

Karstdynamik

im Nationalpark Kalkalpen

Fachbereich Bodenkunde und Ökologie

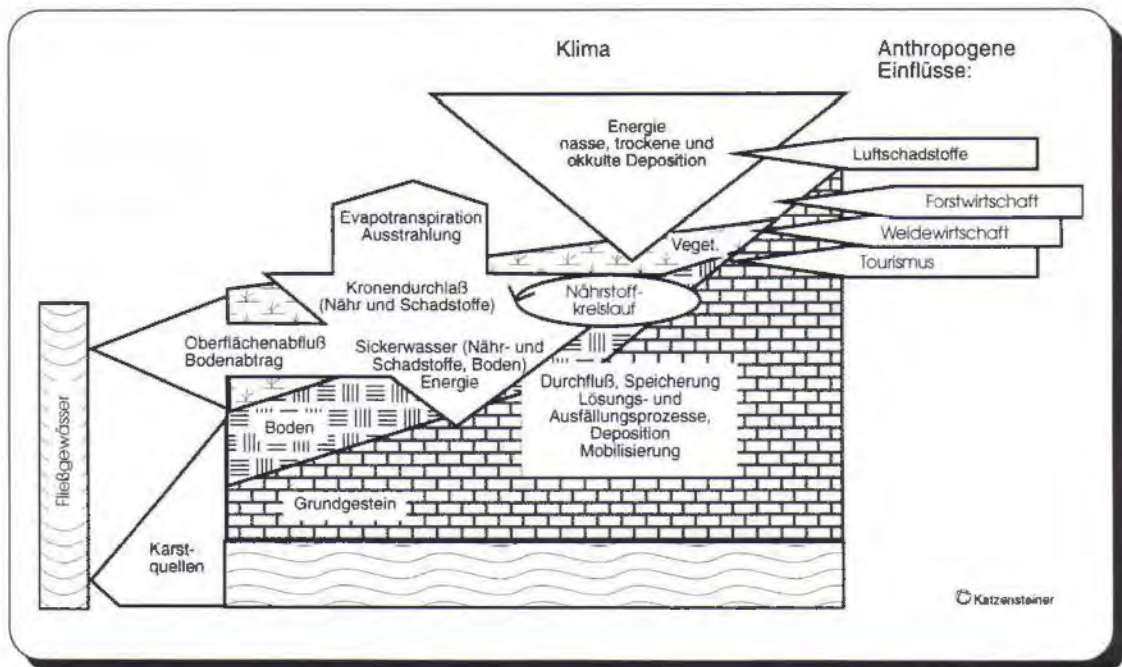
Klaus Katzensteiner
Gerhard Glatzel

Jahresberichte 1993

Projekt

KARSTDYNAMIK

im Nationalpark Kalkalpen



Fachbereich Bodenkunde und Ökologie

**Forschungskonzept im Auftrag des Verein Nationalpark Kalkalpen
AZ: 1603-03B/93**

**Klaus Katzensteiner und Gerhard Glatzel
Institut für Waldökologie
BOKU Wien**

INHALT

1. Problemstellung	1
2. Zielsetzungen der Karstforschung	2
3. Projektgrundlagen	4
3.1. Forschungsansatz	4
3.1. Naturräumliche Grundlagen	8
3.2. Projektablauf	13
3.2.1. Projektteil 1 (ab 1994): Einzugsgebietshydrologische Studie - Flächenauswahl	13
3.2.2. Projektteil 2 (ab 1994): Historische Landnutzung, Oberflächenverkarstung	16
3.2.3. Projektteil 3 (ab 1994): Pilotstudie 'Wasserhaushalt und -chemismus von Karbonatböden'	17
3.2.4. Projektteil 4 (ab 1995): Detailkartierung der Testeinzugsgebiete, Ausscheidung von Dauerbeobachtungsflächen, bodenkundliche Charakterisierung	18
3.2.5. Projektteil 5 (ab 1995 od. 1996): Wasserhaushalt und Nährstoff- dynamik von Ökosystemen auf Karst	20
3.2.6. Folgeprojekte:	22
3.3. Laborbetrieb	22
4. Literatur	24

1. Problemstellung

Der Nationalpark Kalkalpen ist ein, für weite Teile der nördlichen Kalkalpen repräsentatives Gebiet. Aufgrund des geologischen Aufbaus (v.a. Kalke und Hauptdolomit) ist die Verkarstung ein zentraler naturräumlicher Faktor (Haseke und Angerer, 1993).

Die hohe Niederschlagsintensität im Nordstau der Alpen bewirkt ein hohes Wasserpotential. Nach verschiedenen Schätzungen (Zötl, 1986; Herlicska und Graf, 1992) wird derzeit bereits bis zur Hälfte des Trinkwasserbedarfes in Österreich aus Karstwässern gedeckt. Dem Schutz dieser Wasservorkommen sowie der Untersuchung jener Faktoren, welche die Qualität der Karstwässer bestimmen, kommt daher eine hervorragende Bedeutung zu.

Ein dominierender Faktor für den gegenwärtigen Zustand von Ökosystemen auf Karst ist die historische Landnutzung. Die intensive Forstwirtschaft der Vergangenheit diente vor allem der Unterstützung von Protoindustrien und führte zu flächigen Veränderungen von Waldökosystemen (Altersstruktur, Baumartenzusammensetzung). Daneben bewirkte die, zum Teil den forstlichen Nutzungen folgende, Weidewirtschaft vor allem im Sengengebirge ausgeprägten Degradationen und Oberflächenverkarstungen (Bauer, 1952); eine Entwicklung, wie sie viele Ökosysteme in den nördlichen Kalkalpen genommen haben. Es ist bisher wenig bekannt, wie regenerationsfähig derartig degenerierte Ökosysteme sind.

Die derzeit im künftigen Nationalparkgebiet ausgeübte Forstwirtschaft beeinflusst Wasserspende und Wasserqualität. Ergebnisse über qualitative und quantitative Veränderungen von Karstwässern als Folge dieser Bewirtschaftung liegen bis dato kaum vor. Weiters ist nicht untersucht, wie sich ökosystemare Prozesse in der natürlichen Sukzession von Ökosystemen (z.B. Zerfallsphase) auf Verkarstung und Karstwasserqualität auswirken. Das laufende Projekt 'Bodenforschung im deutschen Alpenraum' (Beschreibung: Langenscheidt, 1994) behandelt vor allem Erosionsprozesse, die Untersuchungen der 'Forschungsinitiative gegen das Waldsterben' im Projekt 'Waldbewirtschaftungskonzepte Loisachtal' (Führer und Neuhuber, 1991) sollen Konzepte für Waldsanierungsmaßnahmen liefern.

Da in Nationalpark-Bewahrungszonen die Weidewirtschaft aufrechterhalten werden soll, wird der Faktor 'Weide' weiterhin die Verkarstungsdynamik und Wasserqualität beeinflussen. Zusätzlich ist mit einem verstärkten Wandertourismus in sensiblen Regionen zu rechnen, dessen Auswirkungen begleitend untersucht werden müssen.

Einen weiteren sowohl direkt als auch über die Veränderung von ökosystemaren Prozessen auf Wasserqualität wirksamen Faktor stellt der Eintrag langzeitwirksamer Luftschadstoffe dar. Besonders Nordstaulagen der Alpen zählen wegen der hohen Niederschlagsmengen zu den am stärksten belasteten Gebieten Europas (Kovar und Puxbaum, 1992). Die, in unmittelbarer Nähe des Nationalparks im Höhenprofil Wurzeralm gemessenen Stickstoff- und Schwefeleinträge im Kronendurchlaß von Waldbeständen betragen $13-24 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Stickstoff und bis zu $18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Schwefel (Glatzel et al., 1988). Ebenso zeigen die Ergebnisse der österreichischen Waldbodenzustandsinventur deutliche Anreicherungen der Schwermetalle Blei und

Cadmium in den nördlichen Kalkalpen (Mutsch, 1992). Andererseits gelten Ökosysteme auf basischem Ausgangssubstrat in den gängigen 'critical loads' Konzepten, welche europaweit als Grundlage für legisistische Maßnahmen der Luftreinhaltung dienen, als wenig sensibel (Hettling et al., 1991). Angesichts der Tatsache, daß der Bereich der nördlichen Kalkalpen ausgeprägte Waldschäden aufweist (Österreichischer Waldbericht 1992), bedürfen diese Folgerungen einer kritischen Überprüfung. In Österreich werden derartige Fragen derzeit im Rahmen des Integrated Monitoring Projektes Zöbelboden (Nationalpark Kalkalpen) des Umweltbundesamtes, dem Höhenprofil Achenkirch der FBVA Wien und der FIW-Fallstudie 'Waldbewirtschaftungskonzepte Loisachtal' behandelt. Die Verknüpfung der Ökosystemforschung zur Karst- bzw. Karstwasserforschung erfolgt derzeit nur im IMP-Projekt Zöbelboden. Da derartige Fragen infolge des hohen Meßaufwandes nur punktuell untersucht werden können, ist die Übertragbarkeit auf größere Gebiete nur eingeschränkt möglich.

2. Zielsetzungen der Karstforschung

Von Seiten des Vereins Nationalpark Kalkalpen wurden in den Hinweisen zur Ausschreibung für die Erstellung des vorliegenden Konzeptes (Punkt II.1) folgende allgemeine Zielsetzungen der Nationalparkforschung formuliert:

- *Die Forschung hat sich an den Problemen des Gesamtprojektes Nationalpark zu orientieren.*
- *Aus diesem Grund stellt der Auftraggeber gewisse Anforderungen an wissenschaftliche Programme. Vorrangig wichtig erscheint, neben gebietsorientierter Naturraumdokumentation, die Untersuchung von Ursache-Wirkungsketten mit konkretem Managementbezug ('Nationalparkverträglichkeit' gegebener Bewirtschaftungsformen).*
- *'Beweissicherungen' ähnlich einer Umweltverträglichkeitsprüfung sollen aber auch, als Dokumentation kultur- und naturräumlicher Langzeitveränderungen, die Auswirkungen des Nationalparks auf Dauer überwachen.*

In Punkt II.2. der Hinweise zur Ausschreibung werden sinngemäß folgende Grundvorstellungen formuliert:

- *Konzeption des Karstprogrammes als Langzeitprojekt mit schwerpunktartigen Teilprogrammen.*
- *Hinsichtlich künftiger Vorgangsweisen für Übergangsbewirtschaftung bzw. Außenutzungstellung soll die Untersuchung ökosystemarer Trends, die mit der Karstanfälligkeit der Standorte in Zusammenhang stehen, Entscheidungshilfen bieten.*
- *Im Projekt sollen Parameter im Karstwasser ermittelt werden, welche als integrative Meßgröße für qualitative Veränderungen im Einzugsgebiet geeignet sind.*
- *Anhand von Testflächen sollen auslösende Faktoren für die Karstenwicklung identifiziert und gewichtet werden. Die Ergebnisse sollen auf größere Gebiete extrapolierbar sein.*

Aus Sicht der Konzeptentwickler soll das Karstforschungsprojekt über die Grenzen des Nationalparks hinaus folgende Fragen beantworten können (modifiziert nach Haseke und Angerer, 1993):

- *Welche Auswirkungen hatte die historische Landnutzung, vor allem die Alm- und Forstwirtschaft auf Verkarstungsprozesse?*
- *Wie regenerationsfähig sind degradierte Ökosysteme im Karstgebiet?*
- *Welche Auswirkungen haben gegenwärtige Nutzungen wie*
 - *Forstwirtschaft*
 - *Almwirtschaft*
 - *Tourismus**auf die Verkarstung und die Qualität von Karstwässern?*
- *Wie verläuft die natürliche Sukzession von Ökosystemen auf Karst? Führen instabile Phasen in der Sukzession (Zerfallsphase) zu intensivierten Verkarstungsprozessen und zu Belastung von Karstwässern?*
- *Welche Auswirkungen hat die gegenwärtige Immissionsbelastung auf die Nährstoffdynamik im Karst? Ist aufgrund der Schadstoffeintragssituation langfristig mit einer Qualitätsminderung von Karstwässern zu rechnen (Schwermetalle, Nitrat)?*

Die letztgenannte Fragestellung wird gegenwärtig im IMP des Umweltbundesamtes intensiv untersucht. Da in topographisch stark strukturierten Gebieten extrem unterschiedliche Depositionsbedingungen herrschen können (Glatzel et al., 1988) und andererseits im IMP Zöbelboden der geologische Untergrund vorwiegend aus Hauptdolomit besteht, sollen Meßkampagnen mit IMP-vergleichbarer Methodik im Rahmen des Karstprogrammes die Regionalisierung der Ergebnisse erleichtern.

Durch die detaillierte Naturraumdokumentation im Nationalpark und die intensive Betreuung der Meßprogramme durch nationalparkeigenes Personal soll der Nationalpark als Referenzsystem für die Bewirtschaftung von Karstgebieten dienen.

Wie aus Herlicska und Graf (1992) ersichtlich ist, war die bisherige Karstforschung in Österreich vor allem hydrologisch und hydrogeologisch orientiert. Der interdisziplinäre Ansatz des vorliegenden Projektes soll die Verknüpfung ökosystemarer Untersuchungsmethoden mit hydrologisch-hydrogeologischen Forschungsansätzen ermöglichen.

3. Projektgrundlagen

3.1. Forschungsansatz

Aus der Sicht der Konzeptentwickler erscheint ein prozeßorientierter Forschungsansatz zielführend. Abbildung 1 zeigt Systemprozesse, welche im Karstforschungsprojekt vordringlich untersucht werden sollen:

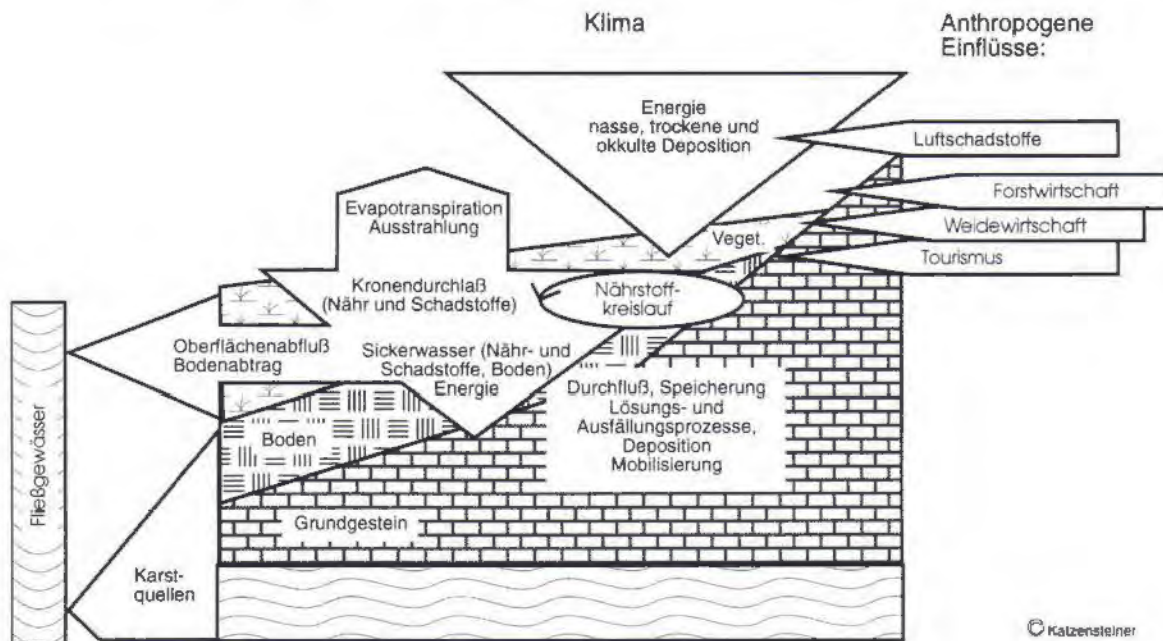


Abbildung 1: Prozesse in Karstsystemen

Methodisch werden vom Fachbereich Bodenkunde und Ökologie der Energie-, Wasser- und Nährstoffhaushalt, vor allem der anthropogene Einfluß auf diese Prozesse, untersucht (Abbildung 2). Da institutsintern Projekterfahrung mit bioklimatologischen Themen besteht (Arbeitsgruppe Bioklimatologie, Dozent Dr. Hager) wird neben bodenkundlichen und nutzungsspezifischen Fragen der Bereich der Bioklimatologie behandelt. Die Schnittstellen zu den Fachbereichen Meteorologie sowie Hydrologie und Hydrogeologie werden definiert.

Weiters werden die Anforderungen an die Projekte des Fachbereiches Naturraumdokumentation formuliert und die Verwertbarkeit der bestehenden Grundlegendaten für die Karstforschung geprüft.

Zusätzlich wird der bestehende Laborbetrieb evaluiert und Ansprüche an den zukünftigen Laborausbau geprüft.

Hinsichtlich der Grundvorstellung über das Erstprojekt im Karstprogramm wurde in den Koordinationsgesprächen mit den weiteren Konzeptentwicklern (Gesamtkoordination: Haseke, Fachbereich Hydrologie und Hydrogeologie: Benischke) eine von der im Punkt II.3 der Ausschreibung abweichende Vorgangsweise erarbeitet.

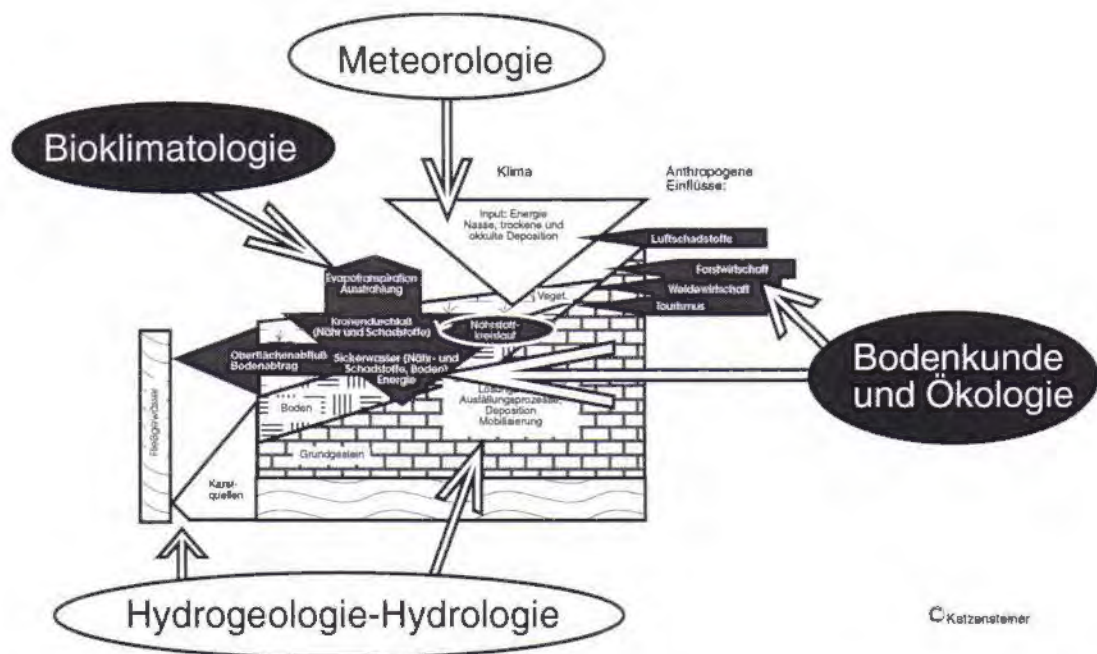


Abbildung 2: Die Stellung der Fachbereiche Bodenkunde und Ökologie sowie Bioklimatologie im Prozeßansatz

Für den Fachbereich Bodenkunde und Ökologie werden die Arbeitshypothesen, Untersuchungsansätze und Zielsetzungen der Teilprojekte in Tabelle 1 dargestellt.

Grundsätzlich kann in flächenbezogene und punktuelle Untersuchungen unterschieden werden. Da mit einem hohen Meßaufwand verbundene punktuelle Untersuchungen eine möglichst gute Gebietsrepräsentanz erbringen sollen, nimmt die Auswahl geeigneter Testgebiete eine wichtige Stellung im Gesamtprojekt ein.

Im Rahmen einer einzugsgebietshydrologischen Studie sollen Testgebiete definiert werden, in denen klare Beziehungen zwischen darin ablaufenden Prozessen und der Dynamik in orographisch zugehörigen Vorflutern bzw. Karstquellen zu erwarten sind.

Erst auf Grundlage dieser Gebietsauswahl können Monitoringflächen eingerichtet und permanente Meßeinrichtungen sinnvoll installiert werden.

Da gerade in seichtgründigen Kalkrendsinen methodische Unsicherheiten hinsichtlich Bodenwasserhaushaltsuntersuchungen (qualitativ und quantitativ) bestehen, sind vorab in einer Pilotstudie geeignete Meßverfahren zu entwickeln.

Neben der Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf die Nationalparkfläche mittels empirischer Modelle sind längerfristig konzeptuelle Modelle zu entwickeln bzw. zu adaptieren, welche eine Regionalisierung der Untersuchungsergebnisse erlauben.

Neben dem prozeßorientierten Ansatz werden von Archivarbeiten und einer Zustandserhebung auf ehemaligen Almflächen, möglichst unterschiedlicher

Entwicklungsstadien, wertvolle Aussagen über die Sukzessionsdynamik und Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen auf Karst erwartet.

Tabelle 1: Arbeitshypothesen, Untersuchungsansätze und Zielsetzungen

Arbeitshypothese	Untersuchungsansatz	Zielsetzung
1. Historische und rezente Weidewirtschaft (ebenso der rezente Wandertourismus) führ(t)en zu Bodendegradation, Oberflächenverkarstung und Belastung von Karstwässern.	1.1 Archivarbeiten (Almwirtschaft); Kartierung von Boden und Vegetation auf unterschiedlich lange aufgelassenen Almen 1.2 Dauerbeobachtungsflächen (gezäunt, ungezäunt) 1.3 Sickerwasseruntersuchungen	Information über die Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit von verkarstungsfähigen Ökosystemen Managementgrundlagen für Bewahrungszonen und Tourismuslenkung (Nationalpark und vergleichbare Systeme außerhalb)
2. Forstliche Nutzungen führen ebenso wie Zerfallsphasen in der natürlichen Sukzession von Waldökosystemen zu vorübergehender Humusmobilisierung, Intensivierung von Verkarstungsprozessen und Karstwasserbelastung	2.1 Dauerbeobachtungsflächen (gezäunt, ungezäunt) 2.2 Bioklimatologische Untersuchungen, Stoffeinträge, Stoffkreisläufe, Stoffausträge aus unterschiedlich genutzten Waldökosystemen. Modellbildung	'Referenzflächen' für Forstwirtschaft, Schutzwaldbewirtschaftung im Nationalpark. Wissenschaftliche Grundlagen über ökosystemare Prozesse in Karstgebieten und ihre Auswirkung auf Karstwasser (Schüttung, Qualität)
3. Der Eintrag langzeitwirksamer Luftschadstoffe führt langfristig zu einer Destabilisierung von Waldökosystemen und direkten Qualitätsverschlechterung von Karstwässern	wie 2.2	Information über die Belastung sowie die Belastungsfähigkeit von Ökosystemen auf Karst mit langzeitwirksamen Luftschadstoffen und deren Auswirkungen auf Karstwasser.

In der Tabelle 2 werden jene Parameter, von denen Änderungen zu erwarten sind, aufgelistet. Die Gliederung nach den Fachdisziplinen soll die Definition der Schnittstellen ermöglichen, bzw. erleichtern.

Im Weiteren wird der ökosystemare und bioklimatologische Teil des Karstprogrammes nach Projektteilen und dem zeitlichen Ablauf gegliedert formuliert. Da der gegenwärtige Datenbestand eine wesentliche Arbeitsgrundlage darstellt, wird dieser vorab dargestellt und bewertet.

3.1.3. Digitales Höhenmodell im 50 m Raster des BEV:

Bewertung:

Das DHM bietet für die meisten GIS-Applikationen eine ausreichende Lagerichtigkeit. Allerdings ist in Abhängigkeit von der Vegetation (Wald) mit erheblichen Höhenungenauigkeiten (bis 30 m) zu rechnen. Weiters müssen Geländebrüche (Grabensysteme, Grate) getrennt digitalisiert werden.

3.1.4. Luftbilder

An Luftbildmaterial stehen laut Gärtner (pers. Mitteilung) flächendeckend SW-Orthophoto, M 1:10.000 zur Verfügung. Diese Karten liegen auch in digitaler Form vor. Weiters sind nichtentzerrte Kontaktkopien der Negative vorhanden. Ein flächendeckender IR Bildflug des BEV (M 1:12.000) ist erst für 1995 geplant. Für kleine Teilgebiete liegen IR-Luftbilder aus dem Jahr 1993 vor, für den Zöbelboden ist 1994 ein Bildflug geplant.

Bewertung:

Für die erste Projektphase (Gebietsauswahl) erscheinen die Orthophotos 1: 10.000 ausreichend. Für die Testflächenkartierung könnten nach Gärtner (pers. Mitteilung) Vergrößerungen auf 1:5.000 als Kartierungsgrundlage hergestellt werden. Für ein längerfristiges Monitoring der Testflächen bieten IR Bilder, sofern die atmosphärischen Bedingungen bei der Aufnahme optimal sind, eine gute, langfristig verfügbare Datenbasis.

3.1.5. Satellitendaten:

Im Jahr 1990 bzw. 1991 wurden von der Nationalparkplanung zusätzlich Satellitendaten angekauft. Nach Rücksprache mit Herrn Mannsberger, Fa. Geospace handelt es sich um Spot P und Spot XS Daten, wobei eine panchromatische Überarbeitung nur anhand der ÖK 50 erfolgte. Die XS Daten (3 Kanäle) liegen unbearbeitet in Diskettenform vor. Landsat TM-Daten wurden nur für einen Teilbereich des Nationalparks zur Verfügung gestellt.

Bewertung:

Satellitendaten geben generell eine gute Gebietsübersicht, vor allem über Vegetationsbedeckung. Prinzipiell ist aus laut Doz. Dr. Schneider (Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, BOKU) die Errechnung von Vegetationsindizes aus der Verschneidung der einzelnen Spektralbereiche möglich (in Verbindung mit Bodeneichung), wobei Landsat TM geringere Streuungen liefert als Spot XS. Allerdings hängt die Aussagekraft von den Belichtungsverhältnissen (Atmosphärische Einflüsse, Schlagschatten in strukturiertem Gelände) ab. Eine Entzerrung über die ÖK 50 erscheint nicht ausreichend, das DHM ergibt zumindest für Senkrechtaufnahmen eine ausreichende Lage- und Höhen Genauigkeit. Problematisch ist der Umstand, daß die Daten aus unterschiedlichen Aufnahmejahren stammen, was die Vergleichbarkeit beeinträchtigt. Bevor diese Daten für Detailauswertungen herangezogen werden ist die Qualität des Datenmaterials zu prüfen.

Tabelle 2: Prozesse und mögliche Änderung von Meßparametern:

Prozeß	Boden	Bioklimatologie Bodenhydrologie	Oberflächengerinne Karstquellen
1. Überlastung durch Beweidung und Tourismus	Bodenprofilmächtigkeit nimmt ab; Bodenverdichtung nimmt zu; Erosion setzt ein Sickerwasser: Belastung mit NO ₃ , Trübstoffen (Bodenpartikel), mikrobiellen Verunreinigungen	Wasserspeicherkapazität sinkt; durchschnittlicher Wassergehalt nimmt ab; (Oberflächen-) abfluß wird erhöht; Evapotranspiration sinkt; Lufttemperatur nimmt zu	Abflußsspitzen nehmen zu Belastung mit NO ₃ , Trübstoffen (Bodenpartikel), mikrob. Verunreinigungen
2. Natürliche Sukzession: Weide und Weidewald entwickeln sich zu geschlossenem Wald	Bodenstrukturholung; effektive Bodenprofilmächtigkeit nimmt zu; Filterwirkung wird erhöht; Sickerwasserqualität wird verbessert (NO ₃ , Schwermetalle werden zurückgehalten)	Evapotranspiration steigt; Abfluß wird vermindert bzw. verzögert; Lufttemperatur gemäßig; Energieinput in Karstwasser nimmt ab	Abflußspitzen sind gedämpft; Temperatur nimmt ab; Keine Belastung mit NO ₃ , Trübstoffen, Schadstoffen und mikrobiellen Verunreinigungen
3. Sukzession oder Nutzung: Zerfallsphase, Holznutzung (Kahlhieb) oder Kalamität bzw. Katastrophe	Erhöhung der mikrobiellen Aktivität; Mobilisierung von N und Schadstoffen (Schwermetalle); Abschwemmung von Auflagehumus und Oberboden	Evapotranspiration nimmt vorübergehend ab, Abfluß wird beschleunigt; Energieinput in Karstwasser nimmt zu	Abflußspitzen werden intensiviert Temperatur nimmt zu; Vorübergehende Belastung mit NO ₃ , DOC und organischen Kolloiden, eventuell Bodenpartikeln
4. Belastung mit langzeitwirksamen Luftschadstoffen (abhängig vom Ausgangszustand des Systems Pflanze-Boden)	Pflanze-Boden als dauernde Senke (Einbau in Biomasse, Abbau von Schadstoffen): Keine Veränderung von Meßparametern Pflanze und Boden als vorübergehender Puffer (Akkumulation von Schadstoffen): Schadstoffanreicherung im Boden, phasenweise Mobilisierung (z.B. N) Keine Interaktion von Luftschadstoffen mit Pflanze-Boden; Schadstoffe treten in Sickerwasser auf Überlastung instabilisiert Gesamtsystem: Effekt wie in Prozeß 3	Keine Reaktion des Wasser- und Energieumsatzes Effekt wie in Prozeß 3	Keine Reaktion von Meßparametern zu erwarten Phasenweises Auftreten von Schadstoffen in Karstquellen und Fließgewässern; Erhöhte Lösungsverwitterung durch Mineralsäuren Schadstoffe treten in Karstwässern auf (gradueller Anstieg) Effekt wie in Prozeß 3

3.1. Naturräumliche Grundlagen:

Laut Aktennotiz vom 9.2.94 (Haseke) sowie persönlicher Kommunikation mit Gärtner und Angerer sind im nationalparkeigenen GIS derzeit folgende naturräumliche Grundlagenkarten vorhanden:

3.1.1. Kompilierte geologische Karte 1:20.000 (Lueger, 1991) mit folgenden Themenkarten:

- Gestein
- Lithologische Grobtypisierung
- Erosionsanfälligkeit/Standfestigkeit
- Einschätzung der unterirdischen Wasserführung

Bewertung:

Die vom Maßstab her ausreichenden Themenkarten enthalten die für eine Abschätzung der Verkarstungsanfälligkeit nötigen Informationen. Die Lagerichtigkeit der Karten ist noch bei Geländebegehungen zu evaluieren. Eine Bewertung über die hydrogeologische Aussagekraft muß durch den Fachbereich Hydrologie-Hydrogeologie vorgenommen werden.

3.1.2. Geomorphologische Karte M 1:20.000 (Haseke, 1993):

- Landschaftstypen
- Hydrographie und Hydrologie

Bewertung:

Falls die vereinfachte digitalisierte Version mit den zur Verfügung stehenden Kartenblättern übereinstimmt, ergeben diese geomorphologischen Informationen die dichteste, derzeit bestehende Gebietsinformation. Die Gebietsbeschreibungen in Haseke (1990 und 1991) erläutern klar und übersichtlich die Hydrologie und Karstmorphologie im Nationalpark. Die geomorphologische Karte stellt eine ausgezeichnete, detailgetreue Gebietsübersicht dar. Aus der Aktennotiz ist nicht ersichtlich, ob die, in der Karte ausgeschiedenen anthropogenen Einflüsse in das GIS übernommen wurden. Dies wäre eine wichtige Zusatzinformation für eine Gebietsauswahl. Es wäre zusätzlich wichtig, jene Bereiche, die nach den Erläuterungen zur Karte nur generalisiert dargestellt wurden, eventuell in einem eigenen Layer zu kennzeichnen.

Für die, in Projektphase 1 beabsichtigte, einzugsgebietshydrologische Studie ist zusätzlich eine, über die Nationalparkgrenzen hinausreichende, geomorphologische Charakterisierung randlich gelegener Einzugsgebiete notwendig.

3.1.6. Forstkarten:

Nach Rücksprache mit Herrn DI Bronner, ÖBF liegen die forstlichen Daten für die ÖBF-Flächen, welche einen Großteil des Gebietes einnehmen, in digitaler Form (ArcInfo Format) vor. Die Datenbasis umfaßt eine digitale Darstellung der Abteilungen und Unterabteilungen; alle Operatsdaten (Alter, Bonität, Bestockung, Nutzungen, geplante Nutzungen) sind waldortsbezogen digital zuordenbar.

Bewertung:

Mit der Einschränkung, daß Forstkarten in der Regel mit erheblichen Lageungenauigkeiten behaftet sind, sowie die Genauigkeit der Gebietsinformation im schwer zugänglichen Schutzwald außer Ertrag stark abnimmt, sind diese Daten die einzige flächendeckende Information über Zusammensetzung und Zustand der Waldbestände. Allerdings sind daraus keine Informationen über Nichtwaldflächen ableitbar.

3.1.7. Landschaftsbewertung

Eine grobe Landschaftsbewertung nach Reiterer (1992) bietet Übersichtsinformationen über Höhenstufenverteilung, Waldzusammensetzung, Strukturmerkmale, Forstwirtschaftliche Eignung, Hangstabilität und gegenwärtige Nutzung.

Bewertung:

Da die Landschaftsbewertung ausschließlich mit der Intention erfolgte, einen groben Gebietsüberblick für die Planung zu schaffen, und teilweise vom Gegenhang aus kartiert wurde, sind diese Daten, obwohl die Themenkarten für die im gegenwärtigen Projekt bearbeiteten Fragestellungen wichtig wären, für GIS-Verschneidungen ungeeignet.

3.1.8. Biotopkartierung

Die Biotopkartierung wird für den Nationalpark erst ab 1996 flächendeckend vorliegen und bietet vorwiegend vegetationskundliche Grundlagen.

Bewertung:

Da bis dato nur kleine Teilgebiete kartiert wurden, liefert die Biotopkartierung in der ersten Projektphase keine Planungsgrundlage. Bei der Detailkartierung von Testflächen sind jedoch die Kartierer aufgrund ihrer ausgezeichneten Gebiets- und Artenkenntnis einzubinden.

3.1.9. Boden- und Standortskarten:

Boden- bzw. Standortskarten liegen nur für kleine Teilgebiete vor (Ebenforstalm und Schaumbergalm, Arbeitsgruppe Riedl, 1990; 1100 ha im Bereich der Feichtau, Müller, 1977). Die intensivsten Boden- und vegetationskundlichen Untersuchungen wurden für ein 100 ha umfassenden Areal im Rahmen des IMP Zöbelboden durchgeführt.

Bewertung:

Die Karten geben zwar einen Überblick über wichtige Boden- und Vegetationsgesellschaften im Untersuchungsgebiet, sind aber zu kleinflächig um Aussagen über größere Einheiten zu erlauben. Allerdings wurden in Müller (1977) einige bodenphysikalische Kenngrößen für charakteristische Bodentypen dargestellt, welche Aussagen über den Wasserhaushalt dieser Böden erlauben. Von den IMP-Daten werden zusätzlich Informationen über Zusammenhänge von Bodenentwicklung und Geomorphologie sowie Aussagen über die Schadstoffbelastung des Gebietes erwartet (Katzensteiner, 1994: in Bearbeitung).

3.1.10. Naturraumstichprobeninventur

Eine gute Datengrundlage über Bodenverteilung, Vegetation und Bestandesmerkmale soll die Naturraumstichprobeninventur mit 2000 Rasterstichprobepunkten im Nationalparkgebiet bieten. Im Jahr 1994 soll eine Pilotphase mit 200 Stichprobepunkten entlang eines Transektes über Sengsen- und Hintergebirge durchgeführt werden.

Bewertung:

Da in der Naturraumstichprobeninventur auf permanent vermarkten Probepunkten geologische und geomorphologische Parameter, Bodenparameter, Bodenvegetation und Bestandesmerkmale erhoben werden, sind absolute Lagefehler für die thematischen Verknüpfung dieser Daten gleichgültig. Diese Stichprobeninventur bietet weiters das dichteste Bodeninformationssystem im Untersuchungsgebiet. Anhand dieser Daten sollte es zukünftig möglich sein, auf Intensivmeßflächen gewonnene Ergebnisse auf die Nationalparkfläche zu übertragen. Für die erste Phase des Karstprojektes dienen die Ergebnisse der Pilotphase eventuell dazu, Bodenmerkmale über Regressionsbeziehungen anhand von Geologie und Geomorphologie auf die Nationalparkfläche zu übertragen.

3.1.11. Meteorologie (Mahringer):

Für den Fachbereich Meteorologie liegt ein Projektantrag für das Jahr 1994 vor, in dem

- Die Sammlung, Prüfung und Archivierung aller im Nationalparkgebiet erhobenen meteorologischen Daten
- Die Erstellung von Tagesdokumentationen meteorologischer Vorgänge
- Weiterführung der langjährigen klimatologischen Auswertungen
- Meteorologische Meßkampagnen für definierte Witterungssituationen
- Dokumentation von Gewittern
- Vorarbeiten für das Karstprojekt geplant sind.

Bewertung:

Für die Karstforschung sind meteorologische Grundlagendaten wesentliche Eingangsgrößen. Wegen der geringen Meßstellendichte im Nationalpark ist die Einbindung aller verfügbaren Daten (EKW, IMP) notwendig um eine ausreichende Gebietsrepräsentanz zu erreichen. Der Betrieb der in den letzten Jahren errichteten Stationen Feichtau, Hagler und Hinterer Rettenbach bietet eine gute Gebietsverdichtung. Auf die Vergleichbarkeit der Meßmethoden ist besonderes Augenmerk zu legen. Meteorologische Meßkampagnen sollten mit dem Karstprojekt koordiniert werden. Vor allem sind topoklimatologische Informationen über das Untersuchungsgebiet notwendig (Niederschlags- und Temperaturverteilung, Einstrahlung für definierte Meßzeiträume).

3.1.12. Karstquellenmonitoring

Das 'Karstquellenmonitoring' (Haseke, 1991) und das digitale Karstquellenmeßnetz (Weißmair) fallen in den Sachbereich Hydrologie und Hydrogeologie und werden hier nicht behandelt.

3.1.13. Limnologie

In der limnologischen Studie 'Hinterer Rettenbach' (Tockner et al., 1992, 1994) wurde in erster Linie der Einfluß morphometrischer und hydrographischer Parameter auf benthische Biozönosen untersucht. Weiters wurden die Bäche (Hinterer Rettenbach und Fischbach) hydrochemisch charakterisiert, wobei an den Quellen ausgeprägte Schwankungen auftraten. Die Umsetzungsdynamik des organischen Materials wurde ebenfalls verfolgt.

Bewertung:

Der Einfluß der Hochwasserdynamik auf benthische Biozönosen wurde gut dokumentiert. Aus der Sicht eines interdisziplinären Projektansatzes im Karstprogramm erscheint künftig eine enge Verknüpfung hydrochemischer Meßgrößen mit hydrobiologischen Meßparametern, die eventuell als integrativer Indikator für qualitative Veränderungen im Karstwasser dienen können, sinnvoll. Die Untersuchungen sollten auf den unmittelbaren Quellaustrittsbereich ausgedehnt werden.

3.2. Projektablauf

3.2.1. Projektteil 1 (ab 1994): Einzugsgebietshydrologische Studie - Flächenauswahl:

3.2.1.1. Zielsetzung:

Entgegen der ursprünglichen Intention, von vornherein die ökosystemaren Untersuchungen auf wenige Teilgebiete des Nationalparks zu konzentrieren (Haseke und Angerer, 1993), soll in der ersten Projektphase eine einzugsgebietshydrologische Studie über den gesamten Nationalpark durchgeführt werden. Da die Wasserbewegung und Wasserspeicherung in Karstsystemen schwer nachvollziehbar ist, sollen Input und Output von orographisch abgrenzbaren Teilgebieten in hydrologisch definierten Situationen ermittelt und die Plausibilität der Ergebnisse geprüft werden. Die Studie soll die Auswahl repräsentativer Testflächen ermöglichen und die Umlegung von Detailuntersuchungsergebnissen auf die Gesamtfläche erleichtern.

3.2.1.2. Methodik:

Die **orographische Abgrenzung von Einzugsgebieten** und die Planung und Konzeption der **Meßkampagnen an Karstquellen und Vorflutern** fällt in den Fachbereich Hydrologie und Hydrogeologie.

Seitens des Fachbereiches Bodenkunde und Ökologie sowie Bioklimatologie werden die naturräumlichen Grundlagen für die Einzugsgebiete verarbeitet und der Einfluß der Vegetation auf den Wassereinput in das Karstsystem modelliert.

An den Fachbereich **Meteorologie** werden folgende Anforderungen gestellt:

3.2.1.2.1 Erarbeitung bzw. Adaptierung gebietsspezifischer topoklimatologischer Modelle:

Aus den ereignisbezogenen Auswertungen (Tagesdokumentation) und Meßkampagnen bei definierten Witterungssituationen sollen Modelle erarbeitet werden, welche die Übertragung der, an wenigen Meßstellen erhobenen Inputdaten auf die Einzugsgebiete erlauben. Über Regressionsbeziehungen und theoretische Überlegungen sollen mit Hilfe des DHM Flächenverteilungen von Niederschlag, Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte und Globalstrahlung errechnet werden. Ähnliche Ansätze wurden von Enders (1979) für den Nationalpark Berchtesgaden verfolgt.

Im Teilmodul **Bioklimatologie** soll der

3.2.1.2.2 Einfluß der Vegetationsbedeckung auf Niederschlagsinterzeption und Evapotranspiration

ermittelt werden. Aus den, am Institut für Waldökologie für eine Anzahl von unterschiedlich strukturierten Waldökosystemen vorliegenden Freiland- und Bestandesniederschlagsmeßreihen können relativ enge Regressionsbeziehungen über Bestandesinterzeption in Abhängigkeit von Niederschlagsintensität und Bestandesstruktur abgeleitet werden. Für die Interzeption von Latschenbeständen und Zwergstrauchgesellschaften sind zusätzliche Freilandmessungen nötig. Meßeinrichtungen sind am Institut für Waldökologie vorhanden, teilweise müßten sie für die Fragestellung 'Interzeption von Zwergstrauchgesellschaften' entwickelt werden. Da die

Interzeption einen erheblichen Teil der Evapotranspiration ausmacht (z.B. Viville et al., 1993), stellt eine Abschätzung dieser Größe vor allem in Karstsystemen, in denen die Bodenwasserspeicherung eine untergeordnete Rolle spielt, bereits eine gute Modellverbesserung für den Wasserinput dar.

In weiterer Folge soll über die Adaptierung von bestehenden Modellen (Penman-Monteith) für das Untersuchungsgebiet die Evapotranspiration in den Teileinzugsgebieten abgeschätzt werden. Ähnliche Modelle wurden auf regionaler Basis z.B. von Running and Coughlan (1988) bzw. Running and Nemani (1991) erfolgreich angewendet. Die Validierung dieser Modelle durch bestandesklimatologische Messungen und Auswertung der Daten über Bowenverhältnis-Energiebilanzverfahren oder Eddykorrelationsmethode kann durch den Einsatz einer mobilen Waldklimastation erfolgen.

Die Inputparameter für die Klimamodelle sind zum Teil aus Forstkarten ableitbar (i.e. LAI, Rauigkeit). Eine weitere Datenbasis bietet die Auswertung der für das Nationalparkgebiet vorliegenden SPOT P und XS Daten, aus denen sich ein Vegetationsindex errechnen läßt.

Die Bodenwasserverfügbarkeit kann infolge einer fehlenden Datenbasis nur grob abgeschätzt werden (eventuell Regressionsbeziehungen Geomorphologie - Bodendaten aus Naturraumstichprobeninventur Pilotphase; erst ab Herbst 1994 möglich). Exakte Messungen liegen nur für den IMP-Standort Zöbelboden vor. Deshalb wäre ebenfalls der Einsatz einer mobilen Waldklimastation wünschenswert, wo parallel Bodenwasserhaushaltskenngrößen erhoben werden können. Ein tragbares TDR-Meßgerät ist am Institut für Waldökologie vorhanden und könnte kampagnenweise eingesetzt werden.

Vergleichbare, intensive bioklimatologische Untersuchungen werden von der Arbeitsgruppe Bioklimatologie, Doz. Hager am Institut für Waldökologie in den Projekten "Hydrologische Funktionen ausgewählter naturnaher Waldökosysteme in einem alpinen Flußeinzugsgebiet" (eingereicht bei Akademie der Wissenschaften) sowie dem Modul Klima im Rahmen des Spezialforschungsbereiches Waldökosystemsanierung (eingereicht bei FWF) geplant.

3.2.1.2.3 Implementierung der naturräumlichen Grundlegendaten (Fachbereich Bodenkunde und Ökologie)

In diesem Teilabschnitt sollen gemeinsam mit dem nationalparkinternen GIS-Bearbeiter Themenkarten für Vegetationsverteilung und Nutzungstypen erstellt werden. Diese Themenkarten dienen einerseits als Eingangsgrößen für die bioklimatologischen Modelle, andererseits sind diese Informationen eine wichtige Basisinformation für die Auswahl von Testflächen.

Für diese Untersuchungen ist der Zugriff auf die Karten und Operatsdaten der ÖBF eine wichtige Voraussetzung. Über Regressionsmodelle kann über Bonität, Bestockungs- und Überschirmungsgrad vom Institut für Waldwachstumsforschung, BOKU der Blattflächenindex von Waldbeständen ermittelt werden.

Aus Satellitendaten kann, vorausgesetzt die Datenqualität ist ausreichend, am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung ein Vegetationsindex ermittelt werden.

Eine Eichung über LAI-Messungen (eventuell im Rahmen der Naturraumstichprobeninventur) ist in beiden Fällen wünschenswert. Ein Canopymeter ist am Institut für Waldökologie vorhanden und kann im Bedarfsfall eingesetzt werden.

Die GIS-basierte Vorauswahl von Testflächen soll nach der Verschneidung von Themenkarten (Nutzung, Vegetation, Geologie, Geomorphologie) gemeinsam mit dem Sachbearbeiter im Fachbereich Hydrologie erfolgen.

3.2.1.2.4. Geländeevaluation:

Da bis auf die geomorphologische Kartierung für einen Großteil des Untersuchungsgebietes keine bzw. nur sehr ungenaue Bodeninformationen vorliegen, erfolgt die endgültige Auswahl von Testgebieten im Rahmen einer Geländebegehung durch die Projektteilnehmer. Dabei sollen zwei bis drei, geologisch möglichst homogene (Hauptdolomit, Wettersteinkalk), für große Teile des Untersuchungsgebietes charakteristische Testgebiete (Quelleinzugsgebiete) für Intensivuntersuchungen ausgeschieden werden. Die Größe der Teilgebiete soll 50 ha nicht überschreiten. Die Einzugsgebiete sollen weiters alle, für das Nationalparkgebiet typischen Nutzungsformen aufweisen.

3.2.1.3 Durchführung und Kosten (Fachbereiche Bioklimatologie sowie Bodenkunde und Ökologie) :

Die Kosten der Erarbeitung topoklimatologischer Modelle wurden bereits im Projektantrag von Mahringer (1994) berücksichtigt.

Für die Implementierung der naturräumlichen Grundlagendaten und die Geländebegehung sind folgende Aufwendungen zu kalkulieren:

NP	1 Mannmonat des NP GIS-Bearbeiters (wird hier kostenmäßig nicht berücksichtigt)
90.000,-	2 Mannmonate eines vollbeschäftigten Vertragsassistenten
10.000,-	Reisekosten
5.000,-	Verbrauchsmittel für die Benutzung von TDR-Meßgerät und Canopymeter
15.000,-	für Ermittlung des LAI von Waldbeständen
50.000,-	für Aufbereitung von Satellitendaten (Entzerrung, Errechnung des Vegetationsindex)
10.000,-	EDV, Büro (Verbrauchsmaterial)

Für den Teilbereich Bioklimatologie sind folgende Aufwendungen zu kalkulieren:

NP	1 Mannmonat eines NP Technikers (Unterstützung von Meßkampagnen, wird hier kostenmäßig nicht berücksichtigt)
170.000,-	4 Mannmonate eines vollbeschäftigten Vertragsassistenten
20.000,-	Reisekosten
400.000,-	Ankauf einer mobilen Waldklimastation (Leiternsystem, Energieversorgung, Datalogger, Heat flux plates, Thermometer, Pyrradiometer, Sonic Anemometer, Psychrometer).
20.000,-	Material für Interzeptionsmeßeinrichtungen
10.000,-	EDV, Büro (Verbrauchsmaterial)

Das ergibt in Summe: ÖS 800.000,-

Wenn die Projekte an außeruniversitäre Institutionen vergeben werden, ist die Arbeitszeit nach dem Ingenieurkammertarif zu kalkulieren. Die Arbeitskosten würden in Folge ca. 700.000,- betragen.

3.2.2. Projektteil 2 (ab 1994): Historische Landnutzung, Oberflächenverkarstung aufgelassener und bestehender Almen), Sukzessionsdynamik

3.2.2.1. Zielsetzung:

Aus Archivarbeiten über die Almwirtschaft im Nationalparkgebiet soll deren Einfluß auf die Verkarstungsdynamik ermittelt werden. Der, bereits in Bauer (1952) beschriebene Niedergang der Almwirtschaft im Sengsengebirge im Verlauf der letzten 100 Jahre bedingt unterschiedliche Sukzessionsstadien. Eine Kartierung ausgewählter, aufgelassener Almflächen unterschiedlicher Sukzessionsstadien soll Aussagen über die Regenerationsfähigkeit intensiv verkarsteter Ökosysteme ermöglichen.

3.2.2.2. Methodik:

Anhand von Archivarbeiten (Landesarchiv, Gemeinden, Grundbuch) sollen historische Almbewirtschaftungsdaten ermittelt und die ehemalige Ausdehnung der Almflächen im Sengsen- und Hintergebirge abgeleitet werden.

Aufgrund dieser Datenbasis sollen Almflächen in vergleichbarer geologischer und klimatologischer Situation, welche vor unterschiedlich langer Zeit aufgelassen wurden, für eine Intensivkartierung ausgewählt werden.

Auf diesen Flächen sollen im Maßstab 1:5.000 Vegetation, Boden und Geomorphologie kartiert werden.

Eine zusätzliche Auswertung alten Luftbildmaterials (solches Material reicht teilweise bis vierzig Jahre zurück) für derartige Flächen würde die Entwicklung von Zeitreihen erlauben.

Eine enge Zusammenarbeit mit dem, nach derzeitigem Informationsstand bereits für 1994 vorgesehenen Waldweideprojekt ist wünschenswert.

3.2.2.3: Durchführung und Kosten:

Da diese Untersuchung einen in sich abgeschlossenen Themenkomplex mit klar vorgegebener Methodik behandelt, eignet sie sich für eine Diplomarbeit (Landschaftsplanung, Biologie).

Für die Durchführung einer solchen Diplomarbeit wäre ein Stipendium von etwa 60.000,- ÖS zu kalkulieren. Für die Luftbildauswertung wären vorläufig 100.000,- anzusetzen, wobei vorher abzuklären ist, ob ausreichendes Material in guter Qualität vorhanden ist (BEV-Archiv). Zusätzlich sind Reisekosten von 30.000,- einzurechnen.

3.2.3. Projektteil 3 (ab 1994): Pilotstudie "Wasserhaushalt und -chemismus von Karbonatböden"

3.2.3.1. Zielsetzung:

Über die Wasserdynamik seichtgründiger Bodentypen auf Karst liegt noch wenig Erfahrung vor. Um in späteren Intensivuntersuchungen (s. Projektteil 3.2.5) eine abgesicherte Methodik anwenden zu können, sollen in dieser Pilotstudie karstspezifische Meßverfahren entwickelt werden.

3.2.3.2 Methodik:

In seichtgründigen Kalkrendsinen sollen Saugplattenlysimeter mit einem permanenten Unterdruck von 0.1 bar eingebaut werden. Die Lysimeter sollen wöchentlich beprobt und die chemische Fracht bestimmt werden. Eine parallele Niederschlagsmessung und eine diskontinuierliche TDR Messung dient der Ermittlung von Input und Bodenwassergehalt.

Zusätzlich wäre der Konzeptansatz von Haseke und Angerer (1993), tagnahe Karsthöhlen als Naturlysimeter zu benutzen, auszutesten. Alternativ kann der Output definierter Kleinstinzugsgebiete an Klüften, Karren oder Dolinen ermittelt werden. Zu diesem Zweck soll die Einsatzmöglichkeit eines am Institut für Waldökologie vorhandenen Fraktionierers getestet werden.

An den Wasserproben sollen die Parameter pH, Leitfähigkeit, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , DOC; falls im Testgebiet Braunlehm vorkommt, eventuell zusätzlich testweise Mn und Al bestimmt werden. Weiters soll orientierend die Veränderung im ^{18}O -Gehalt während des Versickerungsprozesses und die Eignung als natürlicher Tracer für Wasserhaushaltsuntersuchungen geprüft werden.

Als geeignetes Testgebiet bietet sich laut Haseke das Gebiet Ebenforst Mieseck an.

3.2.3.3: Durchführung und Kosten:

15.000,- 10 Keramik-Saugplattenlysimeteranlagen á 1.500,-

5.000,- Adaptierung des Fraktionierers

NP Unterstützung bei der Installation der Lysimeter (ca. 4 Tage) und wöchentliche Beprobung über einen Zeitraum von zwei Monaten durch einen NP-Techniker (2 Stunden je Probenahme)

NP	Analyse von ca. 50 Wasserproben im nationalparkeigenen Labor (pH, Leitfähigkeit, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+)
10.000,-	Analyse von 50 Wasserproben auf DOC (Institut für Waldökologie)
5.000,-	Analyse von 15 Wasserproben auf ^{18}O (Arsenal)
20.000,-	Reisekosten
80.000,-	Personalkosten

Das ergibt in Summe: ÖS 135.000,- (ohne Eigenleistung des Nationalparks)

3.2.4. Projektteil 4 (ab 1995): Detailkartierung der Testeinzugsgebiete, Ausscheidung von Dauerbeobachtungsflächen, bodenkundliche Charakterisierung der Testflächen

3.2.4.1. Zielsetzung:

Für die, im Projektteil 1 ausgewählten Testflächen müssen naturräumliche Grundlagen kleinmaßstäblich erhoben werden, um einerseits Dauerbeobachtungsflächen für Untersuchungen der Weide- und Tourismuseinflüsse sowie der Sukzession von Waldökosystemen ausscheiden zu können, andererseits die Auswahl von Intensivmeßflächen zu ermöglichen. Die wiederholte Aufnahme der Dauerbeobachtungsflächen soll die Auswirkungen von Weide- und Tourismus sowie die natürliche Sukzession von Karstsystemen verfolgen.

Bodenkundliche Untersuchungen sollen chemische und physikalische Eigenschaften der Böden und ihre Vorbelastung mit Schwermetallen aufzeigen. Analysen des Mineralbestandes der Hauptgesteinsserien sowie von Tonmineralen und eventuell Schwermineralen in Böden sollen die genetische Entwicklung der Böden charakterisieren. Die Erfassung des Mineralbestandes von Höhlensedimenten und an Quellöffnungen, sowie eventuell von Filterproben soll die Herkunft der Trübe von Quellen aufklären.

3.2.4.2. Methodik:

3.2.4.2.1. Kartierung der Testgebiete (M = 1:5.000):

Auf den Einzugsgebieten sollen im 50 m Raster folgende Merkmale in Anlehnung an die Naturraumstichprobeninventur erhoben werden:

Relief (Makro-, Meso- und Mikrorelief, Karststrukturen, Geomorphologie, Erosion)
 Geologie
 Boden
 Nutzungstypen- und intensitäten
 Vegetation (Artzusammensetzung nach Schichten und Struktur)

Neben einer GIS-basierten Auswertung muß eine Grenzziehung im Gelände erfolgen.

3.2.4.2.2. Ausscheidung von Dauerbeobachtungsgebieten (Sukzession)

Auf Grundlage dieser Kartierung sind für die dominierenden Nutzungstypen der Einzugsgebiete Dauerbeobachtungsflächen in der Größe von je 1000 m² auszuscheiden, wobei parallel vergleichbare Flächen gezäunt werden sollten. Die gezäunten Flächen dienen als langfristige Referenz zur Abschätzung der Einflüsse von Wild, Weide und Tourismus. Die Abstimmung mit der Naturraumstichprobeninventur ist herzustellen.

3.2.4.2.3. Chemische und physikalische Boden- und Gesteinsanalysen

Von charakteristischen Gesteinsserien soll die mineralogische Zusammensetzung und der Tonmineralbestand ermittelt werden. Weiters sollen von den Hauptbodentypen chemische (Auflagehumus: pH, C, N, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb und Cd gesamt; Mineralboden: pH, C, CaCO₃, N, P, Cu, Zn, Pb und Cd gesamt, K, Ca, Mg, Mn, Al, Fe im BaCl₂-Auszug) und mineralogische (Tonminerale, ev. Schwerminerale) sowie eventuell physikalische (Korngrößenverteilung) Analysen durchgeführt werden. Parallel werden mineralogische Untersuchungen von Höhlensedimenten, Sedimenten an Quellöffnungen und Filterproben durchgeführt.

Von Böden der Intensivuntersuchungsflächen sollten zusätzlich pF-Kurven ermittelt werden.

3.2.4.3 Durchführung und Kosten:

Da die tatsächlichen Kosten von der endgültigen Anzahl von Testgebieten, Dauerbeobachtungsflächen und Bodenproben abhängen, werden hier nur Orientierungswerte für die weitere Kalkulation angegeben:

1 Manntag für die Aufnahme von 5 Probepunkten

1 Manntag für die Detailaufnahme einer Dauerbeobachtungsfläche

Für die Auswertung und Kartenerstellung (Digitalisierung, Themenkarten) wird mit einem Monat je Probefläche gerechnet.

Sollten die Arbeiten in Form von Diplomarbeiten vergeben werden, wäre je Fläche ein Diplomandenstipendium in der Höhe von 50.000,- sowie Reisekosten in der Höhe von 20.000,- einzukalkulieren.

Die Zäunung der Dauerbeobachtungsflächen erfolgt idealerweise durch NP-Personal oder Personal der ÖBF. Für beide Varianten stehen keine Kalkulationsgrundlagen zur Verfügung.

Bei Aufarbeitung der Bodenproben im Nationalpark und externer Vergabe der Analysen sind zur Zeit (Institut für Waldökologie) für die Analyse einer Auflagehumusprobe (Vermahlen, pH, C, N, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb und Cd gesamt) ca. 2.000,-, und einer Mineralbodenprobe (pH, C, CaCO₃, N, P, Cu, Zn, Pb und Cd gesamt, K, Ca, Mg, Mn, Al, Fe im BaCl₂-Auszug) ca. 2.200,- zu rechnen. Eine Tonmineralanalyse kostet laut Auskunft von Herrn Dr. Ottner, Institut für Bodenkunde und Baugeologie, BOKU, etwa 2.000,-, eine Gesteinsanalyse ca. 1.000,-, eine Korngrößenfraktionierung ebenfalls etwa 1.000,-, eine Schwermineralanalyse ca. 2.000,-. Das

Probenaufkommen hängt neben der Stichprobenanzahl von der Profilmächtigkeit der Böden ab (horizontweise Analyse der Mineralbodenproben).

In Summe sind überschlagsmäßig ÖS 250.000,- für die Bodenanalysen zu veranschlagen.

Für Werkzeug zur Entnahme von Bodenproben (Bohrkerne) sind 30.000,- anzusetzen.

Für die Ermittlung der pF Kurven sind derzeit etwa 30.000,- für einen Durchlauf (40 Proben) auf der Druckplattenapparatur zu rechnen.

3.2.5. Projektteil 5 (ab 1995 od. 1996):

3.2.5.1. Zielsetzung:

Durch die Erfassung der Niederschläge und Stoffflüsse in Kronendurchlaß und Boden typischer Waldbeständen sowie auf Almflächen sollen die, das Verkarstungsgechehen steuernden Prozesse erfaßt werden. Einerseits soll so der Einfluß langzeitwirksamer Luftschadstoffe, andererseits der Einfluß der Nutzung ermittelt werden. Aus einer detaillierten Untersuchung des Bodenwasserhaushalts soll die Filterwirkung der Böden für Schadstoffe abgeschätzt werden. Weiters soll die Frage untersucht werden, inwieweit in Zerfallsphasen von Waldökosystemen kritische Sickerwasserbelastungen auftreten. Für das hydrologische Geschehen im Karstsystem sollen die Input-Parameter definiert werden.

3.2.5.2. Methodik:

3.2.5.2.1 Einfluß der Vegetationsbedeckung auf Niederschlag und Interzeption:

Die, bereits im Punkt 3.2.1.2.2 beschriebene Methodik soll auf den permanenten Untersuchungsflächen in Form von Meßkampagnen intensiviert werden. Zusätzlich ist das meteorologische Meßprogramm des Nationalparks in den Testeinzugsgebieten zu verdichten.

Durch die Installation von Bulksammlern, bzw. Meßrinnen auf der Freifläche und in charakteristischen Beständen (Methodik siehe Glatzel, 1983, Hager et al., 1989) wird der Niederschlagsinput in die Ökosysteme ermittelt.

Für den Winterzeitraum sind Schneekübel oder integrierende Schneelysimeter zu installieren.

Die chemische Analyse der Niederschlagsproben (pH, Leitfähigkeit, K, Ca, Mg, Na, Cl, NO₃⁻, SO₄⁻) erlaubt die Bestimmung von Stoffeinträgen und internen Stoffflüssen im System.

3.2.5.2.2 Bodenklima und Bodenwasserhaushalt:

In den Böden soll eine kontinuierliche Temperaturmessung (angeschlossen an die Waldklimastation) installiert werden. Die Bodenfeuchte soll diskontinuierlich über TDR-Messungen ermittelt werden. In Meßkampagnen bei definierten Niederschlags-situationen sollen zusätzlich kontinuierliche Messungen durchgeführt werden.

Die endgültige Methodik der Sickerwassergewinnung hängt weitgehend von den Ergebnissen der Pilotstudie 'Wasserhaushalt und -chemismus von Karbonatböden' ab, wird aber in ähnlicher Konfiguration geplant.

3.2.5.2.3 Modellbildung

Eine Anforderung an die Untersuchungen ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf größere Flächen. Nur auf dieser Grundlage können Input und Output im Einzugsgebiet mit ausreichender Genauigkeit definiert werden um eine Verknüpfung mit den Ergebnissen an Quellen und Vorflutern zu erlauben.

Die klimatologischen Modelle wurden im Abschnitt 3.2.1.2.2 bereits behandelt.

Mathematisch schwierig zu erfassen ist der Wasserhaushalt und die 'Flowpaths' der kleinflächig stark strukturierten Böden. Die Adaptierung bzw. Parametrisierung von Abflußmodellen (konzeptuelles Modell, i.e. TOPMODEL (O'Loughlin, 1990) oder PULSE model (Bergström et al., 1985)) soll die Übertragbarkeit der punktuellen Untersuchungen auf das Einzugsgebiet erleichtern.

Kurzfristige Meßkampagnen von natürlichen Isotopen (^{18}O , Tritium, Deuterium) in den Niederschlags- und Bodenwasserfraktionen sollten der Parametrisierung der Bodenwasserhaushalts- und Runoff-Modelle ermöglichen. Ein ähnlicher Ansatz wurde z.B. von Lindström und Rodhe (1991) erfolgreich angewendet. Diese Untersuchungen müssen in enger Kooperation mit dem Fachbereich Hydrologie, in welchem diese Untersuchungen standardmäßig angewendet werden, durchgeführt werden.

In allen Fragestellungen ist ein intensiver Methoden- und Datenaustausch mit dem Umweltbundesamt (IMP Zöbelboden) geplant.

3.2.5.3. Durchführung und Kosten:

Da die Kosten von den Ergebnissen der Pilotstudie abhängen, können hier größenordnungsmäßige Angaben gemacht werden:

Die mobile Waldklimastation wurde bereits im Projektteil 3.2.1.3 berücksichtigt. Kosten für Bodenthermometer müssen zusätzlich kalkuliert werden. Die Anschaffung eines transportablen TDR-Meßgerätes ist zu überlegen.

Da die Kosten von Blitzschutzeinrichtungen im Verhältnis zu den Anlagekosten zu hoch wären, wurden derartige Anlagen nicht mit einkalkuliert.

Die Lysimeteranlagen aus der Pilotstudie (3.2.3.3) sollen weiterverwendet werden, zusätzlich sind weitere Lysimeter einzukalkulieren (Abhängig von den Ergebnissen der Pilotstudie und der Anzahl von Testflächen). Dafür sollen vorläufige Kosten von etwa 50.000,- berechnet werden.

30 Bulksammler mit Halterung könne mit ca. 50.000,- veranschlagt werden (vorausgesetzt daß Teilarbeiten bei der Herstellung durch NP Personal durchgeführt werden). 20 Schneekübel mit Halterung kommen auf ca. 30.000,-. Für integrierende Schneelysimeter sind Kosten von etwa 30.000,- vorzusehen.

Die Analysen der Wasserproben können im NP Labor erfolgen. Zusätzliche DOC-Untersuchungen kosten derzeit am Institut für Waldökologie 200,- je Probe. Isotopenuntersuchungen (^{18}O , Tritium, Deuterium) kosten laut Benischke 1.400,- (Forschungszentrum Arsenal).

Die Installation und Betreuung der Probeflächen kann teilweise durch NP-Personal erfolgen (Installation je Fläche ca. 1 MM, Probenahme: 1 Wochentag je Fläche bei wöchentlicher Probenahme).

Für die Installation und Betreuung der Waldklimastation sind 50.000,- pro Jahr zu kalkulieren (abhängig von der Intensität der Meßkampagnen).

Für die laufende wissenschaftliche Betreuung, die Durchführung von Meßkampagnen, die Auswertung der Meßkampagnen und die Modellentwicklung sind 300.000,- p.a. zu veranschlagen.

3.2.6: Folgeprojekte:

Zielsetzung:

Die wiederholte **Aufnahme der Dauerbeobachtungsflächen** soll die Sukzessionsdynamik der Karstökosysteme und den Einfluß von Tourismus und Weide abklären.

Ein extensives **Monitoring** soll die langfristige Entwicklung der Schadstoffeintragsituation und den Einfluß ökosystemarer Veränderungen auf Wasser und Stoffumsätze im Karstsystem beobachten und Hintergrunddaten für Projekte, die Teilprozesse untersuchen, liefern.

Schwerpunktkampagnen in den Testeinzugsgebieten sollen Fragen, welche sich im Projektverlauf ergeben, untersuchen.

Solche Fragen könnten z.B. sein:

- Wechselwirkung zwischen Bodenbiologie, CO_2 -Haushalt und Verkarstung
- Schneedeckenhydrologie
- Oberflächenabfluß - Fracht (gelöst und partikulär)

Weiters muß die Kapazität für die Untersuchung der Auswirkung von Katastrophenereignissen (Windwurf, Käferkalamität), die im Nationalparkgebiet auftreten können, einkalkuliert werden.

3.3. Laborbetrieb:

In Punkt 3.3.2 der Hinweise zur Ausschreibung wird der interaktive Ausbau des Laborbetriebes vorgeschlagen.

Zum Zweck einer Bewertung des bestehenden Laborbetriebes wurde gemeinsam mit dem Konzeptentwickler des Fachbereiches Hydrologie eine Spezifizierung des Labors angefordert.

Bewertung:

Von Herrn Magister Siegfried Angerer wurden diese Unterlagen in übersichtlicher Form (Aktennotiz LA/014, LA/015 und LA/016) zur Verfügung gestellt.

Generell ist das Labor für Wasseranalytik gut instrumentiert. Die Meßgeräte entsprechen dem Stand der Technik.

Die derzeitige Laborkapazität von 16 Wasserproben pro Woche ist nach Aussage des Laborleiters durch den Einsatz von zusätzlichem Personal auf ca. 50 Wasserproben pro Woche steigerbar.

Derzeit sind die Möglichkeiten der Automation nicht ausgeschöpft. Der Ausbau der Ionenchromatographie auf eine Parallelmessung die Ausstattung mit einem Probewechsler und der Ankauf einer Rekalibrierungssoftware ist laut Mag. Angerer geplant und dürfte die Kapazität wesentlich steigern.

Zusätzlich wäre noch die Aufrüstung der Photometrie (Flow-Injection System) möglich.

Mit Bodenanalytik besteht derzeit im Labor nur wenig Erfahrung. Die Meßeinrichtung reicht ebenfalls für eine Bodenanalytik nicht aus. Für diverse Bodenauszüge wäre die Anschaffung eines Kopfüber-Schüttelapparates notwendig. Für die Grobzerkleinerung von Auflagehumusproben wäre eine Schlagkreuzmühle anzuschaffen. Die Verwendung getrennter Aufschlußeinrichtungen für die N-Bestimmung und Säureaufschlüsse wäre notwendig, da es sonst erfahrungsgemäß zu Kreuzkontaminationen kommt. Zumindest müssen getrennte Aufschlußgefäße verwendet werden. Für Kationenanalytik in Aufschlüssen und Bodenextrakten ist der Einsatz einer Atomabsorptionsspektroskopie notwendig. Teiluntersuchungen (C-Gehalt, Schwermetalle) müßten sinnvollerweise an externe Labors vergeben werden. Von der derzeit vorgeschlagenen Methode, Kationen in BaCl_2 -extrakten mittels IC zu messen, muß abgeraten werden (aufwendige Probenvorbereitung).

Vorschläge der Konzeptentwickler:

Von Herrn Benischke (Fachbereich Hydrologie) wird angeregt, in der Beschreibung der Labormethoden generell ÖNORM und DIN Bezug herzustellen. Dadurch kann die Vergleichbarkeit der Methoden mit anderen hydrologischen Meßprogrammen gewährleistet werden.

Die Teilnahme an Ringversuchen wurde angeregt und wird für die Wasseranalytik mit 1994 geplant (ASLR, BMLF).

Die Kapazität des Labors für Wasseranalytik ist wie geplant auszubauen.

Aufgrund der momentanen Laborkonfiguration erscheint es sinnvoll, die Aufbereitung von Bodenproben (Zerlegen, Sieben) im Haus durchzuführen und die Analysen an externe Labors zu vergeben.

Falls Bodenproben im Haus analysiert werden sollen, erscheint die Anschaffung einer AAS sinnvoll. Zusätzlich könnte damit die Kationenanalytik von Wasserproben relativ effizient gestaltet werden.

Sollte die Bodenanalytik ausgebaut werden, ist auch hier die Teilnahme an Ringversuchen vorzusehen. Folgende Adressen werden vorgeschlagen:

International Plant-analytical Exchange (IPE)
 International Soil-analytical Exchange (ISE)
 C/O Dr. V. Houba
 PO Box 8005, 6700 EC Wageningen
 The Netherlands
 Tel.: .. 31 8370 82344
 Fax: .. 31 8370 83766

ALVA (Arge Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich)
 Bundesanstalt für Bodenkultur
 Denigsgasse 31
 1200 Wien
 Leiter: Hr. Doz. Danneberg
 Versuchsleitung: HR Dr. Gerber
 (derzeit kostenlos)

Zusätzlich sind interne Referenzproben, welche bei jeder Analyseserie mitgemessen werden, vorzubereiten.

4. Literatur:

Im Folgenden wird nur die im Konzept zitierte Literatur angeführt. Die Ergebnisse des Literatursuchlaufes werden auf Datenträger in ASCII Format übermittelt.

Bauer, F., 1952: Zur Verkarstung des Sengsengebirges in Oberösterreich. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1952, 7-14.

Bergström, S., Carlsson, B., Sandberg, G. and Maxe, L., 1985: Integrated modelling of runoff, alkalinity, and pH on a daily basis. Nordic Hydrology **16**, 89-104.

Enders, G., 1979: Theoretische Topoklimatologie. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 1/1979, 92 S.

Führer, E. und Neuhuber, F. 1991: Forschungsinitiative gegen das Waldsterben II, Forschungsprogramm 1991-1994, BMWF, 29 S.

Glatzel, G. (ed.), 1983: Die Messung langzeitwirksamer Luftschadstoffe in Wäldern. G. Glatzel, Wien, 165 S.

Glatzel, G., Katzensteiner, K., Kazda, M., Kühnert, M., Markart, G. und Stöhr, D., 1988: Eintrag atmosphärischer Spurenstoffe in österreichische Wälder; Ergebnisse aus vier Jahren Depositionsmessung. Bericht FIW Symposium, Univ.f. Bodenkultur, Wien, 1988, 60-72.

Haseke, H., 1990: Hydrologie und Karstmorphologie des Sengsengebirges. Nationalpark Kalkalpen, Jahresberichte 1990, 159 S.

- Haseke, H., 1991: Hydrologie und Karstmorphologie des Reichraminger Hintergebirges. Nationalpark Kalkalpen, Jahresberichte 1991, 143 S.
- Haseke, H., 1991: Karstquellenmonitoring, Synoptische Wasseranalysen, Jahresberichte 1991, 143 S.
- Haseke, H. und Angerer, S., 1993: Projekt Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen - Version 2, 26 S.
- Hager, H., Glatzel, G., Katzensteiner, K., Schröfl, P., 1989: Description of forest research stations of the Institute of Forest Ecology, Universität für Bodenkultur, Working Group: Dr.G. Glatzel. In Bressur, A.H.M. and P. Mathy (eds.): Monitoring Air Pollution and Forest Ecosystem Research. Proceedings of a Workshop, February 20-21, 1989, at Bilthoven, The Netherlands, 240-244.
- Herlicska, H. und Graf K., 1992: Dokumentation karsthydrologischer Untersuchungen in Österreich. Reports des Umweltbundesamtes **57**.
- Hettelingh, J.P., Downing, R.J. and Smet, P.A.M (Eds), 1991: Mapping Critical Loads for Europe. CCE Technical Report 1, 86 pp.
- Kovar, A. und Puxbaum, H., 1992: Nasse Deposition im Ostalpenraum. Bayrisches-Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Bericht 14, 33 S.
- Langenscheidt, E., 1994: Bodenforschung im deutschen Alpenraum. Kurzbeschreibung des Verbundprojektes, Nationalpark Berchtesgaden.
- Lindström, G. and Rodhe, A., 1992: Transit times of water in soil lysimeters from modeling of oxygen-18. Water, Air, and Soil Pollution, **65**, 83-00.
- Mutsch, F., 1993: Die Österreichische Waldboden-Zustandsinventur: Ergebnisse Band II, Waldbodenbericht. Mitt. der FBVA Wien 168/II, 145-188.
- Müller, F., 1977: Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengsengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen im Wuchsraum 10 (Nördliche Kalkalpen). Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, **121**, 242 S.
- Österreichischer Waldbericht 1992, BMLF Wien, 73 S.
- O'Loughlin, E.M., 1990: Modelling soil water status in complex terrain. Agricultural and Forest Meteorology **50**, 23-38.
- Running, S.W. and Coughlan, J.C., 1988: A general model of forest ecosystem processes for regional applications: 1. Hydrologic balance, canopy gas exchange and primary production processes. Ecological Modelling, **42**, 125-154.
- Running, S.W. and Nemani, R.R., 1991: Regional hydrologic and carbon balance response of forests resulting from potential climate change. Climatic Change, **13**, 349-368.

- Viville, D., Biron, P., Granier, A., Dambrine, E. and Probst, A., 1993: Interception in a mountainous declining spruce stand in the Strengbach catchment (Vosges, France). *Journal of Hydrology* 144, 273-282.
- Zötl, J.G., 1986: Karst water: An important factor for the drinking water supply in Austria. *Environmental Geology and Water Science*, 7, 4, 237-239.

Karst-Literaturdatenbank

Hinweise zur Anwendung

Für die Literaturrecherche Nationalpark "Kalkalpen" wurde das Bibliotheksprogramm PRO-CITE 2.02 for IBM (1986-1992) der Firma Personal Bibliographic Software, Inc. (Michigan) verwendet.

Falls entsprechende Software vorhanden ist, können die Dateien KARST.* in ein Unterverzeichnis geladen werden. Wenn nicht, liegt die selbe Datei in Form eines Textfiles im ASCII-Code vor (Bezeichnung: KARST.TXT, Semicolon als Delimiter, carriage return als Recordbegrenzung) und kann in einem beliebigen Datenbankprogramm bearbeitet werden.

Angelegt wurde der Literatursuchlauf mittels der Workform 'Book-Short' und den in der Tabelle 1 dargestellten Suchparametern. Die aufgelisteten Bücher und Zeitschriften sind in der Originalsprache zitiert.

Tab.1: Erklärung der Suchparameter

	Buch	Zeitschrift
Auth	Autor(in), Co-Autor(inn)en	
Titl	Titel des Buches	Titel des Artikels
PIPu	Erscheinungsort	Verlagsname (Wenn angegeben), Ort
Publ	Verlagsname, Seitenangabe (pp., S)	Name der Zeitschrift, Vol., Nr., p. (S.)
Date	Erscheinungsjahr	
ISBN	Wenn angegeben	-
Note	-	Bezeichnung des Originalstandortes (lt. Liste)
Abst	Inhalt-Schwergewicht: Hydrology, Soil, Climate	
Call	Standort am Institut (Interne Bezeichnung)	
Desc	Angabe von Suchbegriffen und Kapiteln	

Die unter 'Note' angeführten Standplätze werden in nachstehender Liste erklärt:

- GEOL: Geologische Bundesanstalt, Wien
- H 310: Institut für Bodenforschung und Baugeologie, BOKU
- H 420: Institut für Waldwachstumsforschung, BOKU
- H 435: Institut für Wildbach- und Lawinenschutz, BOKU
- H 521: Institut für Wasserwirtschaft, BOKU
- H 535: Institut für Raumplanung und agrarische Operationen, BOKU

- UBW-o76: Bibliothek der UNI Wien - Institut für Geologie
- UB xx.xxx I: Bibliothek der UNI für Bodenkultur
- UB xx.xxx II: - " -
- ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Unter 'Call' wird der Standort von Artikeln am Institut für Waldökologie (H 410)-BOKU, mit einer internen Bezeichnung angegeben (z.B.: H410-Axx, -Bxx;...).

Unter der Adresse: Institut für Waldökologie
 UNI f. Bodenkultur-Wien
 Peter Jordanstr. 82
 A-1190 Wien

Tel: 1- 47654-4105 (DI Jörg Obenaus)
 Fax: 1- 4797896
 Mail: obenaus@mail.boku.ac.at

sind sämtliche Informationen, Kopien von Artikeln (1 Kopie: öS 1) und Adressen erhältlich.

Falls das oben angeführte Software-Programm vorhanden ist, dann soll wie folgt vorgegangen werden:

- Aufrufen des Programmes
- Main Menu: Databases-[D]
- Databases: Open Database-[O]
- Pro-Cite Databases: Karst (mittels Cursor)-[Enter]
- Main Menu: Search Database-[S]
- Search Database: Select All-[A]
- Search Selected Records-[S]
- Search Expression auf Funkt.: 'Quick Search is ON' Eingabe der Suchparameter.

Pro-Cite sucht auf allen Ebenen, die in der Tabelle 1 angeführt sind. Die Eingabe der Suchparameter soll in deutscher und englischer Sprache erfolgen, da die Artikeln in der Originalsprache eingegeben wurden und auch die Descriptoren in selbiger abgefaßt wurden.

Auf der mitgelieferten Diskette KARST (3,5") befinden sich unter dem Filenamen KHINW1.DOC (Word for Windows 2.0) die Anwenderhinweise .