



Geologische Bundesanstalt
BIBLIOTHEK

P.S. 2458,8°

16

Daten zur Karstverbreitung und Karstgefährdung in den östlichen Kalkhochalpen

SPELDOK - 16

Geol.B.-A. Wien



0 000002 183596

**Daten zur Karstverbreitung und Karstgefährdung
in den östlichen Kalkhochalpen**

(Textband und CD mit Bildern, Diagrammen und Literaturliste)

**Max H. FINK
Rudolf PAVUZA
Günter STUMMER**

Herausgeber, Eigentümer und Verleger:
Verband österreichischer Höhlenforscher
Wien 2005

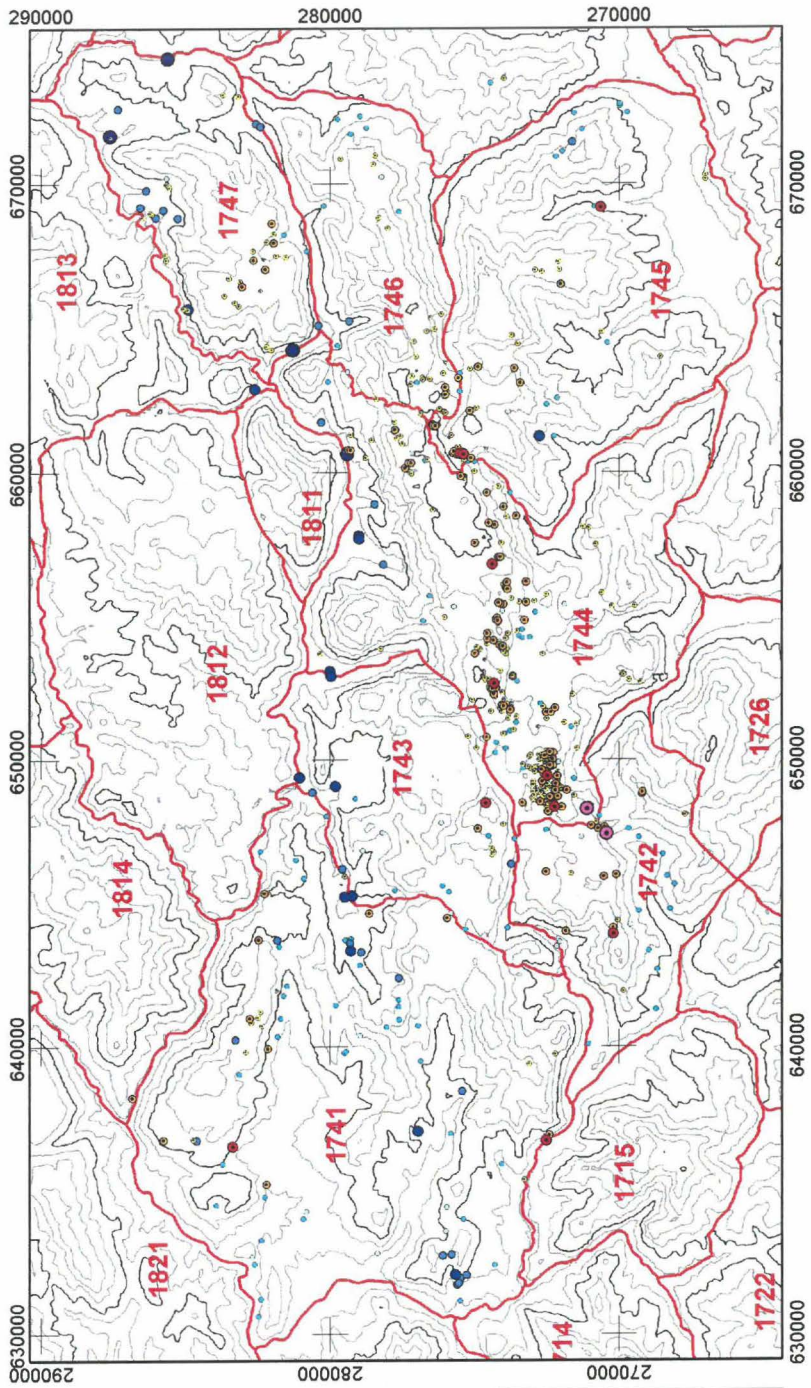
Herrn SR DI Dr. Kurt Ricica,
(MA 22 –Umweltschutz- der Gemeinde Wien)
dem Initiator dieser Untersuchungen gewidmet



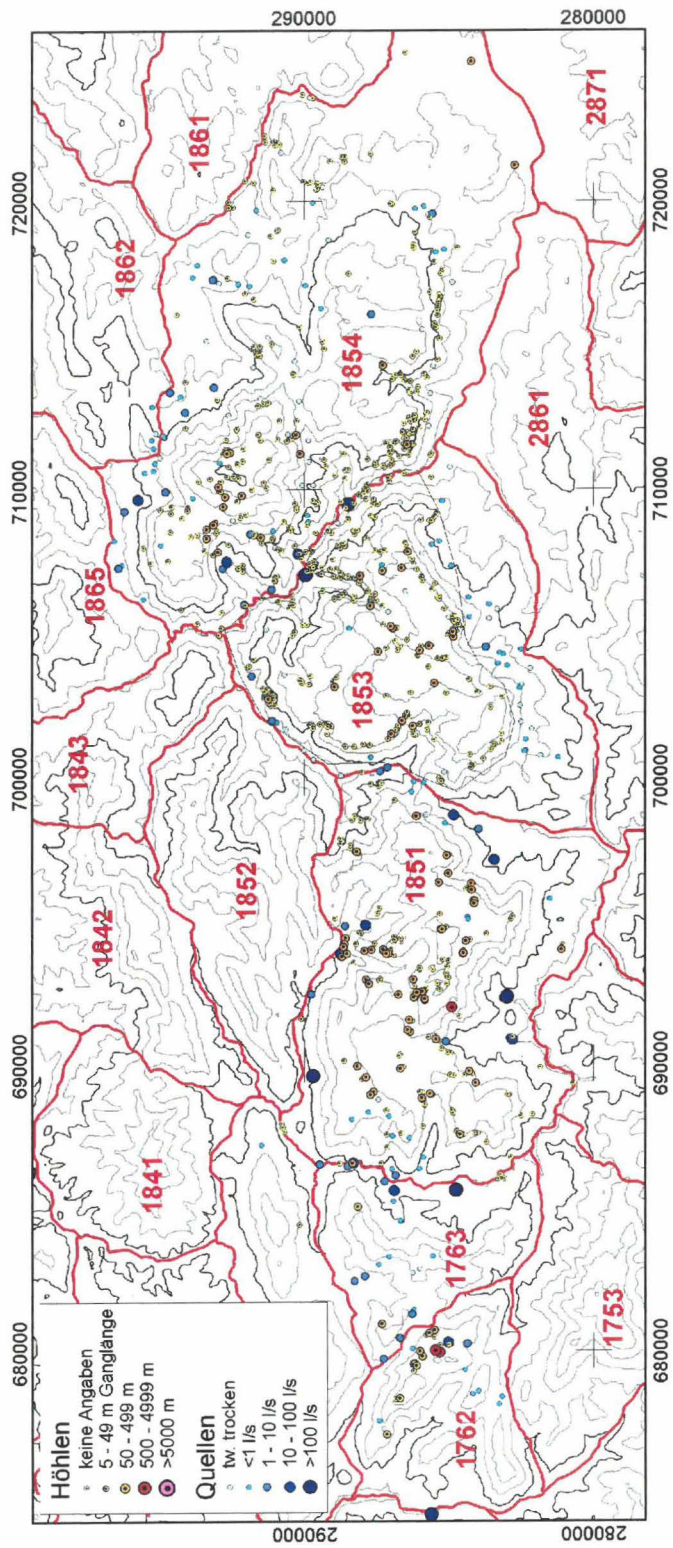
lebensministerium.at

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Titelseite: Quellspalte der Kläfferquelle bei Wildalpen (Foto. R. Pavuza)



- Höhlen**
- keine Angaben
 - 5 - 49 m Ganglänge
 - 50 - 499 m
 - 500 - 4999 m
 - >5000 m
- Quellen**
- tw. trocken
 - <1 l/s
 - 1 - 10 l/s
 - 10 - 100 l/s
 - >100 l/s



1. Vorwort

Etwa 10 % aller bisher erforschten Höhlen Österreichs liegen im hochalpinen Karst des Einzugsgebietes der Wiener Wasserleitung. Auf diese Areale fällt bei erheblich mehr Niederschlag als auf die vor- und außeralpinen Gebiete und die Lockersedimente der Tal- und Beckenlagen, die ebenfalls für kommunale und lokale Wasserversorgung von Bedeutung sind. Darüber hinaus ist die Verdunstung in den alpinen Bereichen kleiner als im Vorland und daher die Diskrepanz hinsichtlich der „Grundwasser“neubildung noch eklatanter.

Aus dem Gesagten ist unschwer die Bedeutung des Berglandes, namentlich vor allem der Karstgebiete für die Wasserversorgung und hier vor allem der Stadt Wien, dem bei weitem größten kommunalen Wasserverbraucher im Bundesgebiet, abzuleiten.

Zwar hat die Wasserversorgung aus Karstgebieten für die Bundeshauptstadt bereits Tradition (und kann als weltweites Vorzeigeprojekt wasserwirtschaftlicher Weitsicht im 19. Jahrhundert genannt werden), so war eine zusammenfassende karstkundliche Untersuchung dieses Bereiches seit geraumer Zeit überfällig.

Die vorliegende Arbeit – dankenswerterweise initiiert durch die MA 22 (Natur- und Umweltschutz) der Gemeinde Wien - ist indessen (sieht man vom aktualisierten Überblick über die Höhlengebiete ab) lediglich als „Datensammlung“ unserer in den Jahren 1991-1997 durchgeführten Aufnahmen des Karstphänomens und auch seiner potentiellen Gefährdung vom Hochschwab bis zum Schneeberg, also in *den „Östlichen Kalkhochalpen“* zu betrachten und zu bewerten. Die umfangreichen Manuskripte würden ansonst in den verschiedenen Archiven unweigerlich ihrer letztendlichen Unauffindbarkeit entgeschlummern.

Auf eine Beigabe der detaillierten Kartierungsunterlagen in Form der traditionellen „Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs 1:50 000“ wurde nicht zuletzt aus Aktualitätsgründen verzichtet: Die Geländearbeiten wurden 1997 abgeschlossen (eine Publikation kam aus verschiedenen Gründen nicht zustande) und naturgemäß würden die in der Zwischenzeit angefallenen Ergebnisse der verschiedenen Forschergruppen eine umfassende Detailrevision – auch im Gelände - erfordern, die aber gegenwärtig nicht realisierbar erscheint.

In einer zukünftigen Zusammenschau mit anderen, weit umfangreicheren und aufwändigeren laufenden Arbeiten (geologische Detailaufnahme durch die Geologische Bundesanstalt, Vegetationsökologische Arbeiten, Quellstudien und andere Untersuchungen usw.) sollte die Erstellung eines weitreichenden Zukunftskonzeptes für diese Gebiete, deren geteilte Nutzung wohl immer gegeben sein wird, leichter möglich sein.

2. Physiogeographischer Überblick

Mit den mächtigen Karststöcken von Schneeberg und Raxalpe reichen die Kalkhochalpen eindrucksvoll an den Gebirgsrand und an den großen Senkungsraum des Wiener Beckens heran.

Beide Massive weisen aufgrund von Höhenlage, Reliefenergie und eiszeitlicher Überprägung Hochgebirgscharakter auf, der sich nicht nur in ihren plateauförmigen Hochlagen, sondern auch im Höllental, der die beiden Karststöcke trennenden Schlucht der Schwarza, manifestiert.

Die Schneealpe stellt einen typischen Karstock der östlichen Kalkhochalpen dar, der allseitig mit steilen Flanken, selten aber übermäßig spektakulären Felswänden abfällt. Große Plateaubereiche wie in den mittleren Abschnitten der Kalkalpen sind eher selten. Getrennt durch die auffallende und für die östlichen Kalkalpen einmalige Hohlform des Naßköhr folgt im Westen die um rund 300 m niedrigere Hinteralm, ein kleines Hochplateau, sowie im Süden die Lachalpe, ebenfalls mit Plateauresten. An verschiedenen Stellen der Schneealpe lassen sich die Spuren einer würmzeitlichen „Plateauvergletscherung“ nachweisen.

Westlich des Mürztales folgt ein Bereich mit Kuppen und plateaufreien Kämmen, überragt vom Zug Proles-Königkogel, der ebenfalls nur sehr kleine Plateaureste aufweist. Nach der markanten Halbhohlform „Herrenboden“ folgt der SE-NW-streichende Stock des Tonion, der morphologisch bereits zum östlichen Hochschwabgebiet überleitet und mit seinem kleinen, langgestreckten Hochplateau an die Aflenzer Staritzen erinnert. Das völlig wasserlose Gebiet weist einige sehr tiefe Höhlenobjekte auf.

Das Hochschwabmassiv stellt das östlichste Karstgebiet jenes mittleren Abschnittes der Nördlichen Kalkalpen dar, der durch das Auftreten ausgedehnter Plateaubereiche in Höhenlagen von 1500 - 2000 m gekennzeichnet ist. Die größte Breite erreichen jene im Mittelabschnitt, wogegen im Westen ein Übergang zu langgestreckten Rücken von zum Teil sogar voralpin anmutendem Charakter erfolgt. Im Süden schließen mitunter recht schroffe, zum Teil schon der Grauwackenzone angehörende Bereiche an. Im Osten (Aflenzer Staritzen) wird der Plateaubereich außerordentlich schmal, hat jedoch seine ehemalige, heute noch reliktsch erkennbare Fortsetzung in den Zeller Staritzen.

Beachtlich ist die Gesamtlänge des Hochschwabmassivs mit immerhin 30 Kilometern vom Leopoldsteinersee im Westen bis zum Seebergsattel im Osten. Insgesamt erreicht der Hochschwab einen Höhenunterschied von über 1500 Metern. Vor allem die Hochflächen des östlichen Bereiches liegen zur Gänze über der Waldgrenze, wogegen das höhenmäßig etwas abgesetzte Plateau im Bereich der Sonnschienalm (um 1500 m Seehöhe) neben einer sekundären Latschenvegetation auch bereits ausgedehnte Waldbereiche zeigt. Die Situation jener Almhochfläche erinnert dabei in verschiedener Hinsicht ein wenig an die Tauplitzalm am Südrand des Toten Gebirges.

Markant sind die tief in das Massiv eingreifenden Täler, namentlich das Brunntal und die Höll am Nordrand, die Dullwitz im südöstlichen Randgebiet sowie der Bereich Trawies-Bodenbauer und der Jassinggraben im Süden. Etliche Hochtröge (z.B. Oberer Ring) geben Zeugnis von der glazialen Überformung des Gebietes.

Für die jüngsten geologischen Zeiträume erscheinen im Hochschwabgebiet vor allem die Hangbewegungen von großer Bedeutung für die Landformung. Hier ist in erster Linie der große Siebensee- Bergsturz zu nennen, der kürzlich als solcher „entdeckt“ wurde, indessen (mündl. Mitt. M.H.Fink) aber bereits vor etlichen Jahrzehnten als solcher erkannt wurde. Sein Alter wird mit rund 10 000 Jahren (also im postglazial) angenommen. Vorgang und Wirkung dieses Ereignisses waren und sind spektakulär: Von der Abrißkante im Bereich Griesstein-Ebenstein bewegte sich die Masse über die heutigen Siebeseen - unter Hinterlassung hausgroßer Blöcke bis in das Salztal und weiter bis in den Raum N Wildalpen. Im Siebenseegebiet bildete sich so ein Pseudokarstrelief (pikanterweise sicherlich über einer Karstlandschaft) mit einem Latschenhochmoor, verschiedenen Seen und Pseudodolinen, die aber zum Teil bereits eine ähnliche Funktion ausüben wie ihre Pendants aus dem Karst.

Das Siebenseegebiet erfuhr freilich später durch die Erschließung der Quellen durch die Gemeinde Wien eine weitere nachhaltige Umgestaltung, wie eine Skizze aus dem Jahre 1902 (Archiv des NHM) deutlich vor Augen führt.

Das Salztal dürfte durch die Naturkatastrophe vor 10 000 Jahren temporär aufgestaut worden sein, jedenfalls könnten die mächtigen Seetone im Bereich vom Brunnsee bis zum Bär(e)nbachgraben (also salzaufwärts) diesem Ereignis zugeordnet werden.

Spätere, zum Teil mächtige Hangschuttbildungen im Bereich etwa 1 km E Wildalpen ergaben ein Alter von rund 5000 Jahren (C-14 Datierung eines Holzes, mündl. Mitt M.H. FINK).

Im Raum Hieflau wurde in einem Hangschuttfächer ein vollkommen unversehrter Baumstamm in einem lehmreichen Sediment in 6 m Tiefe geborgen; die zum Zeitpunkt des Absterbens mindestens 150 Jahre alte (vermutliche) Fichte konnte im Rahmen dieser Arbeit datiert werden und ergab ein C-14 Alter von rund 1000 Jahren.

Kleinere und mittlere Hangbewegungen sind auch in der Gegenwart zu verzeichnen, so findet sich südlich des Kollmanstockes im Fobistal eine Bergsturzzone aus dem Jahr 1993.

3. Kurze Hinweise zur Geologie

Der geologische Überblick soll in dieser Datensammlung auf ganz kurze Hinweise beschränkt bleiben, da mit einer Fertigstellung und Publikation der Neuaufnahme des gesamten Gebietes durch die Geologische Bundesanstalt in nächster Zeit zu rechnen ist.

Im Unterschied zu den mittleren Kalkhochalpen zwischen Gesäuse und den Loferer Steinbergen, wo obertriassischer Dachsteinkalk das bei weitem dominanteste Karstgestein darstellt, sind in den östlichen Kalkhochalpen Mitteltriaskalke, unter denen der Wettersteinkalk als prominentestes Beispiel genannt werden soll. Bereichsweise und kartierungsmäßig kaum fassbare dolomitische Bereiche unterscheiden ihn geochemisch vom Dachsteinkalk bis zu einem gewissen Grad und sind vermutlich auch für manchmal offensichtliche gesteinsphysikalische Unterschiede zwischen diesen beiden Gesteinen verantwortlich, die möglicherweise auch einen Schlüssel zur Unterschiedlichkeit in der Ausprägung der Höhlen darstellen.

Im Süden des Untersuchungsgebietes sind häufig relativ stauende Werfener Schichten der Triasbasis zu finden, die aber nicht immer durchgehend vorhanden sein dürften. Dies könnte der Grund der markanten Wasserdefiziten verschiedener Teilbereiche sein.

Jenseits des Südrandes der östlichen Kalkhochalpen folgt die Grauwackenzone, in der zwar wenig verkarstungsfähige Gesteine dominieren, gut verkarstete Bereiche indessen keinesfalls ausgeschlossen sind.

Jüngere Gesteine der Obertrias sowie jurassisch-kretazische Gesteine treten wohl immer wieder auf, bleiben im Gesamten jedoch wenig bedeutend.

Neben dem „klassischen“ kalkalpinen Deckenbau sind bedeutende Horizontalverschiebungen als wichtige tektonische Elemente zu nennen, deren prominentestes Beispiel, die SEMP-Linie mit ihrer Erstreckung vom Salzachtal bis an den Ostrand der Kalkalpen nach Puchberg weit über das Untersuchungsgebiet hinausreicht. Die tektonischen Vorstellungen haben sich – gerade im westlichen Teil des Gebietes – in den letzten Jahren einigermaßen geändert (eine verständliche Zusammenfassung für das Hochschwabgebiet findet sich bei PLAN, 2001).

4. Karstmorphologischer Überblick

4.1. Schneeberg

Die Karstformen der Hochlagen des Schneeberges, welche mit 10,7 km² planimetriert wurden, umfassen in erster Linie Dolinen und Karstmulden unterschiedlicher Größe und Form, weiters Karstgassen und andere Karstlineamente, schließlich Karsttalungen und, vereinzelt, Karren. Die beigefügte

Karte 1:25.000 des Schneeberges zeigt das Verbreitungsmuster der kartierten Karstformen.

Am Hochschneeberg läßt sich erkennen, daß Dolinen in zwei Bereichen in konzentrierter Form vorkommen: Ochsenboden (Raum Damböckhaus) und Schneelöcher (nordwestlich Kaiserstein). Anzuführen sind vornehmlich die beiden großen, regelmäßigen Trichterdolinen nördlich des Damböckhauses, aber auch die beiden Dolinenschwärme westlich des Schutzhauses, die als Wasserschutzgebiet eingezäunt sind. In eine dieser eingezäunten Dolinen wurde anlässlich des Markierungsversuches von F. DOSCH (1956) 9,5 kg Uranin eingebracht und der Zusammenhang nach 16 Stunden mit dem Kaiserbrunnen und, nach bis zu 48 Stunden, mit 34 anderen talnahen Quellen nachgewiesen. Noch weiter westlich, im Bereich des Bockgrubenriegels und des Wolfsgrabens, treten Dolinen unterschiedlicher Größe gleichfalls gehäuft auf. Es handelt sich zumeist um Trichterdolinen mit felsigen Flanken. Nördlich des Ochsenbodens befinden sich zwei weitere Karsttäler am Plateau des Hochschneeberges: Der von der Hackermulde herabkommende Krummriesgraben und das dendritisch verzweigte, stark verkarstete Grabensystem an der Südostflanke des Kaisersteins. Der Oberhang der Hackermulde weist eine Reihe größerer Dolinen mit asymmetrischem Querschnitt auf, die infolge der leeseitigen Schneeakkumulation bis weit in den Sommer hinein mit Firn erfüllt sein können.

Östlich des Kaisersteins, in den obersten Felspartien der Breiten Ries ist in den Karten in 1980 m Höhe die Silberquelle eingetragen; sicherlich die höchstgelegene Quelle des Schneeberges.

Der nördliche Randbereich des Hochschneeberges zwischen Kaiserstein und Vestenkogel wird von Karstlineamenten durchzogen; am Vestenkogel selbst gibt es ferner einen Schwarm kleinerer Dolinen. Eindrucksvolle, große Hohlformen sind hingegen die sogenannten „Schneelöcher“ an der Nordwestflanke des Kaisersteins. Die größtenteils trichterförmigen Dolinen weisen zumeist einen mächtigen Firnpfropfen auf, der erst im Herbst abschmilzt. Wurzengraben und Schnee-graben sind polygenetische Karstgräben des westlichen Hochschneeberges und münden am Plateaurand nördlich der Kienthalerhütte in die Steiflanken des Fronbachgrabens.

Am bewaldeten Kuhschneeberg, dem zwischen 1300 und 1550 Meter hohen Westplateau des Schneeberges, ist eine eindrucksvolle Karstlandschaft mit zahlreichen großen und tiefen Karsthohlformen zur Ausbildung gelangt. Zu den größten Formen gehört die über 350 Meter lange, bis zu 200 Meter breite Karstmulde „Drei Brunnen“ mit ovalem Grundriß, welche einerseits am Weichtalbruch (Fortsetzung der Höllentalstörung), andererseits genau am Geländeknick zwischen dem Kuhschneeberg und der Flanke des Kaisersteins zur Ausbildung gelangte. Die lithologische Anlage der Karstmulde erfolgte im Gutensteiner Kalk, der u.a. im Bereich des Quellhorizontes „Drei Brunnen“ aufgeschlossen ist. Eine weitere große Karstmulde ist das „Schönbödl“ unweit des Fronbachkogels mit einigen parasitären Doline. Nördlich des Schönbödls bestimmen markante, steiflankige Dolinen das Landschaftsbild, von denen die gewaltige, aus drei Teilvertiefungen bestehende „Hüttengrube“ zwischen Hochkogel und Saukogel hervorzuheben ist. Unweit der Hüttengrube, am Nordwestfuß des Saukogels, befindet sich nahe am nördlichen Plateaurand die flache Karstmulde „Höchbauernalm“, welche einige

parasitäre Dolinen aufweist. Der gesamte Nordteil des Kuhschneeberges besteht aus einem unübersichtlichen Karstmulden-Dolinen-Gelände mit eindrucksvollen Großformen, von denen die Große und Kleine Rehgrube und die Großdoline nördlich Aigenbauernkogel, P. 1496 anzuführen ist. In der Karstmulde beim Laudonkogel befindet sich die mit Holz abgedeckte, wenig ergiebige Laudonquelle.

Ein weiteres Element der Karstlandschaft am Kuhschneeberg sind die Karstverebnungen, bzw. Karsthalbwannen, die von den „Sauböden“ repräsentiert werden. Am westlichen Rand einer solchen Verebnung, nördlich P. 1557 der amtlichen Gebietskarte, befindet sich eine mit Holzstämmen abgedeckte Hohlform; es könnte sich um eine Schachthöhle handeln.

Neben diesen größtenteils geschlossenen Karsthohlformen sind auf der Karte die trockenen Karsttalungen, wie beispielsweise der Große Roßgraben und der Stadelbodengraben, zu erwähnen.

Neben den typischen mächtigen Hangschuttbildungen, die auf die kleinbrüchigkeit des teilweise dolomitierten Wettersteinkalk zurückzuführen ist (Breite Ries etc.) fallen vor allem die störungsinduzierten Karstschluchten auf, deren markantesten sicherlich die leicht zu begehende Weichtalklamm ist. Ursprünglich sicherlich von Wasser geprägt (teilweise vielleicht als Höhle) ist dieser Bereich durch die Tieferlegung der Verkarstung fast immer trocken, von einigen dürftigen Gerinnen und Quellen abgesehen.

Der Gahns ist ein östlicher Ausläufer des Schneebergmassives und stellt im wesentlichen eine rund 20 km² große, kuppige Hochfläche mit einer Reliefenergie von durchschnittlich 150 Meter dar. Mit Höhen um 1350 Meter tritt der Gahns innerhalb der Flächenstaffel des Schneeberges als deutlich tieferes Stockwerk in Erscheinung. Im Süden und Norden bricht er steil zum Schwarzatal, bzw. zum Rohrbachgraben ab. Ostwärts senkt er sich allmählich zum südlichsten Teil des Wiener Beckens. Im zentralen Bereich der Hochfläche des Gahns befindet sich eine langgestreckte, oberirdisch abflußlose Mulde - die Große Bodenwiese. Die Bodenwiese ist eine allseitig geschlossene Karsthohlform mit 2,5 Kilometer Länge und bis zu 400 Meter Breite, wobei deren Längsachse die SSW-NNE-Richtung einnimmt. Die Umrahmung wird im Norden und Süden von ausgeprägten Sattelzonen gebildet, die beide um 1200 Meter Höhe liegen; im Westen und Osten hingegen von etwas höheren Erhebungen, wie Lärchbaumriegel und Schwarzenberg (1352 m). Am Gehänge der Randhöhen gibt es Hangverflachungen um 1210 Meter Höhe; Restformen eines alten, vermutlich oberirdisch entwässerten Talbodens. Der größte Teil der Umrahmung der Bodenwiese besteht aus Wettersteinkalk, der teilweise auch dolomitiert ist. Wie Bohrungen für ein Projekt eines Pumpspeicherwerkes ergeben haben, nehmen unter dem schuttbedeckten Muldenboden die wasserstauenden Werfener Schichten eine größere zusammenhängende Fläche ein, was auch den Austritt einer Quelle an der Ostseite der Hohlform verursacht. Die Werfener Schichten finden ihre Westbegrenzung an einem mächtigen Bruch, der in längsaxialer Richtung durch die Bodenwiese verläuft. Aufgrund der lithologischen und tektonischen Primäranlage und der Formenanalyse ist die Große Bodenwiese als echtes Polje anzusprechen (MAYER J., 1915; M.H. FINK u. K. SCHAPPELWEIN, 1963). Der unterirdische Abfluß des Poljes vollzieht sich im wesentlichen durch eine Doline am westlichen Rand. Wie D. BAEDEKER

(1922, 23) ausführt, war diese Doline ursprünglich ziemlich steil und ließ am Felsgrund den Ponor erkennen. Im Zuge der Vorarbeiten für das Pumpspeicherprojekt, wurde die Doline zugeschüttet und abgedichtet. Nachdem das Vorhaben jedoch nicht realisiert wurde, mußte ein künstlicher Ponor in Form eines Abzugsrohres angelegt werden, um einen weitflächigen Stau des Niederschlagswassers zu verhindern. Die übrigen Dolinen der Bodenwiese sind nur klein und in einer meridional verlaufenden Reihe angeordnet.

4.2. Raxalpe

Die unterirdisch entwässerten Hochflächen der Rax nehmen, wie die Planimetrierung der kartierten Karstgebiete ergeben hat, eine Fläche von 27 km² ein. Das Verbreitungsmuster der Karstformen ist auf beiden Stockwerken der Rax durchaus ähnlich; eine geökologische Differenzierung ergibt sich vornehmlich durch die unterschiedliche Vegetationsbedeckung.

An größeren Karsthohlformen treten zwei Arten in Erscheinung: Karstmulden und Karstwannen. Im Gegensatz zu den muldenförmigen, bis unregelmäßig gestalteten Karstmulden weisen die Karstwannen einen flachen Boden auf, der mit scharfen Knick an die Flanken der Hohlform anschließt, wo es häufig zum Auftreten parasitärer Dolinen kommt. Dabei fällt auf, daß die westlichen (= ostexponierten) Flanken der großen Hohlformen durchwegs steiler und vegetationsfrei sind, was auf die stärkere Schneeakkumulation an der Leeseite zurückzuführen ist. Die ungleiche Verteilung der Schneedecke durch die vorherrschenden Winde aus westlichen Richtungen führt dazu, daß der Nivation bei der Konfiguration der Karsthohlformen große Bedeutung zukommt. Dies gilt selbstverständlich auch für die Hohlformen des Schneeberges. Der Geländebefund zeigt, daß die Karstwannen und Karsthalbwannen auf beiden Plateauteilen vorherrschen; größere Karstmulden hingegen an die Störungszone zwischen Lechnermauern und Grünschachen („Höllentalbruch“) gebunden sind. In diesem tektonisch stark beeinflussten und vom eiszeitlichen Gletscherschurf überprägten Bereich befinden sich u.a. die Eishöhlengrube und die Gschirngruben, die stark eingetieft Bärengrube sowie die unterschiedlich geformte Geißlochgrube mit ihrem wannenartigen Nordostteil.

Die flachen Böden der Karstwannen werden von weitgehend undurchlässigen, tonigen Bodensedimenten, wie Terra fusca und (untergeordnet) reliktschen Rotlehmen bedeckt, wodurch die Anlage von Regenwasser-Tümpeln für die Almwirtschaft des höheren Stockwerkes möglich wird. Aber auch kleinere natürliche Stillgewässer, die größtenteils bereits biogen verlandet sind, wie jenes in der Karstwanne bei der alten Seehütte oder am Kerschböndl, sind an die wasserstauenden Bodensedimente gebunden. Die abdichtende Wirkung der bis zu 2 Meter mächtigen Bodensedimente in den flachen Karstwannen, Karsthalbwannen und Karstverebnungen führt weiters dazu, daß das Niederschlagswasser, soweit es nicht in situ verdunstet oder von Vegetation und Boden zurückgehalten wird, über die sanft geneigten Böden abfließt und nur an deren Rand, wo das Karstgestein ansteht, in den Untergrund eindringen kann. Die Böden und Karstverebnungen haben daher

eine wichtige ökologische (im weiteren Sinne auch ökonomische) Funktion, einerseits als lokale „Versiegelungsflächen“ für das Abflußgeschehen der Hochregion, andererseits als wichtiger Standort für die alpinen Rasengesellschaften. Nur ganz selten ist es der Fall, daß die Verkarstung auch den zentralen Teil einer solchen Karstverebnung in Form von singulären Dolinen ergriffen hat, wobei ein Zuflußgraben auf die Ponorfunktion für eine größere Fläche hinweist. Beispiele dafür bietet der Nordteil des ausgedehnten Haberfeldes (Ha) westlich der Scheibwaldhöhe oder die Karsthalbwanne östlich des Waxriegels. In den Bodensedimenten der Karstwannen und Karstverebnungen sind häufig Augensteine in Form von kleinen Quarzgeröllen vorhanden. Nach H. RIEDL (1977) bildete die oligozäne Augensteindecke das Ausgangsmaterial für die Rotlehme. Besonders eindrucksvoll sind die Augensteine des Trinksteinbodens, zwischen Predigtstuhl und Trinkstein-sattel, wo sie offen zutage liegen. Die Augensteine stammen von Flüssen aus den Zentralalpen und wurden mehrfach umgelagert. Daraus und aus dem hohen Alter des Bodensedimentes, namentlich des Matadero-Rotlehmes, kann abgeleitet werden, daß die Karstverebnungen der Rax und vermutlich auch die Primäranlage der Karstwannen dem jungtertiären Relief der „Raxlandschaft“ entstammen. Besonders auffällig sind die Fülle derartiger Karstverebnungen am höheren Plateau der Scheibwaldhöhe, was sicherlich auf dessen größere Ausdehnung zurückzuführen ist. Äquivalente Formen gibt es auch am tieferen Plateau „Grünschachen“. Anzuführen sind hier die randlichen Verebnungen des Windlochbodens, der Seilstatt und der eindrucksvolle Schwaigboden beim Ottohaus mit seinen randlichen Dolinen. Im Bereich nördlich und westlich des Jakobskogels ist u.a. das Kerschböndl, der Lochboden, die Scheibwiese und die Loswiese zu nennen. Dazu gehört auch die Wanne bei der alten Seehütte; das Seeböndl nordöstlich davon ist dagegen größtenteils muldenförmig. Größere Karstverebnungen gibt es zwischen Preinerwand und neuer Seehütte und nördlich vom Loskogel.

Dolinen gelten als „Leitformen“ der alpinen Karstlandschaft. Sie können mit unterschiedlicher Querschnittsgestaltung als Trichter-, Mulden-, Wannen- und Kesseldolinen auftreten. Aufgrund der mächtigen, oft langandauernden Schneebedeckung der Dolinen war es nicht überall möglich, die Konfiguration des Dolinengrundes festzustellen (vgl. Fotodokumentation auf CD).

Am Grünschachen kommt es im östlichen Teil zu einer auffallenden Konzentration von Dolinen und Dolinenreihen. Anzuführen sind jene zwischen Gsolhorn und Ebenwald, die Großdolinen am nördlichen Rand des Schwaigbodens, ferner jene nördlich des Jakobskogels, wo es zu einer reihenförmigen Anordnung von Dolinen unterschiedlicher Form und Größe kommt. An letztgenannter Position gibt es auch eindrucksvolle Kesseldolinen, deren Grund bis in den Spätsommer mit Firn erfüllt sein kann.

Die reihenförmige Anordnung von Dolinen ist auch am oberen Landschaftsstockwerk der Scheibwaldhöhe zu beobachten. Hier sind es vorwiegend kleinere Trichter- und Muldendolinen, welche Dolinenreihen bilden, die sich vornehmlich in SW-NE - Richtung erstrecken. Es ist zu vermuten, daß sich dabei die dominante Kluftrichtung des Gebietes widerspiegelt. Großdolinen treten hier meist singulär am Rande der Karstwannen oder im Bereich von ausgesprochenen Dolinenfeldern auf. Es ist hier beispielsweise die Großdoline am Nordrand des Roßbodens, und das

unübersichtliche Dolinengelände zwischen Trinksteinsattel und neuer Seehütte anzuführen. Große Dolinen weisen nicht selten parasitäre Dolinen auf, dies gilt auch für einige Karstmulden. Wo dies zweckdienlich erschien, wurde in der Manuskriptkarte die übergeordnete Karsthohlform gesondert ausgewiesen.

Das kuppige, von Latschen, beziehungsweise schütterem Wald bestandene Gelände „Im Gschirr“, unterhalb der Lechnermauern, also der Kontaktbereich zwischen oberem und unterem Plateau gehört zu den am intensivsten mit Dolinen und Karstmulden durchsetzten Flächen der Raxalpe. Dieser rund 500 Meter breite, etwas mehr als 3 Kilometer lange Geländestreifen ist an der Höllentalstörung zwischen Seehütte und Geißlochboden angelegt und von der eiszeitlichen Plateauvergletscherung überprägt worden.

Karstgassen und Karstlineamente sind durch die Bruchtektonik vorgezeichnet und zumeist durch Verkarstung erweitert. Auf der Raxalpe herrscht dabei die SW-NE - Richtung vor. Es gibt natürlich auch dabei Übergänge zu den korrosiv gestalteten Hangkerben, welche zwar meist in der Fallinie verlaufen, gelegentlich aber auch tektonisch vorgezeichnet sind. Beispiele dafür bietet hauptsächlich das höhere Plateau im Bereich nördlich der Scheibwaldhöhe, aber auch der 500 Meter lange „Schneeegraben“ an der Heukuppe. Am Grünschachen u.a. ist die große Karstgasse bei der „Sautratten“ anzuführen, welche vom Weg zur Höllentalaussicht gequert wird, und aus der früher im Sommer auch der Firn zum Ottohaus transportiert wurde.

Die Hochflächen der Rax werden von einem dendritisch verzweigten Netz von Karsttalungen durchzogen. Diese Talungen weisen teils mulden-, teils V-förmigen Querschnitt auf und sind infolge vollständiger Verkarstung durchwegs inaktiv. Bezüglich ihrer Verbreitung und ihres Verlaufes kann festgestellt werden, daß sie zumeist Plateauteile unterschiedlicher Höhenlage verbinden, stellenweise aber auch vom jüngeren Talraum gekappt werden. Die dem Altrelief entstammenden, jetzt funktionslosen Talungen des Raxplateaus wurden in den pleistozänen Kaltzeiten von lokalen Eisströmen teilweise umgeformt, wie dies der untere Krummtalgraben und der Bärengraben eindrucksvoll zeigen.

Eindrucksvoll ist die Mehrphasigkeit in verschiedenen flachen Tälchen der Hochfläche zu sehen: über ein bereits vorhandenes Karstrelief wurden rötliche Sedimente abgelagert in denen sich bereits wieder Sekundärdolinen bzw. Erdfälle gebildet haben.

Das Hauptgestein der Raxalpe ist der ladinische Wettersteinkalk, der zwar sehr gut verkarstungsfähig ist, jedoch nur stellenweise von Karren als Kleinformen des Karstreliefs in größerer Ausdehnung skulpturiert wird. Eng begrenzte Bereiche stärkerer Karrenbildung konnten bisher nördlich des Schwaigriegels, in der dolinenreichen Karsttalung zwischen Jakobskogel und Hofhalkkogel und nördlich des Trinksteinbodens festgestellt werden. Das größte und eindrucksvollste Karrenfeld befindet sich jedoch im oberen Teil der Bärengrubenkares im Verlauf der Lechnermauern. Andere Beispiele aus der Umgebung des Habsburghauses und vom Gaislochsteig belegen, daß das Karrenphänomen zwar bei weitem nicht die Verbreitung wie in den mittleren Kalkhochalpen hat (was vermutlich weitgehend gesteinsbedingt ist), doch allenthalben zu finden ist.

In den Randbereichen der Rax finden sich zwei karstkundliche Besonderheiten: im Gaisloch, am gleichnamigen Steig aus dem Großen Höllental auf die Hochfläche findet man eigenartige Höhlensedimente, deren Farbe an scharfer Grenze von rot auf grün umschlägt. Genaue Untersuchungen gibt es noch nicht, doch weisen Vergleiche mit anderen Sedimenten auf ein alttertiäres, vielleicht auch kretazisches Alter hin, was eine recht alte Paläokarstentwicklung in diesem Raum manifestieren würde.

Im Bereich der Scheibwaldmäuern an der hangparallel verlaufenden Forststraße gibt es eine (natürlich inaktive) hydrothermale Kluft mit eigenartigen konkretionsähnlichen Bildungen, die jedoch nur Lösungsreste des Muttergesteines (!) darstellen, daneben finden sich Kalklösungen unter Zurücklassung der Calcitadern („Boxwork“), aber auch bereits kleine Sinterabscheidungen. Das bedeutet, daß die Kluft (über das Alter der hydrothermalen Aktivität läßt sich nichts aussagen) späterhin bereits für übersättigte Karstwässer benutzt worden ist. Typische Lösungshohlräume weisen auf eine bereichsweise ehemalige Gipsverfüllung, beispielsweise die Folge aufdringender warmer, schwefelsäurehaltiger Wässer, hin.

Ähnlich wie auf dem Schneeberg finden sich in den Hanglagen der Rax ausgedehnte Schuttvorkommen, die die Grenze zu den unterlagernden Werfener Schichten und den zugehörigen Rauhwacken und Gipsen weitgehend überdecken. Gleichermaßen gibt es auch hier typische Karstschluchten, die an tektonischen Leitlinien angelegt, durch Karstprozesse geformt und eiszeitliche Einwirkung überprägt wurden (Gr. Höllental, Kesselgraben etc.). Im Großen Höllental fallen feinkörnige, gelbliche Sedimente im Talboden auf, die weitgehend schuttüberdeckt sind. Unter Umständen bilden sie aber eine gute Barriere und verhindern so Eindringen von Oberflächenwässern im unmittelbaren Einzugsbereich der Quelle.

Im Zuge der Geländeaufnahmen wurden sämtliche in den Karten eingezeichneten Quellen der Hochregion aufgesucht und dabei festgestellt, daß generell die Schüttung in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist. Es ist naheliegend, zunächst an klimatische Ursachen zu denken, doch scheint auch das Nachlassen der Pflege der (ohnehin dürrtigen) Wasseraustritte zu einem Versiegen geführt haben. Früher war das Grünschachen-Plateau beweidet; dies erforderte eine Pflege (Freilegung) der nutzbaren Wasservorkommen in Form von Tümpeln und Quellen. Dazu kam der Wasserbedarf der Schutzhütten, der vor der Errichtung der Seilbahn ausschließlich aus dem gesammelten Regenwasser (Zisternen) und aus den oft weit entfernten, in tieferer Lage befindlichen Quellen gedeckt wurde, wobei das Quellwasser zum Schutzhaus (Ottohaus) gekarrt wurde. Auf die zusätzliche Nutzung des Altschnees aus Karsthohlformen zur Kühlung von Lebensmitteln und zur Gewinnung von Brauchwasser wurde bereits weiter oben hingewiesen. Durch die Inbetriebnahme der Seilbahn im Jahre 1926 war es möglich, die Wasser- bzw. Getränkeversorgung der seilbahnnahen Betriebe auch vom Tal her durchzuführen. In der Gegenwart meinte man daher auf die Nutzung der Quellen weitgehend verzichten zu können, wobei auch das Auflassen der Almwirtschaft eine Rolle spielte; eine Pflege der Quellen schien somit entbehrlich zu sein. Allerdings ist anzumerken, daß es gerade im extrem trockenen Sommer 1992 zu einem empfindlichen Wassermangel in den Hütten kam, was sich vor allem in der Sperre von sanitären Anlagen bemerkbar machte (z.B. Habsburghaus). Durch das Ausbleiben

der Niederschläge, aber auch durch undichte Behälter (Habsburghaus) reichten in diesem Jahr die Regenwasservorräte keineswegs aus.

4.3. Schneetalpe

4.3.1. Hinteralm

Das Gebiet der Hinteralm bildet ein gegliedertes Karstplateau des Schneetalpe und nimmt den Westteil des Gebirgsstockes ein. Die Umrahmung erfolgt durch das Naßköhr und den umgebenden Talraum; namentlich „Im Tirol“ und das obere Mürztal einschließlich der Kalten Mürz. Die vom Mürztal in das Massiv eingreifenden Nebentäler Alplgraben, Höllgraben und Innerer Krampengraben mit der Talweitung „Im Tirol“ führen zu einer randlichen Zerlappung der Hochlagen und zur Gliederung in die Teilbereiche Hinteralm (im engeren Sinne), Hochalpl und Lachalpe. Deren Höhenlage schwankt von 1450 bis maximal 1647 m (Hohes Waxenegg). Auf der Hinteralm, zwischen Roßkogel (1524 m), Hohem Waxenegg (1647 m) und dem Almdorf bei der Wiener-Lehrer-Hütte befindet sich ein intensiv verkarsteter Bereich, der hauptsächlich durch Großdolinen und Karstmulden gekennzeichnet wird. Namentlich ist der Tiefboden, eine besonders große Karstmulde mit einer Reihe von parasitären Dolinen, zwischen Roßkogel und Spielkogel anzuführen, weiters die Großdoline Rotgrübl zwischen Spielkogel (1599 m) und der Waxenegghütte. Nördlich des Almdorfes der Hinteralm, in Gebiet des Tratl (in älteren Karten auch: „Drahtl“), gibt es besonders eindrucksvolle Trichterdolinen, die teilweise schachtartig entwickelt sind. Hier konnte der Verfasser unter anderem das 160 m lange und bis zu 52 m tiefe Schneeloch (1851/7) auffinden, das aus einer West-Ost verlaufenden Schachtdolinenreihe besteht und das in früheren Jahren infolge der mächtigen Schneefüllung als natürlicher Kühlraum für die 500 Meter entfernte Almwirtschaft genutzt wurde. In der Umgebung gibt es nicht nur zahlreiche Dolinen und Karstgassen, sondern auch Karstwannen und Karstverebnungen. Das größtenteils über Wettersteinkalk befindliche Hinteralmplateau fällt mit den Klobenwänden zum Naßköhr ab. Diese Wände und die unmittelbar anschließenden Plateaubereiche weisen tiefe, teilweise befahrbare Abrißklüfte auf, wie die 42 m tiefe Bergspalte (1851/105) und die unweit davon befindliche 9 m tiefe Klobenwandklüft (1851/6).

In der Umgebung der Großdoline Rotgrübl gibt es Karstwannen und Karstverebnungen, sowie am Ostabfall des Spielkogels Dolinen und Karstgassen. Eine besonders eindrucksvolle Karstgasse oder Dolinenreihe befindet sich westlich des Spielkogels. Die waldfreien Flächen der Hochlagen werden intensiv mit Rindern beweidet, dabei reichen die wenigen Dolinentümpel, wie südwestlich des Spielkogels, als Viehtränken nicht aus, da sie häufig austrocknen. Am Südabfall des Spielkogel mußte daher eine Zisterne mit einer Auffangfläche für das Niederschlagswasser errichtet werden.

Die Nordwestliche Hinteralmquelle liegt 1430 m hoch am Weg von der Hinteralm zur Roßwiese und ist in der ÖK 50/103 lagerichtig eingetragen. Die in einem Holztrog

gefaßte Quelle entspringt aus Hangschutt, der den Kontakt Gutensteiner Kalk/Werfener Schichten verhüllt. Am 5.10.1997 betrug die Schüttung 0,1 l/s. Die Quelle wird als Viehtränke genutzt.

Etwa 400 m südwestlich des Almdorfes Hinteralm befindet sich über Werfener Schichten ein Niedermoor, dessen Abfluß in der Karsthohlform Mistgrube (1851/104) versinkt. Die felsüberdeckte Hohlform mit zwei schachtartigen Einstiegen fungiert als Müllkippe der Hinteralm. Hier ist trotz gelegentlich durchgeführter Reinigungsaktionen eine unmittelbare Gefährdung des Karstwassers nicht auszuschließen. Dazu kommt als potentielle Gefährdung des unterirdischen Wassers auch das Almdorf der Hinteralm mit den Schutzhäusern (Kitzbauerhütte [ehemals Donaulandhütte], Wiener-Lehrer-Hütte) aber auch die Weideflächen in Betracht. Die Möglichkeit des Eindringens von Fäkalkeimen und anderen Schadstoffen kann nicht ausgeschlossen werden. In der Umgebung der Mistgrube kommen weitere Dolinen vor; ein episodisches Gerinne versickert am Boden einer flachen Wannendoline südlich der Mistgrube. Die Resurgenz der versinkenden Wasser ist derzeit unbekannt; dementsprechende Markierungsversuche im Gebiet der Hinteralm sind dringend anzuraten. Südlich und nördlich der Hinteralmhütten gibt es am Kontakt Gutensteiner Dolomit gegen Werfener Schichten nicht frei zugängliche Quelfassungen (Wasserbehälter).

An der östlichen, zum Naßköhr hinabführenden Flanke des Hochalpls befindet sich in einer Höhe von 1395 m, am Kontakt zwischen Karbonatgesteinen (Mürztaler Kalk, Dachsteinkalk, Hauptdolomit) und Werfener Schichten, eine 500 x 250 Meter große Karstwanne mit einem Latschenhochmoor, die als Hochalplwanne bezeichnet werden kann. Die Moorabflüsse haben in die Werfener Schichten tiefe Erosionsgräben eingeschnitten, bevor sie in Schwinden versinken. Auch deren Resurgenz ist derzeit noch unbekannt. Eine Gefährdung der Wasserqualität ist von der Beweidung her gegeben.

Die über Dachsteinkalk und Wettersteinkalk entwickelte Lachalpe (1590 m) weist hingegen nur wenige ausgeprägte Karsthohlformen auf; zu erwähnen sind die Dolinen nördlich der Lachalmhütten und das Dolinenfeld zwischen Gipfelkuppe und Blahstein.

4.3.2. Nassköhr

Die wohl größte und eindrucksvollste Karsthohlform des Untersuchungsgebietes ist das zentral gelegene Naßköhr auf der Schneealpe. Der Name leitet sich von „nassem Kar“ ab, d.h. einem vernäßten, bzw. vermoorten Gebirgskessel. Der insgesamt über 514 ha große Wannenboden ist zwischen der Hochregion der Schneealpe und der Hinteralm eingesenkt und wird zur Gänze unterirdisch entwässert und ist ein großes alpines Polje. Die geologische Position ist derart, daß der relativ flache, durch glazigene Rundhöckerfluren gegliederte Poljeboden über wasserstauenden Werfener und Mürztaler Schichten, die von sekundären Karsthohlformen (Dolinen) gegliederte Umrahmung hingegen aus Kalken besteht. Form, lithologische Anlage und karsthydrographische Entwässerung definieren die

gewaltige Hohlform eindeutig als Polje, was früher nicht immer richtig erkannt wurde. G. GÖTZINGER (1913) beschreibt das Naßköhr (im Gegensatz zur Hohlform „Auf der Hoad“ der Hochregion) lediglich als versumpfte tiefere Plateaufläche innerhalb des Schneealpenstockes, während D. BAEDEKER (1922, S. 24f) das Naßköhr zu den atypischen Karstmulden rechnet. Atypisch seiner Ansicht nach deshalb, weil Nichtkarstgestein von Karstgestein umgeben wird. Für W. KURZ (1962), der eine umfassende geomorphologische Dissertation unter Berücksichtigung des Karstformenschatzes vorgelegt hat, sind sowohl das Naßköhr als auch die Wanne „Auf der Hoad“ - völlig unverständlich - keine Karsthohlformen, sondern lediglich tiefere Flächensysteme, die von eiszeitlichen Gletschern umgestaltet wurden. Die pleistozäne Umgestaltung der Poljeböden ist zweifellos gegeben; so finden sich im Naßköhr, hauptsächlich in der Nähe der südlichen Schwelle Rundhöcker und stellenweise Reste der würmeiszeitlichen Grundmoräne. Die Entwässerung des durchschnittlich 1250 m hoch gelegenen Naßköhrs erfolgt durch Bachläufe, der größte im Bereich der Bodenalm entspringt, den zentralen Poljeboden mit der vermoorten Capellarowiese in einem großen Bogen umfließt und in der 300 m weit und 57 m tief bis zu einem Siphon befahrbaren Durchfall-Wasserhöhle (1851/1) versinkt. Sporentriftversuche erbrachten den Nachweis des Zusammenhanges mit Quellen „Im Tirol“, dem Talschluß des Inneren Krampengrabens (F. BAUER, 1969). Weitere, meist episodisch aktive Karstgerinne befinden sich südwestlich des Durchfalls. Die südliche, zum Talraum „Im Tirol“ gerichtete Schwelle des Poljes liegt 1248 m hoch und wird oberirdisch nicht überflossen. Bei einer Trinkwassernutzung der Quellen im Bereich des „Tirol“ ist auf die mögliche Gefährdung der Wasserqualität durch die versinkenden Gerinne des Naßköhrs Bedacht zu nehmen. Das Naßköhr birgt eine Reihe von bedeutenden, insgesamt 62 ha einnehmenden Moorkomplexen, bestehend aus Latschenhochmooren, was zur Unterschutzstellung des Gebietes und seiner Umrahmung in Form eines Naturschutzgebietes mit der Gesamtausdehnung von 1000 ha führte (Stmk. LGBl. 144/1971).

4.3.3. Schneealpe - Hochregion

Die Hochregion der Schneealpe mit der höchsten Erhebung Windberg (1903 m) nimmt den Ostteil des Karstmassives ein und ist besonders stark verkarstet. Gegen Nordosten erstreckt sich Richtung Naßkamm den Ameisbichl (1828 m) mit der Lurgbauernalm. Hier gibt es über Dachsteinkalk ein Dolinenfeld. Auch die Karbonatbereiche des Windberges selbst und seiner westlichen und südlichen Vorlagen weisen besonders viele und große Karsthohlformen auf.

Im westlichen Teil ist das Gebiet des Schönhalterecks (1860 m) anzuführen, dessen Flanken gegen das Naßköhr von Karsttalungen geprägt werden. Die Rücken weisen große Dolinen auf, die teilweise in übergeordnete Hohlformen eingetieft sind. Ostwärts schließt das Gebiet Gläserkogel - Knopperwiese an, wobei letztere eine Karsttalung mit ebenem Boden darstellt. Diese wird in ihrem zentralen Teil von einer felsigen Großdoline geteilt; darüber hinaus gibt es auch tiefe, schachtartige Klüfte, wie das Pichler-Eisloch (1851/48) oder Schachtdolinen, wie die Knopperwiesen-Eisdoline (1851/60).

Das Windberggebiet im engeren Sinne besteht aus dem gegen Westen streichenden und gestuft zur Knopperwiese abfallenden Rücken, dessen südexponierte Flanke von zahlreichen Dolinen, darunter einer gewaltigen Schachtdoline (Punkt 1782 der ÖK 25/104-1) geprägt wird. Letztere befindet sich bereits in der inaktiven, Ost-West verlaufenden Karsttalung zwischen Gipfelrücken und „Klapf“ und weist größtenteils ebenen Boden auf. Diese endet an einer großen Doline am Fuß einer Krümmung des Windbergrückens (Östlich P 1838 der ÖK 25); hat jedoch vorher, nahe der Schachtdoline, eine Verbindung zu einer weiteren Karsttalung südlich des Klapfes. Diese Karsttalung, die gleichfalls einen generell Ost - West gerichteten, allerdings gekrümmten Verlauf hat, weist zwei unterschiedliche Abschnitte auf. Der östliche Abschnitt weist einen mulden- bis kerbenförmigen Querschnitt auf und wird durch eindrucksvolle Dolinen geprägt. Der Westteil hingegen weist einen flacheren Boden auf, der sich zur vermoorten Brunnwiese im Bereich der Jagdhütte erweitert. Hier entspringt am Nordrand der Brunnwiese eine gefaßte Quelle, die als Viehtränke genutzt wird. Die flachen Abschnitte beider Karsttalungen sind an das Auftreten von Werfener Schichten gebunden.

Das Gebiet um den Grünkogel (1813 m), südlich der Brunnwiesentalung, ist gleichfalls intensiv verkarstet und erstreckt sich einerseits nach Süden über den Randgipfel des Rauhenstein (1770 m) bis zum Sender (1660 m) unweit der Kutatschütte, andererseits ostwärts bis Kapellner Böndl unterhalb des Schneealpenhauses am Schauerkogel. Auffallend sind die zahlreichen mächtigen und teilweise felsigen Dolinen über Wettersteinkalk, vor allem im südlichen und östlichen Abschnitt, wo sie wegen der langandauernden Schneebedeckung als „Eisgruben“ bezeichnet werden. Anzuführen ist ferner die eindrucksvolle Karstwanne südwestlich der „Hoad“ und südlich der Brunnwiesentalung, dessen flacher Boden 1740 m hoch liegt und damit deutlich vom rezenten Poljeboden abgesetzt ist. Der Boden grenzt - mit Ausnahme der östlichen Schwelle - scharf an die Umrahmung und ist sanft gegen Westen geneigt. Zum zentralen Hochland gehört auch die dem Windberg (1903 m) östlich vorgelagerte große Wanne „Auf der Hoad“ (= Auf der Heide).

Die eindrucksvolle Wanne weist einen Durchmesser von 1 km auf und nimmt eine Fläche von 82 ha ein. Der auffallend ebene Boden liegt im Zentrum 1735 m hoch und ist sanft gegen Westen, dem Windberg zu, geneigt. Er wird am West- und Nordwestrand von großen, zum Teil wasserführenden Dolinen begrenzt. Der als Weidefläche genutzte Boden ist bis auch wenige Tümpel trocken und weist eine vollständige unterirdische Entwässerung auf. Die Bodensedimente der Terra fusca verhüllen den festen Untergrund, doch ist aufgrund der geologischen Situation der Umrahmung anzunehmen, daß die wasserstauenden Werfener Schichten zumindest den Südteil des Bodens unterlagern. Darüber hinaus ist festzuhalten, daß die Wanne am Kontaktbereich zwischen Wettersteindolomit, Gutensteiner Kalk und Wettersteinkalk gelegen ist; wodurch die lithologische Voraussetzung - neben jener der Geschlossenheit der Hohlform und der unterirdischen Entwässerung - für eine Einstufung als Polje gegeben ist. Bereits G. GÖTZINGER (1913, 170) spricht die Karsthohlform als Polje an, hingegen rechnet D. BAEDEKER (1922, 24) die „Hoad“ aufgrund der relativ geringen Verbreitung der Werfener Schichten zu den atypischen Karstmulden. Die Umrahmung wird an vier Stellen annähernd niveaugleich, bzw. nur

wenig höher als der Poljeboden durchbrochen: Im Südwesten nahe der Quellen, im Süden gegen das Dolinengelände des Grünkogels, sowie im Südosten und im Osten, beiderseits des Schauerkogels (mit dem Schneealpenhaus). Die Durchlässe der Schwellen, namentlich die beiden östlichen, lassen darauf schließen, daß die „Hoad“ in der jungtertiären Landschaftsentwicklung Teil eines fluviatilen Entwässerungssystems war; W. KURZ (1962) ordnet die Hohlform seinem B-Flächensystem zu, ohne ihren gegenwärtigen Karstcharakter anzusprechen. Am Südrand, am Kontakt zwischen hangendem Gutensteiner Kalk und den liegenden Werfener Schichten befindet sich ein Quellhorizont mit einem kleinen Niedermoor und zwei gefaßten Quellen, die der Wasserversorgung der Almhütten und als Viehtränken dienen. Tief unter dem Wanneboden quert der rd. 10 km lange Wasserleitungstollen der 1. Wiener Hochquellenleitung das Schneealpenmassiv.

Vom Gebiet um den Windberg, namentlich die Hoad, aber auch von der Umgebung der Ameißbichlalm kann einerseits durch den Tourimus, andererseits durch die starke Beweidung eine Gefährdung des Karstwassers ausgehen.

4.4. Tonion

4.4.1 Tonion - Hochregion

Der Tonion weist eine ausgeprägte, von tieferem Gelände deutlich abgesetzte Hochregion auf, die besonders intensiv verkarstet ist. Es ist dies der bis zu 1699 m aufragende Bereich, der im Nordwesten von Hundseck und Tonionalm (1429 m), im Südosten und Süden hingegen vom Herrenboden, bzw. Ochsenboden (1373 m) begrenzt wird. Dieser, durch Kuppen und infolge Verkarstung funktionslose Talungen geprägte Raum nimmt eine unterirdisch entwässerte Fläche von rd. 206 ha ein und wird zur Gänze, auch die Steiflanken, aus Dachsteinkalk aufgebaut. Die durchschnittliche Höhenlage liegt bei rund 1600 m, wo auch die aktuelle Waldgrenze überschritten wird. Das Hochplateau fällt mit steilen, vielfach felsigen Flanken zum Talraum, bzw. zu den östlichen und südlichen Vorlagen ab. Eindrucksvoll sind dabei die gegen Westen bis zu 250 m abbrechenden Felswände mit der geomorphologisch deutlich ausgeprägten Kalk/Dolomitgrenze am Wandfuß. Der Steilabfall gegen den Herrenboden ist im ganzen gesehen schrofig bis felsig und überaus tiefgründig durch Dolinen und gewaltige Schachthöhlen (u.a. Fledermausschacht, Teufelskessel) geprägt. Am Plateau selbst sind zunächst die funktionslosen Talungen auffallend, die sowohl mit kerben- bis muldenförmigen als auch mit kastenförmigem Querschnitt auftreten. Die durch ihre Karsthohlformen wohl eindrucksvollste Karsttalung mit muldenförmigen Querschnitt ist der zwischen Föllbaumkogel und Schneekogel befindliche Gamsstallboden. An der Tiefenlinie haben sich große, zum Teil schachtartig entwickelte Dolinen gebildet; auch bedeutende Höhlen, wie die Schneckenhöhle (1762/6) und die Gamsstallhöhle (1762/8), kommen hier vor. Die Großdolinen setzen sich - in einer störungsbedingten Reihe angeordnet - auch an der oberen Tonion-Nordflanke zum Kar „Jodelloch“ fort. Weiters sind in diesem Bereich, namentlich an der westlichen Flanke des Gamsstallbodens, klufftgebundene

Karstgassen anzuführen. Der nordwestlich anschließende, engere Gipfelbereich zwischen Föllbaumkogel und dem zur Tonionalm abfallenden Hochflächenrand ist gleichfalls intensiv verkarstet, wobei hier die Karsttalungen meist einen flachen Boden aufweisen, der praktisch immer mit Terra fusca bedeckt ist. Das tonreiche Bodensediment dieser Talungen und Karstverebnungen führt zu einer lokalen Abdichtung des Karstuntergrundes, zu seitlicher Korrosion mit randlichen Dolinen und darüber hinaus zur Bildung, bzw. Anlage von Tümpeln, welche für die Beweidung genutzt werden. Beispiele dafür bietet das Gelände um den Toniongipfel. Im Gebiet zwischen Sonntagkogel und Föllbaumkogel sind auch muldenförmige Dolinen mit Terra fusca bedeckt und weisen Dolinentümpel auf. Der Bereich nördlich und westlich des Tonion-Hauptgipfels ist durch zahlreiche große Trichterdolinen gekennzeichnet, deren stellenweise felsige Flanken von Karren skulpturiert sind.

4.4.2. Tonion - Randbereiche

Die Gefällsstufen im mittleren Aschauergraben nordöstlich des Niederalpls mit den Wasserfällen sind an widerstandsfähige Gesteine, wie Mürztaler Kalk, Gutensteiner Kalk und Aflenzer Kalk gebunden. Im Bereich östlich des Ochsenbodens befindet sich oberem Aschauergraben eine Felssturzlandschaft (Tomalandschaft) nahe Forststraßengabelung mit einer Überdeckungshöhle (nicht im Kataster) und einem Schneetälchen (= polygenetische Karsthohlform). Östlich unterhalb des Ochsenbodens, westlich der Tiefenlinie, befindet sich ein Quellhorizont mit diffusen Sickerwasseraustritten über rötlichen Kreidemergeln; sowie eine kleine Hangmure mit Abrißnische und Schuttstrom bis zur Forststraße. Der vom Herrenboden kommende Bach versinkt im Schutt der Bachstatt und weist in der Tiefenlinie Resurgenzen auf. Am Ende der Forststraße lokales Vorkommen von Kreidemergel mit Blaiken an den Flanken der Bachstatt.

An der vom Herrenboden gegen Norden zu Schöneben abfallenden Flanke entspringt in einer Hangmulde im Dachsteinkalk, die als Karsthalbmulde bezeichnet werden kann, die auch in der ÖK 103 lagerichtig eingetragenen Paulaquelle. Sie liegt in 1360 m Höhe und dürfte eine Schichtgrenzquelle sein, da bei der gefaßten, als Viehtränke genutzten Quelle graue Mergel von Bodensedimenten bedeckt sind. In der Geologischen Karte von H.P. CORNELIUS (1936) ist an dieser Stelle lediglich der Kontakt zwischen Dachsteinkalk und Gehängeschutt eingezeichnet. Am 13.10.1996 betrug die Schüttung: 0,2 l/s. Der Bachlauf, welcher aus der Karsthalbmulde oberirdisch in den Talraum abfließt, wies am gleichen Tag ein Schüttung von rd. 2 l/s auf; ein Hinweis auf weitere diffuse Wasseraustritte im moorigen Muldenboden.

Für die Gefährdung des Karstlandschaft kommt der weitere Ausbau von Aufschließungsstraßen (z.B. vom Langboden zur Tonionalm) sowie die intensive Beweidung in Betracht.

4.4.3. Tonion - Herrenboden

Der Herrenboden ist ein 25 ha großer Hochtalboden; im ganzen muldenförmig über Mürztaler Schichten: dominant Mergel, untergeordnet auch dunkle Kalke mit weißen Kalzitadern (Mürztaler Kalk). Insgesamt erstreckt sich die große Hohlform 1,8 km weit in Nord-Süd-Richtung und ist durchschnittlich 350 m breit. Sie wird beidseitig von Dachsteinkalk umrahmt: im Westen vom Höhenzug Hochschnäbelkogel (1616 m) - Schneekogel (1634 m); im Osten vom niedrigeren Höhenzug Gaisstiegl - Gr. Schwarzkogel (1553 m). Der erstgenannte Höhenzug gehört bereits zu den Hochlagen des Tonionmassivs und fällt mit felsigen bis schrofigen Flanken zum Herrenboden ab. Aufgrund der größtenteils wasserstauenden Mürztaler Mergel wird der Herrenboden von einigen Gerinnen entwässert, die sich an der Tiefenlinie zum Aschauerbach vereinigen. Zum Zeitpunkt der Schneeschmelze (19.5.1996) konnte festgestellt werden, daß die Gerinne, die sich zum Teil tobeltartig eingetieft haben, in zumindest 3 Ponoren in den Untergrund eintreten. Es ist zu vermuten, daß diese episodisch trockenfallen. Zwei dieser Schwinden befinden sich in der Längsachse des Herrenbodens, davon eine rd. 100 m nördlich der Almhütte, und schließlich eine am Westrand des Almbodens, am Fuß eines Felsriegels aus Dachsteinkalk, unterhalb des Fledermausschachtes. Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß hier die Wässer ihren Abfluß in den tieferen Partien dieser gewaltigen Höhle haben. Es wird nämlich von Expeditionsteilnehmern berichtet, daß nicht nur relativ frisches Gras im sogenannten „Heuschacht“ aufgefunden wurde, sondern daß Teilnehmer der Tiefenvorstöße nach Genuß des Sickerwassers unter Beschwerden litten. Dies läßt auf Schadstoffeintrag vom beweideten Almboden schließen. Trotz der (episodisch aktiven) Schwinden wird der Herrenboden größtenteils oberirdisch Richtung Süden entwässert, wobei es in der Bachstatt unterhalb zu Versinkungen und Resurgenzen kommen kann. K. MACHER (1980) behandelt die Hydrogeologie des Herrenbodens und berichtet über einen Markierungsversuch des (damaligen) Speläologischen Institutes Wien im Juni 1969 mittels Uranin. Der Farbstoff wurde in die Schwinde nahe der Almhütte eingespeist und trat nach einer Laufzeit von 96 Stunden an der 6 km Luftlinie entfernten Roßlochquelle (1763/Q 1), nahe des Mürztales nördlich Mürzsteg, zutage. Der Herrenboden ist somit aufgrund seiner geologischen und hydrographischen Situation als Semipolje zu bezeichnen. Eine Gefährdung der Karstwässer kann sich Fäkal- und Mülleintrag bei Alm- und Jagdhütten, vor allem jedoch die starke Beweidung der Almflächen ergeben.

Die westliche und östliche Umrahmung des Herrenbodens wird aus Dachsteinkalk aufgebaut und ist intensiv verkarstet.

Westumrahmung: Tiefe Dolinen und Schächte befinden sich westlich und südwestlich der Almhütte auf einer höhergelegenen Verflachung. Anzuführen sind u.a. der rd. 200 m tiefe und 850 m lange Teufelskessel (1762/3); die Schachtdoline (1762/5) und die Hüttendoline (1762/22) Die Hüttendoline (auch „Mistloch“ genannt) hat bis vor wenigen Jahren als Müllkippe für die Halterhütte gedient.

Fledermaushöhle (1762/1): Die insgesamt 523 m tiefe Schachthöhle ist in der ÖK 50/103 lagerichtig als „Riesenschacht“ eingezeichnet. Sie öffnet sich in 1485 m Höhe, seitlich oberhalb einer verblockten Doline, die sich in einer störungsgebundenen Karstgasse befindet. Auf dem Block mit der Katasternummer

gibt es Reste einer zierlichen Winde (vermutlich zur Tiefenmessung des 112 Meter tiefen Einstiegschachtes). Links oberhalb Höhlenschutztafel am Zustieg zur 376 m langen, geräumigen Bärenatzenhöhle (1762/14); in der ÖK fälschlich: „Tonionhöhle“; deren 1530 m hoch gelegenes Portal deutlich auch vom Herrenboden aus sichtbar ist. Am Nordwestrand des Herrenbodens befinden sich weitere Dolinen mit dem schachtartigen Zwölfenderloch (1762/2), aus dem Reste von Rothirsch, Wisent und Elch geborgen wurden.

Ostumrahmung: Im Gebiet Gaisstiegl und den südlichen Vorlagen gegen den Herrenboden kommen drei bemerkenswerte Karsthalbwannen mit ebenem Boden und peripheren Dolinen vor. Die mittlere und südliche Karstwanne nimmt den Abfluß der Schneeschmelzwässer in kleine Ponore am Westrand auf und führt sie der unterirdischen Entwässerung zu. Die Wiederaustrittsstelle ist derzeit ungeklärt. Trichterdolinen sind oft bis hoch herauf schneegefüllt, bzw. die Schächte zugeeist; Befahrungen daher nicht immer möglich. Im Höhlenkataster werden aus diesem Bereich folgende Höhlen angeführt:

Knochendoline (1762/17) östlich Jagdhütte
Königsbodenschacht (1762/18) am Jägersteig zum Gaisstiegl
Gaisstiegl schacht (1762/19) östlich Gaisstiegl
Halbhöhle (1762/25) südlich Gaisstiegl
Kammhöhle (1762/26) südlich Kamm beim Gaisstiegl.

Vom Gipfel des Großen Königkogels konnte in Richtung 250° ein breites Höhlenportal am Fuß der Felswände zwischen der Höhe 1512 und dem Gr. Schwarzkogel gesichtet werden.

4.5. Niederalpl - Wetterin - Weissalm

Der Paß Niederalpl (1221 m) ist an erosiv leicht ausräumbare Werfener Schichten gebunden, die in einem Streifen von Aschbach über die Paßhöhe nach Dobrein und Mürzsteg streichen. Am Kontakt Werfener Schichten und Gutensteiner Kalk südlich der Wetterinalm befindet sich ein Quellhorizont: Quellnische mit Tobel (wasserführend) sowie gefaßte Quelle. Die Sattelzone der Wetterinalm wird nach H.P. CORNELIUS (1936) aus Gutensteiner Kalk und Wettersteindolomit; der Rücken der Wetterin selbst dominant aus Wettersteinkalk aufgebaut. Allgemein treten in diesem Bereich die Karstformen sehr zurück, lediglich östlich des Wetteringipfels kommt eine Karstgasse (kleine Dolinenreihe) und eine wenig ausgedehnte Karstverebnung vor. Die Ostflanke der Wetterin und Teile der Wetterinalm sind mittels Schleppliften als Schichgebiet erschlossen. Durch den (Winter-) Tourismus, aber auch durch die Beweidung kann es zu einer Gefährdung des Karstwassers kommen. Die Wetterinalmquelle (in der ÖK lagerichtig eingetragen) entspringt aus Verwitterungsschutt über Werfener Schichten, bzw. Gutensteiner Kalk (neuer Schlitz 1996 offen); Zuleitung zu 2 Brunnrögen aus Beton (keine Messungen, jedoch Foto). Die Alm wird bestoßen; die Almflächen durch dichte Lägerflora stark beeinträchtigt. Der Rücken, bzw. die kleine Hochfläche zwischen Wetterinalm und Sattel „Wetterl“

befindet sich über Wettersteinkalk und wird durch schütterten Hochwald und Weideflächen (Dürrenstein-Plateautypus), sowie durch vereinzelte Felsblöcke mit Karren geprägt. Der Sattel „Wetterl“ selbst und die zur Weißalm führenden Hänge bestehen aus grusigem Wettersteindolomit. Die Karstmulde der bewirtschafteten und mit Rindern bestoßenen Weißalm (1429 m) zeigt folgende geologische Anlage: der Muldenboden über wasserstauenden Werfener Schichten, die Umrahmung aus Gutensteiner Kalk. Im Zentrum der Karsthohlform befindet sich ein als Viehtränke genutzter Dolinentümpel mit anschließenden Ponor (trocken) an der Westflanke unterhalb des Fahrweges. Der Karstmuldenboden geht südwärts in ein trockenes Kerbtal zum Niederalplbach über. Der Kalk ist hier fast überall mit Terra fusca bedeckt. Teilweise verfallene Almwege leiten zu einem verfallenen Almhaus und weiter zu einer Dolinenreihe an der Ostflanke des Brachkogels (1525 m). Es sind dies regelmäßig geformte Trichterdolinen, davon eine mit Tümpel; die Abdichtung des Gutensteiner Kalkes erfolgt durch Terra fusca. Auch nördlich unterhalb, beim markierten Weg und am Sattel des Ochsenbodens, befinden sich Tümpel, bzw. Dolinentümpel, die als Viehtränken fungieren. Im Südteil des Ochsenbodens ist eine Karsthalbwanne mit zwei Dolinen eingesenkt. Auf den Felskopffeldern des Brachkogels gibt es Karrenbildungen auf Gutensteiner Kalk.

4.6. Königskogel - Proles

Das Gebiet des Königskogels wird hauptsächlich aus kalkig bis mergeligen Mürztaler Schichten aufgebaut, wobei die Mergel überwiegen dürften, da zumindest oberirdische Karstformen bisher nur wenige vorgefunden wurden. Es handelt sich um ein Gelände aus Höhenrücken und Kuppen, die für die Weidewirtschaft größtenteils künstlich entwaldet wurden, bzw. nur an bestimmten Stellen expositions- und höhenbedingt der natürlichen Waldgrenze entragen, wie dies am Gr. Königskogel (1574 m) und am Proles der Fall ist. Östlich des Herrenbodens, bzw. des Gaisstiegelkammes setzen beim 1402 m hohen Sattel des Buchalpenkreuzes der aus Almflächen bestehende Hauptrücken des Königskogel-Proles-Gebietes an. An die bewirtschaftete Dürrieglalm (1353 m) folgen ostwärts die größtenteils verfallenen Hütten der Königsalm; beide mit Quellen. Nordwestlich der Dürrieglalm erstreckt sich das schroffere, aus Hallstätter Kalk aufgebaute Gebiet Geisterstein (1482 m) - Fallenstein (1536 m) - Turmkogel (1335 m), das durch die aus Werfener Schichten gebildete Tiefenlinie Schöneben - Höhenreithalm - Brunnbach (Freinbach) begrenzt wird. In diesem Bereich befinden sich zwei Schachthöhlen, der Schmutzerschacht (1763/2) und der Ribisellahnschacht (1763/3).

Am Nordwestfuß des Fallensteins erstreckt sich in Sattelposition zwischen Falbersbach und Brunnbach die bewirtschaftete Höhenreithalm (1169 m). Der Untergrund wird nach der Geologischen Karte von H.P. CORNELIUS (1936) aus Werfener Schichten gebildet. Dies kann jedoch aufgrund der karstmorphologischen Kartierungen nur zum Teil der Fall sein, da hier drei größere Ponordolinen vorhanden sind, die zur Schneeschmelze und nach Starkregen kleinere Gerinne aufnehmen und in den Karstuntergrund ableiten. Leider ist das anstehende Gestein

der Dolinen nicht aufgeschlossen, so daß diesbezüglich keine Beurteilung erfolgen konnte. Die Resurgenz der versinkenden Wässer ist derzeit nicht bekannt. Eine potentielle Gefährdung ergibt sich durch die Beweidung der Almflächen.

Eine weitere aktive Ponordoline befindet sich rund 200 m nördlich des Föllbaumriegels, zwischen Königskogel und Proles, in 1440 m Höhe. Die kriechend etwa 4 m weit befahrbare Höhlenschwinde am Grund der Doline liegt im Kalk der Mürztaler Schichten und nimmt die Sickerwässer eines Niedermooses auf, das zu den Weideflächen der „Krautgärten“ gehört. Die Resurgenz der Wässer ist gleichfalls nicht bekannt; eine Gefährdung dieser durch die intensive Bestoßung der anschließenden Almflächen mit Rindern nicht auszuschließen.

Nördlich davon, in der Einsattelung vor dem Kleinen Proles, befindet sich in einer flachen Muldendoline ein Almtümpel; die Abdichtung erfolgt durch Mergel, bzw. Terra fusca.

Die mittels Betontrog teilweise gefaßte Falbersbachalmquelle entspringt neben der Forststraße in einer Höhe von 1230 m aus Hangschutt, welcher die Gesteinsgrenze zwischen dem hangenden Hallstätterkalk und den Mergeln der Mürztaler Schichten verhüllt. Sie ist in der ÖK 50/103 lagerichtig eingezeichnet. Am 17.7.1997 betrug die Schüttung (gesamt) rd. 4 l/s.

Nordwestlich dieser Quelle befindet sich eine bemerkenswerte Dolinenreihe am Westabfall des Fallenstein um 1200 m Höhe, die südlichste Doline, in einer Kurve der Forststraße, weist einen größeren Tümpel auf.

Die Prolesalpe bildet den östlichen Eckpfeiler der Teilgruppe, welcher steil zur Mürzschlucht beim Wasserfall zum „Toten Weib“, südlich von Frein, abfällt. Der Bergname geht übrigens auf das altslawische Wort „prolaz“ zurück, welches Durchgang, enge tiefe Wegstelle oder Schlucht bedeutet. Die Hochlagen werden aus Hallstätter Kalk aufgebaut, die von den mergeligen Mürztaler Schichten unterlagert werden. Die Prolesalpe bildet geomorphologisch ein asymmetrisches Pult, das mit Steilflanken (Törlleiten) und der bis zu 150 m hohen, brüchigen Proleswand nach Süden abstürzt. Die Prolesalpe weist zwei, durch das scharf eingeschnittene „Törl“ getrennte Gipfel auf: Der Große Proles (1565 m) und der höhere Kleine Proles (1579 m).

Oberirdische Karstformen sind nicht besonders häufig vorhanden. Auf den Felskopffeldern der Gipfel-Pultfläche und an den Felswänden gibt es Karrenbildungen. Neben freiliegenden Rinnenkarren kommen auch korrosive Erweiterungen von Kleinklüften („Strukturkarren“) vor. Einige Dolinen sind in die Pultfläche nördlich des Großen Proles eingesenkt. Eine Karstgasse nördöstlich des Gipfels leitet zu tieferen Plateauteilen mit Felskopffeldern und einer eindrucksvollen, Süd-Nord verlaufenden Dolinenreihe. Noch weiter nordöstlich folgt eine kleinere Karstverebnung und schließlich, noch tiefer, unweit der Kuppe 1406, der Windlochboden, eine 1370 m hoch gelegene Karstwanne. Nahe des Südrandes der 350 m langen und 100 m breiten Karsthohlform mit flachem Boden öffnet sich in einer kreisrunden Doline der 82 m tiefe und insgesamt 105 m lange Windluckenschacht (1763/1), auch Windloch, bzw. Freiner Windloch genannt.

Die zertalten Flanken südlich der Prolesalpe und westlich des Königskogels (Vierundzwanzig Gräben) werden vorwiegend aus Wettersteindolomit aufgebaut; ein Karbonatgestein, der als Träger oberirdischer Karstformen nur wenig in Frage kommt. Dies bedeutet allerdings nicht, daß eine tiefgründige Karstentwässerung auszuschließen ist, wie das Beispiel der Roßlochquelle (1763/Q 1) bei Scheiterboden zeigt, welche die Resurgenz der am Herrenboden des Tonion versinkenden Wasser ist. Diese 835 m hoch gelegene Karstgroßquelle, die mit einem Meßwehr und einer automatischen Meßeinrichtung ausgestattet ist, konnte am 13.3.1997 (Schneesmelze) aufgesucht werden, wobei nachstehende Daten erhoben wurden: Schüttung (geschätzt): rd. 100 l/s.

Nahe dieser Quelle befindet sich höchstwahrscheinlich im Wettersteinkalk die kleine, jedoch sehr beeindruckende Roßlochklamm mit der 8,5 m langen Roßlochklamm-Kluft (1763/6) am unteren Klammeingang, sowie der 5,5 m langen Roßlochklammhöhle (1863/7) etwas weiter aufwärts, im orographisch rechten Ast der Klamm. Durch die Roßlochklamm führte früher der Karrenweg in die „Alten Gräben“, dessen ziemlich verstürzte Wegtrasse die Klammsohle einnimmt. Durch den Bau neuer Forsstraßen wird die Klamm nun weiträumig umgangen. Die Gefährdung dieses erhaltenswerten Naturphänomens besteht in der Verklauung durch die Trassenreste sowie durch Verbauungen (Stützmauern) am Klammausgang.

4.7. Hochschwab

Der Hochschwab - als typischer Karststock der Nördlichen Kalkalpen - weist prinzipiell das gesamte Spektrum des ober- und unterirdischen Karstformenschatzes auf.

Freilich zeigen sich beim genaueren Vergleich mit den anderen großen Karstplateaus (Dachstein, Totes Gebirge) gewisse Unterschiede, die vermutlich in erster Linie auf die unterschiedlichen Karstgesteine - hier vor allem (dolomitisierte) Wettersteinkalk, dort vornehmlich Dachsteinkalk (mit eher geringen, und dann auch schichtgebundenen Dolomitpartien) - zurückzuführen ist („Petrovarianz“).

Alte Landoberflächen manifestieren sich in den ausgedehnten Plateauflächen (siehe Karte), die verschiedentlich Reste der Augensteinüberschotterung zeigen (GÖTZINGER, 1915), wobei sich allerdings bei den Höhlensedimenten deutliche Unterschiede zu den westlicheren Karstplateaus abzeichnen scheinen (SEEMANN, 1979).

Hohlformen, so etwa die verschiedensten polygenetischen Großformen, die von Verkarstung, glazialen Vorgängen und Erosion geprägt sind finden sich ebenso wie Dolinen im östlichen Hochschwabbereich naturgemäß weitaus häufiger als in den langgestreckten Rücken des Westens, wo Ihre Kartierung durch die teilweise intensive Bewaldung auch erschwert wird und nur bei Rodungen mitunter ein überraschendes Karstrelief sichtbar wird. Verschiedene poljenähnliche Formen - die

in den Alpen oftmals schwierig als solche anzusprechen sind - finden sich im Bereich des Sonnenschiebplateaus, aber auch nördlich des Hochschwab. Neben den Dolinen gibt es verschiedentlich auch distinktere aktive Schwinden die auch bereits beim Markierungsversuch (BAUER, 1971) benutzt wurden.

Deutliche Unterschiede, vor allem in der Dichte ihres Auftretens, aber auch in ihrer Art zeigen sich bei den Kleinformen des Karstes, so bei den Karren, die weitaus seltener beobachtet werden können als etwa auf dem Dachstein und bei den sehr seltenen und wenig markanten Kamenitzas.

Das markanteste Unterscheidungsmerkmal ist begründet im Vorkommen dolomitischer Gesteine in größeren Höhenlagen im Vergleich zum Toten Gebirge, Dachstein, Tennengebirge usw. bis über die Waldgrenze. Die dort entstehenden bizarren Geländeformen zeigen ein Forschungsdefizit beim Typus „Dolomitkarst“ vor allem hinsichtlich der Geomorphologie auf, da es unklar erscheint, wieweit die Geländeformen im Dolomitbereich erosiv (wie auf den Bildern der konventionellen Lehrmeinung folgend angeführt) oder zum Teil auch korrosiv entstanden sind.

Durchaus markante und teilweise sicherlich durch Karstprozesse mitgestaltete Geländeformen sind die Karstschluchten und Karsttäler, von steilen, tektonisch induzierten bis zu jenen seichten, Gräben, die für den Dolomitbereich besonders typisch sind. In einem Fall ergab sich eine eigenartige Mischung aus Tektonik, Hangsetzung und Verkarstung.

Eine Gesamtdarstellung der Karstformen des Hochschwab steht noch aus, einzelne Arbeiten beschrieben Teilgebiete (FABIANI et al., 1980, SCHAPPELWEIN, 1967), eine weitere umfassende Arbeit (Dissertation Lukas PLAN) ist in Vorbereitung.

5. Höhlen

Im Gebiet der „östlichen Kalkhochalpen“ zwischen Hochschwab und Schneeberg sind mit Ende 2005 rund 1550 Höhlen bekannt, ihre ungefähre Lage ist den Übersichtsabbildungen am Beginn dieses Heftes, gemeinsam mit den wichtigsten Quellen zu entnehmen. Für die einzelnen betroffenen Teilgruppen des „Österreichischen Höhlenverzeichnisses“ sind im folgenden die Basisdaten sowie die jeweils längsten und tiefsten Höhlen sowie die Anzahl der derzeit bekannten Höhlen angegeben.

(ÖK = Österreichische Karte, Kf = katasterführender Verein, L = derzeitige vermessene Ganglänge, HU = Höhenunterschied in der Höhle)

1740 Hochschwabgruppe

1741 Kalte Mauer

ÖK 100, 101; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Hiefiau – Erzbach – Leopoldsteinersee – Seeaubach – Hinterseeaugraben – Wagnergraben – Eisenerzer Höhe – Eisenerzbach – Hinterwildalpen – Hinterwildalpenbach – Salza – Mündung in die Enns – Enns aufwärts – Hiefiau. (Höchster Punkt = Kalte Mauer 1930m, tiefster Punkt = Salzamündung in die Enns bei Großreifling 454m)

Anzahl der Höhlen: 40

Längste und tiefste Höhle: Schwarze Lacke 1741/6 (L=1084m, HU=112m)

1742 Pfaffenstein

ÖK 101; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Präbichl – Polster- Hirschegg Sattel – Lamingsattel – Laminggraben – Pfarrerlacke – Jassinggraben – Neuwaldeggalm – Bärenlochsattel – Beim Kreuz – Paffingalm – Weg zur Fobishütte – Fobisbach – Hinterseeaugraben – Seebach – Leopoldsteinersee – Erzbach – Eisenerz – Trofeng – Gerichtsraben – Präbichl. (Höchster Punkt = Pfaffenstein 1871m, tiefster Punkt = Leopoldsteinersee 628m)

Anzahl der Höhlen: 44

Längste und tiefste Höhle: Frauenmuer-Langstein-Höhlensystem 1742/1 (L=20215m, HU=595m)

1743 Brandstein

ÖK 101; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Wildalpen – Hinterwildalpenbach – Hinterwildalpen – Eisenerzbach – Eisenerzerhöhe – Wagnergraben – Fobisbach – Fobishütte – Brandwiese – Wasserboden – Schafalssattel – Kamm über Schaufelwand – Ebensteingipfel – Sattel zwischen Ebensteingipfel und Großem Griesstein – Lang-Eibel-Schlucht – Brunntal – Salza – Wildalpen. (Höchster Punkt = Großer Griesstein 2023m, tiefster Punkt = Wildalpen 607m)

Anzahl der Höhlen: 8

Längste und tiefste Höhle: Eisloch 1743/1 (L=236m, HU=37m)

1744 Hochschwab

ÖK 101, 102; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Brunnsee – Salza – Weichselboden – Vordere Höll – Miessattel – Edelbodenalm – Samstatt – Schiestlhaus – Hochschwabgipfel – Fleischerhütte – G'hacktes – G'hacktbrunn – Trawiestal – Bodenbauer – Ilgertal bis Einmündung Hubostingbach – Hubostinggraben – Grubeck – Haring – Haringbach – Oberort – Kreuzteich – Grüner See – Pfarrerlacke – Jassinggraben – Neuwaldalm – Bärenlochsattel – Beim Kreuz – Pfaffingalm – Weg zur Fobishütte – Brandwiese – Wasserboden – Schafhalssattel – Kammlinie über Schaufelwand zum Ebensteingipfel – Sattel zwischen Ebenstein und Großem Griesstein – Lang-Eibel-Schlucht – Brunntal – Brunnsee. (Höchster Punkt = Hochschwab 2277m, tiefster Punkt = Salza bei Brunnsee 623m)

Anzahl der Höhlen: 449

Längste Höhle: Langsteineishöhle 1744/1 (L=6051m)

Tiefste Höhle: Furtowischacht 1744/310 (HU=713m)

1745 Karlalpe

ÖK 102; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Thörl – Ilgnerbach aufwärts – St. Ilgen – Bodenbauer – Trawiestal – G'hacktbrunn – G'hacktes – Fleischerhütte – Hochschwabgipfel – Schiestlhaus – Graf-Meran-Steig – Dullwitz – Seetal – Seebach – Stübmgingbach – Thörl. (Höchster Punkt = Hochschwab 2277m, tiefster Punkt = Thörl 638m)

Anzahl der Höhlen: 63

Längste und tiefste Höhle: Melkbodeneishöhle 1745/1 (L=653m, HU=540m)

1746 Aflenzer Staritzen

ÖK 102; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Seewiesen – Seetal – Dullwitz – Graf-Meran-Steig – rote Markierung nach Weichselboden (über Samstatt – Edelbodenalm – Miessattel) – Hintere Höll – Kastenriegel – Ramertal (Ramerbach) – Wegscheid – Gollradbach – Gollrad – Seeberg – Seewiesen. (Höchster Punkt = Ringkamp 2153m, tiefster Punkt = Höll 761m)

Anzahl der Höhlen: 29

Längste Höhle: Leitenalmdoline 1746/24 (L=40m)

Tiefste Höhle: Goldloch 1746/20 (HU=108m)

1747 Zeller Staritzen

ÖK 102; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Weichselboden – Salza aufwärts bis Gußwerk – Aschbachtal – Wegscheid – Ramertal (Ramerbach) – Kastenriegel – Hintere Höll – Vordere Höll – Weichselboden. (Höchster Punkt = Staritzen 1566m, tiefster Punkt Weichselboden 677m)

Anzahl der Höhlen: 39

Längste und tiefste Höhle: G'schlüsselbodenschacht 1747/2 (L=230m, HU=75m)

1750 Veitschalpe

1751 Rauschkogel

ÖK 102, 103; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Wegscheid – Seeberg – Seeberggraben – Stübmingtal – Stübming – Pretalsattel – Veitschtal – Rad – Rotsohalpe – Aschbach – Wegscheid. (Höchster Punkt = Rauschkogel 1720m, tiefster Punkt Stübmingbach bei Döllach 715m)

Anzahl der Höhlen: 1

Längste und tiefste Höhle: Lungernde Kirche 1751/1 (L=13m, HU=2m)

1760 Tonionalpe

1762 Tonionalpe

ÖK 102, 103; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Fallensteiner – Wegscheid – Ort Aschbach – Niederalpl – Buchalpengraben – Buchalpenkreuz – Schöneben – Fallensteiner. (Höchster Punkt = Tonion 1699m, tiefster Punkt Härtehammer 767m)

Anzahl der Höhlen: 31

Längste und tiefste Höhle: Fledermausschacht 1762/1 (L=1184m, HU=523m)

1763 Königskogel

ÖK 103; Kf: LVHK. Steiermark

Umgrenzung: Niederalpl – Mürzsteg – Frein – Gschwand – Schöneben – Buchalpenkreuz – Buchalpengraben – Niederalpl. (Höchster Punkt Großer Königskogel 1574m, tiefster Punkt Mürzsteg 782m)

Anzahl der Höhlen: 10

Längste und tiefste Höhle: Ribisellahnschacht 1763/3 (L=115m, HU=57m)

1850 Schneebergalpen

1851 Schneetalpe

ÖK 73, 103, 104; Kf: LVHK. Wien u. NÖ

Umgrenzung: Frein – Mürz abwärts bis Kapellen – Altenbergerbach – Naßkamm – Reißbach – Hinternaßwald – Wasseralmbach – Freinerboden (Kote 1330) – Ameiswiesbach – Kalte Mürz bis Mündung – Frein. (Höchster Punkt Windberg 1903m, tiefster Punkt Kapellen 702m)

Anzahl der Höhlen: 214

Längste Höhle: Griesgrabenhöhle 1851/203 (L=1303m)

Tiefste Höhle: Tiefste Höhle: Weittalschacht 1851/14 (HU=110m)

1853 Raxalpe

ÖK 74, 104; Kf: LVHK. Wien u. NÖ

Umgrenzung: Preiner Gscheid – Rettenbach – Preinerbach bis Mündung – Schwarza aufwärts bis Singerin – Naßbach – Reißbach – Naßkamm – Altenbergerbach – Raxenbach – Preiner Gscheid. (Höchster Punkt Heukuppe 2007m, tiefster Punkt Einmündung des Preineer Baches in die Schwarza ca. 490m)

Anzahl der Höhlen: 302

Längste und tiefste Höhle: Krampusschacht 1853/301 (L=370m, HU=95m)

1854 Schneeberg

ÖK 74, 75, 104, 105; Kf: LVHK. Wien u. NÖ

Umgrenzung: Voismaut – Schwarza bis Ternitz – Sierningbach – Puchberg – Sebastianbach – Losenheim – Sparbacher Hütte – Klausgraben – Klostertaler Gscheid – Voisbach – Voismaut. (Höchster Punkt Klosterwappen 2076m, tiefster Punkt Ternitz 398m)

Anzahl der Höhlen: 320

Längste und Tiefste Höhle: Reiterhöhle 1854/61 (L=310m, HU=146m)

Abkürzungen:

ÖK= Nummer der Österreichischen Karte 1:50 000

Kf = Katasterführung

LVHK = Landesverein für Höhlenkunde

L = Gesamtganglänge

HU = Höhenunterschied

5.1. Rax-Schneeberg

Derzeit sind im Rax-Schneeberggebiet über 600 Höhlen bekannt, das sind rund 4 % der in Österreich gegenwärtig erfaßten Objekte (zusammen mit den Höhlen in den anderen Einzugsgebieten der Wiener Wasserversorgung erreicht die Zahl immerhin bereits 10 %).

Freilich beträgt die Gesamtvermessungslänge kaum 7 km, also nicht ganz 1 % der im Bundesgebiet erfaßten Höhlenstrecken.

Nur wenige Höhlen weisen eine vermessene Länge von über 100 m auf, eine einzige Höhle (die Reiterhöhle auf dem Kuhschneeberg) hat eine Vertikalerstreckung von über 100 m.

Die statistische Auswertung der Basisdaten der Höhlen ergibt einige interessante Anhaltspunkte: Die Anzahl der Höhleneingänge (für sich alleine ein recht unspezifischer Parameter) ergibt Unterschiede zwischen beiden Stöcken: im Schneeberggebiet findet man Höhlen der Zahl nach eher in den Flanken, im Raxgebiet eher im Plateaubereich, der allerdings auch bei weitem großflächiger ist. Dementsprechend zeigt die Rax ihre größte vermessene Gesamtganglänge an Höhlenstrecken im Plateaubereich. Die durchschnittliche Ganglänge (in beiden Gebirgsstöcken rund 20 m im Gesamtschnitt) ist hingegen im Schneeberggebiet in den Hochlagen höher als auf der Rax und in den Flanken recht niedrig. Die Vertikalerstreckung in den Höhlen liegt in den meisten Fällen - ohne merklichen Unterschied zwischen Rax und Schneeberg - unter 10 m, immerhin gibt es aber deutliche Anzeichen auch von tieferen Höhlen (was nichts mit dem Tiefgang der Verkarstung, sondern alleine mit der Befahrbarkeit zu tun hat !). Bei den

durchschnittlichen Vertikaldifferenzen bezogen auf die Höhenlage ergeben sich deutliche Ähnlichkeiten mit den Ganglängen, wobei die tieferreichenden Objekte im Schneeberg offensichtlich etwas höher liegen als auf der Rax

Die Konsequenz aus diesen Beobachtungen ist die Manifestierung von Häufigkeiten von Höhlenräumen in bestimmten Höhenlagen, die auf eine Mehrphasigkeit der Höhlengenese - analog zu den großen Karstplateaus der mittleren Kalkalpen - hinweist, auch wenn die Zusammenhänge zunächst wenig auffallend sind. Unter der Berücksichtigung der Tatsache, daß die meisten Schachteingänge zwar für den Menschen - durch Verbrauchsvorgänge, aber auch Schnee und Eis - unpassierbar sind für das Wasser jedoch keinerlei Hindernis darstellen und der Verteilung und Art der Höhlenräume ergibt sich empirisch, daß in beiden Karstmassiven in derzeit unbefahrten Abschnitten durchaus Höhlenräume vorliegen dürften, die für den Wassertransport und auch den Wasserrückhalt von Bedeutung sind.

5.2. Schneeralpe - Toniongebiet

Die höhlenforscherische Bearbeitung des Untersuchungsgebietes ist in 3 Abschnitte zu untergliedern: Stand in der ersten Hälfte des Jahrhunderts die Bearbeitung des Tonion, und hier vor allem des Fledermausschachtes im Vordergrund (1938 waren hier bereits mindestens 12 Höhlen bekannt), so begann vor rund 40 Jahren die Erforschung der Schneeralpe, auf der 1954 lediglich 3 Höhlen bekannt waren - das „Tote Weib“ zählte unverständlicherweise nicht dazu. Obgleich auf der Schneeralpe dank des Einsatzes vor allem von Höhlenforschern aus Wien und Niederösterreich bislang über 200 Höhlen bekannt wurden, so fehlen doch auch hier bislang tiefere Höhlen.

Im Toniongebiet begann vor einigen Jahren eine Periode der Neuforschung durch Mürztaler Höhlenforscher. Nach wie vor stellt der Fledermausschacht mit über 500 m Tiefe einer der tiefsten Höhlen der östlichen Kalkalpen dar. Ausgedehnte Horizontalsysteme fehlen jedoch.

Obgleich bereits die Verteilung der Höhlen in den verschiedenen Höhlenstufen in Bezug auf die Seehöhe des Einganges verschiedene Schlüsse auf die Verkarstung zuläßt, so erscheint die differenzierte Betrachtung nach den vermessenen Ganglängen (auch wenn die Höhenzuordnung natürlich nicht sehr exakt ist) doch aussagekräftiger: Im Beispiel der Schneeralpe, wo im Gegensatz zum Tonion (wo sich möglicherweise eine gewisse Häufung zwischen 1400 und 1600 m Seehöhe andeutet) eine ausreichende Datenmenge vorliegt, läßt sich eine gewisse Zweiteilung der Höhenlage der vermessenen Höhlen erkennen: eine weniger ausgeprägte Zone liegt im Abschnitt zwischen 1000 und 1250 m Sh., eine deutlichere zwischen 1400 und 1800 m mit einer Häufung um 1600 m.

5.3. Hochschwab

Von den fast 700 Höhlen des Hochschwab liegt der größere Teil nicht im zentralen Hochschwabbereich, was aber alleine mit den bisherigen Forschungsschwerpunkten der forschenden Gruppen (hauptsächlich aus Graz, dem Mürztal und aus Niederösterreich) zusammenhängen dürfte. Die meisten Objekte wurden im Bereich des Sonnschienplateaus aufgenommen, die längste Höhle, das bereits über 20 km messende Frauenmauer-Langstein-Höhlensystem liegt südwestlich dieses Bereiches und war bereits vor über 100 Jahren Ziel eines adeligen Besuches (Tafel bei Osteingang der Durchgangshöhle). Die tiefste Höhle (mit einer Tiefenerstreckung von 713 m), der Furtowischacht liegt nördlich der Sonnschienalm.

In jüngster Zeit erfolgten intensive und erfolgreiche Forschungen auch im zentralen Hochschwabbereich (Forschergruppe L.Plan) im Hinterland der Kläfferquelle, einem Bereich, dessen Höhlenarmut angesichts der gewaltigen Schüttungsmengen der Kläfferquelle stets recht eigenartig anmutete.

Es ist interessant und möglicherweise auch bezeichnend, dass vor allem im zentralen Hochschwabgebiet bislang keine ausgeprägten Höhlenniveaus gefunden werden konnten. L.PLAN (2002) hat dazu einige Überlegungen angestellt

Zeugen früherer hochphreatischer Phasen finden sich indessen, so etwa in der Arzberghöhle.

Deutliche Hinweise auf einen "Hydrothermalkarst" finden sich in der Kraushöhle bei Gams, der einzigen echten Schauhöhle im Hochschwabgebiet (in der Frauenmauerhöhle finden lediglich halboffizielle Führungen statt).

Von Bedeutung ist weiterhin die Beilstein-Eishöhle, eine der tiefstgelegenen und östlichsten Eishöhlen der Nördlichen Kalkalpen, die in den westlichen, bewalteten Ausläufern des Hochschwabmassivs liegt. Hier finden sich Holzreste im Eis, deren Altersbestimmung aber noch aussteht.

Erwähnenswert ist weiterhin die Melkbodeneishöhle südlich des „G'hackten“ mit ihrem spektakulären, über 400 m tiefen Hauptschacht).

Im Zuge dieser Arbeit wurden einige Kleinhöhlen aufgefunden, jedoch nur zum Teil bearbeitet, so etwa das etwas kuriose „Fenster“ beim „Turm“ südlich der Riegerin als eventueller Rest einer Höhle.

6. Quellen

Die Lage der Quellen ist den beiden Übersichtskarten am Beginn dieses Heftes – gemeinsam mit der Lage der Höhleneingänge – zu entnehmen, Koordinaten und eine ungefähre Lageangabe sind in der nachfolgenden Tabelle zu finden.

6.1. Rax-Schneeberg

Es wurden, soweit dies möglich war, die Quellen des Gebietes lokalisiert, zum größten Teil besucht und bei rund 70 % die hydrochemischen Basisdaten bestimmt. Erstaunlich war, daß die Zahl der Quellen mit rund 130 für beide Gebirgsstöcke recht gering ist. Darüberhinaus gibt es außer den ohnehin gefaßten Quellen der 1.HQWL kaum Quellen nennenswerter Schüttung. Lediglich die Quelle im Frohnbachgraben weist eine Schüttung von über 10 l/s auch in niederschlagarmen Perioden auf (und bleibt so wasserwirtschaftlich ebenfalls uninteressant).

Ein kurzer Hinweis auf die Schwarza: Das „biologische Gütebild der Fließgewässer Österreichs“, Ausgabe 1990/91 [BMLuF] weist für die Schwarza - einen echten Karstfluß - die Güteklasse 2, teilweise auch noch 1 aus, freilich nur bis zum Eintritt in das Industriegebiet um Gloggnitz.

6.2.3. Schneeealpe

Aufgrund einer Vielzahl von Quellaufnahmen verschiedenster Stellen (Gemeinde Wien, Umweltbundesamt, Universität Wien, Steirische Landesregierung, Geologische Bundesanstalt) wurde - letztlich auch aus Zeitgründen - auf eine vollständige Aufnahme verzichtet und versucht, eine möglichst repräsentative Stichprobe der wichtigsten Quellen für die hydrochemische Beurteilung (Kapitel 8) zu erhalten. Neben den für die Wiener Wasserversorgung gefassten „Sieben Quellen“ im Karlgraben sind unter den stärkeren Quellen unter anderem die Tirolbachquelle im Krampengraben, die Lohmbachquelle, die Kalte Quelle in der Dirlerschlucht und die Kaltenbachquelle bei Frein zu erwähnen.

Die verschiedenen Quellaustritte im Schneeealpenstollen wurden von BAUER (1969) beschrieben.

6.2. Hochschwab

Auch hier erfolgte eine Fokussierung auf die Wasseranalysen der bedeutenderen Quellen bzw. eine Reihe repräsentativer Quellen verschiedener Bereiche und Höhenstufen. Einige Auswertungen dieser Analysen finden sich im Kapitel 8, vor allem in Hinblick auf die potentiellen Einzugsgebietsbereiche.

Die bedeutendsten Karstquellen des Hochschwab - von West nach Ost - sind die Schwarze Lacken (=Wassermannloch) bei Eisenerz, die (Thermal)Schwefelquelle bei Gams, die Brunensee-Quellzone E Wildalpen, die Kläfferquelle, ferner die Höllquellen und die in den Zeller Staritzen gelegenen Brunntalquellen und die Pfannbauernquelle. Daneben gibt es aber zahllose mittlere und kleinere Quellen, Seen und unterirdische Zuflüsse zu den Talverfüllungen der in das Massiv eingreifenden Täler, die am Hochschwab-Südrand bereits zur Wasserfassung für die Stadt Graz geführt haben.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten hydrochemischen Grundparameter für die erfassten Quellen des untersuchten Bereiches der östlichen Kalkhochalpen wiedergegeben.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----|--------|--------|------|---|----------------------------------|------------|-----|------|-----|----|-----|------|---|
| Fischkalterhöhle | 53 | 706025 | 292050 | 565 | 0 | Höllental | 19.07.1993 | NS | 9,8 | 62 | 6 | 185 | 25 | 3 |
| Fischkalterhöhle | 54 | 706025 | 292050 | 565 | 0 | Höllental | 19.07.1993 | NS | 10,2 | 64 | 5 | 183 | 28 | 2 |
| Lahningbachquelle | 55 | 711900 | 294850 | 995 | 1 | W Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 5,3 | 102 | 9 | 153 | 155 | 6 |
| Quelle Losenheim | 56 | 713400 | 294625 | 745 | 2 | Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 6,1 | 480 | 5 | 145 | 1055 | 3 |
| Quelle S Losenheim | 57 | 712700 | 294100 | 900 | 2 | S Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 7,3 | 172 | 16 | 172 | 340 | 1 |
| Wiesenquelle | 58 | 713250 | 294275 | 870 | 1 | Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 10,1 | 160 | 6 | 180 | 264 | 3 |
| 1862 – DÜRRE WAND | | | | | | | | | | | | | | |
| Quelle Gschaider | 1 | 712900 | 295250 | 860 | 1 | 100 oberhalb Gschaider/Losenheim | 12.05.1985 | TR | 6,5 | 96 | 5 | 298 | 16 | |
| Quelle E Almröserhütte II | 3 | 711750 | 295275 | 1150 | 1 | W Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 6,1 | 72 | 0 | 206 | 9 | 2 |
| Quelle unter Almröserhütte | 4 | 711450 | 295200 | 1195 | 1 | W Losenheim | 10.10.1993 | nNS | 8,5 | 104 | 0 | 290 | 21 | |

Erklärung zu den Quelllisten

| | |
|---|---|
| RW,HW | Rechtswert-Hochwert im Bundemeldenetz (M34/M31 im westl. Hochschwabgebiet) |
| SH | Seehöhe in [m] |
| DATUM | Datum des Besuchs bzw. der Probenahme |
| G | Größenklasse / Schüttungsbereich |
| | 0 episodische Quelle (teilweise trockenfallend) oder nicht bekannt |
| | 1 < 1 l/s |
| | 2 1 - 10 l/s |
| | 3 10 - 100 l/s |
| | 4 100 -1000 l/s usw. |
| W | Wetter (TR=Trockenwetter, NS=Regen,Schnee, nNS=(knapp) nach Niederschlag, SS=Schneeschnmelze) |
| T | Wassertemperatur, [°C] |
| Ca, Mg, HCO ₃ ,SO ₄ , NO ₃ | Gehalt gelöster Stoffe in [mg/l] |

7. Karstnutzung und potentielle Gefährdung

7.1. Schneeberg - Rax

Die Bedeutung des Rax-Schneeberggebietes für die Ausflugsaktivitäten der Bewohner der Millionenstadt Wien liegt auf der Hand. So zeigte die Raxseilbahn seit ihrer Errichtung im Jahre 1926 eine stetige Zunahme der Frequenz und hält heute bei etwa 100 000 p.a. Die Zahnradbahn auf den Schneeberg wies ebenfalls seit ihrer Eröffnung im Jahre 1897 eine große Beliebtheit auf und führte bald zur Verbesserung der Infrastruktur auf dem Hochschneeberg. Ein Vergleich der Fahrpläne (1914/1991) zeigt, daß bereits in der Frühzeit Menschenmassen diesen Karststock besuchten. Die Frequenz ist mit der Gegenwart vergleichbar.

Insbesondere bei der Zahnradbahn schlummert eine potentielle Karstgefährdung - ganz abgesehen vom Tourismus an sich: die Umstellung des Betriebes auf die vordergründig wesentlich ökonomischeren Dieselloks. Ein Leck beim Dieseltank hätte gravierende, weitreichende Folgen für den Karstwasserkörper (man denke an den historischen Tracerversuch am Ochsenboden, der fast alle Quellen betraf).

Aktuell wäre indessen Hauptaugenmerk auf die Entsorgung der zahlreichen Bergunterkünfte sowie die Alm- und Forstwirtschaftswirtschaft zu richten.

Klammert man an dieser Stelle die Fragwürdigkeit einer potentiellen teilweisen Aussperrung der Touristen aus, so zeigt sich, daß beide Karststöcke reichlich mit Bergunterkünften versehen sind. Vor allem auf der Rax ist ein ganzjähriger Betrieb gegeben.

Dem Vernehmen nach ist bei allen Hütten eine Entsorgung auch der Fäkalien gegeben (fast alle Hütten verfügen über Transportmöglichkeiten wie Materialeilbahnen oder befahrbare Karrenwege zu den Bergbahnen, in einem Fall wenigstens sogar durch eine Leitung (Waxriegelhaus). Unerfreuliche Fälle wie der des Jakobskogelschachtes sind erfreulicherweise sehr selten: wilde Müllkippen konnten im Rax-Schneeberggebiet nur selten angetroffen werden.

Passen sich die meisten Alpinhäuser gut an die Landschaft an, so kann dies bei der Funkstation ausgerechnet auf dem höchsten Punkte Niederösterreichs fast zwangsläufig nicht der Fall sein, eine latente Gefährdung scheint aber wenigstens nicht gegeben zu sein.

Eine andere, dauerhaftere und gefährlichere Art von Eingriffen sind die Skipisten, die im Arbeitsgebiet allerdings in nennenswertem Ausmaß (die Rax-Hochfläche kann man hinsichtlich des Massensportes wohl vernachlässigen) nur im Bereich Losenheim-Sparbacherhütte zu finden sind, wo sich allerdings die Untergrundverhältnisse (hauptsächlich stauende Werfener Schichten und jurassische Mergel) eher eignen als jene in den eigentlichen Karstgebieten.

Das Aufeinandertreffen von forstlich-jagdlichen Interessen und Tourismus wird auch im Bereich Rax-Schneeberg gepflegt. Zeigen manche Bilder noch einen eher optischen Gegensatz der eher recht wenig naturverändernden Art der Wanderer und Kletterer zu den markanten Eingriffen im Zuge des Forststraßenbaues (die über 16 km lange Raxstraße ist ein Musterbeispiel), so wird dieser gravierend beim Begehen der Ostflanke des Schneeberges mit massiven Erdbewegungen und Hanganrissen und einem Ausblick auf die fast vollständige forstliche Erschließung des Hengst, der auch auf seiner Ostseite längs der Bahntrasse gut ausgebaute Forststraßen aufweist.

Die Wildwirtschaft bleibt für den Laien abgesehen vom unübersehbaren Wildverbiß (Überpopulationen ?) wenig durchschaubar, sofern man nicht (illegalerweise) die im wahrsten Sinne extensive Wildfütterung am Rax-Südfuß betritt, wo auf einigen tausend Quadratmetern eine überaus große Anzahl von Einrichtungen aller Art zur Fütterung des Wildes zu beobachten sind ...

Gleichzeitig denkt man an die gelegentliche, oftmals unterschwellige Propaganda gegen die Erholungssuchenden, die (obschon ohnehin nicht in Allrad-Geländefahrzeugen auf Forststraßen Richtung Hochstand unterwegs) das Wild beunruhigen - und beobachtet währenddessen minutenlang „neurotisierte“, jedenfalls aber neugierige Gamsen am doch einigermaßen begangenen Nördlichen Grafensteig aus wenigen Metern Entfernung..

Es sollen aber auch positive Aspekte der Forstwirtschaft am Beispiel der Umgebung des Kaiserbrunnns angeführt werden, wo im unmittelbaren Quellbereich seit dem

Beginn des Jahrhunderts offensichtlich umfangreiche Aufforstungen stattgefunden haben. Bezeichnenderweise erlaubt der damalige Standort des Fotografen einer alten Ansichtskarte heute keinerlei Ausblick mehr auf den Kaiserbrunn, das Vergleichsfoto von 1993 mußte von einem Baum aus angefertigt werden.

Ein weniger erfreulicher Aspekt ist, daß sowohl Rax, als auch Schneeberg im Führer für Mountainbiker (KORBAJ, 1990) angeführt ist. Dies nicht im Hinblick auf Forststraßen, was aus Sicht des Karstforschers wenig bedenklich wäre, sondern auf die Anstiege zu den Hochflächen bzw. Gipfeln. Bei Kenntnis der Wege und Untergrundverhältnisse muß derartiges aber vehement abgelehnt werden.

Im österreichischen Trockenrasenkatalog (HOLZNER et al. 1986) werden nur Bereiche in Randlagen (Bereich E Priggwitz und ein Hügel S Puchberg) genannt, letzterer aber als „eine der schönsten Wiesen Österreichs bezeichnet“, die offensichtlich aber nicht unter Naturschutz steht.

An Schutzmaßnahmen im Rax-Schneeberggebiet insgesamt sind zu erwähnen:

- *Verordnung des BMFLuF vom 9.12.1965 zum Schutze des Wasservorkommens im Schneeberg,-Rax- und Schneetalengebiet (BGBl. 353 (1965)*
- *Landschaftsschutzgebiet Rax-Schneeberg LGBL 120/55 (715km²)*
- *Naturpark Falkenstein LGBL. 5500/10-0/72 (0.5 km²)*
- *Naturpark Siemingtal LGBL. 5500/33-0/78 (16 km²)*

Eine recht ausführliche Zusammenstellung der erfolgten bisherigen Maßnahmen für den Quellschutz findet sich bei DRENNIG (1971).

7.2. Schneetalpe - Toniongebiet

Im Zuge der karstmorphologischen Kartierungen konnten auch Beobachtungen über die Gefährdung der Karstlandschaft angestellt werden. Die Karstgefährdung besteht im Wesentlichen aus den zwei Sachbereichen: Gefährdung der Karstlandschaft durch bauliche Eingriffe und Gefährdung des Karstwassers durch Einbringung von Schadstoffen. Dabei ist festzuhalten, daß sich die Gefährdungspotentiale nicht selten überlagern, wie das Beispiel des Fremdenverkehrs zeigt.

Gefährdung der Karstlandschaft durch Forststraßenbau

Die Karstlandschaft erscheint in erster Linie durch den Forststraßenbau beeinträchtigt. Wenn auch die Notwendigkeit ihrer Anlage zum Zwecke der Nutzung und Pflege der Wirtschaftswälder nur wenig bestritten werden kann, so fällt doch die bei modernen Straßen großzügige, d.h. besonders breite Trassierung auf, die zu großen Flächenverlusten der naturnahen Landschaft, aber auch zur Begünstigung der Bodenerosion führt. Namentlich die Dolomithänge mit ihrer grusigen Verwitterung und ihrer Neigung zu Abspülungsformen, aber auch der Schuttmantel über anderen Karstgesteinen reagiert besonders empfindlich auf derartige Eingriffe. Die bergseitigen Straßenböschungen begünstigen bei Starkregen und nach der Schneeschmelze Nachböschungen, wobei die obere Kante mitunter weit außerhalb der geplanten Böschungsbreite zu liegen kommt. Der Vergleich mit älteren, allerdings meist steileren Forststraßen zeigt, daß auch schmalere Fahrbahn- und

Böschungsbreiten durchaus zweckmäßig sein können. Am Beispiel der Tonionalm ist ersichtlich, daß frühere Almwege (Saumwege) zunehmend zu Aufschließungsstraßen verbreitert werden, um aus almwirtschaftlichen, jedoch auch jagdlichen Gründen Zufahrtsmöglichkeiten zu schaffen. Das gleich gilt für den Karrenweg von der Dürrieglalm zur Königsalm, der derzeit nur mittels Geländefahrzeugen, bzw. Traktoren durchgehend befahren werden kann, wobei jedoch die Arbeiten zur Verbesserung der Trasse und damit der Befahrbarkeit bereits weit gediehen sind.

Gefährdung der Karstlandschaft durch Wintersporterschließung

Weitere bauliche Eingriffe sind im Bereich der Wetterin und der Wetterinalm durch die Anlage von drei Schi-Schleppliften gegeben. Dieses Gebiet ist in das Schigebiet und in das zugehörige System von Liftanlagen des Niederalps (1221 m) einbezogen. Auf der Schneecalpe konnte aus Gründen des Bestehens des wasserrechtlichen Schutzgebietes (Verordnung über den Schutz des Wasservorkommens im Schneeberg-, Rax- und Schneecalpengebiet) eine Erschließung für den Massenschilau bisher verhindert werden. Die Schäden an der Karstlandschaft in diesem Bereich sind aber freilich nicht mit den ungleich stärkeren durch die Beweidung zu vergleichen.

Gefährdung der Karstlandschaft durch Beweidung

Zu Beeinträchtigungen der Bodendecke im Untersuchungsgebiet kommt es durch starke Beweidung, vor allem dort, wo mergelige Böden und tonige Bodensedimente vorhanden sind. Besonders sind daher Böden über Mürztaler Mergel und über Werfener Schichten betroffen, seltener hingegen Terra fusca-Böden über Kalken. Das oft beträchtliche Gewicht und Zahl der gealpten Rinder führt nicht selten zu einer weitflächigen Zerstörung des aufgeweichten Bodens. Dies konnte zwischen Herrenboden und Paulaquelle im Toniongebiet und im südwestlichen Teil der Hinteralm des Schneecalpengebietes beobachtet werden. Ein markantes Beispiel ist auch die Wetterinalm.

Gefährdung des Karstwassers durch Beweidung

Die potentielle Gefährdung des Karstwassers ist einerseits durch den tatsächlichen, bzw. nicht auszuschließenden Schadstoffeintrag, andererseits durch die raschen Durchflußzeiten des Karstwassers durch die weitleumigen Karstgefäße im Gebirgskörper gegeben. Grundsätzlich stellt auch die saisonale Beweidung der Hochregionen, d.h. die Almwirtschaft, eine Gefährdung der Trinkwasserqualität der Quellen des Talraumes dar. Dort wo Dolinen, bzw. Schwinden den Abfluß von Almflächen lokalisierbar in den Untergrund ableiten, wurde in den regionalen Abschnitten dieses Berichtes darauf verwiesen. Dies ist u.a. am Herrenboden der Tonionalpe, im Königskogelgebiet auf der Höhenreithalm und nördlich des Föllbaumriegels, im Wetteringebiet auf der Weißalm, und schließlich im Schneecalpengebiet auf der Hinteralm, beim Naßköhr und „Auf der Hoad“ der Fall. Darüber hinaus kann es nicht nur an diesen lokalisierbaren Stellen zu einer Versinkung eines belasteten Gerinnes, sondern auch diffus zu einer Versickerung von Schadstoffen (z.B. Fäkalien) kommen.

Gefährdung des Karstwassers durch Gehöfte im Karst

Neben der Alpung des Weideviehs trägt auch (und im besonderen Maße) der Mensch zu einer zumindest potentiellen Gefährdung der Karstwasserqualität bei. Zunächst stellen die Alm- und Jagdhütten (manchmal in Form regelrechter „Hüttelcluster“ wie auf der Hinteralpe oder „Auf der Hoad“ auf dem Schneealpenplateau) und deren Umgebung Gefährdungspotentiale dar, weil es hier durch das Alm- und Jagdpersonal zu einer Konzentration des Schadstoffeintrages kommen kann. Dazu gehören auch die wilden Müllkippen im Nahbereich der Almen, die mit Vorliebe in Karsthohlformen, beispielsweise Trichterdolinen oder in berieselte (!) Schwinden deponiert werden. Beispiele dafür bietet die Hüttendoline am Herrenboden und die Wasserhöhle Mistgrube der Hinteralm. Gelegentliche Reinigungsaktionen und ein zunehmendes Umweltbewußtsein geben Anlaß zu ein wenig Optimismus.

Gefährdung durch Ausflugs- und Jagdtourismus

Im gesamten Untersuchungsgebiet herrscht zwar der „Sanfte Tourismus“ vor, dennoch kommt es auch dabei zu einer gewissen Konzentration des Besucherstromes. Erfahrungsgemäß sind das Gebiet der Wetterinalm und das Tonionmassiv regional beliebte Ausflugsziele und werden von Tagesgästen relativ häufig aufgesucht. Wesentlich einsamer sind hingegen Königskogel und Proles, ersterer ist touristisch weniger attraktiv, letzterer - trotz der Nähe zum Talort Frein - entlegener und weniger leicht zugänglich (keine Wegmarkierungen). Hier ist indessen ein reger Jagdverkehr festzustellen.

Das größere, stärker gegliederte Schneealpenmassiv ist hingegen touristisch gut erschlossen und bietet mannigfaltige Ausflugs- und Tourenmöglichkeiten. Die Besucherströme kommen nicht nur aus den nahen Siedlungszentren des Mürztales, sondern - wie die Autokennzeichen der Parkplätze zeigen- auch aus dem südlichen Niederösterreich und aus dem Großraum Wien. Das Forst- und Aufschließungs-Straßennetz der Schneealpe ist dicht und gut befahrbar ausgebaut, wenn auch, bis auf eine Ausnahme, für den öffentlichen Kraftfahrzeugverkehr gesperrt ! Die Forstraßensperren werden - mit Ausnahmen für die Berechtigten - rigoros eingehalten. Die genannte Ausnahme stellt die Mautstraße dar, die zwischen Kapellen und Neuberg vom Mürztal abzweigt und über die Mautstelle Michlbauer bis zum 1440 m hoch gelegenen Parkplatz beim Kampl gegen Gebühr befahrbar ist. Von dort führt sie, für den öffentlichen Verkehr gesperrt, weiter zur „Hoad“ und schließlich zur Lurgbauerhütte der Amalßbichlalm. Stichstraßen führen zu den bewirtschafteten Michlbauer- und Rinnhoferhütten und zum Schneealpenhaus des Alpenvereins. Die Mautstraße wird von den motorisierten Besuchern sehr gut angenommen, so daß an Wochenenden und Ferientagen mit Schönwetter große Besuchströme Richtung Hochregion wandern und die Almwirtshäuser und das Schneealpenhaus frequentieren. In abgeschwächter Form, da keine öffentliche Zufahrtsmöglichkeit besteht, gilt dies auch vom Almdorf der Hinteralm mit der öffentlich zugänglichen Wiener-Lehrer-Hütte und der benachbarten Kitzbauerhütte. Die Ausgedehtheit des Schneealpengebietes erfordert nicht selten, daß die genannten Schutzhäuser, aber teilweise auch die privaten Almhütten, als touristische Nächtigungsmöglichkeiten herangezogen werden, wodurch sich natürlich auch die

Verweildauer der Besucher im Karstgebiet erhöht. Die Schutzhäuser und Almhütten und ihre nähere Umgebung sind daher trotz aller wasserrechtlichen Auflagen und Maßnahmen zur Fäkalienfuhr und Müllbeseitigung als Gefährdungspotential des Karstwassers einzustufen.

Schutzmaßnahmen

Naturschutzgebiet Nassköhr (LGBL. 144/1971), 1000 ha (betr. auch Durchfall-Wasserhöhle)

Landschaftsschutzgebiet Veitsch-Schneealpe-Rax (LGBL. 69/1981), inkl. Königskogel, Proles

Landsschaftsschutzgebiet Mariazell und Seeberg (LGBL. 63/1981), betrifft Tonion

Schutz des Wasservorkommens im Schneeberg-Rax- und Schnealpengebietes (BGBL 353/1965)

Höhlenschutz (Naturdenkmale nach dem Naturhöhlengesetz):

Tonionhöhle (Zl.6437, 30.9.1931)

Totes Weib (Zl.8158/70, 6.11.1970)

Bärenhöhle im Karleck (15.2.1977)

7.3. Hochschwab

Auch hier werden einige der denkbaren Gefährdungen für das Karstwasser (was in sich selbst natürlich nur einen Teilaspekt hinsichtlich der „Karstgefährdung“ darstellt, der für die Gemeinde Wien aber fraglos vorrangig sein sollte) kurz angeschnitten:

Fäkalieneintrag durch Beweidung

Obgleich die Beweidungsintensität auch im Hochschwabgebiet in den letzten Jahrhunderten abgenommen hat (ZWITTKOVITS, 1974), so ist doch vor allem im Westen ein intensiver Weidebetrieb gegeben, der offensichtlich sogar Auswirkungen auf die Intensität der Verkarstung hat (Kapitel 9). Neben den zahlreichen kleineren Almen im Bereich östlich von Gams ist dabei besonders der Bereich der Sonnschienalm zu erwähnen. Im Einflußbereich der Gemeinde Wien finden sich wohl etliche aufgelassene Almen, doch ist eine Beeinflussung der Wasserqualität aus entfernteren Almgebieten denkbar, wie ein Markierungsversuch (BAUER 1971) zeigte. Allerdings ist, bedingt durch die hohen Schüttungen der gefaßten Quellen, dem damit verbundenen ausgedehnten Einzugsgebiet, durch (dolomitbedingt) längere Fließzeiten und die dementsprechend erhöhte Dispersion allfälliger Schadstoffe eine massive Beeinträchtigung eigentlich nicht zu erwarten. Dieser Schluß trifft aber auf kleinere Quellen (etwa für Gehöfte) keinesfalls zu.

Bei den hydrochemischen Untersuchungen konnte allerdings nur in einem einzigen Fall in einer der beprobten Quellen (Obere Lichteneggquelle, 1743/10) ein erhöhter Nitratgehalt [28 mg/l] festgestellt werden, alle anderen Quellen wiesen stets Werte unter 10 mg NO₃/l auf.

Atmosphärlilien

Hier denkt man in erster Linie wohl an einen radioaktiven Eintrag wie beim Tschernobyl-Ereignis, das sich auch deutlich in einer gestiegenen Beta-Aktivität in den Quellen niedergeschlagen hat (bei der 2.HQL auf das 3-fache der österr. Strahlenschutzverordnung) und auch zu einer Langzeitspeicherung von Cs-137 in der Vegetation - auch im Hochschwabgebiet - führte (HEINRICH et al., 1994).

Doch ist auch der Eintrag von „normalen“ Luftverunreinigungen im Sinne des „Sauren Regens“ in Form von Sulfat und Chlorid denkbar. Nachdem im Randbereich des Wiener Beckens erhöhte Sulfat- und Chloridgehalte mittels Isotopenuntersuchungen zumindest teilweise dem atmosphärischen Eintrag zuzuordnen sind (noch unpubl. eigene Untersuchungen) wäre auch im Hochschwab eine derartige Untersuchung der Sulfat- (und eingeschränkt auch Chlorid-)gehalte sinnvoll. In diesem Zusammenhang wäre auch die Wirkung der Niederschlagsinhaltsstoffe auf den Boden (vgl. KILIAN, 1989) zu untersuchen.

Abwässer

Darunter sind vor allem jene der Einzelgehöfte, Hütten und Unterkünfte im Karstbereich gemeint, die naturgemäß keine Kanalisation aufweisen. Darunter fallen die touristischen Einrichtungen (Bis vor kurzem noch z.B. das bereits 1886 erbaute Schiestlhaus des ÖTK, die AV-Häuser Voisthalerhütte und Sonnshienhütte), eine große Zahl von Alm- und Jagdhütten und im Westteil auch etliche Bauernhöfe.

Wenngleich für allfällige Schadensfälle (die durchaus auch bei modernen Senkgruben im alpinen Raum auftreten können) ähnliches gelten sollte wie für die Fäkalien aus dem Weidebetrieb, so ist doch infolge der größeren punktuellen Konzentration zweifellos größere Vorsicht vonnöten.

Der folgende Absatz, dem Abschlußbericht 1997 entnommen und mit voller Absicht hier wiedergegeben, ist nun auf erfreuliche Weise unaktuell geworden: Mit der Eröffnung des neuen Schiestlhauses 2005 gehört diese potentielle Gefährdung des Karstwassers mit einiger Sicherheit der Vergangenheit an:

„Für die Kläfferquelle erscheint somit vor allem das exponiert liegende Schiestlhaus interessant. Allfälligen Schließungsabsichten als einfachste „Lösung“ muß freilich entgegengehalten werden, daß dieses Haus - überdies vom Wiener (!) ÖTK erbaut und betrieben - als Stützpunkt vielfach auch der Wiener Bergsteiger fungiert und so eine Funktion innehat, deren Erhalt und Förderung eigentlich auch im Sinne der Wiener Öffentlichkeit sein sollte. Aus diesem Grunde wird eine Unterstützung seitens der Gemeinde Wien bei der Umsetzung umweltrelevanter Maßnahmen im Bereich des Schiestlhauses vorgeschlagen“

Forstraßen

Ein besonders intensiver, zum Teil hypertrophierter Forststraßenbau ist im Westteil des Hochschwabmassivs (Bereich E Gams) zu konstatieren, jedoch auch im Bereich der Gemeinde Wien (Siebenseengebiet) erreicht die Forststraßendichte im Quellschutzforst (also einem dem Quellschutz – wie man meinen sollte - dienenden Forstbetrieb) ein recht hohes Ausmaß. Verschiedentlich scheint dies aber auch mit dem politisch heiklen Thema „Jagd“ zusammenzuhängen: Diesbezügliche Urgenzen enden fast immer an einer unüberwindlichen Mauer des Schweigens und der Ablehnung.

Neben der Gefahr von Unfällen auf Forstraßen mit Diesel- oder Kraftstoffaustritt, die im gegebenen Fall weitaus gravierender sein dürften als eine undichte Senkgrube einer Almhütte, sind auch Auswirkungen des Forstraßenbaus auf die Böden infolge Humusabbau im Umfeld der Forststraßen zu vermerken.

Pistenchemikalien

Die Gefahr eines Skibetriebes im Bereich Seeberg konnte durch den bereits erwähnten Markierungsversuch (BAUER 1971) gebannt werden. Private Skilifte (im Bereich der Leitneralm W Gollrad), dürften keine diesbezügliche Gefahr (kein Kunstsnee, keine sommerliche Düngung) darstellen.

Wilde Müllkippen

Im Hochschwabgebiet konnten derartige Erscheinungen, also Müll in Dolinen oder Schachthöhlen, im Gesamten gesehen nur untergeordnet festgestellt werden.

An gesetzlichen Schutzmaßnahmen sind zu erwähnen:

* *Wasserschongebiet Hochschwab: BGBl 345/24.Juli 1973: umfaßt den gesamten Hochschwab inklusive Hochanger, Zeller Staritzen, ausgenommen ist der Bereich NE Gams (Schutz auch nach dem Berggesetz)*

* *besonders abgegrenztes Wasserschongebiet Hochschwab: BGBl 345/24.Juli 1973: umfaßt den zentralen Bereich des Hochschwabstockes bis südlich Hinterwildalpen mit Einschränkungen hinsichtlich größerer Wasserentnahmen (?)*

* *Landschaftsschutzgebiet Hochschwab: deckt sich im Wesentlichen mit dem Wasserschongebiet*

* *Naturschutzgebiet „Wildalpener Salztal“: reicht von Gams bis Gußwerk und überschneidet sich im Süden mit dem Landschaftsschutzgebiet Hochschwab*

* *Naturschutzgebiet Karlschütt/St.Ilgen: Verordnung der BH Bruck/Mur 6.0 1-1983/27 (Schneeheide Kiefernwald)*

* *Pfarrerlacke (Moor) bei Tragöß: Naturdenkmal, Verlandungsmoor*

* *Moor bei Seewiesen: geschützter Landschaftsteil, Überflutungsmoor*

* *Dürrseemoor (Turnau): Naturdenkmal, Verlandungsmoor*

weitere Moore (Rotmoos, Greith, Hochmoos bei Gams, Siebensee, Brunnsee, Grüner See, Sacherlacke) sind durch die großflächigen Natur- und Landschaftsschutzgebiete allgemein geschützt.

Besonders geschützte Höhlen im weiteren Hochschwabgebiet sind derzeit:

Feistringgrabenhöhle bei Aflenz

Frauenmauerhöhle bei Eisenerz

Langsteintropfsteinhöhle bei Eisenerz

Bergmandloch bei Gams

Es gilt aber mit Bedauern zu vermerken, daß bei der geplanten Neufassung des steirischen Naturschutzgesetzes (das auch den Höhlenschutz in etwas dürftiger Form umfassen wird), der Begriff „besonders geschützte Höhle“ fehlen wird.

8. SPEZIELLE UNTERSUCHUNGEN

8.1 Schneeberg-Rax

8.1.1. Hydrogeochemie

In den zentralen Plataubereichen von Rax und Schneeberg wurden die Gesteine entlang von Profilen hinsichtlich des Ca/Mg-Verhältnisses exemplarisch beprobt

Rax: 17 Proben : Bergstation-Habsburghaus-K.L. Haus

Schneeberg: 10 Proben : Bergstation-Klosterwappen-Fischerhütte

Die Profile wiesen jeweils einen 90° Knick auf, um allfällige Unterschiede im Streichen/Fallen der Gesteine (v.a. Wettersteinkalk) zu überprüfen.

Die Proben wurden mechanisch zerkleinert (etwa bis Grob- bis Feinsand) und mit CO₂-Wasser (Basis: destilliertes Wasser von LF 5 uS) von pH 4.5 versetzt. Eigene frühere Untersuchungen (Pavuzá & Traindl, 1983) ergaben, daß eine weitestgehende Sättigung unter diesen Verhältnissen bei Kalken bereits bei 1-2 Stunden Einwirkung gegeben ist, bei Dolomitgesteinen dauert der Prozeß mehrere Stunden. Da bei der Analyse der Gesamtgehalt gelöster Stoffe irrelevant ist, wurde nach 2 Stunden auf Ca und Mg komplexometrisch untersucht und die Ergebnisse auf die bei der Wasseranalyse rechnerisch ermittelten, hypothetischen „% Kalkwasseranteil“ umgerechnet.

Es ergaben sich dabei ein wenig überraschend fast nur kalkige Typen, nur zwei Proben von der Rax sind als „dolomitische Kalke“ zu bezeichnen. Die Mittelwerte des o.e. Parameters („% Kalkwasseranteil“) unterscheiden sich zwar rein optisch

Rax : 90.5 %

Schneeberg: 95.6 %

mittels statistischer Methoden (t-Test) ist jedoch kein Unterschied zwischen der Ca/Mg-Geochemie der untersuchten Profile zwischen Rax- und Schneeberg nachweisbar.

Nach der aus diesem Grunde zulässigen Zusammenführung der Daten wurde das Datenmaterial auf Ausreißer - also geochemisch unterscheidbare Typen - untersucht. Dabei waren als solche signifikant nur die beiden erwähnten Proben von der Rax festzustellen. Die erste, ein Kataklasit, stammt vom Bereich Grünschacher in der Verlängerung der Höllentalstörung, die andere Probe von SE des Habsburg-

hauses, wo in der Umgebung (wenn auch nicht gerade auf dem Probenpunkt) laut geologischer Karte bereichsweise Wettersteindolomit zu finden sein sollte.

Rein empirisch läßt sich feststellen, daß die helleren Gesteinstypen des Wettersteinkalkes etwas kalkiger sind als die dunklen, vor allem, wenn diese gröber kristallin oder feinkristallin ausgebildet sind.

Die räumliche Verteilung der Proben auf Rax und Schneeberg zeigt dabei in beiden Gebieten, daß sowohl im Streichen, wie auch quer dazu z. T. mehrfache Variationen auftreten - eine flächenmäßige Erfassung wäre daher nur mit recht großem Aufwand, eine räumliche hingegen fast nicht durchführbar.

Bei der Korrelation mit den Wässern - in diesem Falle fast nur mit den größeren Quellen (Kaiserbrunnen, Höllentalquellen) durchführbar, die ihr Einzugsgebiet mit Sicherheit im Bereich der untersuchten Profile haben - ist mit einigen Einflußfaktoren zu rechnen:

- *Ionenaustausch- und Ausfällungsvorgänge im Aquifer*
- *statistisch nicht repräsentative Beprobung*
- *Vergleichbarkeit der Gesteinslösung im Labor mit natürlichen Vorgängen*
- *Einfluß des Bodens*

Vor allem der letztgenannte Aspekt könnte die Aussagekraft der geochemisch-hydrochemischen Korrelation erschweren, da (in beiden Gebieten sind ja auch in den Hochlagen Bodenbildungen durchaus verbreitet) die Hauptmenge der gelösten Stoffe kurz nach der Versickerung gelöst wird. Davon sind in erster Linie - bei raschem Abfluß - die oberen Aquiferbereiche und der Boden betroffen, bei mächtigeren Bodenbildungen wird die Geochemie des Bodens die Hydrochemie dominieren. Freilich ist vielfach anzunehmen, daß der Karbonatgehalt der Böden den Untergrund widerspiegelt, doch um dies statistisch abzuklären, wären flächenmäßig ausgedehnte und apparativ bei weitem aufwendigere Versuche erforderlich. Aus diesem Grund wird für die modellmäßige Behandlung die letztgenannte Annahme einer direkten Korrelation „Bodenchemie - Gesteinsgeochemie“ herangezogen.

Es ist nun sowohl für den Kaiserbrunn, als auch die Höllentalquelle festzustellen, daß die „künstlichen“ Karstwässer aus der modellmäßigen Gesteinslösung deutlich „kalkiger“ sind als die beiden Riesenquellen (mit ihren ausgedehnten Einzugsgebieten auch im Bereich der beiden Probenprofile).

Sofern gewisse Unterschiede im Bodenchemismus die Variationen bedingen, würde dies bedeuten, daß die Pufferkapazität des Bodens zur Zeit noch wirksam ist. Diesbezügliche Versuche sowie Vergleiche mit den Zeitserien der Wasserwerke, die sich folgerichtig anböten, sind noch ausständig.

Bereits GATTINGER (1961) wies auf 5 verschiedene Wassertypen im Schneeberggebiet hin

- Wässer der Grauwackenzone (nieder mineralisiert)*
- Sulfatwässer (z.T. extrem hohe Sulfatgehalte)*
- vorlpinne Wässer (hohe Härte)*
- Wässer der Hochlagen (mittelhart)*
- Wässer des Randtypus (mittelhart bis hart, tw. sulfathältig)*

Diese Gliederung lässt sich auch bei der Rax applizieren. Hohe Sulfatgehalte finden sich dort vor allem im Bereich der Rax-Südabstürze sowie auch im Norden bei Nasswald, ferner im westlichen Schneeberggebiet (Stadelwand) und im Bereich Puchberg bis zum Schneidergraben. In einem Fall erreichen die Sulfatgehalte Werte bis über 1000 mg/l !

Nach eigenen Erfahrungen gibt aber auch die Untersuchung der Relation „Seehöhe der Quelle - HCO₃-Gehalt“, widerspiegelnd die abnehmende Lösungskraft der Sickerwässer mit der Seehöhe (die aber hinsichtlich der Gesamtlösung und letztlich auch hinsichtlich der Höhlenbildung durch die bei weitem höhere Infiltrationsrate in größeren Seehöhe wettgemacht wird), Aufschlüsse über die Herkunft der Wässer. Im Diagramm auf der CD zeigt sich ein breiter Bereich mit „normalen“ Wässern innerhalb des zu erwartenden Schwankungsbereiches. Davon heben sich einige Ausreißer deutlich ab

- *relativ zu hohe Gehalte an Karbonat finden sich vor allem im Bereich östlich des Hengst südlich Puchberg (intensiv bewirtschafteter Grünkarst) im Bereich E der Sparbacherhütte (ebenfalls Grünkarst) sowie am Knappenberg (Rax SE-Fuß)*
- *relativ zu niedrige Gehalte weisen vor allem der Kaiserbrunn und die Frohbachquelle, etwas weniger ausgeprägt auch die Höllentalquelle auf - Hinweise auf hochliegende Einzugsgebiete. Eine Extrapolation im Diagramm würde auf ein mittleres Einzugsgebiet von jedenfalls über 1200 m hindeuten). Zu geringe Gehalte finden sich freilich auch in den Quellen am Rax-Südfuß, die jedoch bereits Schuttquellen in schlecht verkarstungsfähigen Gesteinen darstellen.*

8.1.2. Versuch einer (semiquantitativen) Wasserbilanz

In der alpinen Karstliteratur wird – wohl wissend um die Unzulänglichkeit der Daten – meist ein weiter Bogen um allzu numerische Behandlungen von Wasserbilanzen gemacht. Indessen ist der Versuch einer semiquantitativen Abschätzung keinesfalls zwecklos, sofern es darum geht, gravierende Fehlbeträge festzustellen, die dann einere genauere Datenakquisition rechtfertigen würde.

Es wurden die langfristigen Klimadaten der verfügbaren Stationen Puchberg, Reichenau, Kaiserbrunn und Schwarzau ausgewertet, wobei sich der Trend zu größeren Niederschlägen (bis 160 mm in den Sommermonaten) bei den NW gelegenen Stationen (Kaiserbrunn, Schwarzau zeigte). Im Gesamten dürfte etwa mit durchschnittlich 1000 mm p.a. zu rechnen sein. Nach den Erfahrungen und Meßwerten aus anderen ostalpinen Gebieten dürften im Bereich der Hochlagen jedoch Niederschläge von 1500 - 2000 mm zu erwarten sein.

Durchschnittstemperaturen von 8.3°C für Puchberg und 6.6°C für Schwarzau lassen für die Hochlagen Jahresdurchschnittstemperaturen von ca. +2°C erwarten.

Daraus ergibt sich nach den Literaturangaben (Turc-Formel) eine Evapotranspiration von 300 - 400 mm. Das heißt, daß auf den Hochflächen rund 1400 mm Niederschlag zur Versickerung gelangen. Dies würde für das zentrale Schneebergplateau (10.7 km²) einem rechnerischen Abfluß von rund 450 l/s im Jahresdurchschnitt, für das Schneebergmassiv (ohne Gahnsplateau, 30 km²) hingegen rund 1350 l/s

entsprechen. Dementsprechend beträgt der Wert für das (größere) Raxplateau (27 km²) etwa 1250 l/s.

Es liegen den Bearbeitern keine Durchschnittsangaben für die Schüttung der großen (gefaßten) Quellen vor.

Wenn man allerdings dazu die Angaben (u.a. aus Prospekten der MA31) für die Gesamtergiebigkeit der 1.Hochquellenleitung heranzieht, ergibt sich:

| | |
|---|----------------------|
| <i>1. HQWL Gesamt</i> | <i>ca. 2500 l/s</i> |
| <i>Pfannbauern- u. Schneealpenquellen (geschätzt)</i> | <i>ca. 1200 l/s</i> |
| <i>Schneeberg - Rax demnach</i> | <i>ca. 1300 l/s</i> |
| <i>Schneeberg – Rax aus Wasserbilanz</i> | <i>ca. 2600 l/s</i> |
| <i>„Fehlbetrag“</i> | <i>> 1000 l/s</i> |

Nach Ansicht der Verfasser zeigen diese approximativen Werte aber bereits einiges:

- die großen Quellen der beiden Karststöcke entwässern diese nur zum Teil, auch bei Hinzurechnung der ungefaßten Quellen und Gerinne bleiben Fehlbeträge im Bereich von 800 - 1200 l/s (für beide Gebiete gemeinsam)
- der unterirdische Abfluß von rund 1000 l/s könnte einerseits über die Randlagen mit ihren Schuttlagen, über die Talverfüllungen der Täler, aber auch durch die sicherlich permeable „Karstbasis“ erfolgen: Wie sich aus den Geländebeobachtungen im Bereich der Werfener Aufbrüche ergibt, ist dort durch Verschuppungen der wenig permeablen Sandsteine mit den verkarstungsfähigen Gipsen und Rauhdecken die Barrierewirkung dieser Gesteine nicht mehr gegeben. Es kann also bereichsweise zu einem „Leck“ in den Karststöcken kommen. Der Fehlbetrag kann so großräumig unterirdisch - vornehmlich in Richtung Wiener Becken - abfließen.
- Das Einzugsgebiet des Kaiserbrunnens kann nicht durch die Störung Stadelwandgraben/Krummbachgraben gegen N begrenzt sein. Ganz offensichtlich ist der Werfener Aufbruch durch Zerschering permeabel geworden.

Diese Modellvorstellungen können mit den genauen, aktualisierten Meßdaten der MA31 sowie detaillierten strukturgeologischen Angaben der GBA sicherlich besser verifiziert werden, auch wenn die Erfassung des Niederschlages in den Hochlagen bzw. vor allem der Anteil der Verdunstung ein steter Unsicherheitsfaktor bleiben wird. Wieweit die möglichen Leckzonen lokalisierbar sein werden (und subsequent gegebenenfalls einer Nutzung zugänglich wären) muß vorläufig offen bleiben.

8.2. Schneetalpe - Toniongebiet

Durch die umfangreichen hydrologischen Untersuchungen im Zuge des Baues des Schneetalpenstollens (BAUER, 1969), durch die Untersuchung der Qualitätsparameter der großen Quellen der Schneetalpe durch FRISCHHERZ & REISCHEL (1983 ff.) sowie jüngste Arbeiten durch BRYDA, HEINZ-ARVAND, & RANK (1997) liegt ein umfangreiches Datenmaterial vor, dessen Gesamtbearbeitung aber noch aussteht. An dieser Stelle sollen daher lediglich die (in kleinem Umfang) durchgeführten eigenen Untersuchungen dargestellt werden.

8.2.1. Höhenabhängigkeit der Kalklösung - Einfluß der Beweidung

Es wurden insgesamt 54 Wasserproben analysiert. Hauptzweck der Untersuchungen sind neben der geologischen Zuordnung (über das Ca/Mg-Verhältnis) und dem Test auf Nitrat (in keinem Falle konnten hohe NO₃-Werte nachgewiesen werden) - vor allem die Untersuchung der Hydrogencarbonatgehalte und ihrer Höhenabhängigkeit im Vergleich zu anderen alpinen Karstgebieten.

Dies ist im Schneetalpenbereich, aber auch im Bereich Tonion - Königskogel - Proles mit seinen bereichsweise intensiv beweideten Hochflächen von Interesse, da hier vorab eine stark erhöhte Kalklösung durch die erhöhte biogene Aktivität in den Weideböden zu erwarten war.

Tatsächlich weisen etliche der Quellen einen gegenüber der „Österreichfunktion“ (siehe Diagramm auf CD über den funktionalen Zusammenhang von gelöstem Karbonat und Seehöhe aus dem Alpenbereich, vor allem von Höhlentropfwässern mit gut faßbarer Einzugsgebiets-Seehöhe) deutlich erhöhten Karbonatgehalt auf, der umso gravierender ist, da ja das tatsächliche (jedoch vorab unbekannte) Einzugsgebiet der Quellen außer bei Thermalwässern höher als der Quellaustritt (dessen Seehöhe im Diagramm zunächst eingetragen wird) liegt.

Davon sind vor allem die kleinen und kleinsten Quellen betroffen, deren Einzugsgebiet vermutlich nur wenige Zehnermeter über dem Quellaustritt liegen dürfte. Diese Quellen liegen ausnahmslos im Bereich der großen bestoßenen Almen (Königskogel-Dürriegel-Falbersbachalm, Schneetalpenplateau - Lomstein - Naßkamm, Niederalpl-Wetterinalm). Die großen Quellen (Sieben Quellen, Lombachquelle, Wasseralmquelle [aus der Literatur], Kaltenbachquelle) liegen erwartungsgemäß unterhalb der Kurve, wodurch auf ein „theoretisches“, hydrochemisches (höhergelegenes) mittleres Einzugsgebiet abzuleiten ist.

Für den Überlauf der durch die Gemeinde Wien genutzten „7 Quellen“ bei Neuberg und die Wasseralmquelle ergibt sich nun ein theoretisches mittleres Einzugsgebiet von knapp 1600 m (Pfeil im Diagramm), das etwas zu tief erscheint, da die Wässer der Quellen vermutlich zum größten Teil aus dem beweideten Plateaubereich (1700-1900 m) stammen dürften.

Es scheint also im Schneetalpengebiet und auch in den westlich anschließenden Karststöcken durch die intensive Beweidung indirekt eine erhöhte „Verkarstung“ im

Sinne einer erhöhten Kalklösung im Untergrund zumindest bereichsweise nachweisbar zu sein.

Einen Sonderfall bildet die Höhlenquelle „Totes Weib“, der ein eigener Abschnitt gewidmet ist.

8.2.2. Hydrochemische Faziestypen

Im Untersuchungsgebiet können vier für den alpinen Karst typische hydrochemische Hauptfaziesgruppen beobachtet werden. Allerdings sind - im Gegensatz zu den Kalkvoralpen und den mittleren Kalkhochalpen die extremen Typen - Kalk- und Dolomitwässer - eher selten, zumeist herrschen Mischtypen („dolomitische Kalkwässer“) vor.

Echte Kalkwässer finden sich nur in den höheren Lagen des Tonionstockes sowie im Abschnitt Höllgraben-Tirol im westlichen Schneesalpegebiet. Reine Dolomitwässer können im östlichen Sockelbereich des Proles beobachtet werden. Zonen mit sulfathaltigen Wässern finden sich im Tal zwischen Schneesalpe und Rax, im Tal der Kalten Mürz und zwischen Königskogel und Proles. In einem Fall - im Bereich des Jagdhauses „Im Taschl“ SW Frein - kann von einem ausgesprochenen „Gipswasser“ (mit zumeist trübem Wasser und einem CaSO_4 -Gehalt nahe der Sättigung !) gesprochen werden.

8.2.3. Das Phänomen „Totes Weib“ bei Frein im Mürztal

Diese Karstquelle, die zugleich die längste Höhle des Schneesalpegebietes darstellt ist seit langer Zeit durch die an sie gebundene Sage bekannt. Die Bearbeitung und Vermessung durch Höhlenforscher erfolgte aber erst vor vergleichsweise kurzer Zeit. Obgleich bei weitem nicht die stärkste Quelle, so erscheint sie infolge ihrer hydrochemischen Besonderheit interessant. Es zeigt sich, daß das Tote Weib einen Gehalt an gelöstem Karbonat enthält, der viel zu hoch - auch für die Seehöhe des Quellaustrittes - erscheint. Daneben lag auch die Quellwassertemperatur am Beobachtungszeitpunkt nach unserer Erfahrung zu hoch. Dazu kommen die Ergebnisse der bisherigen Tracerversuche, die keinen Zusammenhang mit dem - nach der Topographie - zu erwartenden Einzugsgebiet im Naßköhr nachweisen konnten (siehe dazu HUBER, PÖSCHL & ZETINIGG, 1991), obschon angeblich „Sägespäne, die in den „Durchfall“ (der Schwinde des Naßköhr-Poljes) geworfen wurden, im Toten Weib wieder auftauchten“.

Vergleicht man die hydrochemischen Parameter und die Wassertemperaturen (siehe Diagramme auf CD) und blickt gleichzeitig auf die topographische Karte, so bietet sich als weitere Möglichkeit jene einer Versickerung der Kalten Mürz (die tatsächlich an verschiedenen Stellen, so etwa im Bereich Steinalpl und auch Neuwald bereichsweise zu beobachten ist) an. Geologisch ist dies nicht auszuschließen, erfordert aber immerhin ein „Unterfließen“ der Roßkogel-Deckscholle auf einer Strecke von mindestens 2, wahrscheinlich aber mehr Kilometern. Dabei dürften

dolomitischere Karstwässer, die ähnlich jenen der Freiner Quelle sind - also aus dem Roßkogelgebiet stammen - zusetzen.

Für eine tatsächliche Verifizierung dieser Arbeitshypothese wären aber natürlich längerfristige detaillierte Untersuchungen erforderlich.

8.2.4. Quelltemperaturen

Die Einzelmessungen der Quelltemperaturen - zumeist im Sommer und Frühherbst ermittelt - ergaben zumindest grobe Hinweise auf die relativen Höhenlagen der Einzugsgebiete. Vor allem die großen Quellen (Sieben Quellen, Kaltenbachquelle) mit ihren mutmaßlichen Einzugsgebieten in den Hochplateaus lagen auch in ihren Sommertemperaturen deutlich unter dem Jahresmittel, lediglich die Roßlochquelle, die aber am Ostrand eines nur knapp über 1000 m hohen dolomitreichen Gebietes SE des Königkogels liegt, wies auch im März erstaunlich hohe Quelltemperaturen auf. Vielfach (unter anderem auch bei der Roßlochquelle, aber auch bei der Lohmbach- und Reißtalquelle) könnten die eher hohen Temperaturen auf ein quellnahes Fließen in geringer Seehöhe und/oder Terrainnähe zurückgeführt werden.

8.2.5. Der Karstabtrag im Schneealpenbereich

Es liegt auf der Hand, die hydrochemischen Werte der Quellen unter Berücksichtigung der abzuschätzenden Niederschlags- und Versickerungsraten in „Karstabtragswerte“ umzurechnen, wie dies in der einschlägigen Literatur (z.B. im Standardwerk von J.JENNINGS) immer wieder - weltweit vergleichend - getan wird. Für verschiedene österreichische Karstgebiete wurde diese Abschätzung bereits vorgenommen, wobei neben dem Gesamtabtrag auch zum Teil Werte für den Oberflächenabtrag ermittelt werden konnten. Für die erforderlichen Parameter „Kalkgehalt“ und „Versickerung“ liegen beim ersteren einigermaßen repräsentative Werte (nach der Schüttung zu gewichten) vor. Die Versickerung muß aus Niederschlags-, Temperatur- und Bodendaten abgeschätzt werden. Dafür wurde vor einiger Zeit ein eigenes PC-Programm entwickelt, das diese Faktoren berücksichtigt. Obgleich für das Schneealpenplateau kurzfristig keine brauchbaren Daten vorlagen, so konnte doch aus der regionalen Betrachtung eines N-S-Profiles (siehe Diagramm auf CD) ein Wert abgeschätzt werden. Für die Durchschnittstemperaturen im Jahresverlauf lagen ausreichend Werte vor, die Bodendaten wurden abgeschätzt. Mit der Streubreite der Versickerung und der hydrochemischen Daten wurde nun mit Hilfe einer adaptierten Monte-Carlo-Simulation die zu erwartende Bandbreite des „Karstabtrages“ (in Kubikmeter pro Quadratkilometer und Jahr) ermittelt und der Median sowie die 5/95-Perzentile in das „globale“ Diagramm (siehe CD) eingetragen. Das Ergebnis harmoniert gut mit den Literaturwerten, liegt aber doch über anderen ostalpinen Karstgebieten mit vergleichbarer Versickerungsrate. Dies ist möglicherweise auf die erwähnte erhöhte Karbonatlösung durch die Beweidung zurückzuführen.

8.3. Hochschwab

8.3.1. Hydrochemie

Bei den hydrochemischen Untersuchungen an rund 200 Proben konnte lediglich bei einer Probe ein etwas erhöhter Nitratgehalt (28 mg/l) festgestellt werden (siehe Kapitel 7), ebenso unauffällig waren die Chloridgehalte, die mit Ausnahme der „Schwefelquelle Gams“ stets unter 1 mg/l lagen. Diese geothermal beeinflusste Quelle zeigte neben dem merklichen Chloridgehalt (115 mg/l) auch erhöhte Sulfatwerte (s.u.), was für eine Herkunft von Teilen des austretenden Wassers aus dem tieferliegenden Haselgebirge spricht. Die Genese der nahegelegenen Kraushöhle könnte ebenfalls mit hydrothermalen Einflüssen in Zusammenhang gebracht werden (Gipsvorkommen in der Höhle).

Erhöhte Sulfatgehalte gab es ferner in den Quellen bei der Gsollkurve (Eisenerz), im Antengraben sowie am Sackwiesensee, alle sind den Gipsen der Werfener Schichten (bzw. des Haselgebirges) zuzuordnen. Allerdings erreichten die Werte selten extreme Beträge wie in typischen reinen Gipsquellen, maximal jedenfalls rund 400 mg/l.

8.3.2. Kalklösung

Vom Autor wurde seit Jahren der Zusammenhang zwischen Seehöhe und Kalklösung (ausgedrückt durch den HCO_3 -Gehalt) untersucht, da mit der Abnahme der Höhe auch die Durchschnittstemperatur, Bodenmächtigkeit, damit auch die biogene Aktivität in vergleichbaren Biotopen und folglich auch der Gehalt an gelöstem Kalk in den Sickerwässern abnimmt. Durch Heranziehung von Höhlentropfwässern, deren Einzugsgebiet infolge geringster Schüttung recht gut abgeschätzt werden kann, konnte eine „Österreichfunktion“ zwischen Seehöhe und HCO_3 -Gehalt ermittelt werden, die natürlich - abhängig von der Art der Vegetation, Geologie, Niederschlagsverteilung etc. - eine gewisse Streuung aufweist, im Mittel aber für Vergleiche bereits gut geeignet ist und auch gute Abschätzungen der mittleren Einzugsgebietsseehöhe größerer Quellen ermöglicht.

Für das Hochschwabgebiet wurden in der folgenden Abbildung die großen Quellen eingetragen, die mit Ausnahme der Quellen im Umland der Zeller Staritzen deutlich unter der „Österreichfunktion“ liegen, ihr Einzugsgebiet also in mittleren Seehöhen haben die zumeist um 500 - 1000 m über dem Quellaustritt liegen.

Darüberhinaus fällt auf, daß es einen großen Teil kleiner Quellen, vornehmlich in den Almbereichen und hier vor allem im Westen des Hochschwabmassives gibt, die deutlich *über* der Kurve liegen, also übermineralisiert sind. Ein derartig massiver Effekt konnte bislang noch in keinem Karstgebiet beobachtet werden. Er geht allerdings Hand in Hand mit Beobachtungen aus den Boden- CO_2 -Messungen (siehe Abbildungen), die für Almwiesenbereiche Werte erbrachten, die das 2- bis 4-fache des Wertes aus Waldgebieten betragen. Dies bedeutet, daß die Kalklösung, und damit die Verkarstung in diesen Bereichen besonders hoch im Vergleich zum

Umland ist ! Auch sind die hohen HOC3-Werte in den großen Quellen der Zeller Staritzen mögliche Hinweise auf Almen und Almwiesen im Einzugsgebiet.

8.3.3. Quelltemperaturen

Obgleich außer von der Schwarzen Lacke kaum Mehrfachmessungen vorliegen, wurde dennoch ein Vergleich mit dem jeweiligen langfristige Lufttemperaturmittel sowie eigenen Werten aus dem voralpinen Raum um Weyer (ÖO) für den Zusammenhang zwischen Einzugsgebietssehöhe und Quelltemperatur angestellt. Darüber hinaus wurde versucht, aus den Quelltemperaturen der kleineren Quellen, deren Einzugsgebiet nur wenig über dem Quellaustritt liegen sollte, eine derartige Höhenfunktion für den Hochschwab abzuleiten (siehe folgende Abbildung).

Da Quelltemperaturen aus dem Winterhalbjahr kaum zur Verfügung standen, überrascht es wenig, daß die Steigung der Hochschwabkurve geringer ist, als die jeweils auf das ganze hydrologische Jahr bezogenen Zusammenhänge der Lufttemperatur bzw. der „Weyerer Formel“. Mit ein Grund könnte allerdings auch der hohe Anteil an dolomitischen Partien sein, der infolge der langsameren Wasserbewegung eher eine Angleichung an die geothermal adäquate (und höhere) Temperatur in tieferen Bereichen des Karststockes ermöglicht.

Im Gesamten zeigt sich, daß die großen Quellen mit Ausnahme der Pfannbauernquelle unter den verschiedenen Kurven liegen, d.h. deren Einzugsgebiete deutlich höher liegen als die Quellaustritte.

8.3.4. Einzugsgebiete

Aus den Ergebnissen der (voneinander methodisch und theoretisch vollkommen unabhängigen) HCO₃- und Temperaturmessungen lassen sich in einer Zusammenschau (Diagramm) die Einzugsgebiete der großen Quellen abschätzen, was einen interessanten Vergleich mit den Isotopen- und Abflußmessungen ermöglichen sollte. Diese Werte standen uns allerdings nicht zur Verfügung.

Es ergeben sich für die Schwarze Lacke und vor allem für die Kläfferquelle hochliegende Einzugsgebiete, offensichtlich ohne große Almbereiche und im letzteren Fall einem eher rascheren Durchfluß, bei den drei Quellen im Bereich der Zeller Staritzen weisen indessen sowohl die Temperatur, als auch HCO₃-Werte auf Almbereiche im Einzugsgebiet und/oder tiefphreatische Einflüsse (zumindest teilweise aufsteigende Quellläste mit geothermal erhöhter Temperatur und Drucklösung [Pfannbauernquelle]) hin.

Bei der Brunenseequelle scheint ein guter Teil des Einzugsgebietes im ausgedehnten Brunntal selbst und in den Flanken - also um 1000 m Seehöhe zu liegen. Die Quelle an der Roten Mauer könnte von der Temperatur in der Quellumgebung (Schutt !) beeinflusst sein.

8.3.5. Untersuchungen an der „Schwarzen Lacke“ (=Wassermannloch)

Diese Karstriesenquelle an der Straße Hieflau - Eisenerz, die die größte Quelle des westlichen Hochschwabgebietes darstellt, wurde mehrfach beprobt und hydrochemisch ausgewertet. Eine Zusammenschau mit den Daten des automatischen Schreibers des hydrographischen Dienstes steht aber noch aus. Die Zeitreihen (Diagramme) ergaben eine deutliche saisonale Fluktuation des Gehaltes an gelösten Stoffen (Summe mg/l) mit Maxima im Spätsommer (+- Niederwasser) und Minima im späten Frühjahr (+- Schneeschmelze). Interessanter freilich sind die Variationen des rechnerischen Kalkwasseranteils (= des Ca/Mg-Gehaltes) und des Sulfatgehaltes. So nimmt bei steigender Mineralisation (=geringerer Schüttung) der Zufluß aus den - feinklütigeren - Dolomitbereichen des Einzugsgebietes zu, gleichzeitig steigen die Sulfatgehalte, wobei sich hier ein eigentümlicher Schwellwert abzeichnet.

Ein einzelner sommerlicher Wert für O-18 und H-2 (-11.84 % bzw. -80.7 %) ergab ein Resultat, das jenem der Kläfferquelle, ebenfalls aus dem Sommer, nicht unähnlich ist. Leider ergaben gleichzeitig gesammelte Niederschlagswasserproben (Bereich um die Quelle bzw. im Einzugsgebiet) aus ungeklärter Ursache zum Teil keine sinnvollen Werte. Immerhin läßt sich daraus aber vorerst ableiten, daß die Schwarze Lacke auch im Sommer noch große Mengen von Winterwasser führt, da der sommerliche Niederschlags - O-18 Wert aus dem Einzugsgebiet (rund 1200 m Seehöhe) erheblich tiefer lag als jener der Quelle (-7.21 %).

9. Zusammenfassung und Empfehlungen

9.1. Schneeberg - Rax

Im Schneeberg-Rax-Gebiet wurde das Karstphänomen kartierungsmäßig erfaßt und bewertet.

Die Konsequenz aus den höhlenkundlichen Beobachtungen ist die Manifestierung von Häufigkeiten von Höhlenräumen in bestimmten Höhenlagen, die auf eine Mehrphasigkeit der Höhlengenese analog zu den großen Karstplateaus der mittleren Kalkalpen hindeuten - auch wenn die Zusammenhänge zunächst wenig auffallend sind. Unter der Berücksichtigung der Tatsache, daß die meisten Schachteingänge zwar für den Menschen - durch Verbrauchsvorgänge - unpassierbar sind für, das Wasser jedoch keinerlei Hindernis darstellen und der Verteilung und Art der Höhlenräume ergibt sich, daß in beiden Karstmassiven in derzeit unbefahrten Abschnitten durchaus Höhlenräume vorliegen dürften, die für den Wassertransport und auch den Wasserrückhalt von Bedeutung sind.

Grobe Abschätzungen der Wasserbilanz ergeben einige erste Hinweise auf die Einzugsgebiete der großen Quellen: Das Einzugsgebiet des Kaiserbrunnens kann nicht durch die Störung Stadelwandgraben/Krummbachgraben gegen N begrenzt sein. Ganz offensichtlich ist der Werfener Aufbruch durch Verästelung und Zerschering permeabel geworden. Die großen Quellen der beiden Karststöcke entwässern diese nur zum Teil, auch bei Hinzurechnung der ungefaßten Quellen und

Gerinne bleiben Fehlbeträge im Bereich von 800 - 1200 l/s (für beide Gebiete gemeinsam). Der unterirdische Abfluß von rund 1000 l/s könnte einerseits über die Randlagen mit ihren Schuttfächern, über die Talverfüllungen der Täler, aber auch durch die sicherlich permeable „Karstbasis“ erfolgen: Wie sich aus den Beobachtungen im Bereich der Werfener Aufbrüche ergibt, ist dort durch Verschupungen der wenig permeablen Sandsteine mit den verkarstungsfähigen Gipsen und Rauhwacken die Barrierewirkung dieser Gesteine nicht mehr gegeben. Es kann also bereichsweise zu einem „Leck“ in den Karststöcken kommen. Der Fehlbetrag kann so großräumig unterirdisch - etwa in Richtung Wiener Becken - abfließen.

Im Untersuchungsgebiet gibt es mehrere Arten von zum Teil sehr unterschiedlichen hydrochemischen Quelltypen. Neben den typischen hochalpinen Karstwässern der großen Quellen, die für ihre Höhenlage viel zu geringe Karbonatgehalte aufweisen, (die Gehalte entsprechen den Wässern aus Höhenlagen mindestens über 1200 m) gibt es als auffallendste Typen gering mineralisierte Wässer aus der Grauwackenzone am Kalkalpensüdrand (mengenmäßig völlig untergeordnet) sowie - die Karststöcke umgebend - zahlreiche „Gipswässer“ mit zum Teil extrem hohen Gehalten an gelösten Stoffen. Im Gesamten ist die Zahl der Quellen (rund 130) als sehr gering zu bezeichnen. Dies ist insofern gravierend, als es neben den wenigen ganz großen nur viele sehr kleine Quellen gibt. Die Größenklasse dazwischen fehlt fast vollständig.

Im Zuge der Geländeaufnahmen wurden sämtliche in den Karten eingezeichneten Quellen der Hochregion aufgesucht und dabei festgestellt, daß generell die Schüttung in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist. Es ist naheliegend, zunächst an klimatische Ursachen zu denken, doch scheint auch das Nachlassen der Pflege der (ohnehin dürftigen) Wasseraustritte zu einem Versiegen geführt haben. Früher war das Grünschachen-Plateau beweidet; dies erforderte eine Pflege (Freilegung) der nutzbaren Wasservorkommen in Form von Tümpeln und Quellen.

Die geomorphologischen Untersuchungen erbrachten einen reichen Karstformenschatz, der in beiden Karststöcken durchaus unterschiedlich ist, in der Gesamtheit aber auch Unterschiede zu den mittleren Kalkhochalpen zeigt. So fehlen auch in den größeren Höhen die großen ebenen Felsflächen mit reicher Zerkarrung (wohl gesteinsbedingt) von einigen Ausnahmen abgesehen.

Die Beeinflussung des Karstes durch den Menschen zeigt sich im Untersuchungsgebiet in verschiedener Hinsicht. Wasserwirtschaft, Tourismus, Almwirtschaft, Jagd und Holzwirtschaft haben eine lange Tradition und werden auch in Zukunft miteinander auskommen müssen. Im Großen ist die Situation aber im Vergleich zu anderen alpinen Gebieten noch relativ gut gelöst.

In Zukunft sollte auf eine Dezentralisierung der Besucherströme geachtet werden, auch scheint die Sanierung von Almhütten ein probateres Mittel dazu zu sein als deren Schließung. Grund für diese Anregung ist die schlechte hydrodynamische Dispersion im Kluftaquifer, die jeden konzentrierten Schadstoffeintrag zur Katastrophe macht. Auch erschiene eine - wenn auch freilich maßvolle und genau geplante - Beweidung durchaus vertretbar, vor allem im felsfreien Bereich, da die Retention und Aufarbeitung der potentiellen Schadstoffe in den Böden der Erfahrung nach gegeben ist (bei österreichweiten Untersuchungen konnten in den

Höhle Tropfwässern auch im Bereich von Almgebieten nur eher geringe Nitratgehalte festgestellt werden). Die möglicherweise geplante Umstellung der Zahradbahn auf Diesel ist strikt abzulehnen, da eine mögliche Kontamination bei weitem größere Gefahren mit sich bringt als ein (seltener) lokaler Latschenbrand. Die Holzwirtschaft sollte von Intensivbepflanzungen Abstand nehmen um die Karstwasserneubildungsrate zu erhöhen. Für die Wasserwirtschaft erscheint die Erstellung eines geologisch-hydrogeologischen Modells für die potentielle Prospektion auf noch unerschlossenes Karsttiefenwasser sinnvoll.

Aus dem bisher festgehaltenen lassen sich folgend kurze Empfehlungen ableiten:

- Dezentralisierung des Massentourismus, keine Konzentration auf bestimmte Routen. Diese Vorgangsweise kommt der mangelnden hydrodynamischen Dispersion allfälliger Schadstoffe im Karstaquifer entgegen. Gleiches sollte auch für allfällige Beweidungen gelten.
- Mimimierter Ersatz der Dampfzahnradbahn durch Dieselloks. Die Kontaminationsgefahr ist ungleich größer. Eine gänzliche Auflassung ist aus vielerlei Gründen aber nach Ansicht der Bearbeiter aber völlig ausgeschlossen und in keinem Falle wünschenswert.
- restriktive Befahrung der Alpinstraßen: vor allem die Straße auf den Kuhschneeberg erscheint sehr befahren. Ein Leck im Öltank könnte jedoch den Ausfall der Fuchspaßquelle und ev. auch des Kaiserbrunnen für längere Zeit bedeuten.
- Abkehr von bereichsweisen Intensivkulturen in der Waldwirtschaft (z.B. Kuhschneeberg-Nord): Selbst bei Starkregen ist in diesen Bereichen die Interzeption dermaßen hoch, daß eine Karstwasseranreicherung in nennenswertem Maße nicht erfolgen wird.
- Untersuchungen der Zeitreihen der Karbonatgehalte der großen Quellen. Vergleiche der Werte von 1863 mit denen aus dem Jahre 1961 und 1992/93 lassen einen Aufwärtstrend erkennen. Liegt ein solcher Trend vor, müssen die Ursachen (Änderung der Vegetation, der Niederschläge etc.) untersucht werden, um Prognosen über die weitere Entwicklung der „zunehmenden“ (und ev. anthropogen gesteuerten) Verkarstung abgeben zu können.
- der Rückgang bzw. das Versiegen der Schüttung der Quellen der Hochlagen soll weiter beobachtet und untersucht werden um den Anteil der anthropogenen Beeinflussung herauszuarbeiten.
- bei Vorliegen der geologischen Unterlagen soll ein geologisch-tektonisch-hydrogeologisches Modell erstellt werden, um die Möglichkeiten der Einbeziehung der unterirdisch abfließenden Karstwässer evaluieren zu können

9.2. Schneéalpe – Toniongebiet

Die Karstgebiete Tonion-Königskogel-Proles-Schneéalpe unterscheiden sich geomorphologisch von den benachbarten Gebieten (Rax-Schneeberg sowie einigen Abschnitte des Hochschwabmassives) nicht übermäßig. Auch hier fehlen ausgedehnte Hochplateaus (wie sie etwa für den Dachstein und das Tote Gebirge

typisch sind) weitgehend. Obwohl Höhlen nicht selten sind, so fehlen doch die ganz großen Objekte vor allem im Schneetalpeengebiet. Hingegen zeigt der Tonion eine ausgeprägte Tendenz zu einem großen Tiefgang großer, befahrbarer Hohlräume. Bei den Quellen ist dies umgekehrt und möglicherweise kausal zusammenhängend: große Quellen gibt es fast nur im Schneetalpeengebiet (bei einem weitgehenden Fehlen von Quellen mittlerer Größenordnung analog zum Rax-Schneeberggebiet). Westlich der Mürz findet sich nur die Roßlochquelle als Hauptentwässerung des Gebietes östlich des Tonion. Wie und wohin der Stock des Tonion entwässert, bleibt vorläufig unklar.

Zweifellos markanter als die Daten zur „Karstverbreitung“ ist jene der „Karstgefährdung“ im Untersuchungsgebiet im Vergleich zu Hochschwab und Rax-Schneeberg, die in den vergangenen Jahren bearbeitet wurden. In keinem der anderen Gebiete konnte eine derartig intensive Beweidung, Forststraßen-, Alm- und Jagdhüttenichte festgestellt werden. Dies drückt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem erhöhten unterirdischen Karstabtrag aus. An der Oberfläche zeigen sich markante Weideschäden und eine erhöhte Bodenerosion bei den Forststraßen. Eine der Forststraßen wird als Mautstraße betrieben und erlaubt so fast einen Massenverkehr fast bis auf das südliche Schneetalpenplateau.

Wenngleich die Österreichischen Bundesforste (bzw. ihr Rechtsnachfolger) am Grundbesitz den meisten Anteil haben und somit für die ober- und unterirdische „Karstqualität“ maßgeblich und verantwortlich sind, so sind auch nicht alle Maßnahmen des Forstamtes der Gemeinde Wien als glücklich zu bezeichnen: Ganzjährige „Wildschutzgebiete“, die beispielsweise im unmittelbaren Quelleinzugsbereich der großen Quellen im Bereich Hinternaßwald eingerichtet wurden, dienen sicher nicht dem Quellschutz. Allerdings erscheint die Bereitschaft gering, die personell oftmals weit in politische Bereiche reichende Jagd sowie die ohnedies oft wenig rentable Forstwirtschaft dem Quellschutz unterzuordnen, obschon die der Gemeinde Wien gehörenden Quellschutzwälder freilich dem namensgebenden Zweck dienen sollten.

Auf der anderen Seite ist zu begrüßen, daß die Gemeinde Wien gerade im Bereich der Schneetalpe die wissenschaftlichen Arbeiten kräftig unterstützt. Es ist zu erwarten, daß durch die Dauerbeobachtungen v.a. der Arbeitsgruppe um FRISCHHERZ und Nachfolger (Univ. f. Bodenkultur Wien) in naher Zukunft recht präzise Empfehlungen zur Karsthygiene ausgesprochen werden können.

Aufgrund der höhlenkundlichen Daten erscheint das Schneetalpen-Hochplateau (einheitlicher Bau, keine Stauer, relativ tiefreichende Schachthöhlen) - was die gefaßten Quellen betrifft - mehr gefährdet als der Bereich westlich davon, obgleich jener in Summe weit stärker genutzt ist. Es erscheint aber durch eine teilweise Reduktion des Weideviehs (ev. gegen Ablöse) oder durch Ausklammerung sensibler Bereiche (z.B. Dolinenakkumulationen, Ponore) sowie durch eine möglichst lückenlose Abwasserentsorgung der Hütten vor allem im Bereich „Auf der Hoäd“ eine eher behutsame Entschärfung der Situation unter Rücksichtnahme auf allfällige politische Erfordernisse möglich.

9.3. Hochschwab

Der Hochschwab mit seinen fast 700 Höhlen, ausgedehnten Plateaus, markanten Wasseraustritten vornehmlich an Riesenquellen und auch unterirdisch in die Lockersedimentaquifere und seiner ausgeprägten Karstmorphologie kann als Karstgebiet durchaus mit seinen westlichen Pendanten (Totes Gebirge, Dachstein etc.) mithalten. Allerdings ergibt sich aufgrund des hohen, unregelmäßig verteilten Dolomitanteiles, der - im Gegensatz zu den vorhin genannten Karstplateaus - auch in größeren Seehöhen auftritt, eine im Detail doch eigentümliche Karstmorphologie mit dolomitspezifischen Formen (z.B. Türmchen und extrem schroffe Abflussrinnen sowie und eigenartige, teilweise kahle Kuppenlandschaften) sowie entsprechende hydrochemische Besonderheiten bei den Quellen.

Die größte Höhle ist das Frauenmauer-Langstein-Höhleensystem im Südwesten des Hochschwab im Bereich westlich des Sonnchien-Plateaus, wo auch die mit Abstand größte Höhlendichte zu konstatieren ist. Der zentrale Hochschwabbereich, aber auch der Bereich oberhalb der Kläfferquelle steht im Vergleich dazu am Anfang der Erforschung, das Potential erscheint aber bemerkenswert.

Das Gebiet des Hochschwab erscheint legislativ zur Zeit ausreichend geschützt (Wasserschongebiet, Natur- und Landschaftsschutzgebiet). Probleme könnten sich indessen in Zukunft mit dem Höhlenschutz in der Steiermark ergeben, wenn das neue Naturschutzgesetz in Kraft tritt, das den Begriff der „Besonders geschützten Höhle“ nicht mehr kennt.

Bei der Sicherung der Karstwasserqualität sollte besonderes Augenmerk auf die Beweidung im Bereich der Zeller Staritzen gelegt werden, wo zwar die Quellen offensichtlich durch dolomitbedingte längere Fließzeiten und somit größere Dispersion allfälliger Schadstoffe zumeist gut geschützt sind, eine (wenig aufwändige) Aussparung sensitiver Bereiche (Dolinengebiete) dennoch empfohlen wird.

Für den Bereich der Kläfferquelle sollte bei der Instandhaltung der Abwasseranlagen des neuen Schiestlhauses seitens der Gemeinde aus öffentlichen Interesse (mehrere Aspekte kommen hier zum Tragen !) weiterhin aktiv mitgewirkt werden.

Im Siebenseengebiet empfiehlt sich eine Stagnation beim Forststraßenbau bzw. ein Rückbau (quell)forstwirtschaftlich nicht mehr benötigter Wege, wobei insbesondere die jagdlichen Interessen nachrangig hinsichtlich des Wasserschutzes gehandhabt werden sollten. Die Gefahr eines Unfalles mit Kraftstoffaustritt und damit eine Kontaminationsgefahr erscheint auf manchen der steilen, engen Straßen wenigstens nach eigener Anschauung potentiell gegeben.

9. LITERATUR

Die sehr umfangreiche Literatur über Karst und Höhlen des Untersuchungsgebietes findet sich auf der beigelegten Diskette. Bearbeitungsstand ist hier – mit ganz wenigen Ausnahmen - Ende 1997.

Die SPELDOK-Serie

SPELDOK ist die freie Reihe der Fachsektion Karsthydrogeologie des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher und der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien. Bisher sind erschienen:

- SPELDOK-1: **K. Mais, und G. Stummer (Red.)**: ALCADI '94 -Zusammenfassungen - Summaries.- 35 Seiten (Wien 1994), vergriffen
- SPELDOK-2: **G. Stummer (Red.)**: Exkursionsführer Dachstein.- 2. ergänzte und veränderte Auflage, 56 Seiten (Wien 1998)
- SPELDOK-3: **R. Pavuza und G. Stummer (Red.)**: Akten zum Seminar "Schauhöhlen - Höhlenschutz - Volksbildung", Griffen (1955).- 62 Seiten (Wien 1995)
- SPELDOK-4: **R. Schaudy und J.Zeger (Red.)**: Höhlen in Baden und Umgebung, Band 2.- 90 Seiten, (Seibersdorf 1996)
- SPELDOK-5: **D. Kuffner (Red.)**: Akten zum Seminar "Schauhöhlen-Höhlenschutz-Volksbildung".- 49 Seiten (Ebensee 1998)
- SPELDOK-6: **R. Bengesser und R. Pavuza (Red.)**: Arbeitsunterlagen zur Speläotherapie-tagung.- 56 Seiten (Bad Goisern-Wien 1999)
- SPELDOK-7: **M. H. Fink und R. Pavuza**: Höhlen in Österreichs Naturparken.- 38 Seiten, (Wien 1999)
- SPELDOK-8: **W. Greger und G. Stummer**: Das Dachsteinhöhlenjahr 1998/99, Berichte-Ergebnisse-Statistiken.-72 Seiten (Wien 2000)
- SPELDOK-9: **K. Mais, R. Pavuza und G. Stummer**: Speläopfad, eine karst- und höhlenkundliche Spurensuche in den Schausammlungen des Naturhistorischen Museums.- 80 Seiten (Wien 2000)
- SPELDOK-10: **G. Stummer und L. Plan (Red.)**: Speldok-Austria, Handbuch zum österreichischen Höhlenverzeichnis inkl. Bayerischer Alpenraum.- 132 Seiten und 3 Karten, (Wien 2002)
- SPELDOK-11: **L. Plan**: Speläologisch-tektonische Charakterisierung der Karstwasserdynamik im Einzugsgebiet der bedeutendsten Quelle der Ostalpen (Kläfferquelle, Hochschwab).- 84 Seiten, 1 Karte, Wien 2003
- SPELDOK-12: **L. Plan und E. Herrmann (Red.)**: Höhlenführerskriptum.- 108 Seiten, Wien 2003 (ergänzt auf Stand 2005)
- SPELDOK-13: **E. Herrmann und L. Plan (Red.)**: Speläo-Merkblätter, 1. Lieferung (Juni 2005) unpaginiert, Wien 2005
- SPELDOK-14: **G. Stummer (Red.)**: Karst und höhlenkundliche Streiflichter aus der Region Nationalpark Gesäuse, Naturpark Eisenwurzen und westlicher Hochschwab.- 68 Seiten (Wien-Weng, September 2005)
- SPELDOK-15: **R. Pavuza (Red.)**: Schauhöhlen und Wissenschaft in Österreich – Forschungsergebnisse aus österreichischen Schauhöhlen, 39 Seiten, Wien 2005.