



NhmW

AKTEN ZUM  
SYMPOSIUM ÜBER

DIE  
DER  
GEGENWART

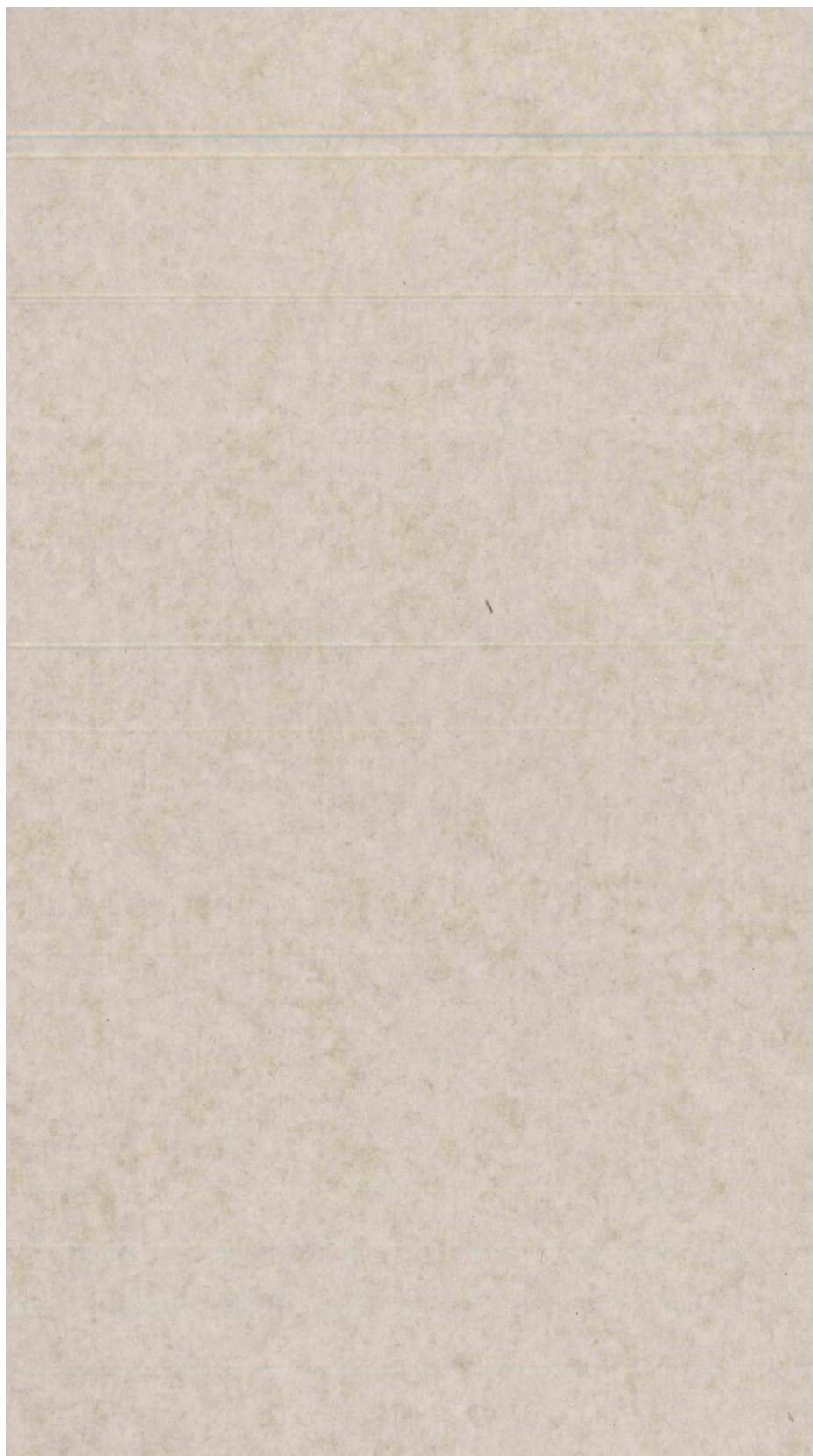
KARSTGEBIETE  
ALPEN  
UND ZUKUNFT



VÖH

Bad Aussee

27. - 29. 6. 1991



**AKTEN ZUM  
SYMPOSIUM ÜBER  
DIE KARSTGEBIETE DER ALPEN - GEGENWART UND ZUKUNFT  
Bad Aussee, Juni 1991**





Symposium über  
**DIE KARSTGEBIETE DER ALPEN - GEGENWART UND ZUKUNFT**

(Bad Aussee, 27.-29.6.1991)



Internationale  
Alpenschutz=  
kommission



Karst- und  
höhlenkundl.  
Abteilung



Verband  
österreichischer  
Höhlenforscher

Akten des Symposiums des Österreichischen Nationalkomitees  
der Internationalen Alpenschutzkommission (CIPRA)  
der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des  
Naturhistorischen Museums Wien  
und des  
Verbandes österreichischer Höhlenforscher

in Bad Aussee (Steiermark)  
27. bis 29. Juni 1991

Gesamtredaktion: Rudolf Pavuza

Wien 1993  
Herausgegeben vom  
Verband österreichischer Höhlenforscher

Die Herausgabe dieser Symposiumsakten wurde gefördert  
durch



Pro Austria

Österreichische Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz  
aus Mitteln des  
Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie

und die  
Karst- und höhlenkundliche Abteilung  
des Naturhistorischen Museums Wien

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:  
Verband österreichischer Höhlenforscher  
Obere Donaustraße 97/1/61  
A-1020 Wien

## INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung (Rudolf PAVUZA).....	4
Eröffnungsansprache (Heinz ILMING).....	6
Hinweise auf Karsterscheinungen außerhalb der klassischen Karstgebiete in Kärnten (Friedrich Hans UCİK).....	7
Karsthydrogeologische Beobachtungen im Pinzgauer Salzachtal (Wolfgang GADERMAYR).....	13
Karstgebiete in den österreichischen Zentralalpen - Verteilung, Typen, Gefährdungen (Arthur SPIEGLER).....	27
Markierungsversuche und Karsthydrographie des Dachstein- stockes. Eine Würdigung der letzten Arbeiten von Dr. Fridtjof Bauer (Hubert TRIMMEL).....	33
SPELDOK-AUSTRIA, das Dokumentationssystem der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien und des Verbandes österreichischer Höhlenforscher (Karl MAIS).....	45
Die Karstreliefgenerationen Griechenlands und das Problem anthropogeographischer Steuerungen (Helmut RIEDL).....	57
Karstkundliche Untersuchungen in den nördlichen Vorlagen des Hochschwab und ihre Relevanz für die Wiener Wasserversorgung (Karl MAIS, Rudolf PAVUZA).....	71
Das Arbeitsprogramm "Großräumige speläotopographische Doku- mentation von Höhlenballungsgebieten in der Steiermark" (Günter STUMMER).....	81
Aktuelle Entwicklungen in der internationalen Karstfor- schung und die Karstgebiete der Alpen (Hubert TRIMMEL)...	89

Das Projekt der Speläologischen Föderation der Europäischen Gemeinschaft (S.F.E.G.): Karst- und Süßwasserressourcen in Europa (Bernd KRAUTHAUSEN).....	95
Karstlandschaften, Karstgefährdung und Karstschutz in der Schweiz (René SCHERRER).....	97
Geplanter Nationalpark Kalkalpen: Unterschutzstellung und vernetztes Forschungsprogramm (Martin ATZWANGER).....	109
Das Projekt "Karstdynamik" im Nationalpark Kalkalpen: Schwerpunkte Karstschutz und Karstforschung (Harald HASEKE).....	117
Beginn einer Untersuchungskampagne für Vegetation, Boden und Karstwasser (Christian SCHWARZ).....	129
Zur Ökologie eines Karstgewässers (Hinterer Rettenbach, Sengsengebirge). Konzeption einer Langzeitstudie und erste Ergebnisse (Klement TOCKNER).....	131
Raumordnungsprobleme im Karst (Heidrun WANKIEWICZ).....	141
Konzepte zur Abwasserbehandlung im Karstgebiet (Josef SPERRER).....	151
Vegetationsökologische Gliederung der Dachstein-Nordseite (Oberösterreich) als Grundlage für die Entwicklung eines Schutzgebietsystems (Franz MAIER).....	155
Die touristische Nutzung von Karstgebieten am Beispiel des Dachsteins (Siegfried GAMSJÄGER).....	157
Beobachtung pleistozäner, subglazialer Wasserwege in oberflächennahen Höhlen des Glaziokarstes zwischen Hetzaukamm und Großem Woising (Totes Gebirge) (Rudolf WEISSMAIR).....	159
Gefährdung und Schutz subterranner Biozönosen (Erhard CHRISTIAN).....	169
Ein Modell für den Schutz archäologischen Kulturgutes im Alpenraum (Gerald FUCHS).....	173



Aktuelle Probleme und Zukunftsaspekte der "Karst- gefährdungskarten" des Verbandes österreichischer Höhlenforscher (Rudolf PAVUZA).....	181
Stand karsthydrologischer Untersuchungen in den Brandenburger Alpen, Tirol (Günter KREJCI).....	189
Forschungen, Nutzungsansprüche und Schutz- maßnahmen in Karstgebieten der Alpen - Bilanz und Zukunftschancen (Hubert TRIMMEL).....	191
Liste der Symposiumsteilnehmer.....	197

## EINLEITUNG

Der vorliegende Symposiumsband - wie sein Vorgänger aufgrund einiger spät eingelangter Manuskripte erst zwei Jahre nach der Veranstaltung unter kräftiger Mithilfe von Günter STUMMER, Petra CECH und Josef WIRTH erscheinend - bringt 25 Beiträge zur alpinen Karstforschung im weiteren Sinne.

Es war bestimmt kein Zufall, daß im Jahre 1991 die Mehrzahl der Arbeiten den oberösterreichischen Anteil des "Nationalparks Kalkalpen" behandelte. Zu diesem Zeitpunkt hatte der Arbeits-eifer und Optimismus der dortigen Projektbearbeiter wohl einen Höhepunkt erreicht.

Inzwischen scheint es aber, daß eine typisch alpenländische Stagnation behördlichen Interesses und damit des Geldflusses diesen Elan bremsen könnte.

Gleichzeitig ist eine Zersplitterung der Karstaktivitäten österreichweit und auch international zu verzeichnen, Querverbindungen sind dabei höchst selten. Für die vereinsmäßige Höhlenforschung bietet sich dabei das erstaunliche, freilich auch höchst beunruhigende Bild einer reger Forschungstätigkeit auf dem Karstsektor unter souveräner Mißachtung der Tatsache, daß gerade erst die Höhlen einen Einblick in die "Black Box" eines Karstkomplexes bieten, wobei der Zugang zu diesen Bereichen den speläologisch naturgemäß weniger versierten "oberirdischen Bearbeitern" ohne Hilfe der Höhlenforscher freilich weitgehend verwehrt bleibt.

Umso erschreckender ist die sich am Horizont vorerst vage abzeichnende Tendenz, auch die Höhlenforscher an den Schandpfahl der "Naturesportler" zu stellen, wo sie sich in Gesellschaft von Paragleitern, Mountainbikern, Tourenläufern und anderen befänden, deren großartiges Verbrechen in erster Linie darin besteht, Gottes Natur kostenlos zu benützen - ohne Zweifel ein Sakrileg in einer in erster Linie monetär dominierten Wachstumsgesellschaft.

So kann bereits jetzt ohne weiteres der Fall eintreten, daß bei

Höhlenreinigungsaktionen vorab eine Stempelmarkengebühr bei jener Bezirkshauptmannschaft zu erlegen ist, die ja von Gesetzes wegen eigentlich genau das veranlassen und wohl auch bezahlen müßte, wofür sie von den in ihrer Freizeit weitgehend idealistisch agierenden Höhlenforschern Gebühren einhebt.

Kein Zweifel: Bei Modesportarten muß ein Regulativ gefunden werden, um lokale Überbestände (so wie dies in der Wildwirtschaft erfolgreich meist nicht getan wird) zu vermeiden, an die wahren Urheber der schleichenden Devastierung des alpinen Karstes darf aber dabei nicht gleichzeitig aus Angst oder Opportunismus vorbeigeschleift werden. Auch ist die Schaffung von Refugien für die eigenen Interessen und Aktivitäten in geschützten Gebieten, seien es Nationalparks, Natur- oder Landschaftsgebiete, abzulehnen: So ist der aufkommende Grimm jener Besucher, die durch unzählige Ge- und Verbotsschilder an die wenigen Wege in einem relativ naturbelassenen Gebiet an unserer östlichen Landesgrenze gebunden sind und von einem Geländefahrzeug der Grundeigentümer (deren Gönner die Besucher nicht selten selbst sind) stinkender- und lärmenderweise überholt werden, mehr als nur verständlich.

Es bleibt dem Leser überlassen, diese aus zugegebenermaßen subjektiver Sicht dargestellten Streiflichter alpenländischer Naturschutzaspekte selbst zu beurteilen. Ein gemeinsames Ziel sollte aber wenigstens sein, den Problemen der Zukunft wie etwa der Zersiedelung des Alpenraumes im Gefolge der EWR- und EG-Vereinnahmung der Alpen mit erhöhter Aufmerksamkeit zu begegnen. Wenn man den Informationsschriften des Bundeskanzleramtes Glauben schenken darf, so gibt es ein ausreichendes Instrumentarium gegen den Ausverkauf alpiner Restnatur, wobei aber gleichzeitig ein wenig hilflos angemerkt wird, daß beispielsweise in Tirol in vielen Bezirken der Anteil ausländischer Zweitwohnungsnutzer ohnedies bereits 75 % erreichte. Hierbei geht es aber nicht um eine alternative Art der Ausländerfeindlichkeit, sondern um die Tatsache, daß Käufer aus den reicheren westeuropäischen Ländern ungleich finanzkräftiger sind und in Zukunft auch Gebiete erwerben könnten, die auf dem Inlandsmarkt infolge gezielt exorbitanter Preise keine Abnehmer fänden und so vor der Verhüttelung geschützt wären.

Diese Gefahr und die Problematik des möglichen Wunsches nach Nutzung der alpinen Wasserressourcen durch Nicht-Alpenstaaten könnten neben den im folgenden behandelten Problemen die Themen zukünftiger Diskussionen, vor allem aber Aktivitäten sein.

## ERÖFFNUNGSANSPRACHE

von Heinz ILMING (Wien)

Die glückliche Auffassung, "Speläologie" in Österreich als "Karst- und Höhlenkunde" zu definieren, hat es mit sich gebracht, daß auch die in den Mitgliedsvereinen des Verbandes österreichischer Höhlenforscher organisierten Amateurforscher die "Höhle" bald nicht mehr als isoliertes Phänomen betrachteten, sondern schon früh eine ganzheitliche Sicht zu erlangen anstrebten. In diesem Zusammenhang sind Außenvermessungen zwischen verschiedenen Höhlen und Höhlensystemen sowie in der Umgebung liegender Quellen und Schwinden zu erwähnen, so wie die Messungen an den meist wasserwegsamen Klüften in Höhlen.

Diese Daten ermöglichen heute den Aufbau von Atlanten im Teilblattsystem, die bei großen Höhlensystemen einen bisher unvorstellbaren Einblick ins Innere der Berge gewähren. Der Informationsgehalt dieser Pläne etwa für die Karsthydrologie wird zur Zeit sicher noch nicht restlos erkannt und ausgenützt.

Besonders betonen möchte ich aber bei dieser Gelegenheit die hervorragende Zusammenarbeit zwischen der vereinsmäßigen Höhlenforschung und den verschiedenen offiziellen Stellen, die sich wissenschaftlich, legislativ oder organisatorisch hauptsächlich oder auch nur nebenbei mit Karst- und Höhlenforschung befassen. Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß die weitaus größte Zahl an Höhlenplänen von Amateurforschern in jahrelanger idealistischer Forschungstätigkeit erstellt wird, und es dazu - besonders in Anbetracht der tagelangen, befahrungstechnisch schwierigen Expeditionen - keine Alternative gibt. Mit bezahlten Kräften alleine wäre diese Forschung undurchführbar.

So möchte ich abschließend sagen, daß meiner Meinung nach viele andere Umweltprobleme besser zu lösen wären, würden die Fachleute im gleichen Ausmaß von idealistischen Mitarbeitern unterstützt, wie dies in der Karst- und Höhlenkunde und bei den damit verbundenen Umweltproblemen beispielgebend der Fall ist.



## HINWEISE AUF KARSTERSCHEINUNGEN AUSSERHALB DER KLASSISCHEN KARSTGEBIETE IN KÄRNTEN

von Friedrich H. UCIK (Klagenfurt)

Analog zu den Verhältnissen in anderen österreichischen Bundesländern sind auch in Kärnten die fast ausschließlich aus triadischen Kalken und Dolomiten aufgebauten Kettengebirge der Karawanken und der Gailtaler Alpen sowie der gegen Westen anschließenden Lienzer Dolomiten gleichsam als Gegenstück zu den Nördlichen Kalkalpen die landesweit wichtigsten und zugleich klassischen Karst- und Höhlengebiete. Aus praktischen Gründen wird auch der ebenfalls zahlreiche Karbonatgesteinslagen enthaltende paläozoische Unterbau dieser Triasserien zu diesen klassischen Karstgebieten hinzugerechnet, da er sich einerseits in den Ostkarawanken geographisch nicht von den Triasketten trennen läßt und in den Karnischen Alpen die geologisch-tektonische Fortsetzung des Karawankenpaläozoikums darstellt und andererseits ebenfalls relativ zahlreiche Karstphänomene aufweist, wobei diese paläozoischen Gebirgstteile der Südlichen Kalkalpen nach den genannten Triasketten die karst- und höhlenkundlich am besten bekannten Gebiete Kärntens sind.

Aber auch in den übrigen Landesteilen sind in den verschiedensten geologischen Einheiten, vom zuunterst gelegenen Penninikum bis zum höchsten Oberostalpin und sogar im Bereich der jungen Tertiärablagerungen, verkarstungsfähige Gesteine in letztlich doch überraschend großer Verbreitung vorhanden. Ein Vergleich der Höhlenlisten von BERGER (1960) und WIGOTSCHNIG & ZAWORKA (1982) zeigt zwar eine Zunahme der bekannten Höhlen von 124 auf knapp über 300, doch geht dieser an sich erfreuliche Zuwachs vor allem auf intensive Arbeit im Gebiet des Dobratsch und der Karawanken, also in den klassischen Höhlengebieten, zurück.

Im Folgenden soll nun daher kurz auf Karsterscheinungen in anderen Gebieten Kärntens hingewiesen werden, wobei Höhlen natürlich die bemerkenswertesten Phänomene darstellen.

Im Bereich des penninischen Tauernfensters, der tiefsten geologischen Einheit, ist zunächst der (?) oberjurassische Silber-eckmarmor der unteren Schieferhülle zu erwähnen, der vor allem im obersten Pöllatal (W des Katschberges) verschiedene Karsterscheinungen wie kleine Dolinen, Karstquellen und sogar eine Höhle aufweist (NAGL 1966 und eigene Beobachtungen); dieser Marmor zieht gegen Süden bis ins Maltatal, wo er noch eine kleine Höhle enthält (GRESSEL & HUBER 1982)[1]. Triassische (?) Kalk- und Dolomitmarmore der Glocknerdecke zeigen im Gebiet östlich des Hochtores ausgedehnte Verkarstungen (FINK 1984)-[2], kleinere Verkarstungen eines Kalkmarmors auf der Steiner Alm bei Döllach im Mölltal erwähnt EXNER (1964)[3]. Verkarstungen treten auch in eher massigen Kalkglimmerschiefern der Schieferhülle südlich des Großglockners im Leitertal nahe der Salmhütte auf, wobei der Leiterbach in diesem Karstgebiet teilweise versickert (GRAF 1987)[4].

Im Gebiet der Gurktaler Alpen ist zunächst auf die mittelostalpine Stangalmtrias im engeren Sinn hinzuweisen [5], die nicht nur verschiedentlich an der Oberfläche sichtbare Karsterscheinungen aufweist (z.B. im Eisental), sondern vor allem auch Träger der bekannten Bad Kleinkirchheimer Thermalquellen ist (KAHLER 1978, Nr.44).

Ein wichtiges Karstgebiet der oberostalpinen Gurktaler Decke ist der mächtige paläozoische Kalkstock der Grebenze an der Grenze zur Steiermark [6]; neben mehreren Höhlen ("Wildes Loch", Heidenloch) ist dieses Kalkgebiet vor allem durch eine typische unterirdische Karstentwässerung gekennzeichnet (EICHNER 1976).

Die geologischen Detailkarten zeigen sowohl im Mittelostalpin wie im Paläozoikum der Gurktaler Decke zahlreiche weitere, kleinere oder größere Kalk- und Dolomit- bzw. Marmorvorkommen, die auch tatsächlich viel häufiger als meist angenommen Höhlen und andere Karsterscheinungen aufweisen; manche dieser Karstphänomene haben nur eine sehr geringe Größe und wurden in einem Steinbruch zufällig angeschnitten - und beim weiteren Abbau wieder vernichtet, sodaß sie nur zu einem kleinen Teil und eher zufällig der Wissenschaft bekannt wurden. Die folgenden Beispiele erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zunächst ist ein relativ mächtiger Marmorzug zwischen Weißenstein im Drautal und Treffen bei Villach zu nennen [7]. Im Raum Weißenstein-Amberg verschwindet ein kleiner Bach nahe der

Hangendgrenze des Marmors in einem kleinen Ponor. Der Amberger Bach wird hoch über dem Drautalboden teilweise in eine Karstspalte ausgeleitet und verstärkt dadurch eine Quelle, die am Fuße des Marmorzuges austritt; im Steinbruch Treffen wurden kleine Höhlen erschlossen (eigene Beobachtungen), bei Gummern ist (oder war) im Marmor eine - leider nicht näher beschriebene - Höhle vorhanden (BERGER 1960). In den Marmoren am Südende der Saualpe sind vor allem die bekannte Tropfsteinhöhle im Grifener Schloßberg (UCIK 1990) sowie verschiedene andere kleine Höhlen im gleichen Berg (WIGOTSCHNIG & ZAWORKA 1982) als Karstinventar zu erwähnen [8], weiters zwei Höhlen im Lamprechtskogel bei Waisenberg (die größere davon wurde von WETTSTEIN-WESTERSHEIM 1922 beschrieben) [9] sowie schließlich kleine Höhlen und Karstspalten (z.T. mit Knochenfunden) im Bereich des Steinbruches Dragonerfelsen bei Mittertrixen (eigene Beobachtungen) [19]. Im heute stillgelegten Bürgergiltsteinbruch von Olsa bei Friesach wurde 1948 eine etwa 80m lange Höhle angeschnitten, die mit Millionen von Kalzitkristallen ausgekleidet war; infolge bodenlosen Unverstandes der Bewohner dieses Gebietes wurde der einmalige Kristallschmuck in kürzester Zeit geplündert und weitestgehend zerstört (SCHNEIDER 1955, TRIMMEL 1956 a+b) [11].

Auch die Marmore des westlichen Sattnitzzuges südlich von Klagenfurt weisen mehrfach Höhlen und andere Karsterscheinungen auf. Anzuführen sind das Saligenloch an der Südseite der Otuchova W von St.Egyden im Rosental (GRESSEL & VIERTLER 1981) [12], die entlang einer Kluft angelegte, durch Lösungsvorgänge aber wesentlich erweiterte Margarethenhöhle bei Reifnitz (WEISS 1963) [13] sowie eine aus mehreren kleinen Karstschläuchen austretende intermittierende Subtherme (max. ca 16-17°C) an der Straße vom Keutschacher Tal nach Reifnitz am Wörthersee (KAHLER 1978, Nr.50) [13].

Auf der Saualpe liegt im Marmor die bekannte Nixhöhle (CZOERNIG 1926), die 1963 sogar unter besonderen Schutz gestellt wurde [14].

Auch die eigenartige Platte des kalkreichen pliozänen (?) Sattnitzkonglomerates im Süden des Kärntner Zentralraumes zeigt an mehreren Stellen deutliche Karstphänomene wie Dolinen, starke Quellen und Höhlen, an deren Entstehung Lösungsvorgänge beteiligt waren. Schon STINY (1931) erwähnte die Ausbildung von Karstschläuchen entlang von Störungen sowie den Austritt starker Quellen am Fuße dieser Störungen, wo Liegendtone das ver-

karstungsfähige Konglomerat begrenzen; er beschreibt aber auch echte Karstlandschaften mit Trichtern bei Wurdach und Opferholz. Ebenso zeigt die Hochfläche des Tanzbodens nördlich von Ludmannsdorf verbreitet Bodenformen, die stark an Dolinen erinnern [15]. Nähere geologische Untersuchungen fehlen hier aber ebenso wie bei den offenbar gar nicht so wenigen, zumindest teilweise durch Lösungsvorgänge gebildeten Höhlen, auf die man von Anrainern immer wieder hingewiesen wird, wobei aber bisher nur einzelne Objekte in der Literatur behandelt wurden (Kurathöhle bei Grafenstein - HÖLZEL 1958 [16]; Sattnitzhöhle bei Ebenthal - LANGER & MIXANIG 1990 [17]; Berningerhöhle bei Wurdach - WEISS 1963 [18]). Nicht vergessen sollte man aber auch die zahlreichen alten, wahrscheinlich mitteltertiären und vielfach von Roterde erfüllten Karsthohlformen in den oberflächennahen Anteilen der Trias-, Oberkreide- und Eocänkalke des Krappfeldes (THIEDIG 1970) [19].

Leider wird Kärnten außerhalb der klassischen Höhlen- und Karstgebiete von der karstkundlichen und speläologischen Forschung stark vernachlässigt, sodaß es selbst von manchen bekannten Höhlen und Karstphänomenen keine Pläne oder veröffentlichte Untersuchungen gibt. Zusammenfassend möchte ich nach diesen wenigen Beispielen die Vermutung aussprechen, daß eine Intensivierung der Forschung auch außerhalb der klassischen Karstgebiete Kärntens viele interessante Ergebnisse brächte.

#### LITERATUR:

- BERGER, H. (1960): Die geographische Verbreitung der Höhlen in Kärnten.- Carinthia II, 150/70(1): 50-60. Klagenfurt.
- CZOERNIG, W. (1926): Die Höhle "Nixluke" in der Saualpe.- Mitt. Höhlen- u. Karstforsch. 1926(2): 61-62. Berlin.
- EICHER, H. (1976): Die Entwässerung des Grebenzenkalkstockes und seine Neukartierung im Kärntner Bereich.- Carinthia II, 166/86: 151-161. Klagenfurt.
- EXNER, C. (1964): Erläuterungen zur geologischen Karte der Sonnblickgruppe 1:50.000.- Geol. Bundesanstalt Wien.
- FINK, M. H. (1984): Das Karstgebiet beim Hoctor, Hohe Tauern (Salzburg-Kärnten).- Die Höhle 35(3/4) (Festschrift Hubert Trimmel): 127-134. Wien.
- GRAF, H. (1987): Ein Karstgebiet am Fuß des Großglockners (Kärnten).- Die Höhle 38: 57-58. Wien.
- GRESSEL, W., VIERTLER, J. (1981): Höhlen und Karstobjekte im Rosental.- Carinthia II, 171/91: 357-360. Klagenfurt.

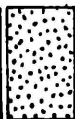


- GRESSEL, W., HUBER, A. (1982): Die Frauenwandl-Höhle im Maltatal.- Carinthia II, 172/92: 195-204. Klagenfurt.
- HÖLZEL, E. (1958): Die Hafner- und die Hundhöhle am Rabenberg in den Karawanken und die Kurathöhle in der Sattnitz mit ihren tierischen Bewohnern.- Carinthia II, 148/68: 24-45. Klagenfurt.
- KAHLER, F. (1978): Die natürlichen Heilvorkommen Kärntens. (Mit einem Beitrag von R. UNKART).- Raumordnung in Kärnten, 10. Klagenfurt.
- LANGER, H., MIXANIG, H. (1990): Höhlenkundliche Arbeiten im Gebiet des Sattnitzkonglomerates (Kärnten).- Carinthia II, 180/100: 189-194. Klagenfurt.
- NAGL, H. (1966): Eine aktive Wasserhöhle in der Hafnergruppe.- Mitt. Österr. Geogr. Ges. 108(1): 159-162. Wien.
- SCHNEIDER, K. (1955): Die Kristallhöhle bei Friesach.- Höhlenkundl. Mitt. 11(8): 63. Wien.
- STINY, J. (1931): Zur Kenntnis der Hollenburger Senke und des Keutschacher Seentales.- Verh. Geol. Bundesanstalt 10/11: 207-220. Wien.
- THIEDIG, F. (1970): Verbreitung, Ausbildung und stratigraphische Einstufung neogener Rotlehme und Grobschotter in Ostkärnten (Österreich). (Mit einem Beitrag von Niels-Peter RÜHL).- Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg 39: 97-116. Hamburg.
- TRIMMEL, H. (1956a): Eine Kristallhöhle bei Friesach (Kärnten).- Höhlenkundl. Mitt. 12(12): 124. Wien.
- UCIK, F. (1983): Höhlen und Karst in Kärnten.- Carinthia II, 173/93: 7-18. Klagenfurt.
- UCIK, F. (1990): Führer durch die Tropfsteinhöhle im Griffener Schloßberg. (Mit Beiträgen von E. GRAZE, G. KÖRNER und W. LEITNER).- 2. Aufl., Griffen, Verl.d. Verschönerungsvereines.
- WEISS, E. (1963): Geologische Merkmale an neuerkundeten Kärntner Höhlen.- Carinthia II, 153/73:91-114. Klagenfurt.
- WETTSTEIN-WESTERSHEIM, O. (1922): Die Lamprechtskogelhöhle bei Waisenberg in Kärnten.- Spel. Jb. III: 125-129. Wien.
- WIGOTSNIG, G., ZAWORKA, G. (1982): Organisation und Stand des Höhlenkatasters in Kärnten.- Carinthia II, 172/92: 181-194. Klagenfurt.

Stark vereinfachte geologisch - tektonische ÜBERSICHTSKARTE VON KÄRNTEN mit diversen Höhlen und Karstbereichen außerhalb der klassischen Karstgebiete (nach W.FRITTSCH 1962, K.KRAINER 1988 und anderen Unterlagen)



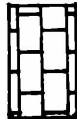
Pleistozän - junge Alluvionen



Oberkreide - Tertiär (Krappfeld, Lavanttal, Sattnitz u.a.)



mittelostalpin (zentralalpines) Permomesozoikum (Flattnitz, Innerkrems) und übrige oberostalpine Permotrias (Krappfeld, Griffen, St.Pauler Berge)



"Südliche Kalkalpen" - Oberostalpin (Karavanken, Gailtaler Alpen, Lienzer Dolomiten, Karn. Alpen); Mesozoikum und paläozoischer Unterbau sowie Kristallin von Eisenkappel



Gebiete mit verkarstungsfähigen Gesteinen (Kalke, Dolomite, Kalkschiefer, Marmore) im mittelostalpinen Altkristallin und in der Gurktaler Decke



"Gurktaler Decke" und Äquivalente in der Goldeck-Gr. (Oberostalpin; überwiegend metamorphes Paläozoikum)



Gailtalkristallin (Oberostalpin)



Mittelostalpin Altkristallin

TAUERNFENSTER

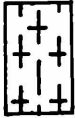


Unteroostalpinen Rahmen

Penninikum



Schieferhülle und Silberockserie



Zentralgneise, Altkristallin

**B** im Text genannte Höhle oder Karstgebiet

FE...Feldkirchen; F...Friesach; GrG1...Groß-Glockner;  
 SP...Spittal/Drau; SV...St.Veit/Glan;  
 WD...Wolfsberg; WI...Winklarn; G...Gurk; GM...Gmünd;  
 ABRÜZUNGEN: KL...Klagenfurt; VI...Villach; V...Völkermarkt; H...Hermagor; M...Mauthen; B...Bleiburg;

Die geologische Karte liegt bei (Kartentasche am Ende des Heftes)

## KARSTHYDROGEOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN IM PINZGAUER SALZACHTAL

von Wolfgang GADERMAYR (Salzburg)

### 1. Einleitung

Im Rahmen einer - noch nicht abgeschlossenen - Diplomarbeit an der Universität Salzburg am Institut für Geologie und Paläontologie und in Zusammenhang mit einem Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung werden im Bereich des Pinzgauer Salzachtals zwischen Stubachtal im Westen und Raurisertal im Osten hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt, um die lokalen Grundwasserreserven zu erkunden.

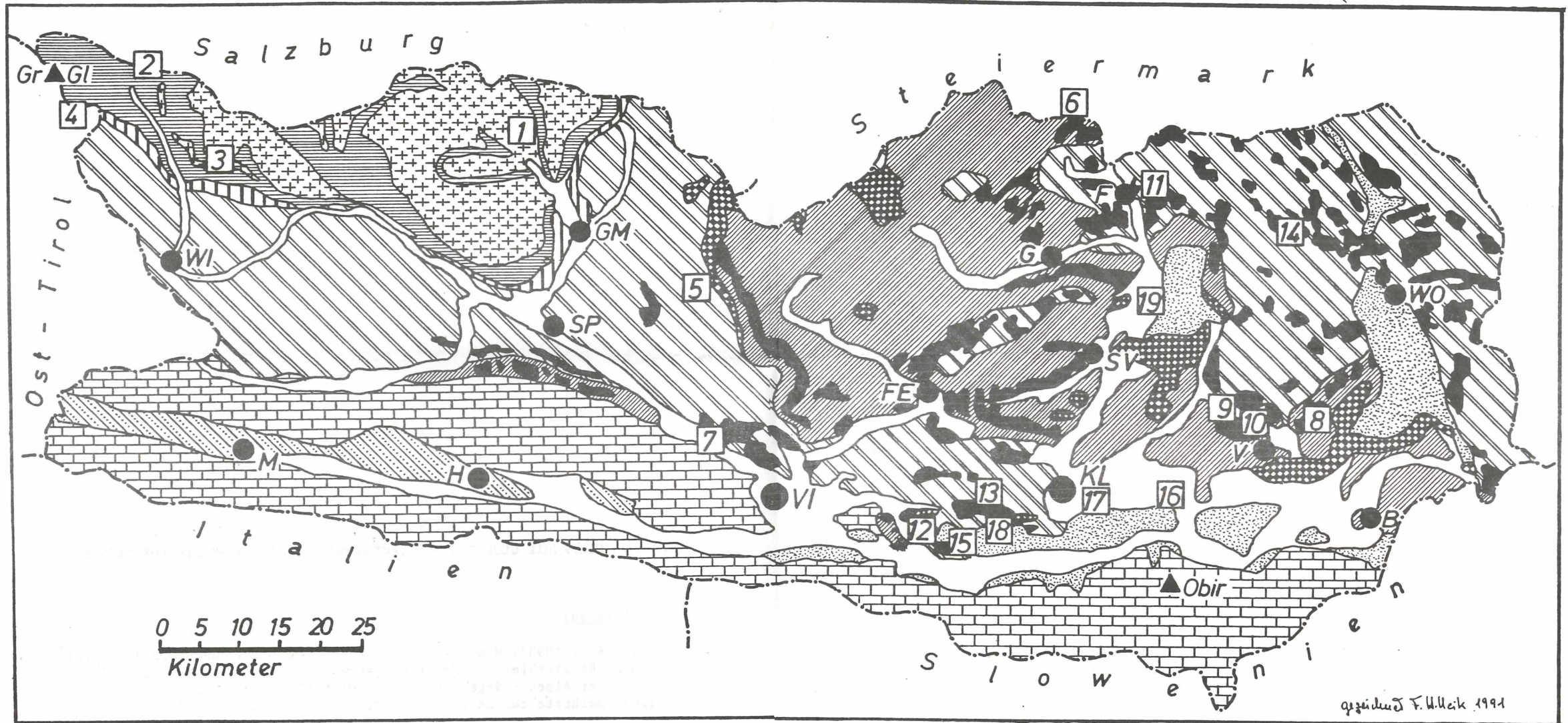
Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von den "Pinzgauer Grasbergen" im Norden über das Salzachtal zu den Tauerntälern. Die nördliche Grenze wird durch den Pinzgauer Spaziergang, die südliche durch den Alpenhauptkamm gebildet.

Es wurde eine Quellerhebung der bedeutendsten Quellen durchgeführt und versucht, das hydrogeochemische und hydraulische Verhalten den geologischen Baueinheiten zuzuordnen. Zu diesem Zweck wird eine hydrogeologische Karte im M 1:50.000 erstellt, die sich über Teile der ÖK Blätter 122 - 124 und 152 - 154 erstreckt.

Geologische Karten sind von EXNER (1979), CORNELIUS & CLAR (1934), FRANK, MILLER & PESTAL (1987), KLEBERGER (1982) und BRAUMÜLLER (1937) vorhanden. Baugeologische Dokumentationen von vorhandenen Untergrundbauten (Stollen) und eigene Aufnahmen werden im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt.

Bei den Aufnahmen konnten in den kalkreichen Gesteinen zum Teil bedeutende Verkarstungserscheinungen festgestellt werden, die für die bautechnischen Ausführungen von Untergrundbauten oder für die Nutzung von Quellen von wesentlicher Bedeutung sind.

VEREINFACHTE GEOLOGISCH - TEKTONISCHE ÜBERSICHTSKARTE VON KÄRNTEN



Beilage zu:

UCIK, F.H.(1993): Hinweise auf Karsterscheinungen außerhalb der klassischen Karstgebiete in Kärnten.- Akten zum Symposium über die Karstgebiete der Alpen - Gegenwart und Zukunft (Bad Aussee 1991), Wissenschaftl. Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle",42, S. 7 - 12



VEREINFACHTE GEOLOGISCH - TEKTONISCHE ÜBERSICHTSKARTE VON KÄRNTEN

Beilage zu:

UCIK, F.H. (1993): Hinweise auf Karsterscheinungen außerhalb der klassischen Karstgebiete in Kärnten.- Akten zum Symposium über die Karstgebiete der Alpen - Gegenwart und Zukunft (Bad Aussee 1991), Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle", 42, S. 7 - 12



## 2. Geologischer Überblick

Der nördliche Abschnitt liegt in der oberostalpinen Grauwackenzone mit paläozoischen Schiefen. Kalke und Dolomite sind hier nur geringmächtig eingelagert.

Die Salzachlängstalstörung (Tauernnordrandstörung) (ost-west-streichend) trennt die Grauwackenzone von den penninischen und unterostalpinen Deckensystemen (Schieferhüllen). Diese Gesteinsabfolgen bestehen im wesentlichen aus unterschiedlich kalkhaltigen Kalkschiefern (Schiefer bis Marmor), die in metamorpher Form vorliegen. Weiters können verschiedene metamorphe Sedimentgesteine und metamorph - umgewandelte Gesteine vorliegen (Prasinit, Serpentin, Granatglimmerschiefer, Quarzit, Dolomit und Rauhwacken). Diese permomesozoischen Gesteine überlagern die Granitgneise des Granatspitzkernes im Westen und die Sonnblick- und Badgasteiner Granite im Osten. Generell streichen die Gesteine in Ost - West Richtung und fallen mittelsteil bis steil nach Norden.

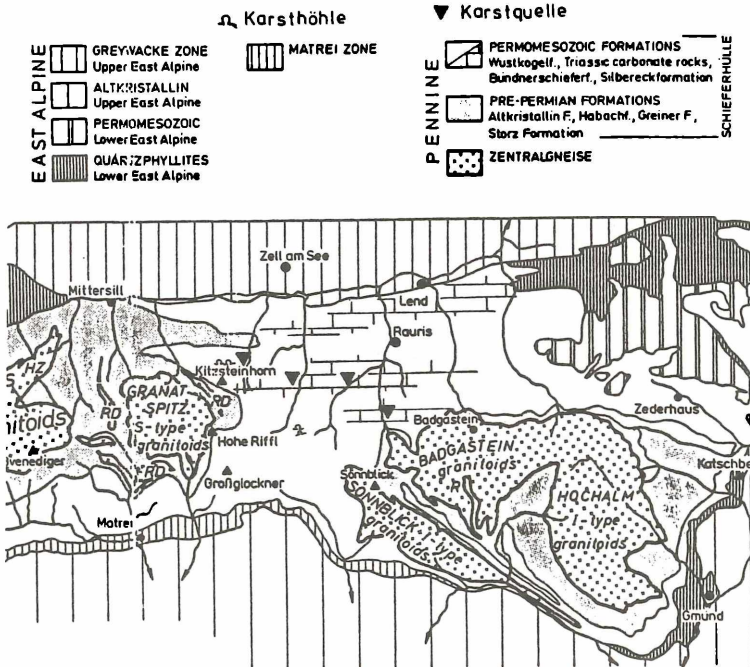


Abb.1: Geologischer Überblick über das Untersuchungsgebiet (aus STEYRER & FINGER, 1988)

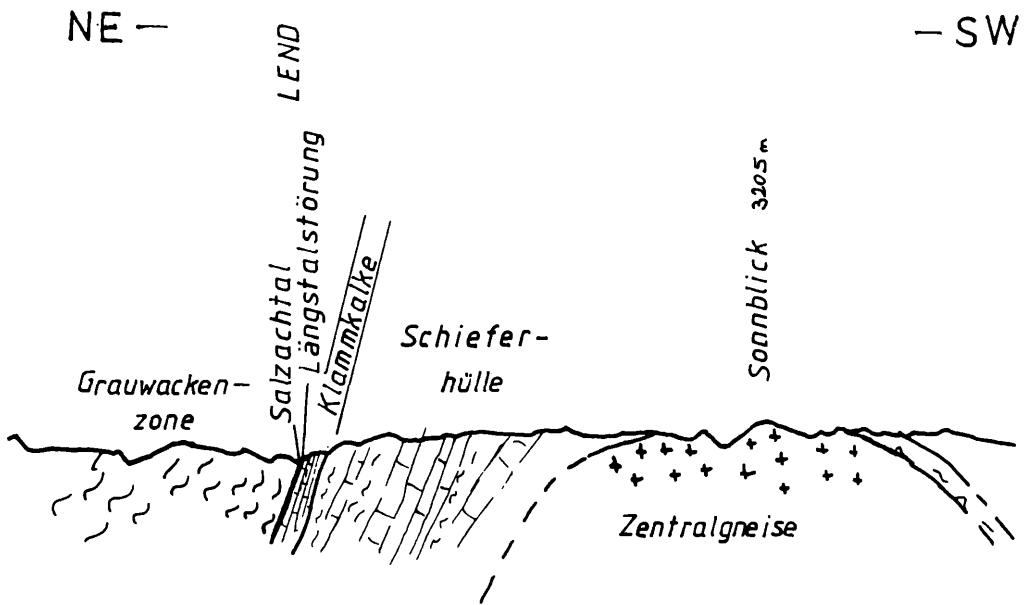


Abb.2: Geologisch-tektonischer Profilschnitt (Überblick) NE-SW  
(Lend - Sonnblick)

Die Salzachlängstalstörung ist nur im Osten, in Form einer bis zu 50 m mächtigen Mylonitzone, an der Oberfläche aufgeschlossen. Gegen Westen wird sie von quartärem Lockersediment (Moränenablagerungen, Stausedimente-Seetone, fluviatile Schotter und Murensedimente) überdeckt. Die Tauerntäler streichen i.a. in Nord-Süd-Richtung.

Der Kalkgehalt in den Kalkglimmerschiefern kann sehr stark schwanken. An den kalkreichen Bereichen kommt es bedingt durch die höhere Kompaktheit des Gesteins oft zu engen Klammstrecken, an den "weichen Schiefen" kommt es meist zu Talweitungen. Diese Bergflanken neigen zu Massenbewegungen in Form von Rutschhängen. Im Talbereich werden die Festgesteine oft von mächtigem Bergsturz-, Hang- und Murenschuttmaterial überlagert.



### 3. Hydrogeologischer Überblick

Die Granitgneise sind nur gering an offenen Trennflächen (Klüfte und Störungen) wasserwegig. Die Phyllite und Schiefer sind sehr gering wasserwegig, lediglich an großen Störungszonen besteht eine beschränkte Wasserwegigkeit. Den Karbonatgesteinen (Kalkglimmerschiefer, Dolomit und Marmor) kommt eine große Bedeutung in der Entwässerung im Untergrund zu. Die Wasserwegigkeit liegt im wesentlichen an korrosiv erweiterten Trennflächen und "Karstschläuchen". Karstquellen sind in diesen Gesteinen anzutreffen. Oft werden die Karstwasseraustritte von quartärem Lockersediment überlagert, das die hydrogeochemischen und hydraulischen Eigenschaften der Quelle verändert. Weitere bedeutende Quellen entspringen aus quartärem Lockersediment (Hangschutt- Murenschutt- Bergsturzmateriale).

### 4. Verkarstungserscheinungen

#### 4.1. Ektokarst (Oberflächenkarst)

Karrenbildungen sind aus fast allen kalkhältigen Gesteinen bekannt. Trichterdolinen, Dolinengassen, Ponore und kleine Poljen sind sowohl in den Marmorzügen rund um das Hohtor (Großglocknerstraße) wie auch in kalkreichen Kalkglimmerschiefern der penninischen Decken beschrieben.

#### 4.2. Endokarst und Karstentwässerung

Im Untersuchungsgebiet sind nur wenige Karsthöhlen bekannt. Es konzentrieren sich die beschriebenen Karsthöhlen auf leicht erreichbare Gebiete um Straßen und Seilbahnen. Lediglich zwei tiefe Karsthöhlen (Zefrethöhle Kat.Nr. 2573/2 und die Feichtner Schachthöhle Kat. Nr. 2573/3) erreichen über 100 m Gesamttiefe. Beide liegen im Kalkglimmerschiefer.

Besonders beim Bau von Stollen konnten einige Karsterscheinungen im Untergrund beschrieben werden. Es sind dies Wassereinträge aus korrosiv erweiterten Klüften, teilweise mit Thermalwasser, sowie trockene Karsthöhlen und Klufthöhlen, die zum Teil mit Calcitkristallrasen belegt sind.

## 5. Ausgewählte Beispiele für Verkarstung in den Hohen Tauern

### 5.1. Kesselfallquellen

Die Kesselfallquellen entspringen in ca. 1000 m Sh. aus den Kalkglimmerschiefern im Kaprunertal. Die Schüttung schwankt zwischen 80 l/s im Winter und mehreren m<sup>3</sup>/s nach starken Niederschlägen im Sommer. Das Einzugsgebiet ist im Bereich des Schmiedinger Kees, einem Gletscher beim Gletscherschigebiet Kaprun, zu suchen. Der Gletscherabfluß erfolgt großteils unterirdisch. Im Gletschervorfeld sind Dolinen, kleine Poljen und Schächte bekannt (Tauern Foyer) (MAYR 1985).

Markierungsversuche ergaben Abstandsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/h. Polnischen und Salzburger Höhlenforschern ist es 1984 gelungen, 550 m tief in die Zefrethöhle vorzudringen. Bei dieser Höhle handelt es sich um eine Schachthöhle. Das Wasser fließt in Kaskaden vados durch die Höhle. Größere horizontale Teile konnten nicht gefunden werden.

### 5.2. Beobachtungen beim Bau des Kraftwerkes Uttendorf II

Beim Bau des über 10 km langen Triebwasserstollens des Kraftwerkes Uttendorf II der ÖBB (Speicherkraftwerk) vom Enzingerboden zum Tannwald (südöstlich von Uttendorf) wurden bei Station 3100 bis 4200 m Kalkglimmerschiefer angetroffen. Bei der Durchörterung dieser Zone wurden Wasseraustritte aus Klüften beobachtet (bis zu 80 l/s/ Stollenlaufmeter bei 3,2 m Stollendurchmesser). Da einige Quellen an der Oberfläche daraufhin trockenfielen bzw. in der Schüttmenge stark zurückgingen, wurden die Wasseraustritte im Stollen wieder verschlossen. Dabei konnte ein Druck von über 37 bar bei ca. 700 m Überlagerung gemessen werden.

In diesem Kalkglimmerschieferzug kann also mit einem kommunizierenden Bergwasserkörper gerechnet werden. Die phreatische Verkarstungstiefe erreicht hier also mindestens 370 m!

### 5.3. Thermalwasserzutritte beim Druckstollen des KW Schwarzach

Der über 16 km lange Druckwasserstollen des KW Schwarzach der Tauernkraftwerke AG wurde von mehreren Fensterstollen aus angefahren. Er führt von Gries im Pinzgau nach Schwarzach auf der südlichen Salzachseite.

Um möglichst standfestes Gestein anzufahren, wurde versucht, über lange Strecken hinweg in den Klammkalken vorzutreiben, die schleifend zur Stollenachse streichen. Vom Fenster Lend wurde 1954 in westlicher Richtung steigend vorgetrieben. Beim Baukilometer 9 (Baustationierung; 1450 m vom Fensterstollenmundloch entfernt) wurden beim Bohren für die Sprenglöcher beim Kalottenvortrieb starke Wasserzutritte verzeichnet, sodaß nicht alle Sprenglöcher geladen werden konnten. Nach dem Abschlag kam es zu einem starken Wasserzutritt aus einer korrosiv erweiterten Kluft, mit ca. 700 l/s und 24°C !

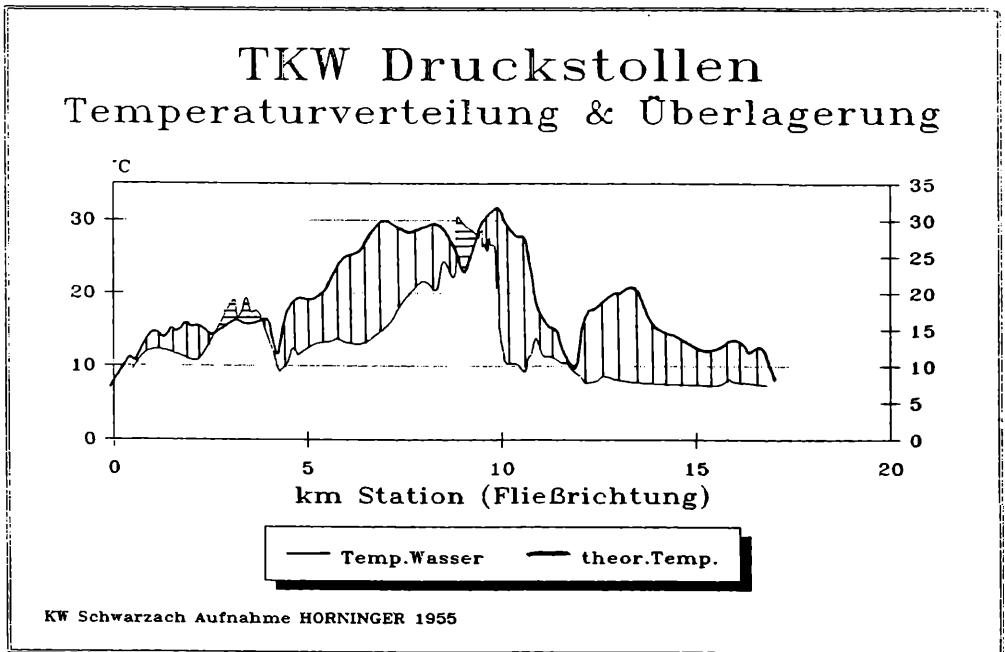


Abb.3: Längsprofil des TKW-Stollens des KW Schwarzach, nach HORNINGER & SWOBODA (1955)

Theoretische Temperatur gerechnet nach Überlagerung (30m/°C und 8°C Durchschnittstemperatur), horizontal schraffiert: erhöhte Wassertemperatur, vertikal schraffiert: zu tiefe Temperatur (mögliche Zutritte von Oberflächenwasser)

Die weiteren, durch den Wasserzutritt erschwerten Ausbruchsarbeiten zeigten, daß die Wasseraustritte dem Vortrieb folgten (neue Wasseraustritte aus Karsthohlräumen wurden angefahren, während die zurückliegenden trockenfielen). Nach 10 Tagen ging die Schüttmenge auf 300 l/s , nach 110 Tagen auf 130 l/s zurück, gleichzeitig steig die Wassertemperatur auf 27°C. Die maximal gemessene Wassertemperatur lag bei 31°C.

Um eine eventuelle Beeinflussung der über 20 km südlich befindlichen Gasteiner Thermalwasseraustritte auszuschließen, wurden die Stollenwasseraustritte verschlossen. Der Wasserdruck erreichte nach ca. einem Jahr 12 bar.

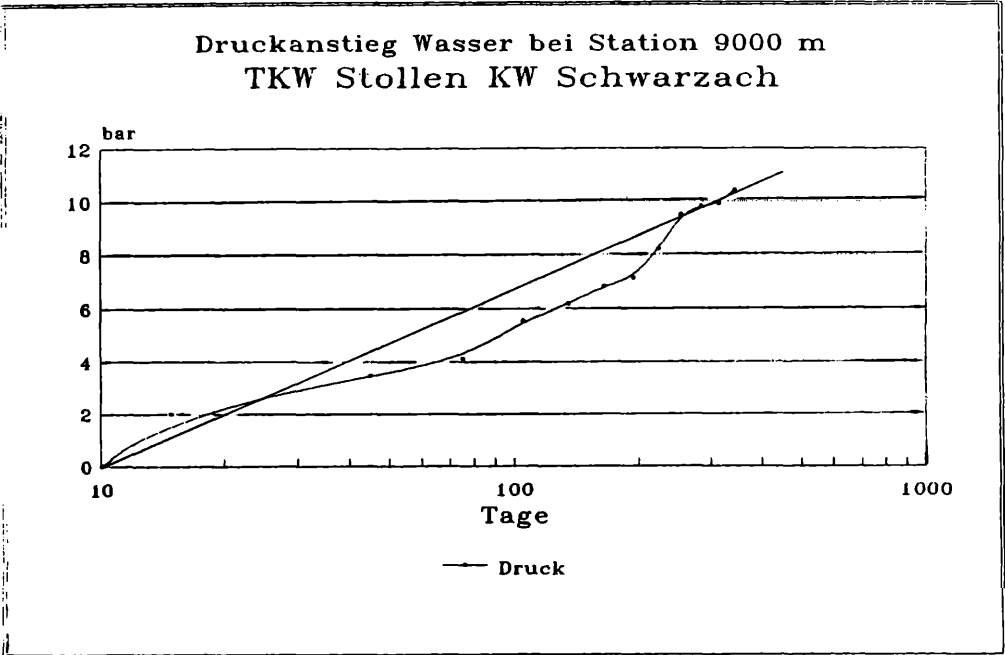


Abb.4: Druckanstieg im Wasser bei Stollenstation 9000 m (thermalkarstzone) nach dem Abdichten

Das Stollenwasser (Thermalkarstwasser) unterscheidet sich chemisch deutlich vom Gasteiner Thermalwasser.

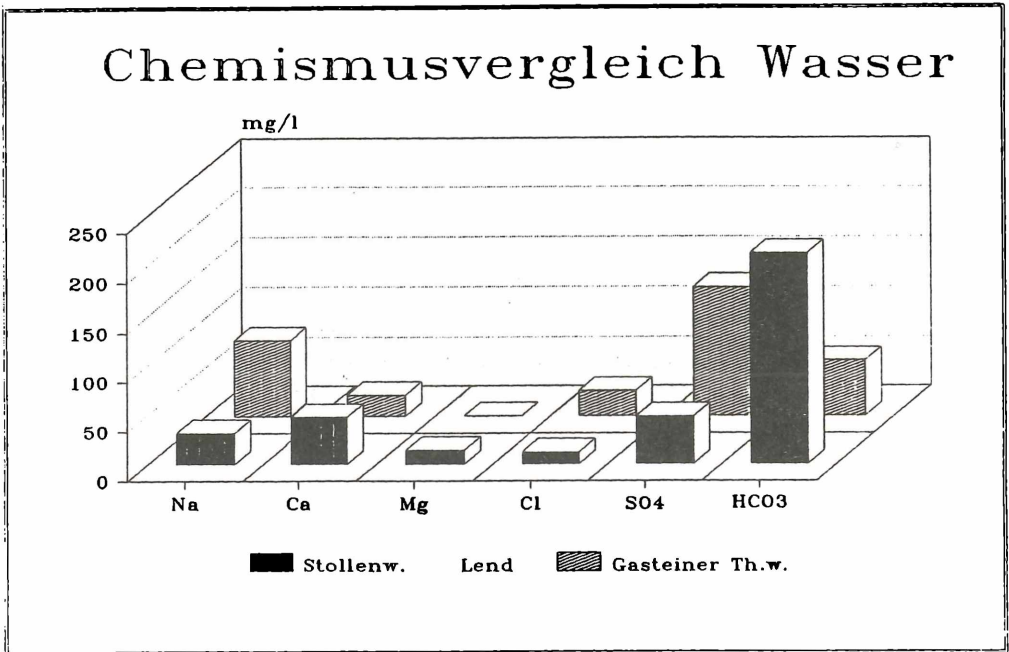


Abb.5: Vergleich der chemischen Zusammensetzung des Stollenwassers (Thermalkarstwasser) und des Gasteiner Thermalwassers (nach KOMMA & SCHEMINSKY, 1954)

Eine altersmäßige Datierung des Stollenwassers wurde nicht durchgeführt.

Die ca. 20 km südlich aufgeschlossenen Zentralgneise tauchen steil nach Norden ab und liegen vermutlich mehrere tausend Meter unter dem Stollen. Über den Klammkalken lagern in diesem Stollenabschnitt mächtige Grundmoränen, die Oberflächenwasser-

zutritte aus diesem Gebiet in den Untergrund weitgehend verhindern.

Überlegungen zu den Thermalkarstwasservorkommen:

Bei einer geothermischen Tiefenstufe von 20 bis 30 m/°C könnte bei 700 m Überlagerung und einer durchschnittlichen Lufttemperatur von 8°C bei Lend eine Felstemperatur von 43 bis 30°C erwartet werden. Allerdings kann - durch Oberflächenwasserzutritte in den Untergrund - dieses Modell im Karst nur bedingt angewandt werden. Sollte jedoch kein quantitativer Umsatz von Karstwasser (stagnierendes Karstwasser) stattfinden, so könnte überschlägig mit ähnlichen Temperaturen gerechnet werden. Die Bereiche, in denen die Temperatur deutlich unter der theoretisch zu Erwartenden zurückbleibt, sind die Bereiche, in denen "kalte" Luft- oder Wasserzutritte von der Oberfläche zu einer deutlichen Abnahme der Felstemperatur (und Wassertemperatur, die sich sehr rasch an die Felstemperatur anpaßt) führen.

In den ungefilterten Wasserproben konnte Radon festgestellt werden. Ob dieses Radon aus den Kalkglimmerschiefern stammt, konnte noch nicht geklärt werden. Der radioaktive Zerfall könnte im Felsuntergrund zu einer Erhöhung der Temperatur führen.

Aufsteigende Tiefenwässer (aus den Zentralgneisen?) könnten die unerwartet hohe Wassertemperatur ebenfalls begründen.

Da eine undeutliche Korrelation der Schüttmenge und der Drucksteigerung mit hydrometeorologischen Ereignissen besteht, ist eine Kommunikation des Karstwasserkörpers mit jungen Wasserzutritten wahrscheinlich. Markierungsversuche mit fluoreszierenden Tracern im benachbarten Gebiet ergaben Abstandsgeschwindigkeiten von über 100 m/h von der Schwinde zu den Karstquellen an der Oberfläche.

Junges Karstwasser fließt durch korrosiv erweiterte Trennflächen und Karstschläuche zur Karstquelle an der Oberfläche, nur ein geringer Teil gelangt in tiefere Bereiche. Nach stärkeren Niederschlägen steigt der Bergwasserspiegel und erhöht den Druck geringfügig, was zu einer Erhöhung der Schüttmenge der durch den Stollen angeschnittenen "tiefen Karstwasserquellen" führt. Ein ausgeprägtes, korrosiv erweitertes Trennflächensystem kann große Wassermengen speichern, die Verweildauer des

Wassers im Untergrund ist sehr groß und der quantitative Umsatz dementsprechend gering.

Bei einer Drainage dieses Bergwasserkörpers können große Wassermengen ausfließen (Ausbluten). Beim Thermalwassereinbruch waren dies ca. 3 Mio m<sup>3</sup> Wasser !

Ein Zusammenhang des Bergwasserkörpers mit dem Vorflutniveau muß nicht bestehen (die Salzach liegt hier ca. 150 m unter dem Bergwasserspiegel).

## 6. Zusammenfassung

In den Kalkglimmerschiefern der Hohen Tauern sind starke Verkarstungserscheinungen an der Oberfläche feststellbar. Der unterirdische Karst (Endokarst) ist lokal sehr unterschiedlich ausgeprägt. Es sind bis zu 550 m tiefe Canyon-Schachthöhlen und eine Thermalkarstzone (Embach - Lend) nachgewiesen. Markierungsversuche ergaben Abstandsgeschwindigkeiten von > 100 m/h, daß eine geringe Seihwirkung des Untergrundes angenommen werden muß (Karstabfluß). Besonders bei der Schutz- und Schongebietsausweisung von Quellen in den Kalkglimmerschiefern muß dies beachtet werden.

Bei Untertagebauten (Stollen) kann der Karstwasserzutritt in großen Tiefen zu einer Behinderung des Vortriebes, einer Verschlechterung der Standfestigkeit des Gebirges bis zu einer Gefährdung der Vortriebsmannschaft führen.

Erfahrungen bei Stollenbauten haben gezeigt, daß ein kommunizierender "Karstbergwasserkörper" vorhanden sein kann und bei einer Drainage durch Stollenbauten Wasseraustritte an der Oberfläche trockenfallen können. Die "Tiefe" dieses Bergwasserkörpers kann mehrere hundert Meter betragen, wie durch Druckmessungen bewiesen wurde.

Weitere Untersuchungen werden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Salzburg, Institut für Geologie und Paläontologie durchgeführt.

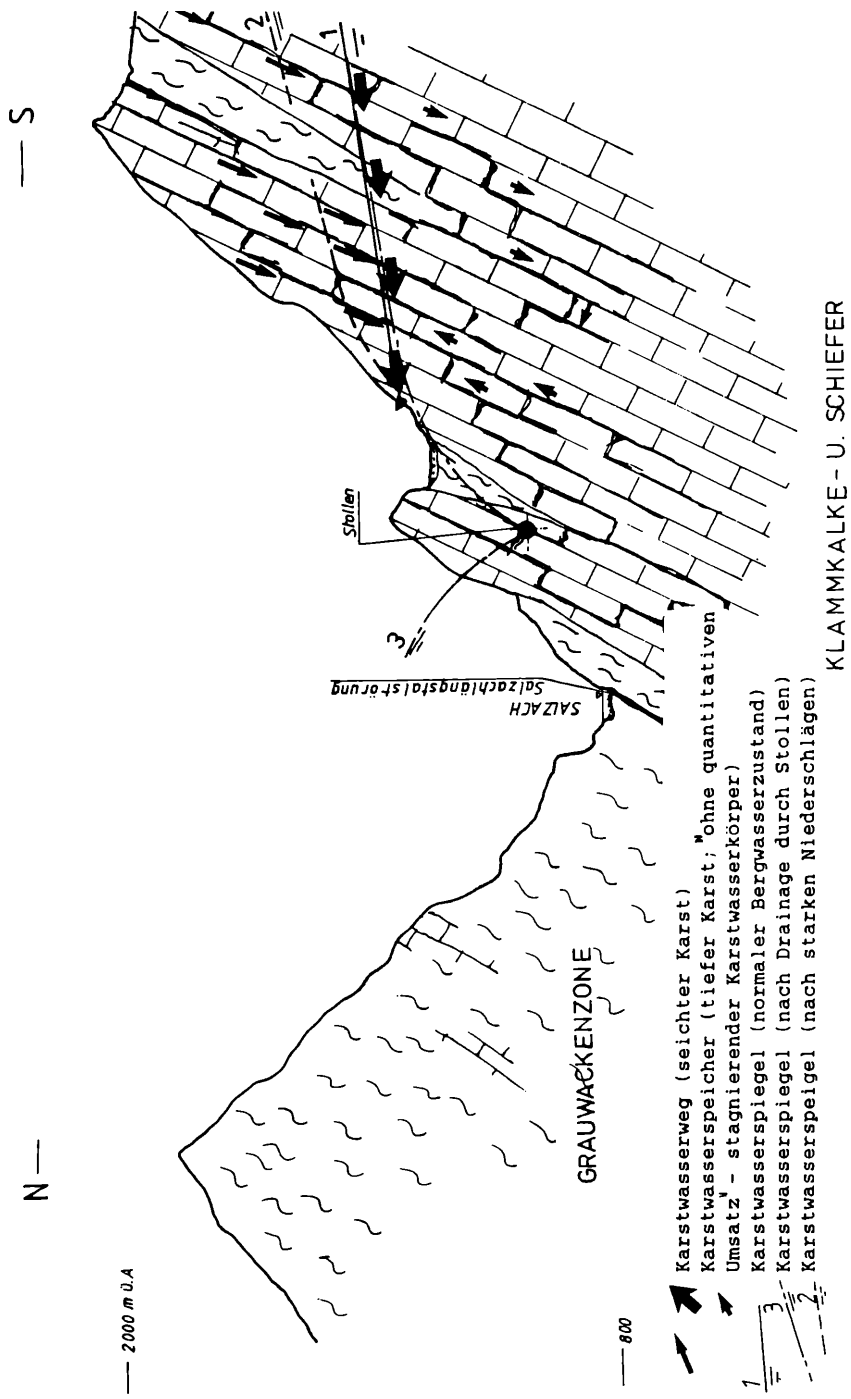


Abb.6a: Schematischer Schnitt in N-S-Richtung durch die Salzachlängstalstörung



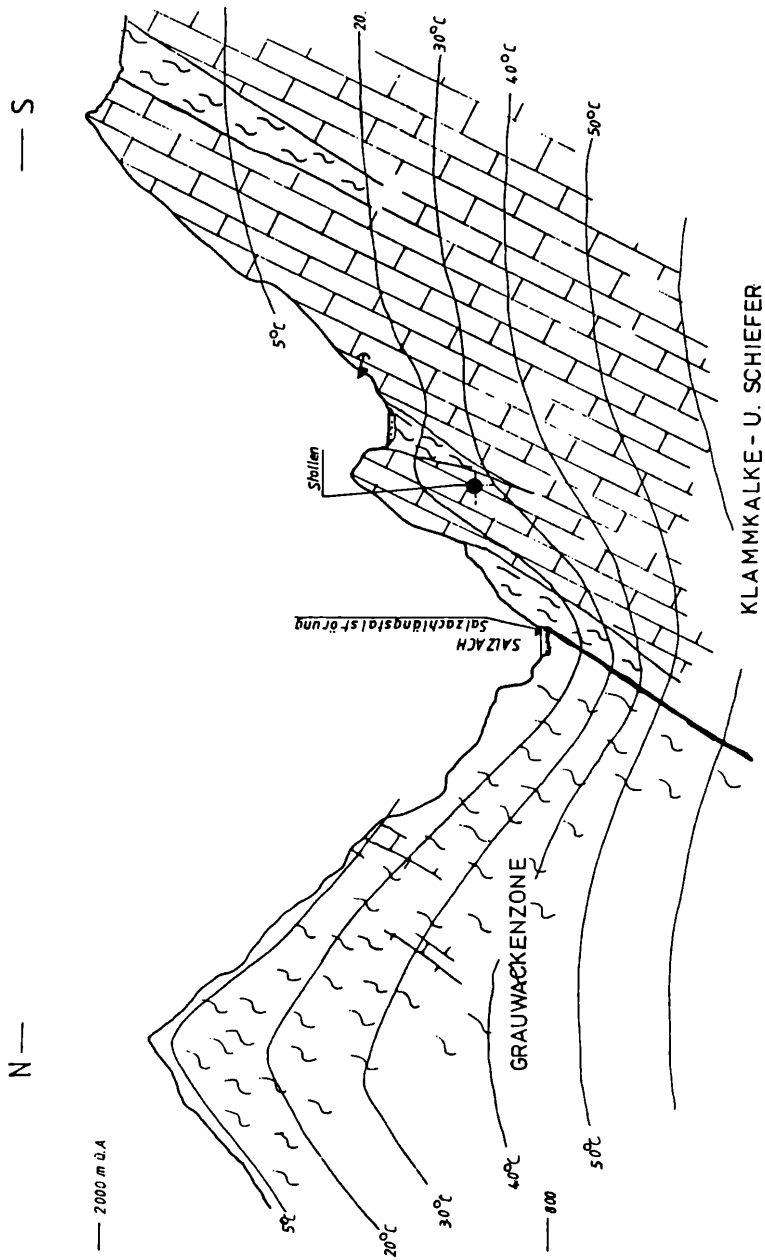


Abb.6b: Schematischer Schnitt in N-S Richtung durch die Salzachlängstalstörung mit möglicher Temperaturverteilung im Untergrund bei ca. 30 m/°C geothermischer Tiefenstufe.

## 7. Literatur

- ASCHER, A. & POWONDRA, K.: (1930)  
Über geologisch-tektonische Erfahrungen beim Bau des Stubachwerkes  
Jahrbuch der GBA  
Wien; S.261-311 3 Karten
- BAUER, F. & LOACKER, H. MOSTLER, H.: (1969)  
Geologisch-tektonische Übersicht des Unterpinzgaues, Salzburg  
Veröff.d.Univ.Innsbruck, 13  
Innsbruck; S.1-30
- BOGLI, A.: (1978)  
Karsthydrographie und theoretische Speläologie  
Springer Verlag  
Berlin; 290 S.
- BRANDECKER, H. & VOGELTANZ, R.: (1975)  
Baugeologie des Bauloses "Klamm", Gasteiner Bundesstraße (Salzburg)  
Mitt.L.Museum Joanneum Abt.Geol.u.Palaont.Bergb.,35  
Graz; S.27-44
- BRAUNMULLER, E.: (1937)  
Der Nordrand des Tauernfensters zwischen Fuscher- und Rauerisertal  
Mitt.d.Geol.Ges. Wien,30  
Wien; S.37-150
- BRAUNSTINGL, R.: (1990)  
Befund des ASV zu den Quellen der WVA Niedernsill  
Gemeinde Niedernsill  
Niedernsill; S.4-12
- CORNELIUS, H.P. & CLAR, E.: (1932)  
Geologische Karte des Großglocknergebietes 1:25.000  
DOAV  
Wien; 1 Karte
- CORNELIUS, H.P. & CLAR, E.: (1939)  
Geologie des Großglocknergebietes (1.Teil)  
Abh. Reichst. Bodenforschung Zweigstelle Wien, 25, H.14-305  
Wien; 8 S.
- DACHS, E.: (1982)  
Zur geologischen Situation der Kitzsteinhornhöhle  
Atlantis, Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde Salzburg Nr. 2-3/82  
Salzburg; S. 10 - 11
- EXNER, Chr.: (1956)  
Geologische Karte der Umgebung von Gastein  
GBA  
Wien; 1 Karte
- EXNER, Chr.: (1957)  
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Gastein  
GBA  
Wien; 168 S.
- EXNER, Chr.: (1961)  
Geologische Karte und Panorama der Umgebung von Bad Gastein  
in SCHEMINSKY F.: Die Gasteiner Therme Forschungsinst.Gastein  
Gastein; S. 20-23
- EXNER, Chr.: (1979)  
Geologie des Salzachtals zwischen Taxenbach und Lend  
GBA Sonderdruck aus d.Jb.d.GBA Bd.122 H.1  
Wien; 73 S. 1 geol.Karte
- EXNER,Chr.: (1979)  
Geologie des Salzachtals zwischen Taxenbach und Lend  
Jahrbuch der GBA, Bd.122 Heft 1,  
Wien; S.1-73 7 Abb, 3 Tafeln
- FISCH, W.: (1932)  
Zur Geologie der Gasteiner Klamm bei Lend (Österreich)  
Eclogae Geol.Helv., 25  
Basel; S.131-138
- FRANK, W. & MILLER, Ch. & PESTAL, G.: (1987)  
Geologische Karte der Rep.Österreich Blatt 152 Matriel in Osttirol  
Geol.Bundesanst. Wien  
Wien; 1 Karte
- FRASL, G.: (1958)  
Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern  
Jahrbuch der GBA,101  
Wien; S.323-472
- FRASL, G. & FRANK, W.: (1966)  
Einführung in die Geologie und Petrographie des Penninikums im Tauernfenster  
Der Aufschluss, Sonderheft 15  
Heidelberg; S.30-58
- GADERMAYR, W.: (1990)  
Verkarstung in der Großglocknergruppe  
Atlantis Mitt.d.Landesver.f.Höhlenkunde Salzburg 4/90  
Salzburg; S.32

- HORNINGER, G.: (1959)  
Baugeologisches vom Salzach Kraftwerk Schwarzach  
Österr.Zeitschrift f.Elektrizitätswirtschaft., 12 Heft 2.  
Wien; S.48-50
- HORNINGER, G.: (1959)  
Auslaugungen in Karbonatgesteinen  
Geol.u.Bauwesen,24.H.3-4  
Wien; S.159-164
- HORNINGER, G.: (1959)  
Geologische Erkenntnisse bei einigen Kraftwerksbauten in Österreich  
Verh.d.GBA  
Wien; S.A112-A115
- HORNINGER, G. & SWOBODA: (1963)  
Unpublizierte Stollenbänder des Kraftwerkes Schwarzach im M 1:2000 und 1:1000  
Geol.Inst.Techn.Univ.Wien  
Wien;
- HÖLTING, B.: (1984)  
Hydrogeologie  
Enke Verlag  
Stuttgart; 370 S.
- KASTNER, H.: (1959)  
Einige beim Bau des Druckstollenabschnittes Lend gewonnene Erfahrungen  
ÖZE Jhg.12 H.2  
Wien; S.117-122
- KLAPPACHER, W.: (1982)  
Die Höhle am Kitzsteinhorn  
Atlantis, Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde Salzburg Nr.  
Salzburg; S. 5 - 9
- KNAPCZYK, H.: (1983)  
Kitzsteinhorn - Das Höhlenparadies der Tauern  
Atlantis, Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde Salzburg Nr.  
Salzburg; S. 10 - 12
- KOMMA, E. & SCHEMINSKY, F.: (1954)  
Untersuchung und Beurteilung des im Baulos Lend eingebrochenen Warmwassers  
Forsch. inst. Gastein d.Öst.Akademie d.Wiss. Unter.Prot.Nr.:360-54  
Badgastein; 21 S.
- MAYR, W.: (1985)  
Tauern - Foyer - Schacht  
Atlantis, Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde Salzburg Nr.1-2/85  
Salzburg; S. 34 - 36
- SCHEMINSKY, F.: (1961)  
Die Gasteiner Therme im Lichte der Wissenschaft  
Mitt.des Forschungsinst.Gastein Nr.228 Öst.Akademie der Wissenschaften  
Wien; 71 S.
- SCHEMINSKY, F. & MÜLLER, E.: (1959)  
Uran und ander radioakt.Stoffe in der Gasteiner Therme  
Sitzungsbeer.d.österr.Akademie d.Wiss. Abt.II 168 Bd.I H.1-4  
Wien; 49 S.
- SCHMITTER, H.: (1989)  
Triebwasserweg Längenschnitt  
ÖBB KW Uttendorf Baugeologischer Längenschnitt;  
Uttendorf; 1 Plan
- SCHWINNER, R.: (1933)  
Das Bewegungsbild des Klammkalkzuges (eine tekt.Verkn.zw.Nord-u.Zentralalper  
Centralbl.Min.Geol.Paläont.Abt.B.1933  
Stuttgart; S. 280-290
- UEBLACKER, R. & HOSNEDL, W.: (1959)  
Die Baudurchführung des Salzachumleitungsstollens  
ÖZE Jhg.12 H.2  
Wien; S.112-116
- VOGELTANZ, R.: (1988)  
Wasserversorgungsanlage Bruck a.d.Glstr. -Wöflerquelle-  
ASLR Abt.I Ref.1/01 Zahl 6-01-82-619-1988  
Salzburg; 6 S.
- VOIGHT, H.J.: (1987)  
Hydrogeochemie  
VEB Verlag für Grundstoffind.  
Leipzig; 303 S.
- WACKENREUTHER, A.: (1981)  
Höhle am Kitzsteinhorn  
Atlantis, Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde Salzburg Nr.  
Salzburg; S. 15 - 19
- WASSING, A.: (1930)  
Indifferente Therme Bad Gasteins Radioaktiv  
Braunmüllers Bad Bibliothek Univ.Verlagsbuchhandlung  
Wien; 56 S.
- ZOTL, J.G.: (1974)  
Karsthydrogeologie  
Springer Verlag  
Berlin; 291 S.

## KARSTGEBIETE IN DEN ÖSTERREICHISCHEN ZENTRALALPEN - VERTEILUNG, TYPEN, GEFÄHRDUNGEN

von Arthur SPIEGLER (Wien)

### 1. Einleitung

Von diesem Vortrag darf keine ausgewogene und abgeschlossene wissenschaftliche Arbeit erwartet werden, sondern vielmehr eine Anregung zu weiteren Untersuchungen auf diesem innerhalb der Karstforschung ausgefallenen und interessanten Gebiet. Ich habe nur in den Radstädter Tauern selbst gearbeitet und publiziert und kenne die anderen zentralalpinen Karstgebiete nur von einzelnen Geländebegehungen, Gesprächen mit fachkundigen Kollegen und teilweise aus der Literatur. Ich plane allerdings, das Thema weiter zu bearbeiten.

Es sollen nur die größeren Gebiete angeführt werden, wobei die Diskussion, ab welcher Größe bzw. geographisch-ökologischer Ausstattung eines Landschaftsteiles von einem "Karstgebiet" gesprochen werden kann, nicht beendet ist. Anregungen zu dieser und anderen Fragen werden von diesem Symposium erwartet.

Als Mindestanforderung eines "idealen Rasters" für einen Vergleich erschienen mir Angaben zur Größe des Gebietes, Höhenverteilung, Geologie, Landschaftstypus, Gefährdungsart(en) und einige Literaturangaben.

Für eine weitere, synoptische Bearbeitung der österreichischen zentralalpinen Karstgebiete muß man nicht unbedingt pessimistisch sein, da es einige Kollegen gibt, die sich dieser Frage zumindest an einzelnen Standorten annehmen, wie nicht zuletzt die Vortragsliste zeigt.

### 2. Die einzelnen zentralalpinen Karstgebiete

Die Aufzählung ist unvollständig und bedarf einer ausgewogenen Gewichtung; sie erfolgt willkürlich von Ost nach West.

## 2.1 Semmering - Bucklige Welt

Größe: ca. 75 km<sup>2</sup> (Semmering) und ca. 30 km<sup>2</sup> (Bucklige Welt).

Höhenlage: von ca. 500 bis 1500 m.

Geologie: "Semmeringmesozoikum"; stark beanspruchte, dolomitisierte Kalke.

Typus/Besonderheiten: Hügelland bis Mittelgebirge; erosive Geländeformen überwiegen, viele, aber kleine Höhlen, Felsformen, Karstquellen, eine bedeutende Schwinde (Thalhof), Wiederaustritt trotz eines Markierungsversuches (Juli 1989) im Rahmen der Beweissicherung für den Semmeringtunnel nicht eindeutig. Pseudokarstformen (!); keine Karsthochflächen, teilweise Trockentalformen.

Gefährdungen: in erster Linie durch Bahn- (Semmeringtunnel) und Straßenbau (S 22).

Literatur: VÖLKL, G.: Beispiele alpiner Karstlandschaften aus hydrogeologischer Sicht - Erkenntnisse aus der Einbeziehung von Höhlengerinnen in die Beobachtungen bei Markierungsversuchen.- Akten zum Symposium über Ökologie und Schutz alpiner Karstlandschaften Bad Mitterndorf 1988: 27-35. Wien.

## 2.2 Grazer Paläozoikum

Größe: ca. 800 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: von ca. 450 bis 1600 m.

Geologie: paläozoische Kalke, höhlenfreundlich.

Typus/Besonderheiten: sowohl ausgeprägte Talformen, Klammen, wie auch Karsthochflächen; Polje von Semriach, Lurhöhle; hydrologische Veränderungen in der Lurhöhle.

Gefährdungen: u.a. durch Steinbrucharbeiten um die Lurhöhle.

## 2.3 Grebenzen

Größe: ca. 20 km<sup>2</sup> (benachbarter Blasenkogel ca. 10 km<sup>2</sup>, Pleschaitz [Puxer Loch] ca 25 km<sup>2</sup>).

Höhenlage: ca. 1000 bis 1892 m.

Geologie: paläozoische Kalke

Typus: Karststock mit Gipfelhochflächen; Schächte, Karstquellen; Thermalquelle Wildbad Einöd, Zusammenhang ungeklärt, Quelle liegt außerhalb, aber in der Nähe des Karstgebietes (Minimaldistanz ca. 1 km); [in der Diskussion schließt F. BOROVICZENY (GBA) jeden Zusammenhang aus]

Gefährdung: eventueller Ausbau für den Ski-Tourismus.

## 2.4 Karstgebiete in den Nockbergen

siehe das Referat F. H. UCIK in diesem Symposionsband

## 2.5 Radstädter Tauern

Größe: > 250 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca 1300 bis 2700 m.

Geologie: stark beanspruchte oft unreine Kalke des Mittelostalpins.

Typus/Besonderheiten: größtes und vermutlich am vollkommensten ausgebildetes Karstgebiet der Zentralalpen; relativ wenige Höhlen, aber große Vielfalt an Karsthohlformen; Karsthochfläche (Gasthofkar und Umgebung) annähernd vergleichbar mit nordalpinen Hochflächen.

Gefährdungen: Erschließungen für den Wintertourismus, Straßenbau (Tauernautobahn).

## 2.6 Tauernfenster/Klammkalke (z.B. Paarsee-Gebiet)

Größe: ca 50 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca. 800 bis 2200 m.

Geologie: metamorphe, kristalline Kalkzüge, oft Marmore.

Typus/Besonderheiten: glazial überprägte Karlandschaft über steilem Abfall in das Salzachtal; unterirdische Entwässerung der Seen in die Höhle "Entrische Kirche".

Gefährdungen: keine bekannt.

Literatur: siehe das Referat von W. GADERMAYR in diesem Symposionsband

## 2.7 Karstgebiet Hochtorn-Kitzsteinhorn

Größe: > 30 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca. 1300 bis > 2600 m.

Geologie: metamorphe Kalke, Rauhackn, Kalkphyllit.

Typus/Besonderheiten: glazial überformte, gestufte Hochfläche, wenige und kleine Karstformen; Karstquellen; gestufte Schachthöhle am Kitzsteinhorn.

Gefährdungen: Erschließung für den Wintertourismus, Straßenverkehr (Großglockner Hochalpenstraße).

Literatur: M. H. FINK: Das Karstgebiet beim Hochtorn, Hohe Tauern (Salzburg-Kärnten), Die Höhle, 35(3/4):127ff.

## 2.8 Hintertux

Größe: < 10 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca. 1500 bis 3000 m.

Geologie: metamorphe Kalke, Marmore.

Typus/Besonderheiten: vermutlich teilweise von Kristallin überdeckter Karst, dadurch Gletscherwasser in der Spannagelhöhle; größte (bekannte) Höhle Tirols, vermuteter Zusammenhang mit der Thermalquelle Hintertux; keine Karsthohlformen oder Schwinden bekannt; durchwegs Hanglage.

Gefährdung: Wintertourismus, Wasserfassung und -ableitung für ein Kraftwerk, die "Höhle beim Spannagelhaus" wurde früher auch als Müllkippe benutzt (derzeit gesäubert)

Literatur (Anm.d.Redaktion): JACOBY, E. & KREJCI, G.(1982): Die Höhle beim Spannagelhaus.- Wiss. Beih. z. Zeitschrift "Die Höhle", 26.

## 2.9 Tribulaun-Kalkkögel

Größe: ca. 75 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca. 1500 bis 3000 m.

Geologie: mittlere und obere Trias des Mittelostalpins, oft dolomitisiert.

Typus/Besonderheiten: Kettengebirge (3 Züge), wenige (bekannte) Karstformen, Karstquellen.

Gefährdung: Erschließung für den Wintertourismus.

## 2.10 Rätikon (Zuordnung zu den Zentralalpen fragwürdig)

Größe: > 100 km<sup>2</sup>.

Höhenlage: ca. 600 bis > 2900 m.

Geologie: Trias, wie nördliche Kalkalpen.

Typus/Besonderheiten: ähnlich den nördlichen Kalkalpen (Lechtaler) mit scharfen Gipfeln, kleinen Karsthochflächen, rezent und subrezent vergletschert; eine karsthydrologische Besonderheit ist das Unterfließen der tektonischen Deckschichte (Wiederaustritt im Gargellenfenster).

Gefährdungen: Wasserfassungen (Stausee) für ein Kraftwerk; die Gletschererschließung für den Schilaufer Brandner Ferner ist zur Zeit (1991) nicht aktuell.

### 3. Zusammenfassung

- \* Von den hier aufgezählten 10 zentralalpinen Karstgebieten sind nicht einmal zwei gleich oder auch nur ähnlich; jedes hat einen anderen Charakter, bedingt durch Geologie und Höhenlage.
- \* Das zur Zeit am intensivsten bearbeitete Gebiet dürften die Radstädter Tauern sein; sie sind zugleich das im zentralalpinen Raum ausgeprägteste Karstgebiet hinsichtlich der Vielfalt der Karstformen.
- \* Die Bearbeitung der Gebiete erfolgt unterschiedlich intensiv, der Bearbeitungsstand ist daher uneinheitlich; eine Synopsis ist noch nicht vorhanden, wäre aber sehr wünschenswert.
- \* Im Vergleich mit den bekannten großen und charakteristischen Karstgebieten und Karststöcken der Nordalpen verdienen zumindest drei Eigenheiten, hervorgehoben zu werden.
  - 1) Zentralalpine Karstgebiete sind meist von nicht-verkarstungsfähigen gleichhohen oder höheren Landschaftsteilen umgeben; es kommt daher häufig zum Auftreten von Fremdgerinnen.
  - 2) Der allfälligen Ansicht, bei zentralalpinen Karstgebieten spiele die unterirdische Entwässerung eine bedeutend geringere Rolle, kann generell nicht zugestimmt werden.
  - 3) Im allgemeinen sind die Kalkgesteine der zentralalpinen Karstgebiete sowohl "unreiner" wie auch weniger gebankt als jene der nordalpinen Trias (insbesondere des Dachsteinkalkes).



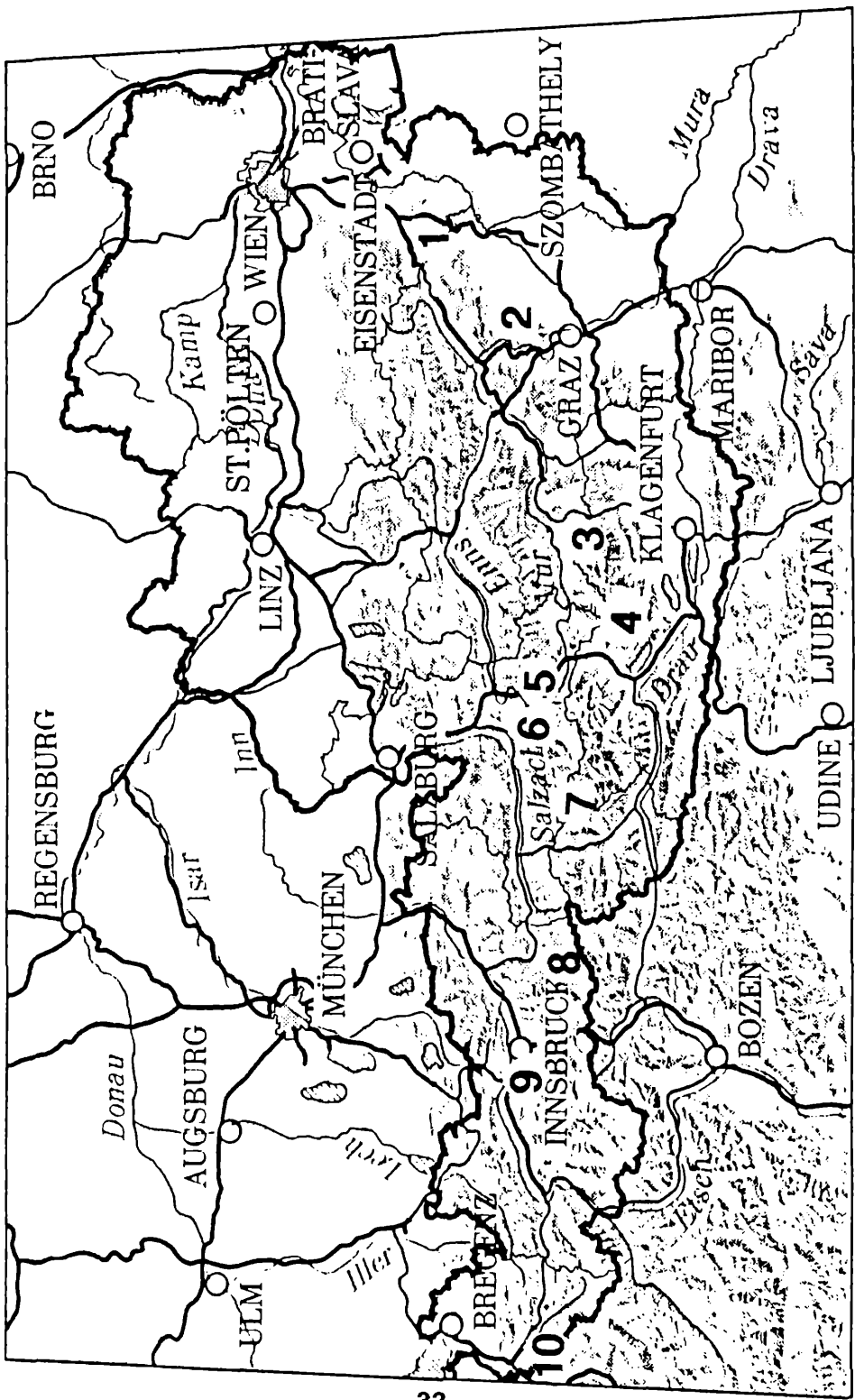


Abb.1: (ergänzt durch die Red.): Lage der beschriebenen Gebiete im Beitrag von A.SPIEGLER

## MARKIERUNGSVERSUCHE UND KARSTHYDROGRAPHIE DES DACHSTEINSTOCKES EINE WÜRDIGUNG DER LETZTEN ARBEITEN VON DR. FRIDTJOF BAUER (+)

von Hubert TRIMMEL (Wien)

Beim Symposium über Ökologie und Schutz alpiner Karstlandschaften in Bad Mitterndorf 1988 hat Hofrat Dr. Fridtjof Bauer die grundlegenden Erkenntnisse seiner jahrzehntelangen Forschungen in einer zusammenfassenden Darstellung der "Probleme der alpinen Karsthydrologie im Hinblick auf den Karstwasserschutz" vorgetragen (BAUER, 1991). Sein Vortrag sollte nicht nur ein Erfahrungsbericht bleiben, sondern wurde durch seinen Tod zu einer Bilanz seiner Tätigkeit und zum Vermächtnis. In seinem Beitrag vermied er jede kritische Wertung der Sporentriftversuche im Dachstein, von denen das Ergebnis des Jahres 1958 nach der im Lehrbuch der Karsthydrogeologie von J.ZÖTL (1974) enthaltene Abbildung sogar wiedergegeben wird. In seinem Vortragstext beschränkt er sich bei der Interpretation der Abbildung und der Versuche auf jene Schlußfolgerungen und Aussagen, die als grundlegende und bleibende Resultate jedenfalls Gültigkeit haben. Irgendwelche revisionsbedürftige oder nicht mehr haltbare, bei der ersten Auswertung der Versuche erfolgte Aussagen unterließ er - wie ich annehme, bewußt.

Das entsprach seine präzisen, korrekten und wissenschaftlich exakten Art: Obwohl ihm die Revisionsbedürftigkeit von Teilaussagen zu den Ergebnissen der zweifellos bahnbrechenden Versuche völlig klar war, wollte er darüber offenbar nicht sprechen, solange er dies nicht überzeugend nachgewiesen hatte. Dieser Nachweis beschäftigte ihn in seinem letzten Lebensjahr ganz besonders. Mit der ihm eigenen Gründlichkeit überprüfte er anhand der Ergebnisse neuer Markierungsversuche nochmals alle Unterlagen der dreißig Jahre zuvor durchgeführten Sporentriftversuche. Knapp vor seinem Tod konnte er diese Arbeit abschließen. Das

Manuskript wurde - zusammen mit einem kurzen Nachruf, den G.VÖLKL verfaßte - in den Reports des Umweltbundesamtes (BAUER, 1989) veröffentlicht.

Soweit ich dies überblicke, hat die Fachwelt die Schlußfolgerungen aus seiner Arbeit nicht oder kaum - jedenfalls zu wenig - zur Kenntnis genommen. Es erscheint mir daher berechtigt, im Rahmen eines Karstsymposiums darüber zu berichten und durch die Publikation des folgenden Berichtes zur weiteren Verbreitung der neuen Erkenntnisse beizutragen.

Das Dachsteinmassiv umfaßt eine zusammenhängende Karsthochfläche mit einer Ausdehnung von mehr als 400 Quadratkilometern, die durch ein markantes, glazial überprägtes Mittelgebirgsrelief, eine Altlandschaft im Sinne der Geomorphologie, charakterisiert ist. Die im Hohen Dachstein (2995 m) kulminierende Hochfläche ist durch ausgeprägte Steilabstürze - zu denen etwa die berühmte Dachsteinsüdwand zählt - von den umgebenden Tälern und Beckenlandschaften deutlich abgehoben. Sie besteht zum überwiegenden Teil aus dem mehr als 1000 Meter mächtigen, gebankten Dachsteinkalk der oberen Trias, der sowohl einen reichen obertägigen Karstformenschatz wie auch ausgedehnte Karsthöhlsysteme aufweist und zur Gänze unterirdisch entwässert.

Dieser Gebirgsstock ist aufs engste mit der Entwicklung, Erprobung und Auswertung der Sporentriftmethode für die Ermittlung des Zusammenhanges unterirdischer Wässer, insbesondere in Karstgebieten verbunden. Nach einem ersten Testversuch im Gebiet des Offensees im nordwestlichen Toten Gebirge (Oberösterreich) hatte A.MAYR im August 1953 mit karsthydrologischen Untersuchungen im Dachsteingebiet begonnen (MAYR, 1953; 1954; 1956). Waren anfangs ungefärbte Sporen von *Lycopodium clavatum* als Triftstoff eingesetzt worden, so fanden ab 1956 bei den Markierungsversuchen auch eingefärbte Sporen Verwendung, was die annähernd gleichzeitige Beschickung verschiedener Einspeisungspunkte und damit eine bessere Erfassung des unterirdischen Karstgefäßnetzes ermöglichte. Die Ergebnisse der Sporentriftversuche 1956 (ZÖTL, 1957 a, 1957 b, 1957 c) und jener von 1957 (BAUER, ZÖTL & MAYR, 1958), sowie ein 1960 vom damaligen Speläologischen Institut (F.BAUER) durchgeführter ergänzender Markierungsversuch im Westteil des Dachsteinstockes "schienen den schon 1956 angedeuteten radialstrahligen unterirdischen Abfluß zu bestätigen" (BAUER, 1989, S.7).

Da auch Sporentriftversuche im dem Dachstein benachbarten Toten Gebirge zu vergleichbaren Resultaten führten, wurde für die Hochkarstmassive der Nördlichen Kalkalpen das Modell einer "radialstrahligen Karstentwässerung" entwickelt, für das ein durchgängiger einheitlicher Karstwasserkörper mit einem einheitlichen Karstwasserspiegel die Voraussetzung sein sollte. Die Ergebnisse der Sporentriftversuche dienten damit als Beweis für die Richtigkeit der schon seinerzeit heftig umstrittenen und später überwiegend abgelehnten Vorstellungen von A. GRUND über das "Karstgrundwasser" (GRUND, 1903).

Angesichts der vermeintlichen überzeugenden Eindeutigkeit der Ergebnisse kam die Grundsatzdiskussion über die Karsthydrographie im ostalpinen Raum damit zum Stillstand, obwohl weitere Markierungsversuche in verschiedenen anderen Karstgebieten, aber auch in weiteren, vom Bau her vergleichbaren Karstplateaus der Nördlichen Kalkalpen zu abweichenden Ergebnissen führten. Diese Versuche, meist mit Farbtracern durchgeführt, wiesen auf recht unterschiedliche Typen von Abflußsystemen hin. Dennoch galt das Bild des radialen Karstwasserabflusses im Dachstein als typisch zumindest für die ostalpinen Karstplateaus. In die Darstellung der Ergebnisse des Sporentriftversuches 1958 wurden zusätzlich die Resultate des Versuches aus dem Jahre 1956 eingezeichnet (Abb.1) und damit der optische Eindruck der Radialentwässerung verstärkt. Dabei konnte man sich auch darauf berufen, daß 1956 die Quellen im Westteil des Dachsteinstockes nicht beobachtet worden waren und nur deshalb das Bild radial verlaufender Abflußbahnen nicht noch überzeugender ausgefallen sei. Die entsprechende Kartenskizze mit dem Titel "Triftversuch 1958" fand durch ihre mehrfache (um nicht zu sagen häufige) Wiederholung in verschiedenen Publikationen weite Verbreitung. Sie ist auch in den Lehrbüchern des Springer-Verlages über die Karsthydrogeologie (ZÖTL, 1974) und über "Karsthydrographie und physische Speläologie" (BÖGLI, 1978)<sup>1)</sup> abgedruckt. [Die Abbildung bei A. BÖGLI (Abb. 6.9, S.110) ist offenbar versehentlich mit "Sporentrift im Dachstein Juli/August 1956 (nach ZÖTL, 1957)" beschriftet, zeigt aber die bekannte Skizze "Triftversuch 1958".]

Erst die Serie der nahezu drei Jahrzehnte nach den bahnbrechenden Sporentriftversuchen von 1984 bis 1986 im Dachsteingebiet durchgeführten Markierungsversuche mit Farbtracern (BAUER, 1989, S.8 ff.) konnte zu einer neuerlichen Diskussion Anlaß bieten. Die neuen Versuche waren durch Probleme der Wasserversorgung von Hallstatt mit bakteriellen Verunreinigungen ausge-

löst worden, die möglicherweise mit der Erschließung des Gletscherbereiches auf dem Dachsteinplateau für den Massentourismus und für den Sommerskilauf in Zusammenhang zu bringen waren (TRIMMEL, 1982).

Die Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Markierungsversuche (Abb.2) ergab ein Bild, das auf die Existenz von Teilwasserkörpern im Dachsteinstock hinwies, die zwar nicht vollständig von einander getrennt sind, aber unterschiedliche Hauptabflußbahnen erkennen lassen. Deutlich zeichnet sich dabei die Dominanz der Entwässerung gegen Norden ab.

Im Westteil des Plateaus alimentieren der Bereich des Hohen Dachstein mit den Gletschern, aber auch die unterirdischen Wasser in der altbekannten Dachsteinsüdwandhöhle eindeutig ein sektoral entwickeltes Karstgefäßnetz mit Quellaustritten im Raum Gosau-Echerntal. Im mittleren Abschnitt der Dachsteinhochfläche dominiert eine eher lineare Karstentwässerung zu Karstquellen zwischen Obertraun und Koppenwinkel, wie sie ja auch in den tektonisch angelegten, genetisch jungen Canyonstrecken angedeutet ist, die in der Dachstein-Mammuthöhle erforscht wurden. Die Markierung mit Farbtracern hat auch die durch die seinerzeitigen Sporentriftversuche nachgewiesene Verbindung bestätigt, die zwischen dem zentralen Plateau und der Karstquelle der Koppenbrüllerhöhle im Koppengebirge besteht, das durch die Lahnfriedstörung vom Hauptmassiv deutlich abgesetzt ist.

Die größten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Sporentriftversuche und der Farbtracermarkierungen ergaben sich im Ostteil des Dachsteinstockes. Seinerzeit wurde auf einen geradezu idealen unterirdischen Abfluß des Miesbodensees zu vielen, radial angeordneten Karstquellen geschlossen, während sich nun ein typischer linearer Abfluß nach Norden ergab. Insgesamt mußten damit die Resultate der Farbtracerversuche den Anlaß bieten, die Interpretation der Sporentriftversuche neu zu überdenken.

Bei der Suche nach einer schlüssigen Begründung für die von einander abweichenden Versuchsergebnisse ergaben sich Anhaltspunkte für mögliche Mängel oder Fehlerquellen für die Interpretation der Sporentriftversuche, die seinerzeit nicht bekannt waren oder nicht erkannt werden konnten, weil noch keine entsprechenden Erfahrungen gemacht worden waren (BAUER, 1989, S.28 ff.).

So kann - um nur ein Beispiel zu nennen - selbst gründlichstes Auswaschen von Planktonnetzen keine Gewähr für die vollständige Entfernung daran haftender Sporen geben. Wenn derartige Planktonnetze beim gleichen oder bei späteren Versuchen - womöglich auch an einer anderen Quelle - ein zweites Mal eingesetzt werden, so ist die Gefahr der Verschleppung einzelner Sporen und der Verfälschung von Ergebnissen gegeben. Dem Auftreten einer einzigen oder weniger Sporen in einer entnommenen Probe kommt daher - wie BAUER überzeugend begründet - insbesondere bei den bei der Durchführung der Sporentriftversuche der Jahre 1953 bis 1960 gegebenen organisatorischen, personellen, materiellen und methodischen Möglichkeiten keine Beweiskraft zu. Gerade das war aber für die in die Fachliteratur eingegangene Interpretation der Versuche maßgebend: Das Auftreten auch nur einer einzigen Spore galt bereits als unwiderlegbarer Beweis für die Existenz eines Zusammenhanges zwischen beschickter Schwinde und beobachteter Quelle. Und nicht weniger als 75% aller Sporennachweise der seinerzeitigen Versuche erfolgten mit nur einer bis maximal fünf Sporen pro Probe !

Die auf Grund derartiger Überlegungen erfolgte Revision der Ergebnisse der Sporentriftversuche von 1953 bis 1960 im Dachsteingebiet ergibt nun (Abb.3) eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Markierungsversuche mit Farbtracern. Geht man aber von diesen revidierten Ergebnissen aus, die aus heutiger Sicht als gesichert gelten können, so bedarf es auch einer Revision der seinerzeit abgeleiteten theoretischen Vorstellungen über die Dynamik der Karstentwässerung. In der Fachliteratur werden Dachstein und Totes Gebirge stets als Musterbeispiele für das Bestehen eines zentrifugalen, "radialen Entwässerungssystems" in Karstgebieten angeführt.

So wie für den Dachstein ist aber die Existenz eines radialen unterirdischen Abflusses im Toten Gebirge ebenfalls in Frage zu stellen, solange nicht durch umfassende neue Markierungsversuche eine Überprüfung möglich wird. Die seinerzeitigen Sporentriftversuche wurden ja mit den gleichen Methoden durchgeführt wie jene im Dachstein und sind daher mit denselben Unsicherheiten und Mängeln der Interpretation behaftet.

Es sollte daher meiner Meinung nach unbedingt davon Abstand genommen werden, gerade diese beiden Kalkalpenstöcke als Modelle einer radialen Entwässerung hinzustellen und dadurch den Anschein zu erwecken, daß dieser Entwässerungstyp dort definitiv nachgewiesen sei.

Die Notwendigkeit, die seinerzeitigen Sporentriftversuche zu revidieren und neu zu interpretieren, mahnt aber auch zu größter Vorsicht und Behutsamkeit bei der Interpretation und vor allem bei der eventuellen Verallgemeinerung von Ergebnissen der Markierungen mit Farbtracern. So kann etwa die von F. BAUER gezeigte und vertretene Möglichkeit, im Dachsteingebiet den Einzugsbereich (und damit das Schutzgebiet) für einzelne Karstquellenbezirke auf Teile des Plateaus zu beschränken (Abb.4), keinesfalls auf andere Karstgebiete übertragen werden.

Immer wieder hat F. BAUER auch darauf hingewiesen, daß bei der Beurteilung und Bewertung der Durchlaufzeiten von Farbtracern ebenfalls größte Vorsicht am Platze ist und immer wieder vor-eilige oder unrichtige Schlüsse aus den Beobachtungen gezogen werden. Bei den Markierungsversuchen 1984 ergab sich bei der Einspeisung in einer Schwinde nahe der Simonyhütte eine Durchgangszeit von 6.5 Tagen bis zum Nachweis des Tracers im Quellbezirk Waldbachursprung, während der Farbstoff vom Abfluß des nahen Hallstätter Gletschers im gleichen Quellbezirk schon nach 1.5 Tagen nachweisbar war. Dieses Ergebnis kam offensichtlich dadurch zustande, daß der bei der Simonyhütte eingespeiste Farbstoff zunächst unweit der Einspeisungsstelle (etwa in einem Wasserbecken) liegengeblieben war und erst bei einem fünf Tage später einsetzenden Starkregen "durchgespült" wurde (BAUER 1989, S.13 f.) Wäre die Einspeisung während oder kurz vor dem Einsetzen des Starkregens erfolgt, so wäre der Tracer ebenfalls schon nach 1.5 Tagen im Quellbezirk aufgetreten; umgekehrt hätte der Versuch genausogut - etwa im Falle einer längeren Trocken- oder Frostperiode - zu Ermittlung einer Durchlaufzeit des Tracers von mehreren Wochen führen können.

Dieses Beispiel zeigt auch, daß das Ergebnis eines (einzigen) Markierungsversuches keinesfalls als Kriterium dafür herangezogen werden kann, wann etwa eine im Bereich einer Schwinde (oder einer Einspeisung) eingetretene Verunreinigung die unterirdischen Karstwasserwege passiert hat und die Nutzung einer Karstquelle wieder gefahr- und problemlos möglich ist.

Den neuen Markierungsversuchen im Dachstein, die ja zunächst auch nach dem Tode von F. BAUER weitergeführt werden, und der kritischen vergleichenden Prüfung sowohl ihrer Ergebnisse wie auch jener früheren Versuche kommt somit, wie ich zu zeigen versuchte, grundsätzliche Bedeutung für die heutige Sicht der Situation der Karsthydrogeographie in den Karstgebieten zumindest der Nördlichen Kalkhochalpen zu. Die neueren Einsichten in

diese Problematik sollten wohl möglichst rasch auch in die einschlägigen Lehr- und Handbücher Eingang finden.

#### LITERATUR:

BAUER, F. (1991): Probleme der alpinen Karsthydrologie im Hinblick auf den Karstwasserschutz.- Wiss. Beihefte zur Z. "Die Höhle" 39: 18-26, Wien.

BAUER, F. (1989): Die unterirdischen Abflußverhältnisse im Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz.- Report UBA-89-28, Wien.

BAUER, F., ZÖTL, J., MAYR, A. (1958): Neue karsthydrographische Forschungen und ihre Bedeutung für Wasserwirtschaft und Quellschutz.- Wasser und Abwasser, Wien.

BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie.- Springer-V., Berlin-Heidelberg-N.Y.

GRUND, A. (1903): Die Karsthydrographie.- Geogr.Abh.7(3), Wien.

MAURIN, V., ZÖTL, J. (1964): Karsthydrographische Untersuchungen im Toten Gebirge.- Österr. Wasserwirtschaft 16(5/6), Wien.

MAYR, A. (1953): Blütenpollen und pflanzliche Sporen als Mittel zur Untersuchung von Quellen und Karstwässern.- Anz. d. math.-naturw. Klasse d. Österr. Akad. Wiss. 90: 94-98, Wien.

MAYR, A. (1954): Hydrologische Studien im Dachsteingebiet mit besonderer Berücksichtigung der Gletscherwässer.- Diss.Univ. Innsbruck, Innsbruck.

MAYR, A. (1956): Das Hallstätter Trinkwasser.- Jb.d. Oberösterr. Musealvereines 101, Linz.

TRIMMEL, H. (1982): Probleme mit der Wasserversorgung von Hallstatt (Oberösterreich).- Die Höhle 33(3): 109-110, Wien.

TRIMMEL, H. (1990): Neuerliche Gefährdung des Trinkwassers für Hallstatt (Oberösterreich).- Die Höhle 41(3): 73-74, Wien.



VÖLKL, G. (1991): Beispiele alpiner Karstlandschaften aus hydrologischer Sicht und Erkenntnisse aus der Einbeziehung von Höhlengerinnen in die Beobachtung bei Markierungsversuchen.- Wiss. Beihefte zur Z. "Die Höhle" 39: 18-26, Wien.

ZÖTL, J. (1957a): Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. Mitt.d.Naturwiss.Vereines f. Stmk, 87.Graz

ZÖTL, J.(1957b): Der Einzugsbereich von Quellen im Karstgebirge. Österr. Wasserwirtschaft,9(4), Wien

ZÖTL, J.(1957c): Neue Ergebnisse der Karsthydrologie. Erdkunde, 9(2), Bonn.

ZÖTL J.,(1974): Karsthydrogeologie. Wien-New York (Springer).



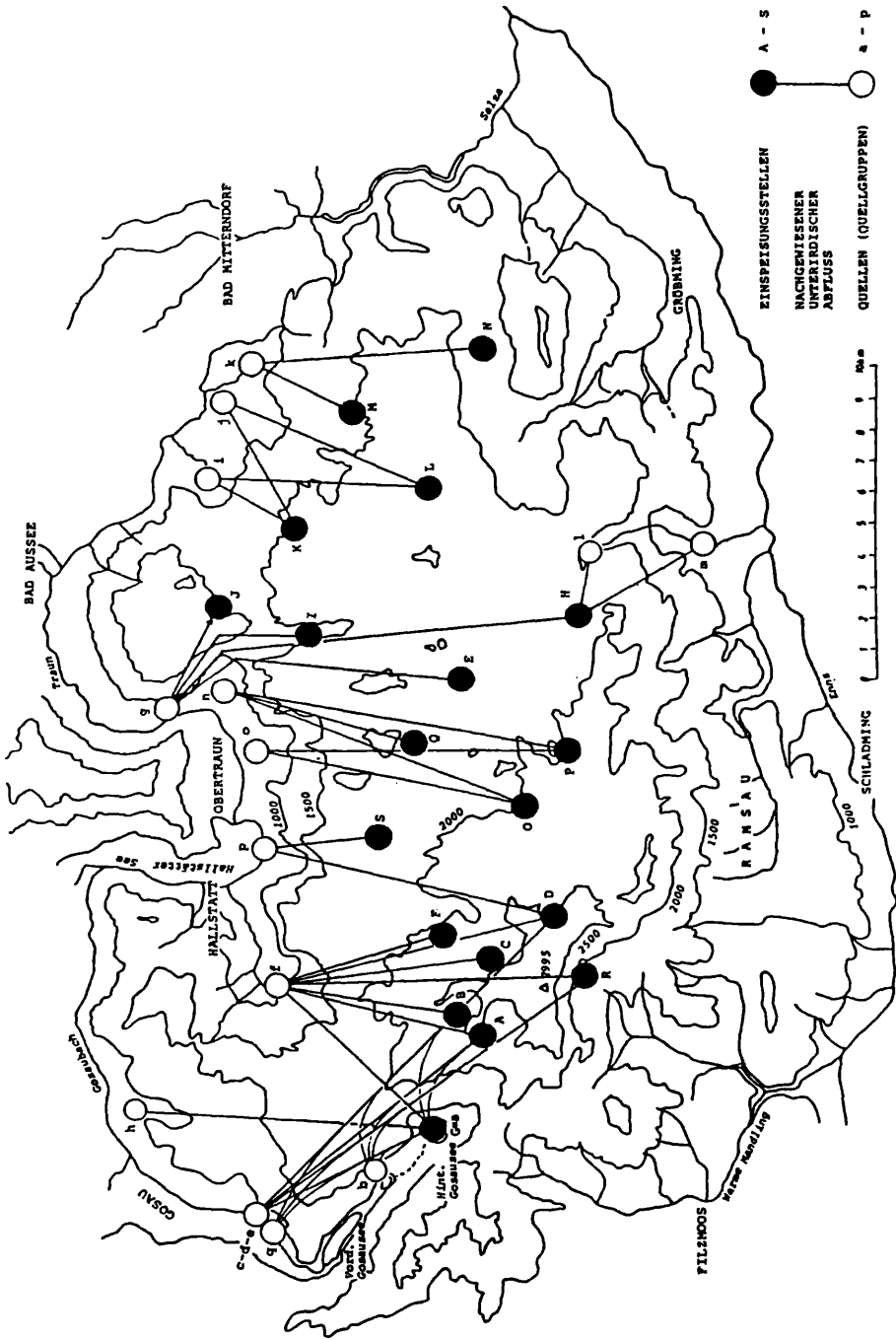


Abb. 2: Ergebnisse der Markierungsversuche 1984 - 1986 (aus F. BAUER, 1989, S.27).

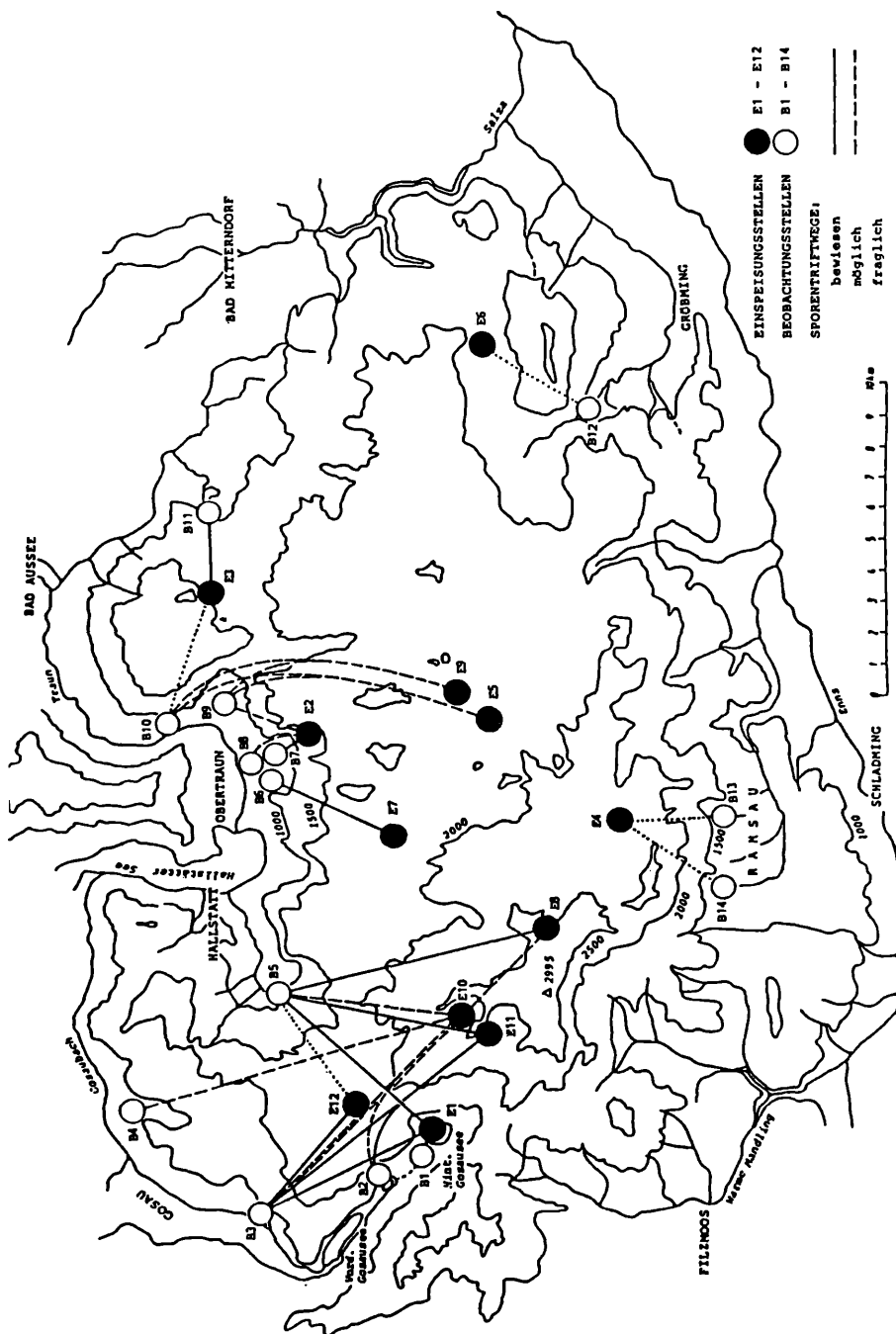


Abb.3: Revidierte Ergebnisse der Sporenversuche im Dachsteingebiet 1953 - 1960  
 (aus: F. BAUER, 1989, S.54).

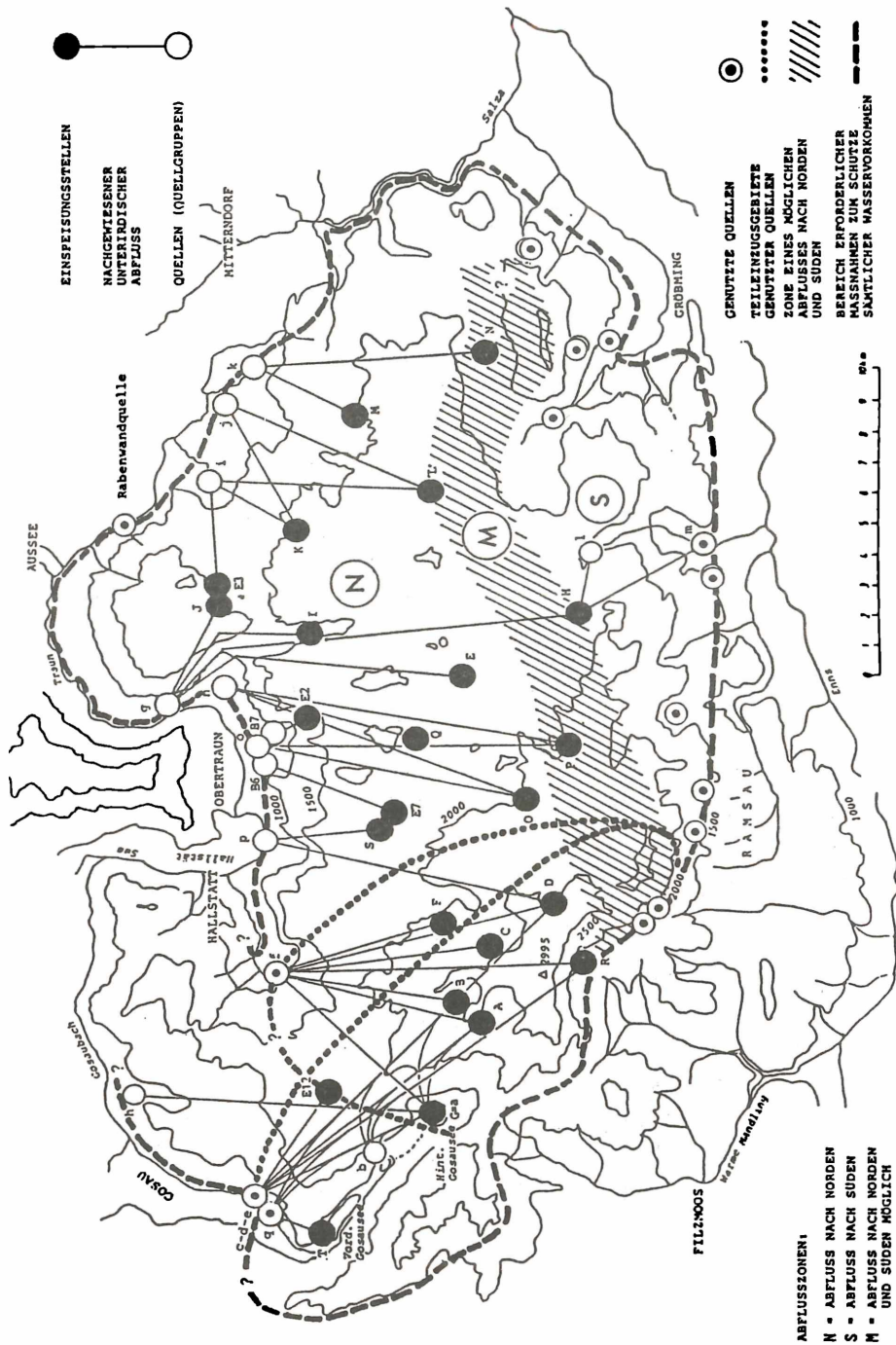


Abb.4: Interpretation der Markierungsversuche im Dachstein im Hinblick auf die mögliche Abgrenzung von Schutzgebieten für genutzte Quellen (aus: F.BAUER, 1989, S.68).

**SPELDOK-AUSTRIA, DAS DOKUMENTATIONSSYSTEM DER KARST- UND  
HÖHLENKUNDLICHEN ABTEILUNG DES NATURHISTORISCHEN MUSEUMS  
IN WIEN UND DES VERBANDES ÖSTERREICHISCHER HÖHLENFORSCHER**

von Karl MAIS (Wien)

Die speläologische Dokumentation hat in Österreich eine achtenswerte Tradition. Sie ist etwa durch die Sammlung von Literaturzitaten zur Höhlenkunde im "Literatur-Anzeiger" aus dem Jahre 1879 belegt oder durch die erfolgreiche Gebirgsgruppen-gliederung für das österreichische Höhlenverzeichnis, die 1960 erschienen ist. Diese Gliederung von Höhlengebieten stellte ein naturräumliches System zur Erfassung der Höhlenvorkommen dar. Mit der Zunahme von Material und dem stetig steigenden Bedürfnis nach Informationen ergab sich in den letzten Jahrzehnten der Bedarf an einer möglichst umfassenden speläologischen Dokumentation, die als "SPELDOK-AUSTRIA" bezeichnet wird.

1. Zum Aufbau des Dokumentationssystems

SPELDOK-AUSTRIA soll als "Speläologische Dokumentation Österreichs" der Erfassung von Fakten zur Karst- und Höhlenkunde des ganzen Bundesgebietes dienen, darüberhinaus auch anderer nötiger und erweiternder Angaben zu diesem Fachgebiet. Geführt wird die Dokumentation von der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien unter Mitwirkung der Mitgliedsorganisationen des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher (VÖH) nach Maßgabe deren Möglichkeiten.

Der VÖH hat bereits nach seiner Gründung im Jahre 1949 die überregionale Dokumentation verfolgt und Richtlinien für die Schaffung eines österreichischen Höhlenverzeichnisses ausgearbeitet. Nach diesen Richtlinien halten die "katasterführenden" Vereine die Verzeichnisse der Höhlen ihrer Gebiete evident und bewahren Unterlagen darüber in ihrem "Höhlenkataster" auf.

Dieses Höhlenverzeichnis mit seinem Namen-Nummern-System hat die Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes im Rahmen des Höhlenschutzes für die amtlichen Unterlagen mehr und mehr herangezogen und auch für die Kulturgüterschutzlisten nach der Haager Konvention verwendet. Nach der Änderung der Kompetenzen für den Höhlenschutz im Jahre 1974 haben sich nunmehr zuständige Landesstellen dieses Systems bedient, wie auch Stellen der Raumplanung. Bei wissenschaftlichen Arbeiten dient das Höhlenverzeichnis zum Definieren von Untersuchungsobjekten, jenseits oft bestehender Namensvielfalt.

Mit der Überstellung der Höhlenabteilung vom Bundesdenkmalamt an das Naturhistorischen Museum im Jahr 1979 gelangte auch deren Material mit Katastermappen, Bild-, Plan- und Bibliotheksbeständen dorthin. Auch im neuen Wirkungsverband wurden die Beziehungen zu den höhlenkundlichen Vereinen gepflegt sowie die Dokumentation und damit SPELDOK-AUSTRIA zu einem System ausgeweitet.

## 2. Zur Gliederung

Unter SPELDOK-AUSTRIA werden verschiedenartige Einheiten zusammengefaßt und untereinander in Beziehung gesetzt, wobei die folgende Aufstellung keine starre Gliederung darstellt:

- \* Höhlenkataster
- \* Fach-Bibliothek
- \* Bildarchiv (Bild- und Diasammlung)
- \* Audio-visuelles Archiv
- \* Planarchiv
- \* Kartenarchiv
- \* Sonderarchive (Nachlässe, Biographisches Archiv u.a.m)
- \* Sammlung

Für diese Dokumentationseinheiten mit ihrem unterschiedlichen Material müssen aus methodischen Gründen einzelne, d.h. gesonderte Sammlungen und Archive geführt werden, deren Verzeichnisse aber weitgehend dem gleichen Schema entsprechen. Die Bestandsverzeichnisse werden als EDV Dateien mit dazu erforderlichen Textfiles am PC erstellt, wobei die Software FRAMEWORK von ASHTON TATE verwendet wird. Die Files sind als ASCII-Files in andere Dateisysteme übertragbar.

Der Einsatz von FRAMEWORK Dateien wurde gewählt, weil diese

Software in den Dateien nicht an die sichtbare, bzw. festgelegte Feldgröße gebunden ist. Dadurch können umfangreiche, das sichtbare Feld am Bildschirm überschreitende Informationen in die Felder hineingeschrieben werden. Bei der Bearbeitung des Feldes kann der ganze Inhalt gelesen werden. Beim Ausdruck wird ebenso der gesamte eingegebene Text wiedergegeben. Dies ist bei allen großemäßig nur schwer festlegbaren Feldern, etwa dem Titelfeld von Literaturzitaten, oder aber auch bei eingehenden Objektbeschreibungen von großem Vorteil.

Da bei fast allen Dokumentationseinheiten gleiche oder ähnliche Sachbezüge auftreten, kann ein einheitliches Deskriptorensystem - welches jedoch erst in Ansätzen vorhanden ist - eingerichtet werden, um die Bestände von SPELDOK-AUSTRIA zugänglich zu machen.

### 3. Die Einheiten von SPELDOK

#### 3.1 Höhlenkataster:

Unter Höhlenkataster werden hier das Höhlenverzeichnis und die Sammlung der Katastermappen verstanden. Das Österreichische Höhlenverzeichnis wird von den Mitgliedsvereinen der Verbandes erstellt und von der Höhlenabteilung zentral erfaßt und verbreitet. Derzeit sind rund 9 500 Höhlen ( Stand Frühjahr 1991) mit Nummer, Name, Lage, Seehöhe, Größenordnung, Forschungsstand und zum Teil mit Koordinaten erfaßt. Über diese Höhlen besitzen die katasterführenden Vereine die entsprechenden Unterlagen.

Die Sammlung der Katastermappen enthält an der Höhlenabteilung A-4 Mappen mit allen erreichbaren Informationen über einzelne Höhlen. Derzeit sind rund 2 700 Mappen angelegt. Sie enthalten Befahrungsberichte, Pläne, Bilder, Zeitungsausschnitte und Hinweise auf Material in anderen Dokumentationseinheiten wie Bildarchiv, Plansammlung und Bibliothek. In den Mappen befinden sich keine exklusiven Unikate, sondern Material, das bei den katasterführenden Vereinen wenigstens als Kopie vorhanden ist.

Im Sinne einer leicht zugänglichen Dokumentation und Sicherung von Unterlagen werden Katastermaterialien auch auf Mikrofilm aufgenommen, wie dies im Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg angelaufen ist.



### 3.2 Bibliothek:

Der Bereich der Bibliothek ist sehr komplex. Er enthält alle Arten von Druckwerken und Veröffentlichungen wie Bücher, eigenständige Veröffentlichungen, Sonderdrucke, Zeitschriften, Dissertationen, Diplomarbeiten, sowohl im Original wie auch in Xerographien oder Mikrofilmen.

Die Titelaufnahme folgt den Richtlinien der UIS-Kommission für Bibliographie und ist um einige formale und deskriptive Angaben vermehrt. Bei Werken mit mehreren Autoren werden Verweise zu allen Mit-Autoren gemacht. Zusammengehörige Bibliotheksbereiche verbleiben in ihrem Zusammenhang, sind jedoch im durchgehenden Ordnungssystem eingefügt. Für geschlossene Buchbestände bestehen eigene Nummerngruppen. Als derartige Bestände sind vorhanden:

- \* Bibliothek EHRENBERG: Nummernfolge 1-10.000.  
Sie stammt aus dem Nachlaß des Paläontologen und Speläologen Univ. Prof. Dr. K. EHRENBERG und wurde von seinen Nefen Odorich und Wolfgang ABEL zu ungeteilter Aufstellung überlassen; enthält sehr viele paläontologische Arbeiten.
- \* Bibliothek der Karst- und Höhlenabteilung: Nummern ab 10.001.  
Dieser Teil enthält die Erwerbungen und Einstellungen der Abteilung;
- \* Bibliothek WALDNER: gekennzeichnete Block in obiger Nummernfolge. Die Bestände stammen aus dem Besitz von Dr. Franz WALDNER, die an die Abteilung "Milgeo" des Bundesheeres und von dort an die Abteilung gekommen sind;
- \* Bibliothek VORNATSCHER: gekennzeichnete Block, wie oben.  
Teilnachlaß des Biospeläologen Dr. Josef VORNATSCHER;
- \* Bibliothek KYRLE: eigener Bibliotheksteil.  
Literatursammlung von Univ. Prof. Dr. Georg KYRLE, die im Speläologischen Institut (KYRLE) und zum Teil nach seiner Wiedererrichtung aufgestellt war und der Abteilung über Anregung von Hofrat Dr.F. BAUER vom Umweltbundesamt (Dir. Dr.STRUWE, HR Dr. PESCHEK) überlassen wurde. Der Bestand ist durchnummeriert und wird eine eigene Nummerngruppe erhalten;enthält sehr viele Arbeiten aus dem Bereich Ur- und Frühgeschichte.

- \* Bibliothek Speläologisches Institut (KYRLE - SAAR - BAUER):  
Literatursammlung, ebenfalls auf Anregung von Hofrat Dr. F. BAUER vom Umweltbundesamt wie oben überlassen. Wird dem Nummernsystem des Bibliotheksteiles KYRLE angeschlossen.
- \* Bibliothek F. BAUER: gekennzeichneteter Bibliotheksblock.  
Fachbibliothek aus dem Nachlaß von Hofrat Dr.F. BAUER; bestehend aus Büchern und Sonderdrucken,geologischer Schwerpunkt.
- \* Bibliothek Verband Österreichischer Höhlenforscher:  
Im Numerus currens ab 70.001.  
Die Karst- und Höhlen-Abteilung sorgt für die zugängliche Aufstellung der Bestände und der Verband für die Erweiterung der "Verbandsbibliothek".Zum Bestand gehören die mehr als 2.000 Exemplare umfassende Büchersammlung sowie die umfangreiche, getrennt aufgestellte Zeitschriftensammlung, die im Austausch mit der Zeitschrift "Die Höhle" erwirtschaftet werden konnte. Die Erfassung der Titel ist weitgehend abgeschlossen.

Für einige Fachbereiche wurden Titelverzeichnisse und Titelevi-  
denzen angelegt, auch von Bibliotheks-Recherchen werden Sonder-  
verzeichnisse gemacht. Es bestehen solche als Zettelkataloge  
zur Literatur des Salzburger Höhlenbuches, die mit dem Landes-  
verein für Höhlenkunde in Salzburg erarbeitet wurde, aber auch  
andere, wie zu den längsten und tiefsten Höhlen Österreichs,  
betreut von Theo PFARR. Die Beschlagwortung der Bibliothek ist  
erst in Teilen und Ansätzen vorhanden.

### 3.3 Bildarchiv:

Das Bildarchiv ist in drei große Abschnitte gegliedert:

#### 1. Negativ-Bild-Sammlung:

Von jedem Bild sind Negativ und Bildevidenz vorhanden, der  
Bildautor ist bekannt.Damit sind autorisierte Bildvergaben  
möglich. Im laufenden Verzeichnis sind derzeit über 8.000  
Aufnahmen vorhanden, zahlreiche weitere sind für die In-  
ventarisierung vorbereitet. Aus der Ära KYRLE stammt eine  
historisch bedeutende Serie von meist großformatigen Glas-  
negativen.

## 2. Bildsammlung:

Fotos, deren Negative nicht an der Abteilung vorhanden sind gehören in diesen Archivabschnitt. Eine analytische Erfassung ist noch nicht erfolgt;

## 3. Diapositivsammlung:

Einige tausend Diapositive von Höhlenfahrten, Expeditionen und Studienreisen sind vorhanden. Erst zu einem kleinen Teil ist der Bestand mittels EDV erfaßt. Durch den Einsatz eines Diabeschriftungsgerätes mit PC-Anschluß werden diese Arbeiten erleichtert. Es befinden sich hier verschiedene Bildserien aus dem Besitz oder über Vermittlung von G.ABEL (Salzburg), K.MAIS (Wien), F.MÜLLER (Wien), W.REPIS (Puch b. Hallein), J. VORNATSCHE (Wien) sowie die Diasammlung KYRLE. Auch Diaduplikate (Repros) verschiedener Vorträge, die an der Karst- und Höhlenabteilung abgehalten wurden, sind vorhanden, so von H.TRAINDL, R.PAVUZA, J.EISENBAUER, M.GRIEBEL, L.MILL, M.MORITA, G.VÖLKL uva.

Die Diapositive werden zum großen Teil in glaslosen Rahmen und in staubdichten "Dia-Umfüllboxen" oder "Dia-Koffern" verwahrt.

### 3.4 Audio-visuelles Archiv:

Die hier zusammengefaßten Medien sind Tonbänder, Filme und Videoaufnahmen; ihnen kommt deshalb große Bedeutung zu, weil sie die Höhlenforschung in Aktionen und ihre Vertreter in der Eigenheit ihrer charakteristischen Bewegungen und stimmlichen Ausdruckskraft lebendig erhält. Die Archivierung und Betreuung der Bestände ist jedoch problematisch, da die Haltbarkeit der Trägerschichten nur begrenzt ist. Zur Zeit sind in diesem Archivbereich enthalten:

#### \* Filme:

Es werden Streifen mit Amateuraufnahmen und Kinofilmstreifen in 16mm und 35mm verwahrt. Diese stammen zum Teil von G.ABEL (Salzburg) und W.REPIS (Puch b. Hallein). Auch 35mm Nitrofilme sind vorhanden. Sie sind bereits stark geschrumpft und konnten zum Teil umkopiert werden.

#### \* Tonträger:

Tonaufnahmen sind auf Spulentonband, Musicassetten, Microcassetten und Platten vorhanden. Es liegen Stimmdokumente von verschiedenen speläologischen Tagungen vor. Von einigen Fachvorträgen wurden Aufnahmen gemacht, die z.T. synchron mit Dias vorgeführt werden können. Aufnahmen sind aber auch von Rundfunksendungen u.a. vorhanden.

#### \* Videoaufnahmen:

Speläologisch interessante Sendungen werden aus dem TV-Programm aufgenommen. Sie dienen der Dokumentation und dem rein fachlichen Gebrauch. Es werden auch Eigenaufnahmen gemacht, bei denen die Vortrags- und Veranstaltungsdokumentation im Vordergrund steht. Bei den Vorträgen wird der gesamte Verlauf mit dem gebotenen Bildmaterial videografiert, was eine weit bessere Dokumentation dieser Veranstaltungen bedeutet als eine Tonbandaufzeichnung. Dies trifft auch für Dokumente von speläologischen Symposien und Tagungen zu. Weiters wurden einige Vorlesungen von Dr. TRIMMEL an der Universität live mitgeschnitten.

Die eigenen Aufnahmen werden in der Regel auf Video-8 gemacht und dann auf VHS-PAL überspielt. Die Ergebnisse sind zufriedenstellend und im Dokumentationswert überzeugend. Dank der technischen Einrichtungen können praktisch alle Videonormen auf VHS wiedergegeben werden. Weiters V-8 und Hi-8.

### 3.5 Planarchiv:

Enthält Höhlenpläne, gezeichnete Plan- und Kartenunterlagen von Karstgebieten in Originalen, Oleaten, als Lichtpausen, Plan-drucke oder Xerokopien. Wegen der unterschiedlichen Größen war die Schaffung von Größenklassen erforderlich. Die Plansammlung besitzt zahlreiche historische Originale aus der Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes, aus dem Speläologischen Institut KYRLES, weiters auch von Dr. H. TRIMMEL, G. ABEL u.a., aber auch aktuelle Neuzugänge.

### 3.6 Kartenarchiv:

Speläologisch wichtige Karten mit topographischem, geologischem

oder thematischem Inhalt werden in diesem Archiv zusammengefaßt. Es sind auch topographische Karten (ÖK 1:50) vorhanden, in denen die Lage von Höhlen eingezeichnet ist. Weiters werden Karten und Kärtchen aus Veröffentlichungen zur Evidenz herauskopiert, die im System GEOKART der Geologischen Bundesanstalt (Wien) enthalten sind.

### 3.7 Sonderarchive:

Materialsammlungen verschiedener Thematik werden in Sonderarchiven zusammengefaßt. Hierher gehört die Sammlung von Nachlässen bzw. ähnlichen Materialien wie von Prof. EHRENBURG, Dr. VORNATSCHER, Dr. WALDNER, Dr. F. BAUER und dem Speläologischen Institut Prof. KYRLES. Weiters ist ein Biographisches Archiv angelegt, in dem Angaben, Bilder, Schriften und Hinweise über Höhlenforscher, Höhlenführer aber auch Organisationen, die mit der Höhlenforschung in Beziehung gestanden sind, gesammelt werden. Die EDV-mäßige Aufnahme der Basisdaten ist bereits erfolgt.

Als weiteres Sonderarchiv ist die Sammlung von Bildern, Stichen, Drucken und anderen künstlerischen Darstellungen von speläologischen Themen und Motive zu nennen. Bisweilen liegen nur Xerokopien und Fotos von Bildern vor, deren Eigentümer bzw. Verwahrungsorte vermerkt sind.

Diese Sonderarchive stehen bereits in gewissem Zusammenhang mit anderen Dokumentationseinheiten, etwa dem Kataster, der Bibliothek, dem Bildarchiv usw., werden aber wegen des besonderen Themenkreises gesondert geführt. Entsprechende Verweise sind in den anderen Sammlungseinheiten vorhanden.

In den Bereich Sonderarchiv fallen auch "Dokumente". Zu einem späteren Zeitpunkt werden auch die Schutzstellungsakten des Bundesdenkmalamtes (bis zum Jahr 1974, nach dem Naturhöhleengesetz) eingebracht. Auch andere themenbezogene Aktenläufe werden verwahrt. Diese Bestände unterliegen z.T. beschränktem Zugriff.

Eine besondere Art von Archiven stellen Sammlungen von speziellen Daten zur Speläologie dar, wie Klimawerte, Sedimentdaten, Wasseranalysedaten aus Höhlen und Höhlengebieten, die als SPELMET, SPELSED, SPELAQUA u.a. bezeichnet sind und bereits eine große Datenfülle bergen.

### 3.8 Sammlung:

Als Sammlung sind alle jene Gegenstände eingebracht, die den typischen Objekt-Sammlungen eines Museums entsprechen. Fundstücke aus Höhlen und Karstgebieten stellen den entsprechenden Hauptteil dieser Bestände dar: Gesteinsproben, Sinterstücke, Funde von Höhleninhalt (Sedimentproben, Knochenmaterial) etc. Es ist auch ein großer Teil der Sammlung des ehemaligen Speläologischen Institut von Prof. KYRLE erhalten geblieben, das Material gelangte, wie andere Stücke vom Umweltbundesamt, an die Abteilung. Ansonsten ist der Bestand eher bescheiden. Hinzuweisen ist, daß in fast allen anderen Abteilungen des Naturhistorischen Museums auch karst- und höhlenkundliche Sammlungsobjekte vorhanden sind und dort seit altersher verwahrt werden, wie Höhlenmineralien, Höhlenkäfer, Kleinsäuger usw.

An den einzelnen oben aufgelisteten Bereichen von SPELDOK arbeiten alle ständigen und mehrere freie Mitarbeiter der Karst- und Höhenabteilung mit. Ebenso Mitglieder höhlenkundlicher Vereine, diese arbeiten besonders beim Höhlenverzeichnis mit Günter STUMMER von der Abteilung zusammen.

### 4. Zum weiteren Ausbau

Unter der Bezeichnung SPELDOK-AUSTRIA werden die einzelnen Sammlungen und Dokumentationsbereiche der Karst- und Höhlenabteilung des Naturhistorischen Museums unter Mitwirkung des Verbandes österreichischer Höhlenforscher zusammengefaßt. Nach fachlichen Deskriptoren und Höhlennamen kann Einblick in die heterogenen Bestände gewonnen werden. Nach einer zufriedenstellenden, integrierenden Erfassung der Materialien an der Abteilung ist eine solche an anderen Verwahrungsorten anzustreben. Zuerst bei höhlenkundlichen Vereinigungen, bei Museen, anderen Institutionen, aber auch Privatpersonen.

Die SPELDOK-Dateien bzw. Daten werden, nach Maßgabe der Möglichkeiten in ausgedruckter Form, an die mitarbeitenden Vereine und Fachleute weitergegeben. Die Verwirklichung des dargestellten Dokumentationssystems ist in Teilbereichen abgeschlossen, in anderen noch Stückwerk. Ein positives Ziel ist jedoch in Sicht. Als Ziel kann eine umfassende Dokumentation über Höhlen und Höhlenforschung aller Regionen angesehen werden, die der Sicherung, dem Nachweis und auch der Priorität von derartigem

Material für die fachliche, nicht kommerzielle Arbeit dient.

Über SPELDOK-AUSTRIA wurden verschiedentlich Vorträge gehalten. Gedruckt liegt eine Übersicht in den Abhandlungen des 10. Int. Kongr. f. Speleologie (Budapest, 1989, 2.:553-554) vor. Vom Höhlenverzeichnis liegen verschiedene Teilabdrucke vor.

Nr.	Autor	Jahr	Titel	Ersch.Ort	Dok
70.925	WOLFSBERGER, J.	1971	Die Macrolepidopteren-Fauna	Mem. fuori (Ver B	
70.926	FERRI, N.	1970	Gli incidenti speleologici	Roma (Centro Ro BR	
70.927	HABE, F.	1972	Die Höhle von Postojna (Pos	Ljubljana : 79 BR	
70.928	ANONYM	1969	Slovensko,-	Bratislava (Kow B	
70.929	KESSLER, H.	1971	Aggtelek,-	Miskolc (Fremde BR	
70.930	ANONYM	??	Die Schutzhütten des Deutsc	München : XXVII B	
70.931	THENIUS, E.	1972	Versteinerte Urkunden. Die	Berlin/Heidelve TB	
70.932	SCHONENBERG, R.	1971	Einführung in die Geologie	Freiburg (Roma TB	
70.933	OLDHAM, T.A.	1972	Discovering Caves,-	Bucks, U.K. (Sh TB	
70.934	MLOTKE, H.D., PALMER	1972	Genetic relationship betwee	Hannover : 69 \$ BR	
70.935	CHABERT, C., COURVAL	1971	E.-A. Martel 1859-1938. Bih	Trav. Scient. d BR	
70.936	ANONYM	1972	Höhlenforschung in der Stei	Schild von Stei BR	
70.937	DELAMARE DEBOUTTEVILLE	1971	La vie dans les grottes.-	Que sais-je? (P Tas	
70.938	CZIZEK, K.	1916	Beiträge zur rezenten Fauna	Zeitschr. d. m ä SD	
70.939	BITTNER, A.	1896	Dachsteinkalk und Hallstät	Wien (Selbstv.) BR	
70.940	ANONYM	1930	Lehrbuch für Bergführer in	Innsbruck (D.u. B	
70.941	SCHUCHARDT, C.	1928	Vorgeschichte von Deutschla	München/Berlin B	
70.942	JAMES, E.O.	1957	Religionen der Vorzeit.-	Schauberg/Köln TB	
70.943	FLOGEL, H.W. (red.)	1972	Führer zu den Eckursionen d	Graz (Abt. f. P BR	

[Nr.] 70.927  
 [Autor] HABE, F.  
 [Jahr] 1972  
 [Titel] Die Höhle von Postojna (Postjnska jama) und die Höhlen von Plan  
 [Ersch.Ort] Ljubljana : 79 \$., zahlr. fotos, 1 Planbeilage.  
 [Reihe]  
 [Dok.Typ.] BR  
 [Deskriptoren] YU: Slow; Klass.Karst; Postojnska Jama.  
 [Bemerkungen] Bildband.

HABE, F. 1972:  
 Die Höhle von Postojna (Postjnska jama) und die Höhlen von  
 Planina und Predjama.- Ljubljana 79 S., zahlr. Fotos, 1  
 Planbeilage.  
 - Deskriptoren: YU: Slow; Klass.Karst; Postojnska Jama.  
 - Bemerkungen : Bildband.  
 KHA-VöH Nr.: 70.927

DELAMARE DEBOUTTEVILLE, C. 1971:  
 La vie dans les grottes.- Que sais-je? (Paris, Presses Univ.  
 de France) 1430: 126 S., 18 Abb.  
 - Deskriptoren: Biospel.; Fachl. Einführung; Subterrane  
 Biotope; Nahrungsketten; Evolution; u.a.  
 - Bemerkungen : Einführung für Versierte.  
 KHA-VöH Nr.: 70.937

Beispiele für Screen-Ausdrucke der Verbandsbibliothek des Ver-  
 bandes österr. Höhlenforscher sowie für die Druckerausgabe

Dokum.Nr.	ÖHV:Name	Kat.Nr.	Titel	Nr. am Plan	Art, Maß
A2-00014	Windlöcher bei de	1339/031	Windlöcher	1339/31	P250
A2-00015	Abfalter-Durchgan	1339/017	Abfalter-Durchgangh	Sa.H.N.17	P125, L12
A2-00016	Siegfriedhöhle	1339/048	Höhle Nr. 162 / 1339	1339/48	P125, L12
A2-00017	Rauchkopfhöhle	1339/079	Rauchkopf-Höhle, auf	O. B. Höhle	P125, L12
A2-00018	Eisschwerter Höhl	1339/073	Eisschwerterhöhle	Sa. Höhle Nr	P125, L12
A2-00019	SalzburgerSchacht	1339/069	Salzburger-Schacht.	Sa H.Nr. 371	P500, L50
A2-00020	Schwarzklufthöhle	1339/066	Schwarzklufthöhle im	Sa.H.Nr. 360	P250, LSK
A2-00021	Ochsenleitenhöhle	1339/084	Ochsenkammliten-Höh	1339/84	P125, L12
A2-00022	Schachtelhöhle	1339/080	Höhle Nr. 50-1, in d	Nr. 50-1	P125
A2-00023	Große Wildalpenhö	1339/059	Gr.- u. Kl. Wildalpe	1339/59, 60	P250, L12
A2-00024	UB-Hö-Verbreitung	1339/085	Höhlengebiet des Unt	1339/	L5000
A3-00015	Windloch in der M	1339/085	Windloch in der Mitt	1491/84, Sb	P100, LSK

[Dokum.Nr.] A3-00015  
 [ÖHV:Name] Windloch in der Mittag Scharte; Walterkluft.  
 [Kat.Nr.] 1339/085; 1339/083.  
 [Verweis]  
 [Titel] Windloch in der Mittagsscharte - Walterkluft.  
 [Nr. am Plan] 1491/84, Sb H.N. 449 - 1491/83, Sb H.N. 450  
 [Art, Maßstab] P100, LSK  
 [Projektion] G, L, A  
 [Autor] HUBKA, W.  
 [Datum]  
 [Format] 31x22  
 [Papier] K  
 [Technik] T  
 [Original?] 0  
 [Quelle] Abel-Nachlag  
 [ArchivNr.] Sb H.Nr. 449, 450 (nachträgl. ausgebessert auf 454, 443)  
 Vermess.datum] 1942.07.09., 1942.06.27.  
 [Mitarbeiter]  
 [Anmerkung] Nummern aufgestempelt bzw. mit Bleistift u. rosa Buntstift erg

Windloch in der Mittag Scharte; Walterkluft.  
 ÖHV Kat. Nr.: 1339/085; 1339/083.  
 -Titel des Planes: Windloch in der Mittagsscharte  
 Walterkluft. - Nr. am Plan: 1491/84, Sb H.N. 449 1491/83,  
 Sb H.N. 450.  
 -Maßstab: P100, LSK. Projektion: G, L, A.  
 -Planautor: HUBKA, W. - Datum: ; 0.  
 -Planformat, Papier Technik: 31x22 - K - T.  
 -Vermessungsdatum: 1942.07.09., 1942.06.27. - Genannte  
 Mitarbeiter: - frühere Archiv-Nummer: Sb H.Nr. 449, 450  
 (nachträgl. ausgebessert auf 454, 443)..  
 -Anmerkungen: Nummern aufgestempelt bzw. mit Bleistift u.  
 rosa Buntstift ergänzt.  
 -Herkunft: Abel-Nachlaß.  
 Dokumentnummer: A3-00015

Beispiele für Screen-Ausdrucke der Plandatei von  
 SPELDOK-AUSTRIA sowie für die Druckausgabe



SPELAQUA

Hirlatzhöhle	1546/ 77	ÖK 96	Anmerkungen:MEMO
M 31	Y=472672	X=267625	Z = 866
Typus: 96 % KW - 162 mg/l			
HÖHLENTEIL: Zufluß Grünkogelsee		VP	Sh= 1200
ART : G (T=Tropfw.,B=Höhlenbach,S=See,E=Eis...)		Gestein: tdk	
Überlagerung : 600 m		Vegetation: L (F=Fels,W=Wald,G=Wiese...)	
Beobachtungszeitpunkt : 04.03.89		Uhr	
Wetter : (TW=Trockenwetter,NS=Niederachlag,SS=Schneeschmelze)			
T(Luft):	°C	Wi:	m/s
Q :	0.10 l/s	Tr:	Tr/min
			T : 3.70 °C
pH-Wert :		Ca :	40 mg/l
El.Leitf.(20) :	µS/cm	Mg :	1 mg/l
GH (°dH) :	6	Na :	mg/l
CO2 (frei) :	mg/l	K :	mg/l
<coll: Seethaler	>	δpH:	(+ =0)
		HCO3:	121 mg/l
		SO4 :	mg/l
		Cl :	mg/l
		NO3 :	mg/l
		<Analytik: Pavuza >	

SPELSED

Liagern	1623/ 1	RW=	HW=	SH= 809	M31	ÖK 96
HÖHLENTEIL: Sandhalle		RAUMTYP		kl.Halle		
VP	SH=	m	GESTEIN: tdk	ÜBERLAGERUNG: m		
T(B): 0.0°C	-GOK :	3 cm	-NP	cm	QUADRANT :	
OPTISCHE BESCHREIBUNG : Grobkies polymikt					ANMERKUNGEN:MEMO	
GROBKIES		KIESFRAKTION		S C H W E R M I N E R A L E		
MITTELKIES :	59.00	ALL.:	AUT.:	%		
FEINKIES :	34.00			ZIRKON	5	RUTIL
GROBSAND :	4.50	SANDFRAKTION		B/A	0	TITANIT :
MITTELSAND :	0.70	ALL.:	AUT.:	MONAZIT	0	TURMALIN :
FEINSAND :	0.10			GRANAT	15	STAUROLITH:
SCHLUFF/TON:	1.70	SORT. : schlecht		DISTHEN	0	E/Z
		ALTER : ka		HORNBLLENDE:	4	CHLORITOID:
SCHLUFF		RUNDUNG:		ANDALUSIT	0	APATIT
TON		PHOSPHAT: %		CHROMIT	16	0

SPELMET

Reichenwaldhöhle	1826/ 1	ÖK 70	Anmerkungen: MEMO
M 31	RW=	HW=	Z= 760
HÖHLENTEIL: 25m v Eingang (Fels)		VP 42	Sh: 758 m
DATUM : 30.03.81	UHRZEIT :	WETTER :	AUSSENTemperatur: °C
Bodentemperatur (-10) :	6.30 °C	rH (1)	% in
(-0) :	°C	rH (2)	% in
Lufttemperatur (+5) :	°C		
(+100):	°C	CO2	ppm in
(+200):	°C		
(+300):	°C	Wind:	m/s in + cm
? (+) :	°C	Wind:	m/s in + cm
Kondens-/Tropfwasser,Eis (R/T/E):			
Beobachter	Pavuza	Sonstige Bemerkungen MEMO	

Beispiele für Sonderdateien aus SPELDOK-AUSTRIA:  
 SPELAQUA (Höhlenwässer) SPELSED (Höhlensedimente)  
 SPELMET (Einzelwerte des Höhlenklimas)

## DIE KARSTRELIEFGENERATIONEN GRIECHENLANDS UND DAS PROBLEM ANTHROPOGEOGRAPHISCHER STEUERUNGEN

von Helmut RIEDL (Salzburg)

### 1. Präneogene Paläokarstgenerationen

#### 1.1 Oberkreidezeitlich - ältesttertiärer Paläokarst

Nach den bisher vorliegenden Befunden handelt es sich bei dieser Formengesellschaft um die älteste Reliefgeneration Griechenlands. Sie ist nur in kleinen Arealen erhalten und tritt zumeist nur noch in künstlichen Aufschlüssen zutage, weil sie von jüngeren Sedimentgesteinen begraben wurde. Besonders gute Voraussetzungen für die Genese dieser ältesten Reliefgeneration bot die Parnaßzone, deren Karbonatgesteine den Umschlag von neritischer Sedimentation zu pelagischen Bedingungen vom Campan-Maastricht an erkennen lassen, wobei schließlich Flyschsedimentation nach einer Phase der Heraushebung, Bruchbildung und subaerilen Verwitterung und Abtragung im ältesten Tertiär mit rötlichen Mergeln beginnt und ab dem Eozän durch tonig-sandig-konglomeratische Sedimente gekennzeichnet ist (RICHTER et al., 1973). Die Phase der Paläoreliefbildung zur Zeit des oberkreidezeitlich-ältesttertiären Sedimentationsstopps kann beispielsweise in Mittelgriechenland am Amblema-Paß (RIEDL, 1973), der zwischen der Bucht von Amfissa-Itea und dem Becken von Grabia liegt, nachgewiesen werden. Für diese oberkreidezeitliche Reliefgeneration ist die Formengesellschaft eines Kegel- und Turmkarstes prägend. Von Bauxit erfüllte, 15 bis 20m tiefe Karstgassen in cenomanen Kalken mit lotrechten Wänden, flankiert von zahlreichen konvexhängigen Felstürmen, die von Gipfelkarren besetzt werden, sind typische Formenelemente genauso wie ein labyrinthisches Netzwerk von mit Bauxit erfüllten Schloten.

Der Paläokarst läßt zusammen mit der Bauxitinkrustierung auf ein hohes, ganzjähriges oder sommerlich-periodisches Wasserangebot und hohe Temperaturen während seiner Genese schließen. Je

nach der Art des Wasserdargebots wären damit für die Zeit seiner Genese ein Monsunwald-Regenwald-Klima, wie es heute in den Tropen herrscht, oder sommerfeuchte subtropische Paläoklimate anzunehmen, wie sie heute bis 30° Breite am Ostsaum des asiatischen Kontinents prägend sind.

Der oberkreidezeitliche Paläokarst kann als äquivalent zum prägosauischen Karst der niederösterreichischen Thermenalpen eingestuft werden.

## 1.2 Eozäner fossiler Paläokarst

Ähnliche Rahmenbedingungen für subaerile Prozesse stellten sich, allerdings mit zeitlicher Verschiebung, auch auf der südgriechischen Peloponnes ein. In der Gavrovo-Tripolitza-Zone, die seit der Obertrias als Schwelle von Jugoslawien über Westgriechenland, die Peloponnes und Kreta bis zum Dodekanes zieht und faziell der Parnaßzone ähnlich ist, hielt die Sedimentation neritischer Karbonate (DÜRR, 1975, S. 71) teils bis in das Mittel-, teils bis in das Obereozän an. Ähnlich wie in der Parnaßzone fand hier, allerdings erst im Eozän, eine Verlandung des Meeresbodens statt, wodurch subaerile Korrosion ermöglicht wurde. Die verkarsteten Hochschollen sanken noch im Laufe des Obereozäns allmählich ab, worauf das Karstrelief unter den Meeresspiegel geriet und von der Flyschserie, deren Sedimentation bis in das Untermiozän andauerte, begraben wurde. Sowohl die große Mächtigkeit der Tripolitzakalke von 1.300 m, ihre Reinheit, als auch die intraeozäne Heraushebung der Kalkplattformen (KOWALCZYK, 1977, S. 561) schufen zusammen mit einem tropisch-subtropischen Feuchtklima die Voraussetzung für die Genese eines Paläokarsttyps, der dem oberkreidezeitlichen Paläokarst Mittelgriechenlands ähnlich ist. Im Bereiche des Flußdurchbruchs der Butina zwischen Butina und dem Karstbecken von Kamenitsa (RIEDL, 1987, S. 210) haben sich 30 m tiefe Trichter dolinen mit äußerst unregelmäßigen Umrissen und 40 bis 50° geneigten Hängen entwickelt. Zwischen solchen cockpitartigen Dolinen und Karstschächten kam es zur Absonderung mehrerer Dekameter hoher Karsttürme, die sich im Süden des Durchbruches zu Kegelformen abwandeln und Höhen von 100 m erreichen. Türme und Kegel werden von dünnschichtigen Flyschschichten mit weniger als 50 m Mächtigkeit bedeckt, desgleichen zeigen die Dolinen Flyschplombierung. Der heutige Flußdurchbruch exhumierte diese eozäne Formengemeinschaft, womit sie überhaupt erst an den Tag treten kann.

## 2. Miozäner Paläokarst

### 2.1 Frühmiozäner Paläokarst

Thessalien bildet mit dem Gebiet von Meteora auch für diesen Paläokarst Griechenlands die besten Forschungsansätze. Nach der Ablagerung der aquitanen Meteora-Konglomerate wurde der ganze Sedimentstapel noch vor der burdigalen Transgression von Rumpfflächenbildung betroffen. Die heute im Gebiet von Meteora tradierten Konglomeratpfeiler mit ihrer Helbergmorphologie, besonders die bis zu 300 m tiefen, dazwischen liegenden Kluftgasen, stellen das äußerst unruhige Verwitterungsbasisrelief einer alten, an der Wende vom Aquitan zum Burdigal angelegten Rumpffläche dar. Es wurden die entlang von Schwäche zonen einige Hunderte von Metern tief greifenden, chemischen Verwitterungsmassen eines tropischen Savannenklimas im Frühmiozän noch vor der burdigalen Transgression des mesohellenischen Troges ausgeräumt und die Hohlformen von den burdigalen Mergeln wieder plombiert (RIEDL, 1974, S. 85). Dies kann in der Höhenlandschaft von Elatos und Dragazia erkannt werden, wo breite ehemalige Verwitterungsgassen im aquitanen Konglomerat von den Burdigalmergeln plombiert sind und isolierte Konglomeratpanzerberge in die jüngeren Mergel eintauchen. Erst die quartäre Erosion und Denudation bewirken eine Exhumierung des polygenetischen Verwitterungsbasisreliefs aus den jüngeren Hüllschichten. Im untersten Miozän finden wir im Bereich des mesohellenischen Trogs auch Karsthohlformen, die in die metamorphen Kalke des subpelagonischen Grundgebirges eingetieft sind. Der Paläokarst entstand im gleichem Maße an der Wende Aquitan/Burdigal und wurde durch die burdigale Transgression plombiert. Typisch für den frühmiozänen Karst sind Höckerkarren und plumpe Kleinerücken. Sie tauchen unter die Burdigalmergel ein. Es fehlen Kegel- und Turmformen sowie tiefe Dolinen. Dafür treten Halbkarstphänomene auf: Kombinationen mit fluvialer Erosion - ähnlich dem heutigen mediterranen Karst.

### 2.2 Mittelmiozäner Paläokarst

Das zentrale Bergland von Mittelsamos wird vom Karvouni-Niveau in einer mittleren Höhe von 1.000-1.153 m eingenommen (RIEDL 1989, S. 182). Es wird ringförmig von jüngeren Niveaus umgürtet, und schließlich wird die mittelsamische Rumpfflächentreppe

von Pediment-Glacissystemen begrenzt. Die Verflachung des krönenden Karvouni-Niveaus liegt zur Gänze im Marmor und wird von einigen Dekameter in sie eingetiefter Karstgassen zerlegt. Die Karstgassen erlangen eine Breite von mehreren Metern und laufen in eine breitsohlige, von Felswänden äußerst unregelmäßig begrenzte Cockpit-Doline aus. Die Karstgassen stellen ebenso wie die sternförmig im Grundriß begrenzten Dolinen alte Züge der Landschaft dar, die ähnlich den tiefen Rundkarrenfeldern mit ihren Höckerkarren eine Zeit energischer Tiefenkorrosion und simultaner Bildung hämatitischer Paläosole bezeugen. Dieser Paläokarst steht mit von H. BÖGER (1983, S. 779) datierten Oberserravall-Basisschottern des Beckens von Mytillini (MEISSNER, 1976, S. 165) im Sinne korrelater Ablagerungen in Verbindung. Kräftig rötlich-orange gefärbte Lehme (2,5 YR 5/8) sind oft mehrere Meter im Bereiche der Wasserscheide zwischen Mavratzei-Fluß und Kavuraki-Fluß in einer Höhenlage von 430 m gut aufgeschlossen. Über den Lehmen (RIEDL, 1989, S. 184) liegen zementierte Sande mit Rotlehm-Spaltenfüllungen und darüber in einer Mächtigkeit von 1-2 m leicht verbackene Lagen von 5-30 cm langen Marmorgeröllen mit brotlaibartiger Zurundung, was auf Nahtransport schließen läßt. Es erweist sich, daß zuerst die Paläosoldecken, die in situ im Paläokarst von 1.000-1.153 m Höhe noch in Resten vorhanden sind (RIEDL, 1989, S. 180), abgetragen wurden. Mit zunehmender Heraushebung des Paläokarstes im oberen Mittelmiozän griff die Abtragung auf den Paläokarst-Felssockel über. Paläogeomorphologisch muß somit für das obere Serravall ein wechselfeuchtes Savannenklima angenommen werden, in dem Rotlehm bildung (terra rossa) und Tiefenkorrosion möglich waren. M. ANTUNES und J. PAIS (1984, S. 86) sprechen im Falle von Portugal von einem warm-semiariden savannenartigen Klima oder einer Steppe, die von saisonalen Flüssen durchzogen war. Nach C. MULLER (1984, S. 361) sollen jedoch vor 11-14 Mill. Jahren BP kühl-aride Verhältnisse bestanden haben.

## 2.3 Endmiozän-unterpliozäner Paläokarst

### 2.3.1 Karstrandebenen und Pedimente

Diese Reliefgeneration wird nicht nur durch den Typus der Formengesellschaft der Rumpfflächen charakterisiert. Auf der aus sehr reinen Marmoren aufgebauten Halbinsel Mani der Peloponnes (STOCKER, 1976) ist eine Karstrandebene beherrschend, die zwei bis vier Kilometer breit ist und fast 60 % des Reliefs der Mani

ausmacht. Typisch ist der Besatz mit humförmigen Karstkuppen und Mogoten (RIEDL, 1976, S. 404). Auf diese Karstrandebene sind basal drei bis fünf Grad steile, im gleichen Marmor angelegte Pedimente eingestellt. Entscheidend ist, daß das Oberpliozän in keiner genetischen Beziehung zur Ebenheit im Sinne einer simultan abrasiven Anlage derselben (PHILIPPSON, IV, 1959, S. 437) steht. Vielmehr transgrediert das Oberpliozän die Flächen im Süden um über 100 m. Die Pedimente dieser Reliefgeneration sind dadurch charakterisiert, daß der Pedimentbasisgang nicht in die Tiefe abtaucht und das Pediment sich auch nicht durch ein Glacis fortsetzt. Die Pedimente sind vielmehr glacislos, sie sind bis zu ihren Füßen zu verfolgen, wonach sie auf die Karstrandebene auslaufen und eine synchrone Formengruppe zu dieser darstellen. Die oberpliozäne Transgression hat das komplexe Paläorelief diskordant geschnitten (STOCKER, 1976, S. 218), woraus hervorgeht, daß die Pedimente und die Karstrandebene, aber auch die höheren Glatthänge älter als die oberpliozäne Transgression sein müssen. Auf Grund von Konglomeratbedeckungen und petrifizierten Bodensedimentlagen (STOCKER, 1976, S. 173) kann auch hier auf ein wechselfeucht-tropisches und nicht arides Klima zur Bildungszeit dieser spezifischen Formengruppe des Paläokarstes geschlossen werden, wobei genetisch für die Pedimente und Hänge Kriech- und Spülprozesse auf mächtigen Böden maßgeblich waren (STOCKER, 1976, S. 205).

Glacislose Pedimente, auslaufend auf Karstrandebenen, wurden innerhalb der Abtragungsflächentreppe Arkadiens (RIEDL, 1978, S. 212) in ähnlicher Weise wie auf der Halbinsel Mani beherrschend. Die Karstrandebenen mit einer mittleren Höhe von 1.150 m erweisen sich dort zusammen mit den Pedimenten des Mánalon als älter als die später noch zu besprechenden Glacis-Uberflächen der großen intramontanen Becken der Peloponnes. Die Formengruppe aus Karstrandebenen und Pedimenten schneidet in Arkadien diskordant den Paläokarst des Präneogens. Die Genese der arkadischen Karstrandebenen steht mit dem Grenzflächen-Korrosionseffekt der Flyschkontakte in engem Zusammenhang. Entscheidend ist, daß die postoberpliozäne Hebung die gesamte Formengruppe um ca. 1.000 m höherschaltete, womit der postoberpliozäne Hebungsbetrag doppelt so groß ist wie der posttektogenetisch-präoberpliozäne Hebungsbetrag.

Selbst auf den Kykladen bilden innerhalb des endmiozänen Paläokarstes Bruchstücke von Karstrandebenen und darauf eingestellte Hangkonkavitäten und Pedimente auffallende Formen wie zum Beispiel auf Siros (RIEDL, 1981, S. 52).

In der westthessalischen Ebene (RIEDL, 1979, S. 504) liegen östlich von Karditsa bis in die Talbucht des Enipefs im Raume von Farsala eingeebnete Karbonatgesteine unter den jungen Alluvionen. Besonders auffällig sind die in oberkreidezeitlichen Kalken angelegten, völlig isolierten Humgruppen von Latou Mnema, die sich 50 m über die Ebene erheben. Der der mittelthessalischen Schwelle vorgelagerte Hum Thouri erhebt sich als steilhängige Kuppe über 90 m über die Ebene. Die Hums werden von oberpliozänen lakustren Sedimenten umhüllt (SCHNEIDER, 1972, S. 185). Die Paläobodenanalyse von Kluffüllungen im Bereiche des Zourla-Berges, einem aus massigen Kreide-Hippuritenkalken aufgebauten Humsporn nördlich Farsala, ergab den Befund eines tropischen Braunlehms mit Kaolinit als Hauptgemengeteil und stärkst zersetzten Silikaten. Der mittelthessalische Kuppenkarst des Endmiozäns wurde demnach im Oberpliozän in eine Seenlandschaft eingegliedert und im Zuge der fluvial-limnischen Sedimentation teilweise verschüttet.

### 2.3.2 Großpoljen

Die Großpoljen Griechenlands stellen polygenetische Formen dar, wie bereits M. FINK (1974, S. 15) am Beispiel der Karsthohlformen Nord-Akarnaniens in Westgriechenland aufgezeigt hat. Wesentlich ist, daß bedeutende Formenelemente der Großpoljen auf die endmiozäne-unterpliozäne Reliefgeneration zurückgehen (RIEDL, 1979, S. 505), wobei aber mannigfache Überprägungen stattfanden. Nach den sorgfältigen Kartierungen von A. KATSIKIS (1981) liegt im 35 km langen und drei bis zehn Kilometer breiten Polje von Ioannina im Epirus ein polygenetisches Polje vor, das im Südteil als Randpolje und im Nordteil als Überflußpolje ausgeprägt ist. Obwohl das Polje im Pleistozän, ähnlich den akarnanischen Poljen (FINK et al., 1974, S. 35) wesentlich erweitert wurde und im Karstbecken von Ioannina auch eine rezente Weiterbildungstendenz, vergegenständlicht durch die Leitformen von Karstsack- und Karstblindtälern, zu verzeichnen ist, ist in dieser äußerst komplex zusammengesetzten Großform das Paläorelief des Endmiozäns-Unterpliozäns prägend. Die heutige Großhohlform wird von den Sedimenten eines oberpliozänen Sees inkrustiert. Andererseits konnten die Korrosionsprozesse der präoberpliozänen Karsthohlform erst nach dem Mittelmiozän einsetzen, da die Ionische Zone bis zum Burdigal noch unter mariner Sedimentation stand. Wesentlich ist, daß die karstkorrosiven Vorgänge des endmiozän-unterpliozänen Primärpoljes durch

das tropisch-semihumide Klima begünstigt wurden. Die Nachbarschaft des Flysches spielt dabei eine große Rolle, da die unlöslichen Abspülungsmassen des Flysches eine Abdichtung der Karstgefäße bewirkten, dadurch die laterale Korrosion vorantrieben und auch die Genese des späteren oberpliozänen Sees von Ioannina einleiteten.

Wird die Korrosionsebene des Beckens von Ioannina als Ergebnis pleistozäner Weiterbildungstendenz von ca. 15 m mächtigen jungpleistozänen und holozänen Sedimenten bedeckt, so liegen die Verhältnisse beim großen Polje der Kopais in Bötien anders. Obwohl an den Rändern alle Leitformen einer Poljendynamik vorhanden sind, fehlt im Polje (PAPADOPOULO-KYRIAKI, 1990) ein durchgehender, in geringer Tiefe liegender korrosiver Poljenboden im anstehenden Karbonatgestein wie im Polje von Ioannina. Das Karstbecken der Kopais stellt ein gewaltiges Senkungsbecken dar, dessen vermutlich ins Oberpliozän zurückgehende Sedimente eine Mächtigkeit von 900 m erreichen. Das Becken ist in die Reliefgeneration eines im Helikon in 1.000 m bis 1.500 m Höhe liegenden Kegelkarstes samt Karstrandebene im Süden und einer in der Hebung zurückgebliebenen endmiozän-unterpliozänen Altlandschaft vom Rumpfflächentypus in 500 bis 800 m Höhe im Norden eingeschaltet. Die tektonische Eintiefung des Kopais-Beckens dürfte während des Oberpliozäns erfolgt sein, nachdem die Rumpffläche - wie sie heute im nördlichen Hinterland des Beckens besteht - mit fluvial-limnischen Ablagerungen von mindestens 600 m Höhe bei gleichzeitiger Braunkohlenbildung verschüttet wurde. Das Hebungsscharnier zwischen dem Helikon und dem nördlichen, größtenteils in nichtverkarstungsfähigen Gesteinen liegenden Rumpfflächenkomplex wurde im Zuge der pliozänen und pleistozänen Landschaftsentwicklung becken tektonisch simultan zur jungen Sedimentation eingetieft. Die heutigen Korrosionsränder, Ponore, Blindtäler und Randhöhlen konnten sich jedoch erst entscheidend herausbilden, nachdem die limnisch-fluvialen Sedimente abgetragen waren und im Zuge einer vermutlich im Mittelpleistozän erfolgten generellen Hebung um 250 m die unterirdische Entwässerung in Gang gesetzt war. Die Hauptverkarstung, wie sie uns heute entgegentritt, ist also mit der Exhumierung des endmiozänen-unterpliozänen Paläokarstes untrennbar verbunden. Erst im Zuge der mittel- und jungpleistozänen Exhumierungsvorgänge wurden im Norden des Kopais-Beckens zahlreiche kleinere Halbpoljen und Randpoljen gebildet, aber auch die jüngsten Flußepigenesen eingeleitet. Dabei wurden im Kopais-Becken selbst die bruchtektonischen Ränder unter Angliederung sehr schmaler Korrosionsebenen korrosiv zurückgelegt.



### 2.3.3 Paläoökologie

Das paläoklimatische Bild der endmiozänen-untermiozänen Karstrandebenen, Karstrandpedimente und Großpoljen stimmt mit den Untersuchungen von R. BERNOR (1979), R. MARASTI (1979) und R. THUNELL et al. (1979) überein, wonach sich im Endmiozän die hygrische Saisonalität verstärkte und von Grasland durchsetzte Hartlaubfluren vorherrschten. Das Pliozän hatte nach MARASTI (1979) tropische Affinität. Nach den Tiefseebohrungen MARASTI's (1979) im Tyrrhenischen und Jonischen Meer bewegten sich die Meereswassertemperaturen des Sommers im frühen Pliozän um max. 26° C, wonach die Lufttemperaturmittel des Sommers vermutlich im Bereiche von 30-32° C lagen. Damit aber herrscht Annäherung an die sommerlichen Temperaturverhältnisse der Aw-Klimate mit Sommerniederschlägen, die eine tiefgehende Korrosion der Karbonatgesteine, Schichtfluten und Plastosolbildung ermöglichten. Morphologische Anzeichen der Salinitätskrise fanden sich nur auf den ostägäischen Inseln, wo im Endmiozän die chemische Tiefenverwitterung und Korrosion abgeblockt wurden, dennoch aber die weiter andauernden Schichtfluten eine großzügige Glacisgenese gestatteten. Die Grenze zwischen endmiozäner-unterpliozäner Humidität und Aridität geht zwischen Mykonos und Ikaria (RIEDL, 1989, S. 216) hindurch.

### 2.4. Der postplio/pleistozäne-altpleistozäne Paläokarst

Die plio/pleistozäne Reliefgeneration Griechenlands bildet in der Form der Pediment-Glacis Vergesellschaftung eine auffällige Formengruppe in den endmiozänen-unterpliozänen Uranlagen der Großpoljen. So bildet im Polje von Ioannina (KATSIKIS, 1981) eine nach der pliozänen Verschüttung des Primärpoljes entstandene krönende Pedimentzone, die besonders klar im Hum-Bergland ausgeprägt ist und in Form von Glacis die pliozänen Seesedimente kappt, gleichsam die Ausgangsfläche für das modernere, pleistozäne Kräftespiel, namentlich für die Anlage jungpleistozäner asymmetrischer Täler und limnischer, jungpleistozäner Abrasionsterrassen - einer jungen Formengemeinschaft, deren genetische Prozesse eine Exhumierung der präoberpliozänen Urform bewirkten.

Im großen Karstbecken der Kopais (PAPADOPOULOU-KYRIAKI, 1990) wurden die fluvial-limnischen Akkumulationen des oberen Pliozäns auf dem in der Hebung zurückgebliebenen Rumpfflächengebiet des Nordrahmens zur Zeit der plio/pleistozänen Reliefgeneration

durch Pedimentbildung und Glacisgenese auf die heutige Höhe von 300 bis 450 m abgetragen, wobei simultan in den Schwellenzonen der einzelnen Becken entlang der Furche des Kifisos Flachmuldentäler angelegt wurden, von denen aus vermutlich im Mittelpleistozän die Steuerung einer älteren Epigenese erfolgte. Dadurch begann erst die Entwicklung der Detailbecken, namentlich des Beckens der Kopais, zu ihrer heutigen Individualität und setzte die Hauptverkarstung im Zuge der Exhumierung des Altreliefs der endmiozänen-unterpliozänen Reliefgeneration ein.

Die plio/pleistozäne-altpleistozäne Paläokarstgeneration in der Mesoformenkategorie zeigt auch eine enge Abhängigkeit zu den Uroberflächen der intramontanen Neogenbecken, wofür das Becken von Sparta (RIEDL, 1976) ein besonders instruktives Beispiel bietet. Der gesamte, vom Parnon gebildete Gebirgsrand im Osten des Beckens wird von einer 300-600 m breiten Pedimentzone im Tripolitzakalk eingenommen. Diese Pedimente laufen auf in 520-400 m Höhe liegende Glacis aus, welche die oberpliozänen Beckensedimente unter spitzem Winkel schneiden. Auf den Glacis liegen Rotlehme, die von altpleistozänen Brekzien aus scharfkantigem Hangschuttmaterial bedeckt werden. Das gesamte Parnongebirge wird durch Muldentäler gegliedert, die auf die plio/pleistozänen-altpleistozänen Glacis auslaufen. Die muldenförmigen Kehltäler werden durch Uvale, Karstwannen und kleine Talpoljen umgestaltet, wobei die Bildung dieser komplexen Paläokarstformengesellschaft unmittelbar nach der Glacisgenese nach einer Heraushebung des Parnongebirges einsetzte.

### 3. Paläokarstkomplexe

Der östliche Teil der Insel Samos zeigt in eindrucksvoller Weise die Verzahnung des mittel-endmiozänen und postplio/pleistozänen Paläokarstes (RIEDL, 1989, S. 178). Im Oberserravall wurden im Bergland von Paläokastro Großpoljen und im Thio-Bergland Kegel-Kuppenkarste sowie Karstrandebenen im Bereiche von Zoodochos Piji in Höhen von 260-300 m angelegt. Im Torton erfolgten die Verschüttungen der Großpoljen bis über 300 m heutiger Höhe simultan mit epirogenetischen Senkungen. Der karstmorphologische Zyklus des Endmiozäns-Unterpliozäns bestand in der Anlage von Pedimenten und Karstsacktälern unterhalb des Kegelkarstes des Thio-Berglandes in 200-220 m Höhe sowie von Karstbecken in 180 m Höhe. Zu dieser Zeit erfolgte auch die Uranlage des Großpoljes der Vlamaris. Im Oberpliozän setzte teilweise Verschüttung des Vlamaris-Poljes ein. Ab dem Plio/Pleistozän

setzte sodann die Bildung der heutigen kleinen Poljen und Halbpoljen ein, wobei die endmiozänen Karstpedimente aufgelöst wurden.

Es erweist sich schließlich, daß im ostsamischen Formenschatz der einst verschütteten, heute größtenteils exhumierten Poljen, Karstrandebenen und Kegel- sowie Kuppenkarste auffallende Äquivalente zum mittelsamischen Karvouni-Niveau vorliegen. Der ostsamische Paläokarst des Mittelmiozäns ist jedoch in der Hebung gegenüber dem zentralen Bergland von Mittelsamos um 700 Höhenmeter zurückgeblieben. Die endmiozänen-unterpliozänen Karstpedimente, in die die heutigen Poljen eingesenkt sind, entsprechen in allen Kriterien (RIEDL, 1989, S. 214) der west- und zentralsamischen Gebirgsrandflur. Allerdings liegen diese Karstpedimente in Ostsamos um fast 400 Höhenmeter tiefer als an den Rändern des zentralen Ampelosgebirges. Dies zeigt, daß die Analyse von Paläokarstgenerationen auch die morphotektonische Entwicklung erhellt. Diese begann in Ostsamos im oberen Mittelmiozän mit Senkungen. Nach der tortonischen Verschüttung der Karste jedoch verliefen in Ostsamos alle Hebungsphasen gegenüber dem zentralen samischen Bergland mit stark verkürzter Vertikalamplitude.

#### 4. Das Problem anthropogeographischer Steuerungen der Karstprozesse

Die länderkundliche Literatur liefert seit langer Zeit Bilder über die sozioökonomisch verursachten Störungen der Vegetation und des Bodenhaushaltes der Mittelmeerländer. Betrachtet man die von Phrygana bestandenen, glatten Karsthänge, die standörtlich gesehen eine Fülle von Kleinformen wie Spitzkarren, Kluft- und Rinnenkarren, Firstkarren und Trümmerkarren aufweisen, so kann man leicht zur generalisierten Auffassung kommen, daß derartige Formentypen erst nach der durch den Menschen gezündeten Bodenerosion zur Entwicklung kamen.

In der Tat ist der Einfluß des Menschen auf die Karstdynamik nicht zu leugnen. Es sei hier nur der frühgeschichtliche Wasserbau in den großen griechischen Poljen erwähnt, wo das zufließende Wasser infolge der hydraulischen Leistungsschwäche der Katawothren sich anormal aufstaute und sogar zu Katastrophen führte. Der prähistorische Wasserbau der Minyer verfolgte beispielsweise die Meliorierung der Kopais, wobei die Polder-technik angewandt wurde (KNAUSS, 1987, S. 30). Die Grundfläche

der Kopais umfaßt 350 km<sup>2</sup>. Vor der modernen Trockenlegung des Poljes waren vom Gesamtgebiet nur 110 km<sup>2</sup> hochwasserfrei, im Altertum waren es 60-100 km<sup>2</sup> mehr. Spektakulär waren auch die mykenischen, großen Kanalbauten in der Kopais, dem Becken von Pheneos und bei Tiryns. Die Kanäle der Kopais wurden als Mehrzweckanlagen konzipiert (Hochwasserabführung, Wasserversorgung und Binnenschifffahrt). Hinzu traten Flußumleitungen, Talsperren und verschiedene Dammtypen (KNAUSS, 1987, S. 33). Die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen der Myner (KNAUSS, 1990, S. 217) bewirkten nach 1500 v. Chr., daß der Seeuferbereich der Kopais zur Wasserwechselzone wurde und die Moorbildung (sprunghaftes Ansteigen der Pollen von Moosen und Sauergräsern) in Gang kam, wobei sich in der Vorgeschichte die korrosiven Aktivzonen bedeutend gegenüber dem Altertum verschoben haben mußten. Der Umfang der Aktivzone betrug zur Mykenerzeit in der Kopais 60 km, in der Antike 50-90 km, in der Neuzeit sogar 100 km (KNAUSS, 1987, S. 86).

Das antike Olympia war vor den modernen Ausgrabungen von 7 m mächtigen Auenmergeln verschüttet und wurde auf Basiskonglomeraten gegründet, für deren Entstehung J. BÜDEL (1965, S. 179) Waldrodungen zwischen 4000 und 3500 v. Chr. annimmt. Die Bauten der Antike wurden im Zuge des Mittelalters während des Verfalls der Kulturterrassen und der bäuerlichen Wirtschaft durch eine Ära der Abtragung der Böden von den Hängen eingedeckt.

Auch die modernen Abwanderungsprozesse der kykladischen Bevölkerung des 19. und 20. Jhdts. wirkten sich auf die Hänge in Karbonatgesteinen der kykladischen Schieferhülle aus. Bei durch 70 Jahre hindurch brachgelegenen Kulturterrassen auf Siphnos (RIEDL, KALS, 1983, S. 196) wurde beobachtet, daß die Kulturterrassenmuerkronen bis zu 20 cm über den vernarbten Terrassenflächen liegen. Auf den aus den Terrassen aufragenden Höckerkarren stellen sich bis 20 cm Höhe über der derzeitigen denudierten Bodenoberfläche rötliche coatings ein, die eine um 20 cm höhere vorbrachezeitliche terra rossa-Bodenoberfläche beweisen. Auf den 20° geneigten Hängen herrschte also im Ausmaß von 20 cm durch 70 Jahre hindurch Bodenabtragung und teilweise Exhumierung der ursprünglich subkutan angelegten Höckerkarren, womit diese für subaerile Karrenüberprägungen zugänglich gemacht wurden.

Abseits der sozioökonomischen Steuerung der Karstdynamik bestehen jedoch andere Befunde, die auf ein relativ hohes Alter der Bodenabtragung auf den hellenischen Karbonatgesteinshängen

hindeuten, bei der jedoch der Mensch noch keine wesentliche Rolle gespielt haben kann.

Die weitgehend bodenlosen Hänge der Karstpedimente des Parnon im Becken von Sparta kontrastieren mit Schleppenhängen, die zum Eurotos hinabziehen. Diese werden von Schottern, Schluffen und grusigen, sandigen Lehmen, aus sekundär verfrachteten Rotlehm und terra rossa-Böden zusammengesetzt. Die allochthonen Böden stellen die ursprünglichen Deckschichten der Karstpedimente dar und sind lateral mit der mächtigen, ähnlich aufgebauten Auenlehmzone des Beckens von Sparta verzahnt (RIEDL, 1976, S. 323). Auf diesen aus allochthonen jungtertiären Böden zusammengesetzten Auenlehmen steht z. B. das Heiligtum der Artemis Orthia (RIEDL, 1976, S. 388) aus dem 8.-6. Jhdt. v. Chr., bzw. liegen Siedlungen wie Amuklaion (HEMPEL, 1980, S. 32) darauf, die zu den Wehrdörfern Spartas gehörten. Die Sedimentation der Schleppenhänge und Auenböden und damit die Exhumierung der Rückhänge der Karstpedimente aus mächtigen präquartären Verwitterungsmassen war demnach um 800 v. Chr. bereits weitgehend abgeschlossen.

L. HEMPEL (1980, S. 33) zeigte am Küstensaum von Mallia in Nordkreta am Rand verkarsteter Tripolitzakalkhänge den Gewinn eines zusätzlichen Zeitausmaßes für den Abtragungsprozeß von mächtigen Böden von den Karsthängen. Mit dem Thermolumineszenzverfahren wurde das Alter eines Fruchtschalenstiels mit 3500 BP ermittelt. Der dazu gehörige minoische Kulturschutthorizont liegt auf 5 m mächtigen allochthonen Roterden und wird von 1 m Roterde bedeckt. Dies bedeutet, daß der größte Akt der Bodenabspülung bereits bis 3500 BP vollzogen war. Die Ursachen dafür liegen in der natürlichen Mediterranisierung des Klimas im Zeitraum 5000 BP bis etwa 3500 BP im gesamten Mittelmeergebiet (HEMPEL, 1982, S. 54), wonach die Vielzahl der heutigen subaerilen Karrentypen nach endgültig vollzogener Exhumierung der Karsthänge aus den Zersatzmassen erst zur Entwicklung gelangen konnten. Nach der großen endwürmzeitlichen Bodenabspülungsphase im Zuge des konvergent periglazialen Kräftespiels (RIEDL, 1984, S. 172 f) liegt an der Wende Alt/Jungholozän der zweite, entscheidende Hiatus in der Karstglatthangentwicklung vor.

## 5. Literatur:

- ANTUNES, M. et al. (1984): Climate during Miocene in Portugal and its evolution. *Paleobiologie Continentale* XIV, 2, Montpellier, S. 47-68.
- BERNOR, R. et al. (1979): The Evolution of "Pontian" Mammal Faunas: Some Zoogeography, Paleocological and Chronostratigraphic Considerations. *Annales géologiques des Pays Helleniques*, Athenes 47, S. 81-89.
- BÖGER, H. (1983): Stratigraphische und tektonische Verknüpfungen kontinentaler Sedimente des Neogens im Ägäis-Raum. *Geologische Rundschau*, 72, 3, Stuttgart, S. 771-814.
- BÜDEL, J. (1965): Aufbau und Verschüttung Olympias. *Verh. des Dt. Geographentages Heidelberg 1963*, Bd. 34, Wiesbaden, S. 179-183.
- DÜRR, S. (1975): Über Alter und geotektonische Stellung des Menderes-Kristallins (SW-Anatolien) und seine Äquivalente in der Mittleren Ägäis. *Marburg a. d. Lahn*.
- FINK, M., VERGINIS, S. (1974): Beiträge zur Karstmorphologie von Nord-Akarnanien (Westgriechenland). *Die Höhle* 25, S. 1-16, Wien.
- HEMPEL, L. (1980): Mensch oder Klima? Reparaturen am Lebensbild vom mediterranen Menschen mit Hilfe geowissenschaftlicher Meßmethoden. *Ges. zur Förderung der westfälischen Wilhelms Universität 1980/81*, Münster, S. 30-36.
- HEMPEL, L. (1982): Jungquartäre Formungsprozesse in Südgriechenland und auf Kreta. *Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen*. Nr. 3114, Münster, 80 S.
- KATSIKIS, A. (1981): *Physische Geographic des Beckens Ioannina*. Diss. Univ. Salzburg.
- KNAUSS, J. (1987): Die Melioration des Kopaisbeckens durch die Myner im 2. Jtsd. v. Chr., Institut für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft und Versuchsanstalt für Wasserbau. *Osk. v. Miller-Institut in Oberrach. TU München, Berichte*, Nr. 57, 304 S.
- KNAUSS, J. (1987): Mykenische Wasserwirtschaft und Landgewinnung in den geschlossenen Becken Griechenlands. *Kolloquium "Wasserbau in der Geschichte"*. *Leichtwiss-Institut für Wasserbau der TU Braunschweig*, S. 25-63.
- KNAUSS, J. (1990): *Wasserbau und Geschichte. Mynische Epoche - Bayerische Zeit. Wasserbau und Wasserwirtschaft*. TU München, Nr. 63, 288 S.
- KOWALCZYK, G. (1977): Zur zeitlichen Einstufung der tektonogenetischen Ereignisse auf dem Peloponnes. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*, Stuttgart 9, S. 561.
- MARASTI, R. et al. (1979): Observation on the paleoclimatic and biogeographic meaning of the Mediterranean Pliocene molluscs. State of the problem. *Ann. Géol. des Pays Hellén. VII. Int. Congr. on the Medit. Neog. Hors Ser. Fasc. II. Athen*, S. 727-734.
- MEISSNER, B. (1976): *Das Neogen von Ostsamos. Sedimentgeschichte und Korrelation*. *Jb. Geol. Paläont. Abt.*; 152, 2, Stuttgart, S. 161-176.
- MULLER, C. (1984): Climatic evolution during the Neogene and Quaternary evidenced by marine microfossil assemblages. *Paleobiologie Continentale* XIV, 2, Montpellier, S. 359-370.

- PAPADOPOULOU-KYRIAKI, V. (1990): Geomorphologische Studien Bereich von Kopais (Böotien). Diss. Univ. Athen.
- PHILIPPSON, A. (1950-1959): Die griechischen Landschaften. Eine Landeskunde. 4 Bde., Frankfurt a. M.
- RICHTER, D., MARIOLAKOS, J. (1973): Neue Erkenntnisse über die Paläogeographie des Gebietes südwestlich Levidia vor Beginn der Flyschsedimentation. Praktika tis Akademias Athenon 48, S. 407-426, Athen.
- RIEDL, H. (1973): Zum Problem eines oberkreidezeitlichen Karstes in den Fischauer Bergen (NO). Festschrift für Hanns Tollner zum 70. Geburtstag, Salzburg. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Salzburg 3, S. 205-228.
- RIEDL, H. (1974): Beiträge zur Initialgenese des Gebietes der Meteora in Thessalien. In: Die Höhle 25, 3. S. 81-87, Wien.
- RIEDL, H. (1976): Beiträge zur regionalen Geographie des Beckens von Sparta und seiner Nachbarräume unter besonderer Berücksichtigung der geomorphologischen Verhältnisse. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Salzburg, 6, S. 283-409.
- RIEDL, H. (1978): Die Formenelemente im Bereich des Arkadischen Zentralzuges und des Westarkadischen Gebirges auf der Peloponnes. Annales Géologiques des Pays Helléniques, Athenes 46, S.209-225.
- RIEDL, H. (1979): Climatically Controlled Fossilized Key Features of Greece. In: Proceedings - VI. Colloquium on the Geology of the Aegean Region, Bd. I Athens, S. 503-508.
- RIEDL, H. (1981): Das Ossa-Bergland, eine Studie zur regionalen Geographie der ostthessalischen Gebirgsschwelle. Arbeiten des Instituts für Geographie der Universität Salzburg 8, S. 81-159, Salzburg.
- RIEDL, H. (1982): Vergleichende Untersuchungen zur Geomorphologie der Kykladen (unter besonderer Berücksichtigung der Insel Naxos). Salzburger Exkursionsberichte 8, S.9-53.
- RIEDL, H. (1984): Die Reliefgenerationen Griechenlands. Österreichische Osthefte 26, Wien, S. 156-176.
- RIEDL, H. (1989): Beiträge zur Landschaftsstruktur und Morphogenese von Samos und Icaria (Ostägäische Inseln). Salzburger Geographische Arbeiten 18, S.143-243, Salzburg.
- RIEDL, H., KALS, R. (1983): Beiträge zur aktuellen Dodenerosion der Insel Siphnos. Salzburger Exkursionsberichte 9, S. 187-201, Salzburg.
- SCHNEIDER, H. (1972): Beobachtungen zum kontinentalen Neogen Thessaliens - IV. In: Jahrbuch der Geologie und Paläontologie, Mannheim, Mitteilungsheft 73, S. 183-195.
- STOCKER, E. (1976): Klimamorphologische Untersuchungen auf der Mani Halbinsel mit besonderer Berücksichtigung der Formengruppe Glatthang-Pediment-Karstrandebene. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Salzburg 6, S. 91-228, Salzburg.
- THUNELL, R. (1979): Quantitative Biostratigraphy and Paleoclimatology of the Late Neogene Deep Sea Drilled Sequences from the Mediterranean. Annales Géologiques des Pays Helléniques, Athenes 47, S. 1215-1223.

## **KARSTKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN NÖRDLICHEN VORLAGEN DES HOCHSCHWAB UND IHRE RELEVANZ FÜR DIE WIENER WASSERVERSORGUNG**

von Karl MAIS & Rudolf PAVUZA (Wien)

### **Zusammenfassung**

Alle wichtigen Quellen der 2. Wiener Hochquellenwasserleitung sowie die Pfannbauernquelle, die seit kurzem der 1. Hochquellenwasserleitung zugeleitet wird, liegen im Nordbereich des Hochschwabmassives bzw. der Zeller Staritzen, die dem Hochschwab vorgelagert sind.

Darüber hinaus gibt es im Bereich der Kräuterin, ebenfalls einem nördlichen Vorberg des Hochschwab, einige weitere starke Quellen, die von potentiellm Interesse für die Wasserversorgung der Großstadt sind.

Im Zuge von Projekten - gefördert von den Wasserwerken der Gemeinde Wien - wurden nun die Zeller Staritzen karstkundlich aufgenommen, wobei sich gewisse Gefahrenmomente für das Karstwasser im Bereich der Plateauweiden infolge geringer Bodendecke und vorhandener ungeschützter Schwinden ergaben. Die 3 größeren Höhlen im Hang- und Plateaubereich weisen durchwegs eine Vertikalentwicklung auf und deuten auf einen raschen vertikalen Durchsatz hin. Weitere Untersuchungen werden darüber Aufschluß geben.

Im Bereich der Kräuterin erfolgten 1990 Quellaufnahmen und Beprobungen, deren vorläufiges Ergebnis auf eine markante Differenzierung im Karstaquifer hinweist. Parallel dazu wurden an 3 Stellen - darunter in der über 700 m tiefen Warwas-Glatzenhöhle - Tracerein-



speisungen vorgenommen, deren Ergebnisse kurz gezeigt werden. Ab 1991 wurden die Untersuchungen im Zuge eines weiteren Projektes unter Förderung der Gemeinde Wien und im Rahmen einer von der Karst- und höhlenabteilung des Naturhistorischen Museums betreuten Dissertation fortgesetzt.

Diese karsthydrogeologischen und speläologischen Untersuchungen sind im Hinblick auf die praktisch vollständige Versorgung Wiens mit Karstwasser als grundsätzlich und wesentlich einzustufen: Die Ergebnisse sind für die Feststellung und den vorsorglichen Schutz potentieller Reserve- und Ergänzungsquellen bedeutend und stellen darüber hinaus einen wichtigen mittelfristigen Aspekt für wasserwirtschaftliche Maßnahmen einer Großstadt vor einer Periode massiver Zuwanderung dar.

## 1. Arbeiten auf den Zeller Staritzen

Im Zuge eines kleinen Projektes wurden auf den Zeller Staritzen -einem teilweise als Plateau ausgebildeten, bis 1600 m hohen Vorberg des Hochschwab - karst- und höhlenkundliche Kartierungen durchgeführt. Es ging dabei vor allem um die Bearbeitung bereits bekannter und die Suche nach neuen Höhlen sowie um eine hydrogeochemische Übersichtsbeprobung. Diese Daten sollten zusätzliches Datenmaterial zu den bereits vorliegenden, reichhaltigen, doch nur auf die gefaßten Quellen bezogenen Unterlagen der Gemeinde Wien liefern.

Eine Übersichtsbegehung zeigte rasch, daß in diesem Gebirgsstock, der im Einzugsbereich dreier wichtiger Quellen und Quellgruppen der Wiener Wasserversorgung - Pfannbauernquelle, Höll- und Brunngrabenquellen - liegt, eine Differenzierung des bei weitem dominierenden Wettersteinkalkes eintritt, der in keiner der verfügbaren (in der Mehrzahl unpublizierten) Karten in ausreichender Weise Rechnung getragen wurden/werden konnte: Die Dolomitisierung des Kalkes, sekundär und daher kartierungsmäßig problematisch, erschien daher nur durch eine (wenn auch nur relativ grobe) Beprobung und Analyse auf das Ca/Mg-Verhältnis approximativ und praktisch nur 2-dimensional (tiefere Höhlen konnten nicht gefunden werden) faßbar.

Es ergab sich dabei ein stark differenziertes Bild, wobei im Wettersteinkalk merkliche Anteile an "dolomitischem Kalk" sowie gelegentlich auch reine Dolomite zu finden waren. Im gesamten zeigte sich freilich, daß für detaillierte Fragestellungen wohl ein Vielfaches an Gesteinsproben vonnöten wäre.

Vergleicht man die erhaltenen Werte mit den Wasseranalysen (Abb.1), so fällt auf, daß bei den Wässern ein Trend zur "Nivellierung" der geochemischen Hauptparameter vorliegt: Reine Kalkwässer sind selten, reine Dolomitwässer überhaupt nicht vorhanden. Der Schwerpunkt liegt bei "dolomitischen Kalkwässern".

Es ist anzunehmen, daß hierfür nicht sosehr selektive Lösungseffekte, als Durchmischungen im bereichsweise dolomitierten Kalkaquifer verantwortlich sind.

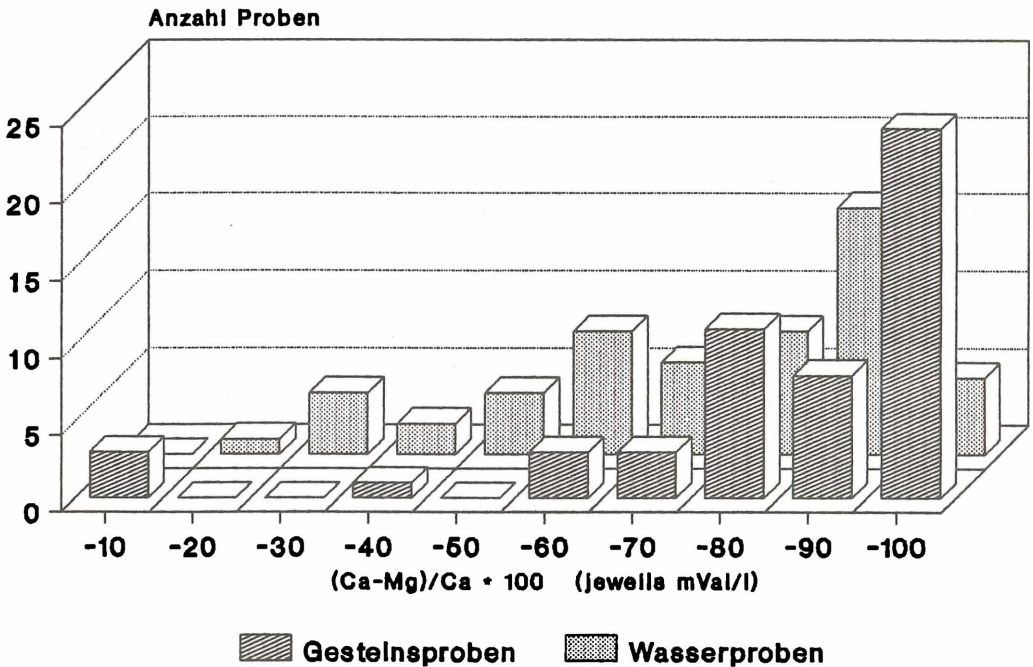


Abb. 1: Ca-Mg-Hydrogeochemie der Zeller Staritzen (Aufnahmen 1988-1990).

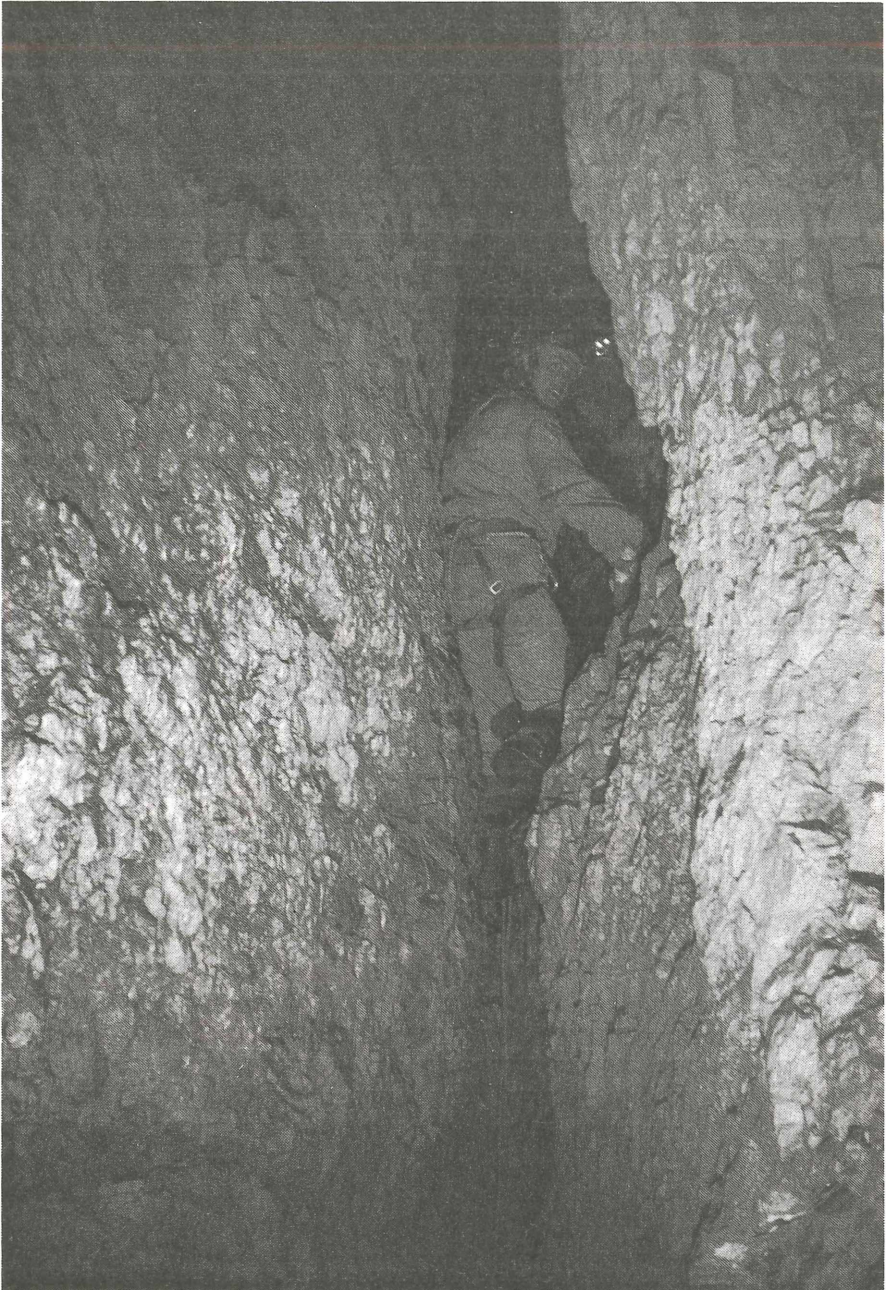
Entsprechend den geochemischen Verhältnissen sind die Zeller Staritzen kaum als extrem höffiges Gebiet in höhlenkundlicher Hinsicht - etwa vergleichbar mit dem Dachsteinkalkgebiet auf der benachbarten Kräuterin - zu bezeichnen (freilich liegt darin auch der Grund für die Verlässlichkeit der großen, genutzten Quellen). Trotzdem gibt es neben einer größeren Anzahl von verstürzten Dolinen auch 3 schachtartige Höhlen, die zumindest andeuten, daß auch hier lokal ein schnelleres vertikales Eindringen der Niederschlags- und sonstiger Wässer möglich ist:

Höhle	Kat.Nr.	Sh[m]	NS (Erstreckung)	WE	Tiefe
Papstboden-Schlinger	1747/1	1505	10	21	11
Elendgrabenschacht	1747/2	1220	25	50	55
Zinkenhöhle	1747/25	1615	20	16	23

Im Papstboden-Schlinger, der teilweise fast völlig unter Wasser stehen dürfte, zeigen sich bedingt durch die bereichsweise Dolomitisierung des Wettersteinkalkes eigenartig "brüchige" Wandformen in allen Höhlenteilen (Abb.2).

Im Bereich der plateauartigen Hochlagen, die intensiv beweidet werden, finden sich immer wieder (zum Teil interessanterweise auch nur temporäre) Erdfälle (Abb. 3). Diese zeigen - neben der doch merklichen Vertikalentwicklung der Höhlen in diesem Bereich - daß ein vertikaler Materialtransport in den Aquifer im Gange ist, der auch die analoge Möglichkeit des Eindringens von Fäkalresten anschaulich vor Augen führt. Dies ist insbesondere von Relevanz, da im Almbereich etliche, zum Teil sogar künstliche Lacken zu finden sind, die als Tränke benutzt werden und dementsprechend kontaminiert sind. Bei möglichen Durchbrüchen ist ohne weiteres mit einer kurzzeitigen Keimbelastung, die fast mit Sicherheit durch den Raster der regelmäßigen amtlichen Quelluntersuchungen fallen dürfte zu rechnen.

Bereits geringfügige Maßnahmen (Aluminiumtränken; die diversen Lacken für das Vieh unzugänglich machen) könnten die wahrscheinlichsten Möglichkeiten des Schadstoffeintrages minimieren.



**Abb. 2: Papstboden-Schlinger (1747/1): für Mg-reiche Gesteine typische brüchige Wandformung**





**Abb. 3: Erdfall im Bereich des Zinken (Zeller Staritzen), 1990**

## 2. Arbeiten auf der Kräuterin

Nach karstmorphologischen (FINK, unpubliziert) und intensiven höhlenkundlichen Untersuchungen (vor allem durch PICHLER et al.; siehe dazu HARTMANN, 1990) wurde 1990 gemeinsam mit den Wasserwerken der Gemeinde Wien mit hydrogeologischen Untersuchungen begonnen, da die "Kräuterbrunnquellen" - rund 4 km östlich von Wildalpen - schon vor langer Zeit für eine eventuelle Nutzung ins Auge gefaßt wurden. Infolge verschiedentlich auftretender bakterieller Belastungen wurde vorerst der immerhin mögliche, wiewohl hydrogeologisch nicht sehr wahrscheinliche Zusammenhang der Quellen mit der Salcherlacke bzw. mit den Höhlengerinnen des über 700 m tiefen Warwas-Glatzen-Höhlensystems (6 km bzw. rund 4 km NE der Quellen) mittels eines kleinen Tracerversuches untersucht. Der Zusammenhang konnte in diesem Fall tatsächlich nicht nachgewiesen werden, der Farbstoff trat an anderer Stelle zutage (eine umfassende Arbeit ist in Vorbereitung, siehe auch Abb. 5).

Im Zuge der Probenahme für die Traceruntersuchung wurden auch die chemischen Grundparameter mitbestimmt. Die verschiedenen Quellen des Kräuterin-Gebietes reagierten auf Niederschläge durchaus unterschiedlich, wie Abb. 4 exemplarisch zeigt. Daraus sind bereits erste Rückschlüsse auf den/die Karstaquifer(e) möglich.

Auch zwischen den einzelnen, nur wenige hundert Meter voneinander entfernten Kräuterbrunnquellen zeigen sich Unterschiede (Abb. 6). So reagierten die Quellen 1 und 3 auf ein Niederschlagsereignis von 27 mm (Station Wildalpen) am 27.10.1990 rund 3 Tage verspätet mit einem deutlichen Abfall der elektrischen Leitfähigkeit um 10-15 % wogegen Quelle 4 keine Schwankung der Meßwerte zeigte. Doch ist Vorsicht angebracht: Durch die Frequenz der Probenahme - primär auf den Nachweis des Farbtacers ausgerichtet und zu diesem Zeitpunkt bereits nur mehr einmal täglich - könnten kurzzeitige Variationen in der Leitfähigkeit durchaus auch übersehen werden. Freilich wäre die Aussage dann aber eine ganz andere als bei den Quellen 1 und 3, wo sich ganz deutlich eine flache, über mehrere Tage reichende Amplitude der hydrochemischen Reaktion abzeichnet. Der angeführten Möglichkeit wurde in der Zwischenzeit jedenfalls durch die Installation eines in wesentlich kürzeren Abständen registrierenden Datenloggers durch die Gemeinde Wien Rechnung getragen.

### 3. Angeführte Literatur

HARTMANN, W. & HARTMANN, H. (Red.,1990): Die Höhlen Niederösterreichs. Band 4.- Wiss. Beih. zur Z. "Die Höhle", 37, 624 Seiten, zahlr. Abb. und Farbtafeln, Wien (Landesverein f. Höhlenkunde in Wien)

**Ann. d. Red.:** Der Band enthält - anders als es dem Titel nach scheinen mag - durchaus auch Höhlenbeschreibungen angrenzender Katastergebiete der Steiermark, Oberösterreichs und des Burgenlandes, die vom Wiener Verein katastermäßig betreut werden.

#### Trockenwetter - Niederschlag (24.10.) (30.10.)

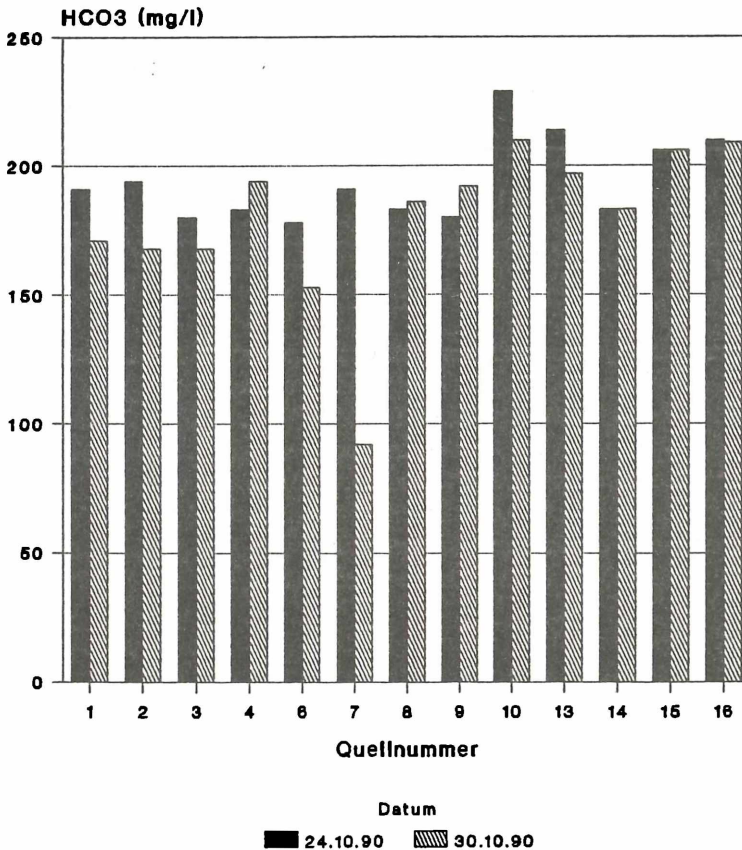


Abb. 4: Variationen in der Hydrochemie der wichtigsten Quellen im Bereich der Kräuterin (1990)

# 1811 TÜRNACH 1812 KRÄUTERIN

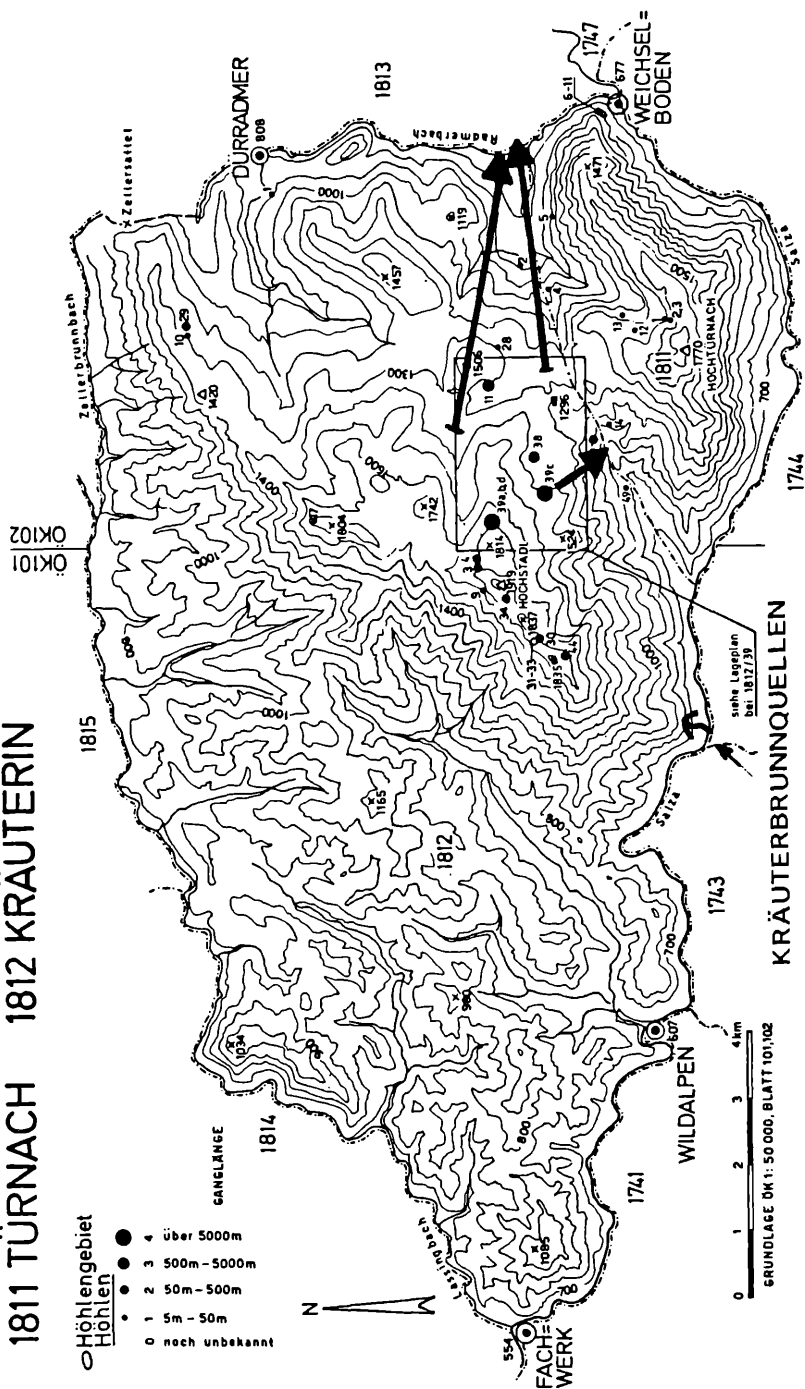


Abb. 5: Lage der Kräuterbrunnquellen, Ergebnisse des Tracer-tests vom Oktober 1990. Lageskizze aus: HARTMANN (1990)



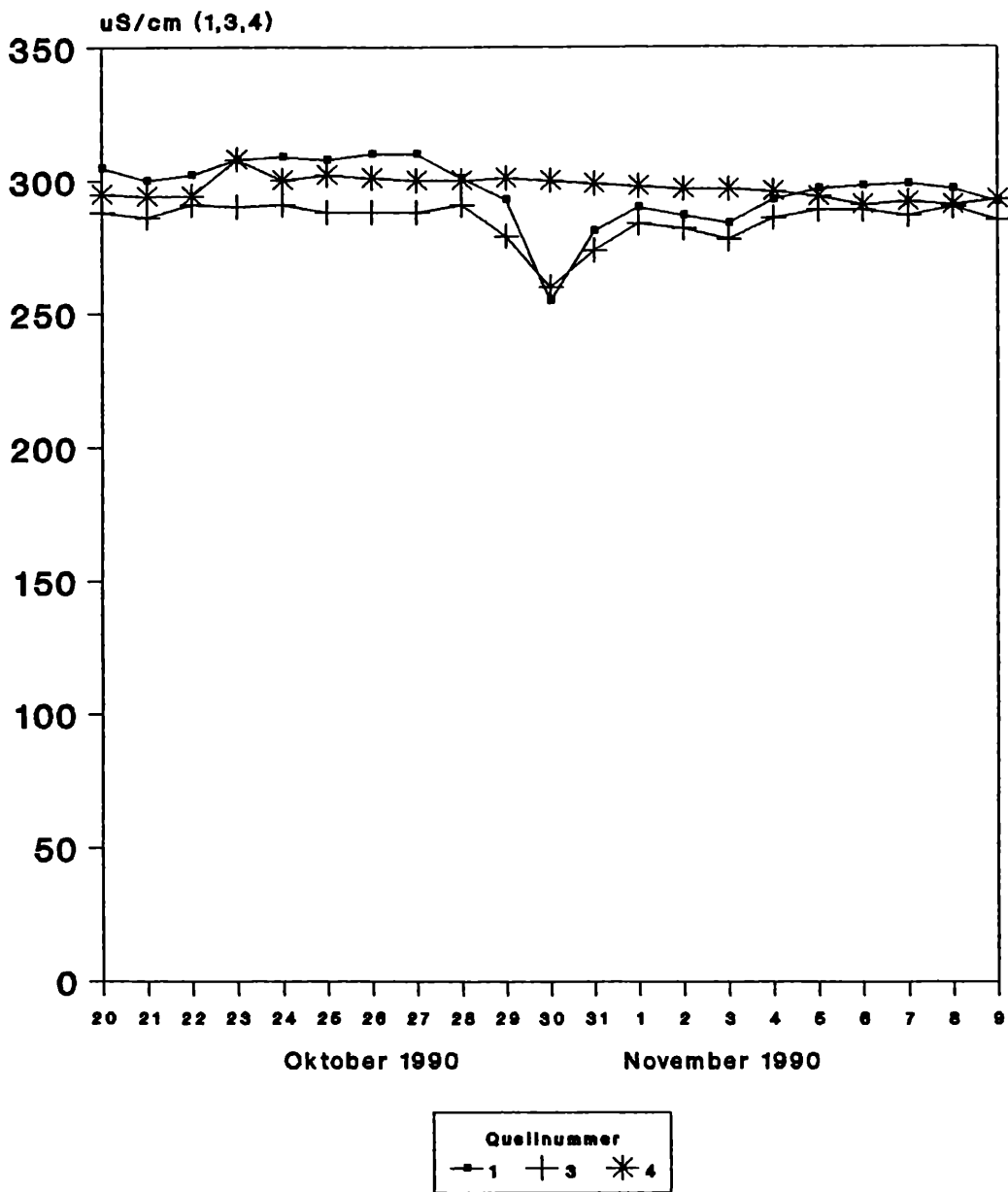


Abb. 6 : Änderung der elektrischen Leitfähigkeit der wichtigsten Kräuterbrunnquellen, Oktober-November 1990

**DAS ARBEITSPROGRAMM  
"GROSSRÄUMIGE SPELAOTOPOGRAPHISCHE DOKUMENTATION  
VON HÖHLENBALLUNGSGEBIETEN IN DER STEIERMARK"**

von Günter STUMMER (Wien)

Einleitung

Die Notwendigkeit des Erfassens, Ordnen und Zugänglichmachens von bestehenden Informationen auf dem Gebiet der Höhlenkunde als Voraussetzung für alle weiteren Fragestellungen steht außer Zweifel und ist in vielen Veröffentlichungen schon hinreichend dokumentiert worden. Die Summe aller dieser Informationsmaterialien (Literatur, Bilder, Dias, Exponate, Pläne, Karten, Berichte, Höhlenkataster, Höhlenverzeichnis u.s.w.) wird unter der Bezeichnung SPELDOK-AUSTRIA in verschiedenen Datenbanken an der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums (und bei den katasterführenden Vereinen des Verbandes österreichischer Höhlenforscher) erfaßt. Diese Erfassung erfolgt sinnvollerweise nach strengen Archivierungsregeln, die ihrerseits von vornherein die Forderung bedingen, daß schon im Gelände die Unterlagen nach einheitlichen Regeln erstellt werden.

Ein wesentlicher Bereich dieser archivierbaren Informationen über Höhlen sind die kartographischen Darstellungen. Dieser arbeitsaufwendige Bereich, die kartographische Erfassung der Höhlen (ihre Lage ebenso wie ihre unterirdische Ausdehnung, ihre Beziehung zur Oberfläche sowie die Ausarbeitung dieser Unterlagen) liegt zwangsläufig schon aufgrund des Zeitaufwandes und der räumlichen Verteilung vorwiegend in den Händen der höhlenkundlichen Vereine Österreichs. Für diese Tätigkeit sind laufend "Normen" und Vorstellungen - im Sinne der einheitlichen Regeln - erarbeitet und veröffentlicht und in Form von Schu-

lungen immer wieder an die aktiven Höhlenforscher herangetragen worden. Damit soll das Niveau dieser Arbeiten auf eine Ebene gehoben werden, wie es für Speldok-Austria und für die automatisierte Bearbeitung erforderlich ist. Diese auf hohem Niveau erfolgende Arbeitsweise hat in Österreich durch intensive Zusammenarbeit staatlicher und privater Organisationen schon gute Früchte getragen, trotzdem steht der Zeitaufwand für die Erarbeitung der Unterlagen nach diesen strengen Regeln in ständiger Konkurrenz zu den zeitlichen Möglichkeiten der Höhlenforscher, die diese Arbeiten schließlich in ihrer Freizeit durchführen müssen. Um nun in bestimmten Bereichen (vor allem in Höhlenballungsgebieten) über den Bereich der Normdokumentation hinausgehen zu können, waren finanzielle Mittel und die Unterstützung durch eine Fachstelle erforderlich. Um nun derartige Arbeiten zügig und konsequent durchführen zu können, hat der Verfasser im Rahmen seiner Tätigkeit in der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung einen Organisations-, Realisierungs- und Finanzierungsvorschlag erarbeitet, der bei der Sitzung der Steirischen Höhlenkommission (ein gesetzlich verankertes Diskussionsforum für speläologische Fragestellungen) am 18.2.1988 vorgelegt wurde. Auf der Grundlage dieses Papiers wurde schließlich das im Titel genannten Arbeitsprogramm von der Rechtsabteilung 6 des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung finanziell gefördert. Mit diesen finanziellen Mittel (die als finanzieller Anreiz, nicht jedoch als tatsächliche Abgeltung der auflaufenden Kosten gedacht sind), der fachlichen Koordination durch die Karst- und höhlenkundliche Abteilung des Naturhistorischen Museums und der guten Zusammenarbeit mit den betroffenen höhlenkundlichen Vereinen konnte dieses Arbeitsprogramm bisher 1988, 1989 und 1990 erfolgreich durchgeführt werden.

### Kurzdarstellung des Arbeitsprogrammes

Dieses Programm hat zum Ziel, Höhlenballungsgebiete in der Steiermark nach dem von der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung in Zusammenarbeit mit dem Verband österreichischer Höhlenforscher und den katasterführenden Vereinen ausgearbeiteten System "Unterirdische Kartenwerke" im Bundesmeldenetz (STUMMER 1986) zu bearbeiten und die für das jeweilige Gebiet erforderlichen Speläologischen Grundkarten und deren Deckblätter (Höhlenverlauf, Höhlenverbreitung, Oberflächenvermessungen u.s.w.) und darauf aufbauend die einzelnen Höhlen im Teilblattsystem zu

erstellen. In weiterer Folge sollen die Bundesmeldenetzkoordinaten aller in diesem Bereich liegenden Höhlen miterhoben und dem österreichischen Höhlenverzeichnis angefügt werden. Dabei werden auch alle anderen Informationen wie etwa das Blatt der österreichischen Karte 1:50 000, die Politischen Bezirke und Gemeinden miterhoben.

In sehr unübersichtlichem Gelände wurde auch mit der Markierung der Höhlen durch die Katasternummer begonnen. Im Rahmen des Arbeitsprogrammes wurden dabei vor allem die erforderlichen Theodolitvermessungen, Zeichenarbeiten und allenfalls erforderliches Zeichenmaterial finanziell gefördert. Ziel des Arbeitsprogrammes ist es aber auch, übergeordnete (im Rahmen der üblichen Dokumentation nicht erstellbare) Informationen zu erarbeiten, die die Detailaussagen überblicksartig - für einen raschen Gesamtüberblick - zusammenfassen. Aus diesem Grund begann der Verfasser mit der Erstellung von "Speldok - Austria - Steiermarkkarten" im überlagernden Foliensystem. Die Grundkarte stellt zwangsläufig eine vereinfachte topographische Darstellung der Steiermark im Maßstab 1: 400 000 dar. Weitere (darüberlegbare) Folien im gleichen Maßstab stellen die Gliederung des Bundeslandes in Katastergebiete und die Darstellung der bereits in Arbeit befindlichen "Speläologischen Grundkarten" dar (Karten 1 und 2, STUMMER 1991). Aufbauend auf diesem Grundkonzept ergab sich die Möglichkeit, daß Ferdinand HUJER im Rahmen seiner Praxis an der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung mit der Erstellung von fünf weiteren (karst- und höhlenkundlich relevanten) Folien beauftragt werden konnte. Damit entstand für die Steiermark ein Foliens-Kartenwerk, das in den unterschiedlichsten Kombinationen wesentliche Aussagen ermöglicht. Grundsätzlich folgt dieses Kartenwerk den Vorstellungen der Speläologischen Grundkarte mit seinen Deckblättern (STUMMER 1986).

### Der Stand der Arbeiten

Bedeutende Höhlenballungsgebiete mit Höhlensystemen, die zu den längsten und tiefsten Höhlen Österreichs gehören (PFARR, T., STUMMER, G. 1988), liegen unter anderem im steirischen Anteil des Toten Gebirges. Hier tritt das Phänomen der zunehmenden Dichte unserer Kenntnisse der dreidimensionalen Ausdehnung der Höhlensysteme besonders deutlich auf. Die Informationsdichte wird derart groß, daß nur mehr (die leider auch sehr kompli-

zierte und arbeitsaufwendige, aber systematische) Darstellung im Teilblattsystem sowie die Schaffung übersichtlicher speläologischer Grundkarten und Deckblätter Abhilfe schaffen kann.

Im Rahmen dieses Arbeitsprogrammes wurden daher vor allem in den Gebieten der Raucherkarhöhle (Kat.Nr. 1626/55), des Feuerthal-Höhlensystems (1626/120), im Bereich Klammkogel-Redender Stein-Hüttstattgebiet (Katasterteilgruppen 1624, 1627), im Schwarzmooskogel-Losergebiet (Katasterteilgruppe 1623), auf der Tauplitz, im Tauplitzschachtgebiet sowie im Grubsteingebiet (Katasterteilgruppen 1622, 1625) entsprechende Theodolitvermessungen durchgeführt und die Höhlendokumentation nach den geschilderten Regeln vorangetrieben. Die intensiven Neuforschungen auf der Kräuterin (Katasterteilgruppe 1812) wurden ebenfalls von Beginn an in das Arbeitsprogramm integriert. Damit liegen insbesondere für den westlichen und östlichen Teil des Toten Gebirges (Katasteruntergruppe 1620) bereits ausgezeichnete kartographische Unterlagen vor (siehe auch STUMMER 1991), die diesen Bereich mit Speläologischen Grundkarten, Deckblättern und unterirdischen Teilblättern abdecken.

Diese intensiven Arbeiten erbrachten aber auch, wie schon erwähnt, Ergebnisse, die ins österreichische Höhlenverzeichnis aufgenommen werden konnten.

So ist dieses Verzeichnis gerade für Gebiete, die im Rahmen dieses Programmes bearbeitet wurden, weit über das derzeit übliche Maß hinaus mit Informationen über Bezirke, Gemeinden und Bundesmeldenetzkoordinaten ausgestattet.

Übergeordnet wurden die schon erwähnten zwei "Speldok-Austria-Steiermarkkarten" von Ferdinand HUYER erweitert. Er erstellte weitere fünf Folienblätter (Karten 3-7) mit folgenden Themenbereichen:

- Karte 3: Verbreitung der verkarstungsfähigen Gesteine
- Karte 4: Naturschutzrechtliche Festlegungen
- Karte 5: Schutzgebiete der Wasservorkommen
- Karte 6: Verbreitung der Schutz- und Bannwaldflächen
- Karte 7: Höhlenschutz

Deckungsgleiche Ausschnitte aus den Karten 3 bis 6 sind in den Abbildungen 1a bis 1d wiedergegeben.

## Zukunftsaspekte

Wie gezeigt werden konnte, sind im Rahmen dieses Programmes wichtige Fortschritte erzielt worden. Es liegt jedoch in der Natur der Sache, daß die Arbeiten laufend fortgesetzt, noch nicht in Angriff genommene Bereiche begonnen und die Neuforschungen laufend integriert werden müssen. Das Arbeitsprogramm kann daher sinnvollerweise nicht mit einem bestimmten Stichtag beendet werden.

Daß diese Arbeiten, wie sie schon vor dem Beginn des Arbeitsprogrammes in die Wege geleitet wurden, nach Maßgabe der speleologischen Organisationen fortgesetzt werden, liegt schon in der Zielsetzung dieser Organisationen. Wie intensiv allerdings diese Arbeiten vorangetrieben werden können, liegt nicht zuletzt an der weiteren Gewährung der bereits erwähnten finanziellen Unterstützung.

Das Arbeitsprogramm stellt zwar einerseits einen großen administrativen Aufwand und eine nicht unbedeutende Koordinationsaufgabe dar, die erzielten Ergebnisse rechtfertigen jedoch diesen Aufwand. Nicht ohne Grund zählen heute jene Gebiete, in denen das Arbeitsprogramm griff, zu den modernst dokumentierten Karstgebieten Österreichs.

Das bei diesem Programm zur Anwendung gelangte Dokumentationssystem ist nun jahrelang praxiserprobt und so konzipiert, daß für die Zukunft der Einsatz der modernen Datenverarbeitung möglich ist. In diesem Bereich ist sowohl an die Digitalisierung der Katastergrenzen als auch an den Ausdruck der Teilgruppen mit den Höhlen und der künftige Erstellung von Grundkarten und Teilblättern mittels geeigneter CAD- oder GIS-Systemen gedacht. Darüberhinaus ist an den Einsatz (der nun bereits greifbaren) GPS-Systeme (Global Positioning System) zur Festlegung der Höhlenposition mittels Satellitennavigation gedacht.

Der Einsatz dieser modernen Mittel für diesen Bereich ist lediglich eine Frage der vorhandenen Hard- und Software, die in der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen wird, sowie des entsprechenden Personals, das diese Arbeiten durchführt.


SPELDOK-AUSTRIA

BLATT- STMK									
		⊗							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



**Abbildung 1a**

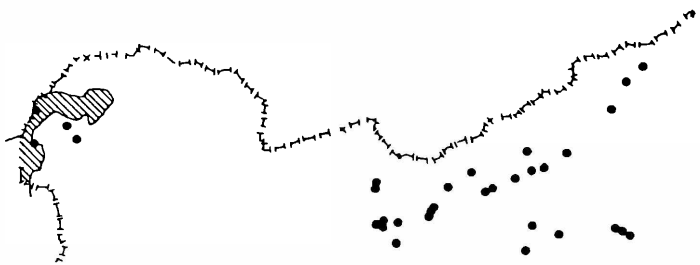
LEGENDE

 VERKARSTUNGSFÄHIGE GESTEINE

*bearbeitet durch FERDINAND HUJER*


SPELDOK-AUSTRIA


BLATT- STMK									
				⊗					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



**Abbildung 1c**

LEGENDE

 BESONDERE SCHUTZGEBIETE DER WASSERVORKOMMEN

 WASSERSCHUTZGEBIETE QUELL-, BRUNNENSCHUTZGEB.

• kleinflächig

*bearbeitet durch FERDINAND HUJER*

# SPELDOK-AUSTRIA

BLATT- STMK

			⊗						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

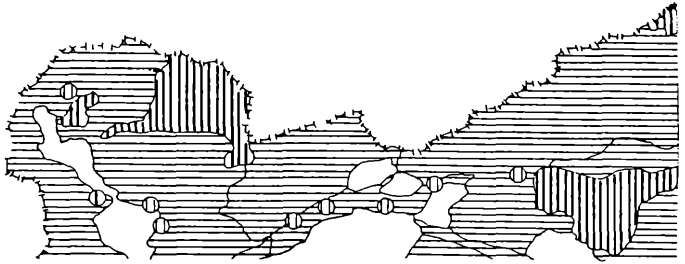







Abbildung 1b

LEGENDE

-  NATURSCHUTZGEBIET a ⊕ kleinflächig
-  NATURSCHUTZGEBIET b ⊕
-  NATURSCHUTZGEBIET c ⊕
-  LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET ⊕
-  NATURPARK

bearbeitet durch FERDINAND HUJER

# SPELDOK-AUSTRIA

BLATT- STMK

					⊗				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



Abbildung 1d

LEGENDE

-  SCHUTZ-, BANNWALD

bearbeitet durch FERDINAND HUJER



## Literatur

STUMMER, G. (1986): Merkblätter zur Karst- und Höhlenkunde, 2. Lieferung 1986, 2. Auflage 1991. Wien.

STUMMER, G. (1986): Koordinatengebundene Teilblätter zur großmaßstäbigen Darstellung von Höhlensystemen - Idee und derzeitige Realisierung.- Communications 9. Congreso International de Espeleologia. Barcelona, agost 1986, Vol. 2 308-311.

PFARR, T., STUMMER, G. (1988): Die längsten und tiefsten Höhlen Österreichs.- Wiss. Beihefte zur Z. "Die Höhle" 35, Wien.

STUMMER, G. (1991): Oberflächenkartierung und Höhlendokumentation als Grundlage für den Karstlandschaftsschutz.- in: PAVUZA R. (Red): Akten zum Symposium über Ökologie und Schutz alpiner Karstlandschaften. Wiss. Beihefte zur Z. "Die Höhle" 39 12-17, Wien.

## AKTUELLE ENTWICKLUNGEN IN DER INTERNATIONALEN KARSTFORSCHUNG UND DIE KARSTGEBIETE DER ALPEN

von Hubert TRIMMEL (Wien)

In den letzten Jahren hat insbesondere die vergleichende Karstforschung enorme Fortschritte gemacht. Maßgebend dafür waren einerseits die Möglichkeit für einzelne Forscher oder für Expeditionen, in relativ kurzer Zeit persönliche Eindrücke und Erfahrungen in den verschiedenen Karstgebieten der Erde zu sammeln, andererseits aber auch die Durchführung von Arbeitstagen, Symposien und Kongressen, die zumeist auch mit Exkursionen verbunden waren, durch verschiedene Organisationen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für die erstgenannte Möglichkeit bietet der umfangreiche Band von R. MAIRE über den Hochgebirgskarst in Kalksteinen (MAIRE, 1990), in dem der Verfasser die Ergebnisse eingehender Detailstudien aus acht Karstgebieten verschiedener Klimazonen vorstellt: aus den Savoyischen Hochalpen und den Westpyrenäen (Gouffre de la Pierre-Saint-Martin), vom Peloponnes und aus Kreta, vom Taurus in Kleinasien und vom Zagrosgebirge im Iran, aus dem Hochkarst der zentralen Anden in Peru und aus dem Hochgebirgskarst in Papua-Neuguinea. Allen diesen Gebieten ist gemeinsam, daß vor allem die Untersuchung der Karsthöhlen durch den Wechsel endogener Sedimente und autochthoner Höhlenablagerungen mit sehr guten Möglichkeiten der absoluten Altersbestimmung wesentlich zur Klärung der Landschafts-, vor allem aber der Klimageschichte des Pleistozäns beitragen. In vielen Fällen sind Schichtfolgen in den Karsthöhlen vor Abtragungsvorgängen weitaus besser geschützt als Oberflächenformen.

Bei den weltweiten vergleichenden Untersuchungen des Hochgebirgskarstes von R. MAIRE sind die Westalpen neben den Savoyischen Hochalpen noch durch weitere fallweise erwähnte Beispiele vertreten - etwa durch das Karrenfeld von Tsanfleuron in der Diableretsgruppe oder durch Karstgebiete am Wildhorn, beide in den Walliser Alpen (Schweiz), während die Süd- und Ostalpen

völlig außer Betracht bleiben. Von den regionalen Detailstudien aus dem Ostalpenraum ist in erster Linie die eingehende Untersuchung des Untersberges bei Salzburg hervorzuheben, die im wesentlichen im Rahmen des Projektes "Karstdynamik der Salzburger Kalkalpen" des österreichischen Beitrages zum "Man and Biosphere"-Programm der UNESCO erarbeitet und inzwischen veröffentlicht wurde (HASEKE-KNAPCZYK, 1989).

Von den zum Teil im Rahmen dieses grenzüberschreitenden Programmes, weitgehend aber auch über die Nationalparkforschung der Bundesrepublik Deutschland geförderten karst- und höhlenkundlichen Arbeiten sind bis zum Abschluß dieses Manuskripts außer den bereits seit längerem vorliegenden Publikationen über das Polje des Funtensees (Steinernes Meer, Bayern, WÖRNLE, 1985) und über Höhlen und Höhlensedimente im Steinernen Meer und im Hagengebirge (LANGENSCHIEDT, 1986) keine zusammenfassenden Berichte veröffentlicht worden. Von den beiden genannten Arbeiten hat die erste wesentlich zur Kenntnis der postglazialen Landschafts- und Vegetationsentwicklung des ostalpinen Hochkarstes beigetragen, die zweite zur Kenntnis der Morphogenese der Nördlichen Kalkhochalpen seit dem Tertiär. Im übrigen ist auch die als Diplomarbeit an der Universität Salzburg durchgeführte fächerübergreifende Untersuchung von C. SCHWARZ über karst- und vegetationskundliche Entwicklungen im Hochflächenbereich westlich des Funtensees und auf der Plateaufläche "Hirsch" (1995 m) bisher unveröffentlicht geblieben.

Ausständig sind auch noch eine vergleichende Würdigung der Verschiedenartigkeit der Karstdynamik und die Klärung der unterschiedlichen Karstentwicklungsprozesse innerhalb des gesamten Alpenbogens, in dem geologisch-stratigraphische und klimageschichtlich-vegetationskundliche Situationen eine in dieser Art vielleicht einmalige Variabilität aufweisen. Der Bogen alpiner Karstgebiete spannt sich von jenen in Devonkalken über die für die Ostalpen typischen triadischen Karbonatgesteine und jene in den Westalpen vorherrschenden Karstgesteine aus Jura- und Kreidezeit bis hin zu jenen in jungtertiären Sedimenten, von jenen in einem typisch mediterranen Ambiente - etwa in den Provençalischen Voralpen oder den Seealpen - bis zu jenen der Thermenalpen im Einflußbereich des pannonischen Trockenklimas. Diese Vielfalt und die daraus resultierende Möglichkeit vergleichender Untersuchungen haben schon vor längerer Zeit dazu geführt, die Schaffung einer Kette von Schutzgebieten über die gesamten Alpen hinweg als Voraussetzung für künftige Vergleichsstudien zu fordern (TRIMMEL, 1981).

Die Stellung der alpinen innerhalb der internationalen Karstforschung kommt aber wohl am deutlichsten bei den eingangs erwähnten Fachveranstaltungen zum Ausdruck. Eine Teilnahme bietet nicht nur die Möglichkeit, aktuelle Forschungsergebnisse aus verschiedenen Gebieten kennenzulernen, sondern auch - vor allem bei Tagungsexkursionen - einen breiten Erfahrungsaustausch "vor Ort" sowie Diskussionen. Seit dem Symposium über Ökologie und Schutz alpiner Karstlandschaften in Bad Mitterndorf (Steiermark) 1988 hat sich im Bereich der Karstkunde ein breites Spektrum internationaler Aktivitäten mit unterschiedlichen Schwerpunkten entwickelt. Diese Aktivitäten werden von verschiedenen Organisationen und Institutionen, aber mit teilweise sich überschneidenden Mitarbeiterkreisen realisiert.

Beim 10. Internationalen Kongreß für Speläologie, der vom 13. bis 20. August 1989 in Budapest abgehalten wurde, blieb die Zahl der Beiträge über Karstgebiete und Höhlen der Alpen bescheiden: dafür kam durch zahlreiche Vorträge die weltweite Intensivierung der Forschung und der Dokumentation zum Ausdruck, die eine enorme ständige Erweiterung des Basiswissens über Verbreitung und Ausdehnung des Karstphänomens bewirkt. In der Höhlenkunde liegt der Schwerpunkt dabei anscheinend eher auf der Erfassung von Daten als auf einer generellen Grundlagenforschung, die auch Rückwirkungen auf einschlägige Untersuchungen in den Alpen haben sollte.

Beim Gründungskongreß der "International Association of Geomorphologists", der kurz darauf - im September 1989 - in Frankfurt/Main stattfand, kam die Bedeutung der Karstmorphologie innerhalb eines umfassenden geomorphologischen Forschungskonzeptes deutlich zum Ausdruck. Eine der acht Arbeitssektionen während dieser "Zweiten Internationalen Konferenz für Geomorphologie" war dem Thema "Karst" gewidmet. Auch hier fällt auf, daß sich von den 16 angekündigten Vorträgen nur ein einziger mit einem alpinen Karstgebiet (in Frankreich) befaßt hat. Ich sehe darin ein Indiz dafür, daß die alpine Karstforschung es verabsäumt, ihre Forschungsprogramme und deren Ergebnisse in internationalem Rahmen entsprechend vorzustellen.

Veränderungen der Karstlandschaften durch Eingriffe des Menschen und Umweltprobleme der Karstgebiete standen im Mittelpunkt einer internationalen Tagung, die vom 15. bis 23. September 1990 stattfand (International Conference on Anthropogenic Impact and Environmental Changes in Karst). Sie begann in Ceskovice bei Blansko im Mährischen Karst, wurde in Liptovsky

Mikulás (Slowakei) und in Josváfő im nordungarischen Karst fortgesetzt und im Raum von Budapest mit einer Exkursion in die Budaer Berge abgeschlossen. Die Veröffentlichungen über diese Tagung wurden vom Institut für Geographie der tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften besorgt (Studia Carsologia 2 und 3, Brno 1990). Auch bei dieser Tagung hatten nur wenige Vorträge direkten Bezug zu den Alpen; die angeschnittenen Themen waren und sind aber durchaus geeignet, die Diskussion von vergleichbaren Fallbeispielen aus den Alpen in Gang zu bringen. Dies sollte umso leichter sein, als die Mitveranstalter dieser Konferenz sich ausdrücklich zur Mitarbeit an gemeinsamen weiteren Erhebungen und Programmen zu umweltrelevanten Themen und Problemen in Karstgebieten bekannt haben. Mitveranstalter waren die Internationale Union für Speläologie, insbesondere mit ihren Kommissionen für physikalische und chemische Vorgänge im Karst und Hydrogeologie (Vorsitz Univ. Prof. Dr. Paolo Forti, Bologna) und für Paläokarst und Speläochronologie (Vorsitz Dr. Pavel Bosak, Prag), sowie die Arbeitsgruppe "Environmental Changes in Karst Areas" (S.88.6) der Internationalen Geographischen Union.

Bei den Gesprächen in Ceskovice erklärten sich diese Gruppierungen bereit, am International Geological Correlation Project (I.G.C.P.Nr.299) über Geologie, Klima, Hydrologie und Karstentwicklung mitzuwirken, und schufen so die Grundlage für eine noch breitere Basis für das Zusammenwirken der aus unterschiedlichen Fachrichtungen kommenden und in verschiedenen internationalen Organisationen verankerten Spezialisten, die an spezifischen Fragestellungen der Karstkunde interessiert sind.

Die offizielle Vorstellung dieses Projektes und eine erste Diskussion über die Wege zu seiner Realisierung und die Zielsetzungen fanden während des "International Symposium and Field Seminar on Hydrogeological Processes in Karst Terranes" statt, das vom 7. bis 17. Oktober 1990 in Antalya (Türkei) abgehalten wurde und schwerpunktmäßig der Karsthydrologie gewidmet war. Es bedarf nach den bereits getroffenen Feststellungen kaum noch der Erwähnung, daß von rund 100 Fachvorträgen nur zwei (BLAVOUX & MUDRY 1990, PAVUZA 1990) alpine Karstgebiete betrafen.

Das IGCP-Projekt 299 sieht in der in Antalya diskutierten Fassung auch Vergleiche der Karstdynamik in Hochgebirgen unter verschiedenen Klimaten vor. Es wird von Yuan Daoxian vom Institut für Karstgeologie in Guilin (Guanxi, Volksrepublik China) geleitet. Beim Treffen in Antalya wurde Dr. Heinz Hötzl vom

Institut für Angewandte Geologie der Universität Karlsruhe zum Co-Leader gewählt; er ist zugleich auch in der Karstkommission der International Association of Hydrogeologists führend tätig. Das Institute of Karst Geology gibt zur Information über die im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeiten Jahresberichte unter dem Titel "Newsletter Recent Research by IGCP 299 participants" heraus. Aus dem Heft über das Jahr 1990 geht unter anderem hervor, daß in einer Reihe von Staaten Nationalkomitees für die Durchführung einschlägiger Arbeiten gegründet worden sind.

Die Einbeziehung der Alpen, insbesondere des österreichischen Alpenanteils in die im Rahmen dieses Projektes zu realisierenden Forschungsvorhaben ist auf Grund der Bedeutung und der Vielfalt der alpinen Karstgebiete wohl unerläßlich. Die Art der Mitarbeit und die Möglichkeiten der Koordination der verschiedenen Arbeiten, die ja vielfach im Gange sind, sowohl innerhalb Österreichs wie auch mit Vorhaben etwa der Nachbarstaaten, bedürfen wohl noch einer eingehenden Diskussion.

#### Erwähnte Veröffentlichungen:

HASEKE-KNAPCZYK, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge. Ein Beitrag zur Trinkwasserforschung.- Veröff. d. österr. MaB-Programms, Band 15, Innsbruck.

LANGENSCHIEDT, E. (1986): Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen. Dokumente der Landschaftsentwicklung in den nördlichen Kalkalpen.- Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsber. 10, Berchtesgaden.

MAIRE, R. (1990): La Haute Montagne Calcaire. Karsts - Cavités - Remplissages - Quaternaire - Paléoclimats.- Karstologia-Mem.3, La Ravoire.

TRIMMEL, H. (1981): Ein Vorschlag für eine Kette geschützter Karstgebiete ("Karstparks") im Alpenbereich.- Atti del 1.Convegno sull'ecologia dei territori carsici, Sagrado d'Isonzo, 27-28-29 aprile 1979.- Gradisca d'Isonzo 1981: 169-173.

WÖRNLE, P. (Hrsg.) (1985): Der Funtensee. Naturkundliches Portrait eines subalpinen Sees. Gemeinsame Veröffentlichung des österreichischen und deutschen MaB-6-Beitrages.- Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsber. 7, Berchtesgaden.

## DAS PROJEKT DER SPELÄOLOGISCHEN FÖDERATION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (S.F.E.G.) : KARST- UND SÜSSWASSERRESSOURCEN IN EUROPA

von Bernd KRAUTHAUSEN (Neuburg, Deutschland)

Im Jahre 1990 schlossen sich die nationalen höhlenforschenden Vereinigungen der EG-Mitgliedsstaaten unter der Schirmherrschaft der UIS/IUS (Internationale Union für Speläologie) in der Speläologischen Föderation der Europäischen Gemeinschaft (S.F.E.G.) zusammen. Neben den eigentlichen Anliegen der Speläologie (i.e. wissenschaftliche und sportliche Höhlenforschung, Höhlenrettung, Ausbildung usw.) wurden in den Statuten der Schutz von Höhlen, Karst und Karstwässern sowie die Vertretung höhlenforscherischer Belange gegenüber den EG-Instanzen festgeschrieben.

Die Wasserpolitik der Europäischen Gemeinschaft stellt laut Ministerratsprotokoll von 1988 fest, daß die Kontrolle der Wasserqualität nicht von den Problemen der Wasserressourcen getrennt werden kann. Wenn auch die geschätzten Wasservorräte der Mitgliedsstaaten zur Deckung des Gesamtbedarfs bis zum Jahre 2000 etwa ausreichen dürften, sind lokale und zeitweilige Ungleichgewichte nicht auszuschließen. Da ein großer Teil der Verbraucher in Gebieten lebt, in denen die vorhandenen Ressourcen nicht ausreichen, sind regionale Untersuchungen und die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen unabdingbar.

Karstwässer bzw. die Grundwasservorräte im Karst sind in diesem Zusammenhang sowohl generell wie auch lokal von großer Bedeutung:

- Grundwassererneuerungsraten;
- Speichervolumina;
- Gewinnbarkeit;
- Karstwasserbewirtschaftung.



Besondere Beachtung bzw. entsprechende Schutzmaßnahmen erfordern jedoch die Risiken in Bezug auf:

- Grundwasserkontamination,
- geringe bis fehlende Filterwirkung und
- schnelle Durchlaufzeiten.

Naturgemäß muß ein Projekt der Erfassung und Bewertung der europäischen Karstwasserreserven naturräumlich geplant werden und über den politisch-geographischen Rahmen der Gemeinschaft hinausgehen. Hierzu wurden Struktur und z.T. bestehende Forschungsprogramme der Europäischen Gemeinschaft ebenso wie die mehrphasige Projektplanung im Vortrag kurz erläutert.

## KARSTLANDSCHAFTEN, KARSTGEFÄHRDUNG UND KARSTSCHUTZ IN DER SCHWEIZ

von Renée SCHERRER (Hettlingen, Schweiz)  
(mit einem Beitrag von J. TRIPET (Schweiz))

Die nördlichen und südlichen Kalkalpen sind auch in der Schweiz die eigentlichen Karstgebiete des Alpenraumes. Sie bilden den Zwischenteil zwischen den aus Molasse bestehenden Voralpen und den kristallinen Zentralalpen. Als Karstkörper sind die Kalkgebirge auch wichtige Grundwasserträger.

Da wie alle Naturräume auch die Karstlandschaften den Veränderungen und Belastungen durch die menschliche Tätigkeit ausgesetzt sind, müssen wir für deren Schutz und die Erhaltung ihrer Eigenart und landschaftlichen Vielfalt eintreten. Die Erkenntnis des Schutzbedarfs hat den Bundesrat bewogen, das "Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung" (BLN 1977) zu schaffen. Es wird stufenweise das vom Schweizerischen Bund für Naturschutz, vom Schweizer Heimatschutz und vom Schweizer Alpenklub erstellte sogenannte KLN-Inventar ablösen, das sich bei Bund und Kantonen als provisorische Grundlage des Landschaftsschutzes seit Jahren bewährt hat. Das BLN dient in erster Linie den eidgenössischen Behörden, Anstalten und Betrieben als verpflichtende Richtlinie bei der Erfüllung ihrer Aufgaben. Die Erstellung des Inventars ist eine einleitende Maßnahme mit dem Ziel der Sicherung der Schutzobjekte. Der föderativen Schweizer Staatsordnung entsprechend liegt die Hauptverantwortung bei den Kantonen und Gemeinden. Bis zum Inkrafttreten des Bundesinventars hat noch das als Grundlage für das BLN verwendete "Inventar der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung" vom 4. Mai 1963 und 18. November 1967 (KLN-Inventar) den Stellenwert einer verwaltungsanweisenden Richtlinie. Die Aufnahme eines Objektes bedeutet noch nicht dessen effektiven Schutz. Das Bundesinventar ist eine verbindliche Richtlinie für die Bundesinstanzen und richtet sich in empfehlendem Sinn an die Behörden von Kantonen und Gemeinden, an die Raumplanungsgane und weitere interessierte Kreise.

Der Schweizerische Bund für Naturschutz hat ein Inventar von rund 500 gesetzlich geschützten Objekten erstellt, wobei diese meistens klein- und kleinstflächig sind. Um einem Publikumsandrang vorzubeugen, wird darüber verständlicherweise restriktiv Auskunft erteilt.

Mit dem Inventarprojekt "IRENA" des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) ist ein EDV-Archiv der geschützten Flächen in der Schweiz im Aufbau.

Karstgebiete (oder teilweise Karstgebiete beinhaltend) im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung:

BLN	Objekt	Kanton/Gemeinden	Fläche ha
1501	Gelten-Iffigen	BE Lauenen, Lenk	4687
1503	Vallon de Nant	VD Bex	1492
1504	Vanil Noir	FR Charmey, Estavannens, Grandvillard, Jaun	4931
1505	Hohgant	VD Château-d'Oex, Rougemont BE Beatenberg, Eriz, Hab- kern, Schangnau	2275
1510	La Pierreuse-Gumm- fluh-Vallée de l' Etivaz	VD Château-d'Oex, Ormont- Dessus, Rougemont BE Gsteig, Saanen	6282
1601	Silberen	SZ Muotathal, GL Glarus	8369
1602	Murgtal- Mürtschental	GL Mühlehorn, Obstalden, Sool SG Quarten	4210
1603	Maderanertal- Fellital	UR Gurtnellen, Silenen, Unterschächen	16176
1605	Pilatus	LU Entlebuch, Schwarzenburg NW Hergiswil, Stansstad OW Alpnach	5052
1606	Vierwaldstättersee mit Kernwald, Bür- genstock und Rigi	LU Entlebuch, Greppen, Horw, Kriens, Luzern, Meggen, Vitzau, Weggis NW Beckenried, Buochs, Dallenwil, Emmetten, Ennetbürgen, Ennet- moos, Oberdorf, Stans, Stans- stad, Wolfenschiessen OW Alpnach, Kerns, Sarnen SZ Arth, Gersau, Ingenbohl, Küß- nacht, Lauerz, Morschach, Schwyz UR Altdorf, Attinghausen, Bauen, Flüelen, Isenthal, Seedorf	38447

1609	Schrattenflue	LU	Escholzmatt, Flühli, Marbach	4230
1702	Lac de Tanay	VS	Vouvry	1503
1801	Piora-Lucomagno-Dötra	TI	Airolo, Campo-Blenio, Olivone, Quinto	9690
1803	Monte Generoso	TI	Arogno, Balerna, Bruzzela, Cabbio, Caneggio. Capolago, Casima, Castel San Pietro, Marrogia, Melano, Mendrisio, Monte, Morbio Superiore, Muggio, Rovio, Sagno, Salorino	6203
1808	Val Banova	TI	Bignasco, Caveragno	11969
1810	San Salvatore	TI	Carona, Melide, Paradiso, Pazzallo	220
1812	Gandria e dintorni	TI	Gandria, Lugano	150
1813	Denti della Vecchia	TI	Cadro, Certara, Cimadera, Sonvico, Villa Luganese	2137
(KLN 3.62a)	Plasseggen-Schijenflue	GR	St. Antönien	

### Nutzungsansprüche an die Karstgebiete und Gefährdungen

Während ein Siedlungsdruck in den größeren Tälern der Karstgebiete sicher vorhanden ist, ist er in den höher gelegenen Regionen, dem eigentlichen Karst, eher unbedeutend. Die vielfältigen Gefährdungen gehen aber gleichwohl von den Anrainern bzw. Siedlungen aus, und zwar von jenen innerhalb und außerhalb der Karstregionen. Es werden sehr vielfältige Nutzungsansprüche gestellt. Für die Einheimischen werden Berg-, Wald- und Alpenstraßen sowie neue Gebäude geschaffen; in mittleren Höhen werden bei der Grünlandbewirtschaftung Agrochemikalien für besseren Graswuchs eingesetzt. Es gibt Beeinträchtigungen durch Steinbrüche, Deponien in Mulden und Dolinen, Fernleitungen, Nutzungsänderungen bestehender Altbauten etc. Das Militär bevorzugt abgelegene Karstgebiete für Truppenübungen, weshalb gelegentlich Anlagen und Zufahrtswege gebaut werden. Der Erschließungsdruck ist also recht groß.

Zu den großen und auswirkungsintensiven Nutzungen, Gefährdungen und Beeinträchtigungen gehören die Tätigkeiten der Freizeitindustrie. Die intensive Erholungsnutzung verlangt Seilbahnen, Skilifte, Pistenplanierungen, Wegebau, Gasthäuser sowie Tourismus- und Sporteinrichtungen. Auf Pistenplanierungen hat auch das geltende Versicherungsrecht einen Einfluß: wer Personen

gegen Entgelt mechanisch auf Berge befördert, hat gefährliche Hindernisse ungefährlich zu machen oder zu beseitigen (Haftpflicht). All das führt auch zu Verunreinigungen der ober- und unterirdischen Gewässer.

Die Einhaltung bestehender Gesetze ist gegenüber finanziellen Überlegungen nur zweitrangig. Eidgenössische Vorschriften aus dem Jahre 1926 sind auf Kantonsebene noch nicht einmal überall Gesetz. Umweltschützer wehren sich wohl, werden jedoch gelegentlich auch spitalsreif geprügelt.

### Untersuchung von Karstwässern

Karstgebiete stellen von Natur aus "offene hydrologische Systeme" dar. Es ist somit unmöglich, Fragestellungen zur Klärung der hydrologischen Zusammenhänge ausschließlich mit den Methoden der Einzugsgebietshydrologie zu bearbeiten. Die Anwendung von Tracermethoden hat sich bei karsthydrologischen Fragestellungen bisher vielfach bewährt. Tracermethoden kommen mit Vorteil dort zum Einsatz, wo anderen Methoden Grenzen gesetzt sind.

Den Untersuchungen liegt der Konvergenzansatz zugrunde. Dieser geht von der Tatsache aus, daß der Abfluß eines unterirdischen Einzugsgebietes am Wasserscheidendurchbruch bzw. im Karst an der Quelle zusammenläuft. Durch Entschlüsselung der im Abfluß enthaltenen Informationen lassen sich Erkenntnisse über die Vorgänge im Einzugsgebiet und im Karstsystem gewinnen.

In der dichtbesiedelten und intensiv genutzten Schweiz haben sich Nutzungskonflikte in den letzten Jahren verschärft. Im ganzen Alpenraum ist ein solcher Nutzungskonflikt u.a. im Bereich Wasser - Landwirtschaft - Tourismus zu erkennen. Trotz verbesserter technischer Möglichkeiten der Wassernutzung liegt es im Interesse der langfristigen Sicherung der Berggebiete, die natürlichen Ressourcen zu erhalten. Gesichert werden müssen sowohl die Mengen wie auch die Qualität der Wasservorkommen.

Eine der sich bereits abzeichnenden, durch menschliche Einwirkung hervorgerufenen Veränderungen im globalen Wasserhaushalt ist bereits sehr augenfällig, nämlich daß wir in naher Zukunft Quellwasser und besonders Wasser aus Karstquellen nicht so bedenkenlos trinken können werden wie bisher.

Durch die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen und touristischen Nutzung von Karstgebieten geraten die vorhandenen Wasservorkommen, vor allem hinsichtlich ihrer Qualität, unter zunehmenden Druck. Bereits heute weisen einige Quellen bedenkliche hygienische Zustände auf. Dies hat zur Folge, daß Quellwasser nicht mehr ohne Aufbereitung ins Netz eingespeist werden kann. Da sich Gewässerbelastungen in den Grundwasserspeichern oft erst nach längerer Zeit bemerkbar machen, muß bei gleichbleibender Nutzungstendenz mit einer Verschärfungen der Situation gerechnet werden.

In der Ostschweiz wurden in den letzten Jahren zwei Aufträge für tracerhydrologische Untersuchungen von Karstgebieten im Hinblick auf Gewässerschutzmaßnahmen vergeben. Erfreulicherweise dachte man dabei auch an die Höhlenforscher.

1985-1988 wurde der Alpstein im Auftrag der Kantone Appenzell Innerrhoden, Appenzell Außerrhoden und St. Gallen untersucht. Es wurden dabei wertvolle Erkenntnisse über die unterirdischen Wasservorkommen und -bewegungen für die Wasserversorgung gewonnen. - Die Höhlenforscher konnten ihren Beitrag leisten, indem sie Forschungsdaten zur Verfügung stellten, Farbstoffeinspeisungen in einer Schachthöhle durchführten und einen Karstsee mit unterirdischem Abfluß kartierten (Fählensee). Die Projektleitung oblag Prof. Dr. Ch. Leibundgut, Universität Bern. Das Projekt bearbeitete R. Attinger, der Abschlußbericht wurde unter dem Titel "Grundzüge der Karsthydrologie des Alpsteins" vorgelegt (LEIBUNDGUT & ATTINGER, 1988).

1991-92 wird im Auftrag des Regierungsrates des Kantons St. Gallen das Karstgebiet Churfürsten-Alvier-Kette einschließlich Mattstock tracerhydrologisch untersucht, ein Gebiet von etwa 300 km<sup>2</sup> (LEIBUNDGUT & RIEG, 1991). Im Hinblick auf Wassernutzungen denkt man bereits jetzt an gewässerschutztechnische Maßnahmen und an den Schutz gewisser Karstteilgebiete. Über die Ausdehnung dieser Teilgebiete bzw. der Einzugsgebiete der darunter befindlichen Nutzwässer soll die laufende Untersuchung Aufschluß geben. Anlässlich dieses Projektes sollen auch die am Südfuß der Churfürsten bzw. am Nordufer des Walensees entdeckten subaquatischen Quellen in 21-36 m Tiefe zwischen Weesen und Betlis untersucht werden (MEYBERG & RINNE, 1991). Die Höhlenforscher sind an diesem Projekt mit ihren eigenen umfangreichen Forschungsergebnissen, der Einrichtung einer Meßstation im Siphon der großen Karstquelle Rin sowie Farbeinspeisungen in Höhlen beteiligt.

## Schutzmaßnahmen

Das eingangs erwähnte Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung, basierend auf dem KLN-Inventar, ist ein wichtiger Anfang auf höherer Ebene für den Schutz größerer zusammenhängender Gebiete, da es bei Vorhaben der Bundesbehörden verpflichtend ist. Weitere Schutzmaßnahmen und -bestrebungen auf lokaler Ebene sind im Gange oder schon verwirklicht; einige Beispiele sollen hier erwähnt werden.

Kanton Oberwalden: Eine neue Verordnung über den Natur- und Landschaftsschutz wurde im März 1990 erstellt; das Vernehmlassungsverfahren sollte im Sommer 1991 abgeschlossen sein. Darin sind auch Höhlen erwähnt. Auf dieser Basis erstellte ein Ingenieurunternehmen einen Inventarentwurf über einzeln beschriebene, schützenswerte Objekte von regionaler Bedeutung. Es wurde auch eine Reihe von Höhlen namentlich erfaßt und zugleich ein größeres Schutzgebiet ausgewiesen. Eine besonders schützenswerte Karrenplatte auf der Melchsee-Frutt samt den darin vorkommenden Höhlensystemen wurde mit begründender Beschreibung ebenfalls ins Inventar aufgenommen. Dieser Karstschutz hat eine interessante Vorgeschichte: Auf der Melchsee-Frutt (politische Gemeinde Kerns) herrschen massive Interessensüberschneidungen: Almwirtschaft, Fischerei, Hotels, ein Elektrizitätswerk mit zwei Stauseen, Wintersport und Militär auf der einen Seite; Gewässer-, Pflanzen-, Karst- und Höhlenschutz auf der anderen. Die kommerziellen Kräfte sind stark, ein entsprechendes Gegengewicht ist daher nötig. Dieses wurde durch die dort tätige Höhlenforschergruppe der Gebrüder Trüssel durch einen Vertrag auf Korporationsebene im Juni 1987 hergestellt. Darin wird den Gebrüder Trüssel der verbindliche Auftrag erteilt, die Höhlen dieses Gebietes zu erforschen und die Ergebnisse wissenschaftlich auszuwerten (TRÜSSEL, 1987). Damit ist auch ein weitreichender Schutz- und Informationsauftrag verbunden. Die Schutzaktion begann 1986, als bei Skipistenkorrekturen aus Unwissenheit ein größerer Höhleneingang gänzlich verschüttet wurde, was Zusammenkünfte der Höhlenforscher mit verschiedenen Gemeindevertretern auslöste, brieflich flankiert durch die Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung. Gezielte Öffentlichkeitsarbeit unterstützte die Schutzbemühungen um dieses Karstgebiet. Als Gegenleistung bieten die Höhlenforscher Hilfe bei verschiedenen Projekten, so auch bei der Erforschung der unterirdischen Wasserwege. - Zur langfristigen Durchsetzung des Höhlen- und damit Karstschutzes war der Schritt auf kantonaler

Ebene nötig.

Kanton Neuchâtel: Seit 1983 unternahm der Spéléo-Club des Montagnes Neuchâteloises große Anstrengungen, um die Bevölkerung auf die Probleme aufmerksam zu machen, die bei fortwährendem Mißbrauch von Schacht- und anderen Höhlen in Karstregionen als Abfalleimer entstehen. Schließlich erteilte das kantonale Gewässerschutzamt den örtlichen Höhlenforschern offiziell den Auftrag, die Schachthöhlen im Kanton zu überwachen (AFFOLTER, 1989). Diese Form der Zusammenarbeit im Kampf gegen die Gewässerverschmutzung hat Pioniercharakter. Die Höhlenforscher unter der Leitung von Jean Louis Christinat befahren jährlich etwa 60 Höhlen, die nach dem Grad ihrer Verschmutzung klassifiziert werden. Jede Veränderung (neuer Abfall-, Schrott- oder Tierkadaverablagerung) wird sofort den verantwortlichen Behörden angezeigt. Gemeinden, Polizei und Privatpersonen wurden schon früher in Pressekampagnen, Ausstellungen und Konferenzen über das Problem aufgeklärt. Infolge mehrerer Gerichtsurteile sind die Fälle neuer Verschmutzungen stark zurückgegangen. Jedes Jahr werden zwei Höhlen saniert, wobei auch die Schuljugend im Rahmen der Ferienpaß-Aktion mitmachen kann.

Im Kanton Glarus säuberte 1988 eine größere Höhlenforschergruppe der AGS Regensdorf unter Mithilfe der Umweltgruppe Näfels die Dolinen und Karstspalten der Lachenalp im Oberseetal von über vier Kubikmetern Abfall.

In den Churfürsten im Kanton St. Gallen konnte durch die Vereinigung "Lebenswertes Ober-Toggenburg" ein Skiliftbau im noch unversehrten Gluristal verhindert werden.

Nebst den bereits erwähnten Untersuchungsprojekten laufen noch hydrogeologische Studien. Seit 1989 werden angewandte Studien über die Strömungsverhältnisse und den Stofftransport im Karst von der Landeshydrologie und -geologie in Zusammenarbeit mit dem "Centre d'hydrogéologie" der Universität Neuenburg durchgeführt. Ziel der Untersuchungen ist die Erarbeitung von Grundlagen zum Schutz der Karstgrundwässer. Die Schweizerische Gruppe der Hydrogeologen hat 1989 eine Arbeitsgruppe "Karst- und Grundwasserschutz zonen" gegründet. Ihr Ziel ist die Gewinnung grundlegender Richtlinien für den Vollzug der Gesetzgebung im



Bereich des Karstwasserschutzes. Ausgehend vom Jura ist eine Arbeitsgruppe mit der Neuordnung der Ausweisung von Karstschutzgebieten beschäftigt.

Die von vielen Seiten geäußerte Forderung nach einer Reduktion des Skibetriebes und Sommertourismus in geschädigten Alpenregionen betrifft auch die Erhaltung der Trinkwasserreserven Mitteleuropas. Vieles deutet darauf hin, daß diese Sorge um die Trinkwassersicherung den längst fälligen Karstschutz vorantreiben wird.

Ein Aspekt des Karst- bzw. Umweltschutzes überhaupt, der fast immer totgeschwiegen wird, ist die Bevölkerungspolitik. Eine bestimmte Fläche regenerationsfähiger Natur kann eine begrenzte Anzahl Menschen mit einer bestimmten Menge konsumbedingter Umweltbelastung ertragen, ohne Schaden zu nehmen. Hohe Bevölkerungsdichte und starker Konsum verursachen also die Umweltbelastungen.

Die Bevölkerung der Schweiz ist in den letzten 40 Jahren von 4.7 auf 6.7 Millionen Einwohner angewachsen, mit einer gleichzeitig enormen Konsumsteigerung pro Einwohner. Dies wären durchschnittlich 50 000 Menschen mehr pro Jahr, oder, als Vergleich, etwa eine Stadt wie Winterthur inklusive ihrer gesamten Infrastruktur pro Jahr. Die negativen Folgen eines solchen Wachstums für die gleich klein gebliebene Landfläche offenbaren sich in der spürbaren Übernutzung und Überlastung unseres Lebensraumes. Immer mehr Menschen fliehen vor dem Dichtestreß in die kleiner werdenden Erholungsgebiete der Alpen, somit auch der Karstgebiete; bis zur Verwirklichung des Karstschutzes wird sich aber das Land um etliche Städte Winterthur zusätzlich bevölkert haben. Zukunftsorientierte bevölkerungspolitische Vorstellungen sind jedoch bei der Landesregierung nicht einmal ansatzweise vorhanden.

Im Gegensatz dazu hält die ECOPOP (1981, 1991) "Vereinigung Umwelt und Bevölkerung" (früher "Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Bevölkerungsfragen") angesichts der zunehmenden Zerstörung unseres Lebensraumes eine Trendwende zu geringeren Bevölkerungszahlen für dringend. Die Notwendigkeit dessen den geld- und wachstumseuphorischen Verantwortlichen verständlich zu machen, ist freilich fast unmöglich. Naturschutz auf der einen, gewollter Bevölkerungszuwachs und Konsumsteigerung auf der anderen Seite - wo ist die Logik?

Schutz des Karstgrundwassers  
Tätigkeiten des Centre d'hydrogeologie Universität Neuchâtel

Die wichtigsten Forschungsprojekte werden im Folgenden kurz erläutert:

- Erarbeitung eines Modells zum Schadstofftransport in Karstwässern (z.b. Kontaminanten); Testung und praktische Anwendung verschiedener mathematischer und physikalischer Modelle ("Black Box", deterministische, stochastische und analytische Lösungsansätze). Verbesserung der Kenntnisse zur Geometrie der Karstsysteme in Beziehung zur Geologie und Morphogenese.

- Im Rahmen des europäischen Forschungsprogrammes nimmt die Schweiz mit acht anderen Ländern am COST 65 Projekt teil. Dabei sollen genaue Empfehlungen zur optimalen Nutzung und zum Schutz der Wasservorkommen in Karstgebieten erarbeitet werden. In der Schweiz werden dabei speziell die hydraulischen Beziehungen zwischen den schwach- und den starkdurchlässigen Teilen der Karstaquifere sowie der Stofftransport in diesem Milieu untersucht.

- Das Ishydro-Projekt bearbeitet sieben verschiedenartige Karstquellen in der Schweiz. Ziel der chemischen, hydrodynamischen und Isotopen-Analysen sind neben einem vertieften Verständnis der Karstsysteme die Abschätzung anthropogener Einflüsse auf Quellen sowie die Diagnose klimatischer Veränderungen.

- Im Rahmen des Geofiss-Projektes werden geophysikalische Anisotropien und Heterogenitäten der Karstgebiete mit Karstformen, Zerklüftung und Wasserabfluß verglichen.

- Ein weiteres karsthydrogeologisches Projekt im Gebiet von Ajoie (Kanton Jura) untersucht mittels Tracerversuche die Wasserqualität und -menge, vor allem im Hinblick auf die Abschätzung von Kontaminationsrisiken.

## Laufende Tätigkeiten im Bereich der Hydrogeologie

von J. TRIPET

Mit der zunehmenden Umweltbelastung und in Anbetracht der relativ hohen Verletzbarkeit der Karstwasserqualität ist ein besseres Verständnis der Prozesse und Faktoren, die den Substanztransport im Karstgrundwasser bestimmen, nötig, welches zur Erarbeitung der Grundlagen für den besseren Schutz der Karstwässer beitragen soll. Dies hat die Landeshydrologie und -geologie seit 1989 als Aufgabe erster Priorität ins Arbeitsprogramm der Sektion Hydrogeologie und geologische Risiken aufgenommen. Im Hinblick auf diese Zielsetzung werden angewandte Forschungsstudien über die Strömungsverhältnisse und den Stofftransport im Karst in Zusammenarbeit mit dem "Centre d'hydrogéologie" der Universität Neuchâtel durchgeführt. Im Folgenden sind einige Studienbeispiele aufgelistet (Studien im Gange oder in Vorbereitung):

- Quantitative Analyse der Ergebnisse von Markierungsversuchen; Ziel: Ermittlung von hydrodynamischen Parametern und Parametern des Stofftransportes für klüftige und Karstaquifere.
- Erarbeitung methodischer Grundlagen zur Vorhersage des Konzentrationsverlaufes eines Markierungsstoffes an der Austrittsstelle von Karstwässern; Ziel: quantitative Beurteilung bei der Versickerung eines Tracers in eine Karstformation, Ausweisung von Grundwasserschutzzonen, Maßnahmenplanung im Falle einer unfallbedingten Verschmutzung.
- Untersuchung der Strömungsverhältnisse (Heterogenität der Durchlässigkeit, Hydrochemie) in der ungesättigten ("vadosen") Zone eines Karstmassivs; Ziel: Erarbeitung von Kriterien zur Zonierung der Verletzbarkeit der Karstwasserqualität.

Die Schweizerische Gruppe der Hydrogeologen (identisch mit dem nationalen Komitee der Internationalen Assoziation der Hydrogeologen) hat 1989 eine Arbeitsgruppe "Karst und Grundwasserschutzzonen" konstituiert. Diese Arbeitsgruppe soll Grundlagen zur Ausweisung von Grundwasserschutzzonen im Karst erarbeiten; das Ziel ist insbesondere die Kompilierung der bisherigen Erkenntnisse zu diesem Problemkreis und eine Bestimmung der Lücken. Die Arbeitsgruppe wurde auch durch das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft eingeladen, Grundprinzipien zur Revision der Gesetzgebung zum Gewässerschutz zu formulieren.

Im Text erwähnte Literatur:

AFFOLTER, S.(1989): Schachthöhlen als Abfalleimer und der Gewässerschutz. Das Neuenburger Beispiel.- BUWAL-Bulletin 2/89

ANONYM (1977): Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung, mit Zusatzblättern.

ANONYM (1990): Verordnung über den Natur- und Landschaftsschutz, Referendumsvorlage des Kantons Obwalden vom 30.3.1990.

ANONYM (1981-1991): Schriften der schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Bevölkerungsfragen und ECOPOP - Vereinigung Umwelt und Bevölkerung

KNUSER, K,(1989): AGS Regensdorf - Jahresbericht betreffende Karstentrümpelung im Kanton Glarus.- Stalactite 2/89, Schweiz. Ges. f. Höhlenforschung

LEIBUNDGUT, C., & ATTINGER, R.(1988): Grundzüge der Karsthydrologie des Alpsteins.

LEIBUNDGUT, C., & RIEG, A.(1991): Karsthydrologische Untersuchungen Churfürsten/Alvier.

MEYBERG, M., & RINNE, B.(1991): Subaquatische Quellen am Nordufer des Walensees entdeckt.- Höhlenpost 86/91, Ostschweiz. Ges. f. Höhlenforschung.

TRÜSSEL, M.(1987): Forschungs- und Höhlenschutzauftrag der Gemeinde Kerns.- Stalactite, 1/87, Schweiz. Ges. f. Höhlenforschung

Abbildung 1 (umseitig): Blatt 1609 Schrattenflue (aus dem BLN-Dossier), auf 65 % der Originalgröße verkleinert - Beschreibung im Text. [Mit Bewilligung BUWAL/Hr.Kessler, 8.8.1991]





## GEPLANTER NATIONALPARK KALKALPEN UNTERSCHUTZSTELLUNG UND VERNETZTES FORSCHUNGSPROGRAMM

von Martin ATZWANGER (Linz)

### 1. Einleitung

Urtümliches Leben zu bewahren ist die Grundidee der Nationalparkbestrebungen. Die Natur schützen, vor dem Menschen und für den Menschen, ist auch das Hauptziel des Nationalparks Kalkalpen.

In einer Zeit ungebremsster Industrialisierung und Technisierung, wachsender und sich ständig steigernder Umweltprobleme, wo selbst das einfache Überleben des Einzelnen nicht mehr selbstverständlich scheint, bedarf es eines Symbols des Innehaltens, des Schutzes der elementaren Lebensgrundlagen.

Der Südosten des Bundeslandes Oberösterreich ist eine gewachsene traditionsreiche Kulturlandschaft ("Eisenstraße", altes Handwerk, Almbetrieb usw.) und landschaftlich durch markante Gebirgsstöcke geprägt. Das walddreiche Reichraminger Hintergebirge mit dem längsten unversehrten Bachsystem der Ostalpen, das Sengsengebirge mit seinem schönen Almplateau und den beiden Feichtauseen, die Haller Mauern als hochalpines Kettengebirge, der Warschenek-Stock mit den höchstgelegenen Hochmooren des Alpenraumes sowie Österreichs größter Karstkomplex - das Tote Gebirge - stellen mit ihrer unverwechselbaren und einzigartigen Fauna und Flora ein einmaliges Naturraumpotential dar, welches einerseits einer Unterschutzstellung bedarf, andererseits die Möglichkeit zur umfassenden wissenschaftlichen Arbeit (auch Grundlagenforschung) beinhaltet.

Ein unvergleichliches Naturerbe ist uns damit anvertraut, das zu bewahren unsere Pflicht und Aufgabe ist.

## 2. Entwicklung

Das Projekt "Nationalpark Kalkalpen" ist derzeit eines der größten Raumordnungs- und Naturschutzprojekte in Österreich.

Der geplante Nationalpark soll als "Musterlandschaft" einerseits ein hohes und nationalpark-konformes Selbstbewußtsein erzeugen, andererseits aber als Vorbild eine weitreichende Ausstrahlung besitzen, indem er für Umwelt- und Regionalstrukturfragen das Bewußtsein schärft. Ziel der Bemühungen ist es, die Nationalparkregion zu einer "Zelle" für ökologisch orientiertes Leben und Wirtschaften zu machen und aufzuzeigen, daß dies durchaus mit der Steigerung der Lebensqualität verbunden sein kann.

Die Naturschutzbestrebungen im Gebiet des geplanten Nationalparks reichen, ausgelöst durch das geplante Pumpspeicherkraftwerk in der Mollner Breitenau, zurück bis zum Anfang der 70er Jahre. Der zweite Ansatz war die Formierung von äußerst engagierten Naturschutzinitiativen gegen den geplanten Kanonenschießplatz der VOEST und ein Kraftwerksprojekt im Reichraminger Hintergebirge.

Sämtliche Naturschutzbestrebungen im südlichen Oberösterreich fanden im September 1989 ihren gemeinsamen Niederschlag in der sogenannten "Mollner Erklärung" der oberösterreichischen Alpin- und Naturschutzverbände: Im wesentlichen wurde die Schaffung eines Nationalparks nach internationalem Muster im heutigen Planungsraum gefordert. Noch im Herbst 1989 wurde durch einstimmige Regierungsbeschlüsse und die allgemeine Zustimmung der politischen Parteien der Grundstein zur Realisation dieses Vorhabens gelegt.

Am 2. April 1990 nahm die Planungsstelle für den Nationalpark als Außenstelle der Agrar- und Forstrechtsabteilung des Amtes der Oö. Landesregierung in Kirchdorf/Krems offiziell die notwendigen Vorbereitungs- und Planungsarbeiten auf.

Am 3. Mai 1990 erfolgte dann die Gründung des Vereines Nationalpark Kalkalpen, über den die von Land und Bund bereitgestellte Finanzierung von Forschungs- und Förderungsprogrammen abgewickelt wird. Der Vereinszweck umfaßt die Schaffung, Erhaltung und Förderung des Nationalparks mit dem Ziel der internationalen Anerkennung.



### 3. Internationale Anerkennung

Die IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) ist eine unparteiische und unpolitische Naturschutzunion. Sie hat im Auftrag der UNO 1969 erstmalig Ziele und Aufgaben von Nationalparks definiert und ist als oberste wissenschaftliche Autorität des internationalen Naturschutzes anzusehen. Nationalparks, die höchste Schutz-Kategorie der IUCN, sind nach dieser Definition große Gebiete, in denen

- \* ein oder mehrere Ökosysteme durch menschliche Nutzung nicht wesentlich verändert wurden,
- \* Pflanzen- und Tierarten, geomorphologische und biologische Besonderheiten von herausragendem Interesse für Wissenschaft, Bildung und Erholung oder
- \* Naturlandschaften von großartiger Schönheit

vorhanden sind. Für Nationalparks gelten vor allem zwei Hauptkriterien:

- \* der Schutz der Natur zur Erhaltung eines einzigartigen Naturerbes, sowie
- \* die Förderung von naturnaher Erholung sowie von Naturerleben und Bildung, um das Verständnis der Menschen für natürliche Lebensräume zu erhöhen.

Die internationale Anerkennung des Nationalparks Kalkalpen unter diesen Voraussetzungen, ein Ziel, für das sich die Landesregierung und der Trägerverein klar ausgesprochen haben, ist eine hohe Qualitätsauszeichnung für unsere Region. Allerdings erfordert die kleinräumige Landschafts- und Bewirtschaftungsstruktur im Alpenraum eine daran angepaßte inhaltliche Neudefinition der allgemein gehaltenen, verbindlichen Nationalpark-Kriterien in Zusammenarbeit mit der IUCN.



## 4. Forschung im Nationalpark

Die Forschung ist ein wichtiger Bestandteil des Nationalparkkonzepts und eine Voraussetzung für die Internationale Anerkennung. Sie soll im Nationalpark aber keine "Datenfriedhöfe" produzieren, sondern angewandte und rasch verfügbare Umweltforschung leisten.

### 4.1 Das Forschungszentrum Molln

Der Hauptstandort der Forschung ist das mit modernster Technik neu eingerichtete, solarbeheizte Forschungszentrum in Molln. Hier existieren eine leistungsfähige EDV-Anlage und ein Labor. Gleichzeitig bietet das Forschungszentrum Wohn- und Kommunikationsmöglichkeiten für Wissenschaftler aus dem In- und Ausland sowie für alle am Nationalpark-Projekt Beteiligten.

In weiterer Zukunft soll sich in Zusammenarbeit mit den Universitäten, dem Umweltbundesamt und dem Amt der OÖ. Landesregierung ein anerkanntes Forschungszentrum entwickeln.

Durch die Tatsache, daß hier qualifizierte Arbeitsmöglichkeiten für Fachleute und Studenten gegeben sind, wird ein langfristiger Innovationsimpuls für die Region erwartet. Dieser soll sich als Starthilfe für Firmen- und Bürogründungen im umweltfreundlichen Qualitätssektor, aber auch in der Entwicklung eines international vernetzten "Forschungszentrums Nationalpark" auswirken.

### 4.2 "High Tech" im Nationalpark Kalkalpen

Ein wesentliches Angebot im Forschungszentrum bildet das "Geographische Informationssystem" (GIS), das Herzstück einer hochwertigen EDV-Anlage. Die anfallenden riesigen Mengen an geographischen (raumbezogenen) Daten können so mit Unterstützung einer leistungsfähigen Datenbank verwaltet und ausgewertet werden.

Die ausgewählten Systeme sind bereits in mehreren Institutionen bzw. Landesregierungen im Einsatz (Universität Salzburg, Bodenkultur Wien, Land Steiermark, Land Salzburg etc.), wodurch ein Datenaustausch in Form eines Verbundes möglich wird.

Erste Voraussetzung für die Arbeit mit einem GIS ist die möglichst vollständige Erfassung (Digitalisierung) und Verwaltung (Speicherung, Nachführung, Evidenzhaltung) der Daten sämtlicher Themenbereiche. So sind Satelliten- und Luftbildverarbeitung ebenso möglich wie das Einlesen von Kartierungen und raumbezogenen Meßdaten.

Das Nationalpark-GIS besteht aus den Komponenten ARC/INFO (Vektor) und SPANS (Raster) und ist eine der ersten Installationen dieser Art in Europa.

#### 4.3 Das Labor

Darüberhinaus soll das Labor des Forschungszentrums einerseits den im Nationalpark tätigen Naturwissenschaftlern die nötigen Voraussetzungen für ihre Arbeit bieten. Andererseits soll diese Einrichtung in Zukunft auch der Bevölkerung, Firmen und Institutionen in der Nationalparkregion für aktuelle Umweltfragen zur Verfügung stehen.

Untersuchungsschwerpunkte liegen im Bereich Boden- und Wasseranalytik. Mittels Serienanalysen soll ein räumlicher und zeitlicher Bezugsrahmen für anfallende spezielle Fragestellungen von aktuellem Interesse geschaffen werden.

#### 4.4 Die naturwissenschaftliche Forschung

Die Dokumentation des Naturraumes ist erstes Ziel der Nationalparkforschung. Somit kann sie als Unterstützung für die Planungsarbeiten und als Entscheidungsgrundlage für das gesamte Management dienen (Grenzziehungen, Schutzzinhalte, Pflegemaßnahmen, Förderungen).

Der Nationalpark ist durch seinen gesetzlich verankerten

Schutzstatus aber auch ein hochsensibler "Umweltindikator", der bei entsprechend qualifizierter Beobachtung und Forschung entscheidendes Wissen für präventive Schutzmaßnahmen im gesamten Alpenraum liefern kann. Deshalb soll er ein Eckpfeiler der Ökosystemforschung und des Umweltmonitorings (Langzeitbeobachtungen) in Österreich werden.

Das verbindende Element und deklariertes Schwerpunkt der naturwissenschaftlichen Forschung ist in den hochalpinen Regionen die Klärung der komplizierten Karstprozesse. Es gibt kaum andere geologische Formationen, die die Landschaft stärker prägen als die verkarstungsfähigen Kalkgesteine.

Im Bergwaldbereich sollen die vernetzten Regelkreise erforscht werden, die die Stabilität dieser Ökosysteme gewährleisten. Die derzeit tätigen Wissenschaftler und Werkvertragnehmer beobachten hauptsächlich "Monitoring"-Testflächen hinsichtlich ihrer Veränderungen im Zeitablauf; gleichzeitig erfolgt natürlich die umfassende Dokumentation der biologisch-waldkundlichen, geologischen, klimatischen und hydrologischen Verhältnisse.

Durch das "Monitoring"-Prinzip, nämlich intensive und interdisziplinäre, synoptische Schwerpunktuntersuchungen auf ausgewählten Testflächen, sollen unübersehbare Datenbestände aus großflächigen Untersuchungsprojekten vermieden werden; schließlich sollen keine Aktenfriedhöfe entstehen, deren es bereits genug gibt.

#### 4.5 Sozioökonomische Forschung

Der zweite Schwerpunkt des Forschungsprogrammes sind sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Projekte. Der Nationalpark als Naturschutzprojekt hat auch Auswirkungen auf die Menschen, die in diesem Raum leben und arbeiten.

Die Themenstellung der Projekte zielt darauf ab, unvermeidlich auftretende Nutzungs- und Zielkonflikte bei der Entstehung des Nationalparks zu entschärfen.

Die Nationalparkforschung soll aber auch einen Bildungsauftrag erfüllen und muß Strategien für die wirtschaftliche und sozio-

kulturelle Belegung der "peripheren" Region zwischen Steyr und Admont, Laussa und Ebensee liefern.

Wir verstehen deshalb die Forschung als direkten wirtschaftlichen Impuls für Innovationen und für die Region. Erklärtes Ziel ist der Miteinbezug der Bewohner dieser Region in die Konzeptentwicklung und -realisierung. Auch hierin soll die Nationalparkforschung neue Wege beschreiten. Die Nationalparkregion kann eine Art Zukunftswerkstätte für Strategien und Auswege aus der derzeitigen Umweltkrise werden.

## 5. Mittel und Ziele der Forschung

Der qualitativen Verarmung des ländlichen Raumes in wirtschaftlicher Randlage begegnet die Nationalparkforschung mit direkten Investitionen. So ist es ein Ziel, Aufträge vordringlich an regionale Einrichtungen und Kapazitäten zu vergeben.

Vom Gesamtbudget des Vereins "Nationalpark Kalkalpen" gehen rund ein Drittel der Mittel in die Forschung. Mehr als die Hälfte der Aufträge erging 1990 direkt an in der Nationalparkregion Ansässige, je ca. ein Viertel ins übrige Bundesland Oberösterreich und ins restliche Österreich. Von den damit verbundenen Finanzmitteln flossen mehr als zwei Drittel in die Region.

Insgesamt wurden 36 Aufträge in Form von Werkverträgen oder Förderungen vergeben, davon haben 15 aufbauenden oder konzeptiven Charakter, sieben betreffen materielle Beiträge, Bildungsarbeit und verwaltungstechnische Unterstützung, 14 Verträge sind eigenständige wissenschaftliche Untersuchungen.

Neben der nationalpark- und regional orientierten Forschungsarbeit liegt ein weiteres Ziel in der Grundlagenforschung. Da diese selbst von den Universitäten in zunehmendem Maße vernachlässigt wird, stellt das Projekt einen extremen Impuls dar.

Ebenso soll die Verbindung zur interdisziplinären, gemeinnützigen und auch alltagsorientierten Wissenschaft hergestellt werden, die für die Region Lösungen und Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigen soll.

## 6. Die Zukunft

Der Nationalpark Kalkalpen soll in einer Region, die bis jetzt zum Teil wirtschaftlich eher benachteiligt war und sich vielleicht deshalb noch in relativ "unbeschädigtem" Zustand befindet, neue Impulse setzen.

Obwohl das Natur- und Umweltbewußtsein breiter Bevölkerungsschichten steigt, begreift sich der "moderne" Mensch noch immer nicht als Teil der Natur, sondern agiert in vielen Bereichen so, als könne er unabhängig von ihr überleben. Der Nationalpark kann den geistigen und finanziellen Rahmen für Projekte bieten, die über das derzeit unbedingt notwendige Mindestmaß an Natur- und Umweltschutz hinausgehen und zu einem Umdenken weg von der üblichen linearen Denkweise führen. Er kann als Keimzelle für ein sich neu entwickelndes Umweltbewußtsein und gemeinsam mit anderen Ansätzen in dieser sehr innovativen Region als Ausgangspunkt für eine ökologisch und sozial verträglichere Lebensweise dienen.

Der Nationalpark Kalkalpen kann und soll als Schule dieses neuen Denkens weit über den ursprünglichen Schutzgedanken hinaus wirksam werden. Dann, und nur dann, hat diese faszinierende Idee ihren eigentlichen Zweck erfüllt.

## DAS PROJEKT "KARSTDYNAMIK" IM "NATIONALPARK KALKALPEN": SCHWERPUNKTE KARSTSCHUTZ UND KARSTFORSCHUNG

von Harald HASEKE (Salzburg)

### Zusammenfassung

Der Beitrag erläutert anhand der Nationalpark-Forschungsinitiative "Karstdynamik" des Bundes und des Landes Oberösterreich die wesentlichen Aspekte dieser anlaufenden Ökosystemforschung.

Neben dem konkreten, am dringendsten Handlungsbedarf orientierten Projekt stehen zahlreiche wissenschaftliche Fragen wie jene des Biokarstes, der Sediment- und Altflächengense und der aktuellen Bodendynamik auf dem Programm. Die Koppelung mit bundes- bis europaweiten Initiativen (z.B. TAKLIS, Integrated Monitoring, Bodenschutzkonzept, Man and Biosphere etc.) soll das nötige finanzielle und organisatorische Umfeld sichern. Eine Koordination mit den Forstwissenschaften, vor allem im Hinblick auf Hochlagenstrategien und Übergangsbewirtschaftung, ist dabei höchst erwünscht.

Ein kurzer, vielleicht durchaus subjektiver Essay über die Entwicklung der Karstforschung seit Fridtjof BAUERS Arbeiten 1952 im Sengsengebirge soll zum Verständnis der Situation dieser alten ökologischen Wissenschaft beitragen.

### 1. Umfeld der Forschungskampagne

Mit dem Jahr 1990 sind die Vorbereitungen zur Erklärung eines Kernbereiches der Nördlichen Kalkalpen zum ersten österreichi-

schen Kalkalpen-Nationalpark angelaufen.

Aus der Sicht der Karstforschung, die sich aufgrund der Sensibilität des Ökosystems schon immer als schutzorientiert begriffen hat, kann dieses Vorhaben nur begrüßt werden.

Ein Nationalpark Kalkalpen gibt uns die Handhabe, über die Schiene des öffentlichen Interesses ein weit stärkeres Problembewußtsein, als es heute noch vielfach herrscht, zu mobilisieren.

Der geplante Nationalpark umfaßt das Tote Gebirge, das Warscheneck, die Bosruck-Hallermauerngruppe, das Reichraminger Hintergebirge und das Sengsengebirge.

Damit rückt eine Palette unterschiedlicher Gebirgstypen in das öffentliche Interesse, deren verbindendes Element die Verkarstung ist.

Die Gebiete repräsentieren in Summe sämtliche Karstphänomene von der dealpin-tiefmontanen Talbodenverkarstung (z.B. Krumme Steyrling, 500m Seehöhe) über hochmontane reliktdäre Talböden (z.B. nördliches Hintergebirge und Sengsengebirge, um 1200-1400m), über die breiten Altflächen der subalpinen Stufe (Sengsengebirge, Warscheneck, Totes Gebirge) bis schließlich zu den klassischen alpinen Hochkarstwüsten der alpin-subnivalen Stufe oberhalb 2200-2400 m.

Da ein Nationalpark weniger die naturschutzrechtliche Konservierung bestimmter Gebiete als vielmehr die offensive, bewahrende Auseinandersetzung mit international wichtigen Ökosystemtypen beabsichtigt, rückt die Erforschung des Systems "alpiner Karst" in den Blickpunkt des Interesses.

Damit sind wir bei der oft schamhaft verschwiegenen Grundvoraussetzung für jede sinnvolle Tätigkeit, nämlich bei der Finanzfrage.

Daher kann der Planungsstelle dieses Nationalparkes und den verantwortlichen Politikern dafür gedankt werden, daß sie zumindest für die Anfangsphase einen bedeutenden Anteil der Budgetmittel für die wissenschaftliche Erkundung und Konzeptarbeit in den Karstgebieten bereitgestellt haben.

## 2. Inhalt und Zielsetzungen des Programmes

Das organisatorische Kernziel der Kampagne ist die interfakultäre Teamarbeit am Ökosystem Karst.

Dabei schien es geraten, sich an aktuellen Problemen zu orientieren. Diese sind:

1\* Boden-Erosionsprobleme, Kulturlandverluste und heikle Vegetationsverhältnisse vor allem in den Karsthochlagen, damit wohl untrennbar verbunden die Fragen der Forst-/Jagderschließung, des Tourismus und der Wald-Wild-Problematik. Besondere Bedeutung gewinnt das Thema bei der Behandlung von forst- und almwirtschaftlichen Fragen.

2\* Die erste (wirtschaftliche) Bedeutung des Wasserpotentials: die langfristige qualitative Stabilität der Karstquellen für Versorgungen, angesichts der laufenden Probleme großer Wasserversorger ein besonders wichtiger Aspekt. Die Problemstellung betrifft Hydrogeologen und Hydrobiologen.

Abgesehen von den meist unbedenklichen Chemismuswerten sind Karstquellen vor allem durch bakterielle Belastungen, in letzter Zeit aber auch immer stärker durch Trübungen beeinträchtigt. Während das stoßweise Auftreten biologischer Belastung meistens einen Verursacher hat (von der Wildfütterung bis zum Alpenhotel), handelt es sich bei den Eintrübungen um ein typisches Hintergrundmotiv mit weitgehend unklaren Ursachen.

Am Untersberg bei Salzburg zeichnet sich ab, daß es sowohl eine Trübung durch Direkteintrag (Humusbodenabschwemmung) wie auch durch indirekte Belastung (Mobilisierung von Höhlensedimenten infolge des schwächer werdenden Rückhaltes von Niederschlägen) gibt. Die seitens der Wildbachverbauer gefürchtete Schutzwaldproblematik hat also im Vollkarst ganz eigene Aspekte. Dabei ist das Maximum der Humusmobilisierung im Waldgrenzbereich zu beobachten.



3\* Die zweite (ökologische) Bedeutung des Wasserpotentials ist in der "klassischen" Karstforschung weniger verankert, aber heute enorm wichtig: Die aus den Karstgebieten kommenden Bäche und Flüsse zählen zu den reinsten und unverbautesten unseres Landes, weil sie ja aus extensiven Gebieten kommen und auch für die E-Wirtschaft zumeist weniger attraktiv waren. Somit bergen sie für den Limnologen ein hochinteressantes Arbeitsfeld. Typische Beispiele sind die Steyr und ihre Nebenflüsse, mit Güteklasse 1 fast bis zur Stadt Steyr, die Koppentraun und die Traun mit Nebenflüssen, das Hintergebirge mit seinen 180 km Reinwasserstrecken.

4\* Die Frage der Luftbelastung an den Staulagen der Nördlichen Kalkalpen und die spezifische Schadstoff-Auswirkung auf ihre Biotopgruppen ist weitgehend ungeklärt. Man kennt die immissionsökologische Reizbarkeit der Karstböden (Stichwort: Bodenversauerung) nicht.

Wie wenig aufgearbeitet dieses Thema ist, zeigen sogar Fachmeinungen: Für die europaweite "Integrated Monitoring"-Kampagne gelten Kalkböden aufgrund ihrer angeblichen Pufferkapazität als "unbedenklich" und "stabil" - ein Irrglaube, der umweltpolitisch enorm schädlich sein kann.

Hier zieht sich das Arbeitsfeld quer durch die Naturwissenschaften bis hin zum Raumplaner und Verkehrsexperten (Direktimmission durch Transitschneisen).

5\* Untrennbar rückgekoppelt mit der Frage der Bodendynamik (Boden-Wasser-System!) ist die weitere Entwicklung des breiten Artenspektrums, die durch schwindende Standortvielfalt in Zukunft beeinträchtigt werden kann (Stichworte Lägerfluren, Verbuschung, "Verkarstung"!).

Damit sind wir bei einem Kernthema des aktiven, "kybernetischen" Naturschutzes und beim ureigensten Interesse des Nationalparks selbst.

Artenreichtum ist oft eine Folge verschiedenartiger

Störungen oder Nutzungen. Die Theorie der "Biotone" beinhaltet die Erkenntnis, daß kulturräumlich durchsetzte, teils sogar degenerative Zonen ein hohes Artenpotential bergen.

Die Wissenschaft wird hier die heikle Aufgabe haben, fallweise entscheiden zu müssen, welche Paradigmen sie unterstützt, jenes der Nutzungsaufgabe oder jenes der strukturellen Wiederbelebung. Dies betrifft gleichermaßen die Almwirtschaft, die Forstwirtschaft, die Jagd. Denn eine Bewirtschaftung, die zum restlosen Bodenverlust ("Verkarstung"!) tendiert, kann aus umweltpolitischen Gründen kaum unterstützt werden.

Die kurzfristige Erhaltung einer "künstlichen" Artenvielfalt darf jedenfalls nicht auf Kosten der Gesamtstabilität gehen. Daß der Karst eine natürliche hohe Artenvielfalt hat, erklärt sich aus seinem extremen Relief.

Neben dieser angewandten, unmittelbar am Handlungsbedarf orientierten Systemforschung stehen noch eine Reihe von wissenschaftlichen Fragen zur Diskussion.

1) Noch immer weitgehend ungeklärt sind die morphodynamischen Vorgänge vor allem an den Waldgrenzlagen, die Entwicklung des sogenannten subkutanen Karstes mit seinen maximal ausgeprägten Großkarrenformationen. Die möglicherweise positiven Rückkopplungen der wilden Kleinmorphologie mit den edaphisch wie klimaökologisch bedingten Rottenbeständen und Bodennestern der Waldkrone sind so gut wie unerforscht.

Auch die Bedeutung der Schneesverfrachtung und Firneinlagerung in Karsthohlformen ist Dauerbrenner der angewandten Morphogenese. Nach wie vor gibt es hier wenig Allgemeingültiges.

Man kennt die Bedeutung des biogenen CO<sub>2</sub>-Partialdrucks für die Korrosionsleistung am Festgestein, nicht aber die postglaziale Wandlung der Karstböden, ihren Einfluß auf Kleinmorphologie, Internsedimentation und Verfrachtung im unterirdischen "Kanalsystem" des Karstes und vor allem nicht den Grad der Beeinflussung

sung durch den Menschen. Die Existenz der Paläoböden schafft zusätzlich Verwirrungen.

2) Völlig ungeklärt ist die Frage der biogenen Abtragsleistung am unbedeckten Karstgestein ("Biokarst"). Forschungsergebnisse an verkarsteten Küsten haben gezeigt, daß der Einfluß von Mikro- und Makroorganismen am Lösungsabtrag möglicherweise entscheidend groß ist: Die biologische Tätigkeit "pulverisiert" die ersten oberflächennahen Millimeter des Gesteins und präpariert sie für einen auch stark erosiv geprägten Abtrag.

Es kann sein, daß auch "freie" Oberflächenverkarstung überwiegend biologisch mitgesteuert ist. Sollte dies der Fall sein, so müßte in Kaltzeiten bzw. unter Tage, in den Höhlen, der Prozeß um Größenordnungen langsamer ablaufen.

Dieser Frage nachzugehen, würde uns in der Korrelations- und zeitlichen Altflächenproblematik weiterhelfen.

3) Trotz jahrzehntelanger intensiver hydrogeologischer Forschungen stehen wir noch immer weitgehend ratlos da, wenn es um Fragen der Karstwasserwege geht. Trotz aller Verfeinerungen in der Anwendung bleibt die "trial and error"-Methode der Markierungsversuche oft der Weisheit letzter Schluß, und auch die Tektonik aus dem Satellitenbild verrät uns wenig über den unterirdischen Lauf des Wassers.

Viel Unterstützung geben uns hier die Höhlenforschung und die Sedimentologie der Karsthöhlen, im Konnex mit der Altlandschafts- bzw. Paläokarstforschung Schlüsselkriterien der Karstentwicklungsfrage. Die Ansätze in den Salzburger Kalkalpen und im Schwesternationalpark Berchtesgaden haben hier ein vielversprechendes Arbeitsfeld eröffnet.

### 3. Das konkrete Projekt: Die Arbeiten 1990 und 1991

Es ist klar, daß das aufgezeigte Arbeitsfeld auch mit den Nationalpark-Mitteln nicht in Summe angegangen werden kann. Vorrang haben Projekte, die der unmittelbaren Naturraum-Dokumenta-

tion und der Unterstützung der Verordnung und Abgrenzung bzw. der weiteren Vorgangsweise der Nationalparkplanung dienen können.

Daher ist ein wichtiger Schwerpunkt die Herstellung von Synergien, sei es mit großen (inter)nationalen Programmen, sei es die Förderung von universitärer Arbeit.

Die laufenden Untersuchungen dienen der Dokumentation des Sengsengebirges und des Hintergebirges in geologisch-hydrogeologischer, (karst)morphologischer, vegetations- bzw. waldkundlicher, bodenkundlicher und limnologischer Sicht.

In Summe sollen die Gebiete als Ökosysteme, als Grundtypen für bestimmte Zonen des alpinen Karstes der Nördlichen Kalkalpen beschrieben werden.

Eine klimatische Hauptstation der Meteorologischen Zentralanstalt sowie eine Immissionsmeßstation des Umweltbundesamtes am Schoberstein bei Molln werden das Klimadatenmaterial liefern.

Aufbauend auf diesem Grundlagenmaterial beginnen "Monitoring"-Kampagnen, Dauerbeobachtungen an eigens ausgewählten Flächen und Gewässern. In bestimmten repräsentativen Biotoptypen werden das Kleinklima, die Boden- und Wasserdynamik, Bestand und Entwicklung der Pflanzen und Tiere (zunächst Vögel und Wild, auch Weidevieh), der Konnex zur Geologie und Geomorphologie untersucht.

Die Dauerbeobachtung umfaßt weiters stehende Gewässer (oligotrophe Kleinseen), bedeutende Ponore und Karstquellen sowie die Limnologie ausgewählter Bachabschnitte im Auslauf der Karstwässer.

Ein erstes derartiges "Transekt" ist im Sengsengebirge von der Feichtaualm über den Hohen Nock zur Rettenbachhöhle vorgesehen. Dabei wird auch auf den Konnex zu aktueller forstlicher Nutzung, mit dem Problemkreis der Waldgrenzdynamik, geachtet.

In Diskussion sind Ansätze zum "experimentellen Monitoring", also z.B. zur gezielten Systemstörung und Impaktanalyse. Solche Eingriffe an Kleinflächen können künstliche Bodenansäuerungen sein, auch qualitative Stöße in kleinen Bachabschnitten. Daraus werden wertvolle Erkenntnisse über die Belastbarkeit des Systems zu ermitteln sein.

### 3.1. Kurzinformation zum Stand der geoökologischen Erfassung

Da einzelne Sachthemen der Inhalt eigener Fachbeiträge dieser Tagung sind, möchte ich mich hier auf mein eigenes Arbeitsfeld beschränken.

Einiges ist schon angedeutet worden. Die Erfassung von Geologie, Hydrologie und Relieftypen ist zum einen Dokumentation und naturräumliche Bewertungsgrundlage für den Nationalpark, zum anderen will sie die alte Idee eines "Karsttypenatlas" wieder aufgreifen.

Die karstmorphologische Aufnahme des Untersberges 1:5000 schuf hier die Basis für eine Weiterarbeit und wurde von der Akademie der Wissenschaften optimal unterstützt. Der Karsttypenkatalog baute auf viel Vorhandenem auf und wird für den Nationalpark um die hier vorhandenen Karst- und Randkarstgebiete ergänzt. So weist das bereits erfaßte Sengsengebirge viele Gemeinsamkeiten mit den Plateaulandschaften, aber auch eigenständige Kettengebirgszüge auf, die es eher mit nordtiroler Karsttypen vergleichbar machen. Die "Mollner Berge" und das in Bearbeitung befindliche Hintergebirge sind dagegen typisch für voralpine, dolomitisch bis jurassisch geprägte Waldkarstzonen.

Das für den Untersberg vorliegende Dokument ist eine thematisch noch recht eingeeengte, im Prinzip redundante Analogkarte. D.h. eine Nachführung ist kaum möglich, die Vernetzung mit Themen wie Vegetation, Habitats, Bodenzustand, Hydrologie ist relativ umständlich.

Über das Geo-Informationssystem des Nationalparkes (ARC/INFO und SPANS), mit dem sich bestimmte, nicht allzu eng aufgefaßte Kriterien von Transekten und Testgebieten auf die Fläche rechnen lassen, kann der Morphotypenkatalog eine der Grundlagen für karstökologische Gebietsbewertungen werden.

Es kann z.B. die Kartierung einiger Catena-Profile und Bodenzustandserhebungen in Verbindung mit Klima, Geologie, Morphologie und Topologie (Exposition, Hangneigung,...) sehr wohl zu einer Bodentypenkarte mit hohem Evaluationsgrad führen. Damit ist auch die Ansprache von Vegetations- und Habitattypen, die man mit flächendeckendem Anspruch wohl nur schwer gesamtflächig kartieren kann, möglich.

In Folge werden auch konkrete Aussagen über die Naturraumpotentiale, die Stabilität oder Gefährdung der Nationalpark-Regionen - und anderer Gebiete - möglich.

Ein auf diese Weise ökologisch aufgefaßter Karstatlas kann meines Erachtens in die laufenden österreichweiten Bodenschutzprogramme eingebunden werden und sollte Raumordnungsentscheidungen im weitesten Sinne unterstützen.

#### 4. Zur Geschichte des Karstdynamik-Programmes - eine kurze kritische Auseinandersetzung

Den älteren unter den Lesern wie auch den in der Fachliteratur Bewanderten werden viele der hier dargelegten Ideen nicht neu vorkommen. Zu Recht, denn wir haben uns mit einer langen Durststrecke wieder dem früheren Ansatz genähert.

Bereits 1952 hat Fridtjof BAUER im Sengsengebirge seine Vorstellungen vom Ökosystem Karst entwickelt, und dies durchaus auf eine moderne Art und Weise. Die Karstwissenschaft schien damals noch eigenständig und vermochte als eine der ersten, integrierte und ökosystemare Ansätze zu liefern.

In einer darauf folgenden Phase konnte am Dachstein das als zentral erkannte Problem der Bodendynamik im Karst weiter verfolgt werden. Es ist bemerkenswert, daß die Karstforschung im Kontext von "Bodenschwund" und Erosion erfolgreich arbeiten konnte und auch anerkannt war (eigenes staatliches Institut).

Mit den 60er Jahren begann eine unheilvolle Zersplitterung des Faches. Das Interesse an alpinen Kulturböden erlahmte, die Vernichtung tausender Hektare gewachsener Fluren im Tiefland, die sogenannte "Flurbereinigung", trat als zentraler Versorgungsaspekt in den Vordergrund, während die Bergwiesen zusehends aufgelassen wurden - als erste die im Karst.

Es war wahrscheinlich ein Kardinalfehler der damals federführenden Karstfachleute, die Loslösung der Karstforschung von der Bodenerosionsfrage zu dulden, um sie rein auf die Hydrogeologie und die Speläologie zu beschränken.

Die wertfreie Gleichung: Karst = chemische Lösung von Karbonat-

gesteinen und somit Korrosion, aber nicht Erosion, mag wissenschaftstheoretisch befriedigen; sie negiert aber die damit verbundenen Umwelt- und Raumordnungsprobleme auf unzulässige Art und Weise. Bis heute ist "Verkarstung" populärwissenschaftlich mit Denudation und Erosion verbunden. Warum wehrt man sich von Fachseite derart vehement dagegen?

Dieser forschungspolitische Knickpunkt rückte die Systemwissenschaft "Karstologie" - ein Begriff, den es in Österreich als dem Kernland dieser Wissenschaft nicht gibt - endgültig aus dem Blickfeld der Geldgeber. Die Karsthydrologie entwickelte sich als eigenständiger Wirtschaftszweig, das ehemalige Bundesinstitut stieg über die Bundesanstalt mit immer weiteren Kürzungen und Ressortwechseln bis hin zur Unterabteilung des Umweltbundesamtes ab, wo man nunmehr bei Null zu beginnen versucht.

Ganz ähnlich die universitäre Karstforschung, die, wenn schon nicht überhaupt als Orchideenfach, ein heimliches Dasein an manchen geographischen oder geologischen Instituten fristet. Ganz ähnlich der einst mächtige Höhlenschutz des Bundesdenkmalamtes, der heute in diversen Landesabteilungen höchst interessante Kapriolen schlägt, aber sicher kein Karstgebiet schützt.

Das Interesse an der Karstforschung erwachte zögernd mit der Umweltbewegung und mit dem allgemeinen Interesse an den Naturraumpotentialen. So war das Man and Biosphere - Projekt "Karstdynamik der Salzburger Kalkalpen" von 1980 bis 1984 ein zumindest hoffnungsvoller Anfang, ein wieder einmal explizit als "Karst" gefördertes größeres Projekt.

Leider gelang es nicht, in dieser Phase die Synergien, wie sie oben geschildert wurden, nutzbar zu machen. Es blieb weitgehend bei einer Klima-Wasser-Dokumentation ohne Bezüge zu den biologischen Wissenschaften.

Für die Folgekonzeption 1985, die im Prinzip die Basis für unser Nationalpark-Projekt war, konnte schließlich ein breites Team gewonnen werden, die Geldmittel aus dem MAB-Fonds waren aber versiegt. Mit der Zurückstellung der Kalkalpen-Nationalparkabsichten durch das Land Salzburg schien das neu erwachte Interesse an der Bioressource Kalkhochalpen wieder erlahmt zu sein.

So wurde das vorgestellte Projekt 1990 ganz knapp nach dem Tode des verdienten F. BAUER der de facto-Auflösung seines Institu-

tes, nach Oberösterreich verlagert.

Für eine gewisse, hoffentlich längere Zeit können wir nun die vorhandenen Kräfte auf das Thema konzentrieren. Wir hoffen, daß es gelingen wird, einer integrierten systemanalytischen Karstforschung zu einer neuen Anerkennung zu verhelfen.

## 5. Literatur

BAUER, F. (1952): Zur Verkarstung des Sengsengebirges in Oberösterreich.-Mitt.Höhlenkomm., Jg.1952, Wien 1953.

HASEKE-KNAPCZYK, H.-(1986a) Speicherverhalten im Hochkarst. - Manuskript für den 2.Teil der MaB-Publikation "Karstdynamik 1" (Erscheinungstermin ungewiß).

-(1986b) Temperaturverhalten und Hydrochemie der Fürstenbrunner Quelle. - Manuskript für den 2.Teil der MaB-Publikation "Karstdynamik 1".

-(1986c), mit W.GADERMAYR: Die Trübstoff-Fracht der Fürstenbrunner Quelle - Signal für Umweltschäden im Boden-Wasser-System des Hochkarstes.- Untersuchung der Trübungsmessungen und der Filterproben der Salzburger Wasserwerke.- Manuskript für den 2.Teil der MaB-Publikation "Karstdynamik 1".

-(1987) Wissenschaftliche Karst- und Höhlenforschung in Salzburg. - Jb. Haus der Natur, 10:143-149, Salzburg 1987 (Festschrift Stüber).

-(1988), mit F.DOLLINGER: Naturraumpotential Untersberg bei Salzburg. Anwendung einer Kartographie-Software für die langfristige Trinkwasservorsorge durch Sicherung der ökologischen Funktion. - Salzburger Geogr. Arbeiten, Bd.17:35-56, Salzburg 1988.

-(1989) Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge - ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. - Diss.Nat.Fak.Univ. Salzburg, 1984 (Geogr. Inst.); publiziert Ende 1989 in der MaB-Schriftenreihe Band 15 "Karstdynamik 1" der Akademie der Wissenschaften Wien, mit Farbkarte 1:10.000. Univ.Verlag Wagner, Innsbruck 1989.



-(1990), mit K. RUSSMANN: Nationalpark Kalkalpen, Land Ober-  
österreich: Planung Abschnitt 1, Jahr 1990 ("Grünes Heft").

-(1991a): Konzeption und Koordination der Nationalparkfor-  
schung. - Unveröff. Bericht, 91 S., Kirchdorf-Molln-Salzburg  
1991.

-(1991b): Hydrologie und Karstmorphologie des Sengsengebirges  
(Forschungsprojekt 2.1.-90). - Unveröff. Bericht, 156 S.,  
Fotos, Pläne, Hydrodatenbank.

## BEGINN EINER UNTERSUCHUNGSKAMPAGNE FÜR VEGETATION, BODEN UND KARSTWASSER

von Christian SCHWARZ (Salzburg)

### 1. Zum Gesamtprojekt

Im Karstdynamikprojekt des geplanten Nationalparks "Kalkalpen", das hier im Beginn der Durchführungsphase vorgestellt werden soll, spielt die Untersuchung des Einflusses von Vegetations- und Bodenzustand und deren dynamischen Veränderungen unter Berücksichtigung des direkten (Nutzung...) und indirekten (Luftschadstoffe...) menschlichen Einflusses auf das Karstwasser und seine Nutzbarkeit eine zentrale Rolle. Hintergrund für diese Untersuchungen ist die von vielen Wasserversorgungsanlagen beobachtete zunehmende Eintrübung und organische Fracht der Karstwässer. Als Ursache wird Bodenerosion in den Hochlagen der Einzugsgebiete vermutet. Mit dem hier vorgestellten Projekt sollen diese Beobachtungen verifiziert und die Ursachen aufgefunden gemacht werden. Als Ergebnis sind außerdem Aussagen über die Kalklösungsvorgänge unter verschiedenen Pflanzengesellschaften zu erwarten.

Im Rahmen dieses Projektes sollen die Bergstöcke des zukünftigen Nationalparkgebietes systematisch untersucht und die unterschiedlichen Karstökosysteme erfaßt und auskartiert werden. Wesentliches Augenmerk wird auf die dynamischen Beziehungen der verschiedenen Ökosysteme untereinander gelegt. In untersuchungstechnisch günstigen und für den jeweiligen Karsttypus repräsentativen Testgebieten, die im Einzugsgebiet einer für Langzeitbeobachtungen geeigneten Karstquelle liegen, sollen

- \* die gegenwärtige Vegetations- und Bodendynamik durch Dauerbeobachtungsflächen untersucht (ergänzend wird historisches Datenmaterial ausgewertet),
- \* die unterschiedlichen Bodentypen in ihrem Wasserspeichervermögen, ihrer Zusammensetzung und Erosionsanfälligkeit erfaßt,
- \* die Zusammensetzung der Niederschlagswässer und deren Veränderung bei Infiltration durch unterschiedliche Boden-

- typen mit besonderer Berücksichtigung der organischen Fracht analysiert und
- \* die weitere Veränderung auf dem unterirdischen Karstwasserweg verfolgt werden.

Basierend auf den Kenntnissen über der Verbreitung und Ausdehnung der untersuchten Ökosystemtypen in den Einzugsgebieten soll in einem nächsten Schritt versucht werden, die gegenwärtige Vegetations- und Bodendynamik in ihrer Bedeutung für die weitere Entwicklung der Karstwassersysteme der verschiedenen Quellen im Hinblick auf Abflußverhalten und Zusammensetzung der Wässer abzuschätzen. Für diesen Arbeitsschritt besitzt das GIS des Nationalparks größte Bedeutung.

## 2. Zum Beginn der Arbeit im Sengsengebirge

Als methodischer Modellfall und erstes Untersuchungsgebiet wurde das Sengsengebirge ausgewählt. Mit den Kartierungsarbeiten 1990 sollten Bereiche für mögliche Testgebiete ausgewiesen werden. Der günstigen Auswahl der näheren Untersuchungsgebiete kommt in dieser Fragestellung größte Bedeutung zu: sie müssen die wichtigsten Vegetations- und Bodentypen in typischer Ausbildung zeigen, in unterschiedlicher Eindringtiefe Beprobung der infiltrierenden Wässer erlauben, den Anforderungen der übrigen am Gesamtprojekt beteiligten Gruppen genügen und untersuchungstechnisch halbwegs günstig gelegen sein, was gerade im hochalpinen Karst bei aufwendigen Untersuchungen zu einem wesentlichen Punkt werden kann.

Bei intensiver Nachsuche zeigte sich im Sengsengebirge die Schwierigkeit, Zugang zu den infiltrierenden Wässern zu finden. Für die weiteren Untersuchungen wurde ein Streifen zwischen Feichtau und Hinterem Rettenbach ausgewählt, der im Einzugsgebiet einer markanten Karstquelle, der Fischbach-Quelle, die wichtigsten Vegetationseinheiten des Sengsengebirges schneidet. Zumindest an einigen Stellen besteht Zugang zu Wässern aus dem Latschen- und Waldbereich. Wesentliche Aufgaben des Jahres 1990 lagen auch im Bereich methodischer Arbeiten und im Beginn des Aufbaus der nötigen Infrastruktur. In einem ersten Probelauf wurden ausgewählte Quellen, hauptsächlich im Bereich des geplanten Testgebietes, beprobt. Die Quellen des überwiegend dicht bewaldeten bzw. in den Hochlagen von dichten Latschengebüschen überzogenen Untersuchungsgebietes zeigen relativ geringe Belastung der Wässer mit organischem Material.

ZUR ÖKOLOGIE EINES KARSTGEWÄSSERS  
(HINTERER RETTENBACH, SENGENGEBIRGE):  
KONZEPTION EINER LANGZEITSTUDIE UND ERSTE ERGEBNISSE

von Klement TOCKNER (Wien)

Durch die vielfältige Nutzung von Oberflächengewässern, sei es zur Landgewinnung, zur Energiegewinnung oder als Transportmedium für häusliche und gewerbliche Abwässer, sind natürliche Bach- und Flußsysteme zu einer immer größeren Seltenheit geworden. Gleichzeitig sind andere an Bedeutung gewinnende Funktionen eines Fließgewässers, wie die Sicherstellung von Reinwasserressourcen oder die Erhaltung einer Biotopvielfalt, zurückgedrängt worden. Im geplanten Nationalpark "Nördliche Kalkalpen" stellen naturnahe und natürliche Fließgewässer ein noch wesentliches prägendes Landschaftselement dar. Gerade das Wissen über die ökologischen Zusammenhänge in beinahe unbeeinflussten Gewässersystemen ist eine Grundnotwendigkeit für die Planung von Renaturierungs- und Schutzmaßnahmen. Ein Forschungsprogramm beschäftigt sich daher auch mit der Untersuchung dieser anthropogen noch wenig degradierten Gewässer. Der prinzipielle Anspruch dieser Studie ist es, von rein deskriptiven zu prognostizierenden Aussagen zu gelangen. Diese Forderung ist aber nur über eine interdisziplinäre und langzeitliche Untersuchung verwirklichtbar, und die Möglichkeit bietet sich im Rahmen des projektierten Forschungsschwerpunktprogrammes "Karstdynamik". Die zentralen Fragestellungen der Limnologie sind , die Auswirkungen von "Extremereignissen" wie Hochwasser, Trockenheit und Schneeschmelze auf das Ökosystem eines Gebirgsbaches aufzuzeigen, da durch solche unvorhersehbaren und selten auftretenden Ereignisse die Funktionsfähigkeit und Stabilität eines Systems definiert werden können.

Bevor ich näher auf das konkrete Projekt eingehe, möchte ich einige allgemeine, grundlegende Bemerkungen zum Verständnis eines Bachökosystems anführen.

Grundsätzlich müssen Fließgewässer, besonders jene niedriger Ordnungszahl, als integrative Bestandteile ihrer umgebenden Landschaft betrachtet werden (z.B. HYNES, 1975). Als "offene" bzw. "unvollkommene" Ökosysteme sind sie energetisch wesentlich von ihrem terrestrischen Umland abhängig (allochthone Energiebasis). Fließgewässer können somit als die "Entsorgungssysteme" ihrer Einzugsgebiete angesehen werden, wobei dem Gewässer selbst zwei Hauptfunktionen zukommen: Transport sowie Ab- und Umbau organischer Substanzen. Die Effizienz dieser Prozesse, die in der "Selbstreinigungskapazität" einen wesentlichen Ausdruck finden, ist von der Retentionskapazität des Gewässers und vom Organisationsgrad beziehungsweise der räumlichen und besonders zeitlichen Dynamik der benthalen Biozönosen bestimmt. Mehrere Modelle zum Verständnis lotischer Ökosysteme wurden im letzten Dezennium entworfen, wovon das "River Continuum Concept" (VANNOTE et al., 1980) besonders erwähnt werden soll. Dieses Konzept betrachtet die Fließgewässer als kontinuierliche Gradienten, wobei die Biozönosen, um die energetische Nutzung zu optimieren, an das größtmögliche Wahrscheinlichkeitsniveau physikalischer, geomorphologischer und hydrologischer Determinanten angepaßt sind.

Ein weiterer, häufig diskutierter und gleichzeitig auch strapazierter Begriff ist die sogenannte "Stabilität" von Ökosystemen. Im Prinzip läßt sich die Stabilität durch die Elastizität ("resilience") und die Beständigkeit ("resistance") eines Systems definieren (WEBSTER et al. 1980). Konkret ist unter diesem Terminus die Reaktion der Biozönosen auf Veränderungen (unterschiedlicher Qualität und Quantität) ihrer Umgebung zu verstehen. Hier sind besonders die Auswirkungen von Extremereignissen, sogenannten "Störungen", wie Hochwässer oder Austrocknung (gerade für Karstgewässer charakteristisch) zu erwähnen. Diese sogenannten "Störungen" sind insofern von großer Bedeutung, als durch sie immer wieder neue besiedelbare Areale geschaffen werden. Wir können daher unterschiedlichste Sukzessionsniveaus gleichzeitig auf engstem Raume finden. Diese habituelle Heterogenität trägt zu jener großen beobachtbaren Vielfalt in natürlichen Gewässern bei.

Das Gesamtprojekt ist für vorläufig fünf Jahre vorgesehen, wobei die Durchführung auf mehreren hierarchischen, sich bedingenden Ebenen notwendig ist. Eine Pilotstudie (TOCKNER et al., 1990), die möglichst viele Fließgewässer des Sengsengebirges berücksichtigte, bildete die Grundlage für die Auswahl geeigneter Testflächen und die Präzisierung genauer Fragestellungen.

Seit Mai 1991 läuft bereits ein Routineprogramm, das der deskriptiven Erfassung der Bett sedimentstruktur und der Feststellung der Komposition und Dynamik der benthalen Biozönosen dient (Tab.1). Die Untersuchung soll während des gesamten Zeitraumes, also fünf Jahre, durchgeführt werden. Am Beispiel ausgewählter Taxa unterschiedlicher Gruppen sollen die Populationsdynamik und Verteilungsstruktur aufgezeigt werden. Folgende Gruppen werden bearbeitet: Simuliidae (Kriebelmücken, Filtrierer, ), Baetidae (Eintagsfliegen, Kratzer), Rhyacophilidae und Tanyptodinae (Köcherfliegen bzw. Zuckmücken, Räuber), Limmophilidae (Köcherfliegen, Zerkleinerer) und Corynoneura (Chironomidae, Partikelfresser). Simultan dazu werden die wesentlichen abiotischen Parameter erhoben. Die Probennahme erfolgt vierzehntägig.

Zusätzliche Intensivuntersuchungen (die genaue Planung ergibt sich aus den Ergebnissen der Routineuntersuchung) dienen der Abschätzung der Auswirkungen von Hochwässern bzw. zur Feststellung von Rekolonisationsmustern in intermittierenden Abschnitten. Nach Vorlage der ersten Ergebnisse sollen gezielte freilandökologische Manipulationen zur Testung von Hypothesen durchgeführt werden. Den Endpunkt bildet die Vernetzung des Datenmaterials aller mitarbeitenden Arbeitsgruppen, die Darstellung der kausalen Zusammenhänge und die Entwicklung eines Modells.

Dieses Konzept stellt jedoch kein starres Rahmengerüst dar, weil durch den laufenden Erkenntnisgewinn Änderungen in der Konzeption notwendig werden können.

Als Untersuchungsareal wurde der Oberlauf des "Hinteren Rettenbaches" (sowie sein wichtigster Zubringer, der "Fischbach") ausgewählt (Abb.1). Das Testareal liegt außerhalb von Siedlungsgebieten und stellt aufgrund einer kleinräumigen Vielfalt unterschiedlicher Gewässerabschnitte, wo ähnliche Phänomene auf verschieden strukturierte Systeme wirken, ein repräsentatives Untersuchungsgebiet für ökologische Dauerbeobachtungen dar. Die insgesamt sechs Testflächen (Abb.1, Tab.2), die permanent untersucht werden, wurden empirisch ausgewählt, da noch nicht genügend Datenmaterial zu ihrer genauen Charakterisierung vorliegt. Sie sind jedoch durch ihre unterschiedliche Hydrographie, ihren Chemismus und ihre verschiedenartige jahreszeitliche Variation (z.B. der Temperatur, Abb.3) bestimmt. Eine genaue Quantifizierung wird erst nach ausreichenden Beobachtungsreihen möglich sein. Die einzelnen Testflächen wurden

mit einem imaginären Grid überzogen, um eine genaue Kartierung der Testareale (bei unterschiedlichem Durchfluß) und eine exakte Positionierung der einzelnen Probenpunkte zu ermöglichen. Eine Erfassung der Einzugsgebiete (zumindest der orographischen) wird zur Zeit durchgeführt.

Die quantitative Beprobung von Hartsubstraten stellt noch immer eines der größten methodischen Probleme dar. Zwar wurde mit der Entwicklung der Freezing-Core-Methodik (mit Elektrostationierung, BRETSCSKO & KLEMENS, 1986) eine genaue Erfassung der Bettsedimente möglich, doch aufgrund des großen arbeitstechnischen und somit finanziellen Aufwandes ist diese Methodik für ein so intensives Untersuchungsprogramm nicht verwendbar. Doch gerade die Bettsedimente stellen in ihrer vertikalen Ausdehnung das wesentliche Habitat und einen wichtigen Refugialbereich für die Biozöosen dar. Daher wird diese Methodik nur gezielt, zur Beschreibung der vertikalen und horizontalen Verteilung der Korngrößen, der organischen Substanzen und der benthischen Organismen eingesetzt. Für die routinemäßige Abschätzung der Verteilungsmuster der untersuchten Makrozoobenthosorganismen und für die Erfassung ihrer Dynamik gelangt ein modifizierter "Hess-Sampler" zur Anwendung. Dieses Probengerät erlaubt eine quantitative Aufsammlung, die vertikale Einnischung der Organismen kann damit jedoch nicht aufgezeigt werden. Zur Beschreibung der Phänologie und zur Absicherung der Larvaltaxonomie wird zeitweise eine Lichtfalle betrieben. Gleichzeitig werden je Probenstermin die Oberflächenheterogenität, die Strömungsgeschwindigkeit, die Wassertiefe, der Anteil an CPOM (coarse particulate organic matter) und der sedimentnahe hydraulische Streß erfaßt ("FST-hemispheres"). Zusätzlich werden die wichtigsten chemisch-physikalischen Parameter je Probenstermin und Testfläche gemessen. Die Installierung mehrerer Pegellatten unterstützt die notwendige hydrographische Charakterisierung des Gewässernetzes.

Die ersten Ergebnisse zeigen, daß die beiden Hauptgewässer, Hinterer Rettenbach und Fischbach, unterschiedliche hydrologische Regimes aufweisen. Es gibt keine Korrelation zwischen den Pegelwegen der beiden Gewässer, da sie unterschiedlich auf Niederschlagsereignisse reagieren (unveröff. Daten). Gleichzeitig unterscheiden sich die beiden Gewässer hinsichtlich ihrer chemisch-physikalischen Parameter deutlich. Im Profil 5 zeigt sich die wechselnde Intensität der Einmischung (Abb.3), sodaß gerade dieses Areal von einer äußerst großen Variabilität gekennzeichnet ist. Am Beispiel der Eintagsfliegen (Epheme-

ropteren) läßt sich diese Unterschiedlichkeit (auch im Vergleich zu anderen Bächen im Bereich "Sengsengebirge") klar verdeutlichen (Abb.4). Die Profile 5 und 6 (Abb.4, Ha, Hb) unterscheiden sich trotz der räumlichen Nähe teils stärker voneinander als entferntere Bäche.

Zusammenfassend ergeben sich aus dem hier notwendigerweise sehr kurz und allgemein dargestellten Konzept folgende Zielvorstellungen:

- Darstellung der longitudinalen Entwicklung der benthalen Biozöosen, ihrer Dynamik und ihrer unterschiedlichen Reaktion auf Fluktuationen der wesentlichen abiotischen Parameter;
- Bedeutung von intermittierenden Bachabschnitten (die für Karstgewässer charakteristisch sind) für das Gesamtökosystem;
- Welche Bedeutung haben Extremereignisse wie Hochwässer oder Schneeschmelze für die Stabilität des Ökosystems?
- Versuch einer Vernetzung der Daten des Bachökosystems und seines Einzugsgebietes;

Die berechtigten Ansprüche an die Forschung, nämlich die Suche nach kausalen und ganzheitlichen Zusammenhängen und die Prognostik zukünftiger Entwicklungen, sind daher nur über langzeitliche interdisziplinäre Untersuchungsreihen erfüllbar. Das projektierte "Karstdynamikprogramm" könnte dazu einen wesentlichen Beitrag liefern.

#### LITERATUR:

BRETSCHKO, G., KLEMENS, W.(1986): Quantitative methods and aspects in the study of interstitial fauna of running waters. *Stygologia* 2(4): 297-316.

HYNES, H.B.N.(1975): The stream and its valley. *Verh.Internat. Verein.Limnol.* 19: 1-15.

TOCKNER, K., STEINER, K., SCHMID-ARAYA, J.M., SCHMID, P.E. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchung ausgewählter Fließgewässer des Sengsengebirges. Unveröff.Bericht. 35pp.



WEBSTER, J.R., WAIDE, J.B., PATTEN, B.C. (1975): Nutrient cycling and stability of ecosystems. In: F.G.Howell, J.B. Gentry, M.H.Smith (eds.): Mineral cycling in Southeastern ecosystems. ERDA Symposia series, Wahington D.C.

VANNOTE,R.L., CUMMINS, K., SEDELL, J.R., CUSHING, C.E. (1980): The River Continuum Concept. Can.J.Fish.Aquat.Sci.37: 130-137.

<i>ABIOTISCHE PARAMETER</i>	<i>BIOTISCHE PARAMETER</i>
Strömungsgeschwindigkeit	Artenzusammensetzung
Wassertiefe	räumliche Verteilung
hydraulischer Stress	zeitliche Dynamik
Durchfluß	Phänologie
Korngrößenverteilung	Diversität & Äquität
Oberflächenheterogenität	Biomasse & Produktion
POM	Kommunitätsindeces
Schwebstofffracht	Nischenstruktur
physikalisch-chemische Parameter	Stabilität

Tab.1: Auflistung der wesentlichen biotischen und abiotischen Parameter, die an den einzelnen Testflächen erfasst werden (siehe auch Tab.2).

<i>TESTFLÄCHE</i>	<i>OZ</i>	<i>VG</i>	<i>SH (m)</i>	<i>ENTF (m)</i>	<i>pH*</i>	<i>LP*</i>
1	1(3)	9	720	1100	8.3	241
2	1(3)	12	700	1900	8.4	245
3	1(3)	16	660	2200	8.4	244
4	1(3)	19	615	2450	8.0	244
5	2(3)	23	610	2550	8.0	154
6	2(4)	25	600	2650	8.1	164

Tab.2: Kurzcharakteristik der einzelnen Testflächen. OZ: Ordnungszahl (mit Berücksichtigung der ephemeren Bachläufe); VG: Verknüpfungsgrad (Anzahl der Gewässer mit OZ:1 im Einzugsgebiet); SH:Seehöhe; ENTF: Entfernung von der Quelle (variierend), \*: Messdatum: 19.6.1991

△  
1963

△  
1903

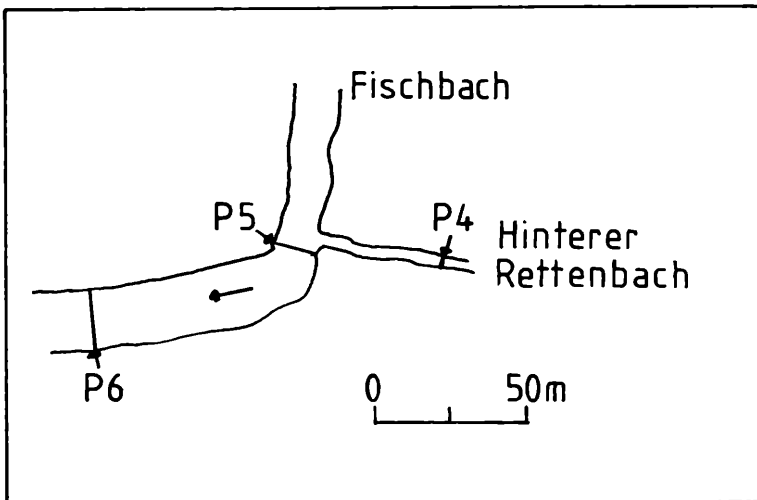
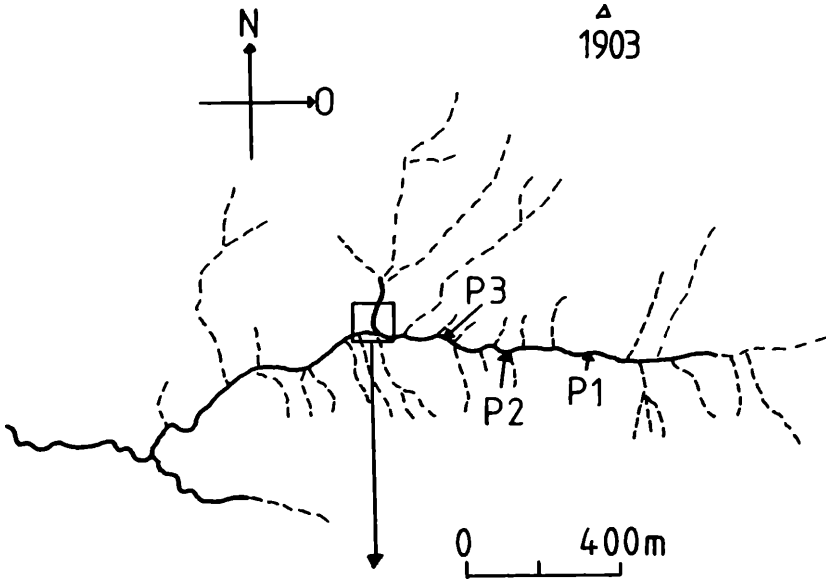


Abb.1: Untersuchungsgebiet und die Positionierung der einzelnen Probenareale (P1-P6). An den Probenstellen P1, P4, P6 und ca. 1km flußabwärts von P6 sind Pegellatten angebracht (P2-P4 repräsentieren intermittierende Bachabschnitte).

# PROFIL 5

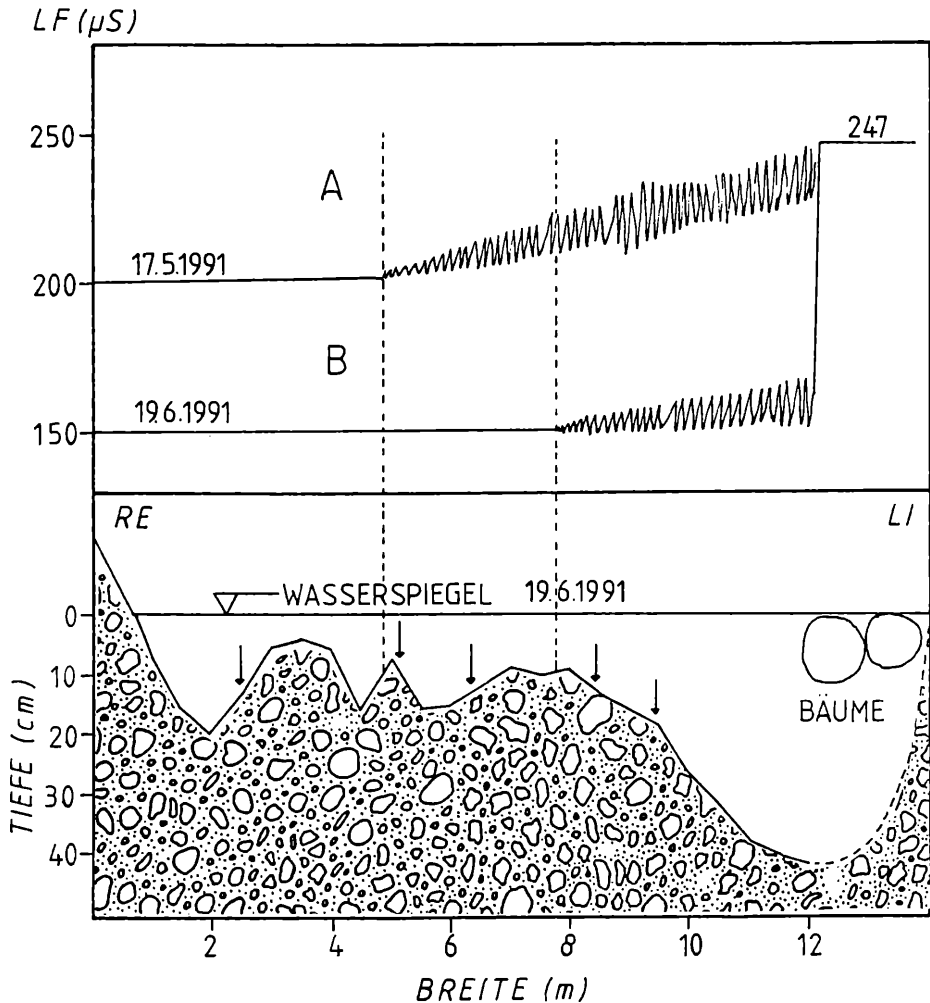


Abb.2: Profil 5 (vgl. Abb.1): Zusammenfluß von Fischbach und Hinterer Rettenbach. Die Einmischung wird anhand der Verteilung der Leitfähigkeit (LF) aufgezeigt (17.5.1991: Pegel:27cm; 19.6.1991: Pegel:7cm). Die Leitfähigkeit wurde im Sekundenintervall (Meßzeit je Meßpunkt: 20sec) abgelesen. Die Oszillationen zeigen die unterschiedliche Herkunft der vorbeidriften Wasserpakete. (LF: 247, Leitfähigkeit der Probenstelle 4) Tiefenprofil des Probenareals (10-fach überhöht; Pfeile markieren die Probenpunkte der Aufsammlung vom 19.6.1991).

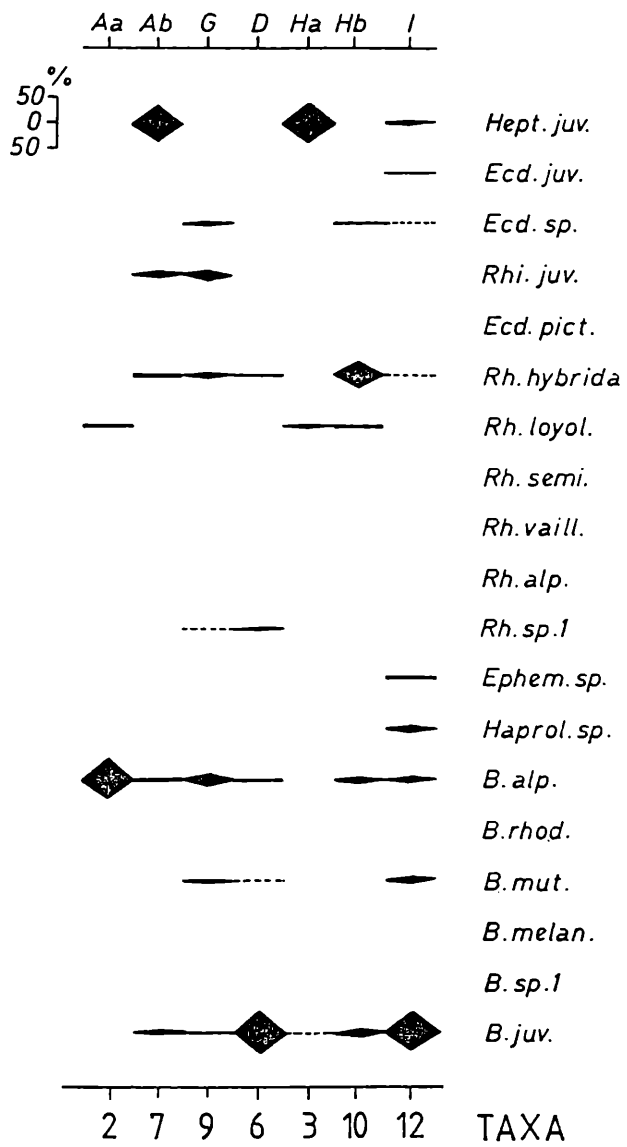


Abb.3: Box-and-Whisker-Plot (Maximum, Minimum, Quartalwerte und Median) zur Darstellung der Variation der Temperatur (°C) und der Leitfähigkeit innerhalb der jeweiligen Probenareale (Meßzeit: Mai und Juni 1991).

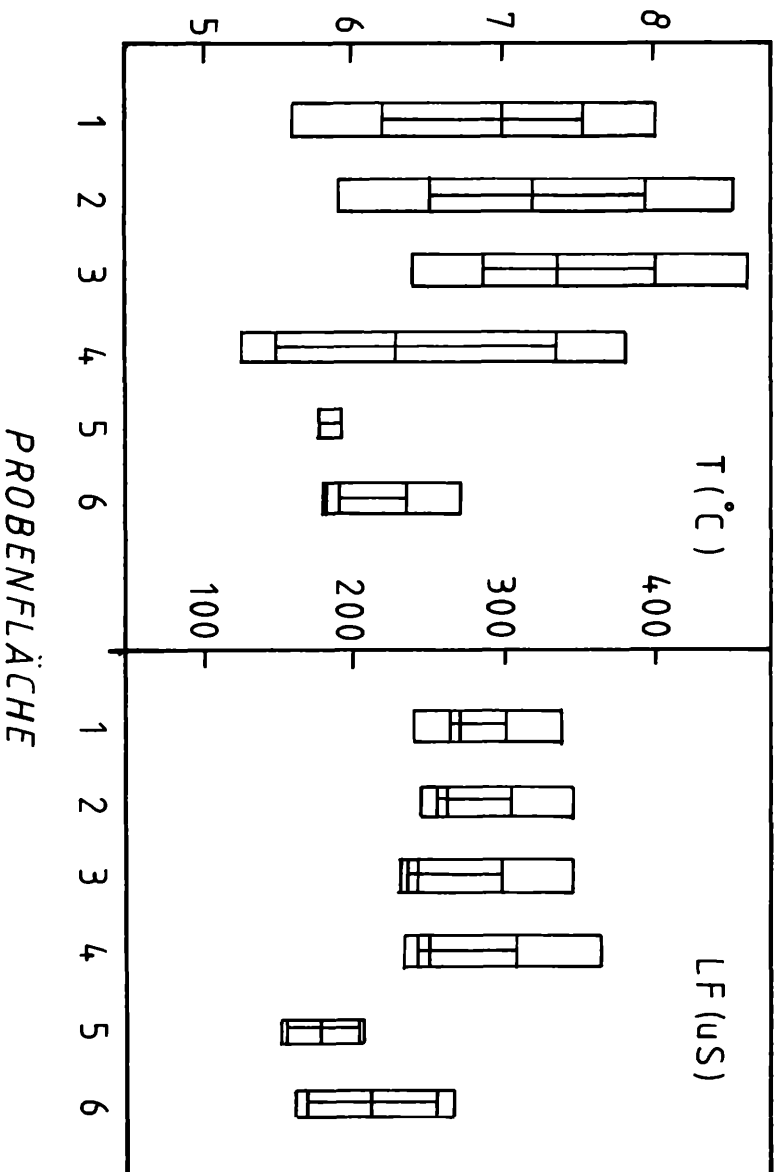


Abb.4: Relative Verteilung der Eintagsfliegen (Ephemeropteren) in ausgewählten Gewässern des Gesamtuntersuchungsgebietes "Sengsengebirge". (Aa:Blöttenbach, intermittierender Abschnitt; Ab:Blöttenbach, perennierender Abschnitt; G:Nicklbach; D:Urlachbach, intermittierender Bachbereich; Ha:Hinterer Rettenbach, Profil 5; Hb:Hint.Rettenbach, Profil 6; I:Effertsbach; (n=4, Daten und taxonomische Bezeichnungen: TOCKNER et al., 1990)).

## RAUMORDNUNGSPROBLEME IM KARST

von Heidrun WANKIEWICZ (Salzburg)

### 1. Einleitung

Nicht zuletzt aufgrund der akuten Gefährdung der alpinen Ökosysteme haben sich nationale und internationale Schutzorganisationen gebildet. Der Schutz der Karstgebiete Mitteleuropas kann nur als komplexe Strategie erfolgen, muß folglich als raumordnerisches Thema untersucht und behandelt werden. Die alpine Raumordnung hat bisher jedoch nicht existiert oder versagt. Es ist heute noch nicht absehbar, welche fatale mittel- und langfristige Folgen diese Fehlentwicklung hat.

Es ist klar, daß dadurch die alpine Landschaft und die Stabilität des Ökosystems, letztendlich wohl noch vieles mehr, zieht man den Schutz der Reinwasserreserven in Karstgebieten noch mit in Betracht, auf der Strecke bleiben.

In der Folge möchte ich die bisherige "Naturschutzpraxis" kritisieren und dieser eine Strategie der Überzeugung und der offensiven alpinen Raumordnung gegenüberstellen, wie sie im Nationalpark Kalkalpen derzeit betrieben wird. Das Forschungsprogramm und einige ausgewählte Projekte für diese offensive Planungspraxis in den Kalkalpen sollen die Thesen konkretisieren und veranschaulichen.

### 2. Planungsphilosophien

"Gewinnen statt Siegen" - dieses Motto des modernen Managements und der Kommunikationspsychologie gilt auch und besonders für den Nationalpark Kalkalpen.

Der Kalkül des "Siegers" geht von dem Ansatz aus, daß Natur-

schutz und Raumordnung - ich verwende die Begriffe synonym, da sie einander bedingen - ihren Kampf fürs "Gute" in einer "bösen" Welt aufnehmen müßten; in der Front des "Bösen" stehen unter anderem der "ausbeuterische Mensch", der "böse Markt", der Kapitalismus als Nutzungssystem. Sozusagen raumordnerische "Kriegsziele" wären dann unter anderem die "heile Natur" und die "harmonische Weltordnung". Naturschützerischer Idealismus kämpft gegen kapitalistischen Egoismus.

Mit legislativen "Zähnen" und öffentlichem Druck werden letzte Reste intakter und ungestörter Natur aus den "Krallen" des Kapitalismus gerissen, Raumordnung und Naturschutz kämpfen mit dem Rücken zur Wand gegen Einzel- und Gruppeninteressen (=Siegen). Übrig bleiben Reservate, Natur hinter Gittern; und der Rest, das nicht geschützte Gebiet, wird umso stärker genutzt und devastiert.

Diese Art des Naturschutzes ist defensiv und durch Verbote und Gebote gekennzeichnet. Es ist verboten, Blumen zu pflücken, vom Weg abzukommen, Feuchtbiotope trockenzulegen,.....Auch das Naturschutzgesetz und die Nationalparkgesetze sind voll von solchen Verboten und Listen.

Anders die Planungsphilosophie des Gewinnens: Der Ansatz des "Gewinners" sieht Natur als etwas dem Menschen nicht Entgegengesetztes, Fremdes, Quasiheiliges und akzeptiert, daß "Leben" immer auch heißt "Interessen haben". Nach dem Motto "auch wir sind Natur" könne es darum für Naturschutz und Raumordnung nicht einfach darum gehen, "Natur" aus der menschlichen Lebenswelt klinisch auszusondern. Raumordnung und Naturschutz anerkennen vielmehr die Einbindung ihres Anliegens in einen Marktmechanismus und betreiben Interessenslenkung und Interessensausgleich (=Gewinnen). Diese Art des Natur- und Umweltschutzes ist offensiv und strebt nach

- Sicherung der noch ungenutzten Gebiete
- Rücknahme von Nutzungen in gefährdeten und sensiblen Ökosystemen
- Trennung der Raumnutzungsansprüche des Menschen (unversehrte Natur, Alm, Wald, Wild, Tourismus) von jenen des Naturhaushaltes
- Raumsanierung in Zusammenarbeit mit den Betroffenen
- Stabilisierung verschiedener Nutzungen auf einem umwelt- und sozialverträglichen Niveau
- Strategien der Konfliktminderung

Dies gilt in besonderem Maße für mitteleuropäische Nationalparks, deren einer der Nationalpark Kalkalpen werden soll: in einem von Interessen durchtränkten Gebiet besteht nur die Möglichkeit, sich auf die Gipfelregionen zu beschränken (das wäre - zaghafte! - Siegmentalität) oder einen Interessensausgleich anzustreben.

Setzen wir also die etwas provokante These: Nationalparks sind in erster Linie für den Menschen da.

Aus diesen Gründen verfolgt der Planungsstab des Nationalparks Kalkalpen diese Strategie des Interessensausgleiches und der offensiven Naturschutz- und Regionalplanung - natürlich gekoppelt mit dem "legistischen Korsett" des Nationalparkgesetzes, das die Unversehrtheit der Kernzonen garantiert. Das Forschungsprogramm des Nationalparks Kalkalpen ergänzt den "de jure-Schutz" um den "de facto-Schutz".

### 3. Forschungsprogramm im Nationalpark Kalkalpen

Das Forschungsprogramm des Nationalparks Kalkalpen widmet sich der problemorientierten, angewandten Forschung. Der Fachbereich 3, den die Autorin zu koordinieren hat, betrifft die Umsetzung der Schutzziele der Nationalparkidee in die örtliche und regionale Realität. Zahlreiche Projekte sind daher eher dem Bereich der unmittelbaren Planung zuzurechnen als der Grundlagenforschung.

Das Forschungsprogramm hat folgende Ziele:

- a) Es gilt zu erfassen, welche Raumnutzungsansprüche derzeit bestehen und welche Folgen sie für das Wirtschafts- und Ökosystem haben, und das nicht nur in der Kern- und Außenzone.
- b) Es gilt zu überlegen, mit welchen Strategien hier Interessenslenkung und -ausgleich bzw. Gegensteuerung zu erreichen wäre (bis hin zu betriebswirtschaftlichen Konzepten und Werbestrategien).
- c) Es gilt schließlich, das Projekt Nationalpark mit den lokalen und regionalen Entwicklungszielen abzustimmen und letztlich eine Akzeptanz und Mitentwicklung des Projektes in der Region zu gewährleisten.



Die Forschungsprojekte im Nationalpark Kalkalpen sind daher der Erhebung der bestehenden Raumnutzungsansprüche gewidmet wie z.B.:

- Technische Infrastruktur: Lifte, Seilbahnen, Leitungsnetz, Energieversorgung, Wasserversorgung, Müll- und Abwasserentsorgung
- Verkehrs- und Wegenetz: Wanderwege, Fußwege, Schirouten, Almwege, Forstwege; Verteiler und Zubringer (Straßen, Bahnen, öffentlicher Verkehr, Talschlußwege, Wandertaxi etc.)
- Nutzungen und Rechtsbestände: Alm, Forst, Jagd, Tourismus

Die Forschungsprojekte sind weiters konkret auf die Umsetzung bzw. auf die oben postulierte Interessenslenkung orientiert:

- Lenkung der Besucherströme in Verbindung mit regionalen Verkehrskonzepten (Barrierensystem)
- Bildungskonzept mit dezentralen Informationseinrichtungen für den Nationalparkbesucher und mit starker Betonung der Bedürfnisse in der Region
- integrierte Ver- und Entsorgungskonzepte für Hütten und Zielpunkte
- mehrdimensionale Nutzung von Almen als Wirtschaftsbetriebe, Bildungszentrum, Tourismusziel und Versuchsflächen für ökologisch verträgliche Bewirtschaftung.
- Betriebswirtschaftliche Konzepte für Hütten, die mit geringen Investitionen eine hohe Auslastung und Wertschöpfung erreichen.

#### 4. Raumordnungsprobleme im Karst: Beispiele

Ich greife hier ein zentrales Problem aller Nationalparks heraus, nämlich die Bewältigung des Besucherandrangs. Das Dilemma der Nationalparkerrichter, zwischen Schutzzweck und Bildungsauftrag (letzterer verbindet sich meist mit den durchaus berechtigten Erwartungen der Einheimischen auf einen ökonomischen touristischen Impuls) einen gangbaren Weg zu finden,

ist groß. Der Grundsatz jeder Nutzung im Nationalparkgebiet muß deren Unterordnung unter die Erfordernisse des Naturraumes sein!

Die Erhebungen im ersten Forschungsjahr zeigen, daß innerhalb des Nationalparkgebietes differenziert vorgegangen werden muß. Auffällig ist eine ungleiche Nutzungsintensität des alpinen Raumes. Während die Haller Mauern, der Bosruck und das Tote Gebirge traditionell bereits starkem touristischen Druck ausgesetzt sind (Wege, Hütten, Frequenzen), herrscht im Reichraminger Hintergebirge ein deutlich geringerer Nutzungsdruck, mit gebietsweise jedoch starker Intensität. Ein Beispiel ist die äußerst starke Frequenz am Wochenende im Bereich Reichraming-Große Klause.

Diese unterschiedlichen Intensitäten spiegeln sich auch in der Wegedichte, in der Zahl der bewirtschafteten Schutz- und Almhütten wider.

Unterschiedlich sind auch die Erreichbarkeiten und damit die Besucherfrequenzen. Wurzeralmstandseilbahn, Pyhrnpaßstraße, HÖßstraße und -seilbahn sowie zahlreiche mit Auto erreichbare Attraktionen (z.B. Vogelsang Klamm, Gleinker See u.a.) bedingen eine äußerst starke Frequenz, die natürlich in den Schigebieten im Winter am höchsten ist. Obwohl die Transportleistung im Pyhrn-Priel Gebiet bei lediglich einem Drittel der Kapazität in den Radstädter Tauern liegt, ist diese doppelt so hoch als für einen gut ausgestatteten Wintersportort nötig wäre.

Beinahe alle Projekte des Forschungsbereiches 3 betreffen dieses "heiße Eisen" jeder Nationalparkplanung.

Die inhaltlichen Ziele des Forschungsprogrammes sind:

- aktive Raumsanierung aufgrund der Kenntnis der naturräumlichen Grundlagen und Systemzusammenhänge.
- Naturraumbewertung auf der Basis der naturräumlichen Forschung (sensible Lebensräume, besonders schützenswerte Bereiche).
- frühzeitige Verhinderung bzw. Eindämmung von Massenzuströmen in den Kernzonen, sofern solche bereits bestehen.
- Unterbindung des sich aufschaukelnden Ausbaues von Kanalan-schluß - Ausbau der Hütte zum Alpinzentrum - höhere Auslas-

- tung - bessere Ausstattung (z.B. Duschen) - höherer Wasserverbrauch - Investitionen für die Wasserversorgung - mehr Touristen, mehr Hütten, mehr Alpin-Hotels.....
- Entwicklung eines Konzeptes für eine geordnete Abwasserentsorgung im Karstgebiet, Anwendung integrierter Modelle - nach einer Probephase - im gesamten Nationalparkgebiet. Unter Umständen können sich Sanierungen als unmöglich erweisen; dies hieße in Einzelfällen, daß bestehende Infrastruktur (Wege, unter Umständen auch nicht sanierbare Hütten) aufgegeben werden lassen oder verlegt werden müssen.
  - keine grundsätzliche Förderung des Besucherandranges (Werbung etc.); die Angebote in Talnähe sollten derart attraktiv sein, daß ein Vordringen in die "Heiligen Haine der Kernzone" von der Mehrzahl der Besucher gar nicht mehr gewünscht wird. Die Erfahrungen in anderen mitteleuropäischen Nationalparks bestätigen dies.

#### Einige Projekte als Beispiel:

Das Institut für angewandte Umwelterziehung - IFAU arbeitet über die "Lenkung der Besucherströme". Neben einer Bestandsaufnahme der Wanderwege, Schirouten und Radwege im Kern- und Außenzonebereich wurden mittels Expertenbefragung sensible Lebensräume (Wildestände, sensible Biotope etc.) erstmals umgrenzt. Die Lokalisierung dieser Bereiche wird in den nächsten Jahren noch - unterstützt von den Fachbereichen Vegetation-Biologie-Boden und Karstdynamik - genauer differenziert. Ein vorläufiger Kriterienkatalog für eine nationalpark-konforme Besucherlenkung bietet die Diskussionsbasis für eine Lenkung durch Überzeugung. In diesem Jahr wird die "Knochenarbeit", nämlich die Betroffenen (Bergführer, Sportveranstalter, Alpinvereine, Hüttenwirte etc.) zu gewinnen, durchgeführt. Hier muß auch die Frage der Wegfreiheit diskutiert werden.

Die meistversprechende Strategie ist jene des Lenkens durch Anreize und durch attraktive Angebote bzw. durch Rückbau von Wanderwegen in Bereichen, deren Begehung unerwünscht ist.

Die Informationsvermittlung wird besonders kritisch untersucht werden müssen: sowohl die Herstellung von Prospekten und Gebietskarten wie auch die Aufklärung über den Sinn von Beschränkungen sind nötig.

Darauf ist das Hütten- und Wegekonzept (SCHÖN) abgestimmt. Hier

wurden quantitative und qualitative Parameter von 12 Zielpunkten im Nationalpark (Schutzhütten, Biwaks, Almen) erfaßt. Neben der Frequenz (täglich, jährlich, Spitzenbelastung) und der Erreichbarkeit wurde vor allem die Betriebsführung analysiert, und zwar die Ausstattung mit technischer Infrastruktur (Energieversorgung und Verbrauch, Wasserversorgung und Verbrauch), das Angebot für den Gast (Bettenzahl und Komfort, Speisenangebot), die Versorgung der Hütten (Weg, Seilbahn; Qualität der Versorgung wie z.B. Art der verwendeten Grundstoffe/Verpackungen - Gastronomiepackungen). Weiters wurde die Müllentsorgung untersucht (Angebot an Abfallkörben, Mülltrennung).

Die Entsorgungssituation im Kalkalpengebiet ist besonders brisant; dazu gehört neben der katastrophalen Abwassersituation auch die Versorgungssituation (Energie und Verbrauchsgüter) und die Müllproblematik.

Ein eigenes Projekt (SPERRER) widmet sich dem Abwasserproblem im Karstgebiet. Die derzeit völlig unbefriedigende Situation sollte durch Pilotprojekte verbessert, langfristige Raumsanierungen durchgeführt werden. Das Ziel ist in jedem Fall eine integrierte Ver- und Entsorgung, die die Problemstoffe im alpinen Raum auf ein bewältigbares Maß in Qualität und Quantität reduziert.

Projekte im Nationalparkvorfeld:

Der Nationalpark endet jedoch nicht an den Grenzen der Verordnung. Die Besucher registrieren wohl eher den Begriff der "Nationalparkgemeinde" als sie eine Gebietsabgrenzung im Gelände wahrnehmen.

Das Projekt Nationalpark Kalkalpen umfaßt daher auch die "NATIONALPARKREGION", das sind also jene Gemeinden, die Anteil am Nationalpark haben, und dazwischen liegende Gemeinden. Neu am Projekt Nationalpark Kalkalpen ist, daß auch angrenzende Gemeinden, die in engem kulturellen und ökonomischen Austausch mit den Nationalparkgemeinden stehen, sowie Gemeinden, die bereits Vorleistungen in Richtung einer umfassenden Gemeinde- und Regionalentwicklung geleistet haben, mit in die Region aufgenommen werden.

Damit trägt das Forschungskonzept dem Ziel Rechnung, keine Natur hinter Gittern zu errichten, sondern die Errichtung des

Nationalparks als umfassendes Raumordnungsprojekt zu betrachten, das eine komplexe Strategie der Regionalentwicklung in einem sogenannten "entwicklungsschwachen Gebiet" darstellt. Denn im Nationalparkvorfeld muß viel mehr Planungs- und Überzeugungsarbeit geleistet werden als in der Kernzone selbst.

Als Nationalparkgemeinde mit Eigenleistung ist hier insbesondere die Dorferneuerungsgemeinde Steinbach an der Steyr zu nennen. Sie setzt starke Impulse für eine kreislauforientierte Regionalentwicklung und schafft eine neue Dimension des sanften Tourismus - nämlich den Dorferneuerungstourismus. Wir wünschen uns viele Steinbachs in der Nationalparkregion. Denn die Qualität des Schutzes der Kalkalpen wird in der Nationalparkregion entschieden. Hier müssen attraktive Angebote für touristische Nutzer entwickelt und eingerichtet werden, die den Löwenanteil der Besucher soweit befriedigen, daß ein Vordringen in die Kernzone nicht mehr von Interesse ist. In der Nationalparkregion müssen Bildungs- und Informationseinrichtungen angeboten werden, die für die Bewohner attraktiv sind und die Akzeptanz des Projektes erhöhen, indem sie die Auseinandersetzung mit der örtlichen und regionalen Kultur ermöglichen.

Das Bildungskonzept (IFAU) sieht diese Mehrgleisigkeit vor: Grundsätzlich ist die Konzeption auf dezentrale, kleine Bildungsstätten orientiert, die den örtlichen Bezug betonen. Ein großes Zentrum sollte im bereits stark genutzten Windischgarstner Raum das Angebot für die "Massen" bieten, im Ennstal wird der Schwerpunkt auf Bildungsangeboten für die Region liegen.

Eine Detailerhebung in Unterlaussa (Gemeinde Weyer Land) erarbeitet mit den Einwohnern Materialien und Lebensbilder, die in eine "Ausstellung" münden werden (SCHRUTKA). Der Bildungsauftrag des Nationalparks Kalkalpen wirkt am unmittelbarsten, wenn die kulturelle Dimension des Naturschutzprojektes "Nationalpark" ausgestaltet wird. Hier ist die enge Zusammenarbeit mit dem kulturellen Projekt "Eisenstraße" möglich.

Ein regionales Verkehrskonzept untersucht die Erreichbarkeit der Gemeinden und Zielpunkte in der Nationalparkregion mit öffentlichem Verkehrsmittel, Fahrrad, Taxi und Auto. Dabei werden Netzverdichtungen, Tarifzusammenschlüsse und Verkehrsverbundsysteme vorgeschlagen. Es geht dabei nicht nur um die Besucherlenkung in der Nationalparkregion, sondern auch um die Anreise der Feriengäste (Zugsverbindungen und Verteileranschlüsse) und um die Verbesserung der Situation der Schul-,

Arbeits- und Einkaufspendler. Ergänzt wird das Projekt durch ein Immissionsausbreitungsmodell, das die derzeitige Umweltbelastung abschätzen läßt. Darauf bauen Prognosen unter verschiedenen Szenarien auf, z.B. Verkehrs- und Geschwindigkeitszuwächse, bedingt durch den Ausbau von Streckenabschnitten. Eine Zusammenarbeit mit der Hintergrundmeßstation ist vorgesehen.

Die Projekte Raumordnung in der Nationalparkregion (Wankiewicz), Almwirtschaft (Stummer), Landwirtschaft (SPES), und Regionalökonomie (BFI) widmen sich schwerpunktmäßig der Schnittstelle zwischen Kernzone, Außenzone und Region. Hier werden umfassende Bestandsaufnahmen geleistet, die als Basis für Betriebskonzepte, Ortsplanungen und Sachbereichsplanungen dienen werden.

Der Schutz des Kalkalpengebietes im oberösterreichisch-steirischen Grenzgebiet kann nicht durch einen "SIEG" über die Interessenten und Bewohner der Region gelingen, sondern lediglich, indem man diese für das umfassende Projekt Nationalpark Kalkalpen in der Region "GEWINNT".

So bekommt auch die These: "Nationalparks sind in erster Linie für den Menschen da" ihre Aktualität, wenn nämlich in dieser Region raumordnerische Modelle entstehen, die für weite Teile des alpinen Raumes Anwendung finden können.

## 5. Literatur:

BIFAU (Institut für angewandte Umwelterziehung), 1990: Bildungskonzept für den Nationalpark Kalkalpen. Teil 1. Steyr.

BIFAU (1990): Lenkung der Besucherströme im Nationalpark Kalkalpen. Teil 1. Steyr.

KOCH, H. (1990): Verkehrskonzept. Teil I: Problemanalyse. Gmunden.

BFI (Berufsförderungsinstitut) Linz (1990): Die ökonomischen Auswirkungen des Nationalparks Kalkalpen. Linz.

STUMMER, J. (1990): Konzept über die Bewirtschaftung der Almen im Nationalpark Kalkalpen. Teil 1: Bestandserhebung. Windischgarsten.

SPERRER, J. (1990): Abwasserentsorgung für die Hütten im Nationalpark Kalkalpen. Steinakirchen.

SCHÖN, B. (1990): Hütten- und Wegekonzept im Nationalpark-Ostteil. Steyr.

SCHRUTKA-RECHTENSTAMM, H. (1990): Status quo-Erhebung von Alltagskultur und Sozialgeschichte in Unterlaussa. Teil I. Bonn-St. Gallen/Steiermark.

Institut für Geographie Salzburg (Weingartner) (1991): Almseminar Reichraminger Hintergebirge/Ebenforst Alm. Salzburg.

WANKIEWICZ, H. (1990): Schwerpunktanalyse in den Gemeinden der Nationalparkregion. Salzburg.

#### 6. laufende Projekte 1991 (unveröffentlicht):

Institut für Geographie, Wien (N. Weixelbaumer) 1991: Qualitative Analyse zur Raumwahrnehmung der Nationalpark-Region Kalkalpen. Wien.

J. LUEGER: Nationalpark und Gefahrenzonen am Beispiel Spital/Pyhrn: Vorstudie zu einem Pilotprojekt. St. Leonhard/Forst.

F. REITERER: Erhebung sensibler Lebensräume im Sengsen- und Reichraminger Hintergebirge durch Befragung der örtlichen Jagd- und Forstorgane. Micheldorf.

REITERER, F., FORSTNER, W.: Pilotstudie zur Schutzwaldsanierung im Nationalpark Kalkalpen. Micheldorf. Arbesbach.

FORSTNER, W.: Wildschadenkartierung und Lebensraumbewertung der Schalenwildarten im Sengsen- und Reichraminger Hintergebirge.

H. ZEILER/R. PARZ-GOLLNER, M. PRELEUTHNER: Wildökologische Bestandsaufnahme, Analyse und Bewertung der Schalenwildbewirtschaftung im Sengsen- und Reichraminger Hintergebirge. Wien.

Umsetzung und Fortsetzung der Projekte Almwirtschaft, Abwasserentsorgung, Bildungskonzept, Besucherlenkungskonzept, Verkehr, Alltagskultur und Abwasserentsorgung.

## KONZEPTE ZUR ABWASSERBEHANDLUNG IM KARSTGEBIET

von Josef SPERRER (Steinakirchen)

Vor über hundert Jahren begannen verschiedene alpine Vereine den Ostalpenraum durch Hütten und Wege zu erschließen. Sie waren damit die führenden Wegbereiter des Fremdenverkehrs in den Alpen Österreichs. Der Slogan der österreichischen Fremdenverkehrswerbung vom "Wanderbaren Österreich" in den frühen 80er-Jahren wäre ohne die rund 760 Hütten dieser Vereine undenkbar gewesen.

Der ungeheure Aufschwung des Alpentourismus in den vergangenen Jahrzehnten brachte für die Hüttenbesitzer vielfältige Probleme mit sich. Die umweltfreundliche Ver- und Entsorgung der Hütten bei dem derzeitigen Besucheransturm stellt heute oftmals ein schwieriges Problem dar. Der Wunsch, in den Schutzhütten den üblichen Gaststättenkomfort zu bieten, hat die Umweltprobleme noch weiter verstärkt.

Heute ist man sich bewußt, daß jede Hütte die äußerst sensible Hochgebirgsökologie beeinträchtigt. Die Forderung, die Schutzhütten einfach und bescheiden zu halten, wird allgemein akzeptiert. Sogar ein gewisser Rückbau würde in berechtigten Fällen nicht mehr auf Ablehnung stoßen.

Vielleicht wird in absehbarer Zukunft jeder Besucher seine Abfälle mit ins Tal nehmen, die Frage der Abwasserentsorgung wird aber auch in einfachst ausgerüsteten Hütten nicht umgangen werden können.

Als vor etwa 10 Jahren die Lösung des Abwasserproblems im Hochgebirge immer dringlicher wurde, gab es noch keine Fachleute, die sich ernsthaft mit dem Gewässerschutz in alpinen Lagen befaßt hatten. Weder Amtssachverständige noch Ziviltechniker konnten konkret sagen, wie eine technisch und auch wirtschaftlich vertretbare Abwasserreinigung im Hochgebirge aussehen sollte. Die drei Möglichkeiten: Errichtung von Abwasserkanälen,



Gefäßtransport ins Tal sowie eine Behandlung der Abwässer vor Ort und anschließende Einleitung in einen Vorfluter bzw. Versickerung stehen prinzipiell zur Auswahl.

Die Ableitung der Abwässer ins Tal wird derzeit von den zuständigen Sachverständigen favorisiert. Dies dürfte jedoch in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß die Beurteilung der Varianten von lediglich mit der Abwasserfrage befaßten Personen durchgeführt wird. Und aus deren Sicht scheint das Problem mit der Einleitung in einen Kanal gelöst.

Schon bei der Analyse der Forderungen, wie ein solcher Ableitungsstrang zu errichten wäre, treten die technischen Probleme, neben den immens hohen Kosten, zutage.

Um die Rohre vor Steinschlag und Schneedruck zu schützen, ist ein Verlegen unter die Bodenoberfläche notwendig. Gleichzeitig wird eine frostsichere Verlegungstiefe, also rund 1,5 Meter unter die Geländeoberkante, angestrebt. In den meisten Fällen würden umfangreiche Sprengungen notwendig, um die erforderlichen Künetten zu errichten. Ob eine solche Maßnahme ohne eine Destabilisierung ganzer Hänge möglich ist, bleibt von den Geologen zu beurteilen. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Gebirgslandschaft dokumentieren die zahlreichen Forststraßen.

Als für die erwarteten hohen Beanspruchungen ausreichend stabil werden duktile Gußrohre erachtet. Ob diese jedoch auch kleinere Setzungen bzw. Rutschungen überstehen werden, bleibt abzuwarten. Das Auffinden und Beheben von undichten Punkten stellt in diesen Extremlagen ebenfalls ein großes Problem dar.

Da es unmöglich sein wird, Steigungen generell zu umgehen, wird der Einsatz von Pumpen unumgänglich sein. Hat man schließlich trotz aller Widrigkeiten das Tal erreicht, wird man meistens eine Anschlußmöglichkeit vermissen. Die Errichtung von Senkgruben, ein Umpumpen in Tankwägen und der Abtransport in eine zentrale Kläranlage werden als Lösungsmöglichkeit erachtet.

Ein Randaspekt sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Üblicherweise wird gleichzeitig mit der Errichtung der Abwasserkanäle der Anschluß an das elektrische Netz durchgeführt. Schon jetzt träumen Hüttenwirte von den Möglichkeiten, die sich ihnen dadurch auftun. Leopold Kohr's Wort "small is beautiful" wird jedenfalls nach einer solchen Lösung nicht mehr auf sehr viel Verständnis stoßen.

Der Abtransport der Abwässer mittels Materialseilbahn oder, falls eine solche nicht verfügbar ist, mittels Hubschrauber zwänge zu äußerst sparsamem Wassergebrauch und wäre daher durchaus im Interesse des Abwassertechnologen. Das dabei notwendige oftmalige Umpumpen weckt jedoch gesundheitliche Bedenken. Ein sicherlich unbeabsichtigtes Verschütten von Abwässern wird dabei nicht zu verhindern sein. Zusätzlich würde die nicht zu unterschätzende Anzahl der Transportfahrten eine konstante Störung in diesen für ihre Ruhe geschätzten Regionen mit sich bringen. Daß derlei Transporte auch ein gefährliches Unterfangen sind, zeigt das Ereignis in Hallstatt vor einigen Jahren auf sehr drastische Weise. Diese Variante wird daher nur in sehr wenigen Fällen zur Anwendung gelangen.

Die dritte prinzipielle Möglichkeit stellt die Abwasserbehandlung vor Ort dar. Als Reinigungssystem stehen von der hochtechnischen Belebungsanlage mit anschließender chemischer Behandlung bis zur Pflanzenkläranlage, kombiniert mit einem Trockenabort, verschiedenste Konzepte zur Verfügung. Derzeit sind mit diesen Systemen Werte von etwa 10 mg BSB<sub>5</sub>, 40 mg CBS und 2 mg NH<sub>4</sub> zu erreichen. Auch eine weitgehende Keimreduktion stellt kein größeres Problem dar. Trinkwasserqualität kann jedoch nicht erreicht werden.

In den wenigen Fällen, in denen die gereinigten Abwässer in einen ausreichend großen Vorfluter geleitet werden können, gibt es bezüglich der Variantenwahl keine Diskussionen. Im Hochgebirge und speziell im Karst fehlen diese jedoch großteils. Zusätzlich eingeschränkt wird diese Möglichkeit durch Definitionsprobleme. Es herrscht Uneinigkeit, ob eine Einleitung in einen Vorfluter, welcher kurze Passagen unterirdisch durchströmt, als solche oder aber als Versickerung zu bezeichnen ist.

Eine Reinigung der Abwässer vor Ort wäre nur sinnvoll, wenn eine anschließende Versickerung genehmigt werden könnte. Da derzeit die Meinung vertreten wird, daß lediglich Wasser, welches Trinkwasserqualität besitzt, versickert werden dürfte, scheidet diese Variante für die meisten Standorte aus. Besonders im Karst, wo Vorfluter beinahe generell fehlen, nimmt diese Frage allerdings eine Schlüsselposition ein.

Die Tatsache, daß eine Versickerung lediglich auf die Abflusskonzentration und nicht auch auf die Fracht bezogen wird, ist angesichts der enormen Verdünnung im Grundwasserstock nur

schwer zu akzeptieren. Weiters sollte überprüft werden, ob die Natur speziell im Karst tatsächlich keinerlei Selbstreinigungskraft besitzt.

Mittlerweile ist viel über diese prinzipiellen Möglichkeiten diskutiert worden. Keine der zur Auswahl stehenden Lösungsvarianten ist voll zufriedenstellend, und die zuständigen Sachverständigen wagen noch nicht, eine Entscheidung zu treffen. Für einen großen Teil der Hütten käme aus finanziellen Gründen nur eine Behandlung der Abwässer vor Ort in Frage. Verlangt man die Errichtung von Ableitungen, wird dies zur Schließung vieler Schutz- und Almhütten führen. Falls das Karstwasser nur so geschützt werden kann, wird man dies akzeptieren müssen.

Fundierte Grundlagen könnten allein die Hydrogeologen liefern. An sie ergeht hiermit der dringende Appell, zu dieser Problematik Stellung zu nehmen und der besten Lösung zum Durchbruch zu verhelfen.

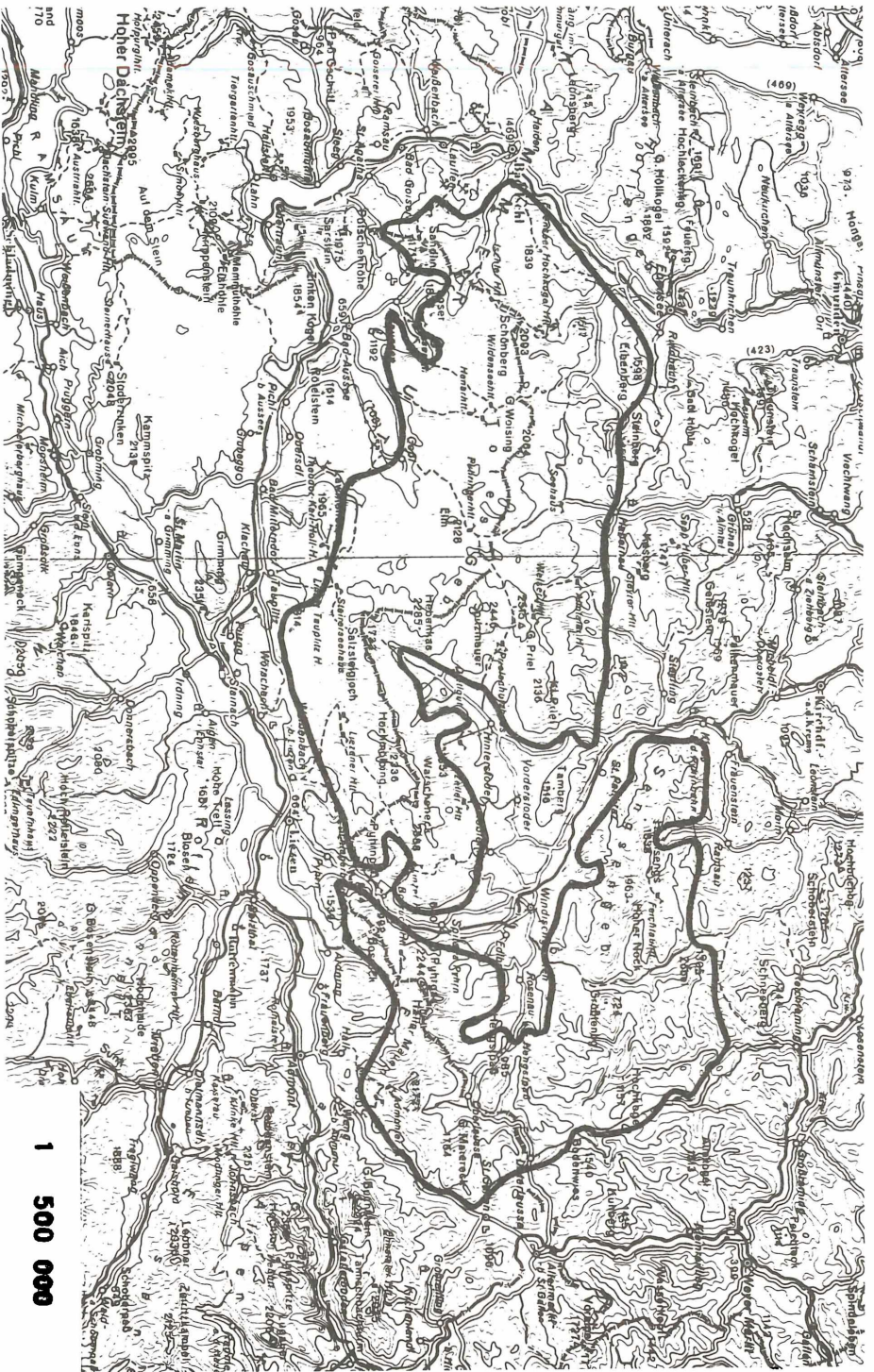
## VEGETATIONSÖKOLOGISCHE GLIEDERUNG DER DACHSTEIN-NORDSEITE (OBERÖSTERREICH) ALS GRUNDLAGE FÜR DIE ENTWICKLUNG EINES SCHUTZGEBIETS SYSTEMS

von Franz MAIER (Salzburg)

Ausgehend von den naturräumlichen Rahmenbedingungen wird mit der Darstellung und Beschreibung typischer Vegetationseinheiten, deren Verzahnung und höhenzonaler Abfolge versucht, eine synoptische landschafts- und vegetationsökologische Gliederung der Nordabdachung des Dachsteinmassivs abzuleiten. Folgende pflanzensoziologische Einheiten sind insbesondere in Hinblick auf ihre Naturschutz-Relevanz von Interesse: Auwälder, Fichten-Tannen-Buchenwälder (inkl. thermophile Seggen-Buchenwälder, Schlucht- und Blockwälder), subalpine Karbonat-Fichtenwälder, Lärchen-Zirbenwälder, Strauchbuchen-Vegetation der Lawinenzüge, Latschen- und Grünerlengebüsche, Schutt- und Moränenvegetation sowie Sonderstandorte (Almen, Moore). Ergänzend wird auf floristische und vegetationskundliche Besonderheiten hingewiesen.

Verschiedene Nutzungsinteressen (Schi- und Alpentourismus, Bundesheer, Forstwirtschaft und Jagd einerseits sowie Naturschutz andererseits) kennzeichnen die gegenwärtige Raumordnungssituation an der Dachstein-Nordseite. Unter Berücksichtigung bestehender Schutzgebietsabgrenzungen (Naturschutzgebiete Gosauseen, Gosaulacke, Dachstein und Koppenwinkel sowie Naturwaldreservat Kogelgassenwald) werden mittel- und langfristige Perspektiven für die Erweiterung bzw. Neuschaffung von Schutzgebieten (Naturschutzgebiete, Nationalparks, Sonderschutzgebiete) entwickelt. Relevante Schutzzinhalte werden im nationalen Vergleich diskutiert.

Übersichtskarte zu den Beiträgen über den geplanten Nationalpark "Kalkalpen" (SCHWARZ, SPERRER ... ) sowie Dachstein (GAMSJAGER, MAIER, TRIMMEL)



## DIE TOURISTISCHE NUTZUNG VON KARSTGEBIETEN AM BEISPIEL DES DACHSTEINS

von Siegfried GAMSJÄGER (Obertraun)

Der Dachstein: "Seine für Millionen Menschen unersteiglichen Giebel, seine schaurigpittoresken Umgebungen fangen immer mehr an, die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich zu ziehen", schrieb der Topograph Carl Schmutz 1812.

Ab der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden durch die Sommeraufenthalte des kaiserlichen Hofes in Ischl, durch die Berichte von Friedrich Simony, die Erzählungen von Adalbert Stifter und vor allem durch den Bau der Eisenbahn durch das Salzkammergut, immer mehr Touristen in die Orte am Fuße des Dachsteins gezogen.

Vom Alpinismus, der im vorigen Jahrhundert zu einer Massenbewegung wurde, blieb auch der Dachstein nicht verschont. Die Simonyhütte (eröffnet 1877) war die erste von mehreren Schutzhütten, die am Dachstein errichtet wurden und es tausenden Menschen ermöglichten, die höheren Regionen des Gebirges zu betreten. Viele Touristen wurden von der Dachstein-Rieseneishöhle angezogen, die ab 1913 als Schauhöhle geführt wurde und deren Besucherzahlen bis auf 18.000 pro Jahr anwachsen.

Diese Größenordnung des Alpinismus und des Tourismus hat bis nach dem 2. Weltkrieg angehalten. Erst mit dem Bau der Dachsteinseilbahn (fertiggestellt 1951, 1956, 1961) wurde eine neue Dimension in der Tourismusfrequenz erreicht. Die Besucherzahl der von den österreichischen Bundesforsten geführten Dachsteinhöhlen stiegen z.B. innerhalb eines Jahres von 18.000 auf 80.000 an; heute sind es 180.000.

Seit ca. 1950 nimmt der Tourismus die 1. Stelle als Wirtschaftsfaktor in den Orten um den Dachstein ein. Im Kerngebiet

des Dachsteins werden heute 6 Schutzhütten, 1 Feriendorf, 2 Restaurantbetriebe, 1 Berghotel, 1 Kaserne, 2 öffentliche Seilbahnen, mehrere Schilifte, 1 Militärseilbahn und 2 Schauhöhlen betrieben. 548.000 Menschen werden allein mit der Dachsteinbahn und der Dachsteinsüdwandbahn jährlich auf die Dachstein-Hochfläche befördert. Über 100 Arbeitnehmer (exkl. Kaserne) sind am Dachstein im Tourismus beschäftigt.

Wie sehr der Tourismus auch indirekt die Region beeinflusst, sei am Beispiel von Obertraun dargestellt: Von 800 Einwohnern sind 95 % im Dienstleistungsbereich tätig; davon ist ein großer Teil dem Tourismus zuzurechnen. Ähnliche Verhältnisse finden wir in den anderen Orten um den Dachstein. Obertraun, Hallstatt, Gosau, Filzmoos und Ramsau zählen gemeinsam 1,6 Mill. Gästenächtingungen (1990). Das entspricht laut Erfahrungswerten einem Umsatz von mindestens 800 Millionen ö.S.

Der Tourismus als Wirtschaftsfaktor ist für die Orte um den Dachstein nicht wegzudenken. Viele sind sich im Klaren darüber, daß quantitativ die Grenzen erreicht sind. Das gilt vor allem für den Ausflugs-tourismus, der den Gosausee jährlich mit 1 Million Menschen beeinträchtigt.

Die Entwicklung muß in Richtung Qualität gehen. Dazu gehört auch eine zeitgemäße Abwasserentsorgung, die sicher noch sehr hohe Kosten verursachen wird. Im Bereich des Krippensteins und der Bergstation der Dachsteinsüdwandbahn ist dieses Problem schon seit langer Zeit gelöst, doch aus anderen Bereichen wird das Karstwasser, das im Tal als Trinkwasser genutzt wird, beeinträchtigt. An die 50 Millionen ö.S. werden noch notwendig sein, um die Abwasserentsorgung von der Dachstein-Hochfläche befriedigend zu lösen. Es ist allen klar, daß dieses Problem angegangen werden muß, um die Basis des Tourismus in den Dachsteinorten und damit deren wirtschaftliche Existenz zu sichern.

**BEOBACHTUNG PLEISTOZÄNER, SUBGLAZIALER WASSERWEGE  
IN OBERFLÄCHENNAHEN HÖHLEN DES GLAZIOKARSTES  
ZWISCHEN HETZAUKAMM UND GR. WOISING (TOTES GEBIRGE)**

von Rudolf WEISSMAIR (Neuzeug)

**Abstract**

The observation region lies in an altitude of 1800m - 2000m on the beginning of the Alm river valley (Totes Gebirge, Nördliche Kalkalpen, Austria). Erosion and corrosion forms were observed under (caves) and inside the relief of a pleistocene glacier bed. These smoothed sculptures are interpreted as an effect of the common drainage system of pleistocene ice bodies and karst-water paths. The mostly unusually smooth and concave shaped undulating forms were probably predominantly generated by the erosion of a turbulent melt water flow. This kind of sculptures was found in several caves and cave relicts (caused by glacier erosion) close to the surface (about 100m coverage) along the well formed glacier bed. Due to full space flow along the cave water paths these forms have not necessarily been generated at the beginning of the elevation of the Alps. More probably the observed sculptures were eroded by melt water of the last pleistocene glacial epoches (because of weathering the smooth surface cannot be very old).

**1. Einleitung**

Das Beobachtungsgebiet liegt im oberösterreichischen Teil der Nördlichen Kalkalpen, am Nordrand des Toten Gebirges (Almtal, Abb.1). Vor allem in der Umgebung des Zwölferkogels (2099m) - einer höhlenreichen Randzone der Karsthochfläche - wurden großvolumige, unterirdische Wasserwege vermessen. Die Arbeiten an vergleichbaren Objekten im unmittelbar benachbarten Wildkar (Gr.Woising, 2064m; Wildkareishöhle) und im Hetzaukamm (Jako-



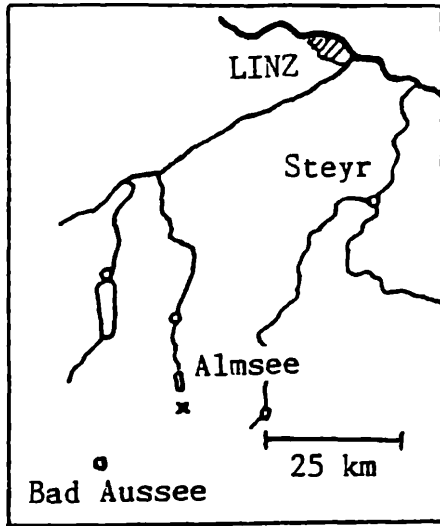


Abb.1: Übersichtskarte

binermütze, 1997m; Jakobinerloch) stehen erst am Anfang (Abb.2; WEISSMAIR, 04/1990).

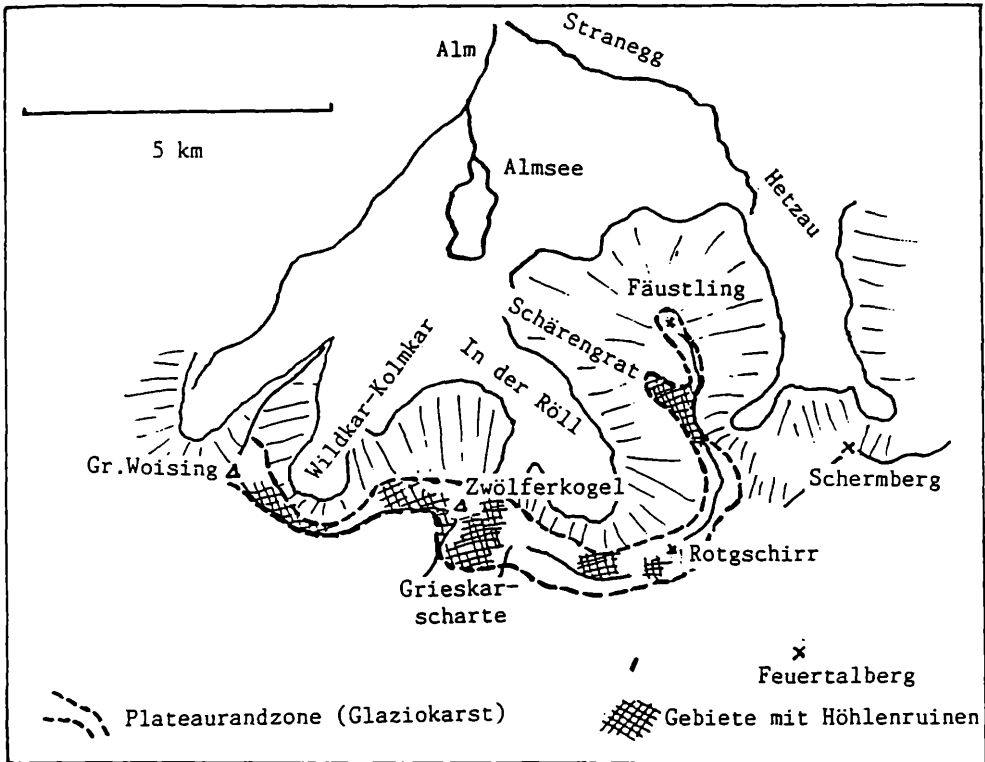


Abb.2 Gebiet zwischen Gr. Woising und Hetzaukamm

Gegenüber früheren Arbeiten (WEISSMAIR, 02/1990) konnten hier noch weitere Vermessungsdaten berücksichtigt werden. Die Höhlenruinenlandschaft und die erhaltenen Formen eines alten Gletscherbettes an der Oberfläche lassen einen kausalen Zusammenhang mit den unterirdischen Entwässerungswegen vermuten.

## 2. Oberflächenformen - Glazialerosion und Relief

Von den pleistozänen Vergletscherungen im Gebiet des Zwölferkogels (Abb.3) sind an der Elferkogelwand Schliffspuren bis 1900m Höhe beobachtbar.

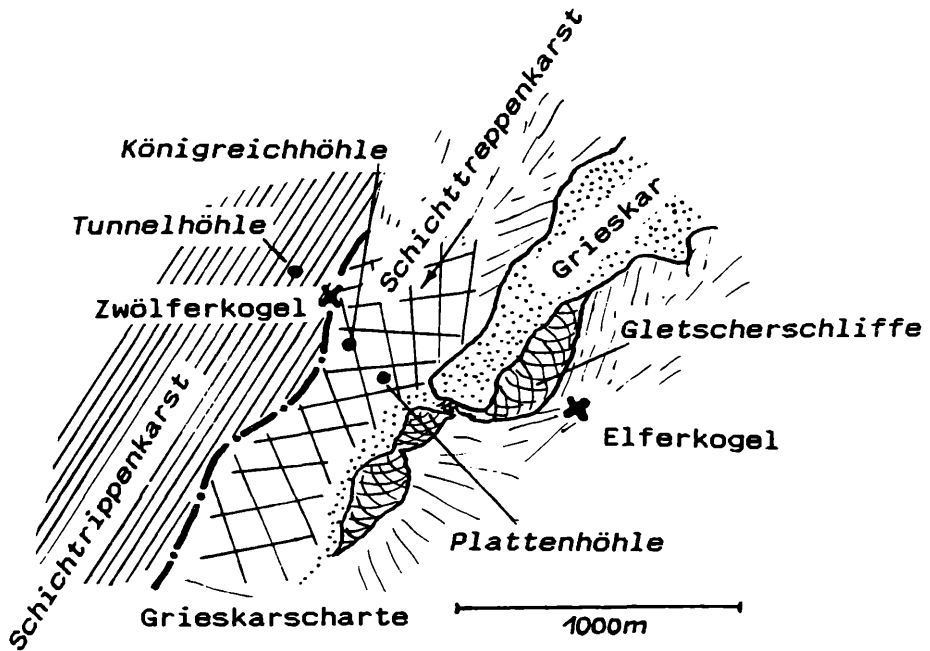


Abb. 3: Detailkarte Umgebung Zwölferkogel

Das Gletscherbett des nach Norden steil in die Röll abfallenden, trogtalförmigen Grieskares ist neben den Schliffspuren an den Begrenzungswänden vor allem durch ein ausgeprägtes Schichttreppen- und Schichtrippenrelief (BÖGLI, 1978) zwischen 1500m und 2100m gekennzeichnet. Die Treppenabbruchränder sind in einer Luftbildkarte gut erkennbar. Wenn man davon ausgeht, daß die Abbruchkante normal zur Spannungsrichtung im Eis verlief, ermöglicht der Verlauf dieser Ränder die Rekonstruktion der Richtung der vorherrschenden, basalen Scherspannung und der

mittleren, örtlichen Bettgleitbewegung des Eises (Abb.4).

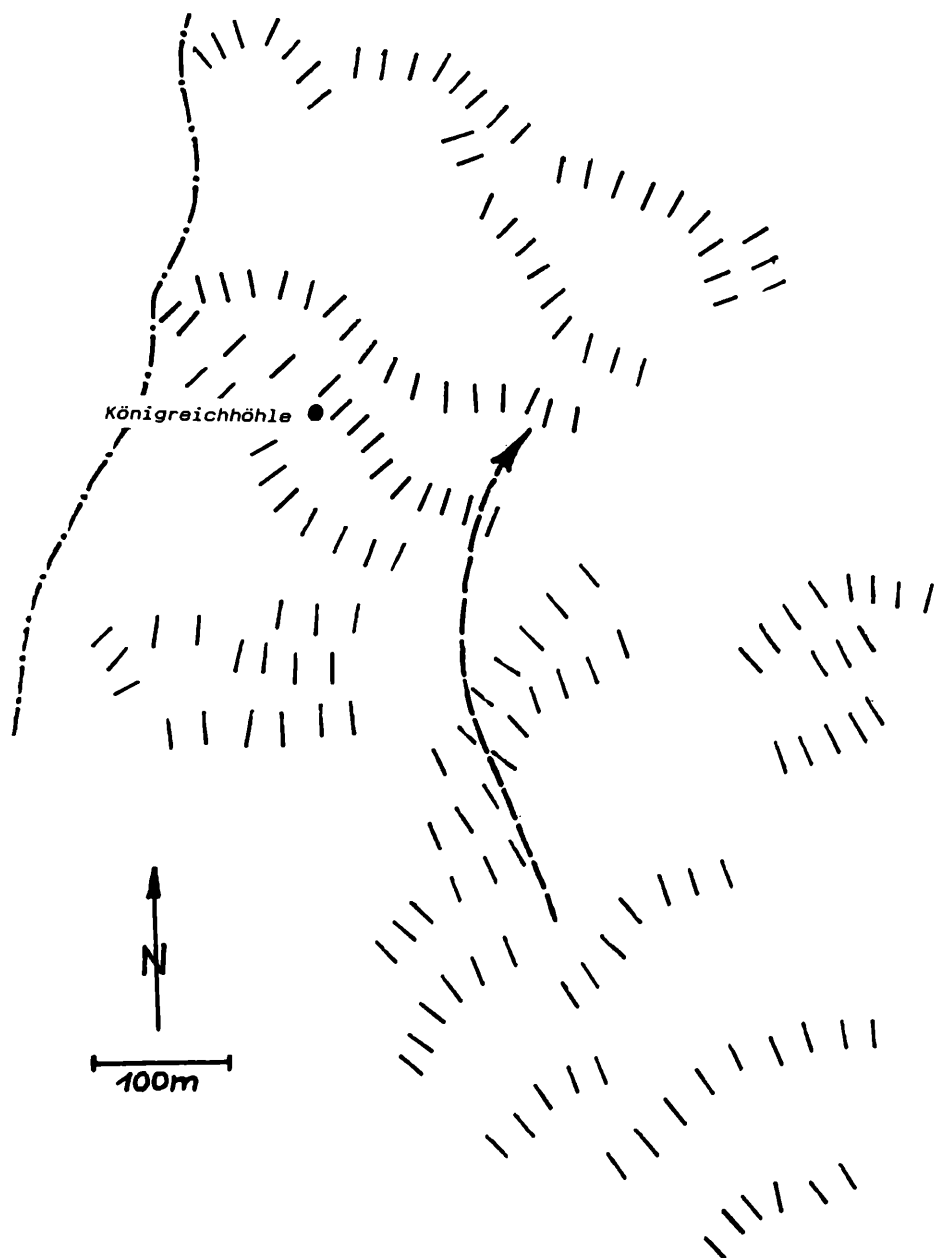


Abb. 4: Richtung der vorherrschenden basalen Scherspannung -  
Pfeil = resultierende mittlere Bettgleitbewegung

Die Beobachtung, daß die Treppe aus einer unterschiedlichen Anzahl von Schichtpaketen aufgebaut ist, könnte mit einer erhöhten Wasserwegigkeit entlang der Stufengrundflächen erklärt werden. Wenn man annimmt, daß bei der Bildung der Schichttreppe die mittlere Scherspannung immer größer als die Schichtpaketbruchfestigkeit war, und die lokale Spannung sich nicht über so kurze Distanzen in einem der Stufenhöhe proportionalen Ausmaß änderte (kleiner Gradient der Transversalkomponente der Scherspannung relativ zur Radialkomponente), sind Stufenhöhe und Scherspannung näherungsweise voneinander unabhängig. Die Stufenhöhe ist stattdessen vorwiegend von der Scherfestigkeit entlang der Diskontinuitätsflächen der Bankung abhängig. Bei zu geringer Haftreibung zwischen zwei Schichtpaketen kann die Mindestspannung für das Abreißen des Paketes nicht auf das darunterliegende Schichtpaket übertragen werden und es entsteht dort eine Stufengrundfläche. Tatsächlich könnte man im Eingangsteil der Königreichhöhle (1627/57) die Existenz größerer Hohlräume mit den Stufen der Schichttreppe in Verbindung bringen.

Weiters sind vor allem in der einleitend erwähnten Randzone (Abb.2) Resthöhlen und Höhlenruinen (z.B.:Eiskapelle,1627/17b) zu finden. Sie ist das Grenzgebiet zwischen der nur schwach glazialerosiv überformten Altlandschaft der Hochfläche und dem Grieskar, einer Zone stärkerer Gletschereintiefung. Daß die glattwandigen und gewundenen, im Taltiefsten verlaufenden, etwa 1m breiten und bis zu 2m tiefen Hohlformen nahe der Grieskarscharte keine großen Karren oder Höhlenruinen, sondern Reste sogenannter "Nye-Kanäle" sind, ist nicht auszuschließen, aber derzeit nicht nachweisbar. Als "Nye-Kanäle" werden bei rezenten Gletschern die ins Felsbett eingetieften Schmelzwasserkanäle bezeichnet (PATERSON, 1981). Sowohl in der Südost- als auch in der Nordwestflanke des Zwölferkogels sind mehrere Höhleneingänge bekannt, die im Tageslichtbereich bereits ausgeprägte Rundprofildecken aufweisen. Solche, im allgemeinen als "Resthöhlen" einzustufende Objekte könnten während der jüngsten Vergletscherung auch als Schlinger für basales Schmelzwasser gewirkt haben.

### 3. Beobachtungen in den oberflächennahen Höhlen

Bei der Dokumentation verschiedener Großhöhlen, wie zum Beispiel der Königreichhöhle (1627/57; Länge dzt. 1100m), oder der Tunnelhöhle (Länge dzt.850m), war eine Kartierung glattwandiger

Deckenhohlformen und schichtgebundener Deckenkanäle mit quadratmetergroßen Querschnittsflächen möglich (Abb.5).

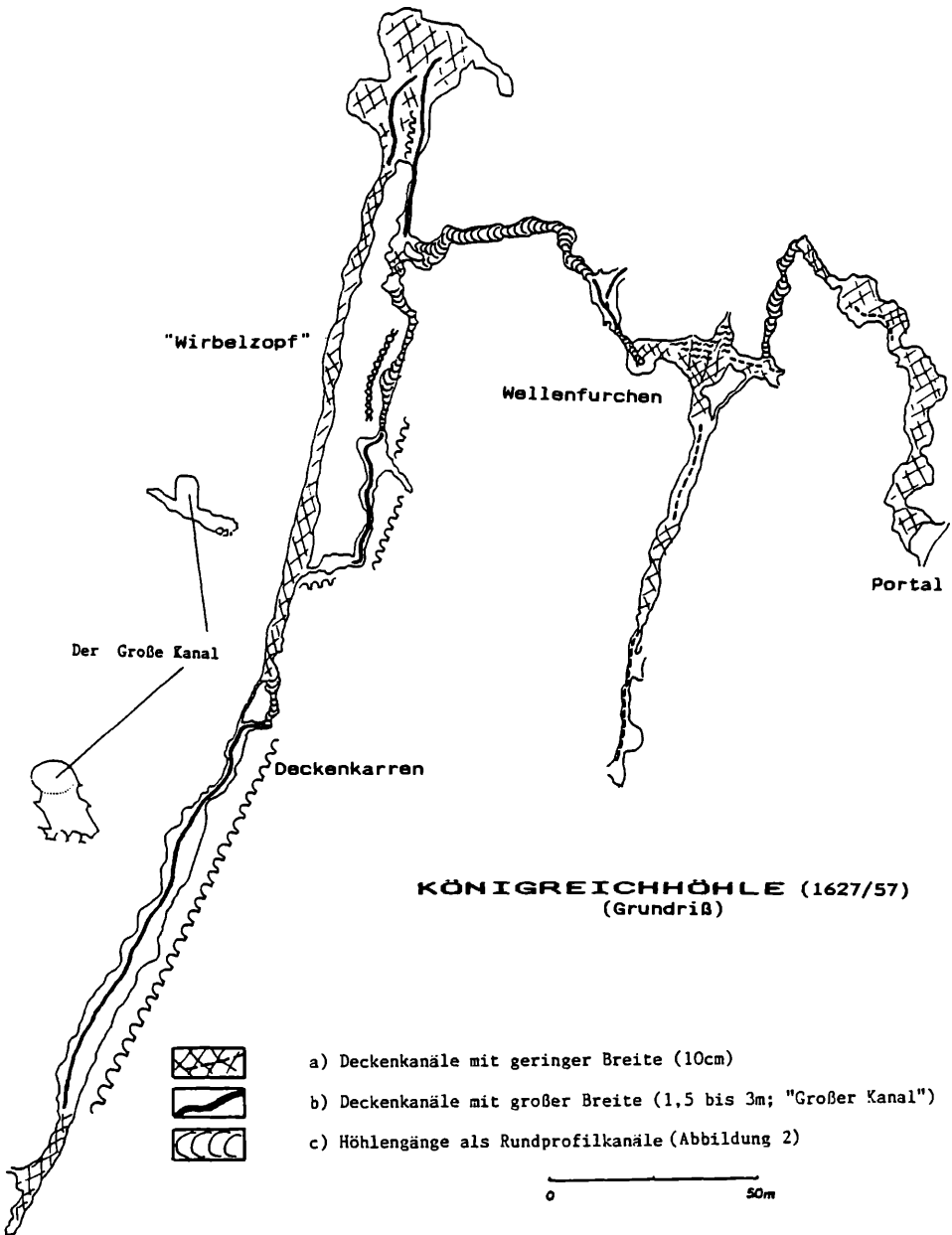


Abb. 5: Plan der Königreichhöhle

Besonders die in der Königreichhöhle auftretenden, zum Teil ungewöhnlichen Skulpturen sind vermutlich bei turbulentem Druckfließen entstanden. Die in Abb.6 dargestellte Deckenhohlform ("Wirbelzopf") weist formale Ähnlichkeiten mit dem bekannten Bild einer Wirbelstraße auf (Abb.7).

Die nach einem Experiment von Karman (Sommerfeld, 1978) benannte "Karmansche Wirbelstraße" mit alternierender Anordnung der Wirbel kann an der Rückseite einer zur Fließrichtung normal stehenden Platte entstehen. Sie ist, im Gegensatz zu den normalerweise instationären Nachlaufströmungen, eine stabile Konfiguration, wenn gilt:  $h/a = 0,281$ . Eine ungefähre Vermessung der Proportionen ergab, daß diese Bedingung im Fall des "Wirbelzopfes" erfüllt sein könnte; das würde bedeuten, daß die herrschenden Bedingungen für die Dauer der Bildung dieser mehrere Zentimeter tiefen und mehrere Meter langen Deckenhohlform annähernd konstant gewesen sein müßten.

Die oberflächennächsten der alten, meist schichtgebundenen Entwässerungswege liegen heute trocken und führen wahrscheinlich auch während der Schneeschmelze kein Wasser; erst in tieferen Zonen treten in den dort häufiger kluftgebundenen Höhlenräumen aktive Gerinne auf. Zum Beispiel in der 1700m langen Plattenhöhle (1627/12; mündliche Mitteilung von H.PRANDSTATTER). Es gibt keine Hinweise, daß Niederschlagswasser durch karsthydrogeologisch wirksame Wegnetze schon an der Oberfläche zu den großen lokalen Schüttungen konzentriert werden kann, die aus dem Umfang der geglätteten Profillinien abzuleiten sind. Bezüglich der auffallenden Decken- und Wandglättung weisen alle bisherigen Beobachtungen eher auf die Wirkung starker Hochwässer als auf die eines langsam strömenden Gerinnes hin: ausgeprägte Kurvenbuchten entlang gewundener, glattwandiger Gänge mit "Gegensteigungen" (Vollraumfließen), lassen vermuten, daß die Hohlformen vorwiegend erosiv entstanden sind; bisher wurden keine für die Mischungskorrosion typischen Räume mit linsenförmigem Querschnitt ("Ellipsengänge", BÖGLI, 1978) beobachtet. Seit dem Ende des Vollraumfließens erfolgte entlang großer Ganglängen kein Deckenversturz; zum Beispiel: Der "Große Kanal" in der Königreichhöhle ist über eine Länge von etwa 300m - mit kurzen Unterbrechungen - bis zu 4m tief in die gebankte Höhlendecke eingetieft.

Ein großer Teil der derzeit bekannten Höhlen des Gebietes besteht aus vorwiegend schichtgebundenen und annähernd horizontal verlaufenden Gängen.

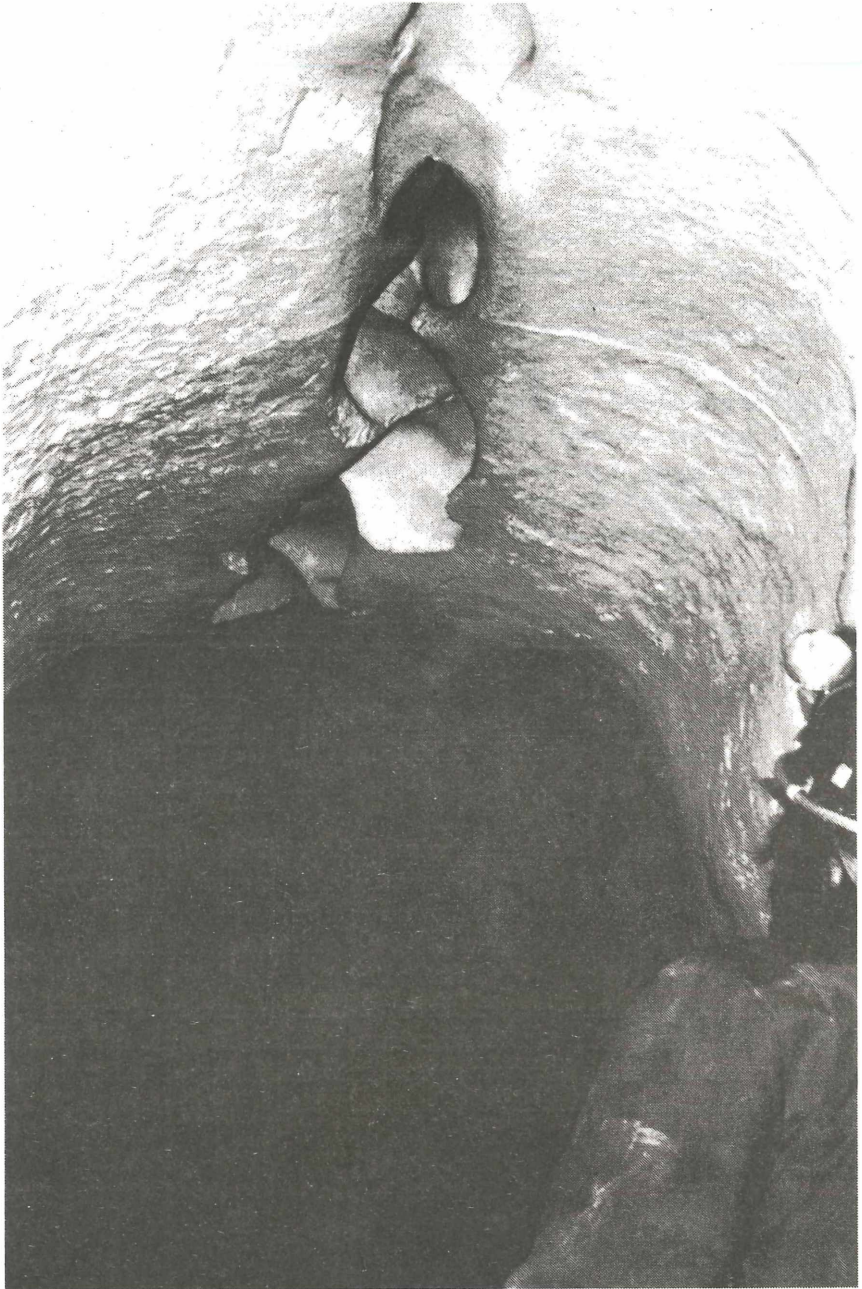


Abb. 6: Deckenhohlform in der Königsreichhöhle (Wirbelzopf)

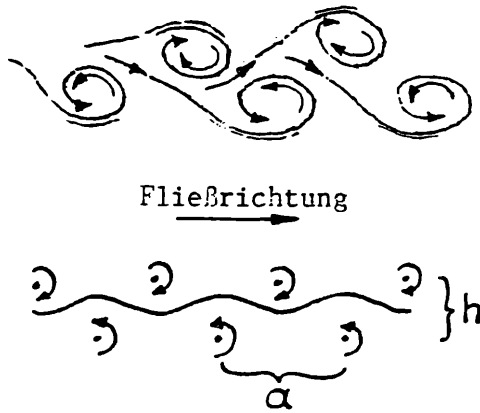


Abb. 7: schematische Darstellung des "Wirbelzopfes" (oben) und der "Karmanschen Wirbelstraße" mit alternierender Anordnung der Wirbel (unten)

#### 4. Schlußfolgerungen

Im Beobachtungsgebiet wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen Gletscherentwässerung und Höhlenbildung festgestellt. Wahrscheinlich umfaßte das Entwässerungssystem der pleistozänen Gletscher auch einen Teil des oberflächennahen Karstwassersystems.

Zum Unterschied von dem heute beobachteten "alpinen Typus" der Entwässerung - eine große Anzahl von Schwinden steht einer kleinen Anzahl von Quellen gegenüber - war während der pleistozänen Eisbedeckung an der Felsoberfläche möglicherweise nur eine geringe Anzahl von Druckfließgefäßen (Schlinger) wirksam; man könnte vom Sonderfall eines "glazialen alpinen Typus" sprechen. Dabei waren die wenigen Gletscherwasserschlinger wahrscheinlich großvolumige Gefäße, weil die kleineren Öffnungen im Gletscherbett häufiger durch das Gletschergeschiebe druckbeständig plombiert wurden als die großen. Wenn das Bett ausreichend abgedichtet war, konnte der Wasserdruck bis zum nächsten Durchbruch der Verschlüsse ansteigen. Da das Ausmaß der Erosion



von der Strömungsgeschwindigkeit, der mitgeführten Sedimentfracht und der Zeit abhängt, könnten bei großem Druck und damit großer Fließgeschwindigkeit schon in kurzer Zeit große Hohlräume entstanden sein. Ein heute hochliegender, oberflächennaher Höhlenraum muß also nicht unbedingt schon zu Beginn der Alpenhebung unter tiefphreatischen Bedingungen (mischungskorrosiv) entstanden sein, wenn er großräumige Fließskulpturen an Decke und Wand aufweist.

Eindeutige Schlußfolgerungen aus dem heutigen Zustand der Hohlformen auf bestimmte Fließbedingungen des Gletscherwassers scheinen aber höchstens in Ausnahmefällen möglich zu sein. Damit ist die Ursache für einen heute beobachteten Zustand nicht allein aus der Beobachtung dieses Zustandes rekonstruierbar.

## 5. Literatur

BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie, Heidelberg.

PATERSON, W.S.B. (1981): The Physics of Glaciers, 2nd edition, Oxford 1983.

SOMMERFELD, A. (1978): Vorlesungen über Theoretische Physik, Band II, Mechanik der deformierbaren Medien. Frankfurt/M.

WEISSMAIR, R. (1990): Beobachtungen zur subglazialen Entwässerung eines pleistozänen Gletschers an unterirdischen Strömungshohlformen im Hochgebirgskarst. 50. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft in Leoben im April 1990.

WEISSMAIR, R. (1990): Die Höhlen im Glaziokarst zwischen Woising und Hetzaukamm (Totes Gebirge). Mitteilungen des Vereines für Höhlenkunde in Sierning, Februar 1990.

## GEFÄHRDUNG UND SCHUTZ SUBTERRANER BIOZÖNOSEN

von Erhard CHRISTIAN (Wien)

Von den 5-10 Millionen derzeit lebenden Organismenarten hat nur ein sehr kleiner Teil regelhafte Beziehungen zu subterranean Lebensräumen. Die im Vergleich zu den meisten oberirdischen Lebensgemeinschaften artenarmen unterirdischen Biozönosen stellen modellhaft einfache Systeme dar, deren Wert als ökologische Studienobjekte allein schon ihren Schutz rechtfertigen würde. Subterraneanorganismen sind darüber hinaus wichtige biogeographische, evolutionsbiologische und physiologische Informationsquellen sowie Träger eines genetischen Potentials, dessen mögliche Bedeutung heute noch gar nicht abzuschätzen ist. Als Zeiger ökologischer Situationen und Prozesse könnten sie schon in naher Zukunft für Bioindikationszwecke und zum Ziel der Landschafts- und Biotopbeurteilung nutzbar gemacht werden. Über allen anthropozentrischen Argumenten steht aber die allgemeine ethische Forderung des Naturschutzes, Leben als Selbstwert auch auf supra-individueller Ebene, auf dem Niveau der Arten und Zönosen, zu erhalten und zu sichern.

Die gravierendsten Störeinflüsse auf terrestrische und aquatische Subterraneanbiozönosen ergeben sich zum einen aus Nebeneffekten oberirdischer anthropogener Veränderungen, zum anderen aus direkten menschlichen Eingriffen im unterirdischen Lebensraum.

### A) Gefährdung auf Grund anthropogener Veränderungen über Tag

- \* Gefährdung subtroglaphiler Tiere während ihrer oberirdischen Lebensphase durch die umweltbelastende Tätigkeit des Menschen (strukturelle Verarmung der Landschaft, Biozideinsatz etc.)

- \* Abtrag oder hermetische Versiegelung von unterirdischen Hohlraumsystemen
- \* Änderung des Subterraklimas durch Manipulation der Überdeckung (Vegetation, Boden, Muttergestein, künstliche Sedimente) oder wetterwegsamer Klüfte und Spalten
- \* Änderung des Wasserhaushaltes aus den oben erwähnten Gründen oder durch wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Maßnahmen.
- \* quantitative und/oder qualitative Änderung des organischen Eintrages durch Luft, Wasser oder tierische Höhlenbesucher
- \* toxische Belastung über die oben erwähnten Kanäle

## **B) Gefährdung auf Grund anthropogener Veränderungen unter Tag**

- \* Höhlentourismus in allen Formen (Schauhöhlenbetrieb, wissenschaftlich motivierter und sportlicher Höhlenbesuch, Abenteuer-tourismus), stets mit lokaler Temperaturänderung, Belichtung, Beschallung und Sedimentverdichtung sowie oft auch mit organischer, luftchemischer und toxischer Belastung verbunden
- \* Raumnutzung für wirtschaftliche, wissenschaftliche, kulturelle und militärische Zwecke
- \* Materialentnahme und -verlagerung
- \* Verfüllung und Versiegelung
- \* Vandalismus

Die Auswirkungen eines Störfaktors sind je nach der ökologischen Einnischung der betroffenen Arten unterschiedlich, laufen jedoch stets auf eine quantitative und letztlich qualitative Veränderung der Biozönosen hinaus. Das Beispiel der subterran ruhenden bzw. überwinterten Fledermäuse zeigt, daß die Gefähr-

dung häufig polyfaktoriell und daher nicht mit Einzelmaßnahmen aus der Welt zu schaffen ist: Veränderungen über Tag, insbesondere die fortschreitende Ausräumung der Landschaft, das Verschwinden von Ersatzlebensräumen durch "Gebäudesanierung" und der Einsatz von Insektiziden führten bei vielen Arten zu einem dramatischen Dichterückgang, bei einigen sogar zum regionalen Erlöschen. Zudem sind auch die unterirdischen Ruheplätze der Fledermäuse vielfältigen Bedrohungen ausgesetzt. Manche werden durch Materialabbau gänzlich zerstört, wie die Seeigelkluft in Mannersdorf am Leithagebirge, ehemals ein Quartier für Kleine und Große Hufeisennasen; andere, wie die bekannte Fledermauskluft im Römersteinbruch von St. Margarethen im Ruster Hügelland (ein "geschütztes" Objekt!), werden durch das Anfahren von Klüften klimatisch derart verändert, daß sie als Quartier für (in diesem Fall: Langflügel-)Fledermäuse ausfallen. Die Zerstörung, der Verschluß und das "Unwirtlichmachen" unterirdischer Hohlräume wirken als Habitatverknappung in gleichem Sinne wie die Uniformierung der oberirdischen Landschaft und beschleunigen den Individuen- und Artenschwund. Die Störfaktoren, denen ruhende Fledermäuse in ihrem Subterranquartier ausgesetzt sind, können als "Besucherdruck" zusammengefaßt werden. Während die Folgen des Vandalismus, der mutwilligen Tötung oder Belästigung von Individuen, unmittelbar einleuchten, wird der mit jedem Besuch eines Fledermausquartiers verbundene unbeabsichtigte Streß für die Tiere noch immer unterschätzt. Selbst wenn der - meist durchaus umweltbewußte und tierliebende - Höhlenbesucher die Berührung der Fledermäuse vermeidet, kann eine thermische, akustische, optische und luftchemische Beeinträchtigung niemals völlig ausgeschlossen werden. Obwohl wir über die Physiologie ruhender Fledermäuse nur lückenhaft unterrichtet sind, kann als gesichert gelten, daß jeder dieser Faktoren eine hormonale und energetische Belastung der Tiere darstellt, die ebenfalls (z.B. durch verminderte Fortpflanzungsleistung) zur quantitativen und qualitativen Verarmung unserer Fledermausfauna beiträgt, wenngleich der Rückgang oft erst nach Jahren meßbar wird und der Beitrag eines bestimmten Faktors nicht exakt ermittelt werden kann.

Die Abnahme der Fledermäuse in den Höhlen, um bei diesem Beispiel zu bleiben, führt zu einer Änderung des organischen Eintrages, zum Entzug der Lebensgrundlage guanophiler Kleintiere, und damit zu einer Degradierung bestimmter Subterranbiozöosen. Organische "Düngung" durch die Hinterlassenschaft von Höhlentouristen kann den Verlust nicht kompensieren, da diese Verunreinigungen nicht den Guanophilen, sondern einer Reihe von

eurypotenten "Allerweltsarten" zugute kommen und somit zu einer weiteren Destabilisierung der Lebensgemeinschaften beitragen.

Die effiziente Sicherung unterirdischer Biozönosen stellt eine Aufgabe dar, die nicht erst hinter dem Höhlenportal beginnt. Der Höhlenbesucher soll (und der Höhlenforscher muß) durch Problembewußtsein, Aufklärung und beispielgebendes Verhalten einen Beitrag zum Natur- und Umweltschutz in Subterranbiotopen liefern. Maßnahmen wie die behördliche Schutzstellung einzelner Objekte oder das Vergittern von Höhleneingängen zielen vor allem auf die physische Unversehrtheit der Objekte und auf eine Verringerung des Besucherdruckes ab. Eine entsprechende Naturschutzpraxis (Pflege, Kontrolle) vorausgesetzt, können sie die meisten endogenen Störungen mildern. Sie haben aber wenig Einfluß auf außenbürtige Gefährdungsfaktoren. Die Verflechtung des schon jetzt - bei unbefriedigendem Kenntnisstand - sich abzeichnenden ökologischen Beziehungs- und Wirkungsgefüges erfordert die Aufgabe der simplen Vorstellung von abgeschirmten Inseln unter Tag: Es müssen daher Schutzkonzepte erarbeitet werden, in denen die bisher bewährten Einzelmaßnahmen integriert und um Vorhaben ergänzt werden, deren Umsetzung das gesamte Ökosystem entlastet.

Die Gefährdung einer erhaltenswerten subterranean Organismengemeinschaft allein wird wohl nur in seltenen Fällen den erforderlichen großflächigen Naturschutz bewirken. Umso lohnender ist die Aufgabe, schon in die Diskussion um ein künftiges Schutzgebiet einen Katalog aufeinander abgestimmter Schutzmaßnahmen einzubringen. Daß angesichts der Häufung von Akutfällen auch in Zukunft die punktuelle Symptomtherapie einen großen Teil der verfügbaren Mittel binden wird, spricht nicht gegen die Sinnhaftigkeit übergeordneter Konzepte, sondern illustriert lediglich den mancherorts beklagenswerten Zustand unserer unterirdischen Landschaft.

## EIN MODELL FÜR DEN SCHUTZ ARCHÄOLOGISCHEN KULTURGUTES IM ALPENRAUM

von Gerald FUCHS (Graz)

### Abstract:

'ALA System' --- a model for archaeological resource management, developed in and applied to the Alpine Region --- is presented here. It includes multilevel measures combined with an archaeological survey, data storage and processing as well as the integration of archaeological site data into land planning. Its main objective is to improve the protection of the archaeological heritage. The system has been successfully tested in Styria (Austria).

Seit der Altsteinzeit wird der Alpenraum von Menschen besiedelt. Die ältesten Spuren sind wegen der günstigen Bedingungen für ihre Erhaltung in Höhlensedimenten konserviert. Doch die Karstgebiete, und für spezielle Nutzungen die Höhlen (Abb.1), sind in fast allen Abschnitten der Menschheitsgeschichte bis in die Gegenwart genutzt worden; dies gilt sogar für die hochalpinen Regionen. Als Beispiele können die Salzofenhöhle (1624/31) im Toten Gebirge sowie urnenfelderzeitliche Funde und mittelalterliche Almwüstungen am östlichen Dachsteinplateau angeführt werden. Die Bodendenkmäler sind in Österreich für einen Zeitraum von rund 250.000 Jahren die meist einzigen Quellen zur ältesten Geschichte des Alpenraumes, doch sie sind stets gefährdet.

In den Höhlen wurden seit vielen Jahrzehnten durch Raubgrabungen schwerste Zerstörungen angerichtet, die besonders kritisch sind, weil infolge der geringen Fläche der prozentuelle Anteil zerstörter Sedimente häufig sehr hoch ist und die pleistozänen Ablagerungen überdurchschnittlich stark betroffen werden. Hinsichtlich des Gesamtausmaßes an vernichtetem Kulturgut bewirken

jedoch Erdbewegungen aller Art im Freiland (Errichtung von Gebäuden, Verkehrswegen, Leitungen, landwirtschaftliche Meliorationen, Materialentnahmen und Planierungen für sonstige Zwecke), daß z.B. in der Steiermark nicht weniger als ca. 98 % aller von Baumaßnahmen betroffenen Bodendenkmäler zerstört werden, ohne daß eine fachliche Dokumentation erfolgen kann. Wenn diese Entwicklung anhält, ließe sich bereits heute der Zeitpunkt abschätzen, zu dem der Alpenraum weitgehend eine 'archäologische Wüste' sein wird. Es war hoch an der Zeit, nach Lösungen zu suchen, die dazu beitragen, dieser katastrophalen Entwicklung entgegenzuwirken.

In den Jahren 1987-91 wurde an der Abteilung für Vor- und Frühgeschichte des Landesmuseums Joanneum das FWF-Projekt 'Archäologische Landesaufnahme und digitaler Fundkataster für Steiermark' (Leiter: Dr.E. Hudeczek) durchgeführt. Die beiden wesentlichsten Ziele waren:

- 1) Erarbeitung eines Systems zur systematischen Erfassung der archäologischen Fundplätze sowie der Speicherung und Verarbeitung der Daten mittels EDV.
- 2) Verbesserung des Präventivschutzes für die Bodendenkmäler durch ein komplexes Maßnahmenpaket, in dem die Einbindung des archäologischen Kulturgutes in die Raumplanung eine bedeutende Rolle spielt.

Erstmals konnte in der Steiermark die Anzahl der archäologischen Fundplätze in ihrer Größenordnung genauer definiert werden. Im Untersuchungsgebiet, das Teile des Flach- und Hügellandes im Süden und Bereiche des Berglandes im Norden einschließt (Bezirke Leibnitz, Graz-Umgebung und Bruck an der Mur), sind in einem Areal von 1886 km<sup>2</sup> insgesamt 1260 Fundplätze aufgenommen worden, die auf rund 4500 Grundstücken liegen. Ein großer Teil war nicht bekannt; daher ist die Größenordnung der zu erwartenden Fundplätze bisher weit unterschätzt worden. Nach einer Hochrechnung sind in der gesamten Steiermark rund 37.000 Bodendenkmäler zu erwarten.

Die Frage, ob es möglich ist, das brennende Problem des gewaltigen und andauernden Verlustes an archäologischem Kulturgut jemals in den Griff zu bekommen, kann positiv beantwortet werden. Im Zuge der Projektarbeit ist in einigen Gebieten bereits eine graduelle Verbesserung des Präventivschutzes erzielt worden. Es kann aber kein Zweifel bestehen, daß nur eine kontinuierliche Weiterführung der Arbeit --- das Projekt ist ausgelau-

fen und dadurch eine Stagnation eingetreten --- langfristig dazu beitragen kann, die Aufgabe zu bewältigen. Es gibt keine simple Patentlösung, die ein für allemal das Problem beseitigt, da die Zerstörung der Bodendenkmäler auf viele verschiedene Ursachen zurückzuführen ist, denen nur durch gezielte Ansätze auf verschiedenen Ebenen entgegengetreten werden kann. Die Lösungsvorschläge bilden ein komplexes System (kurz: System ALA), das generell etwa folgendermaßen charakterisiert werden kann:

- 1) offensive Strategie;
- 2) Vernetzung mit allen Bereichen, durch die archäologisches Kulturgut direkt oder indirekt tangiert wird (z.B. Raumplanung, Naturschutz, Denkmalamt, Agrar-, Forst-, Gewerbebehörden, Museumsvereine, Kulturinitiativen etc.);
- 3) effizientes Management der archäologischen Ressourcen.

Zum letzten Punkt sind einige Erläuterungen notwendig. An die Stelle des statischen (amtlichen) Denkmalschutzes tritt ein flexibles System mit einer Vielzahl von Maßnahmen, die alle dazu dienen, den effektiven Schutz für die archäologischen Fundplätze zu verbessern; amtliche Unterschutzstellungen sind nach dieser Konzeption nur eine Maßnahme von vielen. Das archäologische Kulturgut wird nicht als eine Menge von 'Denkmälern' im traditionellen Sinn betrachtet, sondern Bodendenkmäler sind archäologische Ressourcen, denen eine aktuelle oder zukünftige Nutzung für diverse Zwecke (Wissenschaft, Bildung, Medien, Tourismus etc.) zukommt. Ihr Wert ist nicht unveränderlich, sondern er wird nach den neuesten Erkenntnissen der Forschung ständig neu evaluiert. Nicht alle archäologischen Fundplätze haben denselben Wert; die wichtigsten wird man um jeden Preis für die Zukunft erhalten, bei anderen wird man je nach der speziellen Situation Veränderungen zustimmen oder nach der Dokumentation die Zerstörung genehmigen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Prioritäten festzulegen.

Das beste System scheitert, wenn es an den Grundlagen mangelt. Im vorliegenden Fall liegen die größten Schwierigkeiten darin, daß die systematische Erfassung der archäologischen Fundplätze (Archäologische Landesaufnahme) kaum erst begonnen hat und daß die vorhandenen Informationen meist unvollständig, veraltet, ungenau, manchmal falsch, schwer zugänglich, meist jedoch nicht rasch abrufbar sind. Es ist unbedingt erforderlich, die Landesaufnahme mit einem ausreichenden Einsatz an Personal und finanziellen Mitteln zu forcieren.



Im Zuge der Geländebegehungen werden alle Daten, wenn irgendwie möglich, überprüft und vervollständigt; aus dem Formular ist zu ersehen, welche Daten konsequent erfaßt werden (Abb. 2); häufig wiederkehrende Angaben werden durch einen dreistelligen Code bzw. alphanumerische Kürzel eingetragen. Die Daten werden auf einem PC in einer ORACLE-Datenbank gespeichert und verarbeitet (ALA-Datenbank).

Durch eine Verknüpfung dieser Daten mit digitalen Karteninhalten (z.B. Parzellen, Straßen, Bauland, Gewässer, Waldgrenzen, Höhenlinien) unter Verwendung des Geographischen Informationssystems PC-ARC/Info können Karten und Pläne digital hergestellt werden. Der enorme Vorteil liegt darin, daß komplexe Sachverhalte anschaulich graphisch darstellbar sowie Änderungen bzw. Ergänzungen leicht durchzuführen sind. Dazu werden zwei Beispiele vorgelegt, die für den Druck allerdings nur in Schwarz-Weiß ausgefertigt wurden.

Für die aktuelle Unterschutzstellung der römischen Stadt Flavia Solva in der Gemeinde Wagner bei Leibnitz wurden mehrere thematische Karten erzeugt, in denen Zustand, Besitzverhältnisse, Schutzstatus (Abb. 3) etc. mit der Katastralmappe und dem Plan der antiken Stadt überlagert wurden. Im Zuge der Erstellung des teilregionalen Entwicklungsprogrammes Grazer Feld sind die Informationen über Fundplätze in einer digital hergestellten Karte (Abb. 4) an die zuständige Fachabteilung der Steiermärkischen Landesregierung übermittelt worden. Die Datenweitergabe für Zwecke der Raumplanung ist sehr einfach, da die im System ALA verwendete Software mit dem Landes-Umwelt-Informationssystem (LUIS) kompatibel ist. Die Eintragung der Bodendenkmäler in die Flächenwidmungspläne der Gemeinden erfolgt noch auf konventionellem Weg, da erst wenige digital vorliegen. Die benötigten Daten können jedoch rasch mit einer Standardabfrage aus der ALA-Datenbank abgerufen werden.

In Zukunft wird die GIS-Technologie weite Verbreitung finden; es ist notwendig, mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten. Zur exakten Lagebestimmung der Bodendenkmäler ist der Einsatz des GPS-Systems (Global Positioning System), eines satellitengestützten Systems zur genauen Lagebestimmung von Punkten an der Erdoberfläche, von Interesse, weil damit eine wesentliche Verbesserung in der Qualität der Daten ermöglicht wird und zudem GPS-Daten über eine Schnittstelle mit geographischen Informationssystemen verarbeitet werden können.

Das System ALA weist in den Grundzügen und Zielsetzungen deutliche Parallelen zu modernen Konzepten des Naturraum-Managements auf. Es stellt sich die prinzipielle Frage, ob in den Alpen nicht langfristig ein System anzustreben wäre, in dem sowohl das Kulturgut (einschließlich des archäologischen) als auch der Naturraum integriert sind. Entsprechend dem Thema des Symposiums wird daneben auch zu Überlegungen angeregt, ob und inwieweit das System ALA Impulse und Anregungen für die Bewältigung der spezifischen Probleme zu geben vermag, die mit der Gefährdung von Karstlandschaften zusammenhängen.

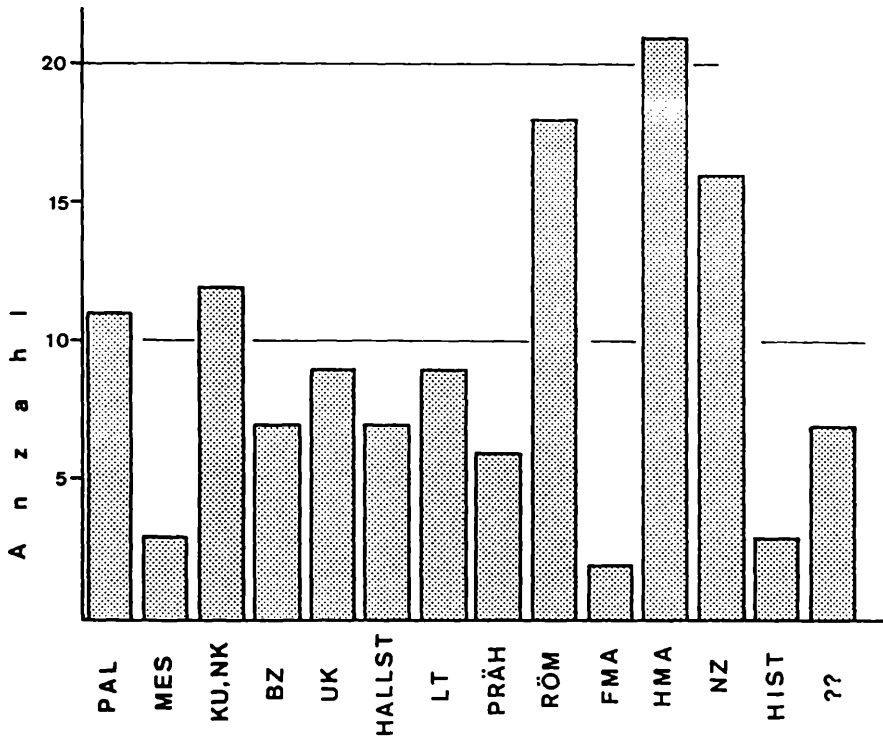


Abb. 1: Statistik der archäologischen Fundstellen in Höhlen des Untersuchungsgebietes (Projekt ALA), gegliedert nach Perioden.

BH

FKatNr.:

Gen.  
KG

KGnr.:

Orts-, Flurname:  
Parz., EZ, Eigentümer, Adressen:

FKatNr.:

Kurzbeschreibung:

Forschungsgeschichte:

Kartierungsgenauigkeit:

System M \_\_\_\_

Mappenblatt Nr.:

BMN Koord.: Y

X

Landeskoord.: Y

X

Z

Schockikoord.: Y

X

Ausdehnung:

OK 50, Bl. \_\_\_\_ , von N \_\_\_\_ von W \_\_\_\_ mm

Bezugspunkt:

Koord.: Y

X

Z

\_\_\_\_ Zustand

\_\_\_\_ Geländennutzung

\_\_\_\_ Forschungsstand

\_\_\_\_ Lage

\_\_\_\_ Schutzstatus

\_\_\_\_ Geländedenkmal

\_\_\_\_ Schutzwürdigkeit

Fundkategorie

Datierung

Fundkategorie

Datierung

Bearbeiter  
Datum

Abb. 2: Formblatt zur systematischen Erfassung der Daten  
archäologischer Fundplätze (System ALA).

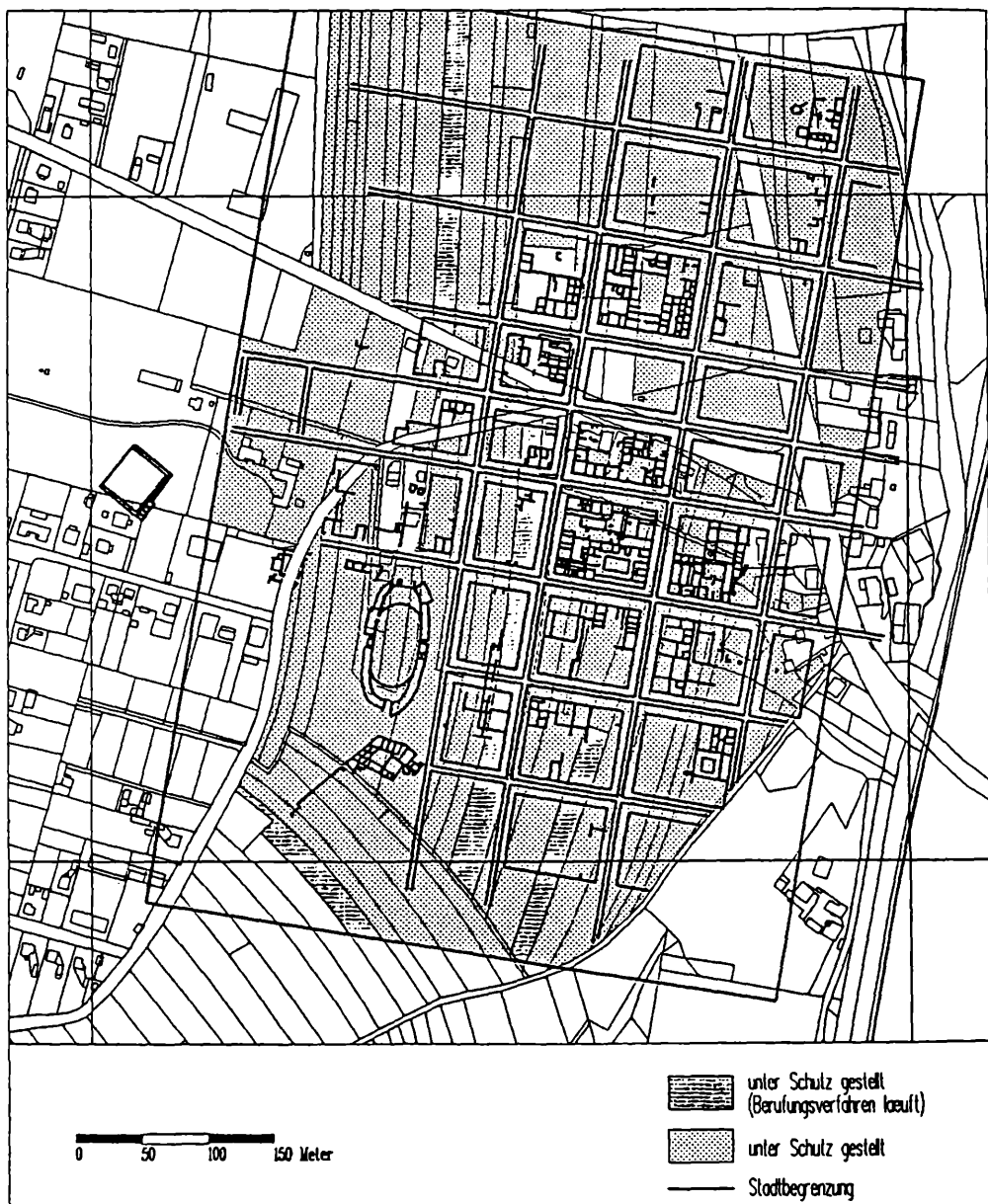
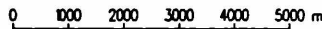


Abb. 3: Digital hergestellte Karte von Flavia Solva mit Parzellenstruktur, Grundriß der antiken Stadt und Schutzstatus (I. Kainz, Projektgruppe ALA und W. Kainz, Geographisches Institut der Universität Wien).



Datenquellen :  
Landesmuseum Joanneum Graz, Abteilung fuer Vor- und Fruehgeschichte  
Steiermaerische Landesregierung, Fachabteilung I b

Bearbeitung :  
I. Kainz, Landesmuseum Joanneum Graz (Archaeologie)  
W. Kainz, Universitaet Wien (Kartographie)



Legende

- Streufunde
- Siedlung
- ▲ Huegelgrab bzw. Huegelgraberfeld
- ▼ Flachgrab bzw. Flachgraberfeld
- ▨ Wald
- ▧ Wasser
- Autobahn
- Bundesstrasse
- Landesstrasse
- Fluesse
- - - - - Bezirksgrenze
- · · · · Gemeindegrenze

Die Karte wurde am Institut fuer Geographie der Universitaet Wien mit dem System ARC/INFO erstellt

Wien 1990

Abb. 4: Digital hergestellte Karte des Grazer Feldes mit archaologischen Fundplaetzen, Gemeindegrenzen, Waldgrenzen, Bauland, Straeßen- und Gewaessernetz. (I. Kainz, Projektgruppe ALA und W. Kainz, Geographisches Institut der Universitaet Wien)

**AKTUELLE PROBLEME UND ZUKUNFTSASPEKTE DER  
"KARSTGEFÄHRDUNGSKARTEN" DES VERBANDES ÖSTERREICHISCHER  
HÖHLENFORSCHER**

von Rudolf PAVUZA (Wien)

**Zusammenfassung**

Betrachtet man den Zeitraum zwischen der letzten Berichterstattung über die Karten beim Symposium in Bad Mitterndorf (1988) und dem in Bad Aussee (1991), so wird man zweifelsohne eine dramatische Stagnation - wenigstens bei der Finalisierung der Karten - konstatieren.

Das augenscheinliche Problem dabei war - wie oft bei derartigen Projekten kleiner Organisationen - ein finanzielles, das die Drucklegung verhinderte. Fertige bzw. beinahe fertige Kartenblätter müssen in der Schublade bleiben, werden unaktuell (während der Geländeaufnahmen noch als "potentiell" eingestufte Gefährdungen werden zwischenzeitlich akut) und erscheinen niemals.

Darüberhinaus erweist sich bei der gegenwärtigen Konzeption und Planung das Arbeitskräftepotential als zu gering (Freizeitaktivität, oft auch freiwillig = unbezahlt).

Beiden Problemen wird gegenwärtig mit verstärkten Bemühungen um Projektgelder (zum Teil im Zusammenhang mit anderen Projekten) bzw. Studenten der Geographie und Erdwissenschaften begegnet.

Eine weitere Entwicklung scheint im partiellen Abgehen von der strikten Bindung an ein Kartenblatt zu liegen. So wurde mittlerweile im Bereich des Leithagebirges an

einer Gesamtdarstellung gearbeitet, die das seit 5 Jahren fertig vorliegende Kartenblatt "Eisenstadt" einschließt. Wieweit andere Gebietsbearbeitungen als Karstgefährdungskarte erscheinen könnten, wird im einzelnen zu diskutieren sein.

Dem Berichterstatter erscheint letztlich der bei den Karten vorgesehene Teil über "Gemeindeerhebungen" nicht mehr tragbar für einen privaten Verein, der keine Möglichkeit hat, die Informanten zur notwendigen Herausgabe brisanter Daten zu zwingen. Hier recherchieren andere Organisationen, z.B. das Umweltbundesamt, bei weitem problemloser. Eine Zusammenarbeit und Arbeitsteilung erschiene hier durchaus sinnvoll.

## 1. Rückblick

Beim Symposium in Bad Mitterndorf 1988 wurde bereits über die Arbeiten an den "Karstgefährdungskarten" berichtet (PAVUZA, 1991). Im selben Jahr erfolgte eine Präsentation beim IAH - Kongreß in Guilin, China (TRIMMEL & PAVUZA, 1988), beim Kartographenkongreß in Wien (Poster) und im Band "Spirits of Enterprise" (1990), bei dem ausgewählte Projekte vorgestellt wurden. Die praktische Arbeit an den Karten selbst stagnierte jedoch vor allem aus personellen Gründen zumindest bis 1991. Frühere Bearbeiter stellten die Bearbeitung bereits begonnener Blätter aus beruflichen, familiären oder sonstigen Gründen ein (eine berufliche Tätigkeit konnte die Arbeit an den Karten infolge inadäquater finanzieller Basis niemals sein) bis schließlich der Berichterstatter solitär und scheinbar aussichtslos an freizeitlich gerade noch bewältigbaren, fachlich freilich recht marginalen Kartenblättern in nahezu troglodytischer Abgeschiedenheit werkte. Soweit ist die Kritik an der Arbeit - beim Symposium recht deutlich von verschiedener Seite vorgebracht - durchaus berechtigt. Die Aufrechterhaltung des zugegebenermaßen optimierbaren Konzeptes erschien aber schon alleine deshalb gerechtfertigt, da nach wie vor keine Alternativen - freilich auch nicht von den Kritikern - angeboten werden. Auch die den Karstgefährdungskarten durchaus verwandten "Risikofaktorenkarten" (die Kartenwerke würden einander gut ergänzen) der Geologischen Bundesanstalt scheinen in eine gewisse existenzielle Krise geraten zu sein: trotz jahrelanger Arbeit ist heute noch keine dieser Karten - aus welchen Gründen immer - erhältlich.

Es bleibt anzufügen, daß die Karstgefährdungskarte ausländische Nachahmer gefunden hat - und dort mit einem ähnlichen öffentlichen Desinteresse konfrontiert wurde wie hierzulande.

## 2. Bisher erschienene Blätter (Abb. 1 - Stand 3/93)

Blatt 70 - Waidhofen/Ybbs	1984
Blatt 76 - Wiener Neustadt	1985
Blatt 61 - Hainburg a.d. Donau	1992
Blatt - "Leithagebirge", erscheint	4/93
und umfaßt mehrere Kartenblätter	

## 3. In Bearbeitung stehende Kartenblätter (Stand 3/93)

Blatt 100 - Hieflau	(Fertigstellung ??)
Blatt - "Schneeberg-Rax"	(Fertigstellung 1993/94)

Auf unbestimmte Zeit zurückgestellt wurden folgende Blätter, bei denen aber ein zum Teil umfangreicheres Datenmaterial vorliegt:

Blatt 67 - Grünau/Almtal	(eine Zusammenarbeit mit dem dem "Nationalpark Kalkalpen" (Ö) konnte noch nicht erreicht werden)
Blatt 73 - Türnitz	(Berufliche Überlastung der Bearbeiter)
Blatt 104 - Mürzzuschlag	
Blatt - "Reutte i. Tirol"	(kaum Interesse vor Ort, zu lange Anfahrtszeiten)



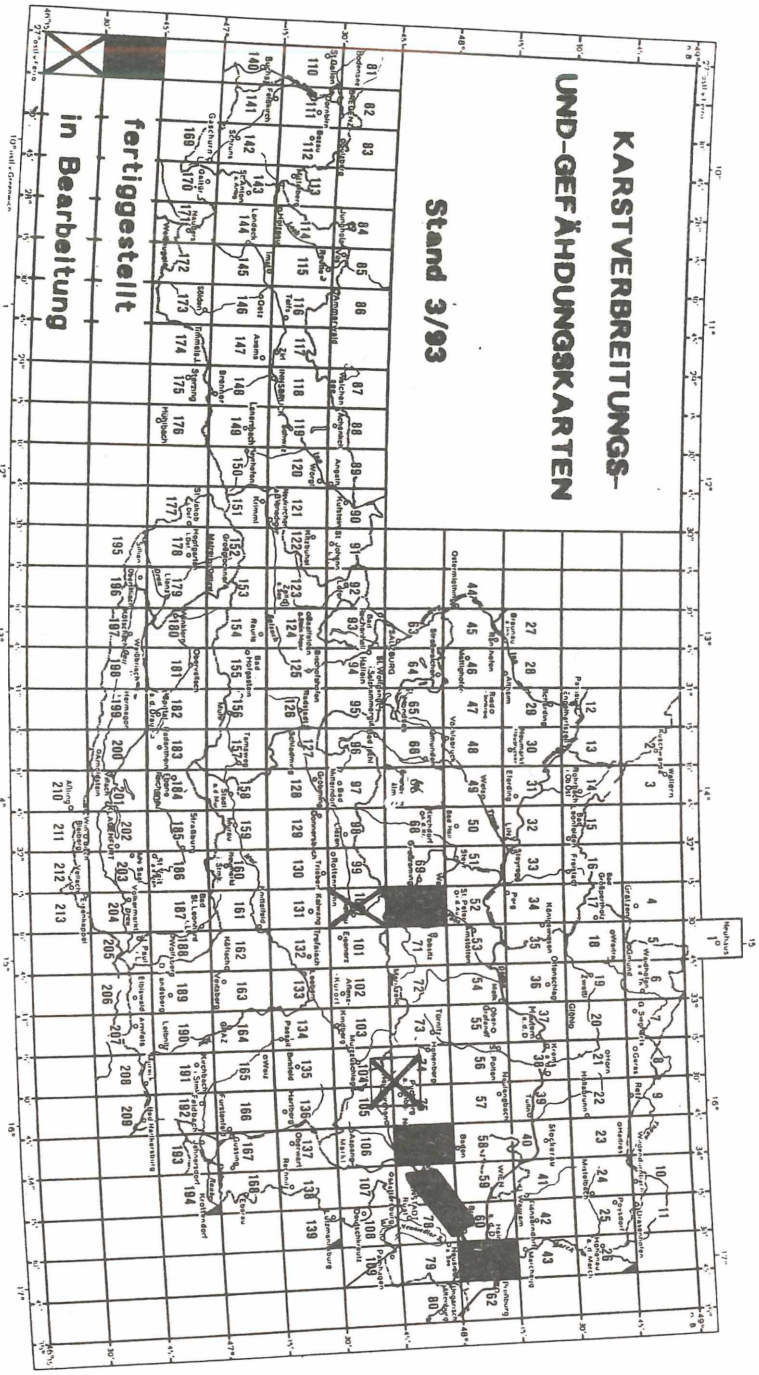


Abb. 1: Stand der Arbeiten an den "Karstgefährdungskarten" (3/93)

### 3. Probleme bei der Bearbeitung - Zukunftsaspekte

#### 3.1. Personelles

Es stellte sich bei der Bearbeitung heraus, daß die für diese Arbeit vorgesehenen Höhlenforscher zum Teil überfordert sind bzw. manches zu Erledigende über den freizeitleich strapazierten Idealismus wohl ein wenig hinausgeht. Kurzum: es fanden sich nur relativ wenige Höhlenforscher bereit, ein Kartenblatt selbstständig zu übernehmen, wobei auffiel, daß es sich bei den Interessenten fast ausschließlich um fachlich vorbelastete Akademiker handelte.

Dies konnte aber vielleicht weniger vorausgesehen werden als der Umstand, daß - bei der gegebenen Kartengröße - während der Bearbeitung eines solchen oft viele hundert Quadratkilometer aufweisenden, jahreverschlingenden Kartenblattes nicht selten Änderungen in der privaten Sphäre des Bearbeiters und subsequently seine signifikante Unabkömlichkeit eintraten. So bildeten in den letzten Jahren folgerichtig Studenten der entsprechenden Fachrichtungen die wichtigste Stütze bei der Arbeit. Erstes Ergebnis dieser Zusammenarbeit ist das bereits erschienene Kartenblatt "Hainburg", das wohl nur ein kleines, infolge seiner speziellen Prägung jedoch wesentliches Karstgebiet darstellt. Hier gelangte erstmals ein "Geographisches Informationssystem" (GIS) zur Anwendung. Personell ähnlich verhielt es sich beim Blatt "Leithagebirge", wogegen beim thematischen Blatt "Schneeberg-Rax" bereits ein etwas "kommerzieller" Arbeitsstil erreicht werden konnte.

#### 3.2. Gebietsabgrenzung

Im Konzept für die Karten (TRIMMEL, Red. 1978) war vorgesehen, eine der jeweiligen ÖK 50 entsprechende Gebietsabgrenzung vorzunehmen. Bei den ersten drei Kartenblättern konnte dem zwanglos gefolgt werden. Hingegen erwies sich im Falle des Leithagebirges eine blattmäßige Trennung als höchst unpraktisch, wurde daher auch durchbrochen und bedingte so die "Verspätung" des seit 5 Jahren fertiggestellten Blattes 77-Eisenstadt - nunmehr inkludiert im übergreifenden, "thematischen" Blatt "Leithagebirge", das genaugenommen 3 Kartenblätter umfaßt, wobei das geographisch-räumlich getrennte Ruster Bergland allerdings nicht bearbeitet wurde.



menarbeit mit der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums erfolgen, wo die nötige Hard- und Software zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

#### 4. Literatur

PAVUZA, R. & TRAINDL, H. (1984) : Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarte, Blatt 70 - Waidhofen/ Ybbs.- Wien (Verband österr. Höhlenforscher).

PAVUZA, R., PROHASKA, W. & TRAINDL, H.(1985): Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarte , Blatt 76 - Wiener Neustadt.- Wien (Verband österr. Höhlenforscher)

PAVUZA, R. (1990): Environmental and geo-scientific mapping of Austrian alpine karst areas.- in: REED, D.W. (ed.): Spirit of Enterprise. The Rolex 1990 Awards, Bern (Buri Int.)

PAVUZA, R. (1991): Die Karstgefährdungskarten als Beitrag der Speläologie zum Schutz alpiner Karstgebiete.- Wiss. Beihefte z. Zeitschr. "Die Höhle" (Wien), 39.

RIEDEL-TASCHNER, I. (1992): Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarte, Blatt 61 - Hainburg, mit Beiträgen von R. Pavuza, Wien (Verband österr. Höhlenforscher)

TRIMMEL, H. Red.(1978): Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50 000.- Wiss. Beihefte z. Zeitschr. "Die Höhle" (Wien), 27

TRIMMEL, H. & PAVUZA, R.(1988): Environmental problems and investigations in the karst areas of Austria.- Proc. IAH 21st Congress (Guilin, China) 172-177.

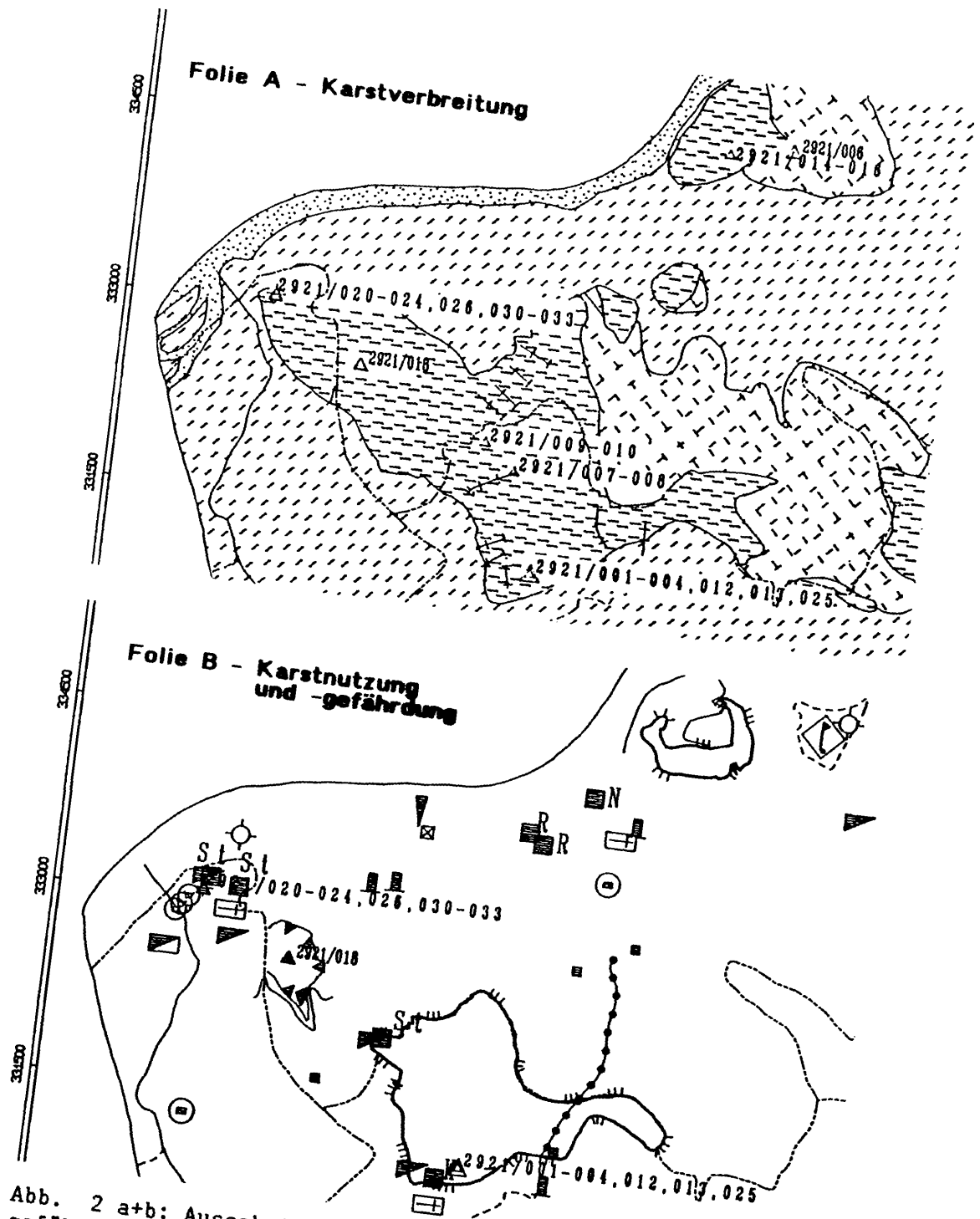


Abb. 2 a+b: Ausschnitt aus der mittels GIS erstellten Karst-  
 gefährdungskarte "Hainburg" (RIEDEL-TASCHNER, 1992). Legende  
 siehe TRIMMEL (1978).

## STAND KARSTHYDROLOGISCHER UNTERSUCHUNGEN IN DEN BRANDENBERGER ALPEN, TIROL

von Günter KREJCI (Wörgl)

Verschiedene Probleme mit der Wasserversorgung einer Reihe von Gemeinden im unteren Inntal haben den Landesverein für Höhlenkunde in Tirol zu karsthydrologischen Untersuchungen in den Brandenberger Alpen angeregt. Bakterielle Belastungen bereits gefaßter Karstquellen am linken Innufer haben mehr als 10 Gemeinden zwischen Kramsach und Langkampfen sowie Ortsteile von Thiersee gezwungen, technische Reinigungsanlagen zur Wasseraufbereitung einzubauen. In den erwähnten Gemeinden sind rund 20 000 Einwohner sowie eine außerordentlich große Zahl von Feriengästen betroffen.

Der Landesverein für Höhlenkunde hat im März 1989 nach Fühlungnahme mit den betroffenen Bürgermeistern - bei grundsätzlichem Interesse des Bezirkshauptmannes von Kufstein - karstkundliche Untersuchungen im Einzugsbereich der Quellen begonnen. Ende 1990 wurde gemeinsam mit der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien und der Fachsektion Karsthydrogeologie des Verbandes österreichischer Höhlenforscher ein fünftägiges Spezialseminar zu dem genannten Thema in Angerberg durchgeführt, wobei Vorträge und praktische Geländearbeiten auf dem Programm standen.

In der Folge konnten 91 Quellen in einen Quellkataster des Gebietes unter Berücksichtigung verschiedener Parameter aufgenommen werden. Die Quellen werden einmal monatlich besucht, wobei Schüttung, Temperatur, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit vor Ort bestimmt werden. Von 37 Quellen wurden chemische Vollanalysen im Zuge eines kleinen Tracerversuches durchgeführt. Letzterer erfolgte im Mai 1991 im Bereich Buchackeralm. Die Bearbeitung der Quellen - mit gelegentlichen Vollanalysen - soll noch einige Jahre fortgesetzt werden, eine zusammenfassende Arbeit ist geplant.

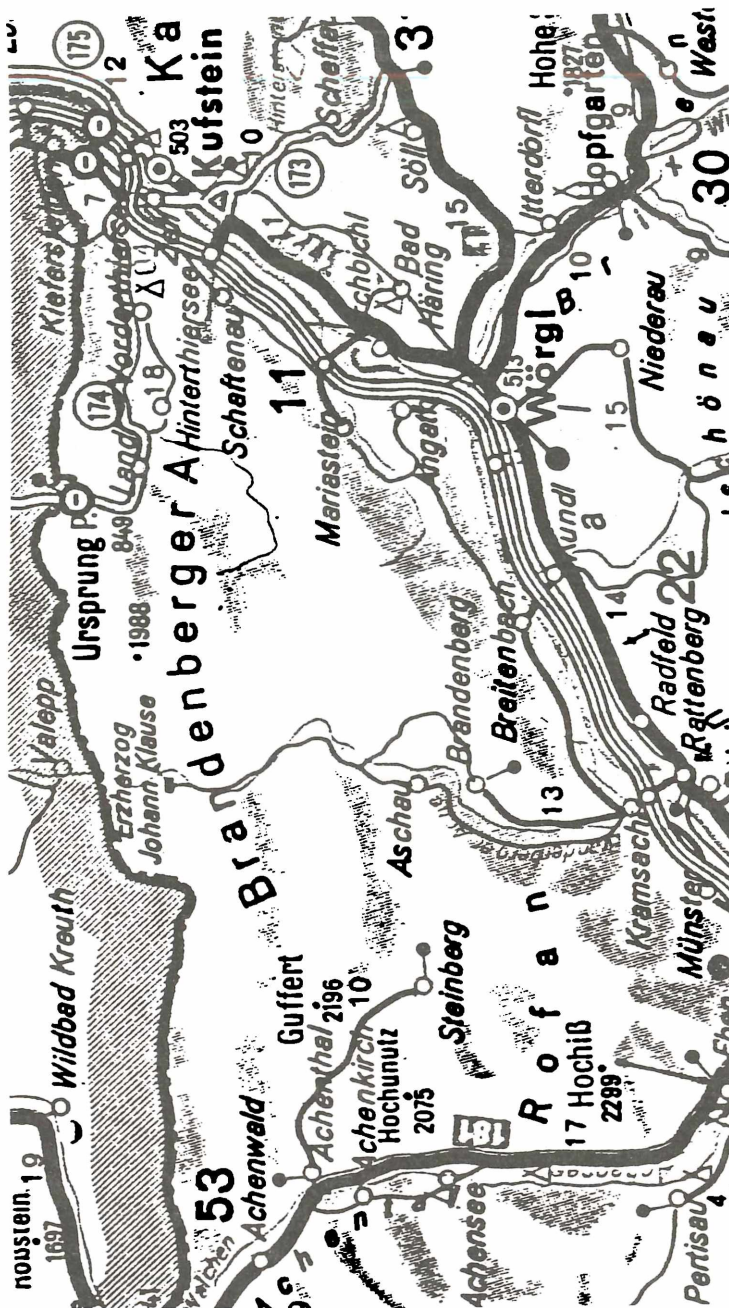


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes, 1 cm  $\approx$  2.6 km

Anm. d. Red.: Ein Zwischenbericht über die Arbeiten erschien zwischenzeitlich in der Festschrift: "40 Jahre Landesverein für Höhlenkunde in Tirol - 25 Jahre Hundalm Eis- und Tropfsteinhöhle", Landesverein für Höhlenkunde in Tirol (Wörgl), 1992.

## **FORSCHUNGEN, NUTZUNGSANSPRÜCHE UND SCHUTZMASSNAHMEN IN KARSTGEBIETEN DER ALPEN - BILANZ UND ZUKUNFTSCHANCEN**

Schlußüberlegungen zum Karst-Symposium in Bad Aussee 1991

von Hubert TRIMMEL (Wien)

Der Vielfalt der Karstlandschaftstypen der Alpen entspricht eine Vielzahl von Forschungsprogrammen mit unterschiedlicher Zielsetzung, die in den letzten Jahren in Angriff genommen oder weitergeführt worden sind. Die Forschungsschwerpunkte sowie die Hauptbereiche der gegenwärtigen und eventuell zukünftigen Nutzungsansprüche an alpine Karstgebiete sind zudem in den einzelnen Staaten und Regionen sehr verschieden; zweifellos besteht dabei auch ein Zusammenhang mit dem jeweiligen Anteil des Karstgebietes an der Gesamtfläche des betreffenden Staates oder der betreffenden Region. Beiträge zu einer Übersicht über die Verbreitung und die Verteilung von Karstgebieten in den Alpen liegen bereits mehrfach vor (vgl. dazu auch u.a. TRIMMEL, 1991).

Ansatzpunkte für eine den gesamten Alpenraum umfassende Bilanz der Entwicklung von Forschung und Nutzung der Karstgebiete in den letzten Jahren bieten die Vortrags- und Diskussionsthemen der lokalen und regionalen Tagungen der karst- und höhlenkundlichen Vereine und Verbände und deren Jahrestagungen und Nationalkongresse. Generell läßt sich dabei der Trend zu einer verstärkten Zusammenarbeit auch auf internationaler Ebene ableiten. Er kommt beispielsweise in der anlässlich des 16. Italienischen Speläologenkongresses in Udine im September 1990 (XVI Congresso Nazionale di Speleologia, Udine, 6-9 settembre 1990) erfolgten Gründung der Speläologischen Föderation der Europäischen Gemeinschaft (F.S.C.E.) zum Ausdruck.

In dieser Föderation, deren Ziel die Kooperation bei zukünftigen Forschungsvorhaben und deren offizieller Sitz in Brüssel ist, sind die speläologischen Dachverbände aller Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft vertreten. Wenn auch der Wirkungsbereich der Föderation über den Raum der Alpen weit



hinausgeht, wird doch auch die alpine Karstforschung von dieser Kooperation betroffen sein.

Die meisten größeren Forschungsvorhaben in den Alpen sind nutzungsorientiert. Immer stärker zeichnet sich dabei eine Priorität für eine zukünftige stärkere Nutzung der Karstwasserreserven ab. In diese Richtung weisen etwa die Bestrebungen zur Erlassung von Wasserrechtsschongebiets-Verordnungen in den Kalkhochalpen Oberösterreichs oder für den Anteil der Steiermark am Südteil des Dachsteinstockes (Gemeinde Ramsau am Dachstein). Aus Österreich könnte in diesem Zusammenhang auch auf die Durchführung karsthydrologischer Untersuchungen im Weizer Bergland verweisen werden, deren Ergebnisse erst kürzlich in der Reihe "Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung" des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung veröffentlicht wurden (HACKER, 1991). In der Schweiz sind karsthydrologische Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der Universität Freiburg im Breisgau im Gebiet des Churfürsten im Gange. Als Grundlage für eine karsthydrologische Untersuchung in den Lombardischen Voralpen zwischen dem Iseosee im Westen und dem Gardasee im Osten liegt etwa auch aus Oberitalien eine neue Karte der Verbreitung von Höhlen und Karstquellen in diesem Gebiet vor (FORTI, MARCHESI, SCRINZI, 1990). Ziel der Untersuchungen wird es sein, die optimale Nutzung der Karstwässer für die Wasserversorgung von Brescia einerseits, und einen optimalen Schutz der Quelleinzugsgebiete vor Verschmutzungen andererseits zu erreichen.

Schutzmaßnahmen für alpine Karstgebiete sind aber nicht nur aus Gründen des Karstwasserschutzes in Vorbereitung oder bereits angeordnet worden, sondern werden gelegentlich auch mit naturwissenschaftlichen Motiven begründet. Nicht selten soll mit Schutzmaßnahmen (oder mit Vorschriften, die die Nutzung einschränken) aber einer kontrollierten, einigermaßen umweltverträglichen touristischen Nutzung der Weg geebnet werden. Dies scheint etwa für die Karsthochflächen und Karstschluchten des Vercors westlich von Grenoble (Frankreich) zu gelten, das seit 1986 die flächenmäßig größte "Réserve naturelle" Frankreichs ist.

Der "Parc naturel régional du Vercors" umfaßt praktisch die gesamte, nach Westen abgedachte Hochfläche des Kalkmassivs einschließlich der Fremdenverkehrsgemeinden und der Schauhöhlen, von denen insbesondere die mit einer eigenen Zufahrtsstraße versehene Grotte de Choranche bekannt ist. Bei dieser

Schauhöhle werden auch Informationen und Videofilme über den Regionalpark ständig angeboten und vorgeführt. Als weitere Schauhöhlen sind die Grotte de la Luire in Saint-Agnan-de-Vercors zu nennen. Im zentralen Teil des Regionalparks im Vercors liegen die eindrucksvollen Karstschluchten der Bourne (Gorges de la Bourne) und des Vernaison (Grand Goulets). Das Gebiet des Parks reicht von der Isère bei Saint-Nazaire-en-Royans in 162 m Sh bis zum Bergkamm in nahezu 2100 m.

Außerhalb des Parks bleibt die aus dem Vercors alimentierte Karstquelle Cuves de Sassenage (übrigens ebenfalls eine Schauhöhle) sowie deren Umgebung. Ein Schönheitsfehler des Schutzgebietes ist zweifellos auch, daß der weitgehend über der gegenwärtigen Waldgrenze liegende Südteil der Karsthochfläche nach wie vor als Militärschießplatz (Champ de tir du Vercors) ausgewiesen ist.

Freilich steht Frankreich mit dem Nutzungsanspruch des Militärs an die Karstlandschaften der Alpen nicht allein da. In Österreich hat etwa das Bundesministerium für Landesverteidigung einen vor Jahren bereits angekündigten Verzicht auf den Militärschießplatz auf der Hochfläche des Dachstein - ebenfalls in einem Gebiet mit zunehmender touristischer Nutzung - nach einem Ministerwechsel wieder zurückgezogen, bzw. nicht realisiert. In Bayern beansprucht die deutsche Bundeswehr den Ostteil der Reiter Alpe am Rande des Nationalparks Berchtesgaden als Übungsgelände, und auch in der Schweiz finden die Übungen des Militärs häufig in Karstgebieten statt. Bei Begehungen, die jeweils im Frühherbst stattfanden, geriet ich sowohl im Gebiet der Diablerets westlich des Sanetschpasses (nördlich von Sion, Wallis) wie auch am Lukmanierpaß (südlich von Disentis im Grenzgebiet zwischen den Kantonen Graubünden und Tessin) in die Truppenübungen.

In den Karrenfeldern von Tsanfleuron in der Diablerets-Gruppe liegt ein zum Teil von rezenten Gletschern überdeckter Karst vor; weite Teile eines ausgedehnten Karrenfeldes liegen innerhalb des Moränenwalles des Gletschervorstoßes von 1860, andere reichen in Bereiche, die bereits seit den Rückzugsphasen des Eises am Ende der Würmeiszeit eisfrei sind. Das Gebiet ermöglicht damit interessante vergleichende Beobachtungen zur Wechselbeziehung zwischen Karrenbildung und Vergletscherung im alpinen Hochkarst (vgl. dazu MAIRE, 1990, p. 676-679, Foto 311-314, Fig. 380). Das Gebiet ist meiner Meinung nach aus naturwissenschaftlichen Gründen in höchstem Grade schutzwürdig; bei

den militärischen Übungen wurden über die Moränenwälle hinweg bis ins Gletschervorfeld sogar Kettenfahrzeuge eingesetzt.

Das zwischen nicht verkarstungsfähigen Gesteinsbereichen unmittelbar südlich des Lukmanierpasses liegende wenig ausgedehnte Karstgebiet weist ein sehr bewegtes Kleinrelief (Dolinen) auf. Es erhält Zuflüsse aus den benachbarten Hangbereichen, die am Rande des Karstgebietes in Schwinden versiegen. Besonders beeindruckend ist der am Fuß des Karstes liegende Talschluß mit der Karstquelle des Brenno. Das Gebiet ist vom Kanton Tessin im übrigen zum Naturschutzgebiet erklärt worden - allerdings nicht aus karstmorphologischen, sondern botanischen Erwägungen. Naturgemäß weicht im Kalkbereich die Zusammensetzung der Pflanzendecke vom umgebenden Kristallin markant ab. Auf den Schutzcharakter weisen Erläuterungstafeln hin; dennoch gab es bei meinem Besuch gerade infanteristische Übungen innerhalb des Schutzgebietes.

Es scheint, daß das Kleinrelief der Karstlandschaft mit seinen Dolinen, Karrenschächten und Karstwannen für militärische Übungen ganz besonders einladend ist. Es wäre zwar ein kleiner, aber immerhin beachtenswerter Beitrag zum Schutz alpiner Karstgebiete, wenn in allen Alpenstaaten auf die meiner Meinung nach ganz unzeitgemäßen und überflüssigen Spielereien des Militärs verzichtet würde.

Leider gibt es in den Karstgebieten der Alpen noch schwererwiegende Konflikte mit den künftigen Nutzungsansprüchen, für die - wie bereits ausgeführt wurde - die Schonung der Karstwasserreserven Priorität haben sollte. Immer wieder werden ohne Rücksicht auf die Labilität des Ökosystems Karst Erschließungsprojekte vorgelegt. Der weitere Ausbau der touristischen Kapazitäten wird nicht selten vehement und ausdauernd vertreten, wobei nicht nur künftige Nutzungsmöglichkeiten einseitig präjudiziert werden, sondern auch bestehende Nutzungen unberücksichtigt bleiben oder in Frage gestellt werden. Bedauerlich ist, daß dies fallweise nicht einmal bewußt, sondern noch immer aus Unkenntnis der in Karstgebieten gegebenen geomorphologischen und hydrologischen Verhältnisse erfolgt. Hiefür liefert die Tagespresse ebenso Beweise wie die Fachzeitschriften.

Beispiele aus jüngster Zeit sind die Ausbaubestrebungen im Gebiet des Rofengebirges in den Nordtiroler Kalkalpen (Abb.1) oder die immer wieder neu auflammenden Diskussionen über eine umfangreiche Weitererschließung des Gebietes zwischen Stein-

platte und Loferer Alm im Grenzgebiet zwischen dem Freistaat Bayern und dem Bundesland Salzburg, die auch in das Einzugsgebiet der Wasserversorgungsanlagen der Stadt Traunstein (Oberbayern) eingreifen würde (Abb.2).

Chancen für eine sinnvolle Nutzung der alpinen Karstgebiete und für eine vertretbare Koordination von Nutzungsansprüchen in der Zukunft sind dennoch zweifellos gegeben. Voraussetzung dafür ist aber meines Erachtens nicht nur die Berücksichtigung der Karstproblematik in Planungs- und Raumordnungsinstrumenten, sondern in erster Linie eine intensivierete Bewußtseinsbildung und Aufklärungsarbeit in der Öffentlichkeit. Dieser Aufgabe sollten sich nicht nur der Fachausschuß Karst des österreichischen Nationalkomitees der Internationalen Alpenschutzkommission widmen, sondern alle Behörden, Institutionen und Fachleute, die von der angesprochenen Thematik berührt werden.

Ansatzpunkte dafür sehe ich sowohl in den Bemühungen um die Schaffung weiterer großflächiger Schutzgebiete in den Nördlichen Kalkalpen, etwa in Form eines Kalkalpen-Nationalparks, wie auch in der Diskussion um die Einrichtung grenzüberschreitender, vor radikalen Eingriffen einzelner Partnerstaaten - die eine Gefährdung der natürlichen Ressourcen auch in den anderen beteiligten Regionen hervorrufen könnten - geschützter Gebiete, wie dies beispielsweise in den südöstlichen Alpen diskutiert wird (TRIMMEL, 1990). Es ist zu hoffen, daß derartige Bemühungen - nicht zuletzt im Interesse der Sicherung der Karstwasserreserven für zukünftige Wasserversorgungsanlagen - zu einem Erfolg führen, bevor es zu spät ist und bereits irreversible Schritte in Richtung einer akuten Gefährdung dieses Potentials gesetzt worden sind.

#### Erwähnte Veröffentlichungen:

FORTI, P., MARCHESI, G., SCRINZI, F. (1990): Carta delle grotte e delle sorgenti delle Prealpi Bresciane, Scala 1: 50 000.- Firenze.

MAIRE, R. (1990): La Haute Montagne Calcaire. Karstologia- Mémoires 3: 731 ff., La Ravoire.

TRIMMEL, H. (1990): Zur Planung grenzüberschreitender Schutzmaßnahmen in den südöstlichen Alpen.- Die Höhle 41(4): 103, Wien.

TRIMMEL, H. (1991): Karst- und Höhlengebiete in den Alpenstaaten Versuch eines zusammenfassenden Überblickes. Wiss. Beihefte zur Z."Die Höhle" 39: 65-74, Wien.

# Entwarnung verfrüht

## Aufrüstung des Skigebietes Sonnwendjoch/Rofan geht weiter!

Noch in Heft 5/89 haben wir vom Widerstand der Agrargemeinschaft Ludoi berichtet. Mittlerweile erfolgten auf 40–50 000 m<sup>2</sup> Geländeplanierungen durch den neuen Besitzer. Heinrich Schultz, ohne behördliche Genehmigung. Diese „Geländekorrekturen“ an der Kramsacher Sonnwendjoch-Skiabfahrt waren mit gewaltigen Eingriffen verbunden. Der Naturschutzreferent der OeAV-Sektion Unteres Inntal, Norbert Wolf, erstattete deshalb Anzeige und konnte einen Baustopp erreichen. Der Ausgang des Verfahrens, das sich daran anschloß, ist ungewiß.

Diese Anzeige konnte den Betreiber aber nicht beeindrucken, denn es wurde zusätzlich ein 10-Punkte-Plan der Sonnwendjoch-Bergbahn publik: Nicht nur die Errichtung einer Kabinenseilbahn (1800 Pers./H), eines Restaurants- und Übernachtungsbetriebes mit 350 Sitzplätzen sind vorgesehen – alles im bisher erschlossenen Skigebiet – sondern auch die Neubauten der Schlepplifte Oferler und Trafo, die Verbreiterung des beste-

henden Trassenabschnittes von der Mittelstation bis zur Talstation, der Neubau eines Sesselliftes mit Talstation Pletzachalpe, der Neubau einer LKW-befahrenen Versorgungsstraße zur geplanten Bergstation Kälberboden und der Bau einer LKW-befahrenen Zubringerstraße zur Mittelstation.

Großmundig wurde am 2. 8. 89 in Tirol ein Moratorium für Ski-Neuerschließungen verkündet. Was ist aber eine Neuerschließung in Tirol? Wie von der dortigen Landesregierung zu erfahren war, sehen Liftbetreiber im Bau einer Skischaukel, wenn schon eine Seite des Berges erschlossen ist, nur einen Ausbau, aber keine Neuerschließung.

Möglicherweise läuft am Sonnwendjoch auch alles unter Ausbau – selbst wenn die Erschließung bis nach Steinberg führt? Hat deshalb Schultz bereits Kontakte zu den Brandenbergern wegen der Labegg-Alm geknüpft und dort in einem bisher ruhigen Gebiet eine große Jausenstation hinstellen lassen?  
Franz Speer

Abb.1: Bericht über Erschließungsprojekte im Rofangebirge. Deutscher Alpenverein-Mitteilungen/Jugend am Berg 42(3), S.217, München 1990.

Abb.2: Bericht über Erschließungsprojekte im Raum Loferer Alm – Steinplatte. Deutscher Alpenverein-Mitteilungen/Jugend am Berg 42(4), S.285, München 1990.

## Naturschutz

### Skiverbindung Loferer Alm – Steinplatte Ist der Widerstand der Saalforste gebrochen?

Schon lange existieren Pläne, über die Kammerköhralm die beiden Skigebiete Steinplatte und Loferer Alm mit vier Sesselbahnen und einem Schlepplift zu erschließen. Außerdem sind umfangreiche Pistenhauten geplant, wir haben darüber berichtet. Von Loferer Seite aus macht der bestehende Schönbühel-Lift den Anfang. Er soll durch eine wesentlich längere Vierersesselbahn ersetzt werden. Diese Bahn und die erforderliche Piste reichen bereits in das Saalforstgebiet hinein.

Noch 1989 wurde seitens der bayerischen Forstbehörden versichert, daß in den Saalforsten für Skipisten keine Flächen bereitgestellt würden. Im Februar dieses Jahres wurde überraschenderweise die Zusage an die Bergbahn Loferer GmbH erteilt, daß 2,2 ha Saalforst für den Bau einer Sesselbahn und Pistenfäche bereitgestellt

werden. Selbstverständlich fehlte dabei nicht der Hinweis, daß großflächige Rodungen für Skineuerschließungen nicht vertretbar seien.

Ist das der Beginn der Erschließung, die eingangs genannt wurde? Da nun also auch die Saalforste nicht mehr tabu sind, wird wohl mit Sicherheit alles unternommen werden, um weitere Erschließungspläne zu verwirklichen. Mit der üblicherweise erfolgreich praktizierten Salamitaktik kann es dann zum Zusammenschluß von Loferer-Alm und Steinplatte kommen. Außerdem wird der Präzedenzfall Schönbühel-Lift auch die Unkener Seilbahnbefürworter wieder auf den Plan rufen. Sie werden sicher versuchen, massiv auf die Saalforste einzuwirken, um den Einstieg in die Sonntagshorn-Erschließungen zu erreichen.

Wo bleibt der Beschluß des Landtages, grundsätzlich für touristische Zwecke keinen Bergwald zu opfern, in diesem Fall wahrscheinlich Schutzwald?

Wo bleibt der Beschluß des bayerischen Kabinetts, in den Saalforsten keine Skierschließungen zuzulassen?

Und wie ist der Beschluß der Salzburger Landesregierung zu verstehen, keine Neuerschließungen mehr zu genehmigen?

Leider wird in Österreich um den Begriff Neuerschließung noch gerungen. Es zeichnet sich ab, daß Liftbetreiber recht bekommen, die den Zusammenschluß zweier Skigebiete zu einer Skischaukel nur als „Erweiterung“ verstehen.

Dr. März, der 1. Vorsitzende des DAV, wandte sich an den zuständigen Staatsminister Nüssel. Die Reaktion war eindeutig: Dieser Gestattungsvertrag bedeutet nicht den Einstieg in die Skischaukel Loferer Alm – Steinplatte – Winkelmoosalm – Heutal. Nicht zuletzt wegen seines bereits 15 Jahre währenden Kampfes wird der DAV peinlich darauf achten, daß die Salamitaktik nicht zum Tragen kommt.  
F.S.

## Liste der Symposiumsteilnehmer

Anton Achleitner  
Landesver.f.Höhlenkunde Oö. Zweigverein Hallstatt-Obertraun  
Lindastr. 7c  
4820 Bad Ischl

M. Atzwanger  
Wirtschaftsladen Linz, Nationalpark Kalkalpen  
Schillerstraße 13  
4020 Linz

Georg Bäumler  
Verein für Höhlenkunde in Obersteier  
Postfach 39  
8983 Bad Mitterndorf

Ralf Benischke  
Inst. f. Geothermie u. Hydrogeologie, Joanneum Research  
Elisabethstraße 16/11  
8010 Graz

Univ.Doz.Dr.Erhard Christian  
Inst.f.Zoologie Univ. f. Bodenkultur, AG Bodenzoologie  
Storchengasse 18/6  
1150 Wien

Dipl.Ing. Karl Fasching  
Fachstelle Naturschutz, Rechtsabt.6, Amt d. Stok. L.Reg.  
Am Blumenhang 27  
8010 Graz

HR Dr. Curt Fossel  
österreich. Nationalkomitee d. CIPRA, österr. Naturschutzbund  
Leonhardstraße 76  
8010 Graz

Dr. Gerald Fuchs  
Landesmuseum Joanneum, Abt.f. Ur- u. Frühgeschichte  
Franz Bruckner-Gasse 16  
8160 Wiesel

Karl Gaisberger  
Nr. 20  
8992 Altaussee

Max Gasser  
Club Alpino Italiano, Sezione Bozen  
Zentrum 49  
I-39051 Pfatten

Prof.Dr.Günter Graf  
Subterra, Karst- u. höhlenkundl. Arbeitsgemeinschaft  
Nr. 16  
8983 Bad Mitterndorf

Anna Assareto  
Club Alpino Italiano, Sezione Bozen  
Zentrum 49  
I-39051 Pfatten

Gunhild Bähr  
Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. NÖ  
Rasumofskyg. 2/26  
1030 Wien

Dr. Max Becke  
Büro für Angewandte Geologie  
Goldbachgasse 7  
8793 Trofaiach

OR Dr. Franz Boroviczeny  
Geologische Bundesanstalt  
Rasumofskygasse 23  
1031 Wien

Inge Drapela  
Verband österr. Höhlenforscher  
2340 Mödling

Enrico Feratello  
Club Alpino Italiano, Sezione Bozen  
Kennedystraße 208  
I-39055 Laifers

Richard Frank  
Höhlen- u. Heimatverein Laichingen  
Meisenweg 9  
D-W-7903 Laichingen

Wolfgang Gadermayr  
Inst. f. Geologie u. Paläontologie Univ. Salzburg  
Björnstadstraße 7  
5400 Hallein

Siegfried Gansjäger  
Betriebsleitung Dachsteinhöhlen  
Schönbergalpe  
4831 Obertraun

Dr. Lucien-Charles Genest (2 Begleitpersonen)  
22, Avenue Sainte-Therese  
F-38700 Corenc-Mountfl.

Walter Greger  
Zweigver. Hallstatt-Obertraun, Landesver.f.Höhlenk. in Oö  
Schollweg 14  
4030 Linz

Robert Greilinger  
Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. Nö  
Spargelfeldstr.224  
1220 Wien

Eckart Herrmann  
Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. Nö  
Mellergasse 29  
1235 Wien

Adolf Nettek  
Naturwissenschaftl. Verein f. Kärnten  
Schwimmschulkaai 86  
8010 Graz

Mag. Heinz Ilming  
Verband österr. Höhlenforscher  
Bahngasse 6/E/1/4  
4810 Gaunden

Dr. Bernd Krauthausen, Susanne Krauth.  
Speläologische Föderation der EG  
Rheinstraße 1 a  
D-W 6729 Neuburg

Mag. Diemar Kuffner  
Sektion Ebensee, Landesverein f. Höhlenkunde in Oö  
Fliegenschulweg 31  
4810 Gaunden

Franz Maier  
Institut f. Botanik, Univ. Salzburg  
Michael-Pacher-Str.32/21  
5020 Salzburg

M. Meyberg  
Ostschweizerische Gesellschaft f. Höhlenforschung  
Hürstringstraße 6  
CH-8046 Zürich

Dr. Dieter Mucke  
Malsbrucker Straße 33/13-08  
D-D-9200 Freiberg/S.

Erich Pichler  
Club Alpino Italiano, Sezione Bozen  
Möhlenstraße 56  
I-39040 Salurn

Roman sen. Pilz  
Nr. 18  
4831 Obertraun

Johann Putz  
Nr. 44  
8954 St. Martin/Grimming

Bettina Rinne  
Hürstringstraße 6  
CH-8046 Zürich

Dr. Harald Haseke-Knapczyk (+Bevl.pers.)  
Nationalpark Kalkalpen  
ÖAV-Haus, 496  
4591 Moln

Dipl. Ing. Franz Hoffmann  
Amt der öö. Landesregierung  
Anzengruberstraße 21  
4020 Linz

Ferdinand Hujer  
Speleo-Club Andon, BRD  
Peter-Hille-Str.2  
D-W-3470 Hörter

Peter Jeutter  
Verein f. Höhlenkunde in Obersteier  
Rosenstraße 33  
D-W- 7054 Kolb

HR Dr. Walter Krieg  
Vorarlberger Naturschau  
Marktstraße 34  
6850 Dornbirn

Werner Mache  
Landesverein f. Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich  
Kröpfelsteig 34  
2371 Hinterbrühl

Dr. Karl Mais  
Karst- u. höhlenkundl. Abt., Naturhistorisches Museum Wien  
Messeplatz 1/10  
1070 Wien

HR Dr. Otto Moser  
österr. Forstverein, österr. Nationalkomitee der CIPRA  
Preindlgasse 19/20  
1130 Wien

Dr. Rudolf Pavuza  
Verband österr. Höhlenforscher-Fachsekt. Karsthydrogeologie  
c/o Messeplatz 1/10  
1070 Wien

OFMstr. DI Roman Pilz  
österreichische Bundesforste Inspektion Steyr  
Berggasse 2  
4400 Steyr

Stefan Pixner  
Club Alpino Italiano, Sezione Bozen  
Hagenstraße  
I-39012 Meran

Univ. Prof. Dr. Helmut Riedl  
Institut f. Geographie Univ. Salzburg  
Hellbrunnerstr. 34  
5020 Salzburg

Ing. Kurt Russmann  
Verein Nationalpark Kalkalpen  
Garnisonsgasse 1  
4560 Kirchdorf a. d. Krems

Rene Scherrer  
Schweizerische Gesellschaft f. Höhlenforschung  
Bruggwiesenstr. 6  
CH-8442 Hettlingen

Johann Segl  
Sonnenala 4/45 b  
8983 Bad Mitterndorf

Franz Speer \*)  
DAV - Referat für Natur- u. Umweltschutz  
Praterinsel 6  
D-W-8000 München 22

Dr. Arthur Spiegler  
Forum österr. Wissenschaftler f.d. Umweltschutz  
Pötzleinsdorferstr. 34  
1180 Wien

Günter Stummer, Rita Stummer  
Karst- u. höhlenkundl. Abt. Naturhistorisches Museum Wien  
Messeplatz 1/10  
1070 Wien

Univ.Prof.Dr.Hubert Trimmel, Mag. Erika Trimmel  
österr. Nationalkomitee d. CIPRA/Union Int. de Speleologie  
Draschestr.77  
1232 Wien

Dr. Christian Wallner  
österr. Nationalkomitee der CIPRA - Niederösterreich  
Kaiser-Franz-Ring 39  
2500 Baden

Dr.Rudolf Weißmair  
Verein für Höhlenkunde Sierning  
Halser Straße 45  
D-W-8390 Passau

Kustos Karl H. Mirobal  
Musealverein Hallstatt  
Lahn 109  
4830 Hallstatt

Herbert Zak, Christine Zak  
Magistrat der Stadt Wien, MA-22 Umweltschutz  
Schumanngasse 50  
1180 Wien

Mag. Christian Schwarz  
Nationalpark Kalkalpen  
Steinbruchstraße 4a  
5020 Salzburg

Mag. Manfred Singer \*)  
Wissenschaftsladen Linz  
Ursprungweg 160  
8045 Graz

Dipl.Ing. Josef Sperrer (+ Begleitperson)  
Nationalpark Kalkalpen  
Ritzendorf 10  
4652 Steinakirchen

Josef Steinberger  
Verein f. Höhlenkunde in Obersteier  
8983 Bad Mitterndorf

Klement Tockner  
Inst.f.Zoologie Univ. Wien/Nationalpark Kalkalpen  
Linzerstraße 460/6  
1140 Wien

Dr. Friedrich Ucik  
Landesmuseum f. Kärnten, Abt. Geowissenschaften  
Museums-gasse 2  
9020 Klagenfurt

Mag. Heidrun Wankiewicz (+Begleitperson)  
AG Raumplanung im Nationalpark Kalkalpen  
Lieferinger Hauptstr. 116  
5020 Salzburg

Gerhard Winkler, Renate Winkler  
Landesverein f. Höhlenkunde in Wien und Nö  
Manuschgasse 3  
2721 Bad Fischau-Brunn

Christine Zak  
Schumanngasse 50  
1130 Wien



**VERBAND ÖSTERREICHISCHER HÖHLENFORSCHER**  
**Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift 'Die Höhle'**

- Heft 15: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1959, 148 S., Wien 1967 S 50,— (DM 8,50, sfr. 8,50)
- Heft 16: do., Jahr 1960, 132 S., Wien 1970 S 80,— (DM 12,50, sfr. 14,—)
- Heft 17 bis 20  
in Vorbereitung
- Heft 24: H. Strouhal † und J. Vornatscher, Katalog der rezenten Höhlentiere Österreichs, 142 S., Wien 1975 S 120,— (DM 18,—, sfr. 22,—)
- Heft 26: Die Höhle beim Spannagelhaus und ihre Umgebung (Tuxer Alpen, Tirol), Wien 1992 S 180,— (DM 26,—, sfr. 24,—)
- Heft 27: G. Bardolf, M. H. Fink, G. Stummer und Hubert Trimmel, Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50.000, Wien 1978 S 100,— (DM 15,—, sfr. 15,—)
- Heft 28: M. H. Fink, H. und W. Hartmann (Redaktion), Die Höhlen Niederösterreichs, Band I, 320 S. + 16 S. Bildteil, Wien 1979 S 290,— (DM 42,—, sfr. 38,—)
- Heft 29: H. und W. Hartmann (Redaktion), Die Höhlen Niederösterreichs, Band II, 368 S. + 24 S. Bildteil, 2 Faltpläne, Wien 1982 S 350,— (DM 50,—, sfr. 44,—)
- Heft 30: H. und W. Hartmann (Redaktion), Die Höhlen Niederösterreichs, Band 3, 432 S. + 32 S. Bildteil, 3 Faltpläne, Wien 1985 S 390,— (DM 56,—, sfr. 50,—)
- Heft 31: K. Mais, H. Mrkos und R. Seemann (Redaktion), Akten des Internationalen Symposiums zur Geschichte der Höhlenforschung Wien 1979. — Wien 1983 S 100,— (DM 15,—, sfr. 12,—)
- Heft 32: G. Stummer, Atlas der Dachstein-Mammuthöhle, 100 S., Wien 1980 S 130,— (DM 20,—, sfr. 18,—)
- Heft 33: Mayer, A., Raschko, R. und Wirth, J.: Die Höhlen des Krenstales (Neuaufgabe), 52 Seiten, 1 Beilage, Wien 1993 S 130,— (DM 19,—, sfr. 17,—)
- Heft 34: K. Mais und R. Schaudy (Redaktion), Höhlen in Baden und Umgebung, 135 S., Seibersdorf 1985 S 130,— (DM 20,—, sfr. 18,—)
- Heft 35: Th. Pfarr und G. Stummer, Die längsten und tiefsten Höhlen Österreichs, ca. 220 Seiten, zahlreiche Pläne, Wien 1988 S 280,— (DM 42,—, sfr. 38,—)
- Heft 36: G. Stummer und H. Trimmel Höhlenführerskriptum. 186 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Wien 1990 S 180,— (DM 26,—, sfr. 24,—)
- Heft 37: H. und W. Hartmann (Red.), Die Höhlen Niederösterreichs, Band 4, 624 Seiten, 32 Bildtafeln, Planbeilagen, Wien 1990 S 450,— (DM 65,—, sfr. 56,—)
- Heft 38: H. Holzmann (Red.), Höhlengedichte, 123 Seiten Federzeichnungen, Wien 1990 S 130,— (DM 19,—, sfr. 17,—)
- Heft 39: R. Pavuza (Red.), Akten des Symposiums über Ökologie und Schutz alpiner Karstlandschaften Bad Mitterndorf 1988, Wien 1991 S 180,— (DM 26,—, sfr. 24,—)
- Heft 40: H. Holzmann et al., Höhlenansichtskarten Niederösterreichs, Band I, 279 S., zahlr. Abb., Wien 1992 S 320,— (DM 48,—, sfr. 43,—)
- Heft 41: W. Wenzel, Bibliographie für Karst- und Höhlenkunde aus ÖTK-Schriften, 1. Teil, 115 S., Wien 1992 S 130,— (DM 19,—, sfr. 17,—)
- Heft 42: R. Pavuza (Red.), Akten des Symposiums über die Karstgebiete der Alpen - Gegenwart und Zukunft Bad Aussee 1991, Wien 1993 S 180,— (DM 26,—, sfr. 24,—)
- Heft 43: H. Trimmel (Red.): Beiträge zu Speläotherapie und Höhlenklima I. - Akten des 9. Internationalen Symposiums für Speläotherapie in Bad Bleiberg 1987, Wien 1993 S 130,— (DM 19,—, sfr. 17,—)

Die Hefte 14, 21, 22, 23, 25 sind vergriffen.

