

Landschaftsökologische Einheiten in Nordost Slowenien

A. Vovk und S. Verginis*

*Beide: Institut für Geographie der Universität Wien
 Physiogeographisches Laboratorium,
 Liebiggasse 5, 1010 Wien, Austria.

Περίληψη

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας γίνεται μια περιβαλλοντολογική φυσικογεωγραφική ταξινόμηση της βορειοδυτικής Σλοβενίας. Έχουν μελετηθεί και διαχωριστεί οικότοποι με φυσικογεωγραφικά κριτήρια όπως, η λιθολογία, τα κλιματολογικά στοιχεία της υπό εξέταση περιοχής, η επιφανειακή και υπόγεια απορροή, η εδαφολογία, η βλάστηση και η καλλιέργεια. Οι διαχωριζόμενοι οικότοποι εξεταζόμενοι ποιοτικά και ποσοτικά, παρουσιάζουν σε μια μικρή κλίμακα μια κάποια χαρακτηριστική «ομογένεια». Η περαιτέρω ταξινόμηση αυτών των οικοτόπων, σε χάρτες διαφορετικής κλίμακας, βασίζεται σε ιζηματολογικές και εδαφολογικές εργαστηριακές αναλύσεις.

Η οριζόντια και κάθετη διαίρεση των τυπικών φυσικογεωγραφικών οικοτόπων (μικροοικότοποι) έγιναν με βάση την εποχιακή διακύμανση του εδαφικού νερού, το πορώδες και το δείκτη πόρων των ιζημάτων και του εδάφους, την εναλλογή ανιόντων και κοτιόντων εντός του εδάφους, την ταχύτητα διεισδύσεως του εδοφικού νερού, δηλαδή όλους τους παράγοντες που επιδρούν στη φυσική βλάστηση και στην καλλιέργεια της υπό εξέταση περιοχής. Με αυτόν τον τρόπο χωρίστηκαν 7 διαφορετικοί οικότοποι σε μια συνολική έκταση 491 km².

Εκτός των φυσικογεωγραφικών κριτηρίων, που είναι και οι βασικοί παράγοντες για μια οικολογική διαίρεση, έχει ληφθεί υπόψη και ο παράγωντας «άνθρωπος», ο οποίος επιδρά κατά το πλείστον αρνητικά στην προσπάθειά του να μεταβάλλει τα οικοσυστήματα για μια καλύτερη καλλιέργεια και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος.

Η υπό εξέταση περιοχή υπάγεται κλιματολογικά μεταξύ της υποπανωνίου και της προαλπικής περιοχής με λιθολογικά στοιχεία τριαδικούς ασβεστόλιθους και δολομίτη, ψαμμίτη του Ολιγοκαίνου, μάργες και αργιλικούς άμμους του Μειοκαίνου, κροκάλες και ψαμμιτικές άμμους του Πλειστοκαίνου, καθώς επίσης και χερσαία ιζήματα του Ολιγοκαίνου.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι μεταξύ 5,5° στους ορεινούς και 9,5° στους πεδινούς οικοτόπους. Η ετήσια βροχόπτωση είναι 806 km στην υπο-

πανόννια περιοχή και 1202 km στην προαλπική περιοχή. Περισσότερο από 50% των βροχοπτώσεων κύμαίνεται μεταξύ Απριλίου και Σεπτεμβρίου έτσι ώστε το υδατικό ισοζύγιο στην προαλπική περιοχή να παρουσιάζει πλεόνασμα ύδατος 467,8 km και στην υποπανόννια περιοχή έλλειμμα ύδατος 52,34km (ετησίως). Αυτές οι εποχιακές διακυμάνσεις του υδατικού ισοζυγίου μελετώνται παράλληλα με τους διαφορετικούς τύπους εδαφών και μικροαναγλύφου.

Με αυτόν τον τρόπο γίνονται προτάσεις για μια υγιή φυτική βλόστηση και καλλιέργεια, προστατεύοντας τον παράγοντα «άνθρωπος» στη διαίρεση του περιβάλλοντος.

Zusammenfassung

In dem vorliegenden Artikel werden die räumliche Differenzierung und die Haushalts-beziehungen in Nordost Slowenien vorgestellt. Die Untersuchung typischer Grundeinheiten (landschaftsökologische Einheiten, Ökoto-pengruppen und Ökoto-pen) wird durch die Gliederung der Testgebiete in homogene Einheiten durchgeführt. Die typische Dimension ist die Größen-ordnung der elementaren Grundeinheiten der Landschaft, die sich auf Grund ihrer definierbar einheitlichen Eigenschaften von Lithologie, Klima, Wasserhaushalt, Boden, Vegetation und Nutzung eindeutig beschreiben läßt. Die Landschaftseinheiten dieser Größenordnung weisen eine für die quantitative und qualitative Untersuchung der Landschaftshaushalte "ausreichende Homogenität" auf. Die Grundlage für die typische Landschaftsgliederung stellen thematische Bild und Gelände-, bzw. Laborarbeit dar. Die komplexe Standortanalyse wurde durch vertikale Funktionszusammenhänge (Bodenwasser, Poren- und Substanzvolumen, Kationenaustausch Kapazität, nutzbare Feldkapazität, Wasserdurchlässigkeit) und deren Einfluß auf die Vegetation und Nutzung zusammengestellt.

Im Rahmen dieser Forschung wurden sieben Testgebiete mit einer Gesamtfläche von 491 km untersucht. Eine besondere Bedeutung für die landschaftsökologische Gliederung fanden die quantitative und qualitative Beschreibung und Darstellung der abiotischen und biotischen Parameter. Der Einfluß der Menschen auf das landschaftliche Ökosystem wurde durch vorwiegende Nutzung berücksichtigt.

Die Testgebiete Nordost-Sloweniens erfassen den subpannonischen Teil und das Alpenvorland. In den Testgebieten erscheinen verschiedene geologische Einheiten (aus dem Trias Kalk und Dolomit, aus dem Ologozän verschiedene Sandsteine und aus dem Miozän Mergel; tonige-, sandige- und schluffige Ablagerungen sind aus Pliozän, Kies und Sand aus Pleisto-

zän und aus dem Holozän rezente Anschwemmungen). Die mittleren Jahrestemperaturen liegen bei 5,5°C (Mittelgebirge Boc) bis 9,5°C (Hügelland). Die jährliche Niederschlagsmenge erreicht 806 mm im subpanonischen Teil und 1202 mm im Alpenvorland. Mehr als 50% der Niederschläge fallen in den Monaten von April bis September. Die Wasserbilanzen zeigen im Alpenvorland einen Wasserüberschuß von 467,8 mm und im subpanonischen Teil einen Wassermangel von 52,34 mm. Wichtige Bodenformen sind Ranker, Redzina, Braunerde, vergleyte Braunerde, Pseudogley-Braunerde, Hangpseudogley, brauner Auboden und Gleye.

Der wichtigste Teil des vorliegenden Artikels umfaßt die Vergleichung der verschiedenen Standorteinheiten (Eigenschaften und morpho-pedologische Prozesse). Die Frage war, ob die reale vorwiegende Nutzung (bzw. Vegetation) sinngemäß mit der landschaftsökologischen Eigenschaft ist und wo und warum es zu einer unharmonischen ökologischen Entwicklung kommt.

1. Einleitung

2. Arbeitsmethoden für Landschaftsökologie

2.1. Angewandte landschaftsökologische Gliederung

2.2. Parameter für angewandte landschaftsökologische Gliederung

- a) Lithologie
- b) Relief
- c) Klimatische Verhältnisse
- d) Evapotranspiration und Wasserbilanz
- e) Boden (als Hauptfaktor einer angewandten landschaftsökologischen Gliederung)
- f) Vegetation
 - Reale natürliche Vegetation
 - Vorwiegende Nutzung

3. Geländeaufnahme

3.1. Lage der Bodenprofile

- Schema 1: Dravinja Hügelland und Mittelgebirge Boc
- Schema 2: Drava Ebene und Mittelgebirge Pohorje Ost
- Schema 3: Slowenisches Hügelland West
- Schema 4: Prekmurje Ebene und Hügelland Goricko

4. Laborarbeit:

- Bodenfarbe
- Korngrößenverteilung
- Rohdichte und Wassergehalt

- Reindichte
- Porenvolumen und Luftgehalt
- Maximale Wasserkapazität
- Karbonatgehalt
- pH- Wert
- Organische Substanz
- Sorptionsverhältnisse

5. Hydrologie:

5.1. Methode für die Berechnung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation

5.2. Die landschaftsökologische Bedeutung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation

6. Landschaftsökologische Gliederung:

6.1. Okotopen- bzw. Standorteinheitengliederung

6.2. Karten der landschaftsökologischen Einheiten Nordostsloweniens

6.3. Diskussion der Ergebnisse

7. Anhang: Darstellung und Berechnung der Parameter in den Testgebieten in Nordostslowenien (Untersuchungsgebiet)

8. Literatur:

1. Einleitung

In der vorliegende Arbeit werden die räumliche Differenzierung und typische Merkmale eines bestimmten Landschaftsökosystems dargestellt. Es wurden sieben Testgebiete von einer Gesamtfläche von 491 km² in Nordostslowenien abgegrenzt und landschaftsökologisch untersucht. Eine besondere Bedeutung hat die analytische Betrachtung der quantitativen und qualitativen Beschreibung von Parametern wie: Lithologie, Relief, Klima, Wasserbilanz, Boden und Vegetation. Der Einfluß des Menschen auf das landschaftliche Ökosystem wurde durch die reale natürliche Vegetation und die vorwiegende Nutzung berücksichtigt.

Das Ziel dieser Arbeit ist:

- räumliche Differenzierung von Nordostslowenien durch physiogeographische landschaftsökologische Einheiten.

- Vorstellung und Beschreibung der landschaftsökologischen Einheiten mit quantitativen und qualitativen Angaben (besondere Berücksichtigung des Bodens als hochintegrativer Faktor).

Es werden folgende landschaftsökologische Parameter untersucht:

1. Lithologie (ober- und unterirdische Wasserzirkulation)
2. Klimatische Verhältnisse (monatliche und jährliche Werte für Temperatur und Niederschläge im Zeitabschnitt 1961-1990)
- 3a. Wasserbilanz nach C.W.Thornthwaite: potentielle und tatsächliche Evapotranspiration, Bodenwasserverhältnisse (Wasserüberschuß und Wasserdefizit).
- 3b. Klimaklassifikation nach C.W.Thornthwaite: Bodenfeuchtigkeitsindex, Wärmeindex, Wärmeindex in Sommermonaten
4. Boden: Geländeaufnahme (Profile, Bohrungen) wie auch Boden- und Sedimentanalyse im Labor.
5. Reale natürliche Vegetation (Waldgemeinschaften)
- 6a. Vorwiegende Nutzung: Landwirtschaftliche Nutzflächen an den Gesamtflächen (Äcker, Wiesen, Wälder)
- 6b. Wassernutzflächen, wie auch Schotter-, Kies-, und Tongruben.

Arbeitskonzept:

1. Datensammlung durch Literatur, Geländearbeit und Laboruntersuchungen für die Testgebiete.
2. Komplexe Standortanalyse landschaftsökologischer Parameter auf 83 Boden- und Sedimentprofile.
3. Landschaftsökologische Gliederung der Testgebiete in Haupteinheiten (Ökotoptgruppe) und Untereinheiten (Ökotopen). Darstellung und Beschreibung der Eigenschaften von homogenen Einheiten, besonders der gegenwärtigen Prozesse.
4. Ausscheidung der dominanten Parameter für landschaftsökologische Gliederung.
5. Vergleich zwischen realer, natürlicher Vegetation und vorwiegender Nutzung und den Ökotopteneigenschaften.

Die Testgebiete in Nordostslowenien sind morphologisch dem subpanonischen Bereich wie auch den Alpenvorlandlandschaften zuzuordnen. Geologisch gesehen umfassen sie den Zeitraum von 225 Mio. Jahren bis heute, mit stratigraphisch belegbaren Schichten von Trias, Oligozän, Miozän, Pliozän, Pleistozän und Holozän. Die klimatischen Daten der mittleren Jahrestemperatur liegen zwischen 5.5° C und 9.5° C und die jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 806 mm bis 1202 mm, wobei mehr als 50 % der Niederschläge in den Monaten von April bis September fallen. Die Wasserbilanz zeigt in den westlichen Testgebieten ein Wasserüber-

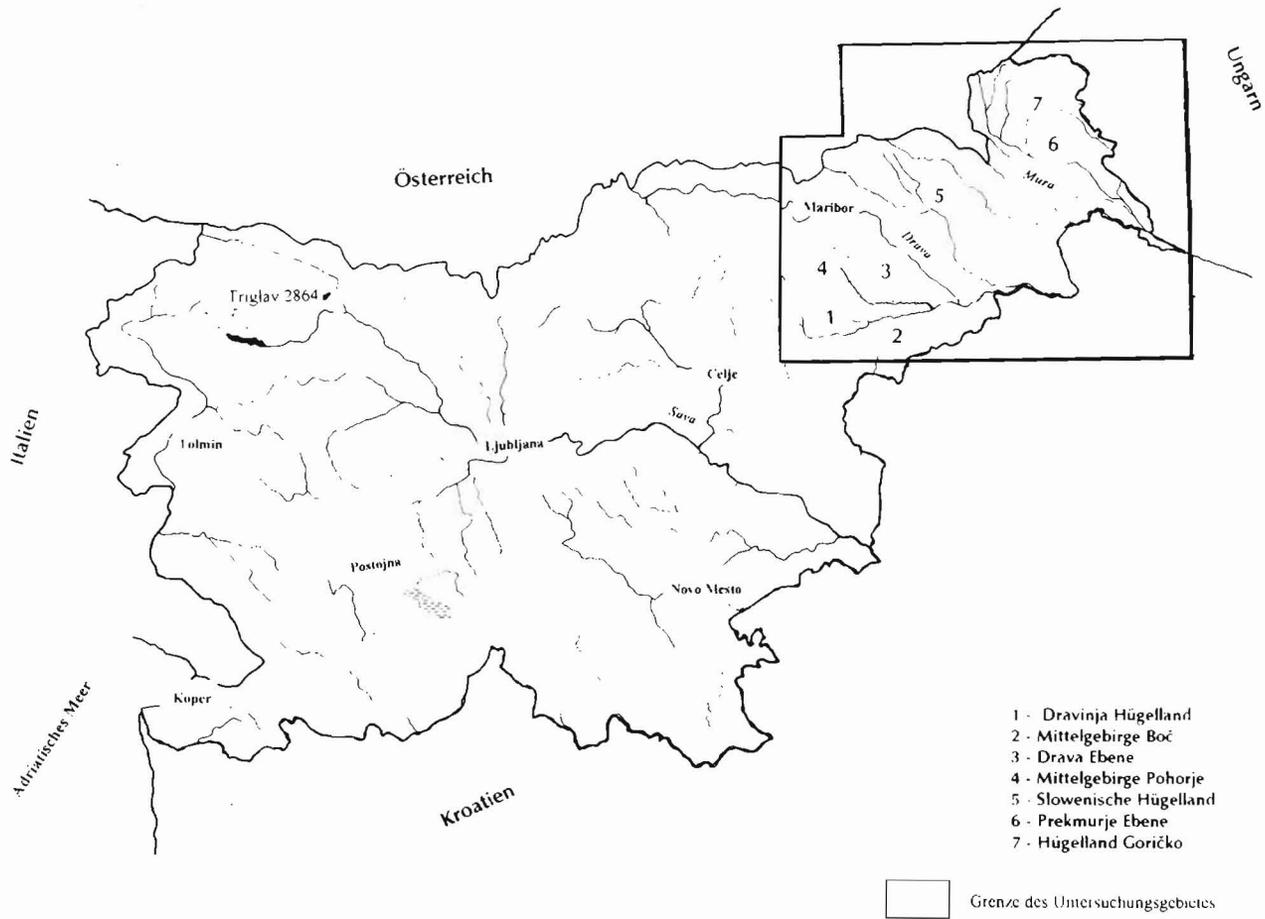


Bild 1. Lage der Testgebiete und Bodenprofile in Nordostslowenien im Vergleich zu ganz Slowenien.

schuß, im Vergleich dazu leiden die östlichen Gebiete unter einem Wasserdefizit. Pedologisch gesehen sind in den Testgebieten Landböden mit Bodentypen von Ranker, Rendzina, Braunerde, vergleyte Braunerde, Pseudogley - Braunerde und Pseudogley, wie auch brauner Auboden und Gley, daß heißt Böden, die vom Grundwasser beeinflusst sind, vertreten. (Vergleich Bild Nr. 1: Abgrenzung des Grtersuchungsgebietes).

2. Arbeitsmethoden in der Landschaftsökologie

2.1. Angewandte landschaftsökologische Gliederung

Die Untersuchung der lokalen Grundeinheiten wird durch die Gliederung der Testgebiete in homogene Einheiten durchgeführt. Die topographische Dimension ist die Größenordnung der elementaren Grundeinheiten der Landschaft (Relief), welche sich auf Grund ihrer definierbar einheitlichen Eigenschaften von Lithologie, Klima, Wasserhaushalt, Boden und Vegetation (Nutzung) eindeutig beschreiben lassen. Landschaftseinheiten dieser Größenordnung weisen eine für die quantitative und qualitative Untersuchung des Landschaftshaushaltes "ausreichende Homogenität" auf (HEEB, J. 1991). Die Grundlage für die Landschaftsgliederung stellen Karten der Lithologie, Bodenformen, aktuelle natürliche Vegetation und Nutzung im Maßstab 1:25000 dar, sowie auch die Labordaten der Boden- und Sedimentprobe.

Die komplexe Standortanalyse wurde durch vertikale Funktionszusammenhänge (Bodenwasser, Poren- und Substanzvolumen, Kationenumtauschkapazität, nutzbare Feldkapazität, Wasserdurchlässigkeit) und deren Einfluß auf die Vegetation und Nutzung zusammengestellt.

2.2. Parameter für angewandte landschaftsökologische Gliederung

Die Gliederung des Gesamtsystems in kleinere Einheiten ermöglicht die Differentialanalyse der Partialkomplexe. Die Partialkomplexe (landschaftsökologische Parameter) werden mit flächenhafter Kartierung und mit den Standorten räumlich untersucht (HEEB, J. 1991). Die komplexe Standortanalyse ermöglicht eine Gesamtbewertung des Landschaftshaushaltes und der Haushaltsbeziehungen in den Testgebieten.

a) Lithologie

Die lithologischen Karten zeigen im Hinblick auf ihre ökologische Wertigkeit die Eigenschaften und räumliche Verbreitung verschiedener litho-
 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

logischer Einheiten. Damit sind gleichzeitig die lithologischen Einheiten nach Wasserdurchlässigkeit, Karbonatgehalt, Bodenbildung und Mineralzusammensetzung begrenzt. Ober- und unterirdische Wasserzirkulation ist ebenso stark mit der Lithologie verbunden.

b) Relief

Die quantitativen Daten über die Seehöhe, Neigung und Exposition werden den topographischen Karten 1:25.000 entnommen. Die Reliefeigenschaften beeinflussen Klima, Wasserhaushalt, Boden, Vegetation und Nutzung. Das Relief als Parameter für eine landschaftsökologische Gliederung beeinflusst Landschaftsdifferenzierung durch Reliefformen (Entstehung, Eigenschaften und Alter), Hangneigung (Erosionsintensität) und durch Exposition (die Verwitterungsunterschiede zwischen warmen und kalten Lagen).

c) Klimatische Verhältnisse

Für Klimastationen des Untersuchungsgebietes werden folgende Daten im Zeitraum 1961-1990 berücksichtigt:

Temperatur

- mittlere Lufttemperatur °C (monatliche, jährliche und für die Vegetationsperiode)
- mittlere maximale Lufttemperatur °C (monatliche, jährliche und für die Vegetationsperiode)
- mittlere minimale Lufttemperatur °C (monatliche, jährliche und für die Vegetationsperiode)
- Anzahl der Tage mit der minimalen Lufttemperatur -10° C (Jahr)
- Anzahl der Tage mit der maximalen Lufttemperatur $+30^{\circ}$ C (Jahr)

Niederschläge

- Niederschlagshöhe in mm (monatliche, jährliche und für die Vegetationsperiode)
 - Anzahl der Tage mit der Niederschlagsmenge mehr als 200 mm (Jahr)
 - Anzahl der Tage mit Nebel (Jahr)
- und mittlere relative Luftfeuchtigkeit in Prozent (monatlich - jährlich).

Die absolute Seehöhe für neun Klimastationen in Nordost Slowenien beträgt 178m bis 358m, relative Seehöhe erreicht also 76m.

d) Evapotranspiration und Wasserbilanz (Klimaklassifikation nach C.W. Thornthwalte)

Durch das Verhältnis von Verdunstungskraft und Niederschlag wird bestimmt, ob das Klima als trocken oder als feucht zu bezeichnen ist. Als ein wesentlicher Faktor wird die potentielle Evapotranspiration angesehen, die mit Hilfe der Temperatur und dem Niederschlag bestimmt wird. Zur Ermittlung der

Wasserbilanz eines Gebietes wird die korrigierte potentielle Evapotranspiration zur Niederschlagssumme in Beziehung gesetzt. Damit können Perioden mit Wasserüberschuß oder mit Wasserdefizit festgestellt werden.

Die Klimaklassifikation nach C.W.Thornthwaite liefert eine Buchstabenkombination, die auf folgenden Elementen beruht:

- Bodenfeuchteindex
- Jahreszeitlicher Wechsel der wirksamen Bodenfeuchtigkeit
- Wärmeindex
- Wärmeindex in den Sommermonaten

Wasserverhältnisse im Boden wurden mit den Wasserbilanzdiagrammen für die Testgebiete gezeigt.

e) Boden (Als Hauptfaktor einer angewandten landschaftsökologischen Gliederung)

Als Grundlage sind die Bodenkarten 1:50.000 und die dazugehörigen Erläuterungen Sloweniens, wie auch Veröffentlichungen mit bodenkundlichen Informationen für die Testgebiete (Untersuchungsgebiete) verwendet worden. Da derartige Bodenkarten immer generalisiert sind, wurden zusätzlich noch 83 Bodenprofile aufgenommen und nach den Kriterien der österreichischen Bodenkartierung im Maßstab 1:25.000 der Bundesanstalt für die Bodenkartierung und Bodenwirtschaft in Wien interpretiert.

In Nordost - Slowenien, besonders im Untersuchungsgebiet, kommen folgende Bodentypen vor:

Landböden: Rendzina A-C, Ranker A-C, Felsbraunerde A-Bv-C, Lockersediment Braunerde A-Bv-C, vergleyte Braunerde A-Bt-C, Pseudogley - Braunerde A-Bv-C.

Böden im Grundwasserbereich: grauer und brauner Auboden A-M-C, Gley A-Go-Gr und Nassgley A-Gr.

Atypische Böden: Anthropogene Böden wie Rigosole und Gleyamelioration.

f) Vegetation - reale natürliche Vegetation

In Slowenien sind nur wenige Gebiete mit realer natürlicher Vegetation bedeckt. Häufiger sind diese Flächen von anthropogen beeinflusster Vegetation unterbrochen, wie z.B. große Ackerflächen zwischen Wäldern und Wiesen. Alle diese Flächen sind wirtschaftlich genutzt. Die Verbreitung der Wälder ist in den Vegetationskarten Sloweniens im Maßstab 1:25000 zusammengefaßt.

- Vorwiegende Nutzung

Die Kategorien der vorwiegenden Nutzung, die Flächen und ihr Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche werden aus den Luftaufnahmen im Maßstab 1:17500 abgelesen. Es werden folgende Nutzungskategorien beachtet:

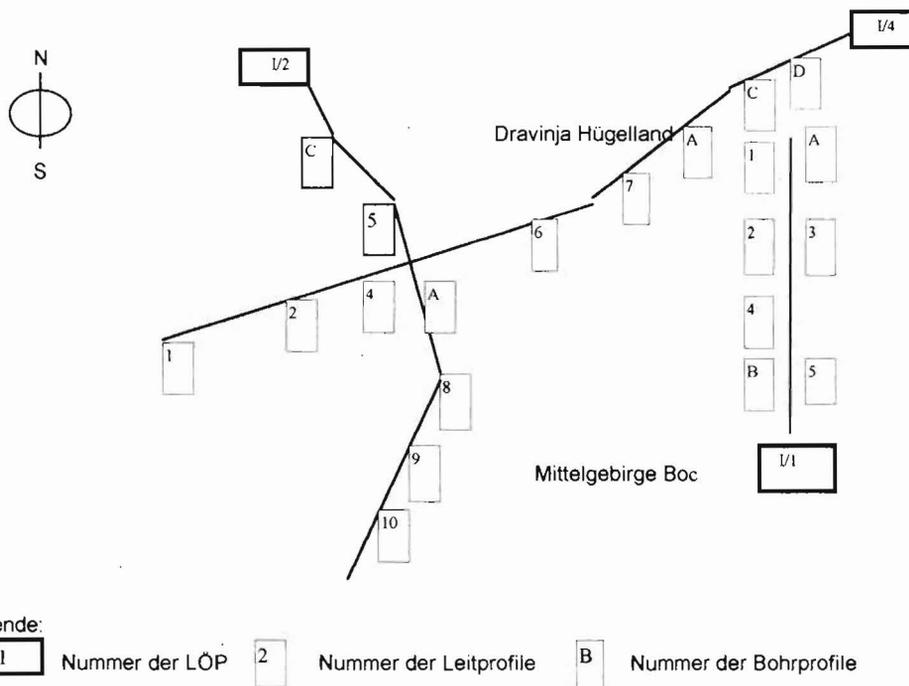
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

- Äcker (mit und ohne meliorationstechnischen Maßnahmen)
- Wiesen
- Wein- und Obstbau
- Wälder (Waldgemeinschaften)
- andere Nutzung (Wasserflächen, Steinbruch, Kies- und Schottergrube).

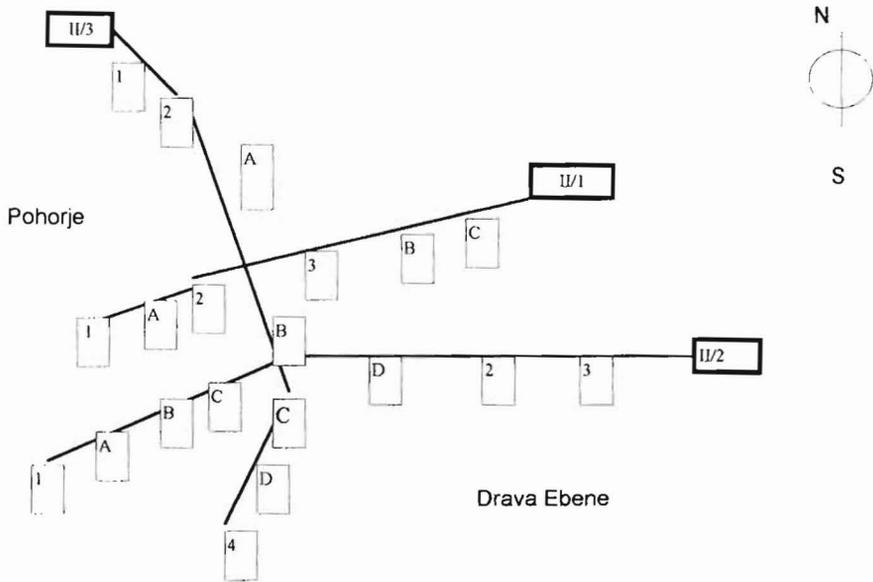
3. Geländeaufnahme

3.1. Lage der Bodenprofile und Entnahme von Boden- und Sedimentproben:

Die Entnahme der Boden- und Sedimentproben erfolgte mittels Drehbohrer und Profilgruben. Während der Drehbohrer nur die Entnahme von gestörten Boden- und Sedimentproben erlaubt, bleiben bei den Profilgruben (Leitprofile) die Lagerungsverhältnisse der Schichten erhalten (ungestörte Boden- und Sedimentproben). Ein weiterer Vorteil der Profilgrube ist die Möglichkeit Horizonte abzugrenzen (Bodentypen) und je nach Horizont gestörte oder ungestörte Boden- und Sedimentproben zu entnehmen.



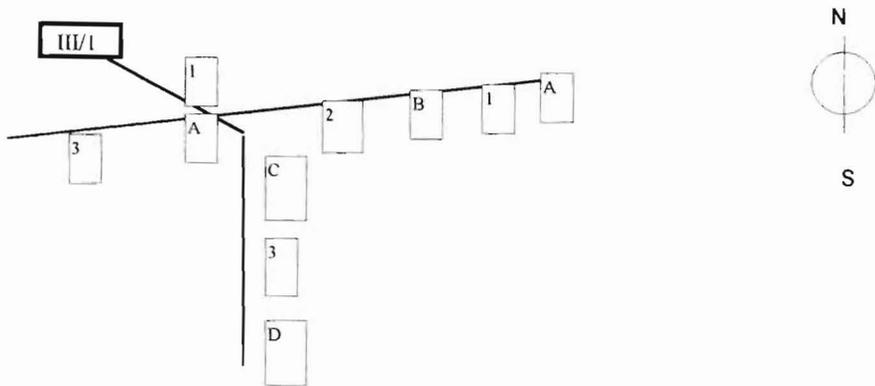
Schema 1. Dravinja Hügelland und Mittelgebirge Boc.



Legende:

- II/1 Nummer der LÖP 2 Nummer der Leitprofile B Nummer der Bohrprofile

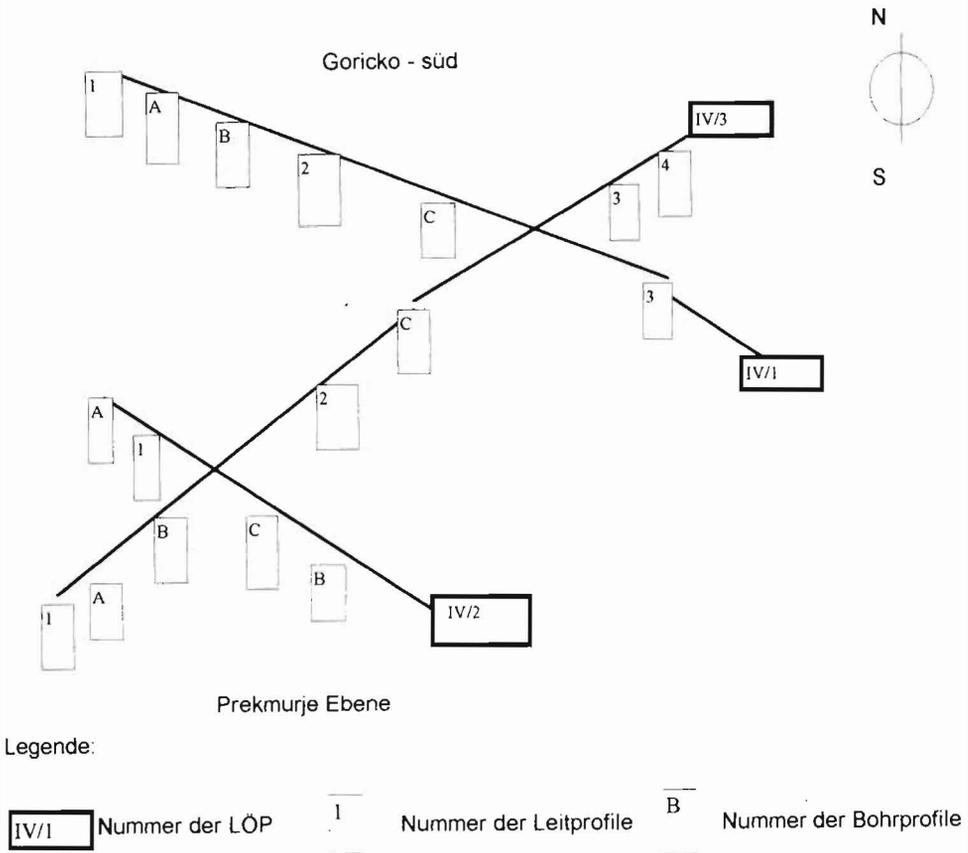
Schema 2. Drava Ebene und Mittelgebirge Pohorje - ost.



Legende:

- III/1 Nummer der LÖP 2 Nummer der Leitprofile B Nummer der Bohrprofile

Schema 3. Slowenisches Hügelland - west.



Schema 4. Prekmurje Ebene und Hügelland Goricko - süd.

Die schematische Darstellungen 1, 2, 3, 4 zeigen die **Lage der Profillinie** (Bohr - und Leitprofile) für die sieben Testgebiete (Untersuchungsgebiet, Vergleich Bild 1) in Nordost - Slowenien.

4. Laborarbeit (Physikalische und chemische Boden- und Sedimentanalysen):

Es werden folgende Bodeneigenschaften betrachtet: Bodenfarbe, Korngrößenverteilung, Kalkgehalt, Reindichte, Rohdichte (Wassergehalt in Masse- und Volumsprozente der ungestörten Boden- und Sedimentproben, wie auch Feucht- und Trockenrohddichte) Substanzvolumen, Porenvolumen,

Luftvolumen, maximale Wasserkapazität, Durchlässigkeit, pH-Wert, organische Substanz und Sorptionseigenschaften.

Bodenfarbe: Die Farbbestimmung ist ein wichtiges Charakteristikum für die Klassifikation oder Zusammensetzung des Bodens und läßt Rückschlüsse auf Bodeneigenschaften und Prozesse der Bodenentwicklung zu. Die Farbbestimmung im Labor wird mit der Farbtafel von **Munsell** (Soil Color Chart) mit atro-getrockneter oder bis zur maximalen Wasserkapazität befeuchteter Bodenprobe durchgeführt.

Korngrößenverteilung: Die Anteile von Sand, Ton und Schluff sind für die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens sehr entscheidend. Je mehr eine dieser Fraktionen in den Vordergrund tritt, desto mehr bestimmt diese die Bodeneigenschaften. Nach der Korngrößenklassifikation der Bodenkartierung (Bundesanstalt für Bodenkultur, 1965) gliedern sich die Korngrößenfraktionen wie folgt:

Sandfraktionen (S): Grobsand (2-0.2 mm) und Feinsand (0.2 - 0.02 mm)

Schlufffraktionen (Z): Schluff (0.02 - 0.002 mm)

Tonfraktionen (T): Ton (< 0.002 mm)

Aus der Korngrößenzusammensetzung wird durch den Anteil von Sand, Schluff und Ton die **Boden- oder Sedimentart** festgelegt. Dies ist mittels der Korngrößenanalyse, eine Kombination aus Siebanalyse und Pipettenmethode nach Köhn oder Kubiena, möglich.

Rohdichte: (Gesamtdichte) ist das Verhältnis von Bodenmasse zum Gesamtvolumen (einschließlich der mit Luft und Wasser gefüllten Hohlräume) in g/cm^3 . In der Feuchtrohdichte ist das bei der Probennahme vorhandene Bodenwasser mitenthalten. Zur Bestimmung der Trockenroh-dichte wird es jedoch durch Trocknung bei 105°C entfernt. So kann man den Wassergehalt des ungestörten Bodens entweder in Masseprozenten oder in Volumsprozents bestimmen.

Reindichte: (Substanzdichte) ist das Verhältnis Trockenmasse zu Substanzvolumen (ohne Hohlräume) in g/cm^3 .

Porenvolumen und Luftgehalt: Der prozentuelle Anteil des mit Wasser und Luft gefüllten Hohlräume des Bodens wird als Porenvolumen bezeichnet, und gilt als Maß für die Bodenstruktur (Verdichtungserscheinungen). Das Verhältnis zwischen Wassergehalt und Luftgehalt weist auf die Durchlüftung und die Wasserbeweglichkeit im Boden hin, was große Bedeutung für das Wachstum der Pflanzen hat.

Maximale Wasserkapazität: Die maximale Wasserkapazität steht im sehr engen Zusammenhang mit der Korngrößenverteilung und die Bodenstruktur (Bodengefüge) stellt diejenige Wassermenge dar, die ein Boden bis zur Sättigung aufnehmen und gegen die Schwerkraft halten kann. Sie wird im Stechzylinder 100 ml in Massen- oder Volumsprozentsen gemessen.

Wasserdurchlässigkeit: Ist die Wassermenge, die durch einen Bodenquerschnitt von $F = 1\text{cm}$ (Fläche) bei einem Gefälle von $l = 1\text{sek.}$ fließt. Die Analyse wird in einem Stechzylinder 100cm mit einem Bodenquerschnitt von 25cm und einer Bodensäule von 4cm in cm/sek (Geschwindigkeit) oder ml/sek (Menge) durchgeführt. Die Durchlässigkeit ist eine gute Kennzeichnung des Bodens und hat in Hinblick auf meliorationstechnische Maßnahmen große Bedeutung.

Karbonatgehalt: Die Bedeutung des Calciums im Boden liegt weniger im Bereich als Pflanzennährstoff, vielmehr wirkt es als neutralisierender Faktor für Bodenzustand und Bodenentwicklung, um der Bodenversauerung und deren Begleiterscheinungen entgegenzuwirken. Wird im Labor mit der Apparatur nach Scheibler als Menge von CO_2 in ml bestimmt und in Menge CaO oder CaCO_3 umgerechnet.

pH - Wert: Gibt Auskunft über die Menge der vorhandenen H-Ionen, die für die Art der Bodenreaktion, basisch oder alkalisch, verantwortlich sind. Die Bedeutung des pH-Wertes liegt in seiner Aussagekraft über die Bodenbildung und vor allem über Nährstoffgehalt des Bodens.

Organische Substanz: Darunter versteht man alle im und auf dem Boden befindliche, abgestorbene pflanzliche und tierische Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte. Die organische Substanz beeinflusst die Bodenstabilität (Bodengefüge), verbessert Wasser und Luftgehalt und bestimmt mit dem pH-Wert die Sorptionsverhältnisse im Boden.

Sorptionsverhältnisse: Kennzeichnen die Fruchtbarkeitsverhältnisse eines Bodens. Der Sorptionskomplex (Austauschkapazität zwischen Bodenkolloiden und Feinwurzelraum im Boden) kann unterschiedlich mit Kationen belegt sein. Er erfaßt die basischen Kationen (S-Wert = Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) und Polymere (H-Wert = Al^{2+} , H^+) und wird als totale Kationenumtauschkapazität (KUK) bezeichnet. Anteil der basischen Kationen am KUK Wert wird als V-Wert bezeichnet.

5. Hydrologie

5.1. Methode für die Berechnung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation:

Im Rahmen dieser Arbeit wird versucht die Menge des ober- und unterirdischen Wasserabflusses auf den verschiedenen lithologischen Einheiten festzustellen. Die Menge und Verteilung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation ist von den Beziehungen zwischen klimatischen Elementen wie z.B. den mittleren monatlichen Werten von Niederschlag und Temperatur und den lithologischen Einheiten (im Hinblick ihrer ökologischen Wertigkeit) des Untersuchungsgebietes abhängig. Für die rechnerische Erfassung der jährlichen Wasserzirkulation eines Gebietes (ohne Berücksichtigung des Faktors Boden) ist folgende Wasserhaushaltsgleichung zu berechnen:

$$Q = NS - E - R$$

Q = Gesamtmenge des infiltrierten Wassers in ml

NS = Jährliche Niederschlagsmenge in mm oder %

E = Jährliches Evapotranspirationspotential in mm oder %

R = Oberirdischer Abfluß in ml

Die Gesamtmenge des infiltrierten Wassers (Q) ist von dem Niederschlagskoeffizienten (N), der Fläche der einzelnen lithologischen Einheiten (F), wie auch von der Drainage bzw. dem Infiltrationskoeffizienten (L) jeder verschiedenen lithologischen Einheit abhängig.

- Die Fläche jeder lithologischer Einheit - im Hinblick auf ihre ökologische Wertigkeit- (F in ml)
- Der Niederschlagskoeffizient (N) ist die jährliche Niederschlagsmenge in mm oder %
- Niederschlagsfracht (NF) oder jährliches Niederschlagsvolumen erreicht man durch Multiplikation des Niederschlagskoeffizienten (N) mit der Fläche (F) der verschiedenen lithologischen Einheiten
- Infiltrationskoeffizient: jede lithologische Einheit hat einen eigenen empirischen Infiltrationskoeffizienten. Die höchste Drainage haben karbonathaltige Gesteine, wie Kalk und Dolomit (Verkarstungsprozeß) und Lockersedimente wie Schotter, Kies und Sandschichten. Die niedrigsten Werte zeigen kristalline und metamorphe Gesteine, Flysch, Sandstein und Mergelschichten mit hoher Diagenese (Verfestigungsgrad) usw.

Somit ist mit der Formel

$$Q = N^* \cdot F^* \cdot L$$

die Gesamtmenge des infiltrierten Wassers auf die verschiedenen lithologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes (unterirdische Wasserzirkulation in ml) oder und in Prozenten des Gesamtniederschlagsvolumen zu berechnen.

Aus der Differenz zwischen der Verteilung des Niederschlagsvolumen (in ml) und der Menge des infiltrierten Wassers (in ml) auf das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt sich die Menge (in ml) der an der Oberfläche fließenden bzw. verdunsteten (produktive- und unproduktive Verdunstung) Wassermenge. (Ober- und unterirdische Wasserzirkulation).

Von dieser oberirdischen Wassermenge verdunstet ein Teil - Evapotranspiration (Evaporation von Wasserflächen und Transpiration der Pflanzen) und ein Teil fließt bei den Gewässern oberirdisch ab.

Nach C.W. THORNTHWAITE (1955) ist die potentielle Evapotranspiration (produktive- und unproduktive Verdunstung) für Untersuchungsgebiete im Maßstab 1:50.000 - 1:25.000 wie folgt zu berechnen:

- Empirischer Temperaturkoeffizient (I):
durch die Summe der 12 monatlichen Werte aus der Formel

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514} \quad t = \text{mittlere monatliche Lufttemperatur in } ^\circ\text{C}$$

- Mittlere monatliche potentielle Evapotranspiration aus der Formel:

$$t = \text{mittlere monatliche Lufttemperatur in } ^\circ\text{C}$$

$$e = 1,6 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a \quad I = \text{Empirischer Temperaturkoeffizient berechnet aus:}$$

$$\Sigma^{12} \approx i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,7 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

Mit diesem Rechengang wurde für das Untersuchungsgebiet die Verdunstung bzw. die potentielle Evapotranspiration (E) und anschließend der oberirdische Wasserabfluß (R) aus der Formel

$$Q = NS - E - R \quad \text{berechnet.}$$

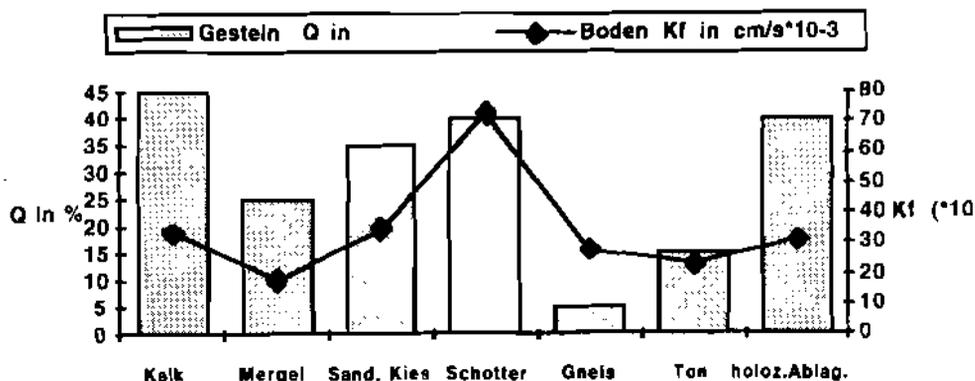
Tabelle 1. Beziehungen zwischen den klimatischen Faktoren und den lithologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes

Gebiet	Gestein	Q In %	R In %	E In %
Dravinja Hügelland	Sand, Mergel, Kies	32,2	40,3	27,5
Mittelgebirge Boc	Kalk, Dolomit	46,0	30,3	23,7
Drava Ebene	fluvioglaziall.Schotter	38,1	33,1	28,8
Mittelgebirge Pohorje	magmat.Gesteine	24,3	47,9	27,8
Slowenisches Hügelland	Mergel, holoz.Ablag.	33,3	36,3	30,4
Prekmurje Ebene	Schotter, Kies, Lehm	34,2	31,8	34,0
Hügelland Goricko	Quarzsand, Lehm	29,5	36,2	34,3

Zu dieser prozentuellen Verteilung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation unter Berücksichtigung der lithologischen Einheiten (in Hinblick ihrer ökologischen Wertigkeit) und den klimatischen Elementen, wie Niederschlag, Temperatur und potentielle Evapotranspiration ist noch die jahreszeitliche Verteilung der **Bodenfeuchtigkeit** des Untersuchungsgebietes zuzurechnen. Für die Berechnung des Bodenfeuchteindex sind alle landschaftsökologischen Parameter, die im Rahmen dieser Arbeit für die angewandte landschaftsökologische Gliederung des Untersuchungsgebietes verwendet worden sind, zu berücksichtigen. (Geländeaufnahme, Sediment- und Bodenprobenentnahme, Laboranalyse ect., s. Anhang)

Tabelle 2. Vergleichbare Daten von Drainage (Lithologie) und Durchlässigkeit (Boden) für das Untersuchungsgebiet

Gestein	Q In %	Boden	Kf In $\text{cm/s} \cdot 10^{-3}$
Kalk	45	Rendsina	3,4
Mergel	25	Pseudogley	1,8
Sand, Kies	35	Braunerde	3,5
Schotter	40	Ranker	7,3
Gneis	5	Braunerde	2,8
Ton	15	Gleyboden	2,3
holozäne Ablagerung	40	Auboden	3,1



5.2. Die landschaftsökologische Bedeutung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation für das Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß zwischen oberirdischer (**R**-) und unterirdischer (**Q**) Wasserzirkulation und morphologischen Prozessen eine enge Verknüpfung besteht. Wo die R-Werte hoch sind, (z.B. auf dem Mergel, Gneis), sind wegen Abtragungs- bzw. Erosionsprozessen unsteile und sanfte Reliefformen zu beobachten. Auf dem Karbonatgestein (Kalk, Dolomit) mit einem geringem Oberflächenwasserabfluß herrscht im Gegensatz dazu aber eine starke unterirdische Wasserzirkulation und es sind andere Formen zu beobachten (z.B. Karstformen). Das bedeutet, daß die Reliefenergie Formen schafft, die von der Verteilung der ober- und unterirdischen Wasserzirkulation abhängen.

Auch die Bodenbildung ist eng mit der Wasserzirkulation verbunden. Tiefgründige Böden können nur auf Gesteinen (Ausgangsmaterial C-Horizont) mit den hohen Q-Werten entstehen, weil die Verwitterungsprozesse (Bildung des Bv-Horizont) von der Drainage abhängig sind.

Vegetation und vorwiegende Nutzung sind weder vom Q-Wert des C-Horizonts und Kf-Wert der entsprechenden Bodenbildung abhängig, noch von Reliefenergie, Exposition, Seehöhe, Bodenart, wie auch von anthropogene Einflüssen z.B. ökonomisch-wirtschaftlichen Interessen abhängig.

6. Landschaftsökologische Gliederung

6.1. Ökotypen, bzw. Standorteinheitengliederung

Die sieben Testgebiete in Nordostslowenien (Untersuchungsgebiet s. Bild 1) sind durch die analytische Betrachtung aller landschaftsökologischer

Parameter, die im Rahmen dieser Arbeit aus Geländeaufnahme und Laboranalyse resultieren, folgend gegliedert:

- **Landschaftsökologische Einheiten (LÖE)**
sind als "**Haupteinheiten**" zu betrachten und nach Parametern wie Lithologie, Bodentyp und Wasserverhältnisse gegliedert
- **Ökotopgruppen**
sind die "**Untereinheiten**" einer Landschaftsgliederung, gegliedert nach Parametern wie Lithologie, Bodentyp, Wasserverhältnisse, Relief (Seehöhe, Neigung, Exposition)
- **Ökotope**
sind "**Standorteinheiten**" des Untersuchungsgebietes, d.h. die kleinste Fläche, die man in einem dreidimensionalen System (Lithosphäre, Pedosphäre, Atmosphäre) durch physiogeographische Kriterien abgrenzen kann. Diese haben als Basis für ihre Gliederung die gleichen Parameter wie die landschaftsökologischen Einheiten und wie die Ökotopgruppen. Weiters ist dazu noch die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (wie reale natürliche Vegetation und vorwiegende Nutzung) zu berücksichtigen (Lithologie, Bodentyp, Wasserverhältnisse, Relief, Vegetation und Nutzung).

Tabelle 3. Ökotypen und Standorteinheitengliederung des Untersuchungsgebietes

Testgebiete	landschaftsökologische Einheiten	Ökotopgruppe	Ökotope
Dravinja Hügelland	4	11	33
Mittelgebirga Boc	2	3	14
Drava - Ebene	2	9	29
Pohorje - Ost	2	4	10
Slowenisches Hügelland	5	9	24
Prekmurje - Ebene	2	8	30
Hügelland Goricko - Süd	1	2	5
Zusammen	18	46	145

Landschaftsökologische Einheiten (LÖE) für das gesamte Untersuchungsgebiet (Haupteinheiten)

LÖE A = entlang fließendes Wassers, auf den kies-sandlehmgigen Anschwemmungen, mit den Rezentakkumulationen, mit dem hohen Grundwasserspiegel und mit der hohen Wasserdurchlässigkeit. Im Sommer sind kurze Wasserdefizit Perioden möglich, semihumide bis humide Klima.

Bodentyp: Brauner Auboden

Nutzung: Acker, Wiese

LÖE B = in Tal- und Ebenbereichen auf den schluffigen und schlufftonigen Ablagerungen. Schlechte Wasserdurchlässigkeit, Oxidation und Reduktionsprozesse in der Tiefe unter 20 bis 40 cm. Im Sommer sind kurze Wasserdefizit Perioden möglich, semihumide bis humide Klima.

Bodentypen: Gley, Pseudogley, Gley mit Drainage (meliorationstechnische Maßnahme)

Nutzung: Acker, Wiese

LÖE C = Mergelhügelland, schlechte Wasserdurchlässigkeit, starke fluviale Denudation und merkliche Unterschiede in Reliefenergie (Seehöhe 250 bis 450m, Neigung*5 - 25°). Humide Klima mit dem niedrigen Wasserdefizit im Sommer.

Bodentypen: vergleyte Braunerde und Braunerde in den Tiefgebieten und Rendzina, Braunerde auf den steilen Böschungen.

Nutzung: Wiese/Acker (südexpositionen)

Wald (nordexposition)

LÖE D = Mergelhügelland aus den verschiedenen plio-pleistozänen kalkfreien Sedimenten (Ton, Lehm, Sand). Starke Denudation und leichte ansteigende Böschungen, Seehöhe bis 330m. Humides Klima mit Wasserüberschuß.

Bodentypen: Hangpseudogley, vergleyte Braunerde (Flußböschungen), Braunerde

Nutzung: gemischte Wald/Wiese/Acker Nutzung

LÖE E = Mittelgebirge und Hügelland aus Kalk und Dolomit. Ungefähr 50% des Wassers fließt unterirdisch ab, deshalb sind Denudation und steile Böschungen gering. Seehöhe erreicht 978m und die Neigung über 30°. Humide Klima mit dem Wasserüberschuß.

Bodentypen: Rendzina und Terra fusca

Nutzung: Wald

LÖE F = magmatische und metamorphe Gesteine (Gneis), toniger Schiefer. Reliefformen sind breite Hangböschungen wegen der schnellen Verwitterung und starken Denudation. Humide Klima mit Wasserüberschuß.

Bodentypen: saure Braunerde und Ranker

Nutzung: Wald/Wiese

6.2. Karten der landschaftsökologischen Einheiten Nordostsloweniens¹

Die Karten "Landschaftsökologische Einheiten Nordostsloweniens" haben als Grundlage folgende topographische Karten 1:25.000 Sloweniens:

- Dravinja Hügelland: TK 015/1/3 Poljane 1:25.000
- Mittelgebirge Boc: TK 015/1/3 Poljane 1:25.000
- Drava Ebene: TK 015/1/2 Pragersko 1:25.000
- Pohorje -Ost: TK 015/1/2 Pragersko 1:25.000
- Slowenisches Hügelland - Westteil: TK 005/4/3 Lenart 1:25.000
- Prekmurje Ebene: TK 006/3/2 Murska Sobota 1:25.000
- Hügelland Goricko - Süd: TK 006/3/2 Murska Sobota 1:25.000

6.3. Diskussion der Ergebnisse

- In Tal - und Flachgebieten sind die LE nur zum Teil von den natürlichen Gegebenheiten abhängig. Böden im Grundwasserbereich wurden durch Hydromeliorationen vollständig verändert. Statt nassen Wiesen und Wäldern herrschen Ackerflächen vor.
- Im Hügelland und im Mittelgebirge spielen Lithologie und Relief eine wichtige Rolle für LOE - Gliederung. Die Bodenentwicklung hängt von Reliefeigenschaften ab und die Bodentypen beeinflussen stark die Nutzung und Vegetation. Somit haben die natürlichen Gegebenheiten im Hügelland eine wesentliche Rolle für die landschaftsökologische Gliederung.
- Für das gesamte Untersuchungsgebiet:
 - ober und unterirdische Wasserzirkulation: Intensität der morphologischen Prozesse und Formen, Gleyerscheinungen

1. Die Okotopenkarte 1: 25.000 und ihre Legende mit den landschaftsökologischen Einheiten (LOE), Okotopgruppen (OG) sowie Okotopen (O) findet sich in: VOVK, A., 1995, Pokrajinsko ekoloske enote severovzhodne Slovenije. Doktorska disertacija, Filozofska fakulteta, Ljubljana.

- Klimaverhältnisse (Niederschläge nehmen von west nach ost ab, Wasserdefizit tritt nur in subpanonnischem Teil auf).
- nutzbare Feldkapazität spielt wichtige Rolle nur in Trockengebieten: mächtige schluffige und tonige Böden speichern mehr Wasser als sandige Böden.
- Bewaldung: Wald verbreitet sich auf den wirtschaftlich uninteressanten Flächen, meist sind dort schlechte Boden- bzw. Standortbedingungen.
- Durch anthropogene Eingriffe (Siedlungsflächen, Kies - Schottergrube, Steinbrüche) sind die natürlichen Eigenschaften der Ökotope verändert worden.

Anhang

Darstellung und berechnung der parameter in den testgebiete in nordost slowenien

Dravinja hügeland

Kartenblatt: TK Poljane 1:25000 015/1/3

Lage: Gemeinde Slovenska Bistrica

Gebietsfläche: 85 km²

Höchster Punkt: 358m Sv. Jernej

Tiefster Punkt: 252m Loznica Tal

Lithologie: Sedimente aus Plio-Pleistozän, Mergel, Ablagerungen aus Holozän

Urterirdischer Abfluß Q - 32.2%

Oberirdischer Abfluß R - 40.3%

Verdunstung E - 27.5%

Relief:	Seehöhe m (%):	Neigung ° (%):	Exposition (%):
	252-264 (14%)	0-2 (21%)	N (13%)
	264-293 (39%)	2-5 (24%)	E (42%)
	293-322 (37%)	5-10 (35%)	S (11%)
	322-351 (9%)	10-20 (17%)	W (34%)
	> 351 (1%)	> 20 (3%)	

Klima: Mittlerer J-Niederschlag: 1076 mm

Mittlerer J-Temperatur: 9.5° C

Niederschlagsmenge in Vegetationsperiode: 654 mm

Mittlere Temperatur in Vegetationsperiode: 15.5° C

Wasserbilanz: Differenz: J-NS-PE_{kor}: 406.6 mm
 Wasserüberschuß: 354.5 mm
 Wasserdefizit: 0
 Bodenfeuchteindex: 63.3
 Klimatyp: B₁rB₁b₃

Wichtigste Bodenformen: Grauer Auboden A-M-C, vergleyte Auboden A-M-C-Go, Gley A-Go-Gr, Pseudogley A-Sw-Sd, Braunerde A-Bv-C

Vegetation: Pseudostellario-Quercetum roboris, Carici elongatae-Alnetum glutinosae, Homogyne sylvestris- Fagetum, Querco roboris-Carpinetum, Vaccinio myrtilli-Pinetum

Nutzung: Acker 4.4%, Acker/Wiesen 7.1%, Wiesen 18.8%, Weinbau 1.2%, Wlder 65%, Siedlungsflächen 3.5%

Mittelgebirge BOC

Kartenblatt: Poljane TK 1.25000 015/1/3

Lage: Gemeinde Slovenska Bistrica, Slovenske Konjice

Gebietsfläche: 13.4 km²

Höchster Punkt: 987 m Gipfel Boc

Tiefster Punkt: 388 m Bela Tal

Lithologie: Dolomit, Kalk, Tonschiefer
 Urterirdischer Abfluß Q: 46%
 Oberirdischer Abfluß R: 30.3%
 Verdunstung E: 23.7%

Relief:	Seehöhe m (%):	Neigung ° (%):	Exposition (%):
	388-434 (12%)	0-2 (0%)	N (13%)
	434-500 (35%)	2-5 (3%)	E (32%)
	500-696 (31%)	5-10 (7%)	S (14%)
	696-832 (17%)	10-20 (33%)	W (41%)
	832-978 (5%)	> 20 (57%)	

Klima: Mittlerer J-Niederschlag: 1202 mm
 Mittlerer J-Temperatur: 5.5°C
 Niederschlagsmenge in Vegetationsperiode: 721 mm
 Mittlere Temperatur in Vegetationsperiode: 11.6° C

Wasserbilanz: Differenz: J-NS-PE_{kor}: 392.4 mm
 Wasserüberschuß: 330.8 mm
 Wasserdefizit: 0
 Bodenfeuchteindex: 49.89
 Klimatyp: B_{2r}B_{1b3}

Wichtigste Bodenformen: Pseudogley-Braunerde A-Bv/Sw-Sd, Braunerde A-Bv-C, Ranker A-C

Vegetation: Luzulo albidae-Carpinetum, Castaneo Fagetum Sylvaticae, Quercu-roboris-Carpinetum, Carici elongatae-Alnetum glutinosae, Vaccinio myrtilli-Pinetum, var.geogr. Castaneo sativa

Nutzung: Wiesen 11.6%, Acker/Wiesen 10.2%, Weinbau 7.2%, Wälder 59.4%, Siedlungsflächen 11.6%

Slowenische Hügelland - Westteil

Kartenblatt: Lenart TK 1:25000

Lage: Gemeinde Lenart

Gebietsfläche: 128.3 km²

Höchster Punkt: 407m - bei dem Ort Korena

Tiefster Punkt: 232m - Pesnica Tal

Lithologie: Mergel, Kalk, Sand und Kies, sandige Ton, Deluvij und holozäne Ablagerungen

Urterirdischer Abfluß Q: 33.3%

Oberirdischer Abfluß R: 36.4%

Verdunstung E: 30.3%

Relief:	Seehöhe m (%):	Neigung ° (%):	Exposition (%):
	232-267 (38%)	0-2 (14%)	N (14%)
	267-302 (36%)	2-5 (25%)	E (43%)
	302-337 (19%)	5-10 (39%)	S (12%)
	337-372 (6%)	10-15 (18%)	W (31%)
	372-407 (1%)	15-20 (4%)	

Klima: Mittlerer J-Niederschlag -Jahr: 940mm

Mittlerer J-Temperatur: 9.5°C

Niederschlagsmenge in Vegetationsperiode: 586mm

Mittlere Temperatur in Vegetationsperiode: 15.8°C

Wasserbilanz: Differenz: J-NS-PE_{kor}: 250.8 mm
 Wasserüberschuß: 187.8 mm
 Wasserdefizit: 52.34 mm
 Bodenfeuchteindex: 20.49
 Klimatyp: B₁B₂b₃

Wichtigste Bodanformen: Grauer Auboden A-C, Gley A-Go-Gr, Pseudogley-Braunerde A-Bv/Sw-Sd, Braunerde A-Bv-C, Oxy-Gley A-Go

Vegetation: Castaneo-Fagetum Sylvaticae, Luzulo albidiae-Carpinetum

Nutzung: Äcker (mit Melioration) 7.1%, Acker (ohne Melioration) 2.6%, Äcker/Wiesen 40.0%, Wiesen 20.3%, Weinbau 2%, Wälder 23%, Siedlungsflächen 5%

Prekmurje ebene

Kartenblatt: Murska Sobota TK 1:25000 006/3/2

Lage: Gemeinde Murska Sobota

Gebietsfläche: 91 km²

Höchster Punkt: 355m bei dem Ort Polana

Tiefster Punkt: 179m bei dem Ort Moravci

Lithologie: Kies und Sand, Lehm und Ton, Lehm mit den Quarzsand
 Urterirdischer Abfluß Q: 34.2%
 Oberirdischer Abfluß R: 31.8%
 Verdunstung E: 34%

Relief:	Seehöhe m (%):	Neigung ° (%):	Exposition (%):
	179-198 (76%)	0-1 (86%)	N (37%)
	198-217 (16%)	1-2 (6%)	E (29%)
	217-263 (7%)	2-3 (4%)	S (14%)
	263-355 (1%)	3-4 (1%)	W (20%)
		> 4 (3%)	

Klima: Mittlerer J-Niederschlag -Jahr: 817mm

Mittlerer J-Temperatur: 9.2°C

Niederschlagsmenge in Vegetationsperiode: 516mm

Mittlere Temperatur in Vegetationsperiode: 15.7°C

Wasserbilanz: Differenz: J-NS-PE_{korrr}: 105.4mm
 Wasserüberschuß: 34.3mm
 Wasserdefizit: 35.2mm
 Bodenfeuchteindex: 0
 Klimatyp: C₂rB₁b₃

Wichtigste Bodenformen: Braunerde A-Bv-C, Auboden A-M-C, Ranker A-C, Gley A-Go-Gr, Pseudogley A-Sw-Sd

Vegetation: Luzulo albidiae-Carpinetum, Querco roboris-Carpinetum, Carici elongatae-Alnetum glutinosae

Nutzung: Acker (mit melioration) 23.5%, Acker (ohne melioration) 34.8%, Wiesenacker 11.9%, Wald/Wiese/Acker 2.1%, Wälder 14.9%, Siedlungsflächen 10.1%, andere Nutzung 2.7%

Hügelland Goricko - SUD

Kartenblatt: Murska Sobota TK 1:25000 006/3/2

Lage: Gemeinde Murska Sobota

Gebietsfläche: 30 km²

Höchster Punkt: 344m - Gipfel Komen

Tiefster Punkt: 207m - entlang Bach (Mackovski potok)

Lithologie: Lehm aus Pliozäne, Lehm mit den Quarzsand aus Pliozäne
 Urterirdischer Abfluß Q: 29.5%
 Oberirdischer Abfluß R: 36.2%
 Verdunstung E: 34.3%

Relief:	Seehöhe m (%):	Neigung ° (%):	Exposition (%):
	207-234 (25%)	0-2 (20%)	N (3%)
	234-261 (29%)	2-5 (24%)	E (39%)
	261-299 (30%)	5-10 (50%)	S (15%)
	299-315 (14%)	10-15 (6%)	W (43%)
	315-344 (2%)		

Klima: Mittlerer J-Niederschlag -Jahr: 806mm
 Mittlerer J-Temperatur: 9.3°C
 Niederschlagsmenge in Vegetationsperiode: 503mm
 Mittlere Temperatur in Vegetationsperiode: 15.6°C

Wasserbilanz: Differenz: J-NS-PE_{kor}: 156.4mm
 Wasserüberschuß: 82.0mm
 Wasserdefizit: 20.6mm
 Bodenfeuchteindex: 19.1
 Klimatyp: C, dB, b₃

Wichtigste Bodenformen: Pseudogley A-Sw-Sd, Braunerde A-Bv-C, Ranker A-C, Auboden A-C

Vegetation: Castaneo Fagetum Sylvaticae, Luzulo albidae - Carpinetum, Galio rotundifolli.Pinetum

Nutzung: Äcker/Wiesen 26.7%, Weinbauen 1.7%, Wiesen 4.2%, Wälder 67.5%

Literaturliste

- GAMS, I., (1979). K pokrajinsko ekoloski razclenitvi Mariborske regije. 11. zborovanje slovenskih geografov, Mariborsko Podravje, Geografsko drustvo Maribor, 37-51.
- GRUBNER, E., (1990). Landwirtschaftliche Gliederung und landschaftsökologische Parameter sowie deren Bewertung unter besonderer Berücksichtigung des Bodens. Diplomarbeit, Universität Wien.
- HEEB, J., (1991). Haushaltsbeziehungen in Landschaftsökosystem typischer Dimensionen in einer Elementarlandschaft des Schweizerischen Mittelandes, Steinhuserberg - Basel.
- HEIMRITZ, G., (1994). Studentführer Geographie. Braunschweig, Westermann (Das Geographische Seminar), 294.
- LOVRENČAK, F., M., Bat, (1989). Zveze med pokrajnotvornimi elementi in dolocanje pokrajinsko ekoloskih enot, Ljubljana.
- NAGL, H., (1990). Proseminar für Landschaftsökologie. Universität Wien, Institut für Geographie, Wien, 220.
- PLUT, D., (1980). Raziskovalne zasnove in delovne metode pokrajinske ekologije. Geografski vestnik 52, Raziskovalne metode, Ljubljana, 87-95.
- RICHLING, A., (1990). System of landscape classifications in Poland. Miscellae Geogr., Warsava, 5-15.
- VERGINIS, S., (1981). Beiträge zur physischen Geographie des Nord-Peloponnes (Griechenland). Habilitationsschrift an der Grund- und

Integrativwissenschaftlichen Fakultät der Univ. Wien. Bulletin de la Societe Geographique Hellenique, Bd- I, S 355, ersch. 1986 Athen.

VERGINIS, S., (1990). Mechanische und chemische Boden - und Sedimentanalyse. Laborpraxis I, II und III, Institut für Geographie der Universität Wien.

VERGINIS, S., (1992). Die geographische Bodenforschung und ihre praktische Bedeutung. Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, Heft 130/131.