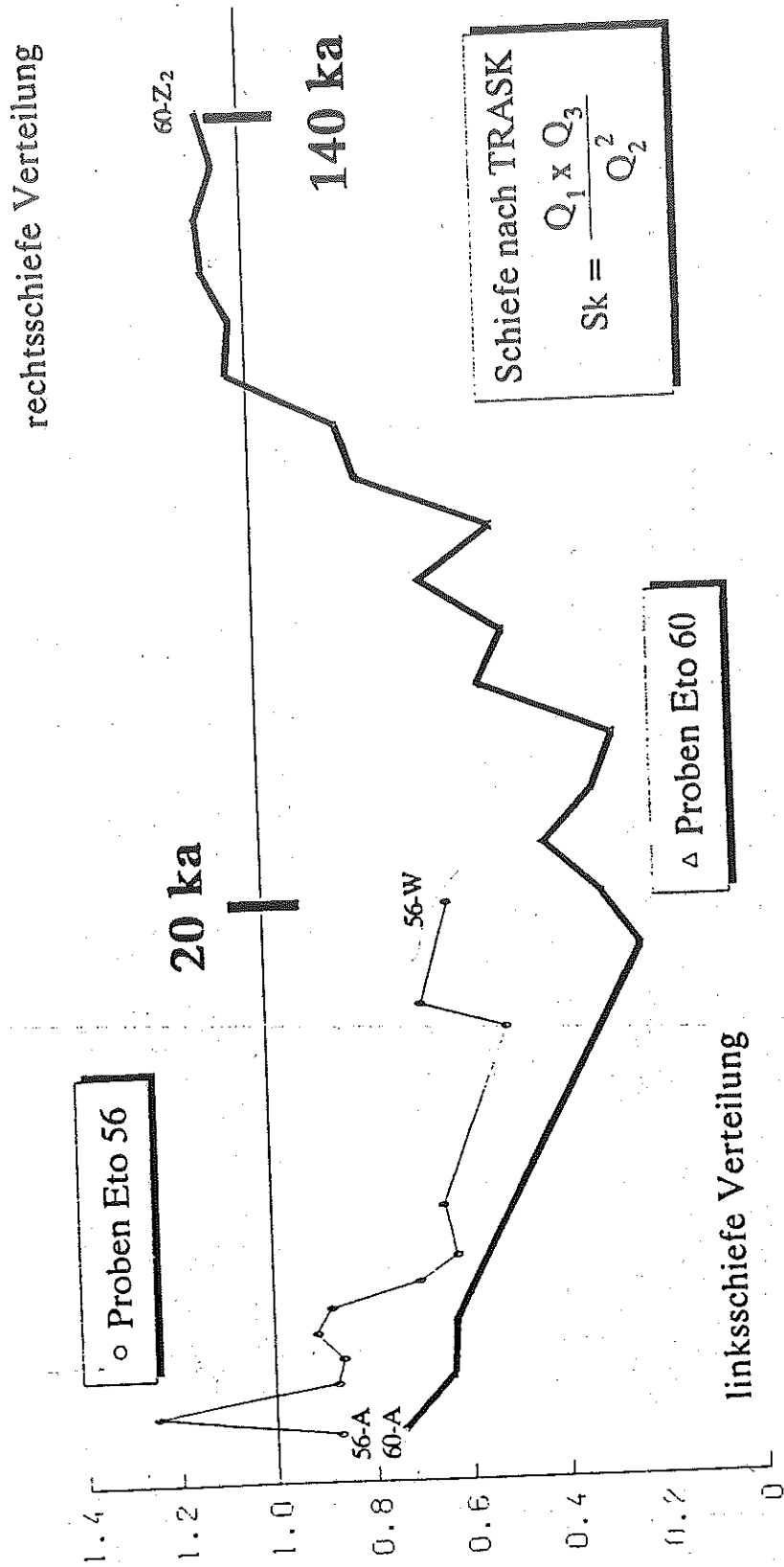
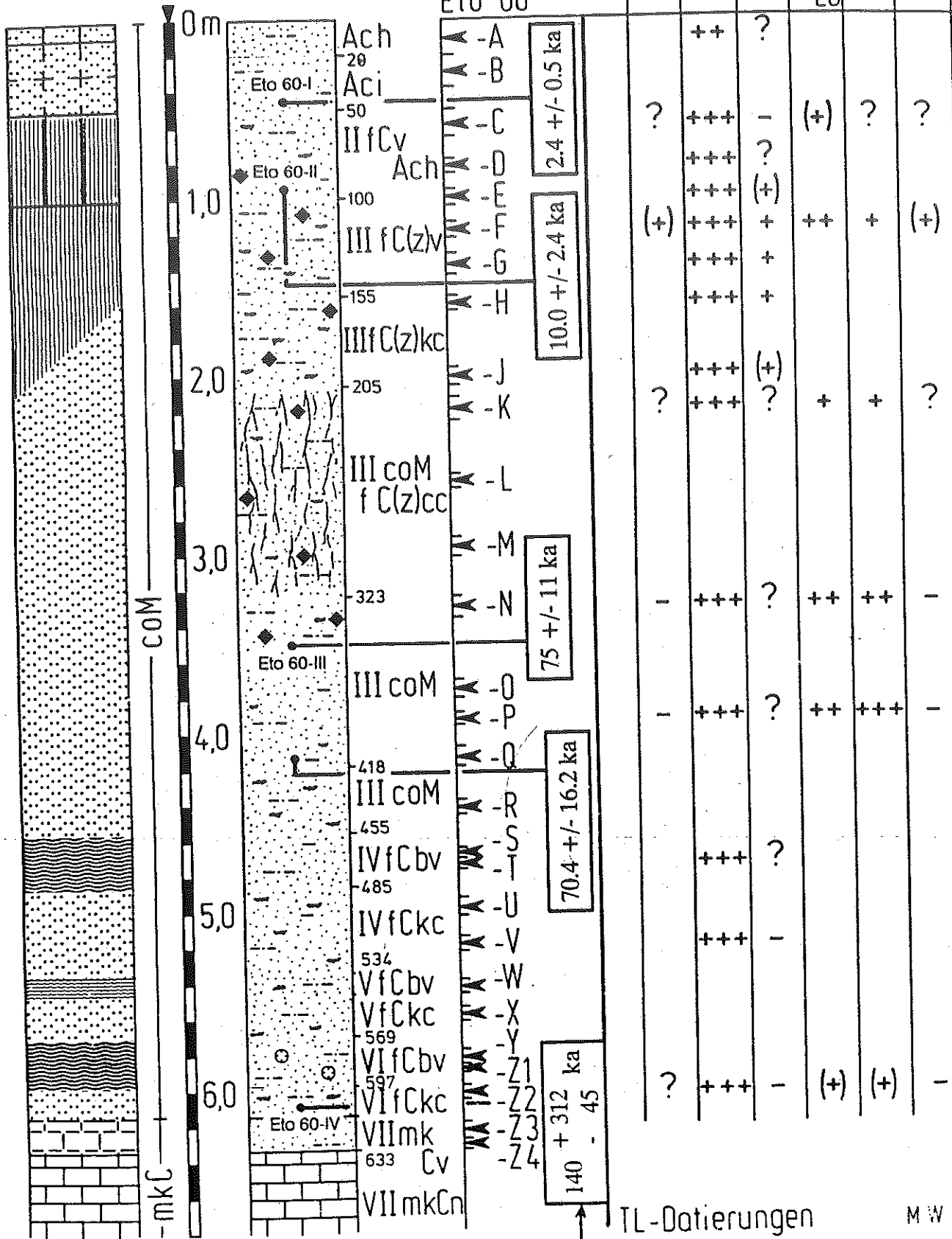


Abb. 127: Schiefe der Korngrößenverteilung ausgewählter Proben der Profile Eto 56 und Eto 60. Dargestellt sind lediglich die Sedimentproben; die Proben der "Okondeka-Bodenbildungen" sind nicht berücksichtigt.

Profilaufbau
 geneti-
 sche Deutung 1107 m ü NN
 sedimen-
 tolog./
 pedolog.
 Boden-
 horizonie

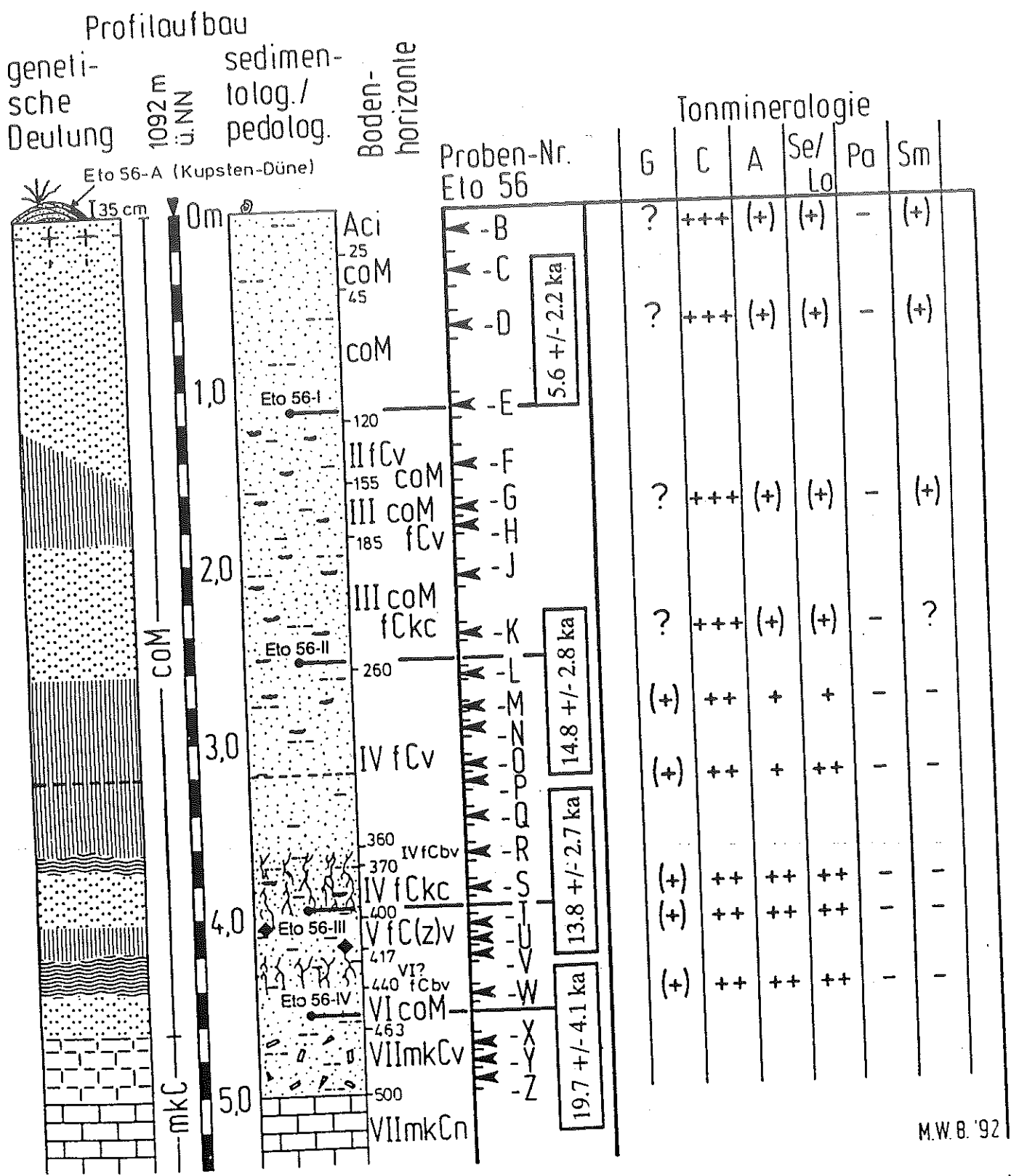


TL-Datierungen
 L. Zöller

MWB 92

Abb. 128: Profil Eto 60 (II. Dünewall, Catena 'Okondeka') mit Tonmineralogie.

PROFIL Eto 56, I. DÜNENKAMM WESTL. PFANNENRANDDÜNEN OKONDEKA/ ETOSCHA



M.W. 8. '92

TL-Datierungen (L. Zöller)

Abb. 129: Profil Eto 56 (I. Dünenwall, Catena 'Okondeka') mit Tonminerologie.

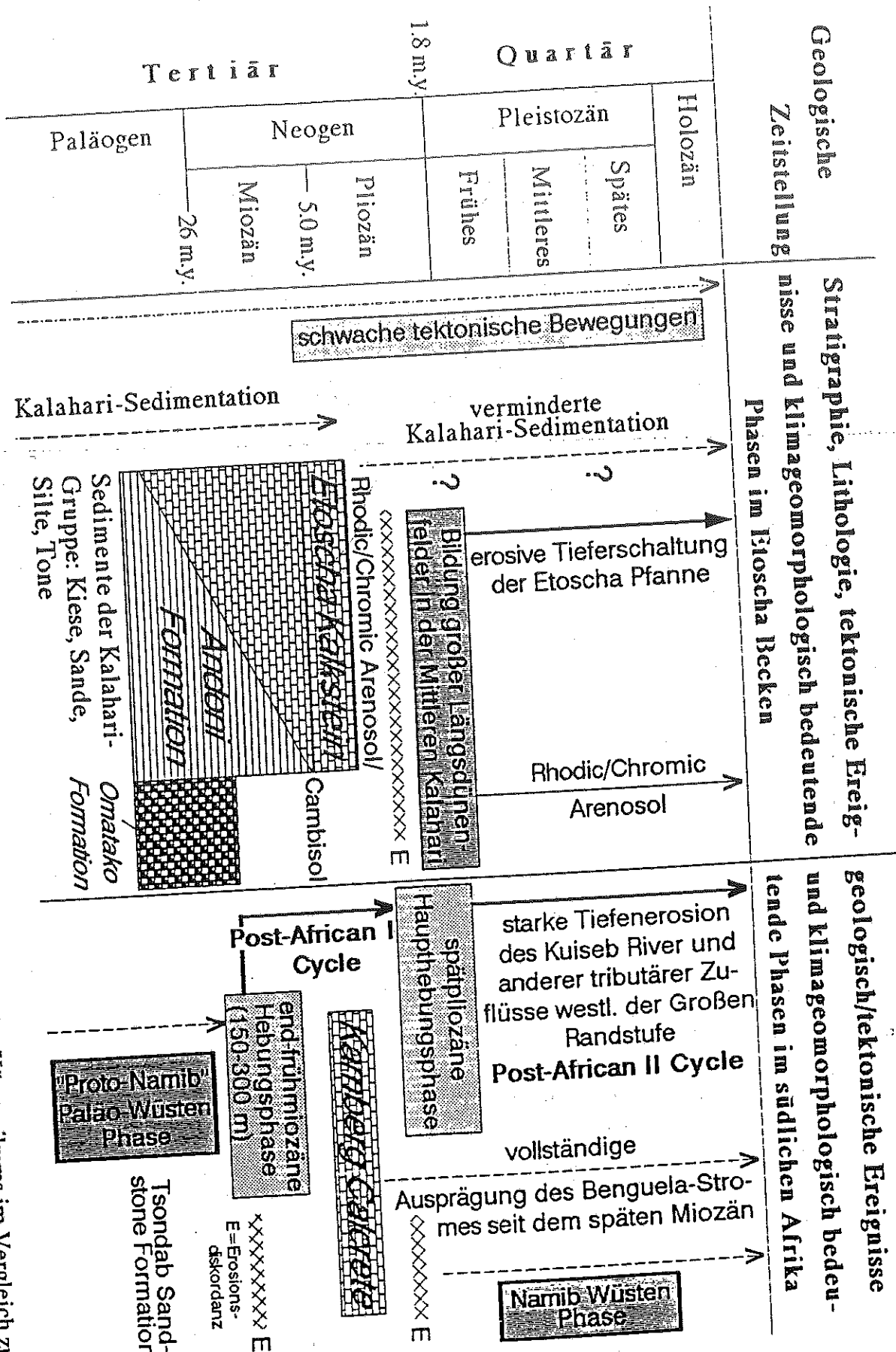
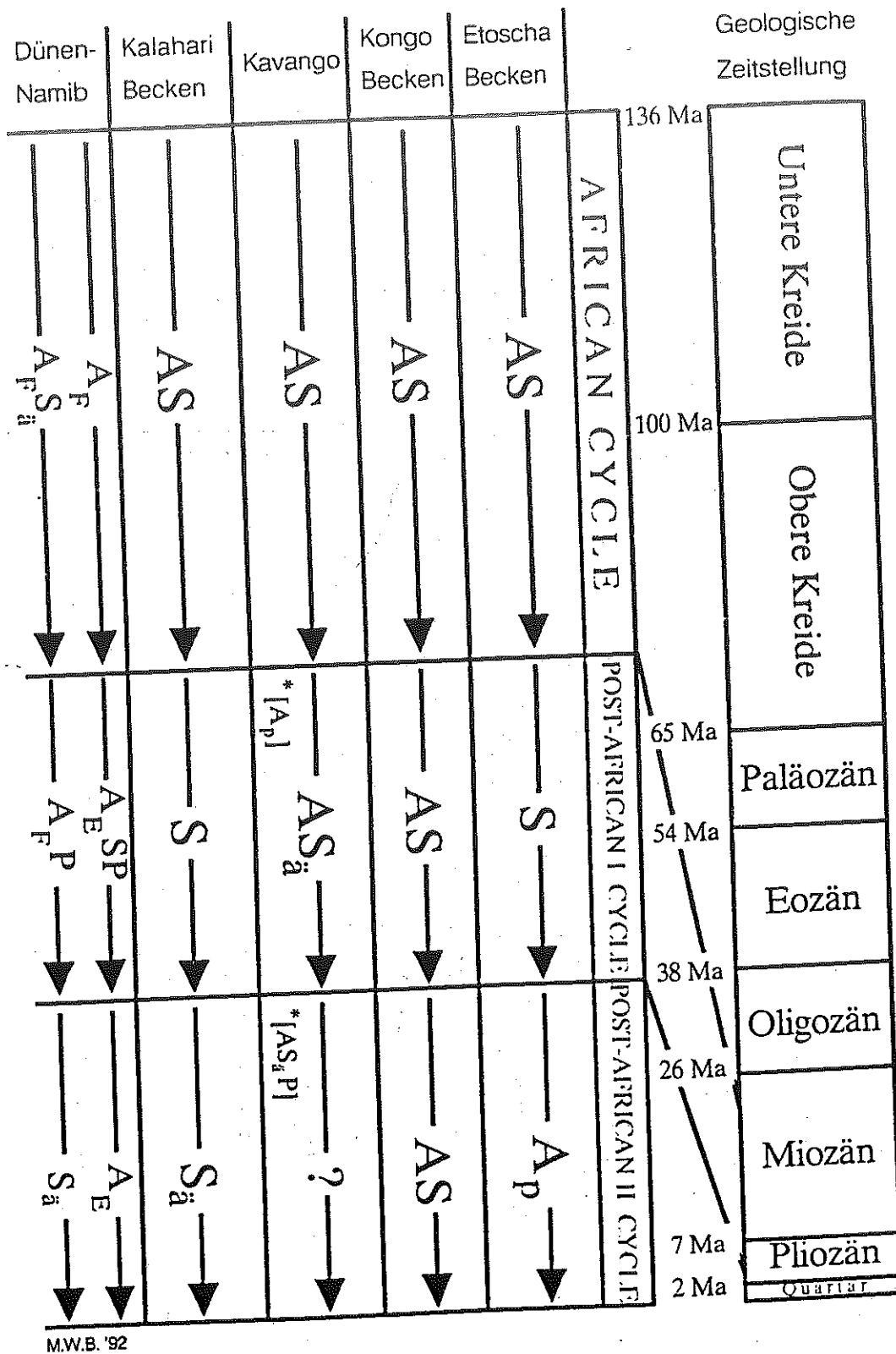


Abb. 130:

Übersicht über die geologisch-tektonische Entwicklung des Etoscha Beckens während des Känozoikums im Vergleich zu geologisch-tektonischen und klimageomorphologisch bedeutenden Phasen und Ereignissen im südlichen Afrika (vorliegende Arbeit von DINGLES, SIESSER & NEWTON 1991, HEGENBERGER 1983).

Abb. 131: Zyklen der Reliefentwicklung in ausgewählten Landschaftsräumen des südlichen Afrikas.



M.W.B. '92

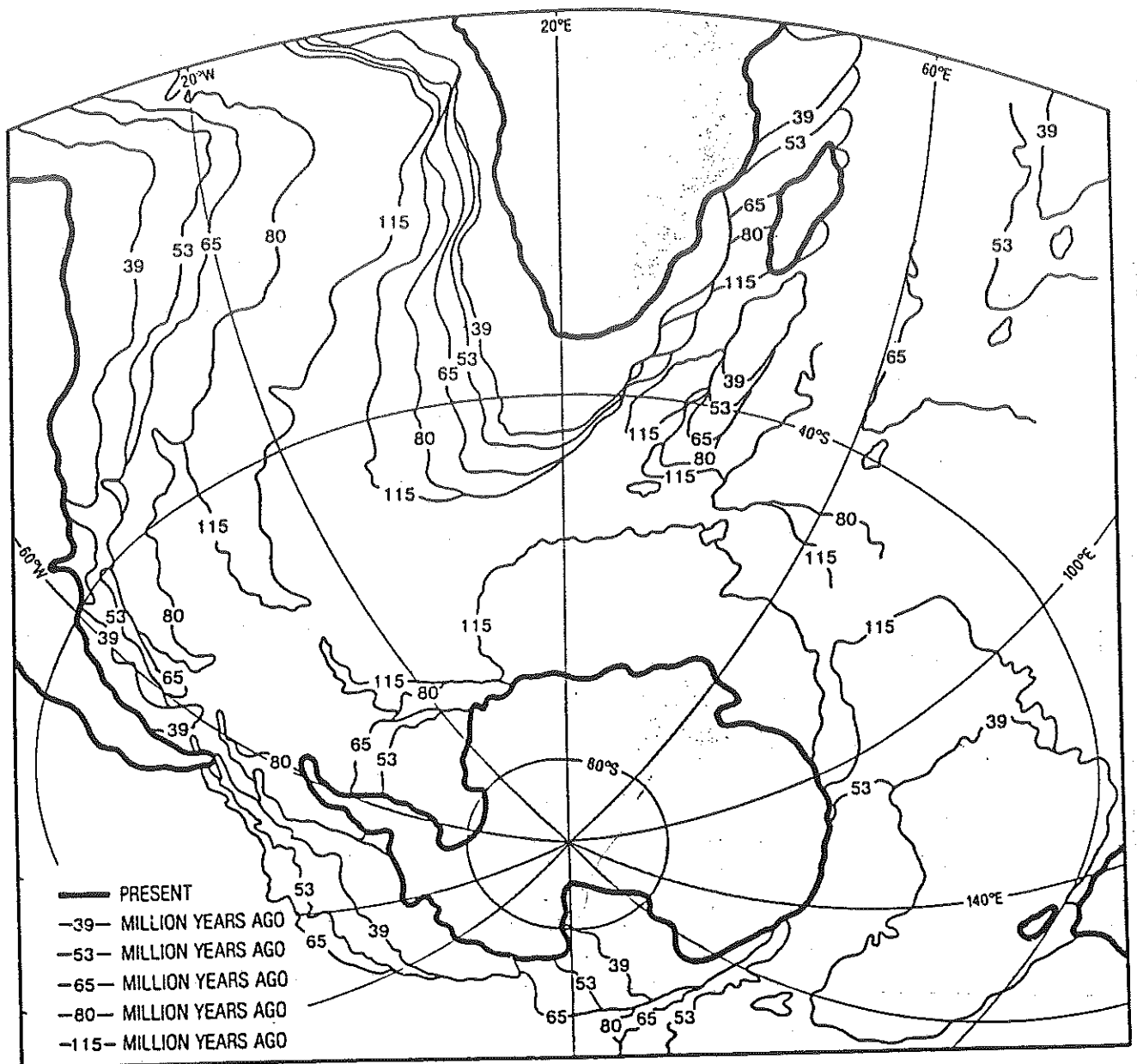


Abb. 133: Auseinanderbrechen des Gondwana-Kontinentes (nach NORTON & SCLATER 1979 und WITT et al. 1986; aus: TYSON 1986: 23, Fig. 2.6).

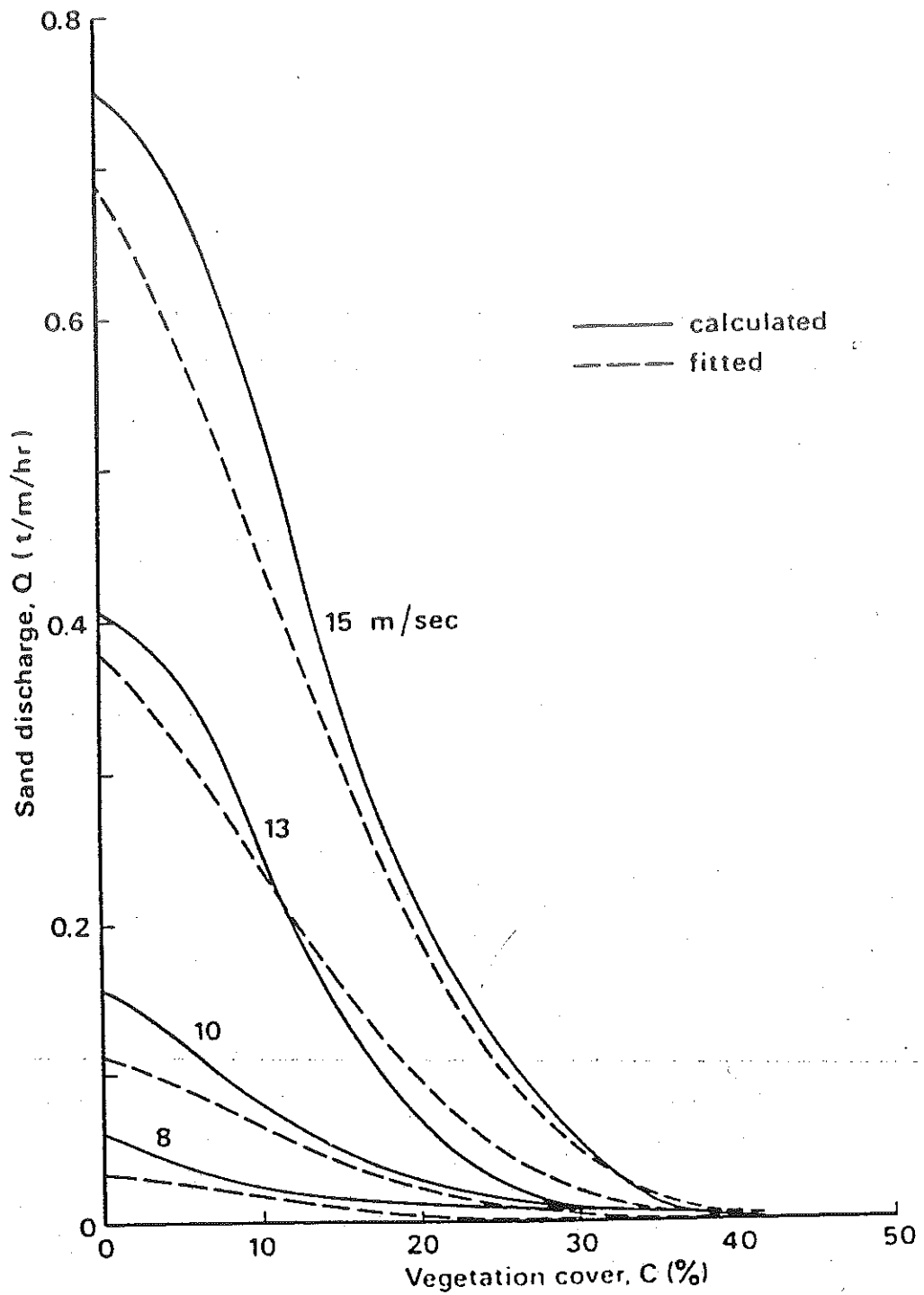


Abb. 134: Aktuelle und berechnete Raten des äolischen Sandtransportes in Abhängigkeit von der Vegetationsbedeckung und der Windgeschwindigkeit (nach WASSON & NANNINGA 1986; aus: THOMAS 1988: 149, Fig. 2).

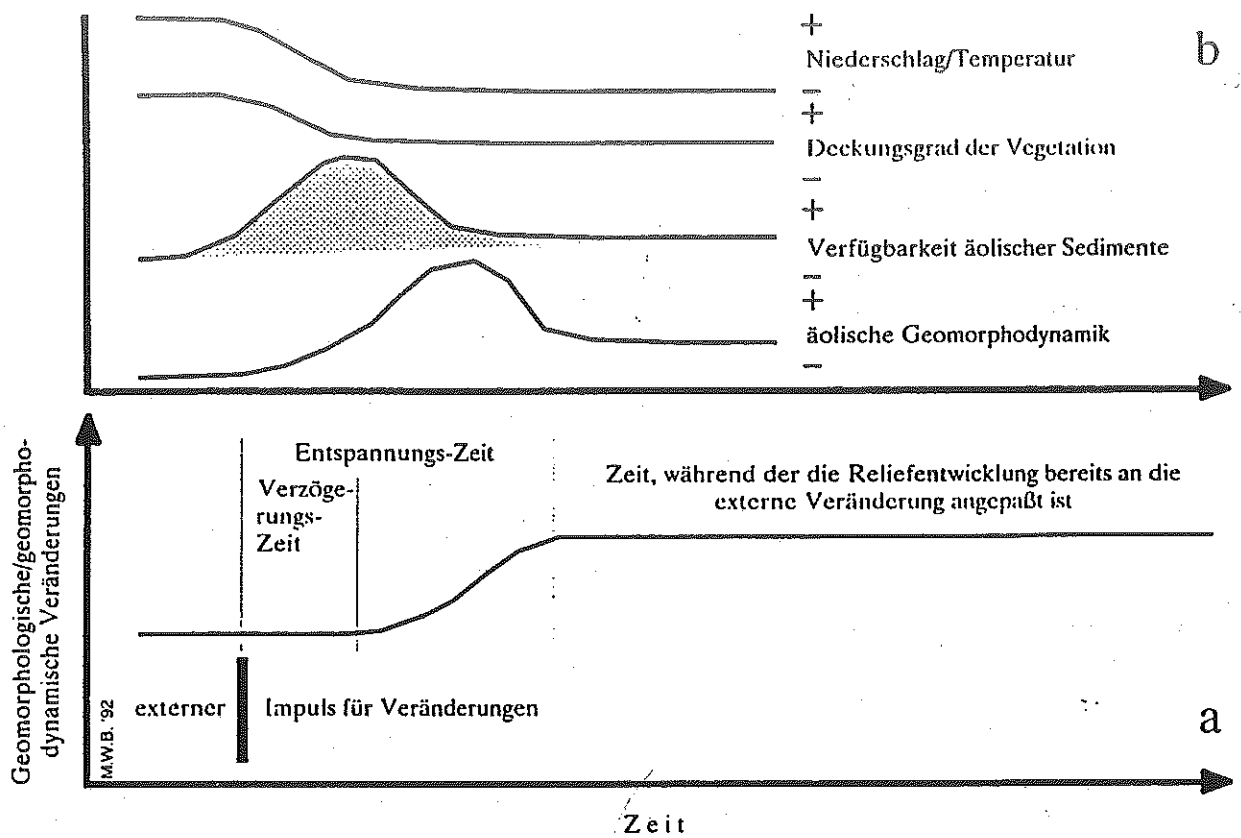


Abb. 135: Sensibilität geomorphodynamischer Systeme gegenüber externen Impulsen für Veränderungen: gesteigerte äolische Geomorphodynamik (a) während der Übergangsphase als Folge der sich überlagernden Veränderungen in den Subsystemen (b) "Niederschlag/Temperatur", "Deckungsgrad der Vegetation" und "Verfügbarkeit äolischer Sedimente" (in Anlehnung an LANCASTER 1990: 288, Fig. 9).

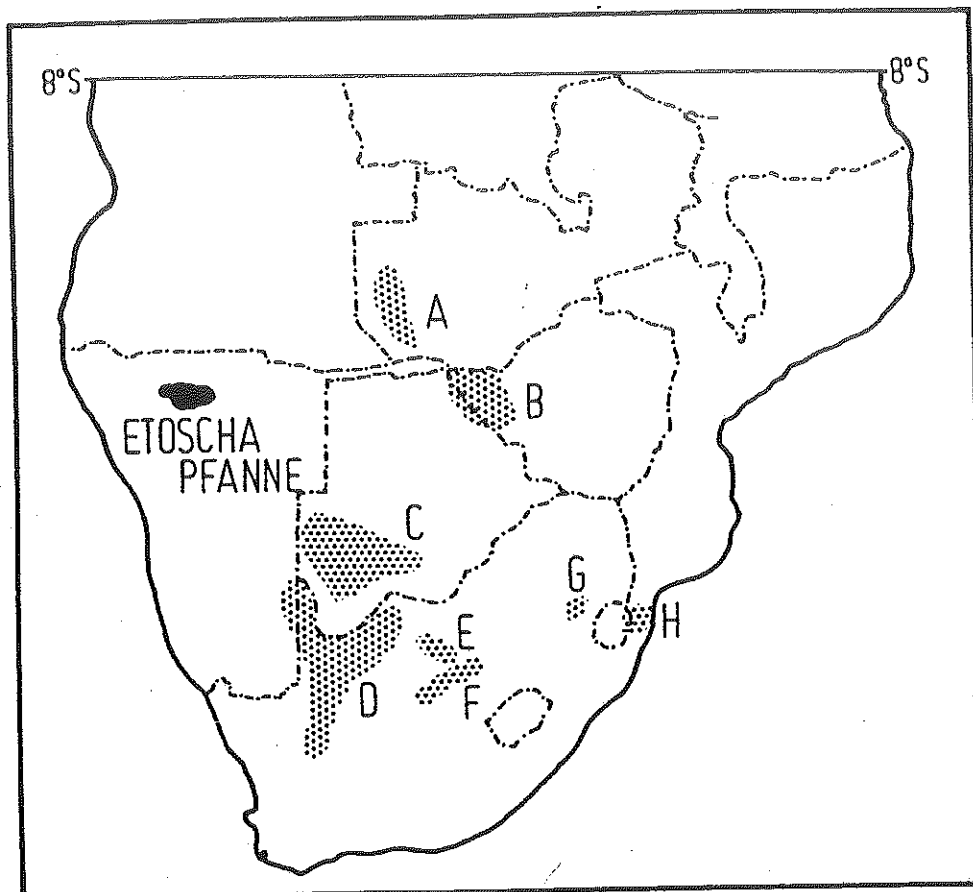


Abb. 136: Die Verbreitung von "Pfannen" im südlichen Afrika (nach SHAW 1988: 121, Fig. 7.1; ergänzt).

Konzentrationen der "Pfannen"-Bildungen finden sich im (A) südwestlichen Sambia, (B) nordwestlichen Simbabwe, (C) der südlichen Kalahari, (D) der nördlichen Kap-Provinz, (E) dem westlichen Transvaal/der nordöstlichen Kap-Provinz, (F) dem westlichen Oranje-Freistaat, (G) dem östlichen Transvaal und (H) dem Süden von Mosambik. Die größte Pfanne im südlichen Afrika stellt die "Etoscha Pfanne" (einschließlich "Ovambo-Pfannen-Ebene") dar.

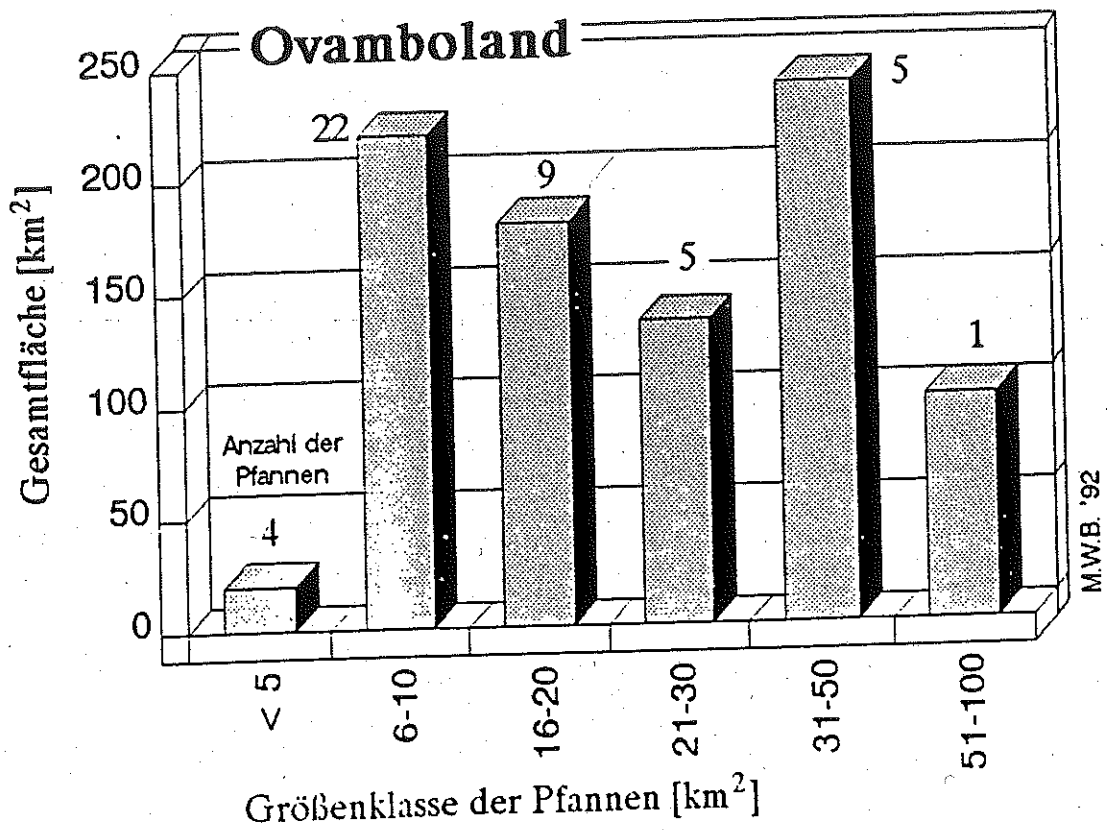
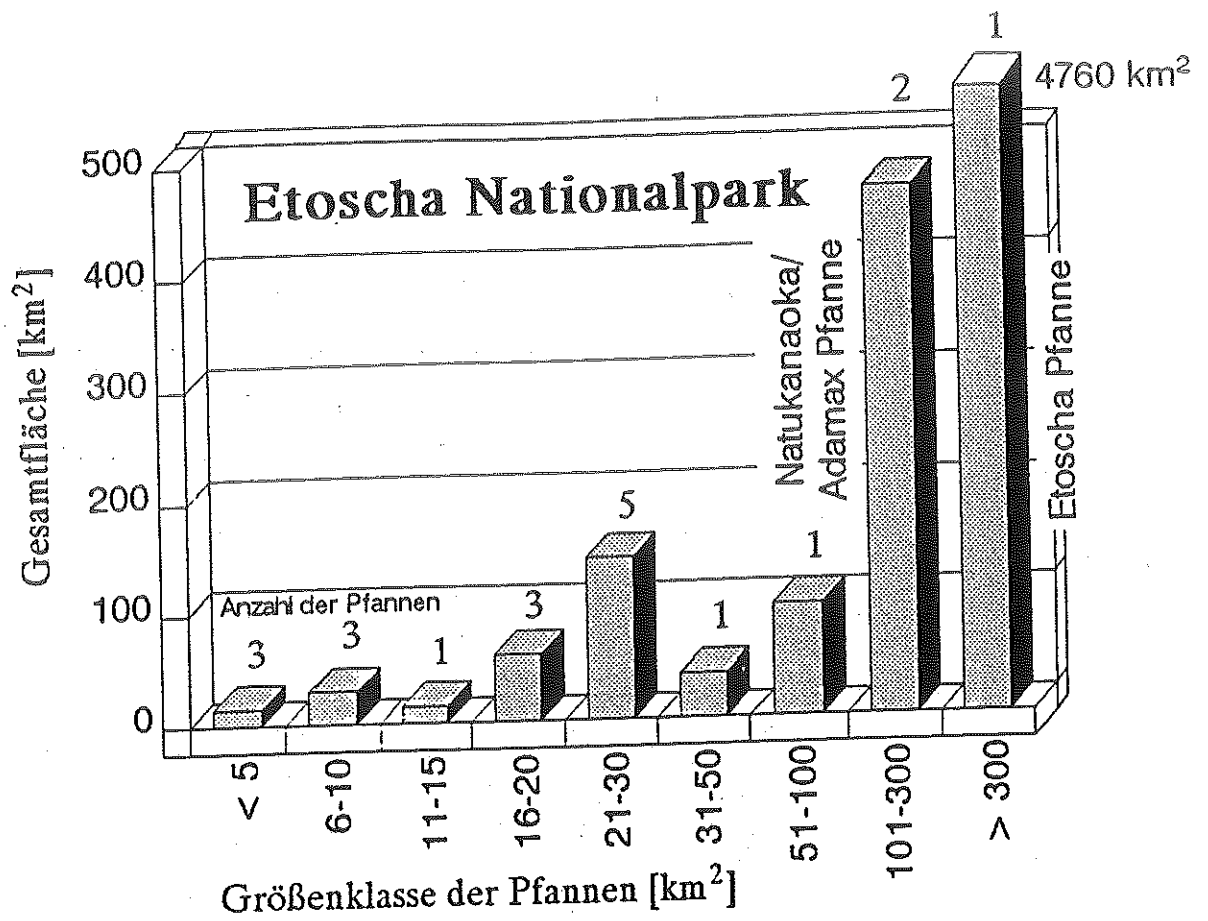
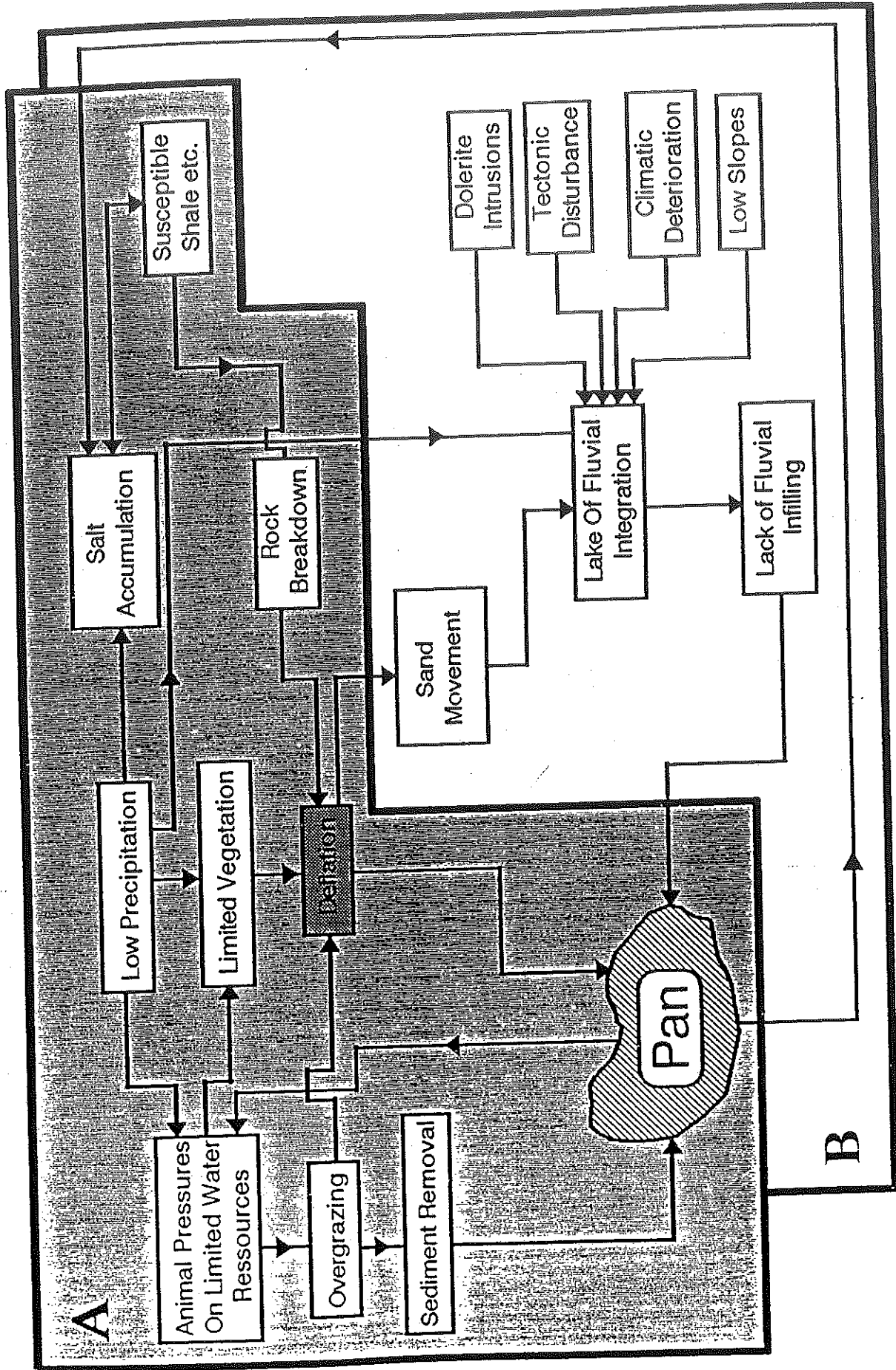


Abb. 137: Übersicht über die Anzahl und die Gesamtfläche der Pfannen im Etoscha N.P. und angrenzenden Ovamboland/Nord-Namibia auf der Grundlage der von LINDEQUE & ARCHIBALD (1991: 129, Tab. 1) mitgeteilten Daten.



MWB, 92

Abb. 138: Modell der Pfannen-Entwicklung (nach GOUDIE & THOMAS 1985: 16, Fig. 10; umgezeichnet und ergänzt). Komplex "A" beschreibt das Lokal und Komplex "B" den großräumigen Kontext.

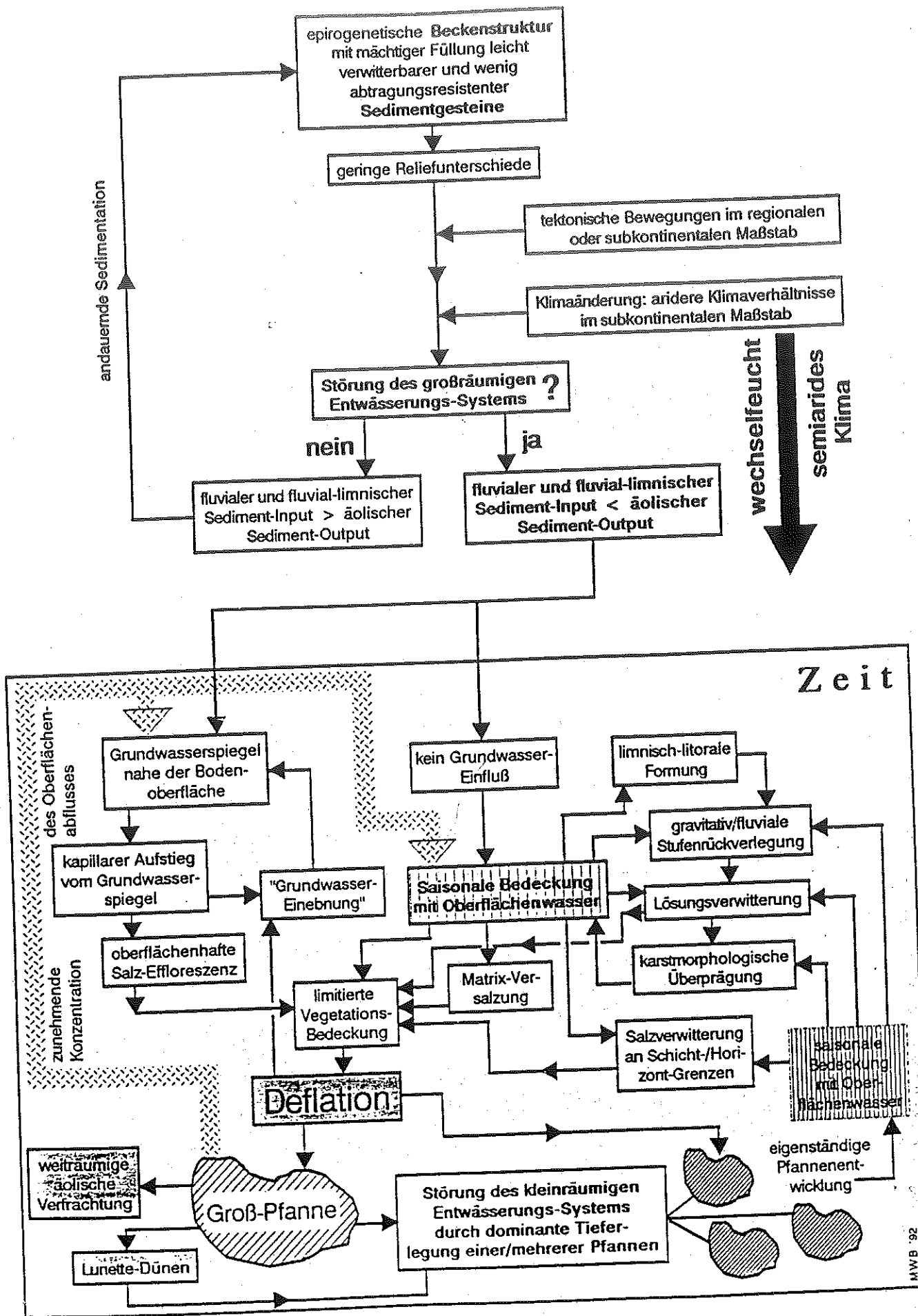
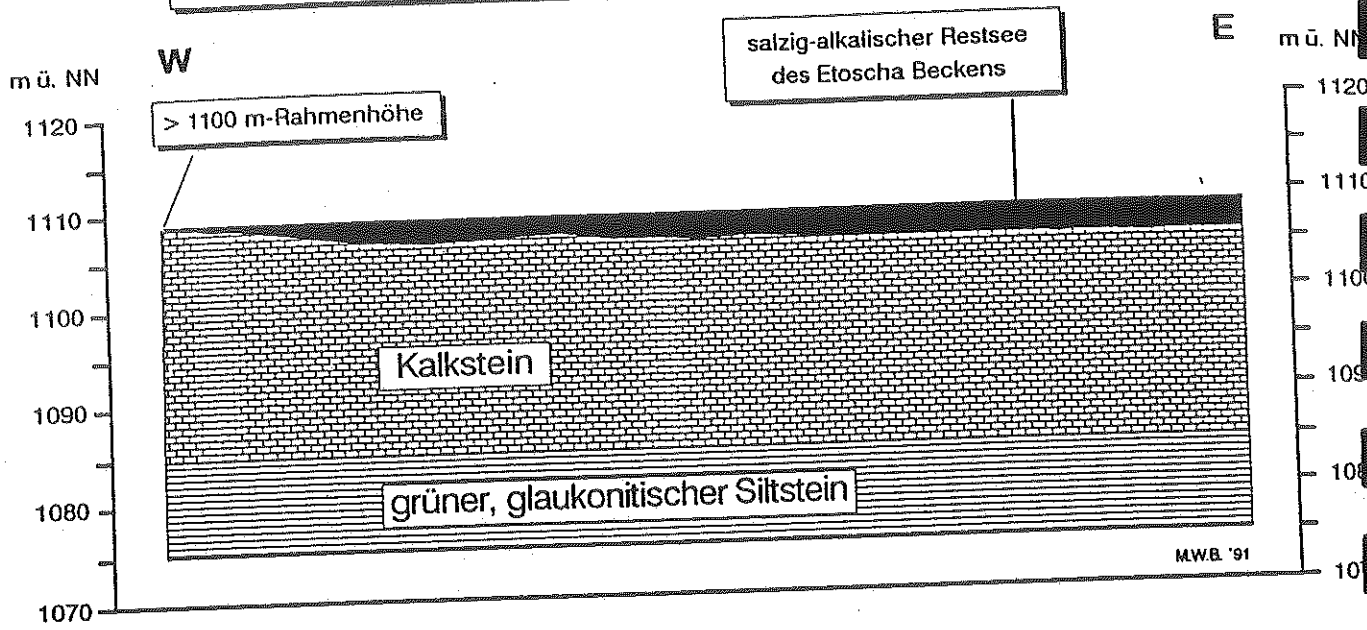


Abb. 139: Modell der "Groß-Pfannen"-Entwicklung in der Dimension der Etoscha Pfanne/Nord-Namibia.

Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka

I. Situation an der Wende Miozän/Pliozän



Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka

II. Situation im Verlauf des mittleren Pleistozäns (Trockenzeitaspekt)

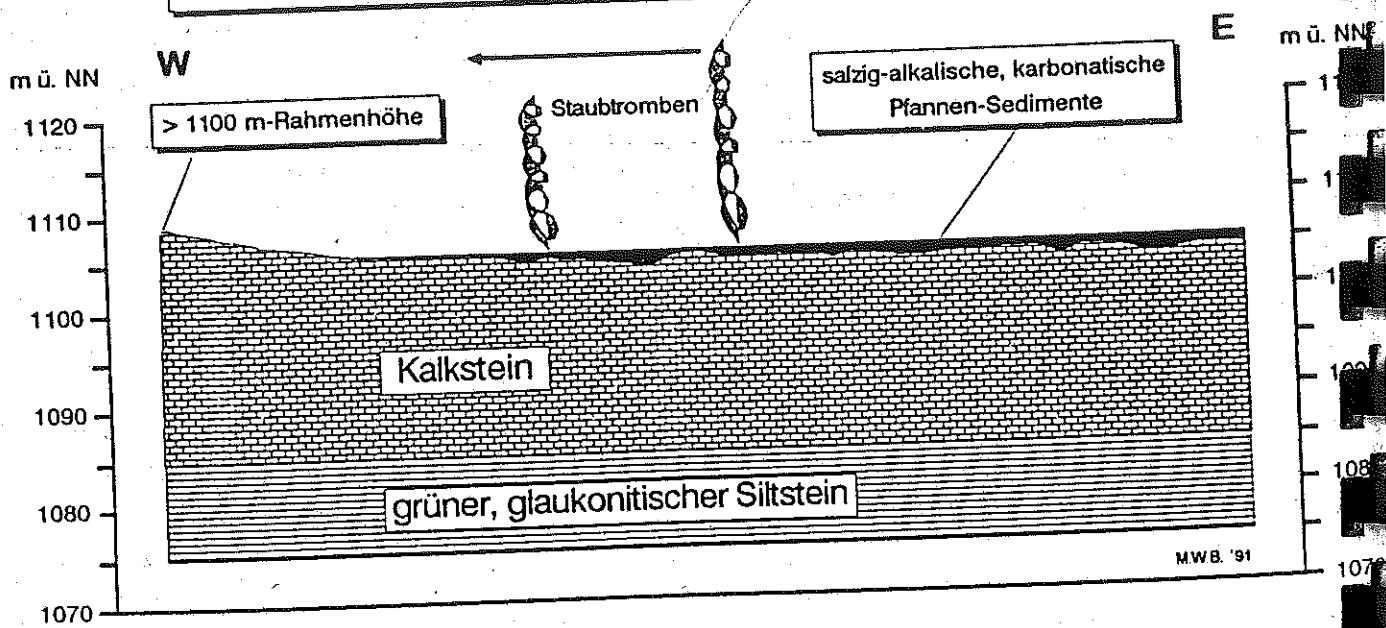
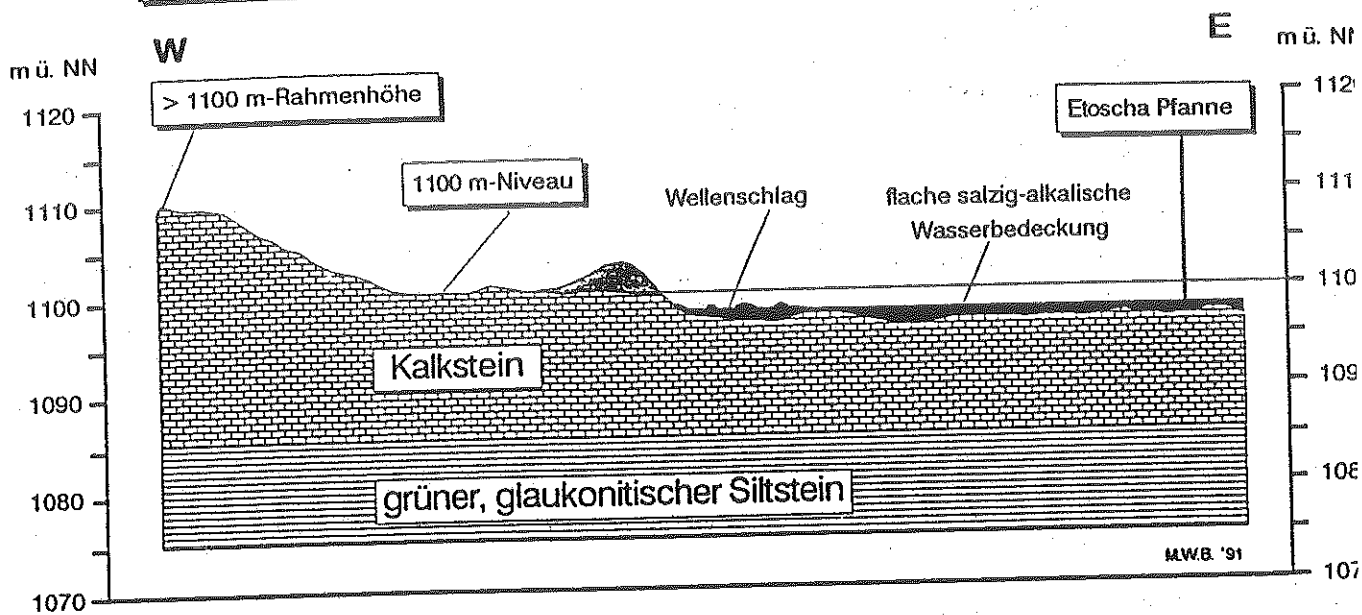


Abb. 140: Bildfolge der quartären Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum 'Okondeka'.

Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka
IIIa. Situation gegen Ende des mittleren Pleistozäns (130 ka)
(Regenzeit aspekt)



Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka
IIIb. Situation gegen Ende des mittleren Pleistozäns (130ka)
(Trockenzeit aspekt)

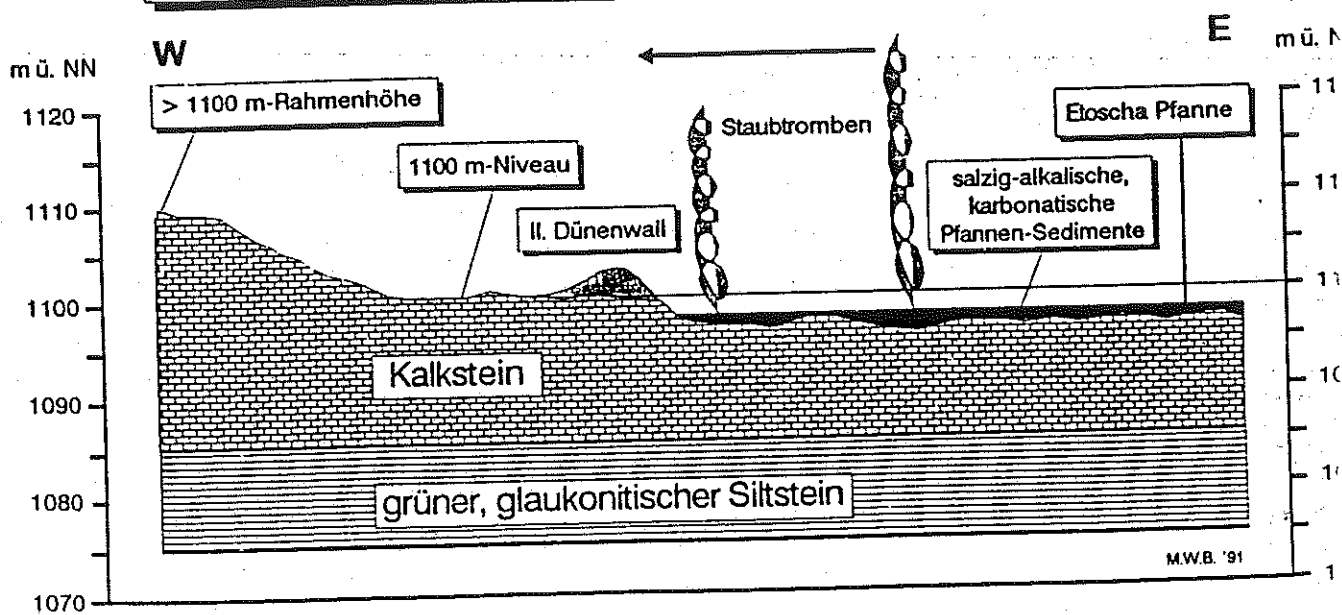
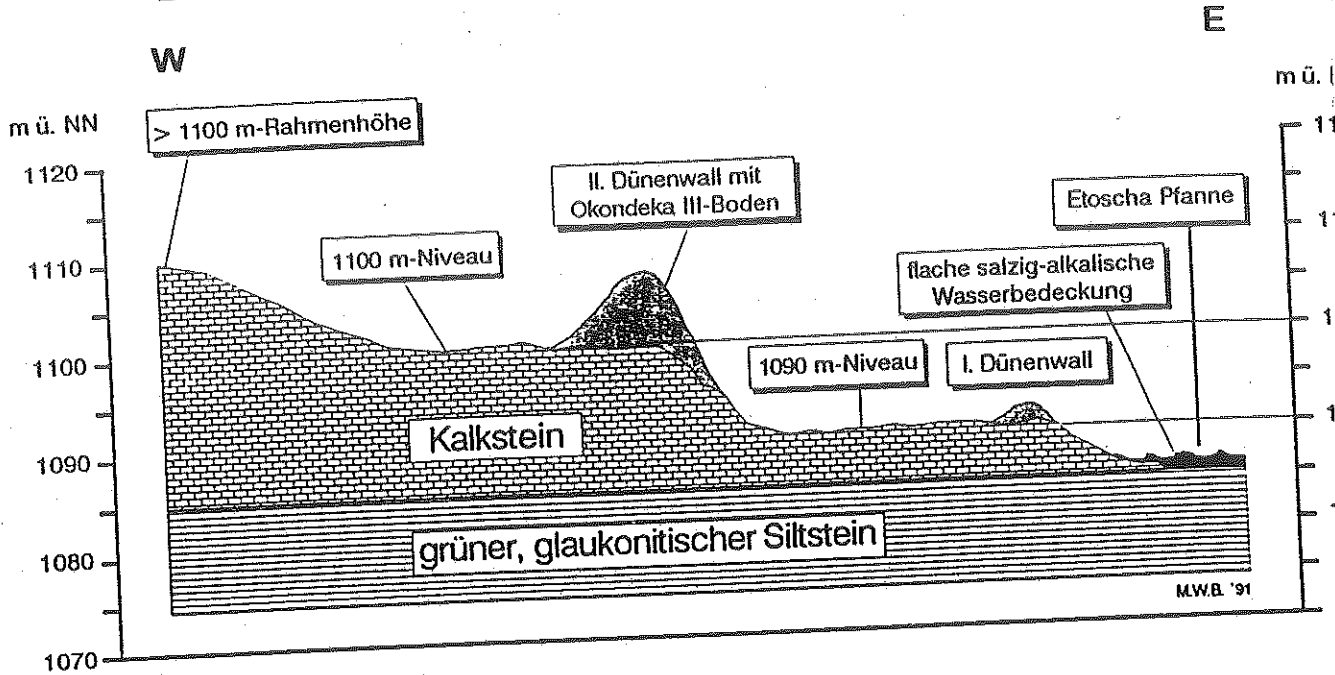


Abb. 140: Fortsetzung

Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka
IVa. Situation um ca. 20 000 Jahre vor heute
(Regenzeit aspekt)



Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen Pfannenrand im Raum Okondeka
IVb. Situation um ca. 20 000 Jahre vor heute
(Trockenzeit aspekt)

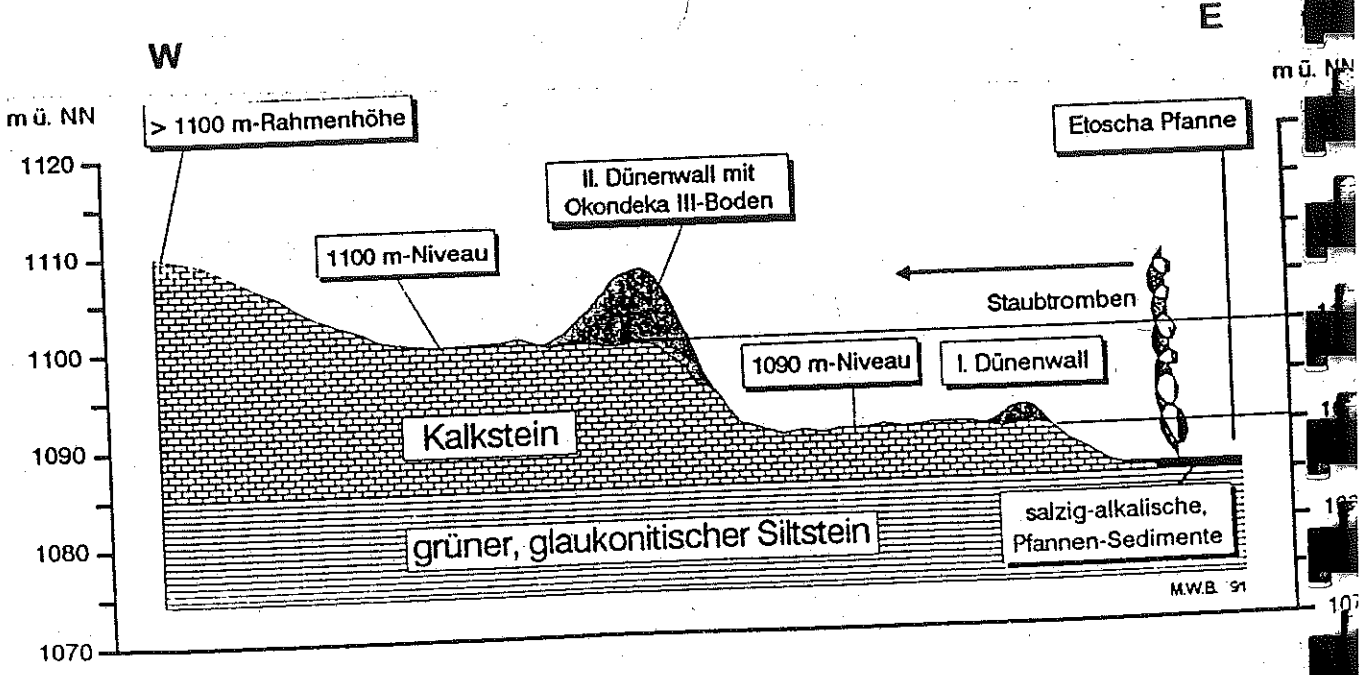


Abb. 140: Fortsetzung

**Quartäre Eintiefung der Etoscha Pfanne am westlichen
Pfannenrand im Raum Okondeka
V. Aktuelle Situation**

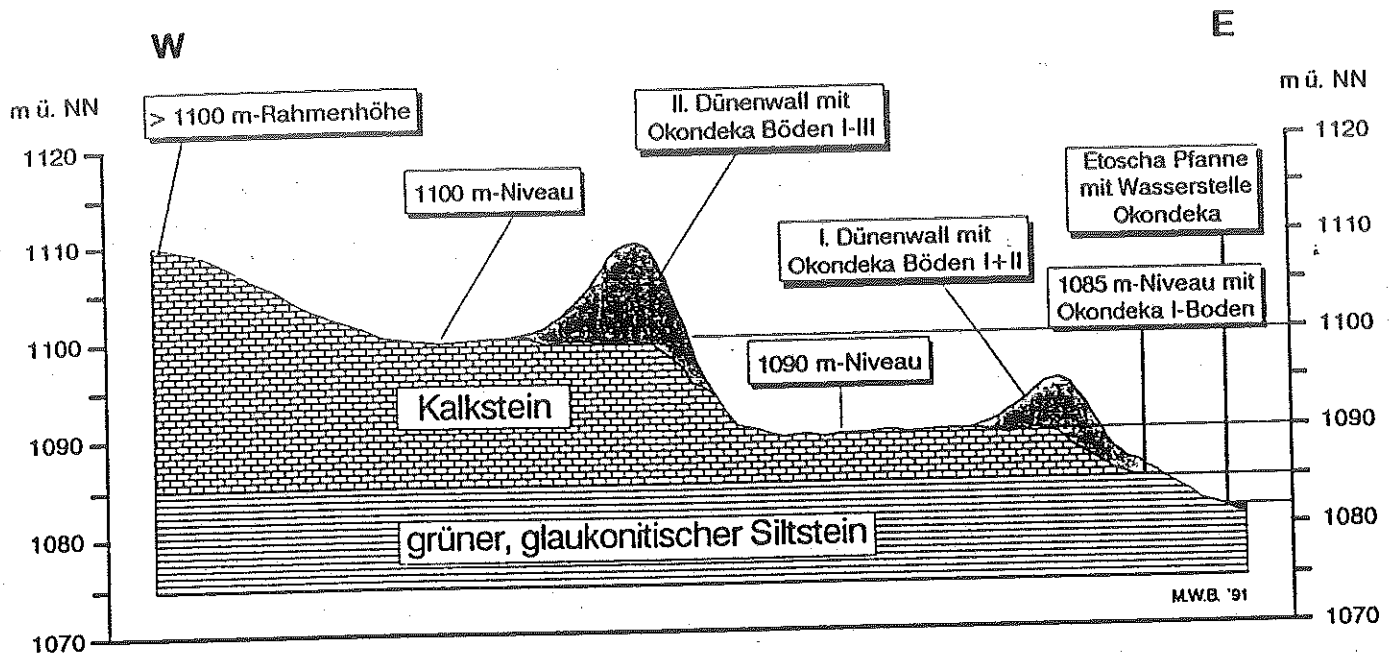
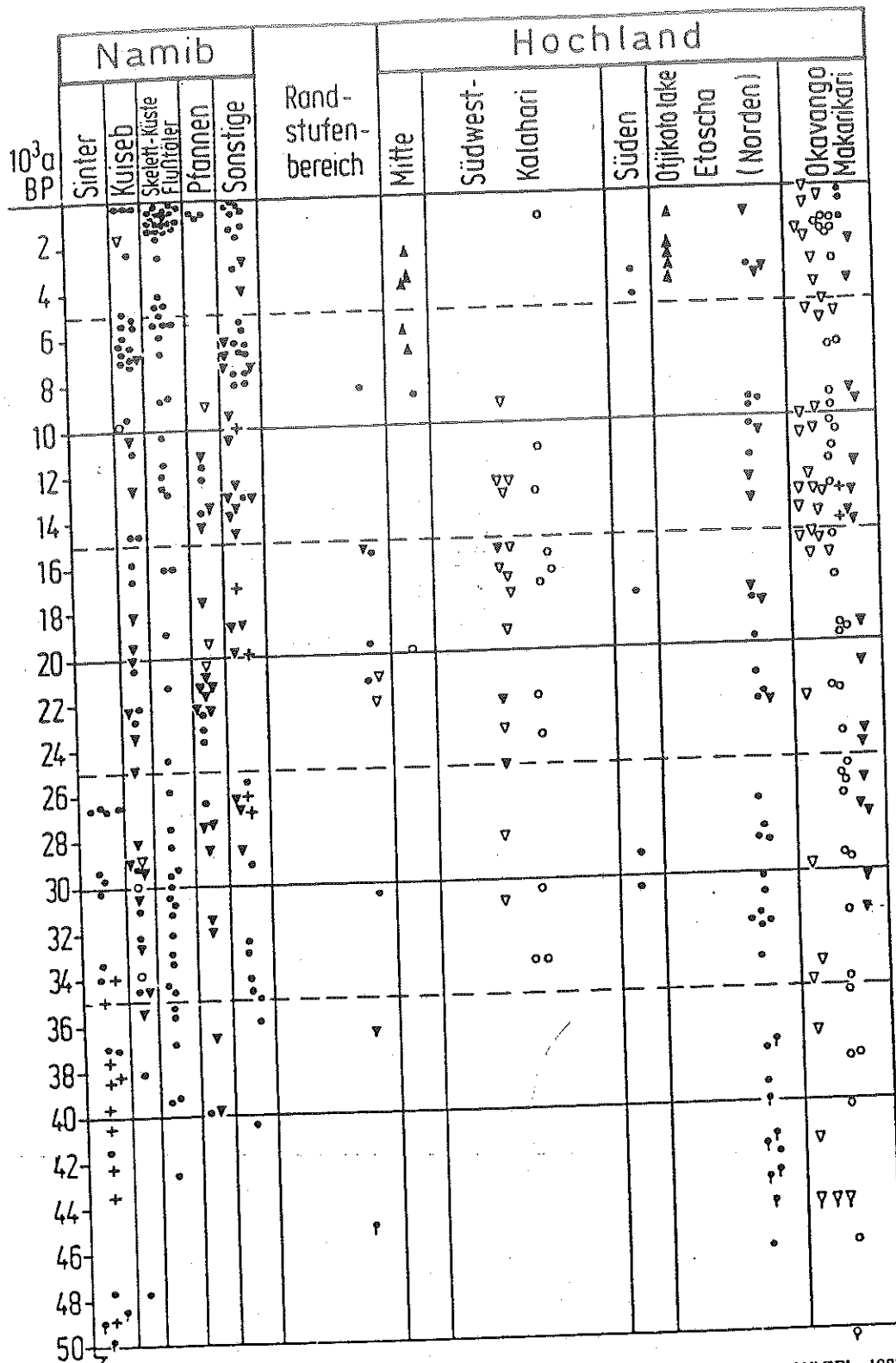


Abb. 140: Fortsetzung



Sinter: • Rössing cave: HEINE 1987a, + Tiakas cave: HEINE 1987a; Kuiseb: • VOGEL 1987, ▼ VOGEL 1982, ○ VOGEL 1989, ▼ HEINE 1987a; Skelett-Küste: Flußtäler: • VOGEL 1987, VOGEL & RUST 1990; Pfannen: • VOGEL 1987, ▼ TELLER et al. 1990, ▼ HEINE, unveröff.; Sonstige: • HEINE 1982, 1987a, unveröff., VAN ZINDEREN BAKKER & MÜLLER 1987, SANDELOWSKY 1977, + BESLER 1980, ▼ RUST et al. 1990, BREUNIG 1990, RUST & SCHMIDT 1981; Randstufenbereich: • BLUMIEL 1982, ▼ HÖVERMANN 1988, ▼ HEINE, unveröff.; Mitte: • HEINE 1982, ▲ SCOTT et al. 1991, ○ JACOBSON 1978; SW-Kalahari: ▼ HÖVERMANN 1988, ▼ HEINE 1982 u. unveröff., ○ LANCASTER 1989; Süden: • HEINE 1982 u. unveröff.; Otjikotolake: ▲ SCOTT et al. 1991; Etoscha: • RUST 1985, ▼ HEINE 1982 u. unveröff.; Okavango/Makarikari: + NETTERBERG 1982, • HEINE, unveröff., ▼ HEINE 1987b, ○ COOKE & VERSTAPPEN 1984, COOKE 1984, SHAW 1986, SHAW & COOKE 1986, ▼ Sinter: COOKE 1984, SHAW & COOKE 1986

Abb. 141: Radiokarbonaten (Namibia/Botswana) nach verschiedenen Quellen (nach HEINE 1991: 75, Abb. 7).

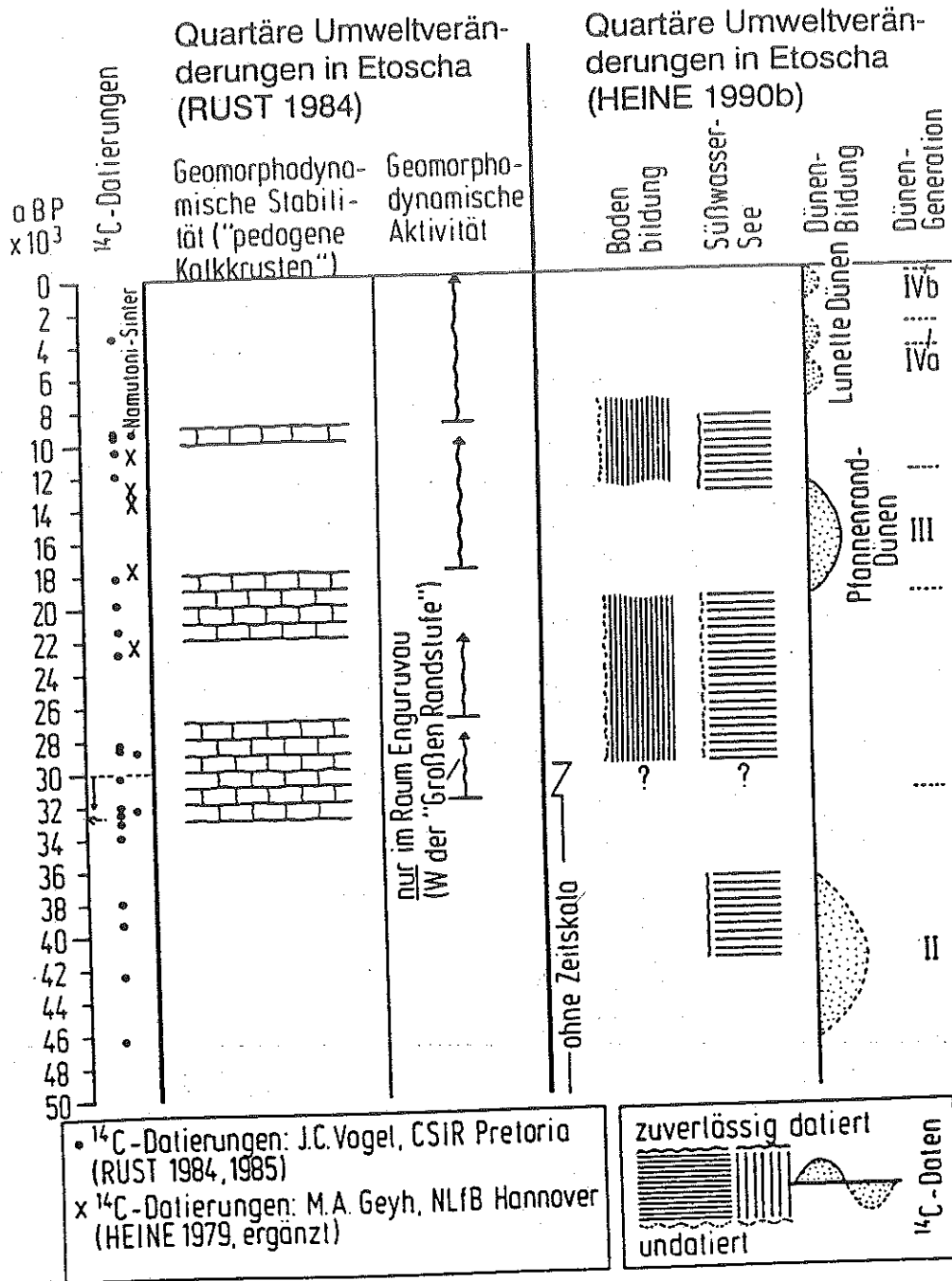


Abb. 142: Rekonstruktion der jungquartären Umweltveränderungen in Etoscha nach ¹⁴C-Datierungen von RUST (1984) und HEINE (1990b).

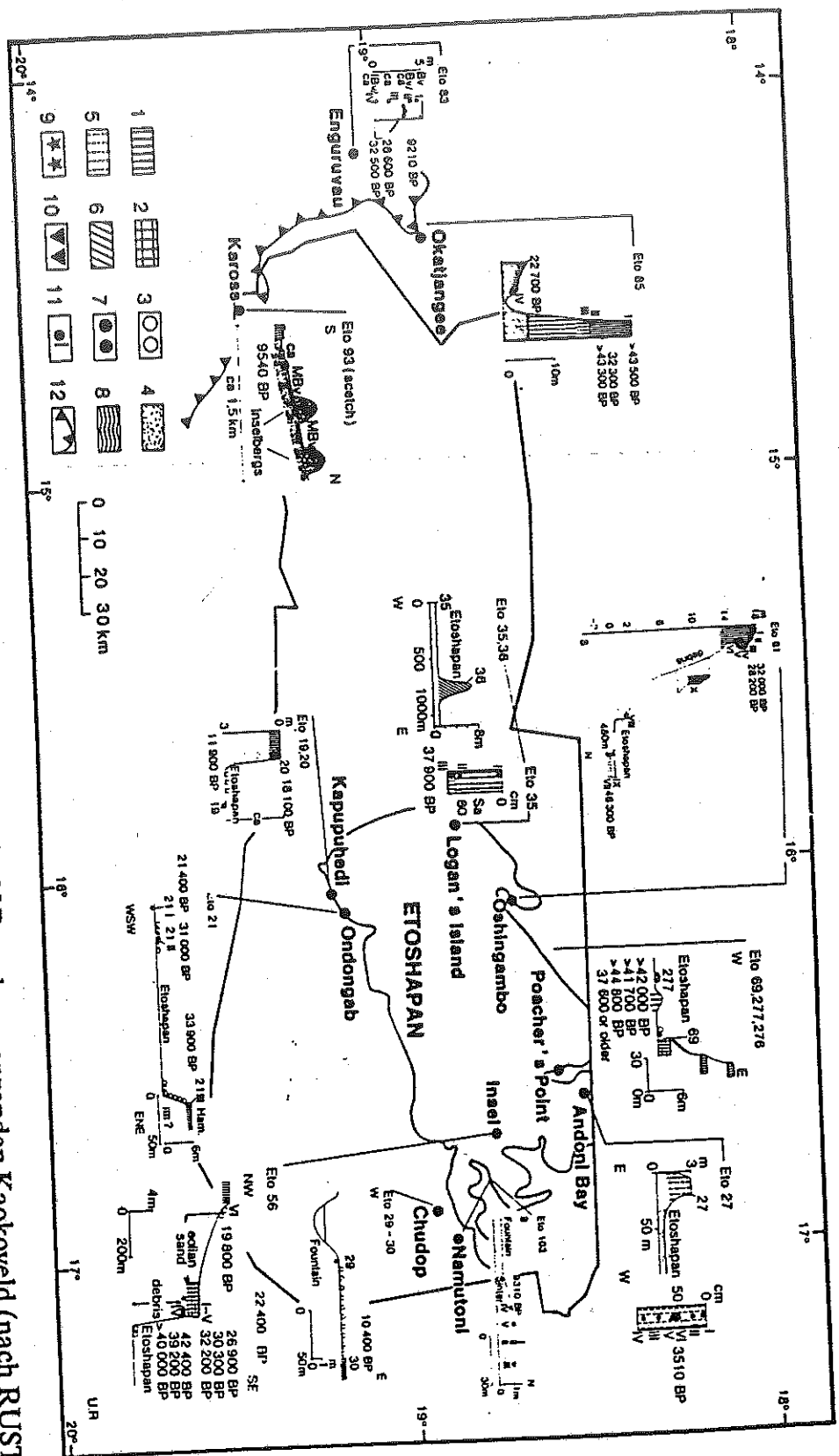


Abb. 143:

Lokalitäten der ¹⁴C-Datierungen von RUST (1984, 1985) im Etoscha N.P. und angrenzenden Kaokoveld (nach RUST 1985: 256, Fig. 51).

- 1 = Calcrete (Kalkkruste, ca-Horizont), 2 = Kalksandstein, 3 = Calcrete lose, 4 = pluvial/Fluviales Sediment, 5 = gemischt äolisch-pluviales Sediment, 6 = äolisches Sediment, 7 = konglomeratische Fazies bzw. Schotter, 8 = Grundgebirge (je nach Formation), 9 = Stromatolithen, 10 = Schnecken, 11 = Probenahme, 12 = Great Escarpment.

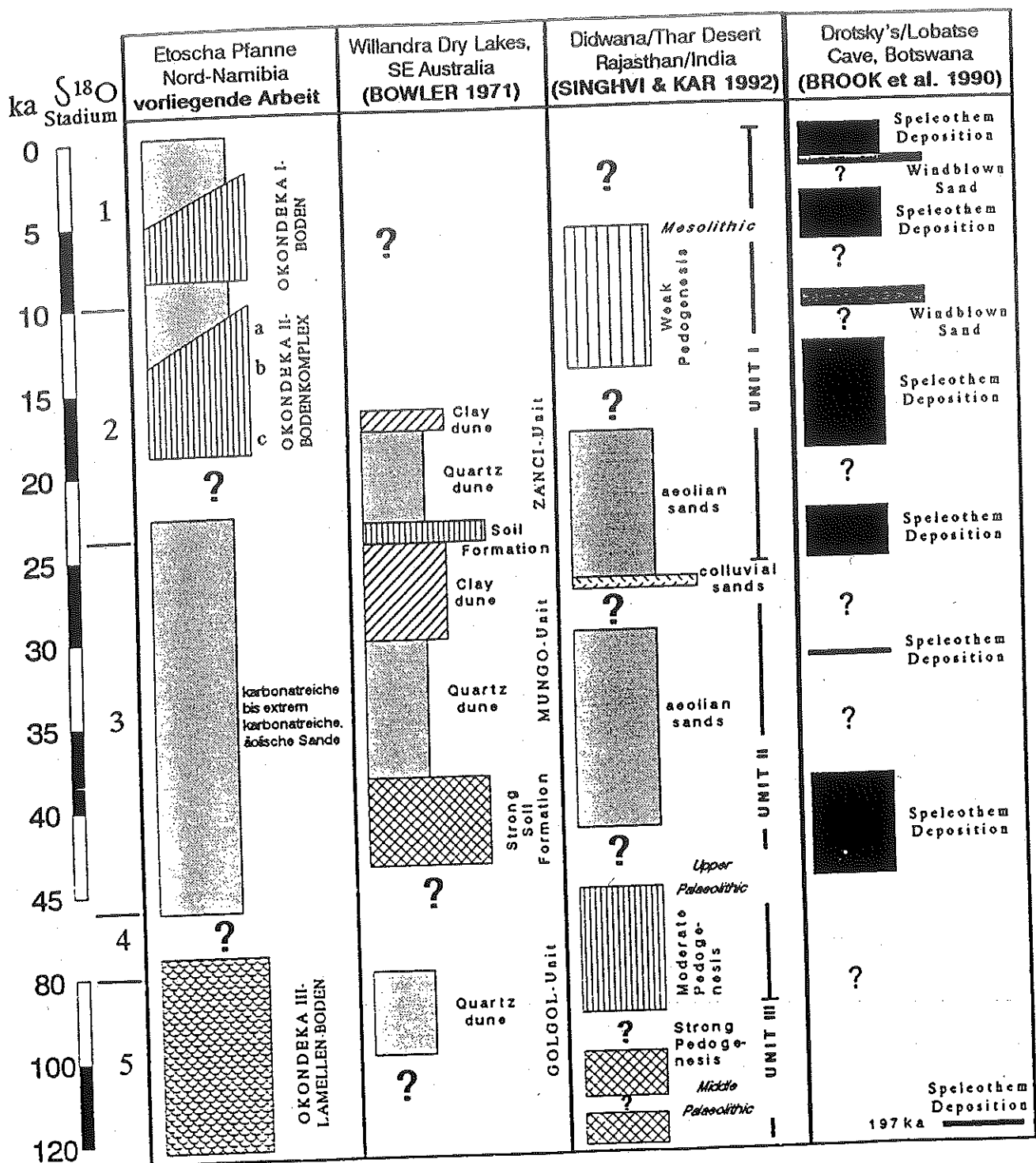


Abb. 144: Chronostratigraphie der Dünen des 'Willandra-Trockensees'/SE Australien (BOWLER 1971, READHEAD 1988), der Lokalität 'Didwana'/Thar Wüste, Rajasthan/Indien (SINGHVI & KAR 1992) und der 'Etoscha Pflanze'/Nord-Namibia (vorliegende Arbeit) im Vergleich zu den Phasen der Sinter-Bildung in der 'Drotzky's/Lobatse Höhle'/Botswana (BROOK, BURNEY & CO-WART 1990).

TABELLEN

Spezies	Gesamtflächen- Zensus 1)			15-30 % Zufalls- Linien-Probe (±95 % Korrelationsniveau) 1990
	1982	1984	1987	
Elefant	2202	2464	2021	1556 ± 179
Strauß	1835	1311	1460	840 ± 70
Streifengnu	2195	2253	2617	2950 ± 400
Oryxantilope	5081	3248	2191	3514 ± 281
Steppen-Zebra	7970	5332	4761	5405 ± 479
Berg-Zebra	2665	620	449	815 ± 317
Hartebeest	396	486	548	604 ± 109
Elenantilope	692	353	259	(206 ± 118)
Springbock	16011	10722	8162	8456 ± 1768
Giraffe	1184	1376	1129	818 ± 272
Kudu	1041	1061	970	669 ± 99
Schwarnasenimpala	93	164	180*	(215 ± 215)*
Spitzmaulnashorn	121	150	142**	317 ± 84**
Summe	41486	29576	24889	25365 ± 4391
ungefähre Bestockungs- dichte ²⁾ (n/km ²)	(2.3)	(1.6)	(1.4)	(1.4 ± 0.2)

Tab. 1: Aufstellung über die wichtigsten Wildpopulationen im Etoscha N.P. nach einem Zensus der Jahre 1982, 1984, 1987 und 1990 (DU PLESSIS: 1992b, schriftl. Mitt.).

1) unpublizierte Daten des 'Ministry of Wildlife, Conservation & Tourism'.

2) Berechnungsgrundlage: 18 000 km² Savannenfläche des Etoscha N.P..

* Bodenzählungen weisen eine Population von 500-1 000 Individuen aus!

** Zählungen bekannter Individuen an Wasserstellen weisen eine Population von ca. 300 Tieren aus.

Formation	Lithology (including Members)	Maximum thickness (m)	Dated units	Age (Ma)	Method	Intrusive rocks
	Coarse-grained and porphyritic granite and granodiorite		Fransfontein Granite Suite	1 730±30 to 1 870±30	U-Pb (Zircona)	Kandescha Granite Fransfontein Granite Suite
	Fine- to coarse-grained porphyritic granite with bluish opalescent quartz					Karosa Granite
Otjovazandu (Otjovazandu area)	Limestone, dolomite, schist, sandstone, tuff Iron formation Shale, slate, siltstone, sandstone, grit, dolomite, chert, iron formation, rhyolite, tuff "White marker" quartzite with basal conglomerate - Voorspoed Quartzite Member	2 750				
Aub (Fransfontein area)	Tuff, rhyolite "White marker" quartzite - Voorspoed Quartzite Member					
Blyerus Rhyolite Formation	Acid lava partly transformed to granite	2 000?				
Smalruggens Andesite Formation	Green andesitic tuff and lava	200				Sill-like intrusions of adamalitic, granodioritic and quartz diorite porphyries
West End (Otjovazandu area)	Acid pyroclastic rocks and tuff; rhyodacite, dacite, quartzite	500				
Tweelingskop (Fransfontein area)	Acid to intermediate lava, gneissic in places; amphibolite, tuff, quartzite, feldspar porphyry		Quartz porphyry	1 765±40 to 1 860±40	U-Pb (Zircons)	

Tab. 2: Übersicht zur lithostratigraphischen Gliederung der *Khoabendus Gruppe* (prä-damarazeitliches 'Basement') im Südwesten des Untersuchungsraumes (nach SACS 1980: 351, Tab. 5.5.2).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 32-A	0.65	0.21	0.04	0.73	3.70	72.5	1.63	44.1
Eto 32-C	0.71	0.15	0.01	0.76	3.42	51.8	1.63	47.7
Eto 32-D	0.68	0.14	0.02	0.87	3.73	47.2	1.71	45.8
Eto 34-A	8.24	0.41	0.06	1.74	8.24	73.6	10.45	> 100
Eto 34-B	6.26	0.29	0.05	1.59	6.24	10.7	8.19	> 100

Tab. 3: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben von Bodenprofilen des Landschaftsraumes von 'Kaross' (Eto 32: Rudi-Rhodic Cambisol aus Granit; Eto 34: Rhodic Fluvisol über Granit).

Group	Subgroup	Formation	Lithology	Maximum thickness (m)	
HULDEN		Owambo	Red vuggy shale, marl, feldspathic siltstone and sandstone, grey to black shale, limestone and dolomite	1 000	
		Kombat	Phyllite, dark grey with dolomite lenses		
		Tschudi	Arkose, feldspathic, quartzite, grit, conglomerate, argillite		
PARACONFORMABLE OR UNCONFORMABLE CONTACT					
OTAVI	Tsumeb	Hüttenaerg	Grey calcitic dolomite, pisolitic to oolitic chert bands Light grey bedded dolomite with algal markers and chert layers	300	
			Alternating dark and light grey dolomite with minor black to grey limestone and thin shale bands. Black "oolitic" chert	290	
			Light grey bedded dolomite, algal mats, layers of white chert with ripple marks and cross-bedding Bedded light grey dolomite, numerous silicified stromatolites, three <i>Conophyton</i> marker layers	320	
		Elandshoek	Laminated, thin-bedded and massive light grey dolomite, white chert layers	350	
			Massive light grey dolomite, stromatolites and oolites near top Silicified and jasperoid zones	750	
		Maleberg	Banded, bedded and laminated grey dolomite	200	
	Slump breccia Laminated blue-grey limestone Olive-green to brown (argillaceous) limestone Limestone "conglomerate" near base		750		
	Chuos	Mixtite with argillaceous and dolomitic matrix, calcareous feldspathic sandstone, oolitic chert, dolomite, limestone, iron formation	200		
	PARACONFORMABLE TO UNCONFORMABLE CONTACT				
	Abenab	Auros	Laminated pinkish-white dolomite with "quartz cluster" structures. Laminated limestone/shale and marl Massive grey dolomite with "columnar" stromatolites. Thin-bedded limestone and/or shale Massive grey dolomite with "ringel" stromatolites. Thin-bedded limestone and/or shale Massive grey dolomite with jasperoid bands. Dark limestone, local shale	450	
Gauss		Light to medium grey, buff and white massive dolomite with colloform textures. Oolitic chert bands near top; local sandstone lenses and black limestone near base	750		
Berg Aukas		Black banded and laminated dolomite with various stromatolites Light grey laminated and banded dolomite Black limestone, dark grey dolomite, arkose, graywacke	525		
NOS13	Varianto	Ferruginous mixtite, iron formation			
	Askevold	Phyllitic agglomerate, tuff; epidosite			
	Nabis	Feldspathic quartzite, arkose, conglomerate			

Tab. 4:

Übersicht zur lithostratigraphischen Gliederung der *Damara Sequenz* im Landschaftsraum des 'Etoscha Bogens' (nach SACS 1980: 433, Tab. 6.1.3F).

Proben-Nr.	Eto 114-A+B	Eto 144-C+D
SiO ₂	47.90	47.92
Al ₂ O ₃	21.43	21.36
Fe ₂ O ₃	14.27	13.83
CaO	0.56	0.92
MgO	1.60	1.75
Na ₂ O	<0.10	<0.10
K ₂ O	2.50	2.25
TiO ₂	0.97	0.89
P ₂ O ₅	0.15	0.13
Summe	89.38%	89.05%

	SiO ₂		
mol	-----	3.80	3.81
	Al ₂ O ₃		

Tab. 5: Geochemische Analyse der Hauptelemente der Tonfraktion ausgewählter Proben des Profils Eto 144 (Rhodic Cambisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 144-A	2.89	0.45	0.03	1.46	5.91	70.4	4.83	81.7
Eto 144-B	3.89	0.48	0.13	2.44	6.23	61.7	6.94	> 100
Eto 144-C	4.53	0.46	0.16	2.50	6.72	78.1	7.65	> 100
Eto 144-D	5.65	0.27	0.29	3.41	7.77	109.4	9.62	> 100
Eto 144-E	7.49	0.17	0.46	4.18	9.50	133.8	12.30	> 100

Tab. 6: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 144 (Rhodic Cambisol).

Proben-Nr.	Eto 13-B	Eto 13-D	Eto 13-E	Eto 13-F
SiO ₂	47.59	48.79	48.56	47.21
Al ₂ O ₃	24.14	24.63	24.70	23.59
Fe ₂ O ₃	9.31	9.28	9.21	8.81
CaO	0.61	0.67	0.73	0.90
MgO	1.75	1.90	2.02	1.98
Na ₂ O	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
K ₂ O	3.05	2.88	2.74	2.66
TiO ₂	1.17	1.13	1.02	1.01
P ₂ O ₅	0.10	0.07	0.06	0.06
Summe	87.72%	89.35%	89.04%	86.22%

mol	SiO ₂	3.35	3.36	3.34	3.39
	Al ₂ O ₃				

Tab. 7: Geochemische Analyse der Hauptelemente der Tonfraktion ausgewählter Proben des Profils Eto 13 (Rhodic Cambisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 13-B	4.36	0.62	0.03	1.59	6.61	44.9	6.60	100
Eto 13-C	6.83	0.90	0.19	2.39	9.64	44.4	10.31	100
Eto 13-E	9.64	0.73	0.14	4.02	13.19	46.8	14.53	100
Eto 13-F	12.21	0.63	0.08	4.12	13.87	46.7	17.04	100

Tab. 8: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 13 (Rhodic Cambisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 30-A	0.32	0.43	0.07	3.17	3.73	41.0	3.99	> 100
Eto 30-B	0.32	0.47	0.08	3.48	3.17	29.9	4.35	> 100

Tab. 9: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 13 (Rhodic Cambisol).

Proben-Nr.	PDL-Gehalt mg P/100g Boden	PDL-Gehalt mg P/kg Boden *	Gehalts- klasse **
Eto 8-A	8.7	87	hoch
Eto 98-A	5.0	50	mittel
Eto 27-A	2.3	23	niedrig
Eto 85-A	2.0	20	niedrig
Eto 9-A	0.7	7	sehr niedrig
Eto 85-B	0.7	7	sehr niedrig
Eto 13-A	0.6	6	sehr niedrig
Eto 29-B	0.3	3	sehr niedrig
Eto 43-A	0.3	3	sehr niedrig
Eto 41-A	0.2	2	sehr niedrig

* entsprechend ppm P

** zur standortökologischen Bewertung vgl. auch Anhang E, Abschnitt 8.

Tab. 10: Phosphatgehalte (PDL) ausgewählter Proben von Oberböden des Untersuchungsraumes (Analysen: A. Mahr 1991).

Proben-Nr.	Eto 7-A	Eto 7-D
SiO ₂	55.89	55.85
Al ₂ O ₃	14.71	14.26
Fe ₂ O ₃	6.11	5.91
CaO	0.46	0.53
MgO	7.03	7.22
Na ₂ O	<0.10	<0.10
K ₂ O	1.38	1.27
TiO ₂	0.66	0.71
P ₂ O ₅	0.04	0.05
Summe	86.28%	85.80%

	SiO ₂		
mol	-----	6.46	6.66
	Al ₂ O ₃		

Tab. 11: Geochemische Analyse der Hauptelemente der Tonfraktion ausgewählter Proben des Profils Eto 7 (Eutric Vertisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 7-A	12.33	1.10	2.07	13.72	35.55	68.1	29.22	82.2
Eto 7-B	14.08	0.50	6.24	11.97	36.00	54.3	32.79	91.1
Eto 7-D	13.76	0.39	8.82	11.21	34.56	47.8	34.18	98.9

Tab. 12: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 7 (Eutric Vertisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 27-A	13.07	2.05	0.08	5.33	22.03	121.7	20.53	93.2
Eto 27-B	11.23	0.82	0.11	7.51	21.47	57.3	19.67	91.6

Tab. 13: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 27 (Eutric Fluvisol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 47-A	0.14	0.31	0.10	7.90	3.83	29.5	8.45	> 100
Eto 47-B	0.27	0.36	0.16	10.09	4.11	25.4	10.88	> 100
Eto 47-E	0.24	0.29	0.16	8.38	4.36	33.5	9.07	> 100
Eto 47-G	0.24	0.22	0.30	11.59	4.39	35.4	12.35	> 100

Tab. 14: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 47 (Calcaric Arenosol).

Proben-Nr.	KAK, mval/100g Boden				KAK		S-Wert	V-Wert
	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	mval/100g Boden	mval/100g Ton	mval/100g Boden	%
Eto 6-B	3.58	0.17	0.04	0.67	4.58	64.5	4.46	97.4
Eto 6-C	3.07	0.16	0.04	0.66	4.25	57.4	3.93	92.5
Eto 6-E	4.11	0.16	0.04	0.85	4.58	57.3	5.16	> 100

Tab. 15: Bestimmung der potentiellen Austauschkapazität der Fraktion < 2 mm ausgewählter Proben des Profils Eto 6 (Xanthic Arenosol).

Regenzeit	Etoscha					Regenzeit in Okaukuejo		
	NE	SE	Adamax/ Okondeka	zentraler Norden	NW	W	Regenzeit von...bis... Dauer (in Monaten)	Maxima 1. 2.
	1984/85	0	0	-	+	0	0	Oktober-Mai 8 Monate
1985/86	+	0	++	+	+	+	November-April 6 Monate	Feb. Nov.
1986/87	-	0/-	-	-	-	-/0	Oktober-April 7 Monate	Feb. Nov.
1987/88	0	-/+	-	-/+	-	0	September-April 8 Monate	Jan. Feb.
1988/89	++	++	+	+/0	+	-/+	Oktober-April 7 Monate	Dez. Feb.

++ sehr hoch überdurchschnittlich
 + überdurchschnittlich
 0 durchschnittlich
 - unterdurchschnittlich

Tab. 16: Charakteristika der Regenzeiten 1984/85-1988/89 im Etoscha N.P./Nord-Namibia.

mineralogisch/geochemische Charakteristika der Zonen der Etoscha Pflanne					
	Zone A (Osten, Südosten)		Zone B (Südwesten, Süden)	Zone C (Westen, Nordwesten, Nordosten)	Zone D 'Fisher's Pan'
allochthone Sedimente	—	Calcit/ Dolomit A, G, KF, Sm	Calcit/Dolomit, (Smectite) A, G, KF, (Se)	—	Calcit/ Dolomit G, Se, Sm
par-autochthone Sedimente	Analcim* Sepiolith C, G, KF	auth. K- Feldspat A, C, G	Analcim* Sepiolith/ Loughlinit C, G, KF	Analcim* (Sepiolith) C, G, KF	authigener K-Feldspat A, C, G
$mC_V/mC_V C_N$ - Horizont der Sedimentge- steine (Andoni F.)	(Analcim), authigener K-Feldspat A, C, G		Analcim* (Sepiolith/ Loughlinit) C, G, KF	[Analcim* (Sepiolith)] (C), G, KF	authigener K-Feldspat A, C, G
mC_N -Horizont der Sediment- gesteine (Andoni F.)	Analcim (Si/Al-Verhältnis 2.0) lokal Dolomit (D), G, (KF)				
"Etoscha- Kalkstein"	Calcit, Dolomit G, Pa, (Q), Se				

* Analcim (Si/Al-
Verhältnis 2.4)

A Analcim
C Calcit

D Dolomit

G 10 Å-Mineral der
Glümmergruppe

KF Kalifeldspat
Pa Palygorskit

Q Quarz

Se Sepiolith
Sm Smectite

M.W.B. '92

Tab. 17: Charakteristika der mineralogisch/geochemischen Zonen der Etoscha Pflanne im Vergleich zu den anstehenden Sedimentgesteinen der Kalahari Gruppe.

Proben Mol% MgCO₃ in Calcit Dolomit vorhanden

Gesamtproben,
Anstehendes in der
Umrahmung der Etoscha
Pfanne

Nr. 2	2.1	+
Nr. 9	1.1	+
Nr. 10	4.1 <i>high Mg</i>	+
Nr. 11/2	0.9	+
Nr. 11/4	1.0	+
Nr. 11/5	1.4	--

Proben vom Boden der
Etoscha Pfanne

Eto 51-D (Ton)	1.0	--
Eto 52-A (< 63 μm)	0.5	+
Eto 90-A (Ton)	0.5	+
Eto 93-C (Ton)	0.5	--
Eto 93-D (Ton)	0.6	--
Eto 93-H (Ton)	0.6	--
Eto 101-D (Ton)	0.0	--
Eto 107-A (< 100 μm)	2.1	+
R 57-I (Ton)	0.0	+
R 58-II (Ton)	0.6	+

Proben der westlichen
Randdünen der Etoscha
Pfanne

Eto 44-E (Ton)	1.0	--
Eto 56-S (Ton)	1.0	--

Andere Kalksteine

Kalkkruste 'Kaross- fontein' (Profil Eto 145)	3.3 <i>high Mg</i>	--
--	--------------------	----

Tab. 18: Übersicht zur Bestimmung des Mol%-Anteils MgCO₃ in Calcit ausgewählter Proben des Untersuchungsraumes (nach ROSE: 1992, schriftl. Mitt.).

Probe	U ppm	Th ppm	K %	c 1) mGy/a	Alpha 2) (intern)	ED(korr.) ³⁾ Gy	DLeff. ⁴⁾ Gy/ka	Plateau °C	TL-Alter(ka) ⁵⁾
56-I	7.64	7.7	.575	.15	6.43	18.8 ± 7	3.345	300-440	5.62 ± 2.18
56-II	9.86	6.89	.706	.12	.307	52.3 ± 7.4	3.452	340-480	14.8 ± 2.8
56-III	9.37	5.79	.531	.11	n.d.	43.4 ± 6.5	3.155	320-480	13.8 ± 2.7
56-IV	10.75	9.03	.47	0.1	0.131	71.7 ± 11.7	3.637	300-480	19.7 ± 4.1
60-I	3.37	5.72	.765	.18	.01	5 ± 1	2.098	360-380	2.4 ± 0.5
60-II	3.27	3.53	.71	.15	.01*	19.9 ± 4.4	1.833	280-440	10.0 ± 2.4
60-III	2.91	4.61	.378	.12	.01*	104 ± 21.4	1.476	320-480	70.4 ± 16.2
60-IV	2.87	1.25	.373	.1	.01*	168 ± 379	1.200	340-420	140 ± 312
						-	-		45

* geschätzt, nicht signifikant

1) kosmische Dosisleistung (mGy/a)

2) d-Zählrate (min^{-1}) für eine Fläche von 13.85 cm^2 ; zur Umrechnung auf $\text{ks}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ mit 1.203 zu multiplizieren

3) Äquivalenzdosis (korrigiert) (Gy)

4) Dosisleistung ionisierender Strahlen (effektiv) (Gy/ka)

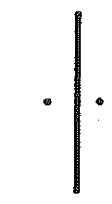
5) durchschnittliches Plateaualter (ka); Wassergehalt der Proben: $5 \pm 3 \%$.

Tab. 19: Übersicht über die analytischen Daten der Thermolumineszenz-Datierungen an Quarz-Körnern von Typlokalitäten der westlichen Randdünen der Etoscha-Pfanne (L. Zöllner).

FAKTOREN UND PROZESSE DER PFANNEN-GESENE

Autor	Austrocknung eines Paläosees	Grundwasser Quellen	Bindung an Paläo-Entwässerung	saisonale Wasserbedeckung	Lösung Salzverwitterung	Deflation	zoogene Erosion	Stufenrückverlegung
ALISON (1899)		+					+	
BOWLER (1986)	+	+	+	+		+		+
DE BRUYN (1971)			+			+	+	
GROBLER et al. (1988)			+			+		
GOUDIE & THOMAS (1985)			+		+	+	+	
HEINE (1981)				+		+		+
JAEGER (1926)	+							
JAEGER (1939)	+		+		+		+	
LANCASTER (1978)		+		+		+		
LANCASTER (1986)		+				+	+	
LE ROUX (1978)			+			+	+	+
MARSHALL (1988)			+			+	+	
PASSARGE (1911)			+			+	+	+
RUST (1985)				+	+	+	+	+
SHAW & THOMAS (1989)		+	+	+	+	+	+	+
VERHAGEN (1990)							ökologisches Modell + geschlossener Kreislauf	
WELLINGTON (1938)	+							
WELLINGTON (1945)			+			+		
VORLIEGENDE ARBEIT	Eloscha Becken + im ausgehenden Tertiär	+	lokal	+	+	+	+	+

Tab. 20: Übersicht über die in der internationalen Literatur diskutierten Faktoren und Prozesse der Pfannen-Genese.

	JAEGER (1926/27)	RUST (1985)	vorliegende Arbeit
Bedeutung des 'Kunene'-Flußsystems	"Etoscha Pfanne" ist der ausgetrocknete Endsee des 'Kunene'; Austrocknung des Endsees eine Folge der Anzapfung des 'Kunene' zum Atlantik, möglicherweise auch die Folge eines Klimawandels	Entwicklung des 'Kunene' hat keine Bedeutung für die Entwicklung der 'Etoscha Pfanne'	Entwässerung des 'Kunene' in den großen Sedimentationsraum des 'Etoscha Beckens' (als Teil des 'Kalahari Beckens') bis ins End-Tertiär; Anzapfung des 'Kunene' zum Atlantik im Zuge der end-pliozänen Hebung des südafrikanischen Kontinentes; gleichzeitig Wandel zu 'semiariden' Klimaverhältnissen in Etoscha; langfristig negativer Sedimenthaushalt führt von der Entwicklung des 'Etoscha Beckens' zur Entwicklung der Abtragungshohlform der 'Etoscha Pfanne'
Wichtigster Prozeß zur Erklärung der Pfannen-Genese	Hohlform der 'Etoscha Pfanne' ist das Becken eines ausgetrockneten Sees	a) "Etoscha Pfanne" ist das Ergebnis endorheischer Abtragung in epigenetisch (Etoscha-depression) und stratigraphisch ("Kalahari") vorgegebener Lage b) "Stufentückverlegung" (engl. 'sharp retreat'), zusammenwachsen von kleinen Pfannen zu einer "Riesenpfanne"; Bildung im Niveau des heutigen Pfannen-Bodens	Wechsel von saisonal aquatischen Verhältnissen (während der Regenzeit) und Deflation (während der Trockenzeit) führt zu erosiv/denudativer Tieferschaltung des Pfannenbodens im Verlauf des Quartärs; dazu: Stufentückverlegung durch saisonal limnisch-litorale Formung und zusammenwachsenden kleinerer Pfannen; vgl. auch RUST (1985) a)
Deutung der "Niveaus" in der Umrahmung der Pfanne	Deutung der verschiedenen Niveaus als "Seeterrassen", die im Zuge eines sinkenden Wasserstandes durch limnisch-litorale Formung entstanden sind		Niveaus sind Reste ehemals höhergelegener Böden der Etoscha Pfanne; sukzessive Tieferschaltung des Pfannenbodens im Verlauf des Quartärs

Tab. 21: Gegenüberstellung der Vorstellungen zur endtertiären und quartären Entwicklung der Etoscha Pfanne nach JAEGER (1926/27), RUST (1985) und der vorliegenden Arbeit.

FOTOS



Foto 1: Luftaufnahme der Granitlandschaft von Kaross mit 'Mopaneveld'-Vegetation im Südwesten des Etoscha Nationalparks, Flughöhe ca. 100 m über Grund (M. Buch: 3.8.1989).



Foto 2: Blick vom Westrand des kontinentalen Binnenhochlandes im Westteil des Etoscha Nationalparks auf den Steilabfall der "Großen Randstufe" bei Dintéri (M. Buch: 29.8.1991).



Foto 3: Dolomitzug nahe der Wasserstelle 'Dolomitpoint', Westteil des Etoscha N.P. (M. Buch: 14.8.1989).

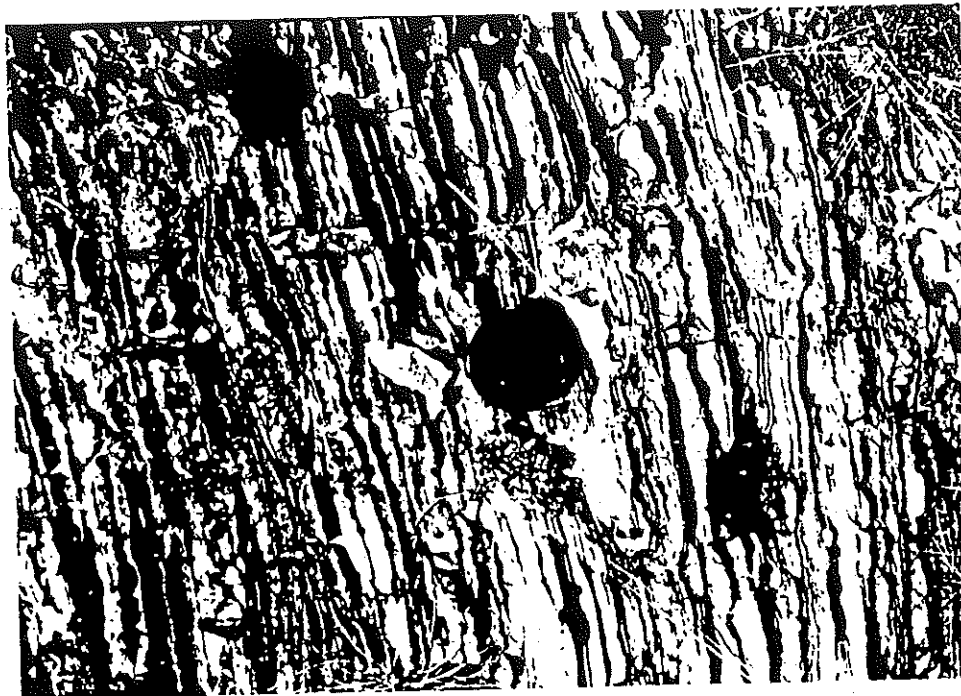


Foto 4: Karstverwitterung (Karren und Schraffen) in Dolomiten der Otavi Gruppe (Damara Sequenz) nahe der Wasserstelle 'Dolomitpoint' (Westteil des Etoscha Nationalparks) (M. Buch: 29.8.1991).



Foto 5: Landschaftsbild des 'Ovambo Sandveld' (M. Buch: 10.9.1990). Geringmächtige Rhodic/Chromic Arenosol-Sedimente im Vordergrund und Kalkstein-
ausbiß (hell) im Mittelgrund.



Foto 6: Landschaftsbild der 'südlichen Ovambo Ebene' (M. Buch: 15.8.1989).

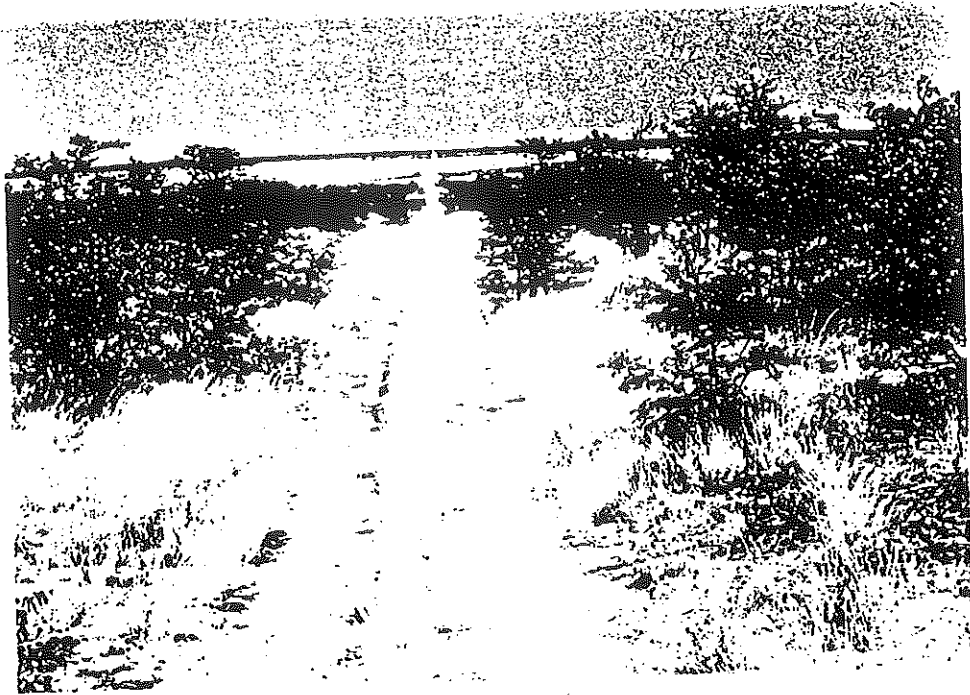


Foto 7: Landschaftsbild der 'Ovambo-Pfannen-Ebene'; Blick auf die westliche 'Paradys Pfanne' (M. Buch: 3.8.1991).



Foto 8: Von Elefanten abgetragenes Vertisol-Solum nördlich der Wasserstelle 'Olifantsbad' (M. Buch: 8.4.1991).

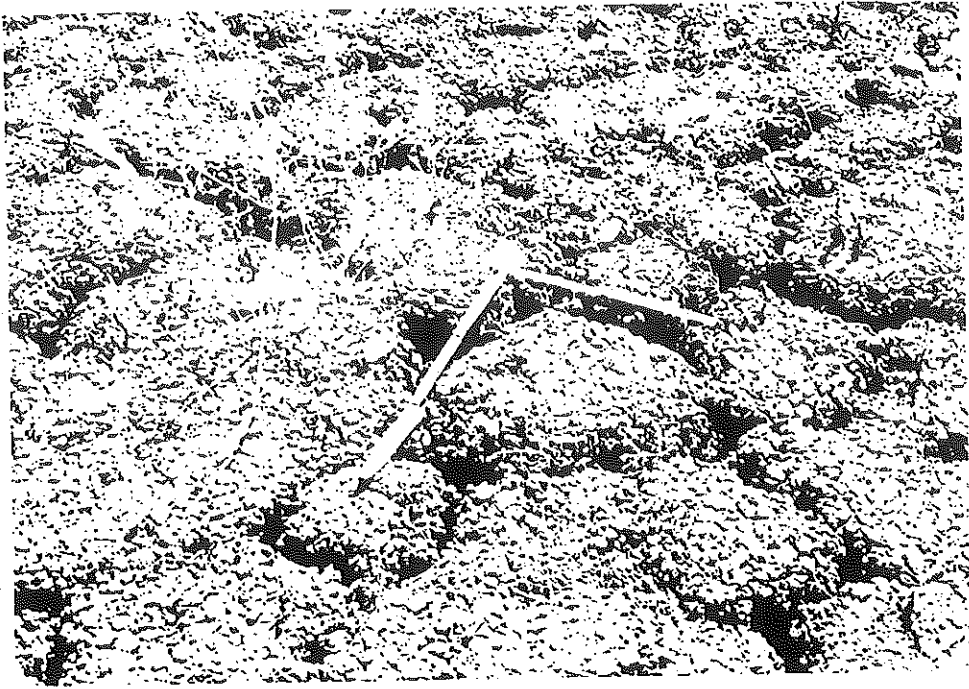


Foto 9: Oberfläche der 'Gobaubvlakte' im Südosten des Etoscha N.P.; 'gilgai'-Relief in der unmittelbaren Umgebung des Profils Eto 9 (M. Buch: 4.8.1989).



Foto 10: Luftaufnahme des Ekuma-Deltas, Flughöhe ca. 100 m über Grund (M. Buch: 3.8.1989).

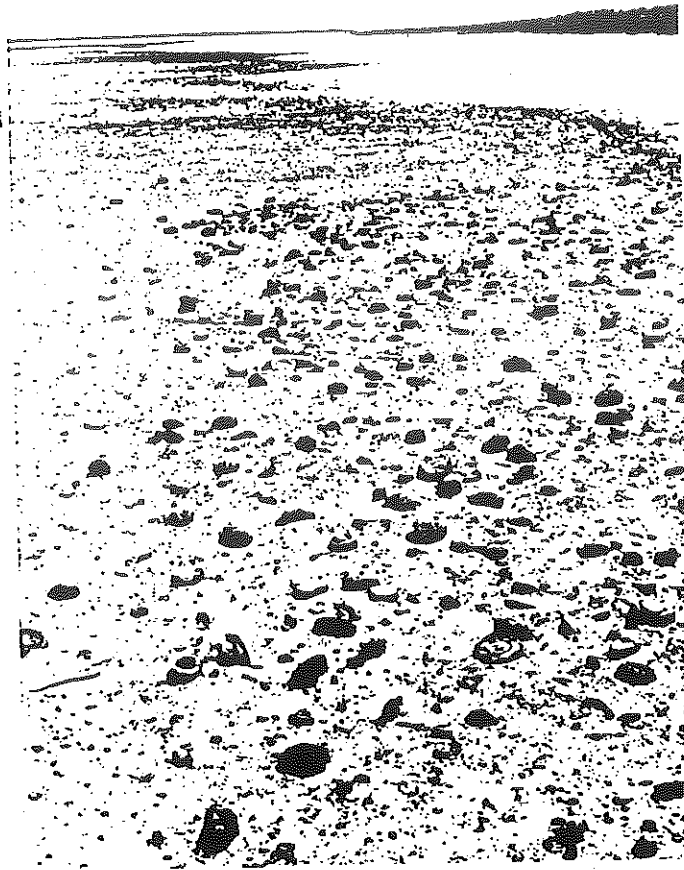


Foto 11: Spülsaum mit Salzkruste und Stromatolithen; Westseite der 'Poacher's Point'-Halbinsel (24.9.1992).



Foto 12: Säulengefüge eines Stagnic Solonetz mit olivfarbenem Sandstein der 'Andoni Formation' an der Basis; Aufschluß 'Andonivlakte', nahe Nordzaun des Etoscha N.P. (M. Buch: 16.8.1991).

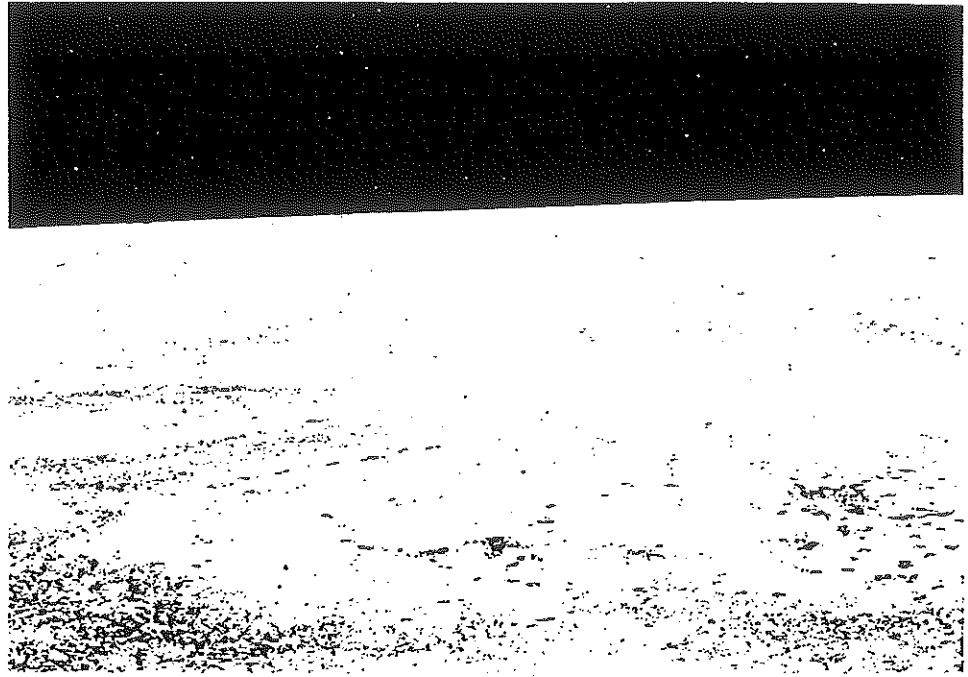


Foto 13: Kreisförmige Salz-Effloreszenzen auf der Etoscha Pfanne südlich der 'Logan's Island'-Halbinsel (M. Buch: 18.8.1989).

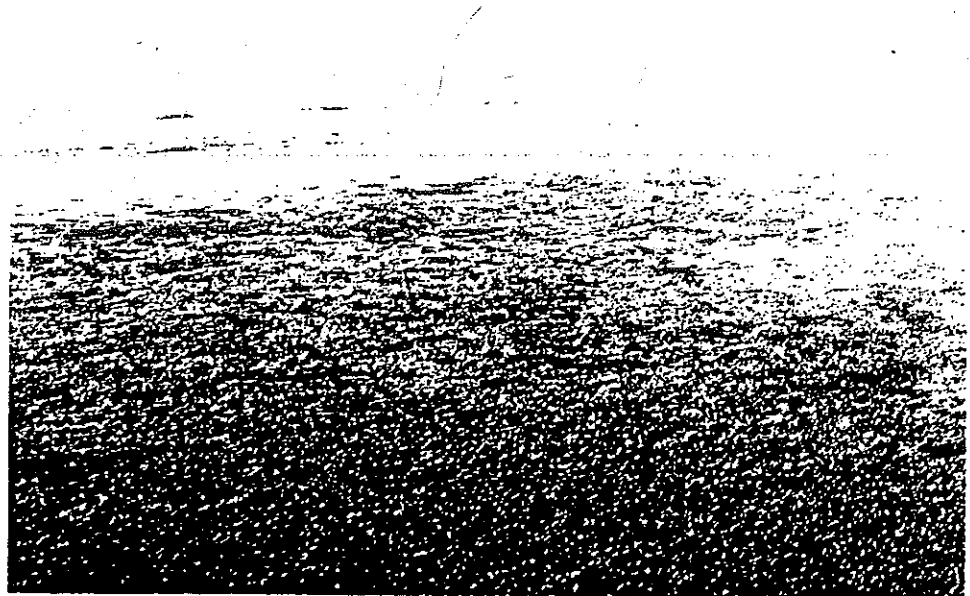


Foto 14: Luftaufnahme der zwei pfannenparallelen Randdünen entlang der Westseite der Etoscha Pfanne auf der Höhe von 'Logan's Island'; Flughöhe ca. 100 m über Grund (M. Buch: 3.8.1989).

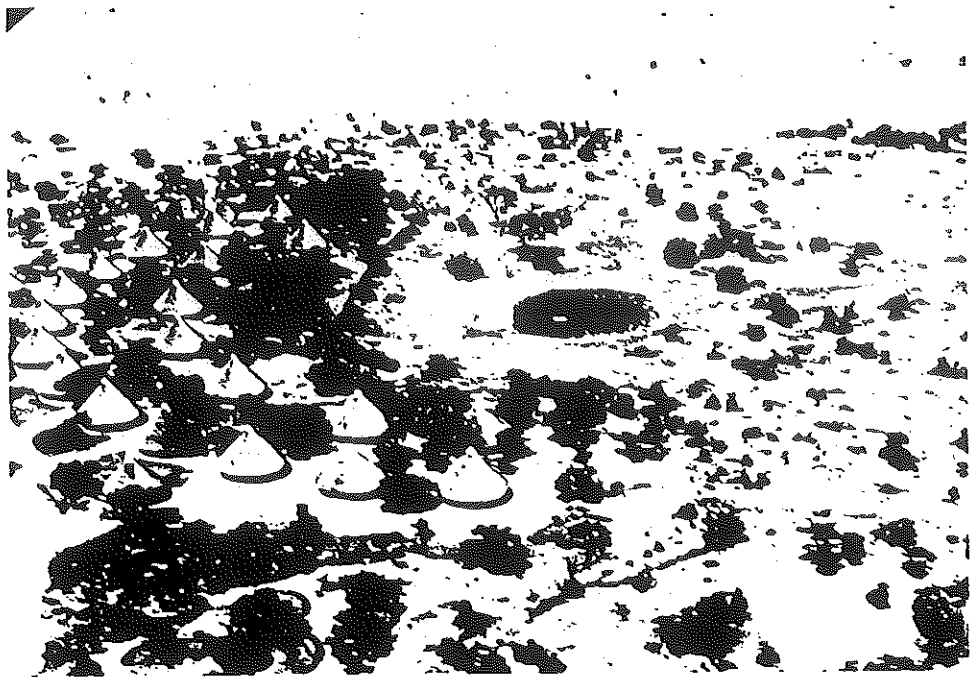


Foto 15: Luftaufnahme der Kalkstein-Hamada um die Wasserstelle 'Okaukuejo'/ Etoscha N.P.; Flughöhe ca. 100 m über Grund (M. Buch: 3).



Foto 16: Luftaufnahme der Trockenwaldgesellschaft des 'North-Eastern Sandveld'/Etoscha N.P.; Flughöhe ca. 100 m über Grund (M. Buch: 2.8.1989).



Foto 17: Staub-/Sandtrombe am östlichen Rand der Etoscha Pfanne (M. Buch: 22.8.1989, 14.00 Uhr).

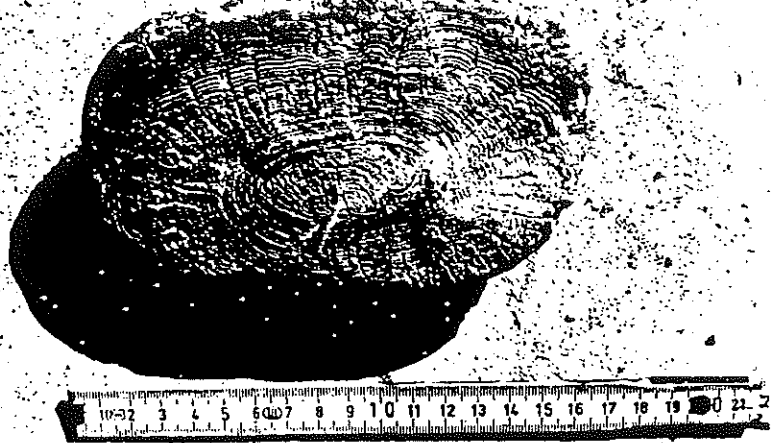


Foto 18: Schalenaufbau eines Stromatolithen vom Boden der Etoscha Pfanne/ Westseite der 'Poacher's Point'-Halbinsel (M. Buch: 30.8.1990).

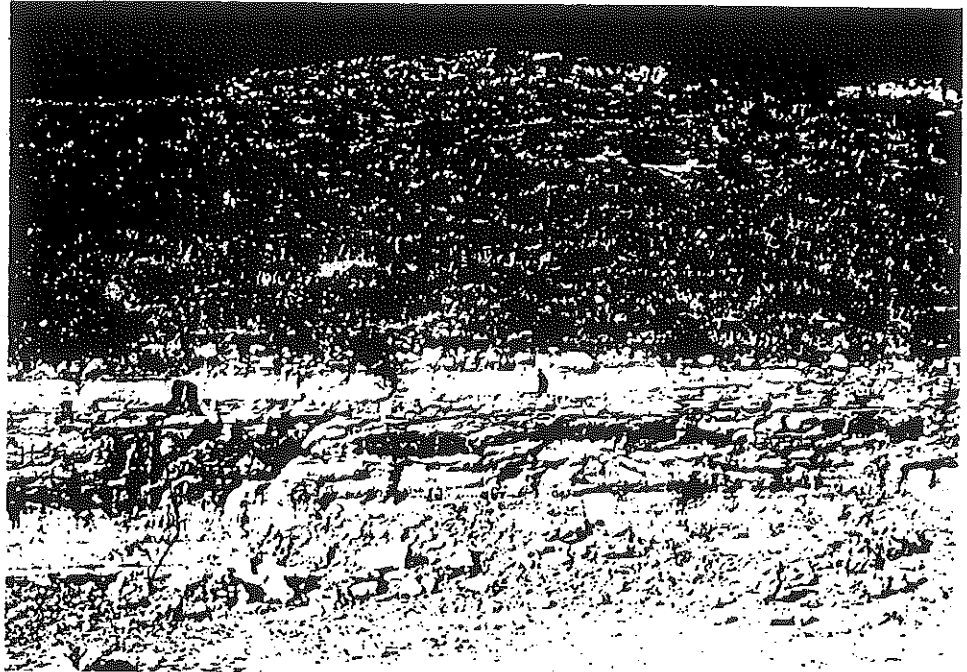


Foto 19: Aufschluß an der Westflanke der 'Poacher's Point'-Halbinsel (Hangprofil 11/
Profil Eto 75; vgl. auch Abb. 64c) (M. Buch: 30.8.1990).

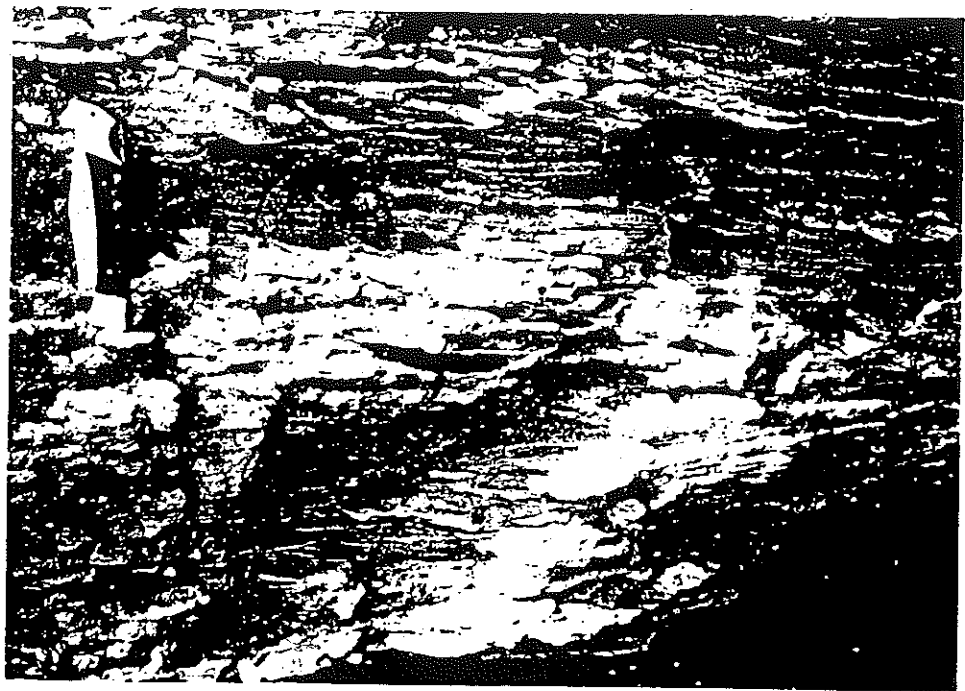


Foto 20: Grüner, geschichteter Feinsandstein des Hangprofils 11 an der Westflanke
der 'Poacher's Point'-Halbinsel; Probe 11/3 (M. Buch: 21.9.1991).



Foto 21: Beige-brauner, kreuzgeschichteter Sandstein des Profils Eto 73 an der Nordflanke der 'Oshigambo'-Halbinsel; Längsachse des Handstückes: 20 cm (M. Buch: 2.9.1990).

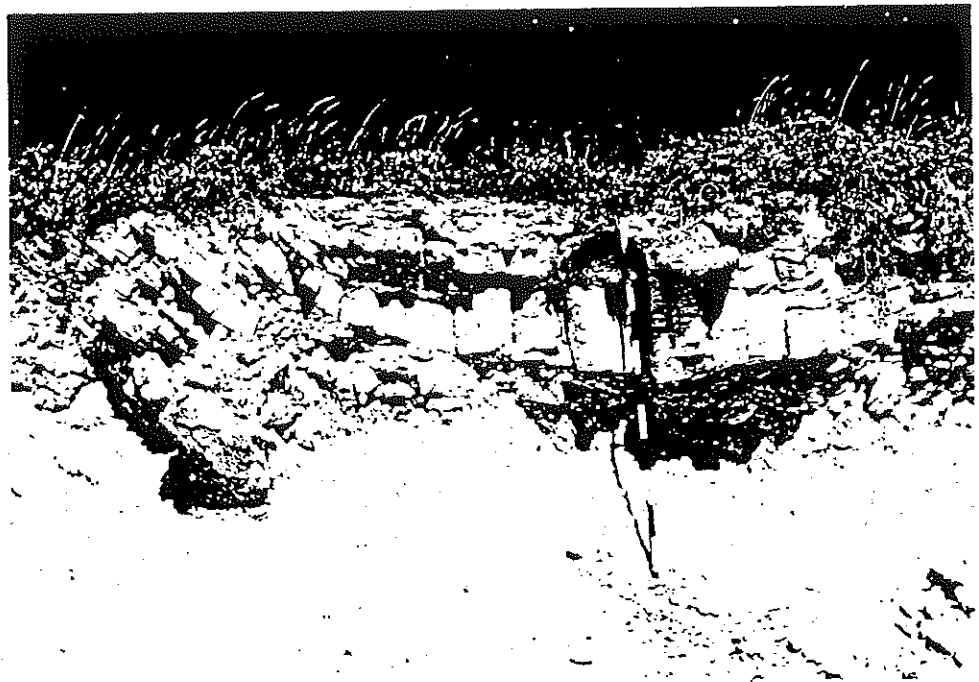


Foto 22: Aufgeschlossener "Etoscha Kalkstein" am südlichen Rand der Etoscha Pfanne, nahe der Wasserstelle 'Sueda' (M. Buch: 28.7.1989).



Foto 23: Anreicherung von Mollusken des "Etoscha Kalkstein" an der Basis des Profils Eto 67 (Catena 'Wolfsnes'; westliche Randdünen der Etoscha Pfanne); Längsachse der größten Individuen: 2 cm (Aufnahme: W. Stubenvoll, Nürnberg).

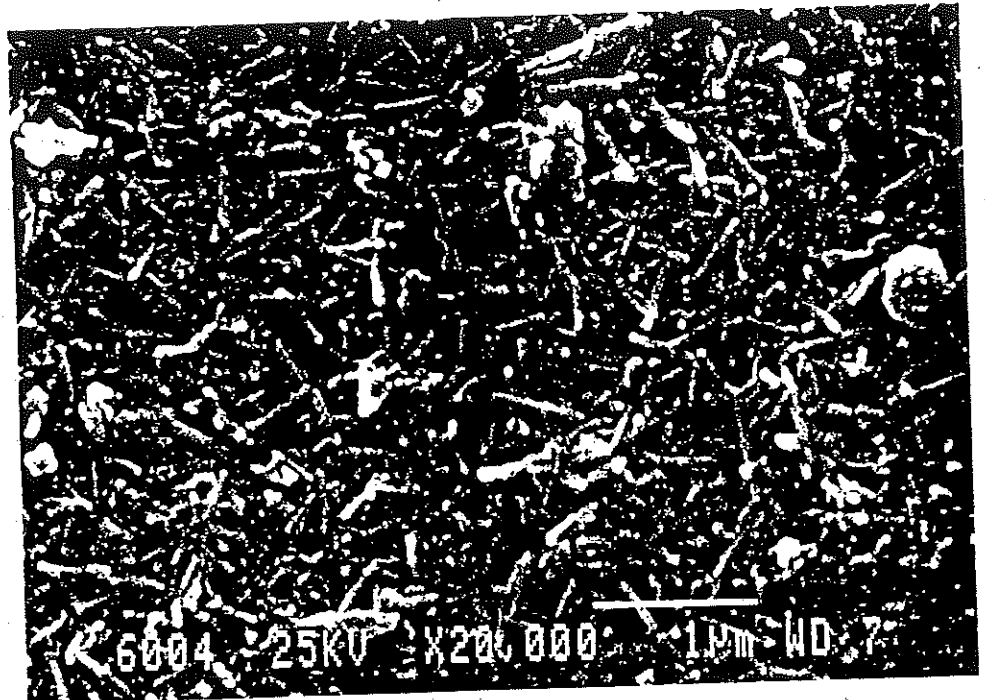


Foto 24: REM-Aufnahmen ausgewählter Proben aus dem Untersuchungsraum (Aufnahmen: D. Rose, Regensburg).
 a) Probe Eto 60-N, Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$ (II. Dünenwall, Catena 'Okondeka'; vgl. auch Abb. 128): nadelförmige Kristalle von Palygorskit und Sepiolith.

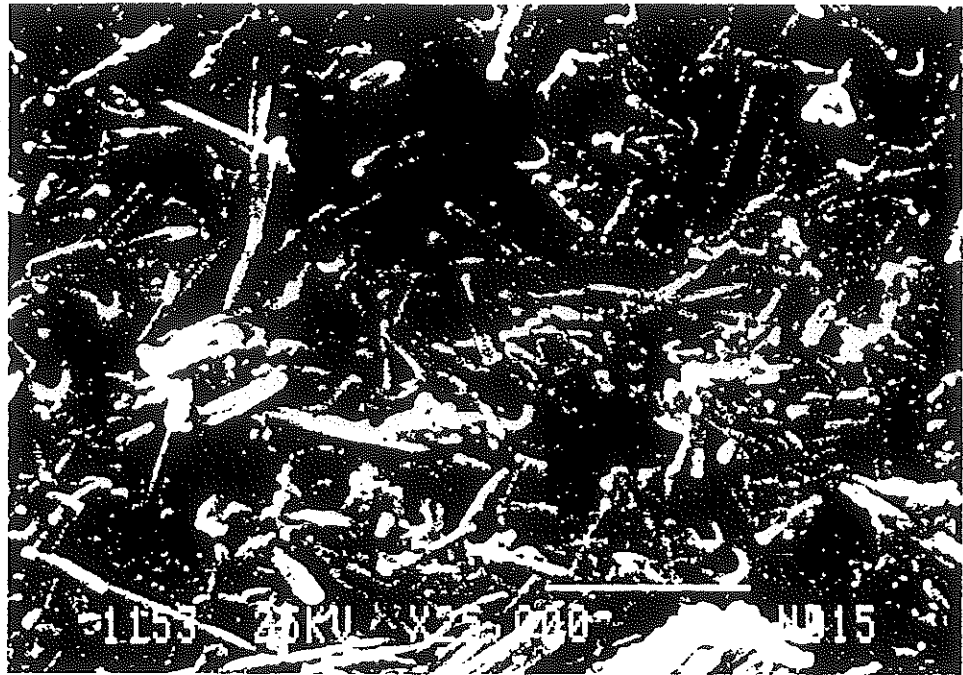


Foto 24: b) Probe 11/5 ('Poacher's Point'; vgl. Abb. 64d): nadelförmiger Palygorskit aus dem säureunlöslichen Rest der Fraktion $< 100 \mu\text{m}$ des "Etoscha Kalksteins".



Foto 24: c) Probe Eto 93-E, Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$ (Ostteil der Etoscha Pfanne; vgl. auch Abb. 72): nadelförmiger Sepiolith/Loughlinit und "Klumpchen" von Analcim.

ANHANG

- III coM fCkc 185 - 260 10 YR 8/4-7/3, c***, h", l*msFS, Einzelkorn- bis schwaches Subpolyeder-Gefüge, lo, trocken;
Kalkkonkretionen bis 1 cm Kantenlänge häufig bis zahlreich
Proben: Eto 56-J (200 - 215 cm)
Eto 56-K (235 - 245 cm)
- IV fCv 260 - 360 10 YR 8/4-7/3 übergehend in 10 YR 7/3-7/4 übergehend in 2,5 Y 7/4-10 YR 7/3-4, c***, h", s*L-tmsFS schwaches Subpolyeder- bis Einzelkorn-Gefüge, md, trocken;
Kalkkonkretionen vor allem im oberen Abschnitt des Horizontes
OKONDEKA IIa/b - BODEN DES BODENKOMPLEXES
Proben: Eto 56-L (260 - 265 cm)
Eto 56-M (280 - 285 cm)
Eto 56-N (290 - 300 cm)
Eto 56-O (310 - 320 cm)
Eto 56-P (320 - 330 cm)
Eto 56-Q (340 - 350 cm)
TL 56-II (250 - 260 cm)
- IV fCbv 360 - 370 2,5 Y 7/4, c***, h", l*msFS, schwaches Subpolyeder- bis Einzelkorn-Gefüge, lo-md, trocken;
Lamellen-Verbraunung: lokale Verbraunungsbändchen neben Kalkausfällungen; Kalkkonkretionen bis 1 cm Kantenlänge
Probe: Eto 56-R (360 - 370 cm)
- IV fCkc 370 - 400 2,5 Y 7/2-7/4, c***, h", tmsFS, Einzelkorn- bis schwaches Subpolyeder-Gefüge, lo, trocken;
Pseudomycelien und Kalkkonkretionen bis 1 cm Kantenlänge
Probe: Eto 56-S (380 - 390 cm)
TL 56-III (390 - 400 cm)
- V fCv 400 - 417 2,5 Y 7/4, c***, h", s*T, Subpolyeder- bis Einzelkorn-Gefüge, md, trocken;
im oberen Horizontabschnitt Pseudomycelien
OKONDEKA IIc - BODEN DES BODENKOMPLEXES
Probe: Eto 56-T (400 - 410 cm)
Eto 56-U (410 - 417 cm)
- VI fCbv 417 - 440 2,5 Y 7/2-7/4, c***, h", tS, schwaches Subpolyeder- bis Einzelkorn-Gefüge, lo-md, trocken;
Lamellen-Verbraunung: lokale Verbraunungsbändchen neben Kalkausfällungen;
OKONDEKA IIc - BODEN DES BODENKOMPLEXES

VI coM	440 - 463	Probe: Eto 56-V (417 - 427 cm) 2,5 Y 7/2-7/4, c***, h", 1*S, Einzelkorn-Gefüge, lo, trocken; Probe: Eto 56-W (440 - 450 cm) TL 56-IV (450 - 460 cm)
VII mkCv	463 - 500	2,5 Y 7/2-7/4, c***, h", ulS-uS-IS, Kalksteinsplitter, Sub- polyeder-Gefüge, md-d, trocken; Proben: Eto 56-X (467 - 477 cm) Eto 56-Y (477 - 487 cm) Eto 56-Z (487 - 500 cm)
VII mkCn	500+	anstehender Kalkstein

ANHANG B

HORIZONTBEZEICHNUNG

X residuales Stein-/Blockpflaster

A Oberboden:

Epipedon, durch eine Anreicherung an organischer Substanz gekennzeichnete Oberbodenhorizont

- A_i Oberboden mit geringer Akkumulation organischer Substanz und initialer Bodenbildung; organische Substanz < 0,6 % bei Sand bzw. < 1,2 % bei Ton
- A_h humusreicher Oberboden mit 0,6 (bzw. 1,2 %) bis 15 % organischer Substanz
- A_{ch} karbonathaltiger, humusreicher Oberboden; Entkalkung gegenüber dem Ausgangssubstrat der Bodenbildung gering (z. T. sekundäre Aufkalkung)
- A_{cch} humusreicher Oberboden, sekundär aufgekalkt (diagnostisch z. B. Pseudomycelien)
- A_w Gefügeoberboden, meist als Reißgefüge entwickelt

Übergangshorizonte und zusätzliche Merkmalsausprägungen des Oberbodens

- $coMA_i$ Oberboden mit geringer Akkumulation organischer Substanz und initialer Bodenbildung aus karbonathaltigem äolischem Sediment
- oMA_i Oberboden mit geringer Akkumulation organischer Substanz und initialer Bodenbildung aus karbonatfreiem äolischem Sediment
- $B_u oMA_i$ Oberboden mit geringer Akkumulation organischer Substanz und initialer Bodenbildung aus rubefiziertem (Hue > 5 YR) äolischem Sediment
- $oMPA_h$ humoser Oberboden aus tonigem Substrat (Tongehalt > 45 %), vermischt mit äolischem Sediment: Quellungs- und Schrumpfdynamik sowie Prismen- und/oder Polyedergefüge weniger ausgeprägt als beim typischen PA_h -Horizont
- $coMA_{ch}$ karbonathaltiger, humusreicher Oberboden aus karbonathaltigem äolischem Sediment
- oMA_{ch} karbonathaltiger humusreicher Oberboden aus junger, äolischer Feinsedimentdecke bei Schichtprofilen (Karbonatgehalt geringer als beim liegenden A_h -Horizont aus Kalkgestein)
- $A_{ch}C_v$ schwacher Verbraunungshorizont, humusangereichert und karbonathaltig
- $C_{zv}A_h$ humoser Oberboden, schwach verbraunt (i. d. R. karbonathaltig bei entsprechendem Ausgangssubstrat) und mit relativer Salzanreicherung
- $A_hC_{zv}coM$ karbonathaltiges äolisches Sediment, schwach verbraunt und salzangereichert sowie humusangereichert (Übergangshorizont an der Untergrenze entsprechender A_hC_{zv} - bzw. $C_{zv}A_h$ -Horizonte)

PA_h humoser Oberboden in tonigem Substrat (Tongehalt > 45 %) mit ausgeprägter Quellungs- und Schrumpfdynamik, dichtem Prismen- und/oder Polyedergefüge (oft *slickensides*) und zeitweilig Trockenrissen

B Unterboden

in dem Farbe, Stoffbestand und Gefüge des Ausgangssubstrates durch pedogene Prozesse verändert wurden (Verwitterung, Translokation, Akkumulation)

B_v ein durch Verwitterung in situ entstandener B-Horizont, dessen Farbe, Tongehalt und Gefüge eine Veränderung erfahren haben (Hue 10 YR)

B_u rubefizierter B-Horizont (Hue > 5 YR)

B_{hu} humusangereicherter, rubefizierter B-Horizont (Hue > 5 YR)

rB_u reliktscher rubefizierter B-Horizont (Hue > 5 YR)

B_{uv} schwach rubefizierter B_v-Horizont (Hue 7,5 YR)

B_t Tonanreicherungshorizont (luvic) mit Toncutanen und/oder Tonanreicherungsklümpchen

B_n stark alkalischer (pH > 8,5) B-Horizont mit/ohne hoher Na-Sättigung

B_{tn} diagnostischer B-Horizont des Solonetz

C Mineralisches Ausgangssubstrat:

festes Ausgangsgestein oder unverfestigtes Lockermaterial, aus dem sich der darüberliegende Boden entwickelt hat und das keine Merkmale anderer Haupthorizonte aufweist

C_v bändchenförmig, schwach verwitterter C-Horizont ("Lamellen-Verbraunung")

C_{bv} schwach verwitterter (initial verbraunter) C-Horizont

C_{cc} C-Horizont, sekundär mit Karbonaten angereichert

C_{kc} C-Horizont mit sekundärer Karbonatanreicherung in Form von Konkretionen

C_(z) C-Horizont, sekundär mit Salzen angereichert; EC₁ bzw. EC₅ > 1 und < 4 mS/cm

C_z C-Horizont, sekundär mit Salzen angereichert; EC₁ bzw. EC₅ > 4 mS/cm

C_{zn} C-Horizont, unverwittert, salzangereichert

mC festes Ausgangsgestein

mkC festes, karbonathaltiges Ausgangsgestein

mkC_n festes, karbonathaltiges, unverwittertes Ausgangsgestein

P Mineralischer Unterboden

aus tonigem Substrat (Tongehalt > 25 %) und mit ausgeprägter Quellungs- und Schrumpfdynamik, dichtem Prismen- und/oder Polyedergefüge (oft *slickensides*) und zeitweilig Trockenrissen

A_hS_dP mineralischer Unterboden aus tonigem Substrat, dicht, wasserstauend, humusangereichert

M Oberboden:

Mineralbodenhorizont des Alluviums, Kolluviums oder Äoliums, weitgehend ohne pedogenetische Veränderungen

wM fluviales bzw. kolluviales Sediment

cwM karbonathaltiges fluviales bzw. kolluviales Sediment

oM äolisches Sediment (Flugsande)

coM karbonathaltiges äolisches Sediment (Flugsand)

B_uoM äolisches Sediment (Flugsand) aus rubefiziertem B_u-Horizontmaterial (Hue > 5 YR)

B_{uv}oM äolisches Sediment (Flugsand) aus schwach rubefiziertem B_v-Horizontmaterial (Hue 7,5 YR)

S Mineralbodenhorizont mit Stauwassereinfluß und hydromorphen Merkmalen

S_{ew} Stauwasserleiter, naßgebleicht, < 5 Flächen-% Rostflecken und/oder Konkretionen)

S_d dichter Stauwasser-Horizont, marmoriert (Stauwassersohle)

G Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluß und hydromorphen Merkmalen

G_o Grundwasserhorizont mit Oxidationsmerkmalen (Rostflecken)

G_r Grundwasserhorizont mit Reduktionsmerkmalen (Bleichung)

G_{kcr} Grundwasserhorizont mit Reduktionsmerkmalen und sekundärer Karbonatanreicherung in Form von Konkretionen

G_{or} Grundwasserübergangshorizont mit sowohl Oxidations- als auch Reduktionsmerkmalen

- f fossiler (begrabener) Horizont, i. d. R. verwendet bei Bodenhorizonten unterhalb der Bioturbationszone
- r reliktsicher Horizont
- II, III, ... (Präfix) zusätzliche Kennzeichnung für geologische Schichtung: zweite bzw. dritte Schicht etc.
- 1, 2, 3, ... (Suffix) Ausprägungsgrad eines Horizontes: 1 = sehr schwach bis 5 = sehr stark.
- (z), ... Horizontbezeichnungen in Klammern kennzeichnen nicht-diagnostische Horizonte

ANHANG C

Verzeichnis der für die Darstellung von Bodenprofilen, Catenen und geomorphologisch-pedologischen Geländeprofilen verwendeten Symbole

pedogenetische A- und B-Horizonte

- (1) A_i-Horizont, initiale Humusanreicherung < 0.6% organische Substanz bei Sand bzw. < 1.2% bei Ton
- (2) A_h-Horizont, humusangereicherter Oberboden mit 0.6% (bzw. 1.2%) bis 15% organische Substanz
- (3) humoser Oberboden aus tonigem Substrat (Tongehalt > 45%); PA_h-Horizont der Vertisole
- (4) initial verbraunter (C_v-) Horizont; karbonathaltig bei Bildungen aus karbonathaltigen Sedimenten
- (5) karbonatfreier B_v- (Verbraunungs-) Horizont
- (6) "Lamellen"-Verbraunung, schwache/mittelstarke/kräftige Ausprägung (C_{bv}-Horizonte); karbonathaltig bei Bildungen aus karbonathaltigen Sedimenten
- (7) schwach rubefizierter B_{uv}-Horizont (Hue 7,5 YR); auch äolischer B_{uv} oM-Horizonte
- (8) rubefizierter B_u-Horizont (Hue 5 YR - 2,5 YR - 10 R); auch äolische B_u oM-Horizonte

Bodendynamik

- (9) Subpolyeder-Gefüge
- (10) Mikropolyeder-Gefüge (oben) bzw. grobes Polyeder-Gefüge (unten)
- (11) Trockenrisse und Prismengefüge/Säulengefüge bei natriumreichen Salzböden
- (12) Tonverlagerung (allgemein)
- (13) Tonanreicherung (allgemein)
- (14) Tonkügelchen, Tonkonkretionen, Tonlinsen / Tonblättchen / Tonröhrchen als Folge von Tonverlagerung und Tonanreicherung
- (15) sekundäre Kalkanreicherung in Form von Pseudomycelien / Kalkflecken
- (16) Kalkkonkretionen, rund/länglich, als Folge sekundärer Karbonatanreicherung
- (17) mm-dünne Kalklamellen / konkretionär-bankige Kalkanreicherung
- (18) sekundäre Salzanreicherung: EC₅-Wert > 1 und < 4 mS/cm ((z)-Horizont) bzw. EC₅-Wert > 4 mS/cm (z-Horizont) / harte Verkrustungen mit wesentlichen Anteilen an Halit neben anderen leicht löslichen Salzen
- (19) Rostfleckung, stecknadelkopfgroße Fe-/Mn-Konkretionen

ergänzende Angaben

- (20) Mollusken
- (21) Stromatolithen
- (22) Durchwurzelung, Wurzelröhren
- (23) große Baumwurzeln
- (24) Holzkohlefritter, -stückchen
- (25) Fossilien

Körnung / Textur

- (26) Ton
- (27) Schluff
- (28) Lehm
- (29) Feinsand (0.063 - 0.2 mm \emptyset)
- (30) Mittelsand (0.2 - 0.63 mm \emptyset)
- (31) Grobsand (0.63 - 2.0 mm \emptyset)
- (32) Beispiel für die Kombination der Körnungs-Symbole: toniger Feinsand
- (33) Kalksplitter (> 2 - 6.3 mm) / Grus bei nichtkarbonatischen Gesteinen
- (34) Steine (> 63 mm)
- (35) Feinkies/gemischtkörniger Kies
- (36) Gerölle/Gerölle kalkverkittet
- (37) Blöcke (> 200 mm)

Geologischer Untergrund / C-Horizonte

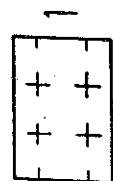
- (38) Kalkstein ("Etoscha Kalkstein", Kalahari Gruppe); mkC_n-Horizont
- (39) Kalkstein ("Etoscha Kalkstein", Kalahari Gruppe), angewittert; mkC_v-Horizont
- (40) Kalkstein ("Etoscha Kalkstein", Kalahari Gruppe) mit Chalcedon-Konkretionen/Verkieselungen
- (41) zellulär, nodulär angewitterter Kalkstein/Kalkkruste
- (42) Kalkkruste (allgemein)
- (43) sandiger Kalkstein (sandige Fazies des "Etoscha Kalksteins", Kalahari Gruppe); mkC_n-Horizont
- (44) grüner/olivfarbener, glaukonitischer bzw. beige-brauner, örtlich kreuzgeschichteter Sandstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_n-Horizont
- (45) angewitterter, grüner/olivfarbener, glaukonitischer Sandstein (mC_v-Horizont)
- (46) grüner/olivfarbener, glaukonitischer Siltstein/Tonstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_n-Horizont
- (47) grüner/olivfarbener, glaukonitischer Siltstein/Tonstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_v-Horizont

- (48) grüner/olivfarbener, glaukonitischer, sandiger Siltstein/Tonstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_n -Horizont
- (49) schiefriger Tonstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_n -Horizont
- (50) hellgrüner (glaukonitischer), parallel-geschichteter Feinsandstein (Andoni Formation, Kalahari Gruppe); mC_n -Horizont
- (51) beige-farbener Sandstein, z.T. eisenschüssig (Omatako Formation, Kalahari Gruppe)
- (52) Dolomit (Otavi Gruppe, Damara Sequenz); mC_n -Horizont
- (53) Dolomit, angewittert (Otavi Gruppe, Damara Sequenz); mC_v -Horizont
- (54) Quarzit (Nosib Gruppe, Damara Sequenz); mC_n -Horizont
- (55) Granit, allgemein ('Prä-Damara-Basement'), mC_n -Horizont / mC_v -Horizont

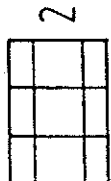
M-Horizonte

- (56) äolische, **karbonathaltige**, feinsandig bis mittelsandige Sedimente (coM-Horizont)
- (57) äolische, **karbonatfreie**, feinsandig bis mittelsandige Sedimente (oM-Horizont)
- (58) äolisch/kolluviale, **karbonathaltige**, feinsandig bis mittelsandige Sedimente (cowM- bzw. cwM-Horizont)
- (59) sandige, **karbonathaltige**, fluvial bis fluvial-limnische Sedimente (cfM-Horizont)
- (60) sandige, **karbonatfreie**, überwiegend fluviale Sedimente (wM-Horizont)
- (61) tonige, salzreiche/**karbonathaltige**, limnisch-brackische Sedimente (lbrM-Horizont)
- (62) lehmige bis sandig-tonige, (salzreiche)/**karbonathaltige**, limnisch-brackische Sedimente (lbrM-Horizont)

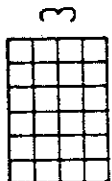
Zur Erklärung der verwendeten Bodenhorizont-Symbole, vgl. auch Anhang B.



1



2



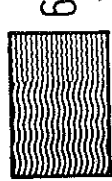
3



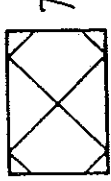
4



5



6



7



8



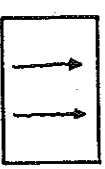
9



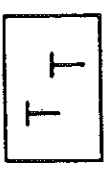
10



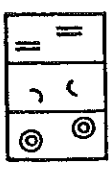
11



12



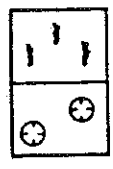
13



14



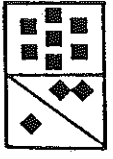
15



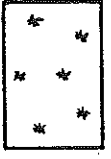
16



17



18



19



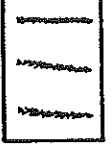
20



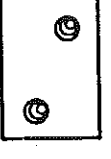
21



22



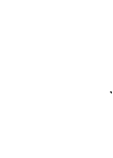
23



24



25



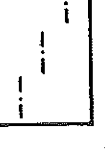
26



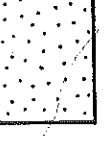
27



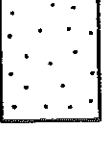
28



29



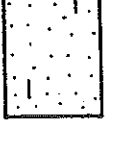
30



31



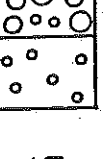
32



33



34



35



36



37



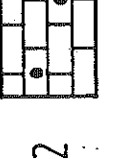
38



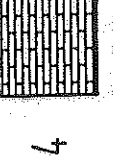
39



40



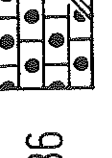
41



42



43



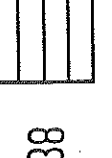
44



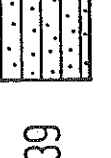
45



46



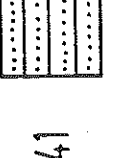
47



48



49



50



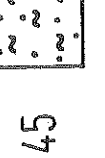
51



52



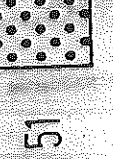
53



54



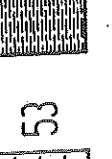
55



59



60



61



62

Proben-NR.: 56 A

Bearbeitungsdatum: Dez. 90
 Lokalität: Okondeka, 1. Dünenwall
 Geogr. L.: 15.5200 Geogr. Br.: 19.0000
 Tiefe u. GOK: +35-0 cm

Munsell-Farbe: 10YR6/3-6/4 (feucht); (trocken)
 % C: 0.5 % Humus: 0.8
 % N: 0.00 C/N: 0.0
 pH-Wert (1 n KCl): 8.04 (30 Min.) 8.06 (24 Std.)
 % Karbonat: 63.7
 Elektrische Leitfähigkeit (mS/cm 25°C): 0.1180
 % Gesamtsalzgehalt: 0.0380

>2 mm	gS	mS	fs	gU	mU	fU	T	Bodenart
0.1	0.4	16.3	71.9	6.3	0.9	0.5	3.7	fs
		% S: 88.6	% U: 7.7		% T: 3.7			
kumm. Prozent:	3.7	4.2	5.1	11.4	83.3	99.6	100.0	
Ausbeute:	97.0							

Korngrößenparameter:

	P 25	P 50	P 75	P99
φ:	3.68	3.10	2.51	0.73
mm	0.0779	0.1168	0.1750	0.6021
		So	Md	
φ:	0.58	3.10		
mm	1.4989	0.1168		

Gefüge: ein

Fe-/Mn-Beläge/Konkretionen:

Ca-Konkretionen :
 org. Substanz : Pfl, W in < & > 2mm
 Holzkohle :
 Mollusken :
 Besonderheiten :

Bodenchemie:

AK (mval / 100 g Boden):
 Ca K Na Mg S-Wert KAK
 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V-Wert: 0.0 (= Basensättigung in %)
 KAK/Ton: 0.0 (mval / 100 g Ton)
 KAK/org.S.: 0.0 (mval / 100 g org.Substanz)
 Phosphat in % (CAL) 0.00
 Fe dithionit Fe oxalat
 0.00 0.00

Tonminerale:

Bodenwasserhaushalt:

Lagerungsdichte-Klasse: 2
 Porengrößenverteilung (Vol %):
 GPV: 52 Lk: 27 Fk: 25 nFk: 16 Totwa: 9

nFK Boho: 56.0 (mm / dm)
 iIR BIR
 28.6 26.0
 K-Faktor: 0.12

*Beispiel für die Struktur
 der dbase-Datenbank
 der bodenchemischen
 und bodenphysikalischen
 Laboranalysen
 (s. Diskette in Falttasche)*

ANHANG E

 Standortökologische Bewertung und Kennzeichnung bodenchemischer Eigenschaften
 sowie des Bodenskelett-Anteiles

 1. Grobbodenanteile (Bodenskelettanteile)
 (AG BODENKUNDE 1982³: 89, Tab. 15)

Vol.-%	Gew.-%	Bezeichnung	Symbol
< 1	< 2	sehr schwach steinig	x''
1 - 10	2 - 15	schwach steinig	x'
10 - 30	15 - 45	mittel steinig	x
30 - 50	45 - 60	stark steinig	*x
50 - 75	60 - 85	sehr stark steinig	**x
> 75	> 85	Skelettboden	X

 2. Karbonatgehalt im Boden (Fraktion < 2 mm)
 (AG BODENKUNDE 1982³: 94, Tab. 19)

CaCO ₃ -Gehalt in Gew.-%	Bewertung	Symbol
0	karbonatfrei	-c-
< 0.5	sehr karbonatarm	c''
0.5 - 2	karbonatarm	c'
2 - 10	karbonathaltig	c
10 - 25	karbonatreich	*c
25 - 50	sehr karbonatreich	**c
> 50	extrem karbonatreich	***c

 3. Gehalt an organischer Substanz
 (AG BODENKUNDE 1982³: 98, Tab. 22)

% organische Substanz	Bewertung	Symbol
< 1	stellenweise humos	(h)
1 - 2	sehr schwach humos	h''
2 - 5	schwach humos (mittel) humos	h' h

org. Substanz: %C x 1.72 (konventionell)

4. Bewertung des Gesamt-Stickstoffgehaltes (KJELDAHL-Methode)
(LANDON 1984: 138, Tab. 7.19)

% Gesamt-N	Bewertung
> 1.0	sehr hoch
0.5 - 1.0	hoch
0.2 - 0.5	mittel
0.1 - 0.2	niedrig
< 0.1	sehr niedrig

5. Beurteilung der Humusqualität aufgrund des C/N-Verhältnisses der organischen Substanz (AG BODENKUNDE 1982³: 98, Tab. 23)

C/N-Verhältnis	Bewertung
> 25	sehr gering
25 - 20	gering
20 - 15	mittel
15 - 10	hoch
< 10	sehr hoch

6. Einstufung der Bodenreaktion (pH-Wert)
(AG BODENKUNDE 1982³: 96, Tab. 21)

pH-Bereich	Bezeichnung
> 11.0	äußerst alkalisch
10.0 - 11.0	sehr stark alkalisch
9.0 - 10.0	stark alkalisch
8.0 - 9.0	mittel alkalisch
7.5 - 8.0	schwach alkalisch
7.0 - 7.5	sehr schwach alkalisch
7.0	neutral
7.0 - 6.5	sehr schwach sauer
6.5 - 6.0	schwach sauer
6.0 - 5.0	mittel sauer
5.0 - 4.0	stark sauer
4.0 - 3.0	sehr stark sauer
< 3.0	äußerst sauer

7. Einstufung der elektrischen Leitfähigkeit im 1:5-Extrakt (EC₅-Wert)
(KRETZSCHMAR 1983: 179)

EC ₅ -Wert (mS/cm)	Bewertung	Symbol
< 0.5	keine Versalzung	-z-
0.5 - 1.0	leichte Versalzung	z'
1.0 - 2.0	mittlere Versalzung	z
2.0 - 4.0	starke Versalzung	*z
> 4.0	extreme Versalzung	**z

8. Richtlinien zur Bewertung des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Phosphat *
(SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1989¹²: 255, Tab. 77; LANDON 1984: 136,
Tab.7.17 - "BRAY-Methode"/"OLSEN-Methode")

P(DL, CAL) mg/kg **	P(OLSEN) mg/kg **	Bewertung
ca. < 18		sehr niedrig
ca. 18 - 39	< 5	niedrig
ca. 40 - 65	5 - 15	mittel
ca. > 65	> 15	hoch

* Wegen der äußerst komplexen Randbedingungen, die bei der standortökologischen Bewertung der Phosphat-Gehalte zu berücksichtigen sind sowie auf Grund des schwierigen Vergleiches der Bestimmungsmethoden untereinander, kann die Klassifizierung nur einen groben Anhaltspunkt geben! (vgl. LANDON 1984: 133).

** entsprechend ppm P

9. Bewertung der potentiellen Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot})
(LANDON 1984: 120, Tab. 7.7)

KAK _{pot} (mval/100 g Boden)	Bewertung
> 40	sehr hoch
25 - 40	hoch
15 - 25	mittel
5 - 15	niedrig
< 5	sehr niedrig