

Landschafts-

Ökologische

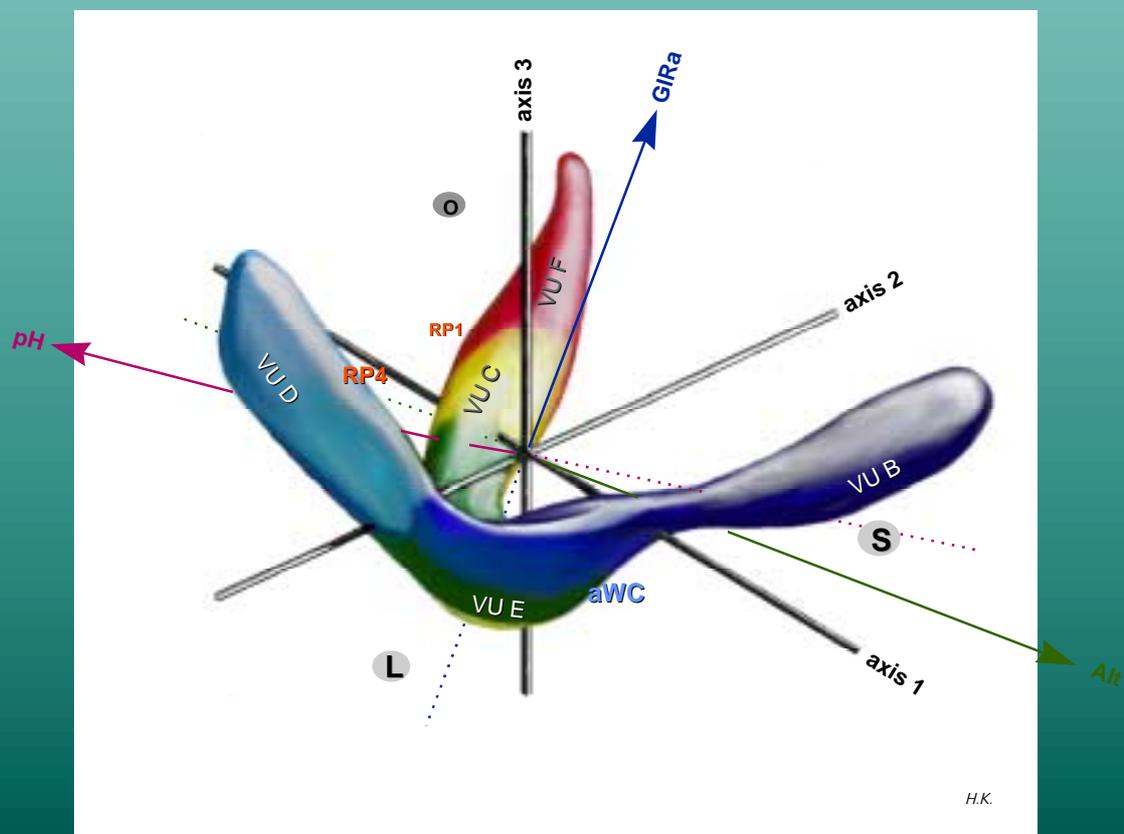
Komplexanalyse im

Amanus der

Türkei

HARALD KEHL

ZU DEN URSACHEN
EXTRAZONALER VEGETATION



Berlin 1998

Technische Universität Berlin - FB7 / Institut für Ökologie

Inhaltsverzeichnis

• Inhaltsverzeichnis Text	Seite: VII-XII
• Inhaltsverzeichnis des Anhangs	XIII
• Liste der Abbildungen, Tabellen und Fotos (Kap. 7)	567

• Inhaltsverzeichnis Text

1 - PROBLEMSTELLUNG UND ARBEITSHYPOTHESEN	1
1.1 <u>Das Untersuchungsgebiet LÖKAT</u>	5
1.1.1 Geographische Lage und Geschichte	5
1.1.2 Geologie des Amanus	11
1.1.3 Das Klima	13
1.1.3.1 <i>Zur Klimageschichte im Mittelmeergebiet</i>	13
1.1.3.2 <i>Heutiges Klima im südöstlichen Küstenraum der Türkei</i>	18
1.1.4 Sozioökonomische Situation	20
1.1.5 Vegetationsgeschichte und heutige Vegetation	33
1.1.5.1 <i>Jungpleistozäne bis mittelholozäne Vegetation im östl. Mittelmeerraum</i>	33
1.1.5.2 <i>Höhenstufenfolgen der Gebirge am Golf von Iskenderun (SE-Taurus und Amanus) und einige Angaben zur 'potentiell möglichen Vegetation' in der planaren und collinen Stufe im südöstlichen Vorland des Taurus</i>	42
1.1.5.2.1 <i>SE - Taurus</i>	42
1.1.5.2.2 <i>Amanus</i>	44
2 - METHODEN UND ERGEBNISSE	49
2.1 <u>Geologie und Böden</u>	50
2.1.1 Geologische Formationen - Lithologische Abfolge	50
2.1.1.1 <i>Kartographische Darstellung der anstehenden Formationen (TEM_{ap} 2)</i>	51
2.1.2 Bodenkundliche Untersuchungen	51
2.1.2.1 <i>Methoden der Bodenaufnahme</i>	52
2.1.2.2 <i>Bodenanalysen</i>	53
2.1.2.3 <i>Entwicklung der Böden und Verbreitung (nach FAO-UNESCO 1988)</i>	54
2.1.2.3.1 Bodenentwicklung über Serpentin (Ophiolith-Komplex)	56
2.1.2.3.2 Bodenentwicklung über Kalkstein	60
2.1.2.3.3 Bodenentwicklung über Sandstein	63
2.1.2.4 <i>Standortseigenschaften der nachgewiesenen Bodeneinheiten über den drei Gesteinskomplexen</i>	65
2.1.2.4.1 Leptosole (LP)	67
2.1.2.4.2 Arenosole (AR)	70
2.1.2.4.3 Regosole (RG)	71
2.1.2.4.4 Phaeozeme (PH)	73
2.1.2.4.5 Cambisole (CM)	75
2.1.2.4.6 Luvisole (LV)	81
2.1.2.4.7 Alisole (AL)	84

2.1.2.4.8	Fluvisole	85
2.1.2.4.9	Histosole	85
2.1.2.4.10	Vertisole und 'vertic properties'	85
2.1.2.5	<i>Bodenphysikalische und -chemische Ergebnisse (nur ausgesuchte Leitprofile) sowie Erläuterung untersuchter Parameter</i>	87
2.1.2.5.1	Bodenphysikalische Eigenschaften	90
2.1.2.5.1.1	<i>Effektiver Wurzelraum (Wrz_{eff}), Korngrößenverteilung</i>	90
2.1.2.5.1.2	<i>Korngrößenverteilung, FK und nFK</i>	93
2.1.2.5.2	Bodenchemische Eigenschaften	96
2.1.2.5.2.1	<i>Nährstoffhaushalt und Nährstoffversorgung</i>	96
2.1.2.5.2.2	<i>Die Nährstoffversorgung am Beispiel ausgesuchter Leitprofile</i>	97
2.1.2.5.2.2.1	Organische Substanz (Org.S.)	97
2.1.2.5.2.2.2	C/N und C/P - Verhältnisse	98
2.1.2.5.2.2.3	Vergleich repräsentativer Profile auf den drei Ausgangsgesteinen	98
2.1.2.5.2.3	<i>Die mittel- bis langfristig mobilisierbaren Nährstoffe Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium</i>	102
2.1.2.5.2.4	<i>pH-Werte ($CaCl_2$) der Leitprofile</i>	103
2.1.2.5.2.5	<i>Kationenaustauschkapazitäten (KAK) und Basensättigung (BS)</i>	105
2.1.2.5.2.6	<i>Kurzfristig verfügbare Nährstoffe</i>	110
2.1.2.5.2.7	<i>Ca/Mg-Verhältnisse der Böden auf Serpentin</i>	112
2.1.2.6	<i>Wertung von Bodenfaktoren zur Ermittlung von Standortkennzahlen</i>	112
2.1.2.6.1	Relief (R_{Kz})	114
2.1.2.6.2	Mittel durchwurzelter Bodenraum (MWZ_{Kz})	115
2.1.2.6.3	Gründiger Boden (grB_{Kz})	117
2.1.2.6.4	Geomorphologischer Standort ($RgrB_{Kz}$)	118
2.1.2.7	<i>Kartographische Darstellung der Bodeneinheiten (TEM_{ap} 3)</i>	119
2.1.3	Erosionsgefährdungen im UG LÖKAT - derzeitige Flächen und mögliche Gefährdungen	120
2.2	<u>Klima</u>	123
2.2.1	Klimabedingungen im Amanus	123
2.2.2	Datenauswertung vier meteorologischer Stationen	127
2.2.2.1	<i>Methoden der Datenerfassung und -auswertung</i>	127
2.2.3	Niederschlag	130
2.2.3.1	<i>Allgemein zur Beurteilung der Niederschlagswerte</i>	130
2.2.3.2	<i>Niederschlagsverteilung, -häufigkeit und -intensität</i>	131
2.2.3.3	<i>Jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge und ihre Abhängigkeit von der Windrichtung in der subalpinen Stufe</i>	134
2.2.4	Windmessungen bei Klimastation 4 (2100 m ü. NN)	137
2.2.5	Temperatur	138
2.2.5.1	<i>Lufttemperatur und -amplituden</i>	139
2.2.5.2	<i>Bodentemperatur und -amplituden</i>	143
2.2.5.3	<i>Temperaturprofile im Jahresverlauf</i>	146
2.2.6	Globalstrahlung auf dem Höhengradienten	150
2.2.6.1	<i>Mögliche und tatsächliche Sonneneinstrahlung</i>	150
2.2.7	Luftfeuchtigkeit	154
2.2.7.1	<i>Ermittlung der Jahresdurchschnittswerte</i>	155
2.2.7.2	<i>Durchschnittliche Tagesmittelwerte</i>	157

2.2.8	Wasserhaushalt	158
2.2.8.1	<i>Kalkulation der Wasserbilanz und speziell des Bodenwasserhaushaltes nach THORNTHWAITE</i>	159
2.2.8.1.1	Korrelation von Bodenwasserdynamik und Niederschlagsereignissen	166
2.2.8.1.2	Korrelation von Bodenwasserdynamik und Bodentemperatur	171
2.2.8.2	<i>Klimaökologische Bewertung mit dem Temperatur-Niederschlags-Quotienten und S- Index nach EMBERGER</i>	175
2.2.9	Höhenstufengliederung und Vegetationsperioden an der Westabdachung des Amanus	179
2.3	<u>Flora und Vegetation</u>	185
2.3.1	Untersuchungsmethoden	188
2.3.1.1	<i>Aufnahme der Vegetation</i>	190
2.3.1.1.1	Zeitraum und Anzahl der Aufnahmen	191
2.3.1.1.2	Auswahl der Aufnahmeflächen	191
2.3.1.2	<i>Methodik der Datenauswertung</i>	193
2.3.1.2.1	Datensatzvorbereitung	194
2.3.1.2.2	Grundlagen der synoptischen Klassifikation	194
2.3.1.2.2.1	<i>Umwandlung und Bearbeitung des Datensatzes für die synoptische Klassifikation</i>	195
2.3.1.2.3	Grundlagen der numerischen Ordination	196
2.3.1.3	<i>Vegetationsunabhängige Umweltdaten</i>	200
2.3.1.4	<i>Geländephographien, Luft- und Satellitenbild-Interpretation</i>	200
2.3.2	Ergebnisse der synoptischen Klassifikation	203
2.3.2.1	<i>Klassifizierung der Vegetation auf dem Höhengradienten durch Aufnahmegruppen bzw. Vegetationseinheiten (VU) mit dominierenden oder differenzierenden Arten</i>	208
2.3.2.1.1	<i>Pinus brutia</i> (VU F, mittelcollin bis mittelmontan)	209
2.3.2.1.2	<i>Quercus cerris</i> - und <i>Carpinus orientalis</i> (VU E+C, tief- bis hochmontan)	210
2.3.2.1.4	<i>Laurus - Tilia</i> (VU D, tief- bis mittelmontan)	210
2.3.2.1.3	<i>Fagus orientalis</i> (VU B, tief- bis hochmontan)	211
2.3.2.1.5	<i>Marrubium globosum</i> - <i>Alopecurus gerardii</i> (VU A, vorwiegend subalpin)	211
2.3.2.2	<i>Weitere - besonders hervorzuhebende - Differenzierungen innerhalb der Vegetationseinheiten A-F durch spezifische Standortbedingungen</i>	212
2.3.3	Ergebnisse der numerischen Ordination	220
2.3.3.1	<i>'Correspondence Analysis' (CA), 'Canonical Correspondence Analysis' (CCA) und 'Detrended Canonical' sowie 'Detrended Correspondence Analysis' (DCCA und DCA)</i>	222
2.3.3.1.1	CA (Correspondence Analysis) mit allen Vegetationsaufnahmen	223
2.3.3.1.2	CA (Correspondence Analysis) ohne die subalpine VU A (<i>Marrubium globosum</i> Einheit)	224
2.3.3.1.2.1	<i>Bedeutung von sogenannten 'Ausreißern'</i>	229
2.3.3.1.3	CCA (Canonical Correspondence Analysis)	233
2.3.3.1.4	CCA ohne VU A (subalpine <i>Marrubium globosum</i> Units)	237
2.3.3.1.5	DCCA und DCA (ohne VU A = subalpine <i>Marrubium globosum</i> Units)	243

2.3.3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse numerischer Ordinationen	248
2.3.3.2.1	Interpretation verschiedener Umweltvariablen	248
2.3.3.2.2	Standortbedingungen charakteristischer Aufnahmegruppen bzw. Vegetationseinheiten (VU) und die sie kennzeichnenden Artengruppen bezogen auf Höhenstufen	251
2.3.4	Spektrum der Pflanzenfamilien und Artendiversität	254
2.3.4.1	<i>Spektrum der Pflanzenfamilien</i>	254
2.3.4.2	<i>Artendiversität in den Vegetationsaufnahmen, höhen- und schichten-spezifisch sowie Deckung der Vegetationschichten I-VI</i>	257
2.3.5	Geobotanische Analyse der Flora	259
2.3.5.1	<i>Spektrum der Geoelemente im UG</i>	260
2.3.5.2	<i>Verteilung der Geoelemente auf dem Höhengradienten</i>	261
2.3.6	Lebensformenspektrum	272
2.3.6.1	Korrelation von Geoelementen und Lebensformen	273
2.3.6.1.1	<i>Marrubium globosum</i> - Einheiten	275
2.3.6.1.2	<i>Fagus orientalis</i> - Einheiten	277
2.3.6.1.3	<i>Quercus cerris</i> - und <i>Carpinus orientalis</i> - Einheiten	279
2.3.6.1.4	<i>Laurus-Tilia</i> - Einheiten	286
2.3.6.1.5	<i>Pinus brutia</i> - Einheiten	287
2.3.7	Endemitenverteilung und Arten der 'Roten Liste' nach EKIM et al. (1989)	292
2.3.7.1	<i>Charakterisierung der Endemitenstandorte</i>	295
2.3.7.2	<i>Seltene und gefährdete Pflanzen im Untersuchungsgebiet</i>	399
2.3.8	Kartographische Darstellung der vegetationskundlichen und floristischen Ergebnisse (TEMaps 4-8)	300
2.3.8.1	<i>Darstellung von Vegetationsgrenzen mit Hilfe von Luftbildern und Ausweisung dominierender Vegetationseinheiten durch Satelliten-bild-Klassifikation</i>	300
2.3.8.2	<i>Kartographische Darstellung der Vegetationseinheiten</i>	304
2.3.8.3	<i>Kartographische Darstellung der Geoelementverteilung</i>	307

3 - DISKUSSION DER ERGEBNISSE 311

3.1	<u>Geologie und Böden</u>	311
3.1.1	Bodenentwicklung über unterschiedlichen Ausgangsgesteinen	312
3.1.1.1	<i>Bodenentwicklung in Abhängigkeit von Exposition, Inklination und Höhe ü.NN</i>	312
3.1.1.2	<i>Gravitative Prozesse</i>	315
3.1.2	Physikalische und chemische Eigenschaften der Böden	315
3.1.2.1	Physikalische Eigenschaften der Böden	316
3.1.2.1.1	Gründigkeit und Bodenarten	316
3.1.2.1.2	Lessivierungen (Tonverlagerung) und Tonbildung (Verlehmung)	320
3.1.2.1.3	Wasserhaushalt und organische Substanz	323
3.1.2.1.4	Zur qualitativen Standortbewertung in Anlehnung an ZECH & ÇEPEL (1972) und zur Bedeutung weiterer Bewertungskriterien	326
3.1.2.2	Chemische Eigenschaften der Böden (Nährstoffhaushalt)	331
3.1.3	Vergleich der Dynamik bodenbildender Prozesse in der montanen Stufe	334

3.1.4	Zusammenfassung der bodenkundlichen Ergebnisse	341
3.1.4.1	<i>Zur Bodenentwicklung</i>	341
3.1.4.2	<i>Zum Wasser- und Lufthaushalt</i>	345
3.1.4.3	<i>Zum Nährstoffhaushalt</i>	347
3.2	<u>Interpretation der klimatologischen Ergebnisse</u>	349
3.2.1	Bedeutung der Großwetterlagen für das UG sowie saisonale Hauptwindrichtungen und Niederschlagsverteilungen im und am Amanus	350
3.2.1.1	<i>Winterliche Zyklone des Westwindgürtels</i>	351
3.2.1.2	<i>Etesische Winde (Meltemi im Sommer)</i>	351
3.2.2	Niederschlagsentwicklung auf dem Höhengradienten	358
3.2.2.1	<i>Intensität und Häufigkeit vertikaler Niederschläge</i>	361
3.2.2.2	<i>Wolkenbildung und Niederschlag</i>	363
3.2.3	Zur Temperaturentwicklung	364
3.2.3.1	<i>Mitteltemperaturen und Temperaturgradient</i>	364
3.2.3.2	<i>Temperaturdifferenzen und -amplituden</i>	366
3.2.3.3	<i>Beschattete und unbeschattete Standorte</i>	370
3.2.4	'Ideale' und tatsächliche Globalstrahlung sowie Bedeutung der Wolkenbildung für den Strahlungshaushalt	372
3.2.5	Interpretation von Wasserbilanzuntersuchungen	375
3.2.6	Zusammenfassung der klimatologischen Ergebnisse	380
3.2.6.1	<i>Zur Bedeutung der Großwetterlagen und der saisonalen Niederschlagsverteilung für das UG an der Westabdachung des Amanus</i>	380
3.2.6.2	<i>Zur Temperaturentwicklung auf dem Höhengradienten</i>	381
3.2.6.3	<i>Zur Globalstrahlung auf dem Höhengradienten</i>	382
3.2.6.4	<i>Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt</i>	382
3.3	<u>Diskussion der Untersuchungen von Flora und Vegetation</u>	384
3.3.1	Zur floristischen Situation im UG im Vergleich mit anderen Untersuchungen im Amanus, der Türkei und SE-Europas	384
3.3.1.1	<i>Zur klimatisch bedingten Höhenstufenfolge und ihren Vegetationsperioden</i>	387
3.3.1.1.1	Die bioklimatische Charakterisierung des UG durch den pluviothermischen Quotienten Q_2 und den S-Index	387
3.3.1.1.2	Standorte ähnlicher klimatischer Bedingungen	391
3.3.1.1.3	Vegetationsperioden auf dem Höhengradienten	493
3.3.1.2	<i>Zur aktuellen und 'potentiell möglichen' Verteilung der Geoelemente auf dem Höhengradienten und in den Vegetationseinheiten sowie ihrer Bedeutung zur Definition von Höhenstufen</i>	499
3.3.1.3	<i>Zur Dynamik von Lebensformen- und Arealtypenspektren auf dem Höhengradienten und in den Vegetationseinheiten</i>	430
3.3.1.4	<i>Zum Spektrum der beteiligten Pflanzenfamilien und zur Artendiversität auf dem Höhengradienten</i>	436
3.3.1.5	<i>Zur höhenspezifischen Dynamik der Deckungswerte von Lebensformen in den Vegetationsschichten als Ausdruck der Bewirtschaftungsintensität</i>	440
3.3.2	Numerische Klassifikation und Ordination zur Charakterisierung von Arten und Artengruppen und ihren Standortbedingungen	444
3.3.2.1	<i>Auswirkungen von Transformationen und Maskierungen</i>	446

3.3.2.2	<i>Die Beziehung der sechs Vegetationseinheiten zu syntaxonomisch begründeten 'Pflanzengesellschaften' im N-anatolischen und SE-europäischen Raum sowie zur Problematik der Gültigkeit von Zeigerwerten von Arten und Artengruppen</i>	447
3.3.2.2.1	VU F: mit <i>Pinus brutia</i> (dom.) tiefcollin bis mittelmontan	453
3.3.2.2.2	VU C und E: mit <i>Quercus cerris</i> und <i>Carpinus orientalis</i> in der tief- bis mittelmontanen Stufe	457
3.3.2.2.3	VU D: mit <i>Laurus nobilis</i> und <i>Tilia argentea</i> mittelmontan	464
3.3.2.2.4	VU B: mit <i>Fagus orientalis</i> (dom.) tief- bis hochmontan	465
3.3.2.2.5	VU A: mit <i>Marrubium globosum</i> und <i>Alopecurus gerardii</i> in der subalpinen Stufe	468
3.3.2.3	<i>Zur Bedeutung der Umweltvariablen für Arten und Artengruppen und ihren Bedeutungswandel auf dem Höhengradienten</i>	469
3.3.2.4	<i>Extensive und intensive Bewirtschaftung sowie Hemerobiestufen außerhalb der Siedlungen</i>	478
3.3.3	Geobotanische Bedeutung der Westabdachung des Amanus	491
3.3.3.1	<i>Hypothesen zur Reliktvegetation und die sich daraus ergebende Problematik</i>	491
3.3.3.2	<i>Charakterisierung von Standorten mit hohem Anteil endemischer Taxa</i>	597
3.3.4	Vegetationsklassifikation mit Hilfe von Satellitenbildern und Bedeutung multitemporaler Aufnahmen für die Kartierung	598
3.3.5	Zusammenfassung floristischer und vegetationskundlicher Ergebnisse	502
3.3.5.1	<i>Höhenstufen und Vegetationsperioden</i>	502
3.3.5.2	<i>Höhenspezifische Verschiebung von Goelement- und Lebensformenspektren</i>	502
3.3.5.3	<i>Standorte ähnlicher Klimabedingungen</i>	503
3.3.5.4	<i>Resultate Synoptischer Klassifikation und Numerischer Ordination</i>	503
3.3.5.5	<i>Vegetationsentwicklung und Hemerobie</i>	505
3.3.5.6	<i>Lebensformenspektren auf dem Höhengradienten</i>	506
3.3.5.7	<i>Geobotanische Bedeutung des Amanus und Endemismus</i>	507
3.3.5.8	<i>'Remote sensing' und Vegetationskartierung</i>	508
4	KURZE ZUSAMMENFASSUNG ALLER ERGEBNISSE	509
4.1	<i>CONCENTRATED SUMMARY</i>	513
5	SCHLUßBETRACHTUNG	519
5.1	<i>CONCLUSION</i>	523
6	LITERATUR	527
7	LISTE DER ABBILDUNGEN, TABELLEN UND FOTOS	567
8	ANHANG (SEP. BAND IN DER GEDRUCKTEN AUSGABE)	579

• **Inhaltsverzeichnis des Anhangs**

zu Kap. 2.1

I	Analysemethoden	581
II	Humusformen und Nährstoffhaushalt	585
III	Bodentypen	589
Tab. 2.1-A:	Bodenkunde - Abkürzungen und Erläuterungen	591
Tab. 2.1-B:	Beschreibung der Leitprofile	596
Tab. 2.1-C:	Bodenphysikalische und -chemische Daten der Leitprofile	604
Tab. 2.1-D:	Bodenphysikalische Durchschnittswerte für die nachgewiesenen Bodeneinheiten und mittlere pH-Werte	610

zu Kap. 2.2

Tab. 2.2-A	Monatliche Luft- und Boden-Mitteltemperaturen mit mittleren Minimum- und Maximumwerten auf dem Höhengradienten	611
Tab. 2.2-B	Tabellen zu den Wasserbilanzuntersuchung nach THORNTHWAITE	613
Tab. 2.2-C	Zusammenfassung bioklimatischer Parameter für fünf Höhenstufen	617

zu Kap. 2.3

TBL 2.3.2 A-F	Liste der Vegetationstabellen mit den VU A - F	618
	(Die Tabellen TBL 2.3.2 A-F sind in der gedruckten Ausgabe lose in einer Papiertasche im Rückendeckel von Vol. 2 beigelegt! In der digitalen Ausgabe auf CD-ROM sind die Tabellen Teil des Files 'KehIAII.PDF' oder im File 'KehIVol2.PDF' enthalten. Sie sind nicht ausdrückbar)	
Tab. 2.3-G:	Artenliste (Taxonomie nach 'Flora of Turkey and the East Aegaen Islands', vgl. unter Davis 1965-1988)	619
Tab. 2.3-H:	Mittlere Deckungswerte der Geoelemente in den Schichten I - V von 270 - 2.205 m ü. NN auf Grundlage der Notierungen in den Vegetationsaufnahmen	634
Tab. 2.3-I:	Liste der im UG LÖKAT nachgewiesenen Endemiten sowie der seltenen und gefährdeten Pflanzen nach EKIM et al. (1989)	636
Tab. 2.3-J:	Weitere Endemiten im Amanusgebirge nach AKMAN (1973a), die nicht ausdrücklich für das UG LÖKAT angegeben werden	639
Tab. 2.3-K:	Analysebasis für die numerische Ordination etc.	640
Tab. 2.3-L:	Übersicht zu den im Text erwähnten Syntaxa	641
Tab. 2.3-M:	Abstufungen des Kultureinflusses auf Ökosysteme (Hemerobiestufen) aus SUKOPP (1972: 114/115) und BLUME & SUKOPP (1976: 85), leicht verändert	643
TxT zu 2.1.3	Erosion-Simulation-Model (engl.) für die mittelmontane Stufe (inkl. 3D-Modell)	644
TxT zu 2.3.1.4	Methodenhinweise zur Satellitenbildinterpretation	648
TxT zu 3.3.5.5	Immissionsbelastung von <i>Abies cilicica</i> in der hochmontanen Stufe im Amanus oberhalb von Dörtöl	652
Abkürzungen		655

Karten

(In der gedruckten Ausgabe sind die Karten lose in einer Papiertasche im Rückendeckel von Vol. 2 beigelegt!)

In der digitalen Ausgabe auf CD-ROM liegen die Karten als separates File 'KehIMaps.PDF', im Gesamt-File 'KehIAII.PDF' und in dem File 'KehIVol2.PDF' vor. Sie sind nicht ausdrückbar!

TEMap 1	'Topographische Karte des UG LÖKAT mit Gridsystem'
TEMap 2	'Geological Formations - Lithology'
TEMap 3	'Soil Units'
TEMap 4	'Vegetation Units'
TEMap 5	'Geobotanical Classification'
TEMap 6	'3-D-View of the research area with projections of the Soil and Vegetation Units'
TEMap 7	'3-D-View of the research area: Simulation of azimuth and sun elevation'
TEMap 8	Digital Classification of Vegetation, using LANDSAT TM-data from Sept. '87 and Nov. '89