

Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle"

27

Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50 000

**EIN BEITRAG DER KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG
ZU EINEM ÖSTERREICHISCHEN UMWELTKONZEPT**

Gesamtredaktion: Hubert Trimmel

Mit Beiträgen von Günther Bardolf, Max H. Fink, Günter Stummer und Hubert Trimmel

Wien 1978

Herausgegeben vom
Verband österreichischer Höhlenforscher

Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle"

27

Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50 000

**EIN BEITRAG DER KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG
ZU EINEM ÖSTERREICHISCHEN UMWELTKONZEPT**

Gesamtredaktion: Hubert Trimmel

Mit Beiträgen von Günther Bardolf, Max H. Fink, Günter Stummer und Hubert Trimmel

Wien 1978

Herausgegeben vom
Verband österreichischer Höhlenforscher

Diesem Heft ist zwischen den Seiten 56 und 57 ein Ausschnitt aus Blatt 73 (Türnitz) der Karstgefährdungskarte 1:50 000 als Beispiel beigeheftet.

Die Verwendung und Reproduktion aus Blatt 73 der Österreichischen Karte 1:50000 erfolgen mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Landesaufnahme, in 1080 Wien, Zl. L 63720/77.

ANSCHRIFTEN DER AUTOREN VON BEITRÄGEN IN DIESEM HEFT:

Univ.Ass.Mag.Günther BARDOLF, Lilienthalstraße 20/13, A-9020 Klagenfurt

Oberassistent Dr. Max H. FINK, Metzgergasse 5, A-3400 Klosterneuburg

Günter STUMMER, Schimmelgasse 11/43, A-1030 Wien

Univ. Doz. Mag. Dr. Hubert TRIMMEL, Draschestraße 77, A-1232 Wien

Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Verband österreichischer Höhlenforscher,
Obere Donaustraße 99/7/3, A-1020 Wien.

Verantwortlicher Schriftleiter: Univ. Doz. Dr. Hubert Trimmel.

Druck: Verband österreichischer Höhlenforscher (Günter Stummer)

Die Vorarbeiten für dieses Heft und der Druck wurden gefördert durch die



**ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR NATUR- UND UMWELTSCHUTZ**

INHALTSÜBERSICHT

1. Karstgefährdungskarten als Beitrag der Karstforschung zum Umweltschutz. Von Hubert TRIMMEL	5
1.1. Idee und Ziel des Projektes	
1.2. Karstgebiete - ein frühes Objekt eines aktiven Natur- und Umweltschutzes	
1.3. Vorläufer der Karstgefährdungskarten	
1.4. Die Realisierung des Projektes.	
2. Richtlinien für die Erstellung von Karstgefährdungskarten. Von Max H. FINK	23
3. Der Aufbau des österreichischen Höhlenverzeichnisses. Von Günter STUMMER.	49
3.1. Einleitung	
3.2. Das Kennziffernsystem	
3.3. Die Höhlenlisten des Österreichischen Höhlenverzeichnisses	
3.4. Das Katasterblatt	
3.5. Die Führung des Höhlenverzeichnisses und des Höhlenkatasters	
3.6. Die Ausbaufähigkeit des österreichischen Höhlenverzeichnisses	
3.7. Schlußbemerkungen	
3.8. Erwähnte Schriften	
4. Die Erfassung der Karstquellen in einem Karstquellenverzeichnis. Von Günter STUMMER	61
5. Zur Erfassung der Wasserqualität. Von Günther BARDOLF	67
Quellen.	
Oberirdische Fließgewässer.	
6. Der Raum Türnitz als Beispiel einer Karstgefährdungskarte. Von Max H. FINK und Günther BARDOLF	89
6.1. Erläuterungen zum Ausschnitt der Karstgefährdungskarte 1:50000, Blatt 73 (Türnitz). Von Max H. FINK	
6.2. Untersuchungen zur Gewässerqualität im Einzugsgebiet der Traisen (Niederösterreich). Von Günther BARDOLF	

KARSTGEFÄHRDUNGSKARTEN ALS BEITRAG DER KARSTFORSCHUNG ZUM UMWELTSCHUTZ

VON HUBERT TRIMMEL

1.1. IDEE UND ZIEL DES PROJEKTES.

Die Idee, die Ausdehnung der Karstgebiete in Österreich kartographisch zu erfassen und dadurch auf die Gefahren hinzuweisen, die bei Eingriffen des Menschen für die Ökologie der Landschaft und vor allem für die unterirdischen Wässer der Karstgebiete verursacht werden können, ist keineswegs neu. Von der Tradition der karstkundlichen Forschung, die in Österreich seit jeher auch praxisbezogen gewesen ist und die Probleme eines umfassenden Umweltschutzes in Karstgebieten in eindringlicher Weise schon vor Jahrhunderten zu lösen versucht hat, wird später die Rede sein. Neue Aktualität gewann die Idee in den letzten Jahren durch das in der Öffentlichkeit bedeutend angewachsene Umweltbewußtsein und durch die Intensivierung der karst- und höhlenkundlichen Untersuchungen durch die Mitarbeiter der höhlenkundlichen Vereine Österreichs, die im Verband österreichischer Höhlenforscher zusammengeschlossen sind.

Den konkreten Anlaß, mit der Verwirklichung eines umfangreichen Projektes zur Erarbeitung von Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten zu beginnen, boten einerseits die Beobachtungen und praktischen Erfahrungen der vielen freiwilligen und begeisterten Mitarbeiter der höhlenkundlichen Vereine Österreichs und die Bemühungen der Österreichischen Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz zur Erarbeitung eines gesamtösterreichischen Umweltkonzeptes andererseits.

Der Verband österreichischer Höhlenforscher, der zu den Gründungsmitgliedern dieser Gesellschaft zählt, hat es von Anfang an als seine Aufgabe betrachtet, innerhalb der Gesellschaft die Belange der Karst- und Höhlenkunde mit dem Schwerpunkt eines sinnvollen Schutzes der ausgedehnten Karstlandschaften Österreichs und des Schutzes der Reinheit der Karstwässer zu vertreten. Zum Zeitpunkt der Gründung der Österreichischen Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz im Jahre 1973 war die "Erschließung" vieler Karstlandschaften für die Wirtschaft, insbesondere für den Fremdenverkehr, in vollem Gange. Es handelte sich dabei vielfach um Gebiete, die bis dahin von gravierenden Eingriffen des Menschen weitgehend verschont geblieben waren. Und es zeigte sich, daß die besondere Behutsamkeit, mit der Veränderungen gerade in Karstgebieten vorgenommen werden müssen, um nicht großräumig irreparable Schäden herbeizuführen, durchaus nicht allen Projektanten von Erschließungseinrichtungen und Behörden bewußt war. In manchen Fällen wurden unverzeihliche Sünden gegen den Umweltschutz in Karstgebieten von Gemeindeverwaltungen geduldet, genehmigt oder sogar angeordnet. Ursache war stets Gedankenlosigkeit oder die unzureichende Kenntnis der Besonderheiten der Karstentwässerung und des Karstphänomens schlechthin. Daß in einzelnen Fällen in Zusammenarbeit mit Fachwissenschaftlern auch vorbildliche Lösungen gefunden werden konnten, sei an dieser Stelle gerne ebenfalls erwähnt.

Bei dem mit Karst- und Höhlenforschung intensiv befaßten Personenkreis haben sich jedenfalls viele aktuelle Beobachtungen und Erfahrungen angesammelt, die die Aktualität des recht komplexen Problemkreises bewiesen haben:

- Höhlen der niederösterreichischen Kalkvoralpen dienten als Ablagerungsstätten für Tierkadaver. M.H.FINK berichtet 1964, daß sich unter anderem im Tiefenbachschacht bei Frankenfels "aus den Kadavern der zum Teil an Seuchen verendeten Tiere bereits eine mächtige Verwesungsschichte gebildet" hat (1) und daß dadurch eine Gefährdung der tiefer gelegenen Quellen und Hausbrunnen im Bereich der Möglichkeit liege;
- Manche Höhlen glichen im Inneren einer Mülldeponie; in der in unmittelbarer Hüttennähe liegenden Höhle beim Spannagelhaus in den Zillertaler Alpen (Hintertux) hatte sich eine mehrere Meter hohe, langgestreckte Halde von leeren Konservendosen und Abfällen angesammelt;
- Neue Berghotels ließen die Abwässer im klüftigen Gestein versickern, so daß sie mitunter direkt in Karstquellen gelangten. In Obertraun (Oberösterreich) mußte die vom Dachsteinmassiv her alimentierte Sporthelmquelle gesperrt werden;

- Die stets größer werdenden Mengen von Abfällen - Verpackungsmaterial, Dosen, Küchenabfälle - werden in immer größerem Maße in Geländesenken und vor allem in Dolinen in der Nähe von Gehöften abgelagert. Jedem Kenner von Karstgebieten fallen sofort viele Beispiele ein: jener Wassergraben unweit der Semriacher Lurhöhle etwa, der vom Ortsrand von Pöllau, einem Ortsteil der Marktgemeinde Semriach, in Richtung auf das höhlenreiche Schöckelkalk-Massiv der Tanneben (Steiermark) führt und auf rund hundert Meter Länge bereits mit Hausmüll verfüllt ist, oder jener Ponor, der unweit der Berghütten der Hinteralm im Westteil der Schneealpe (Steiermark) liegt und seiner Deponie wegen unter dem Namen Mistloch (Kataster Nr. 1851/104) in das Höhlenverzeichnis aufgenommen worden ist (Abb. 1), um nur einige zu nennen.
- Färberversuche brachten andererseits die seit langem erwartete Gewißheit, daß bei plötzlich eintretenden starken Niederschlägen oder bei rascher Schneeschmelze Wasser von den Karsthochflächen der Nördlichen Kalkalpen innerhalb weniger Stunden direkt in die für die Trinkwasserversorgung genutzten Karstquellen gelangen kann und daß in diesem Fall kaum eine Selbstreinigung oder natürliche Filterung vor sich gehen kann.

Mit dem wachsenden Umweltbewußtsein haben, wie die Beobachtungen und Erfahrungen zeigen, Verstöße gegen die zur Reinhaltung des Karstwassers notwendigen Erfordernisse eher noch zugenommen:

- Gemeinden, die ihre Abfälle oder Fäkalien früher nicht oder auf freies Gelände abgeführt hatten, entschlossen sich, diese nun dadurch außer Sicht zu bringen, daß sie sie in Karstschächte kippten. Ein extremes Beispiel dafür ist Mittelberg im Kleinen Walsertal (Vorarlberg), das drei Jahre hindurch die Fäkalien bis auf 1230 Meter Höhe in den Kürenwald transportieren ließ, um sie dort mit einem Einfüllstutzen in den 48 Meter tiefen Ladstattschacht einzuleiten. Als im Herbst 1975 die Schachthöhle anläßlich einer Höhlenforschertagung in Sonthofen im Allgäu besucht werden sollte, war die Höhle "randvoll" (2).
- Einzelpersonen, die früher die Abfälle im freien Gelände ablagerten, nahmen die Mühe auf sich, sie - mitunter sogar auf schmalen, nicht befahrbaren Waldsteigen - bergauf bis zu Schachteinstiegen zu tragen, um sie dort loszuwerfen. So mußten Reinigungsaktionen der Höhlenforscher im Fraisloch bei Winzendorf (Niederösterreich) immer von neuem wiederholt werden, bis man sich entschloß, den Höhleneingang mit einem Gitter abzusperren, um den Abwurf des Mülls in den Innenschacht dieser Höhle endlich abstellen zu können.

Es wäre falsch, anzunehmen, daß der Umweltschutz im Karst ausschließlich ein hydrologisches Problem ist, obwohl der damit zusammenhängende Fragenkomplex zweifellos überaus bedeutungsvoll ist. Das ökologische Gleichgewicht von Karstlandschaften ist ungleich labiler als in anderen Gebieten, Eingriffe des Menschen können langfristig irreparable Folgen haben und insbesondere die umfangreichen Erschließungsmaßnahmen für Massentourismus und Recreation haben die Grenzen der Belastbarkeit der Karstgebiete in vielen Fällen bereits deutlich werden lassen. Kenner von Karstgebieten sind davon überzeugt, daß diese Grenzen in den Alpen an manchen Orten bereits überschritten worden sind. Viele Einzelbeobachtungen sind Bausteine zu dieser Ansicht geworden:

- Liftstützen wurden über oberflächennahe Karsthohlräume gebaut: im Hochkar wurde der Stützenschacht beim Fundamentieren einer Stütze des Sesselliftes entdeckt, beim Bau der Hintertuxer Gletscherbahn das Karstrelief an einigen Stellen durch Sprengung eingeebnet und ein in einem Schutzgebiet liegender Höhleneingang dabei völlig zugeschüttet.
- Skipisten wurden durch Einebnung des Geländes hergestellt: das Karstrelief am Osthang und am Südhang des Krippenstein (Oberösterreich) ist beispielsweise völlig verschwunden und in eine gleichmäßig geböschte Groß-Schutthalde verwandelt worden.

- Seilbahnstationen, Berghotels und andere Bauwerke auf Karstgesteinen wurden geplant und errichtet, ohne daß die Frage der Wasserversorgung einerseits und die Frage der Abwasserbeseitigung andererseits ausreichend geklärt oder untersucht worden wäre;
- Straßenbauprojekte in Karstgebiete wurden geplant und realisiert, ohne daß auf die möglichen Konsequenzen für die Karstlandschaft Bedacht genommen worden wäre. Beim Projekt der Loser-Alpenstraße bei Altaussee (Steiermark) wurde beispielsweise der Rentabilitätsberechnung der Ausbau einer zweiten Teilstrecke und damit in Zusammenhang ein Schauhöhlenbetrieb in der Schwarzmooskogel-Eishöhle im Toten Gebirge (mit einer den Dachsteinhöhlen vergleichbaren Besucherzahl) zugrunde gelegt, obwohl zum Zeitpunkt der Projektierung keinem der Projektanten und Konsenswerber auch nur die exakte Lage der Höhle bekannt gewesen ist; ob diese Höhle für eine Erschließung überhaupt in Betracht gezogen werden kann, war nicht überprüft worden.

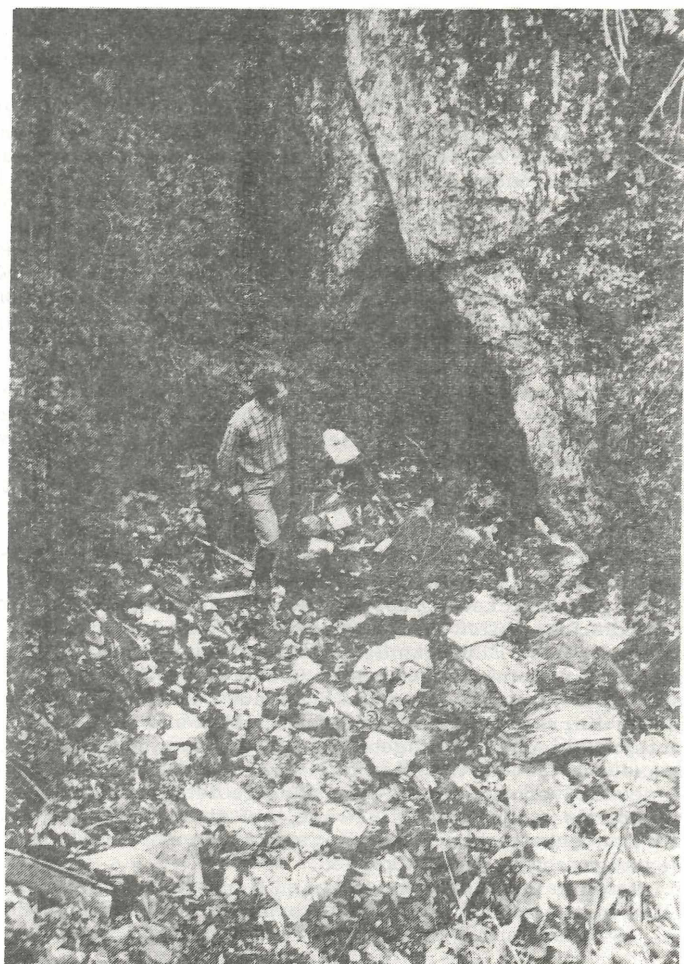


Abb. 1

Eingang in das Mistloch (Schneealpe) mit wilder Deponie

Es ist angesichts der vielfältigen Eingriffe in die Karstlandschaft und in die Karstentwässerung, die nur beispielhaft angedeutet werden konnte, nur ein schwacher Trost, daß

- in einzelnen Fällen mit Erfolg in Zusammenarbeit zwischen interessierten Behörden und Bauleitungen umweltgerechte Lösungen von Erschließungsprojekten gefunden werden konnten. In diesem Zusammenhang sind unbedingt die Bemühungen zu erwähnen, die beim Bau der Dobratsch-Alpenstraße darauf hingingen, die dabei aufgedeckten oder durch die Baumaßnahmen berührten Karstformen zu erfassen (3) und Gefährdungen des Karstwasserkörpers durch geeignete Maßnahmen möglichst auszuschließen (4); diese gingen so weit, daß die Baumaßnahmen auf "Tassen" gestellt werden mußten, um das Versickern abtropfenden Öles zu vermeiden.
- in anderen Ländern die Probleme gleichartig gelagert waren (Abb. 2).

In Gesprächen mit Hüttenwirten, Gemeindevertretern, Planverfassern und anderen Interessenten konnte immer wieder die Feststellung gemacht werden, daß über die Gesetzmäßigkeiten der Karstentwässerung und der Karstentwicklung nur sehr unklare Vorstellungen herrschen. Vielen Gesprächspartnern des Verbandes österreichischer Höhlenforscher war durchaus nicht bewußt, daß die unterirdischen Einzugsgebiete von Karstquellen nicht mit den an der Oberfläche der Karstlandschaft erkennbaren Wasserscheiden übereinstimmen - und ähnliches mehr.

Der Verband österreichischer Höhlenforscher kam daher zu der Auffassung, daß nur eine eindringliche und umfassende Information eine Verbesserung der unbefriedigenden Situation herbeiführen könne, und daß in erster Linie den Landesbehörden, Bezirksverwaltungsbehörden und Gemeindeämtern, die mit Fragen der Raumplanung befaßt sind, möglichst umfangreiches und aktuelles Datenmaterial zur Ökologie der Karstgebiete zur Verfügung gestellt werden müsse. Als die Österreichische Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz ihre Mitgliedsorganisationen aufforderte, Gedanken zu einem österreichischen Umweltkonzept zu äußern, konnte der Verfasser auf Grund der bereits angestellten Überlegungen das Anliegen der Karst- und Höhlenkunde folgendermaßen formulieren:

Die im Verband österreichischer Höhlenforscher zusammengeschlossenen Vereine sammeln - teilweise seit Jahrzehnten - alle erreichbaren Unterlagen über Höhlen Österreichs; sie erarbeiten ständig Ergänzungen und vervollständigen durch umfangreiche Forschungen laufend die bisherigen Kenntnisse. Die Ausdehnung, ja häufig auch das Vorhandensein von Höhlensystemen sind den lokalen Behörden vielfach unbekannt.

Die Tätigkeit der Mitglieder des Verbandes österreichischer Höhlenforscher erstreckt sich aber über die Höhlen selbst hinausgehend auch auf die Landschaft, in der die Höhlen liegen. Diese "Karstlandschaften" sind durch teilweise oder vollständige Versickerung der Niederschlagswässer in den Untergrund und durch unterirdischen Abfluß im Gesteinskörper gekennzeichnet. Die Höhlen bieten die einzigen direkten Einblickmöglichkeiten in die unterirdischen Wasserwege.

In den Karstlandschaften treten überdies spezifische Oberflächenformen auf, die als Versickerungsstellen und Schwinden der Niederschlagswässer fungieren: Dolinen, Karrenfelder, Karstwannen und da und dort Poljen. Etwa ein Siebentel des österreichischen Staatsgebietes ist als Karstgebiet im beschriebenen Sinn aufzufassen; in diesem Gebieten fällt aber ein Viertel des gesamten Niederschlages! Jedes Bauvorhaben in solchen Karstgebieten kann Auswirkungen auf die Abflußverhältnisse, auf die Abflußwege, auf die Qualität der Karstwässer haben und für die Landschaftsentwicklung Konsequenzen mit sich bringen, die nicht ohne weiteres abgeschätzt werden können.

Im Rahmen eines österreichischen Umweltschutzprogrammes muß daher zunächst allen Institutionen, die mit Bauvorhaben in Karst- und Höhlengebieten - Hausbauten, Straßenbauten, Anlage von Skiabfahrten, Projektierung von Anlagen zur Ab-

Abb. 2:

Die Unkenntnis der Zusammenhänge unterirdischer Wasserwege in Karstgebieten ist nicht auf Österreich beschränkt. Im Jahre 1976 brachten auch österreichische Zeitungen Berichte über das von Höhlenforschern entdeckte und erforschte Höhlensystem hinter der Quelle des Verneau im französischen Jura südöstlich von Besançon; erst dabei hatte sich der Zusammenhang der Quelle mit den Schwinden bei Déservillers erwiesen.

Der nebenstehende Ausschnitt stammt aus der Kronen-Zeitung, Wien, 10. Dezember 1976.

Bergquelle war Abwasserkloake

Paris. - Zu Unrecht waren die Bewohner des französischen Bergdorfs Nans-sous-Saint-Anne jahrelang stolz auf ihr eigenes Quellwasser; eine Gruppe von Höhlenforschern fand jetzt heraus, daß die Abwässer des Nachbarortes Déservillers unterirdisch in die „reine Bergquelle“ gelangen! Die Bewohner von Nans nahmen die Enthüllung mit Humor. „Diesen Sommer haben wir wegen der Trockenheit sogar Wasser nach Déservilles geliefert“, erklärte der Bürgermeister lachend. „Da haben die dort ihren eigenen Dreck trinken müssen!“

wasserbeseitigung u. a. m. - befaßt werden, sowie allen mit Fragen der Raumplanung befaßten Stellen eine Richtlinie in die Hand gegeben werden, wo eine Beurteilung des Projektes auch vom spezifischen Standpunkt des Karst- und Höhlenschutzes durch Fachkräfte notwendig ist.

Der Verband österreichischer Höhlenforscher erachtet hierfür die Erstellung von Karstverbreitungskarten und Gefährdungskarten auf der Grundlage der Österreichischen Karte 1:50 000 für günstig, die in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Angriff genommen werden sollte. Eine staatliche Dienststelle, die sich über die rein wasserwirtschaftlichen Aspekte hinaus definitiv mit dem Gesamtphänomen der Karst- und Höhlenlandschaft befassen könnte, besteht zur Zeit nicht. Der Verband hat die Absicht, mit einigen fachlich geschulten und graduierten Mitgliedern diese Lücke wenigstens fühlbar zu verkleinern.

Damit ist das Ziel der Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten bereits abgesteckt worden. Zunächst war lediglich daran gedacht, die Ausdehnung der Gebiete auf den Karten darzustellen, deren Untergrund von verkarstungsfähigen Gesteinen gebildet wird und in denen bei jedem Bauvorhaben vor dessen Realisierung ein Fachgutachten zwingend gefordert werden sollte. Es erwies sich jedoch bald, daß die Einzeichnung dieser Grenzen umfangreiche Geländebegehungen notwendig machte und daß zusätzliche Informationen unerlässlich sind.

So kam es nach einer Reihe von Diskussionen im kleinen Kreis zu dem Beschluß, den Karteninhalt durch möglichst umfassende Erhebungen zu einer Gesamtdokumentation des Karstformenschatzes und der bereits vorhandenen Nutzung und Gefährdung der Karstgebiete zu erweitern. Da mit einer Veröffentlichung oder Vervielfältigung derartiger angewandter Karten aus Kostengründen nicht gerechnet werden konnte, wurde gleichzeitig die Idee durchdacht, neben einer der Gesamtsage beinhaltenden Original-Karte („Archivexemplar“) auf Folien in Schwarzdruck den Bestand an Karstformen einerseits (Folie A) und die Nutzung und Gefährdung der Karstgebiete andererseits (Folie B) darzustellen. Von diesen Folien können unschwer und unter geringem Kostenaufwand Mutterpausen hergestellt und den mit Entscheidungen befaßten Behörden als Deckblätter zur jeweiligen Österreichischen Karte 1:50 000 zur Verfügung gestellt werden. Alle bei der Erstellung der Karten ermittelten Daten sollen in einem Erläuterungstext festgehalten werden.

Das vorliegende Heft ist als Ergebnis des Versuches zu werten, die Idee einer Karstgefährdungskarte in die Praxis umzusetzen. Es ist auf Grund der bisherigen Erfahrungen verfaßt und soll nun die Grundlage für die dringliche Realisierung des Konzepts in größerem Maßstabe sein.

1.2. KARSTGEBIETE - EIN FRÜHES OBJEKT EINES AKTIVEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZES.

Die Tatsache, daß durch die Erstellung von Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten die besondere Bedeutung von Schutzmaßnahmen in Karstgebieten unterstrichen wird, legt den Gedanken nahe, derartigen Maßnahmen in früheren Zeiten nachzuspüren. In manchen Karstlandschaften sind die Grenzen der Belastbarkeit zweifellos sehr früh vom Menschen überschritten worden. "Der Karst ist eine Ökumene besonderer Art", schreibt B. GUŠIĆ (5), "bewohnbar nur unter gewissen Bedingungen, unterliegt er leicht der Verödung, sobald seine biologische Harmonie gestört wird. Dabei spielt seine Entwaldung eine führende Rolle. Die Karstlandschaft ist nämlich in ihrer ursprünglichen Form nicht menschenfeindlich. Sie wird es erst, wenn der Eingriff des Menschen ihre biologischen Beziehungen versetzt, wenn die Beanspruchung des Bodens die Zeitspanne der natürlichen Erholung überholt und so den zerstörenden Kräften ermöglicht, ihre volle Wucht zu entfalten. Wir können ruhig behaupten, wenigstens was die Karstlandschaften im Bereiche der mediterranen Zone anbelangt, daß die heutige Verödung dieser Landschaft eine Tat des Menschen darstellt."

Dort, wo unter den Gegebenheiten des Mittelmeerklimas Folgen unerwarteter oder aus verständlicher Unkenntnis der Gesetze der Karstentwicklung erfolgter Veränderungen relativ kurzfristig offenkundig wurden, versuchte man sehr bald, durch Verbote oder auch durch Pflegemaßnahmen weitere Schäden hintanzuhalten. Man kann in diesen Maßnahmen wohl mit Recht ein Vorgehen im Sinne eines aktiven Natur- und Umweltschutzes zu einer Zeit sehen, in der außerhalb der Karstgebiete derartige Probleme noch kaum ins Bewußtsein der Menschen getreten waren. Wenn der Senat von Ragusa (Dubrovnik) im Jahre 1411 Beschränkungen im Abholzen des Waldes anordnet oder die Gemeinde Trogir im Jahre 1275 die Weide auf einer dem dalmatinischen Festlande vorgelagerten Insel verbietet, handelt es sich zweifellos um Maßnahmen im Sinne eines Natur- und Umweltschutzes.

Schon am Beginn des 19. Jahrhunderts wurden Aufforstungen in den klassischen Karstgebieten Dalmatiens angeordnet, die die Bodenerhaltung fördern, und zugleich Begrenzungen in der Ziegenhaltung verfügt, um die Karstlandschaft zu erhalten (6, S. 245). Umfassende Schutz- und Pflegemaßnahmen führte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das k. k. Ackerbauministerium in der österreichischen Reichshälfte der österreichisch-ungarischen Doppelmonarchie im den Karstländern durch; es waren forstwirtschaftliche, agrarwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Planungen, die diesen Maßnahmen zugrunde lagen. In Karstgebieten waren demnach Landesplanung, Raumordnung und Landschaftspflege in der Praxis bereits üblich. Die Probleme und Schwierigkeiten, denen sich der Natur- und Umweltschutz im ausgehenden 20. Jahrhundert gegenüber sieht, waren vor hundert Jahren - und es ist nicht uninteressant, sich auch daran einmal zu erinnern - einer Lösung anscheinend näher wie heute.

Die damaligen Erfahrungen gipfelten in der Forderung nach einer umfassenden "Karsthygiene". Dieser Begriff ist von R. WILLNER (7) geprägt und im Jahre 1917 interpretiert worden. Er schrieb damals: "Im Interesse des Schutzes nutzbarer Höhlengewässer, bzw. Karstquellen gegen gesundheitsschädliche Verunreinigungen sind bestimmte hygienische Forderungen an alle Arten von Arbeiten zu stellen, welche die Gefahr einer Infizierung des Wassers bedeuten, sowie hygienische Rücksichten auch für die Wahl eines Höhlengewässers für Trinkzwecke entscheidend sein müssen. Auch in diesen Beziehungen kommt der Erkenntnis der höhlenkundlichen Gesetze und der praktischen Erforschung der speleologischen Verhältnisse des Wassereinzugsgebietes hervorragende Bedeutung zu" (7, S. 147). Und an einer anderen Stelle der gleichen Arbeit ist zu lesen: "Wegen der Schwierigkeit des Aushubes von Gräbern und Gruben im zutage liegenden Fels und wegen der landeskulturellen Wichtigkeit jedes Fleckchens lockeren Bodens laden die Naturschächte und auch sonstige Höhlen sowie die Dolinen zur Benützung als Unratablagerungsstätten, Aasplätze und Begräbnisstellen geradezu ein; infolgedessen finden sich in solchen Lokalitäten, namentlich wenn sie in der Nähe von Ansiedlungen

gen gelegen sind, oft große Mengen von Abfallstoffen, Tierleichen usw. aufgehäuft oder sie werden zur fortgesetzten Ableitung von Schmutzwässern benützt." (7, Seite 151). Die in diesen Sätzen ausgedrückten Anliegen des Umweltschutzes in der Karstlandschaft sind jetzt - sechzig Jahre, nachdem sie geschrieben wurden - unverändert aktuell.

Wenn durch die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten der Versuch gemacht wird, mit Methoden der Gegenwart die Konsequenzen aus den vor Jahrzehnten gewonnenen Erkenntnissen und Beobachtungsergebnissen in die Tat umzusetzen, so entspricht dies wohl auch der in der Tradition begründeten Verpflichtung, dem Karstphänomen und der Ökologie der Karstlandschaft besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden und vorausschauend und beispielhaft Marksteine zu setzen, die über Österreichs Grenzen hinaus Interesse beanspruchen können.

1.3. VORLÄUFER DER KARSTGEFÄHRDUNGSKARTEN.

Das Problem, die Ausdehnung der Karstgebiete zu erfassen und ihre Verbreitung kartographisch festzuhalten, ist in Österreich unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg neuerlich aufgerollt worden. Bis dahin gab es über die Verbreitung unterirdisch entwässerter Gebiete in den Ostalpen lediglich eine Studie vom M. HOFFER (8) aus dem Jahre 1906, die nicht auf Geländebegehungen, sondern auf Eintragungen in der damals vorhandenen und gerade in alpinen Karstgebieten nicht sehr zuverlässigen Spezialkarte im Maßstab 1:75 000 beruht hatte. Die Überlegungen, die bei den Vollversammlungen der Höhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in den Jahren 1950 bis 1952 angestellt worden sind ¹⁾, haben dazu geführt, daß eine Karstbestandsaufnahme in die Wege geleitet worden ist. Im Mittelpunkt des damaligen Konzepts stand allerdings nicht die umfassende ökologische Erfassung der Karstlandschaft in ihrer Gesamtheit, sondern zunächst die Frage der Wiederaufforstung ehemaliger Waldgebiete. Dementsprechend forderte K. WICHE (9) unter anderem folgende Maßnahmen als Grundlage einer Karstbestandsaufnahme:

1. Genaue Aufnahme (möglichst großmaßstäbige Kartierung) gegenwärtiger oder aufgelassener Almgebiete hinsichtlich des Großformenschatzes (Altlandschaften, deren Kuppen und Hochtäler, Feststellung der Hangneigungen, Terrassenflächen) und soweit erforderlich der geologischen Zusammensetzung;
2. Erfassung der Karstformen, besonders der Kleinformen. Versuch einer Altersgliederung.
3. Festlegung der Höhengrenzen: heutige und frühere Wald- und Baumgrenze, Krummholzgürtel, untere Frostboden- und Frostschuttgrenze.
4. Erhebungen über gegenwärtige und frühere Almnutzung, Feststellung der Ursachen von Veränderungen.
5. Bewertung der Almflächen, Rentabilität, Vorschläge für praktische Maßnahmen (Aufforstung); gemeinsam mit bodenkundlichen und pflanzensoziologischen Bearbeitern.

Diese Forderungen wurden durch J. FINK unterstützt, der betonte, daß "eine reine Grundlagenforschung neben einer praktischen, raumgreifenden Kartierung erforderlich ist" (10, S. 22). In den Jahren 1953 und 1954 gab es Versuche, Wege zur Verwirklichung dieses Konzeptes zu finden und praktische Erfahrungen durch Aufnahmen im Gelände und Anfertigung von Kartenentwürfen zu sammeln, wobei der östliche Teil des Dachsteinstockes mit der Hochfläche "Am Stein" als Versuchsgebiet diente.

¹⁾ Die staatliche Höhlenkommission bestand beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Ihre Organisationsgrundsätze sind 1920 erstmals veröffentlicht worden (11). Sie wurde später im Naturhöhlengesetz aus dem Jahre 1928 verankert, stellte aber ihre Tätigkeit nach der Wiederaufbauphase nach dem Zweiten Weltkrieg ein.

Im Jahre 1954 wurde das auf Grund einer Anregung von J. FINK entwickelte Modell einer "praktischen Karstaufnahme" von W. KILIAN veröffentlicht (12). Die Kartierung des Südostteiles des Dachsteinplateaus, die im Gelände etwa 5 Wochen in Anspruch genommen hatte, fand ihren Ausdruck in zwei einander ergänzenden Teildarstellungen, die als "Gefährdungskarte I" und "Gefährdungskarte II" bezeichnet wurden. Ausschnitte dieser Karten sind, um die Entwicklung der Methoden der Karstkartierung zu dokumentieren, in dieser Arbeit wiedergegeben. Bei der Erarbeitung des Karteninhaltes hatte W. KILIAN Aufforstungsmaßnahmen und die Durchführbarkeit der Kartierung von "rein forstwirtschaftlich geschulten Personen" (12, S. 97) im Auge. Dies erklärt, daß für die Darstellung des Reliefs die Hangneigung als entscheidendes Kriterium gewählt und auf eine Erfassung des Karstformen=schatzes generell verzichtet wurde. Ebenso wird aus dieser Zielsetzung erklärbar, daß der "Verkarstungsgrad" eines Gebietes in der Gefährdungskarte I nach dem Kriterium der Vegetationsbedeckung angegeben wurde.

Gebiete mit geschlossener oder nahezu geschlossener Vegetationsdecke erscheinen demnach als Gebiete mit "beginnender Verkarstung". Als "stark verkarstet" sind konsequenterweise im bearbeiteten Gebiet lediglich Hochflächenteile an der oberen Grenze der Kampfreion und darüber ausgewiesen. Große geschlossene Hohlformen in der Karstlandschaft sind mit einer eigenen Signatur "Großformen" gekennzeichnet, da sie bei den der Karte zugrunde gelegten Darstellungskriterien nur unzulänglich zum Ausdruck kommen.

In der "Gefährdungskarte II" wird, der Zielsetzung des Entwurfes entsprechend, die Zusammensetzung der Vegetation dargestellt. Dabei werden der geschätzte Anteil des mit Pflanzen bedeckten Areals an der jeweiligen Gesamtfläche (in Prozenten ausgedrückt), die Art der Vegetationsdecke und die Verbreitung, bzw. Verbreitungsgrenzen einiger markanter Pflanzen dargestellt.

W. KILIAN war sich im klaren darüber, daß die kartographische Darstellung allein für die Planung von Aufforstungsmaßnahmen an der oberen Waldgrenze nicht ausreicht, sondern der ergänzenden Gebietsbeschreibung bedarf, und daß einige grundlegende Voraussetzungen für den Erfolg von Meliorationsmaßnahmen gegeben sein müssen. So ist in seiner Arbeit die scharfe Trennung von Wald und Weide gefordert und die Unterscheidung von Wirtschaftswald und Schutzwald angestrebt.

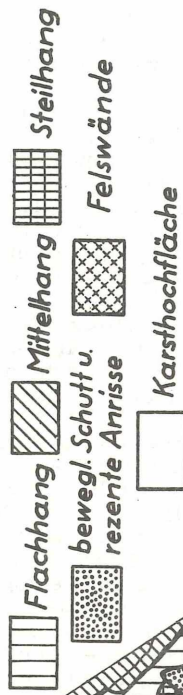
Da die zentralen Vorgänge des Karstphänomens, wie vom Verfasser dieser Zeilen bereits mehrfach betont worden ist, in der Klüftigkeit (besser: im Angebot an wasserwegsamem Fugen) und in der Löslichkeit der verkarstungsfähigen Gesteine begründet sind, in erster Linie also in Korrosion und unterirdischem Abfluß ihren Ausdruck finden, kann eine Beurteilung des Verkarstungsgrades nach der Vollständigkeit oder Lückenhaftigkeit der Vegetationsdecke dem Gesamtphänomen nicht gerecht werden. Selbst in Österreich sind viele Grünkarstgebiete mit geschlossener Vegetationsdecke bekannt, denen jede oberirdische Entwässerung fehlt und die zweifellos extrem stark verkarstet sind. Als Beispiel kann der im Schöckelkalk liegende, nahezu durchgehend bewaldete Stock der Tanneben östlich der Mur bei Peggau (Steiermark) genannt werden, der eine Vielzahl von Großdolinen aufweist und unter anderem vom ausgedehnten Lurhöhlensystem unterfahren wird. Da die Vegetationsdecke dieses Gebietes "intakt" ist, würde nach der Kartierungsmethode von Walter KILIAN lediglich "beginnende" Verkarstung ausgewiesen werden. Schon aus dieser Feststellung ergibt sich, daß eine über die Belange der Forstwirtschaft hinausgehende, umfassende karstkundliche Auswertung dieser Kartierungsmethode nicht möglich ist.

Unabhängig von den Arbeiten von W. KILIAN und noch vor deren Veröffentlichung wurde vom Verfasser im Rahmen der "Karstbestandsaufnahme 1954" des Speläologischen Institutes beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien der

Abb. 3: Ausschnitt der "Gefährdungskarte I" eines Karstgebietes

Entwurf von W. KILIAN, Südostteil des Dachsteinstockes. Arbeitsgrundlage des Originals ist die alte österreichische Landesaufnahme 1:25000 aus der Zeit vor 1914. Höhenkoten und Geländedarstellung stimmen mit den gegenwärtigen Ausgaben der Österreichischen Karte nicht überein.

GEFÄHRDUNGSKARTE I: MORPHOLOGIE

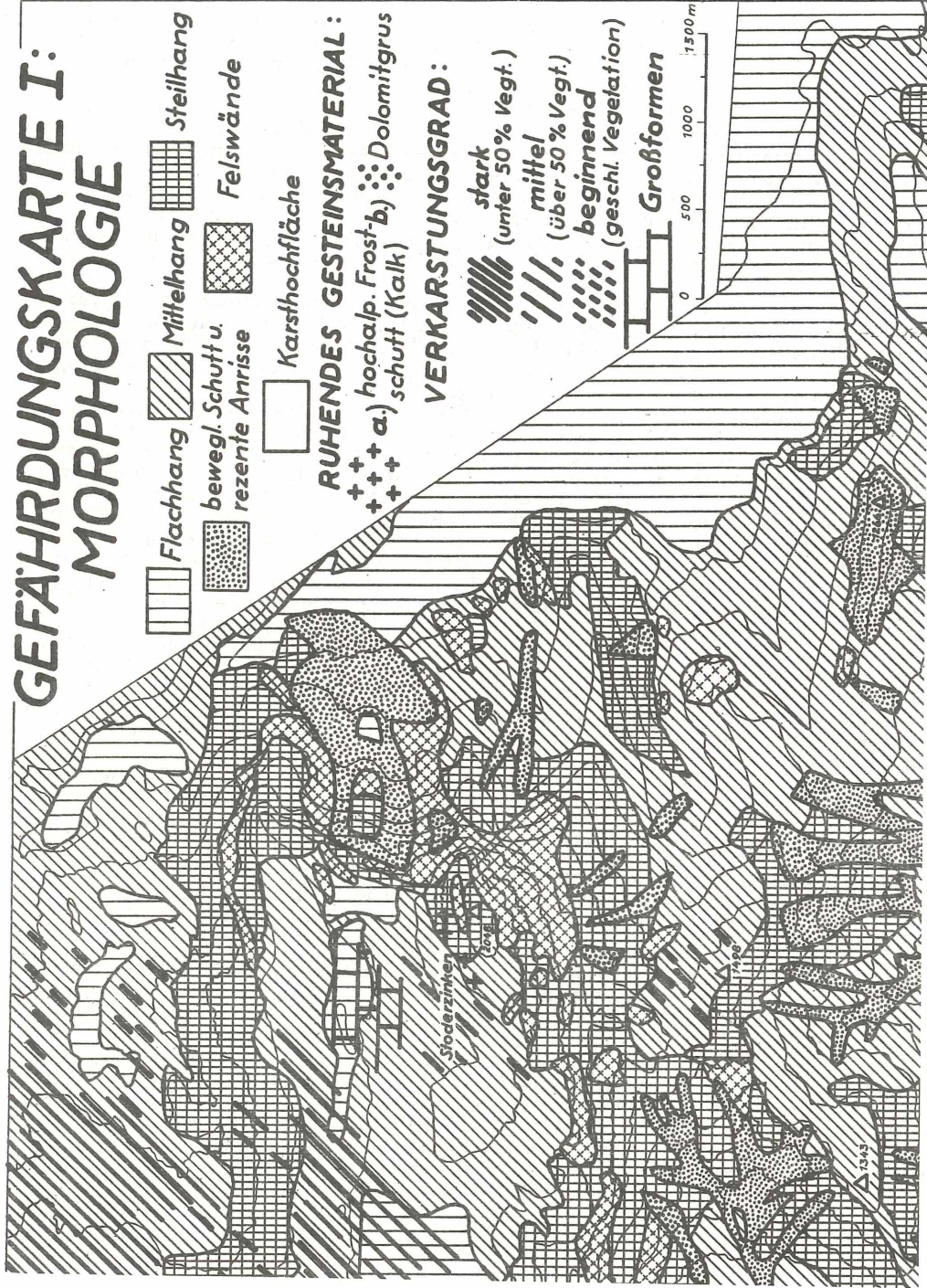


RUHENDES GESTEINSMATERIAL:
 ++ hochalp. Frost-b) Dolomitgrus
 ++ α) schutt (Kalk)

VERKARSTUNGSGRAD:



0 500 1000 1500 m



bisher unveröffentlicht gebliebene Versuch unternommen, ein Karstgebiet auf Grund der örtlichen Physiognomie, d.h. des jeweiligen Gesamteindrucks, zu kartieren. In erster Linie war dabei die Aufgabe zu berücksichtigen, die gegenwärtigen Oberflächenformen des Gebietes zu erfassen und eventuell die Entwicklungstendenzen der Karstformen zu beurteilen. Das begangene Gebiet im Ostteil des Dachsteinstockes umfaßte Räume zwischen der talnahen Waldzone und dem hochalpinen Kahlkarst. Bei diesem Versuch wurde davon ausgegangen, daß das Auftreten einzelner Oberflächenformen, so kennzeichnend es an sich für einzelne Bereiche auch sein mag, für die Beurteilung des Verkarstungsgrades eines Tales, eines Hanges oder einer Hochfläche nicht unbedingt entscheidend ist. Maßgebliche Bedeutung hingegen gewinnen die Dichte bestimmter Karstformen, das Entwicklungsstadium der Einzelformen und insbesondere deren Vergesellschaftung. Als wichtigstes Ziel der geomorphologischen Grundlagenforschung im Rahmen der Karstbestandsaufnahme wurde daher nicht die Darstellung der Verbreitung einzelner Oberflächenformen angesehen, sondern die Erfassung einer aus den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten resultierenden naturräumlichen Landschaftsgliederung. Beobachtung und kritische Bewertung im Gelände ergaben die Möglichkeit, Typen im Landschaftsbild zu unterscheiden, d.h. den jeweiligen Gesamteindruck eines Gebietes aus Relief, Einzelformen und Vegetation in seiner räumlichen Ausdehnung kartographisch zu erfassen.

Da das Karstphänomen das zentrale Anliegen der zu erarbeitenden Karte sein sollte, erwies sich eine Typengliederung als zweckentsprechend, die auf dem Karstformenschatz einerseits und auf der Lage in den Höhenstufen der Vegetation andererseits beruht. So entstand die Karte der "Karsttypen des östlichen Dachsteinstockes" im Maßstab 1 : 25 000, aus der ein wesentlicher Abschnitt etwas verkleinert in diesem Beitrag ebenfalls wiedergegeben ist (vgl. S. 18 und 19). Die in dieser Karte der naturräumlichen Einheiten des Arbeitsgebietes vorgenommene Gliederung entspricht etwa einer Übersichtskartierung im Sinne von H. CAROL (13), wobei die ausgeschiedenen Landschaften als komplexe Typen auf Grund topographischer und ökologischer Einheitlichkeit erfaßt sind. Bei den Einheiten der vorgenommenen Gliederung handelt es sich um Landschaftseinheiten der Stufe c im System "der Rangordnung der landschaftlichen Einheiten" von K. PAFFEN (14), die dieser als "Landschaftszellen und Komplexe" bezeichnet hat. Die Erarbeitung und Abgrenzung derartiger Ökotope - dieser Begriff ist im Sinne von C. TROLL (15) als Bezeichnung für "kleinste Landschaftsräume in ihrer natürlichen Ausstattung als Grundlage für ihre Nutzungsmöglichkeit durch den Menschen" verwendet - ist in dieser Karte für Gebiete der Kalkalpen erstmals vorgenommen worden.

Ökotope, die annähernd gleichartige morphologische und ökologische Faktoren aufweisen, wurden mit der gleichen Signatur als der gleichen Landschaftstyp zugehörig bezeichnet. Das Arbeitsgebiet ließ folgende, gegeneinander allerdings nicht immer scharf abgegrenzte Landschaftstypen unterscheiden:

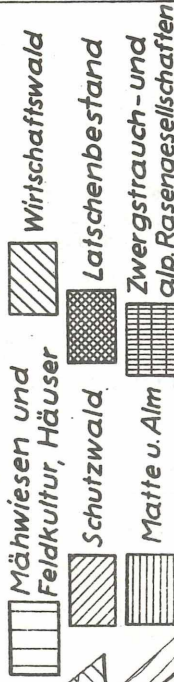
- A) Landschaftstypen der Grünkarstgebiete ("Wirtschaftskarst")
 - I. Karstflächen und verkarstungsfähige Flächen der Waldzone
 - II. Karstflächen und verkarstungsfähige Flächen der Kampfreion
- B) Landschaftstypen der Hochkarstgebiete ("Ödkarst").

Für die Gliederung war der gegenwärtige Zustand der betreffenden Landschaften maßgebend. Die einzelnen Karsttypen wurden in der kartographischen Darstellung mit Kennziffern versehen. Für jede einzelne Type muß außer der Kurzcharakteristik in der Kartenlegende (Zeichenerklärung) eine kurze Typenbeschreibung verfaßt werden. Vorgesehen war schon damals - wie dies nunmehr auch für die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten beabsichtigt ist - eine eingehendere Dokumentation durch kennzeichnende Lichtbilder und durch eine genaue Landschaftsbeschreibung ("Erläuterungen"). Die gewählten Kennziffern sind der anschließend wiedergegebenen Zeichenerklärung der Karsttypenkarte zu entnehmen.

Abb. 4: Ausschnitt der "Gefährdungskarte II" eines Karstgebietes →

Entwurf von W. KILIAN, Südostteil des Dachsteinstockes. Teildarstellung als Ergänzung der "Gefährdungskarte I" (siehe Abb. 3).

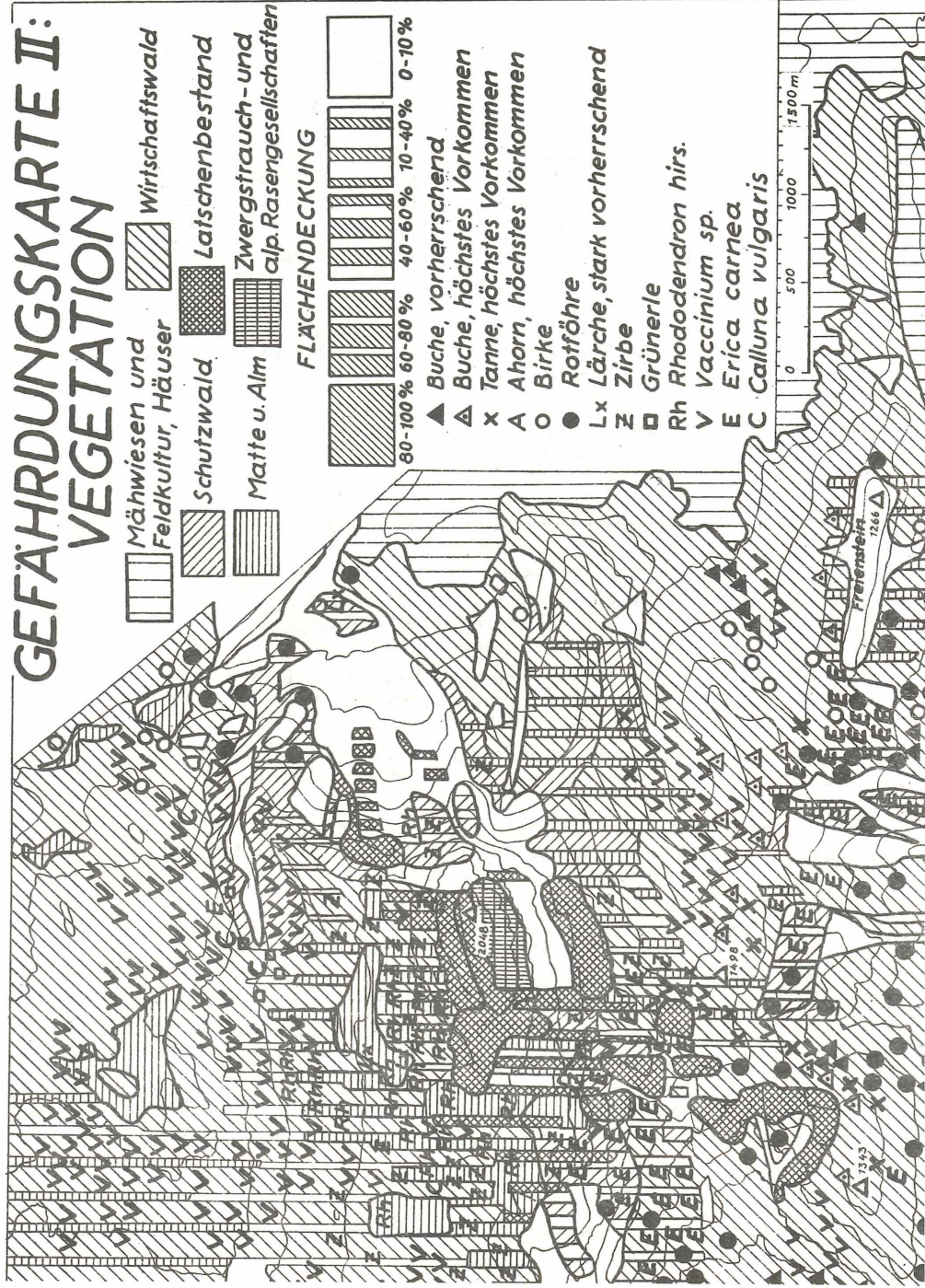
GEFÄHRDUNGSKARTE II: VEGETATION



FLÄCHENDECKUNG

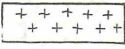
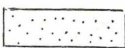
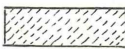
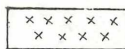
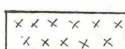


- ▲ Buche, vorherrschend
 △ Buche, höchstes Vorkommen
 x Tanne, höchstes Vorkommen
 A Ahorn, höchstes Vorkommen
 o Birke
 ● Rotföhre
 Lx Lärche, stark vorherrschend
 Z Zirbe
 □ Grünerle
 Rh Rhododendron hirs.
 V Vaccinium sp.
 E Erica carnea
 C Calluna vulgaris

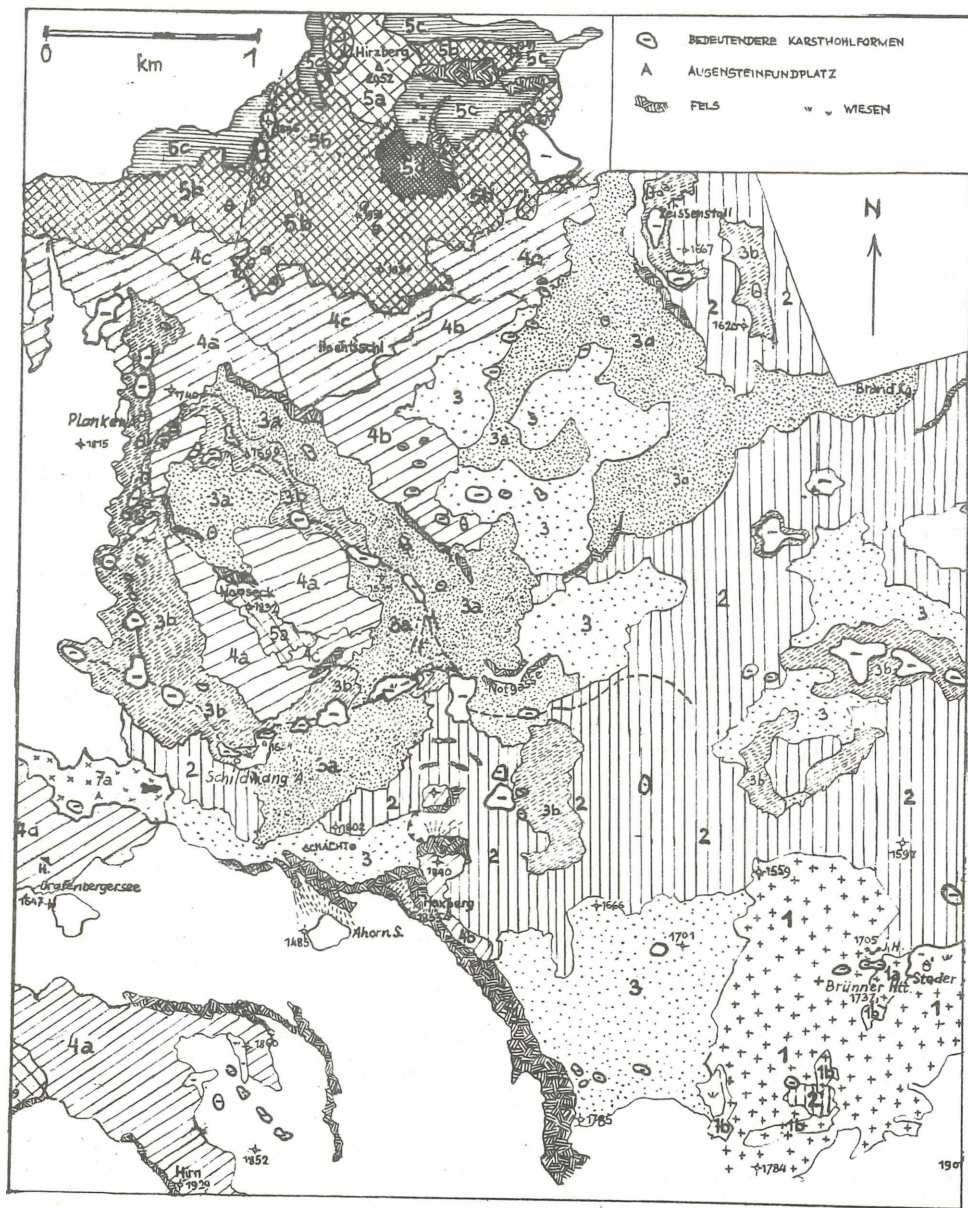


0 500 1000 1500m

Zeichenerklärung zum Kartenausschnitt "Karsttypen im östlichen Dachsteinstock"

Signatur	Type	Benennung	Wichtige zugeordnete Ökotope (Beispiele)
	1	Dolomitkarst der Waldzone, Karstentwicklung des Flachhanges	Lerchkogelnordabfall
	2	Kalkkarst der Waldzone, Karstentwicklung des Steilhanges	Brandner Urwald Rote Wand-Nordabfall Bärentumpfkogelnordhang u. a.
	3	Kalkkarst der Waldzone, Karstentwicklung des Flachhanges	Kreuzleitkogelnordhang Hochfläche nördlich Ahornsee
	3a	Kalkkarst der Waldzone, Modifikation von Type 3 auf mittelsteilem Hang	Kimpflingnordwesthang Hochtischlsüdwesthang u. a.
	3b	Kalkkarst der Waldzone, Talbodenentwicklung mit bewegtem Kleinrelief	Schildwangtal Plankenalmatal u. a.
	4a	Kalkkarst der Kampfregion mit geschlossener Vegetationsdecke	Hochhirn
	4b	Kalkkarst der Kampfregion mit vorwiegender Vegetationsdecke	Haxberggipfel Kimpflinggipfel
	4c	Kalkkarst der Kampfregion mit lückenhafter Vegetationsdecke	Hochtischfläche Miesbergnordfuß
	5a	alpiner Hochkarst mit überwiegender Vegetationsdecke (Kalk)	Kufsteinhochfläche Hirzberggipfel
	5b	alpiner Hochkarst mit stark lückenhafter Vegetationsdecke (Kalk)	Miesbergnordrand Plateau südlich Hirzberg
	5c	alpiner Hochkarst, kahler Scherbenkarst mit Frostschuttbildung	
	5d	alpiner Hochkarst, kahler Felsstufenkarst	
	6	Steilhänge der alpinen Grasheidestufe	Kleiner Miesberg
	7	alpiner Hochkarst auf Dolomit(Dolomitkarst)	Roßfeld
	7a	Großmulden im Dolomitkarst über Kampfregion	Grafenbergalm

Nicht alle angegebenen Ökotope, die 1954 kartiert wurden, liegen innerhalb des nebenstehend wiedergegebenen Kartenausschnittes!



In der Verbreitung und Häufigkeit einzelner Oberflächenformen und einzelner Karstformen konnten für das untersuchte Gebiet typenspezifische Unterschiede ermittelt werden, wie die in der anschließenden Tabelle wiedergegebenen Beispiele zeigen.

Type	1	2	3	3a	3b	4a	4b	4c	5a	5b	5c	5d	6	7	7a
Hangstufen entlang von Klüften		h	h	h			h	h		h		h			
Rundkarren		h	h	h	h	h	h	h	h	v	v	v			
Rinnenkarren				v		v	v	v	v	h	v	h			
Firstkarren							v	v	v	h	h	h			
Kluftkarren		h	h	h	h	h	h	h	h	h	v	h			
Karsttrichter (Durchmesser unter 5 m; Kleindolinen)	v	h	h	h	h	h	h	h	h	h	v	h	v	h	h
Dolinen (Durchmesser > 5 m)			h	v	h	h	h	v	h	h	h	v		h	h
Kluftgassen mit Schachtdolinen							h	h		h		h			
große Karstmulden			v		v	h	v		h	v	v			v	h
Vegetationslos sind (geschätzt)															
von %	0	0	0	5	0	0	10	40	20	50	50	50	15	0	0
bis %	5	5	20	25	25	30	50	70	50	80	80	95	80	50	50

Abb. 6: Verteilung und Häufigkeit einzelner Oberflächenformen. Erfassung bei der Karstbestandsaufnahme 1954 im südöstlichen Dachsteinplateau im Zuge der Gliederung in Karstlandschaftstypen. v...vorhanden, h...häufig.

Ziel der Planung, die den hier vorgestellten Beispielen von Vorläufern der nunmehrigen Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten zugrundeliegen, war - was nochmals betont werden soll - die "Untersuchung von Karstgebieten im Gebirge" (16, S.5) im Hinblick auf "Erhaltungs-, Verbesserungs- und Nutzungsmöglichkeiten". Im Verlaufe der Untersuchungen begann sich der Schwerpunkt der Arbeiten immer mehr von der Forstwirtschaft auf die wasserwirtschaftlichen Probleme der alpinen Karstgebiete zu verlagern. Die Erfassung des natürlichen Wasserhaushaltes wurde als weiteres Ziel der Karstuntersuchungen des Speläologischen Institutes formuliert (17); die gleichzeitig ausgesprochene Befürchtung, daß der Bau einer Seilbahn auf den Untersberg bei Salzburg und der dadurch hervorgerufene Massenbesuch auf der Hochfläche dieses Berges die Wasserversorgung der Stadt Salzburg beeinträchtigen könnte (18), unterstrich diese Entwicklung.

Die Hinwendung zu karsthydrologischen Fragestellungen ließ Untersuchungen über die Ökologie der Karstgebiete in den Hintergrund treten. So kam es, daß die durch die oben angeführten Vorarbeiten gegebenen Ansätze nicht weiter verfolgt wurden. Aus den folgenden Jahren sind im großen und ganzen nur lokale Kartierungen im Verlaufe von konkreten Schutzmaßnahmen für gefährdete Karstgebiete (wie z.B. die Detailaufnahme der Karstformen im Bereich der als Skipiste ausgebauten Trasse im Raume des Großen Eiskeller auf dem Untersberg durch das Bundesdenkmalamt) oder im Verlaufe karsthydrogeologischer Studien (wie z.B. im mittelsteirischen Karst durch V. MAURIN) bekannt.

Eine Karte über "verkarstungsfähige Gesteine und Höhlen in Niederösterreich" (19) ist als reine Karstverbreitungskarte zu werten. Auf die räumliche Ausdehnung von Karstgebieten und auf deren unterschiedlichen Charakter versucht die Karte des Atlas der Republik Österreich über "Karsttypen und Höhlenverbreitung" (20) aufmerksam zu machen, die der Vollständigkeit halber in dieser Übersicht über Vorläufer der Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs angeführt werden soll, weil sie den Versuch weiterentwickelt hat, eine Typengliederung der Karstlandschaft im mitteleuropäischen Raum zu erarbeiten und zu erproben.

In der Verbreitung und Häufigkeit einzelner Oberflächenformen und einzelner Karstformen konnten für das untersuchte Gebiet typenspezifische Unterschiede ermittelt werden, wie die in der anschließenden Tabelle wiedergegebenen Beispiele zeigen.

Type	1	2	3	3a	3b	4a	4b	4c	5a	5b	5c	5d	6	7	7a
Hangstufen entlang von Klüften		h	h	h			h	h		h		h			
Rundkarren		h	h	h	h	h	h	h	h	v	v	v			
Rinnenkarren				v		v	v	v	v	h	v	h			
Firstkarren							v	v	v	h	h	h			
Kluftkarren		h	h	h	h	h	h	h	h	h	v	h			
Karsttrichter (Durchmesser unter 5 m; Kleindolinen)	v	h	h	h	h	h	h	h	h	h	v	h	v	h	h
Dolinen (Durchmesser > 5 m)			h	v	h	h	h	v	h	h	h	v		h	h
Kluftgassen mit Schachtdolinen							h	h		h		h			
große Karstmulden			v		v	h	v		h	v	v			v	h
Vegetationslos sind (geschätzt)															
von %	0	0	0	5	0	0	10	40	20	50	50	50	15	0	0
bis %	5	5	20	25	25	30	50	70	50	80	80	95	80	50	50

Abb. 6: Verteilung und Häufigkeit einzelner Oberflächenformen. Erfassung bei der Karstbestandsaufnahme 1954 im südöstlichen Dachsteinplateau im Zuge der Gliederung in Karstlandschaftstypen. v...vorhanden, h...häufig.

Ziel der Planung, die den hier vorgestellten Beispielen von Vorläufern der nunmehrigen Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten zugrundeliegen, war - was nochmals betont werden soll - die "Untersuchung von Karstgebieten im Gebirge" (16, S. 5) im Hinblick auf "Erhaltungs-, Verbesserungs- und Nutzungsmöglichkeiten". Im Verlaufe der Untersuchungen begann sich der Schwerpunkt der Arbeiten immer mehr von der Forstwirtschaft auf die wasserwirtschaftlichen Probleme der alpinen Karstgebiete zu verlagern. Die Erfassung des natürlichen Wasserhaushaltes wurde als weiteres Ziel der Karstuntersuchungen des Speläologischen Institutes formuliert (17); die gleichzeitig ausgesprochene Befürchtung, daß der Bau einer Seilbahn auf den Untersberg bei Salzburg und der dadurch hervorgerufene Massenbesuch auf der Hochfläche dieses Berges die Wasserversorgung der Stadt Salzburg beeinträchtigen könnte (18), unterstrich diese Entwicklung.

Die Hinwendung zu karsthydrologischen Fragestellungen ließ Untersuchungen über die Ökologie der Karstgebiete in den Hintergrund treten. So kam es, daß die durch die oben angeführten Vorarbeiten gegebenen Ansätze nicht weiter verfolgt wurden. Aus den folgenden Jahren sind im großen und ganzen nur lokale Kartierungen im Verlaufe von konkreten Schutzmaßnahmen für gefährdete Karstgebiete (wie z.B. die Detailaufnahme der Karstformen im Bereich der als Skipiste ausgebauten Trasse im Raume des Großen Eiskeller auf dem Untersberg durch das Bundesdenkmalamt) oder im Verlaufe karsthydrogeologischer Studien (wie z.B. im mittelsteirischen Karst durch V. MAURIN) bekannt.

Eine Karte über "verkarstungsfähige Gesteine und Höhlen in Niederösterreich" (19) ist als reine Karstverbreitungskarte zu werten. Auf die räumliche Ausdehnung von Karstgebieten und auf deren unterschiedlichen Charakter versucht die Karte des Atlas der Republik Österreich über "Karsttypen und Höhlenverbreitung" (20) aufmerksam zu machen, die der Vollständigkeit halber in dieser Übersicht über Vorläufer der Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs angeführt werden soll, weil sie den Versuch weiterentwickelt hat, eine Typengliederung der Karstlandschaft im mitteleuropäischen Raum zu erarbeiten und zu erproben.

1.4. DIE REALISIERUNG DES PROJEKTES.

Der wesentliche Unterschied der nunmehr in Angriff genommenen Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten gegenüber früheren Kartierungsvorhaben liegt in der erweiterten, umfassenderen Fragestellung. Die Karten sollen weder ausschließlich karstmorphologische Gegebenheiten, noch ausschließlich karsthydrologische Situationen darstellen, sondern als Basis zur Erfassung der komplexen Zusammenhänge aller ökologischen Faktoren einer Karstlandschaft dienen. Dies setzt umfassende Erhebungen im Gelände und in Archiven voraus. Neue derartige Erhebungen sind einerseits nur bei einer größeren Zahl von Mitarbeitern sinnvoll, wenn die kartographische Erfassung im Maßstab 1:50 000 nicht schon in den Anfängen steckenbleiben soll, andererseits aber auch nur dann, wenn Aufnahme und Ausarbeitung des Karteninhalts nach einheitlichen und vergleichbaren Gesichtspunkten erfolgt.

Der Verband österreichischer Höhlenforscher hat sich von der Größe des Projektes nicht abhalten lassen und den Versuch unternommen, mit Hilfe der Österreichischen Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz und in Verbindung mit der Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten (dem Nachfolgeinstitut des früheren Speläologischen Institutes) und der Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes an die Realisierung des Projektes zu gehen.

Im Jahre 1976 hat Max H. FINK im Auftrage des Verbandes Vorarbeiten zu derartigen Karten durchgeführt, die als Grundlage für umfassende Beratungen am 26. Jänner 1977 dienten. An diesen Beratungen nahmen Vertreter der oben genannten Institutionen und einige Fachstudenten teil, die auf Grund der erarbeiteten Richtlinien und grundsätzlichen Überlegungen die Erstellung von Musterblättern in Angriff nehmen sollten. Auf Grund der Erfahrungen bei der praktischen Arbeit in verschiedenen Karstgebieten Österreichs - wobei mit Absicht abweichend von früheren derartigen Projekten vorwiegend Mittelgebirgslandschaften innerhalb des bewirtschafteten und von Erschließungsmaßnahmen betroffenen oder von Zersiedelung bedrohten Raumes ausgewählt wurden - sollte geprüft werden, ob Modifikationen des in Aussicht genommenen Systems der Darstellung oder des Zeichenschlüssels notwendig sind.

Dies ist inzwischen geschehen. In den Jahren 1977 und 1978 haben insbesondere M. H. FINK, K. H. HOCHSCHORNER, G. SIEBERT und G. STUMMER Beiträge zu dem Arbeitsvorhaben geleistet und Erfahrungen gesammelt. Als Ergebnis der bisherigen Arbeiten wird nun die Veröffentlichung des Bandes über die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50 000 vorgelegt, die zugleich eine Information über die Bedeutung und die Realisierbarkeit des Vorhabens für Behörden und wissenschaftliche Institutionen und Grundlagenveröffentlichung für eine größere Zahl von Mitarbeitern sein soll, die auf diese Weise in alle Einzelheiten der Projektdurchführung eingeführt werden sollen.

Die höhlenkundlichen Vereine Österreichs haben im Laufe ihrer vieljährigen Forschungstätigkeit eine Vielzahl von Informationen gesammelt; die Initiatoren des Projektes im Verband österreichischer Höhlenforscher hoffen, daß eine Reihe von sachkundigen Mitarbeitern aus den Kreisen der Mitglieder dieser Vereine zur Teilnahme an der Ausarbeitung derartiger Karten bereit sein werden, erwarten aber andererseits, daß durch jene Behörden, die an der raschen Ausarbeitung derartiger Karten interessiert sein müßten, ein Beitrag zur Finanzierung des Projektes geleistet werden wird, das über Österreich hinaus grundsätzliche Bedeutung besitzt und dessen Erfolg auch von der einschlägigen Kommission der Internationalen Union für Speläologie mit großem Interesse verfolgt wird.

Der erste Schritt zur Realisierung des Projektes ist mit der vorliegenden Veröffentlichung jedenfalls abgeschlossen.

Erwähnte Veröffentlichungen:

- (1) M.H.FINK, Karsthygienische Verhältnisse in den östlichen Kalkvorarlpen. Die Höhle, 15, 2, Wien 1964, 28 - 32.
- (2) M.SPÖTTL, Das Kleinwalsertal hat eine Höhle gestrichen voll... Allgäuer Rundschau, in: Allgäuer Zeitung, Nr.293, Kempten, 20.12.1975.
- (3) H.TRIMMEL, Dobratsch-Alpenstraße und Karst im Gebiet des Dobratsch (Kärnten). Die Höhle, 15, 2, Wien 1964, S.35 - 39.
- (4) O.JILG, Das Dobratsch-Karstmassiv. Wasserwirtschaftliche Fragen bei seiner Erschließung für den Fremdenverkehr. Dritter Internationaler Kongreß für Speläologie (1961), Akten, Band V, Wien 1966, 27 - 31.
- (5) B.GUSIC, Über die Entwaldung unseres Karstes. Actes du IVe Congrès International de Spéléologie en Yougoslavie (12-26 IX 1965), vol.1-2, Ljubljana 1973, 93 - 117.
- (6) Z.GRACANIN, Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroatien. Gießener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens, Band 21. 335 Seiten. Gießen 1962.
- (7) R.WILLNER, Über die Auswertung von Karsthöhlen. 156 Seiten. Verlag des k.k.Ackerbauministeriums, Wien 1917.
- (8) M.HOFFER, Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, 49, Wien 1906, 465-492, und 52, Wien 1909, 223-240.
- (9) K.WICHE, Almwirtschaft und Verkarstung. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1952, Wien 1953, 14 - 19.
- (10) J.FINK, Der Beitrag der Bodenkunde bei der Karstbestandsaufnahme. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1952, Wien 1953, 22 - 27.
- (11) (anonym), Organisationsgrundsätze für die staatliche Höhlenforschung. Berichte der staatlichen Höhlenkommission, 1, 1/2, Wien 1920, 6-13.
- (12) W.KILIAN, Praktische Karstaufnahme im Dachsteingebiet. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1953, Heft 1, Wien 1954, 97 - 107.
- (13) H.CAROL, Die Wirtschaftslandschaft und ihre kartographische Darstellung. Geographica Helvetica, 1, 3, Zürich 1946, 246 - 279.
- (14) K.PAFFEN, Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 68, Remagen 1953.
- (15) C.TROLL, Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale, 3, 1950, 163 - 181.
- (16) F.BAUER, Aufgaben und Gliederung einer Karstuntersuchung. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1954, Wien 1955, 2 - 6.
- (17) F.BAUER, Die Karstuntersuchungen des Speläologischen Institutes. Bisher durchgeführte Arbeiten und weitere Aufgaben. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1955, Heft 1, Wien 1956, 1 - 16.
- (18) G.ABEL, Die Wasserversorgung der Stadt Salzburg und das neue Seilbahnprojekt auf den Untersberg. Mitteilungen der Höhlenkommission, Jahrgang 1955, Heft 1, Wien 1956, 16 - 21.
- (19) H.TRIMMEL, Verkarstungsfähige Gesteine und Höhlen in Niederösterreich. (Karte). 1 : 500 000. In: Atlas von Niederösterreich, Wien 1954.
- (20) H.TRIMMEL, Karsttypen und Höhlenverbreitung. Maßstab 1:1 000 000. Österreich-Atlas, herausgegeben von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Karte II/5. 3.Lieferung, Wien 1965.

RICHTLINIEN FÜR DIE ERSTELLUNG VON KARSTGEFÄHRDUNGSKARTEN

VON MAX H. FINK

Der Plan des Verbandes österreichischer Höhlenforscher sieht die Herausgabe einer thematischen Kartenfolge über die österreichischen Karst- und Höhlengebiete vor, in der die Verbreitung und Gefährdung der Karstlandschaft dargestellt werden soll. Diese Kartenfolge soll nicht nur die Ergebnisse einer Bestandsaufnahme des Karstes dokumentieren, sondern auch als Entscheidungshilfe für die zuständigen Bundes-, Landes- und Gemeindebehörden bei der Erstellung von Raumplanungsgutachten und Flächenwidmungsplänen sowie bei Bauverhandlungen dienlich sein.

Neben einer Übersichtskarte im Maßstab 1:500 000 sollen Detailkarten im Maßstab 1:50 000 bearbeitet werden. Für diese bietet sich als topographische Kartengrundlage die amtliche Österreichische Karte 1:50 000 an, die praktisch zur Gänze vorliegt. Von den insgesamt 213 Blättern dieses Kartenwerkes kommen für die Abdeckung der wichtigsten österreichischen Karstgebiete rund 80 Kartenblätter in Frage, die in freier Reihenfolge bearbeitet und vom Verband österreichischer Höhlenforscher herausgegeben werden sollen.

Unter Bedachtnahme auf die Möglichkeiten einer privaten Organisation ist folgender Arbeitsvorgang vorgesehen:

1. Ausarbeitung einer Übersichtskarte 1:500 000 vom gesamten Bundesgebiet oder von einzelnen Bundesländern in enger Anlehnung an die im Atlas der Republik Österreich von H. TRIMMEL (1965) bearbeitete Karte II/5 "Karsttypen und Höhlenverbreitung". Diese Übersichtskarte soll einen generellen Überblick über die Verbreitung der Karst- und der Höhlengebiete in Österreich geben.
2. Erstellung der Karstgefährdungskarte 1:50 000 ; die Bearbeitung aller vorgesehenen 80 Kartenblätter wird allerdings ein langfristiges Arbeitsvorhaben sein müssen.
Grundsätzlich werden von jedem Blatt der Karstgefährdungskarte drei Teilblätter angefertigt:
 - a) ein Archivexemplar (mehrfarbig) mit vollständigen Eintragungen. Als Unterlage für dieses Original dient ein Dreifarbendruck der Österreichischen Karte 1:50 000.
 - b) die Folie A - Karstbestandsaufnahme
 - c) die Folie B Karstnutzung und KarstgefährdungDie Anfertigung in drei Teilblättern erfolgt aus druck- und reproduktionstechnischen Gründen.

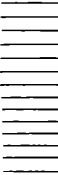
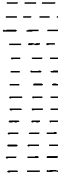
LEGENDE ZUR KARSTGEFÄHRDUNGSKARTE 1 50 000

Auf dem Archivexemplar werden die Signaturen in den angegebenen Farben (die Stabilo-Farbstiftnummern sind jeweils in Klammern angegeben) eingetragen. Die Signaturen wurden so gewählt, daß sie auch für eine Eintragung mit schwarzer Tusche auf den Folien A und B geeignet sind.

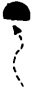
Im Archivexemplar kommt mehrfarbig sowohl der thematische Inhalt von Folie A als auch jener von Folie B zur Eintragung. Die Folien selbst sind einfarbig und transparent. Durch Übereinanderlegen der beiden transparenten Folien erhält man ein zusammenfassendes Bild des gesamten Karteninhaltes, wie er in Farbe und in Originalzeichnung im Archivexemplar enthalten ist.

Die mit Signaturen einzutragenden Karteninhalte und Aussagen sind auf den folgenden Seiten angeführt.

Die vierstelligen Nummern, die mit 87.. beginnen, kennzeichnen den jeweiligen Stabilo-Farbstift der Firma Schwan, Nürnberg.

GEGENSTAND	Karstbestandsaufnahme		Karstnutzung und Gefährdung	
	Archivexemplar FARBIG UND SCHW. TUSCHEN GEFÄHRDUNG ROT (8740)	Folie A SCHWARZE TUSCHEN	Folie B SCHWARZE TUSCHEN	GEFÄHRDUNG
1. Untergrund				
Karstgebiet	HELLBLAU(8757)ANLEGEN			
Nichtkarstgebiet	BRAUN(8738)ANLEGEN	 FLÄCHENRASTER		
Nichtkarstgebiet mit Entwässerung in ein Karstgebiet	OLIVGRÜN(8723)ANLEGEN	 FLÄCHENRASTER		
2. Bereiche mit (fast) ausschließlicher unterirdischer Entwässerung in verkarstungsfähigem Festgestein		0,7mm		
3. Karstformen (Strichstärke 0,35 mm)				
a) oberirdisch	Karsthohlformen mit bevorzugtem unterirdischem Abfluß (Dolinen, Karstmulden, Poljen)			
	Klein- und Mittelformen			
	Großformen (maßstäblich)			
	wasserführende Karsthohlformen	 BLAU(8732)		

	Lineamente mit bevorzugter unterirdischer Entwässerung (Karstgassen, Tiefenlinien von Karstrockentälern)			
	Karstsacktal			
	Blindtal			
b) unterirdisch	HÖHLEN mit horizontalem Eingangsteil	2mm 3mm 500m 5000m 7mm GANGLÄNGE	S CHAU= HÖHLE DEPOT GESCH. SCHAUH.	GESCHÜTZTE HÖHLE
	HÖHLEN mit schachtartigem Eingangsteil		WIE OBEN	WIE OBEN
	WASSERHÖHLEN	GRÖSSENORDNUNG WIE OBEN		
	Höhlenschwinde		PFEIL BLAU (8732)	
	Höhlenquelle		PFEIL BLAU (8732)	
	Höhle mit Innengerinne		WELLENLINIE BLAU (8732)	
	episodisch aktive Höhle		PFEIL BLAU (8732)	
Teilgruppengrenze des österreichischen Höhlenkatasters				
Katasternummer der Höhle (Endziffer)				
ORANGE (8754) NUMMER RECHTS NEBEN SIGNATUR z.B. Δ54				

GEGENSTAND	Karstbestandsaufnahme		Karstnutzung und Gefährdung	
	Archivexemplar FARBIG UND SCHW. TUSCHE GEFÄHRDUNG ROT (8740)	Folie A SCHWARZE TUSCHE	Folie B SCHWARZE TUSCHE NUTZUNG	GEFÄHRDUNG
Teilgruppenkennziffer des österreichischen Höhlenkatasters	1234 ORANGE (8754) 7.m.m			
4. Karsthydrographie				
Schwinde	ständig aktiv	BLAU (8732)		
	episodisch aktiv	BLAU (8732)		
Karstquellen	perennierend	○ ○ 54 SIGNATUR UND QUELLNUMMER BLAU (8732)	2mm ○ ○ 3,5mm	● ● ● ● TRINK WASSER
	episodisch aktiv	○ ○ 54 -- II --		
nachgewiesene Karstentwässerungsrichtung (mit Jahreszahl der Ermittlung)	 1962		BLAU (8732)	
5. Anlagen und Einrichtungen mit Gefährdung, bzw. potentieller Umweltbelastung				
a) Wasserversorgungsanlagen	Wasserleitung mit Behälter	 GRÜN (8743)		
	Wasserschutzgebiet	 GRÜN (8743)		

b) Müll- und Fäkalienablagungen	Mülldeponien (geordnet)		ROT (8740) AUSGEFÜLLT	
	Müllkippen (ungeordnet)		— II —	
	bewohnte (bewohnbare) Einzelgebäude ohne Kanalisation, bezw. ohne Fäkalien- u. Müllabfuhr		— II —	
	geschlossene Siedlungsbereiche ohne Kanalisation, bezw. Müllabfuhr und Fäkalienabfuhr		ROTER RASTER (8740)	
c) Kanalisation	Haupt- (Sammel-)kanal mit Kläranlage		ROT (8740)	
	Einleitungsstelle in den Vorfluter		PFEIL ROT AUSGEFÜLLT	
d) Friedhof			RECHTECK ROT AUSGEFÜLLT (8740)	
e) Industrie- und Gewerbebetriebe mit potentieller Umweltbelastung	Steinbruch		BRAUN (8739)	
	Zementwerk		Z — II —	
	Papier-, Pappe- oder Zellstoff erzeugende, bzw. verarbeitende Ind.		P — II —	
	Bergbau unter Tag		— II —	
	Bergbau ober Tag		KOHLE — II —	
	Chemische Betriebe		Ch — II —	

GEGENSTAND	Karstbestandsaufnahme		Karstnutzung und gefährdung	
	Archivexemplar FARBIG UND SCHW. TUSCHE GEFÄHRDUNG ROT (87/40)	Folie A SCHWARZE TUSCHE	Folie B SCHWARZE TUSCHE	GEFÄHRDUNG
f) Einrichtungen der Energieversorgung u. des Transportes	Nahrungs- und Genussmittelindustrie	N BRAUN (8739)		N
	Metallverarbeitung	M --- ---		M
	Textil- und Lederverarbeitung	T --- ---		T
	Mischgutanlage	Bi --- ---		Bi
	Maschinen- und Fahrzeugreparatur	R --- ---		R
	Großgarage	Ga --- ---		Ga
	Mineralöl- oder Treibstofflager	U --- ---		U
	Tankstelle	L --- ---		L
	Erdöl-, Erdgas-, Produktlenleitung mit Pumpstation	P --- --- BRAUN (8739)		P
	Hubschrauberlandepl.	H --- ---		H
g) Energiewirtschaftliche Anlagen	Stauräume hydroelektrischer Kraftwerke	BRAUN UMRANDEN		
	konventionelle Thermische Kraftwerke	5 25MW		4 6 10mm

	Kernkraftwerke und andere Kernreaktoren	 BRAUN (8739)	
	Depot für schädliche Isotope	 — —	
h) Einrichtungen des Tourismus und der Recreation, Naturschutz	Bergunterkunft im Karstgebiet	 QUADRAT VIOLETT (8727) ANLEGEN	
	Bergstraßen im Karstgebiet	 VIOLETTE BEGLEITLINIE	
	Bergbahnen	 — —	
	Naturpark	 VIOLETT (8727)	
	Naturschutz- und Landschaftsschutzgeb.	 — —	
i) Truppenübungsplatz	Höhlenschutzgebiet	 — —	
	(Dauer-)Campingplatz	 DREIECK VIOLETT ANLEGEN	
			
6. Gemeindegrenze		 GRÜN(8713) NACHZIEHEN	

Anmerkungen

Überall, wo Felder in den Signaturentabellen weiß geblieben sind, sind in der betreffenden Folie keine Eintragungen zu machen.

Die Hauptzüge des oberirdischen Gewässernetzes sind, um eine Einpassungsmöglichkeit zu bieten und die Orientierung zu erleichtern, in die Folie A einzutragen.

Die Endziffer des Höhlenkatasters ist bei allen Karsthöhlen in schwarzer Farbe, die Endziffer des Quellenkatasters bei allen Karstquellen in blauer Farbe (8732) einzutragen.

HINWEISE ZUR BEARBEITUNG DES KARTENINHALTES.

Die vom Verband österreichischer Höhlenforscher vorgesehene thematische Kartenfolge über die Verbreitung und Gefährdung der österreichischen Karstgebiete führt die Bezeichnung "Karstgefährdungskarte 1 50 000". Blattnummer und Blattname entsprechen der jeweiligen Österreichischen Karte 1 : 50 000 (Beispiel: "Karstgefährdungskarte 1 50 000, Blatt 72 / Mariazell").

Als kartographische Grundlage dient die amtliche Österreichische Karte 1 50 000, herausgegeben vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, die praktisch flächendeckend vorliegt, bzw. deren reproduktionstechnische Ableitungen. Von den insgesamt 213 Kartenblättern kommen für die Abdeckung der wichtigsten Karstgebiete in Österreich etwa 80 Kartenblätter in Frage (vgl. die beigegebene Kartenskizze der Verbreitung der verkarstungsfähigen Gesteine in der Republik Österreich), die in freier Folge von Fachleuten der Karst- und Höhlenkunde in Zusammenarbeit mit den höhlenkundlichen Vereinen bearbeitet und vom Verband österreichischer Höhlenforscher veröffentlicht werden sollen.

Basis für die Reinzeichnung des Archivexemplares und für die Hochzeichnung der Thematik in den Folien A und B soll nach Möglichkeit ein Dreifarbendruck des jeweiligen Blattes sein, und zwar der Zusammendruck von Isohypsen, Gewässer und Situation ("Phasendruck").

Für die Aufnahme im Gelände selbst sind nach Möglichkeit auch andere großmaßstäbige Karten heranzuziehen. Dazu gehören die Vergrößerung der Österreichischen Karte 1 50 000 (ÖK 50) auf den Maßstab 1 : 25 000 (ÖK 25 V), die Österreichische Karte 1 25 000 (nicht evident gehalten), Gebietskarten der amtlichen Kartographie, sowie großmaßstäbige Karten der Privatkartographie, wie Alpenvereinskarten, Gebiets- und Touristenkarten von Freytag-Berndt (Wien) und ähnliche.

Der aktuelle Ausgabestand und der Blattschnitt sind dem Verlags-Verzeichnis des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien (jährliche Neuauflage) und dem Geo-Katalog, Stuttgart (ebenfalls jährliche Neuauflage) zu entnehmen.

Archivexemplar.

Dieses Unikat ist für das Archiv des Verbandes österreichischer Höhlenforscher vorgesehen. Es ist mehrfarbig mit Tusche, bzw. mit Stabilo-Farbstiften auf das Basis des Dreifarbandruckes der ÖK 50 (Isohypsen, Gewässer, Situation) ausgeführt. Wenn ein Mehrfarbendruck eines Blattes der Karstgefährdungskarte hergestellt werden kann, dient es als Druckvorlage.

In diesem Archivexemplar ist der gesamte thematische Inhalt eingetragen. Die angeführte Farbgebung der Signaturen ist tunlichst einzuhalten. Besteht jedoch die Möglichkeit eines Mehrfarbandruckes - wobei die Folien A und B entbehrlich werden -, so können mit Zustimmung des Herausgebers auch von der vorstehenden Legende abweichende Signaturen Anwendung finden, die jedoch unbedingt in einer beigelegten Zusatzlegende zu erläutern sind.

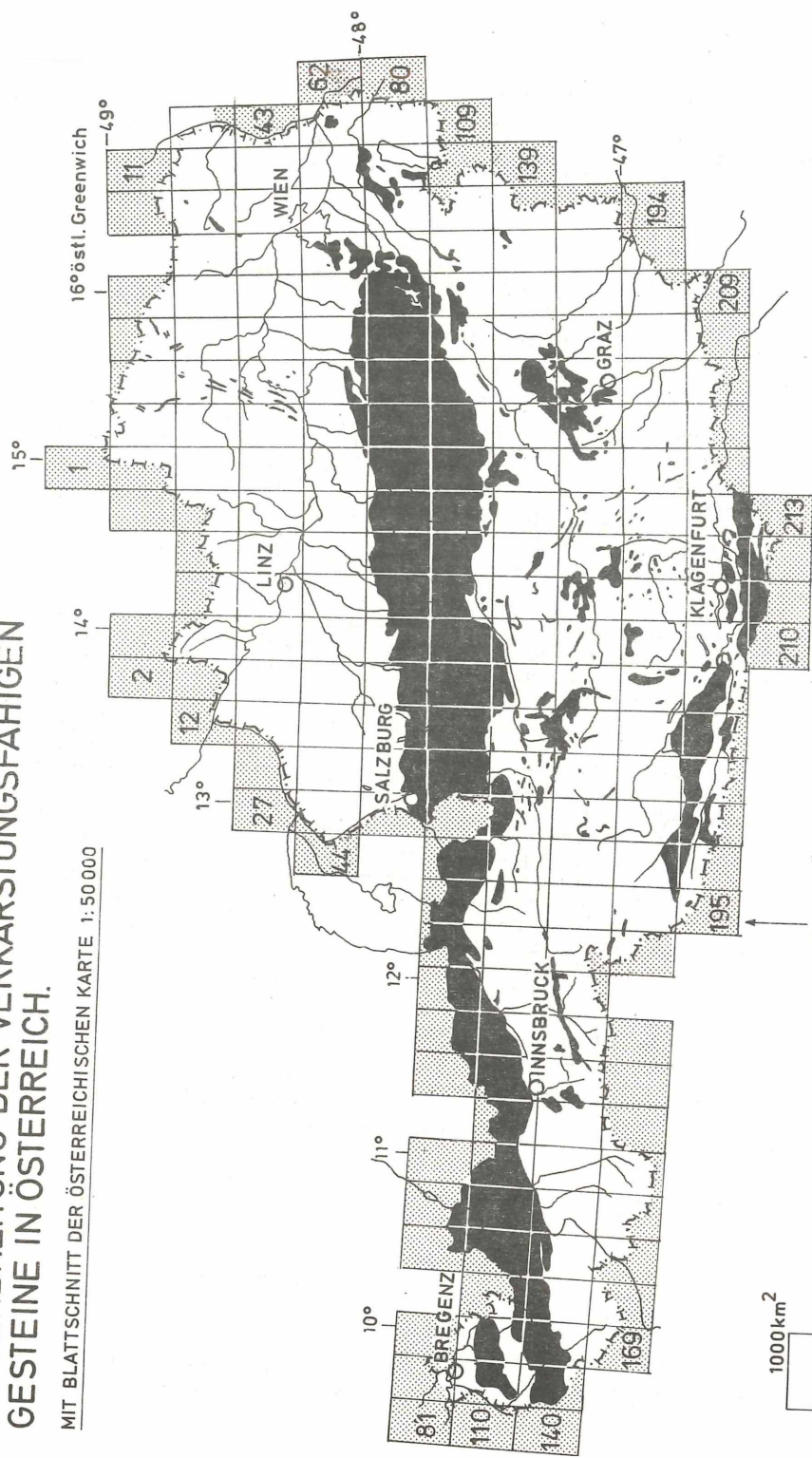
Jede Reproduktion eines Kartenblattes der ÖK 50, bzw. eines Teiles davon bedarf der schriftlichen Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien.

Die verkarstungsfähigen Gesteine in Österreich

Alle größeren Karstgebiete Österreichs sind in schwarzer Flächenfarbe dargestellt. Der gleichzeitig abgedruckte Blattspiegel läßt die Lage dieser Gebiete auf den Blättern der ÖK 50 erkennen. ➤

DIE VERBREITUNG DER VERKARSTUNGSFÄHIGEN GESTEINE IN ÖSTERREICH.

MIT BLATTSCHNITT DER ÖSTERREICHISCHEN KORTE 1:50000



NR. DER ÖSTERR. KORTE 1:50 000, VON W NACH E FORTLAUFEND BEZEICHNET

ENTWURF und ZEICHNUNG: G. STUMMER
1978

Diese Transparentfolie enthält alle naturgegebenen Grundlagen und Erscheinungen der Karstlandschaft, d.h. die Aufnahme des Naturraumes ohne menschlichen Eingriff.

1. Untergrund.

Grundlage für die Unterscheidung in Karstgebiet und Nichtkarstgebiet ist zunächst eine möglichst aktuelle Geologische Karte.

Folgende Unterlagen dafür stehen zur Verfügung:

- a) Geologische Karten der Geologischen Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

Die älteren Karten sind im Maßstab 1:75 000, neuere Karten im Maßstab 1:50 000 gedruckt; einzelne Gebiete sind in Karten in den Maßstäben 1:25 000 und 1:10 000 dargestellt. Zu den meisten Geologischen Karten sind auch Erläuterungen im Druck erschienen. Das Kartenwerk ist nicht flächendeckend erschienen, die Nördlichen Kalkalpen sind jedoch recht gut abgedeckt. Das Verzeichnis der erschienenen Karten (mit Blattspiegel) ist bei der Geologischen Bundesanstalt erhältlich.

Die angeführten Geologischen Karten können auch in jeder größeren Kartensammlung (z.B. in der Kartensammlung der Österreichischen Nationalbibliothek, in den Universitätsinstituten für Geologie, Paläontologie und Geographie und ähnlichen Institutionen) eingesehen werden.

- b) Geologische Karten als Beilage zu Publikationen.

Für einzelne Bereiche sind geologische Karten als Beilage zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen erschienen; der Maßstab ist unterschiedlich, der Druck meist nur in Schwarz-Weiß erfolgt. Eine Titelbibliographie aller in und über Österreich erscheinenden geologischen Veröffentlichungen wird jährlich in den "Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt" veröffentlicht. Auf Grund dieser Bibliographie können Veröffentlichungen eingesehen und die diesen beigegebenen geologischen Karten aufgefunden werden. Periodica, die häufig geologische Karten enthalten, sind:

Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien;
Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt in Wien;
Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft;
Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbau-
studenten.

Auf Grund der auftretenden, bzw. aus den Kartenwerken ermittelten Gesteine ist nun zunächst die Unterscheidung in Karstgebiete (=Gebiete mit verkarstungsfähigen Gesteinen) und Nichtkarstgebiete (=Gebiete mit nicht verkarstungsfähigen Gesteinen) vorzunehmen.

Karstgebiete bleiben weiß; im Archivexemplar ist es der besseren Unterscheidbarkeit wegen ratsam, die Karstgebiete mit einem zarten Farbton in hellblau (8757) anzulegen.

Nichtkarstgebiete sind zunächst zu unterscheiden in

- a) Nichtkarstgebiete mit oberirdischer Entwässerung zum Vorfluter
(im Archivexemplar braun, 8738)
b) Nichtkarstgebiete mit Entwässerung in ein Karstgebiet
(im Archivexemplar olivgrün, 8723)

Nichtkarstgebiete "mit Entwässerung in ein Karstgebiet" sind Gebiete mit oberirdischer Entwässerung, von der jedoch erwiesen ist oder angenommen werden kann,

daß zumindest ein Teil des zum Abfluß gelangenden Wassers in die unterirdische Entwässerung des anschließenden Karstgebietes übergeht. So entwässert beispielsweise das Becken von Semriach (Steiermark) durch den Lurbach in den Karststock der Tanneben im Mittelsteirischen Karst; schmale Streifen von Lunzer Schichten im Hangbereich von Kalkvoralpenbergen entwässern in die Karstgefäßsysteme der am jeweiligen Hang darunter aufgeschlossenen verkarstungsfähigen Gesteine.

Für die Nichtkarstgebiete sind Flächenraster zu verwenden, die die Unterscheidung der unter a) und b) ausgewiesenen Gebiete gestatten. Punktraster sind wegen der eventuell gegebenen Verwechslungsmöglichkeit mit Dolinenfeldern auf jeden Fall zu vermeiden. Der in der Legende angegebene Raster ist nur als Vorschlag aufzufassen; man kann je nach dem Flächenverhältnis Karstgebiet Nichtkarstgebiet flexibel sein.

Falls für die Unterscheidung von Karstgebieten und Nichtkarstgebieten nur ältere oder kleinmaßstäbige geologische Karten zur Verfügung stehen oder eine absolut eindeutige Grenze in der Natur nicht eruierbar ist, so ist in der Karte keine scharfe Begrenzung zwischen den beiden Gebieten einzuzichnen, d.h. die jeweilige Flächen-signatur wird nicht mit einer Linie umrandet. Scharfe Grenzen dürfen nur dort eingetragen werden, wo die vorhandenen Unterlagen oder Beobachtungen dies einwandfrei gestatten.

2. Bereiche mit (fast) ausschließlicher unterirdischer Entwässerung in verkarstungsfähigem Festgestein.

Durch die gerissene Linie sollen jene Bereiche abgegrenzt werden, die praktisch zur Gänze unterirdisch entwässert werden. Es sind dies hauptsächlich Verebnungen wie Plateaus, Terrassenflächen und weitgespannte Sattelzonen, die vielfach von geschlossenen Karsthohlformen durchsetzt sind. Beispiele sind die Hochfläche "Am Stein" (Dachstein), die Tanneben (Mittelsteirischer Karst), das westliche Dürrensteinplateau.

Es handelt sich dabei um Bereiche mit ausgeprägtem Flachrelief, die sich deutlich von den Hangflächen zum Talraum unterscheiden; die letzteren haben teilweise - in Form von (teilaktiven) Spülrinnen oder mittels Gräben - bereits oberirdische Entwässerung. Durch die gerissene Linie kommt somit der vorherrschende Karstentwässerungstyp (Ganzkarst - Halb-, bzw. Nichtkarst) zum Ausdruck.

Die Bereiche unterirdischer Entwässerung lassen sich am sichersten durch die persönliche Geländeaufnahme abgrenzen, nie jedoch allein an Hand des Gewässernetzes der topographischen Karte! In Gebieten über der Waldgrenze können zur Abgrenzung auch Luftbilder mit Erfolg herangezogen werden.

3. Karstformen.

Für die Erhebung und Eintragung von oberirdischen Karstformen mit bevorzugtem unterirdischem Abfluß kommen als Unterlagen in Frage

1. karstmorphologische Literatur und Karten;
2. Stereoskopische Luftbildauswertung.
3. eigene Geländeaufnahmen.

Im folgenden Text werden Hinweise und Erläuterungen auf die Verwendung dieser Unterlagen gegeben.

Karstmorphologische Literatur und Karten.

Karstmorphologische Karten sind kaum als Einzelkarten publiziert, sondern meist als Beilage zu Dissertationen und sonstigen Veröffentlichungen erschienen. Bei der Bearbeitung von Karstgefährdungskarten ist daher die Notwendigkeit gegeben, in die gesamte einschlägige Literatur Einsicht zu nehmen. Für das Auffinden des einschlägigen Schrifttums dienen folgende bibliographischen Hinweise:

Man findet:

a) im Druck erschienene Monographien:

Österreichische Bibliographie. Wien, seit 1945.
(Enthält sämtliche in Österreich gedruckte Einzelwerke, darüber hinaus auch alle Dissertationen)

b) Dissertationen:

Geographischer Jahresbericht aus Österreich. Wien.
(Enthält Titel und Rezension, vielfach auch ausführliche Auszüge aus den meisten in Österreich verfaßten Dissertationen ganz oder teilweise geographischen Inhalts).

Gesamtverzeichnis österreichischer Dissertationen. Wien. Seit 1966.
(Erscheint jährlich, mit Sach- und Autorenregister).

Für den Zeitraum vor Erscheinen des Gesamtverzeichnisses (1966) stehen zur Verfügung:

Universität Wien: (GEBAUER, F.): Verzeichnis über die seit dem Jahre 1872 an der Philosophischen Fakultät der Universität Wien eingereichten und approbierten Dissertationen. Band 3: Naturwissenschaften 1872 - 1933. Band 4 (Nachträge): Wien 1934 - 1937 und Universität Innsbruck 1872 - 1937.

ALKER, L. und ALKER, H. Verzeichnis der an der Universität Wien approbierten Dissertationen 1937 - 1965.

Universität Graz: KROLLER, F. Dissertationen-Verzeichnis der Universität Graz 1872 - 1965.

Universität Innsbruck: siehe GEBAUER (Universität Wien), Band 4.

Montanuniversität Leoben: HINNER, E.K. Dissertationen-Verzeichnis der Montanistischen Hochschule Leoben 1909 - 1965.

(Universität Salzburg) ab 1962 und andere Universitäten: MÜLLER, G.(1975): Bundesland Salzburg. Geographische und fachverwandte Dissertationen. Ein Verzeichnis mit Kommentaren. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Salzburg, Band 7.

c) geographische Literatur über Österreich (Einzelwerke und Zeitschriftenaufsätze):

KREBS, N. (1928): Die Ostalpen und das heutige Österreich, 2 Bände.
(Enthält ein ausführliches regionales und systematisches Literaturverzeichnis bis 1928).

Bibliographie über Österreich. In: Berichte zur Deutschen Landeskunde. (Jährliche Berichte bis 1974).

HUSA, K. Österreich-Bibliographie. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. (Jährlich, seit 1975).

Karst- und höhlenkundliche Literatur:

TRIMMEL, H. Internationale Bibliographie für Speläologie. 1950 - 1960.
In: Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle".
(Die Fortführung dieser nach Erscheinungsjahren geordneten Titelbibliographie bis einschließlich 1970 ist in Aussicht genommen).

BERNASCONI R., Bibliographie spéléologique - Speleological Abstracts.
Internationale Union für Speläologie, Neuchâtel. (Jährlich zwei Hefte seit 1971).

Österreichische Zeitschriften, die ständig oder doch häufiger Aufsätze über Karstgebiete enthalten:

Die Höhle. Wien.
Beiträge zur alpinen Karstforschung. Wien.
Steirische Beiträge zur Hydrogeologie. Graz.
Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft Wien.

Österreichische Zeitschriften, die fallweise Aufsätze karstkundlichen Inhalts bieten: Carinthia II, Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt
Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark.
Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereins. Linz.
Unsere Heimat. Wien. U. a.

Für die einzelnen österreichischen Bundesländer kommen überdies folgende Regionalbibliographien in Frage:

- Burgenland: LITSCHAUER, G. F. (1933-1938): Bibliographie zur Geschichte, Landeskunde und Volkskunde des Burgenlandes 1800 - 1929, Linz.
Allgemeine Bibliographie des Burgenlandes. Eisenstadt, seit 1956. Teil 1, 2, 3, 4, 7, 8.
- Kärnten: STRASTIL V. STRASSENHEIM, T. Bibliographie der im Herzogtume Kärnten bis 1910 erschienenen Druckschriften. Klagenfurt 1912.
WUTTE, M.: Verzeichnis der 1921 - 1936 erschienenen Literatur über Kärnten. Leipzig 1937.
Kärntner Bibliographie, Heft 1 - 9. Klagenfurt 1946-1947 (berichtet über die in Kärnten von 1945 bis 1947 erschienene Literatur).
ZOPP, F., Kärntner Bibliographie. Das Schrifttum über Kärnten aus den Jahren 1945-1959. Klagenfurt 1961.
ZOPP, F. (seit 1964). Kärntner Bibliographie. Das Schrifttum über Kärnten aus den Jahren. mit Nachträgen. Klagenfurt.
(Setzt das Grundwerk in Jahresberichten ab der Berichtszeit 1960/61 fort. Nachgewiesen werden Bücher und Zeitschriftenartikel nach regionalen Gesichtspunkten; Register).
- Niederösterreich: Das karst- und höhlenkundliche Schrifttum bis 1954 ist erfaßt in:
PIRKER, R. und TRIMMEL, H. Karst und Höhlen in Niederösterreich und Wien. Wien 1954.

Eine selbständige Regionalbibliographie ist nicht vorhanden. Als Ersatz bieten sich an:
Bibliographie zur Landeskunde von Niederösterreich. Wien. Ab 1884 in: Blätter des Vereines für Landeskunde von Niederösterreich. Ab 1928 in: Unsere Heimat (Unterbrechungen während der beiden Weltkriege; für 1950 bis 1954 systematische Jahres-, bzw. Mehrjahresregister. Zeitweise ähnliche Zusammenstellungen im "Monatsblatt des Vereines für Landeskunde von Niederösterreich" und im "Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich").
Zuwachsverzeichnis der Niederösterreichischen Landesbibliothek. Wien. Seit 1969.

LECHNER, K. (1940): Bibliographie zur Landeskunde der nördlichen Hälfte der Gaue Niederdonau und Wien (von Nöchling bis Theben) 1920 - 1938. Wien.
- Oberösterreich: COMMENDA, H. (1885-1891): Materialien zur landeskundlichen Bibliographie Oberösterreichs, Linz. (Enthält rund 15 000 Titel vom 16. Jahrhundert bis 1890).
KRETSCHMER, I. (1975): Geographische Bibliographie von Oberösterreich seit 1945. In: Beiträge aus dem Seminarbetrieb der Lehrkanzel für Geographie und Kartographie, Band 3. Wien.

- Salzburg: PRINZINGER, A. (1884): Verzeichniß der wichtigeren Quellen zur Landeskunde des Herzogthumes Salzburg, mit Zusätzen und Bemerkungen. Salzburg.
- DOBLHOFF, J. (1893-1895): Beiträge zum Quellenstudium salzburgischer Landeskunde nebst Hinweisen auf die wichtigsten Quellenwerke, Heft 1 - 7, Salzburg. (Systematisches Verzeichnis selbständiger und unselbständiger Salisburgensia).
- SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften. Salzburg.
- Steiermark: STOCK, K. F. (1969): Bibliographien, Sammelbibliographien und andere bibliographische Hilfsmittel der Steiermark. Bad Godesberg.
- SCHLOSSAR, A. (1914): Die Literatur der Steiermark in Bezug auf Geschichte, Landes- und Volkskunde. 2. Auflage. Graz. (9000 Titel, regional-systematisch geordnet, ausführliche Register).
- SCHLOSSAR, A. (1932): Bibliographie zur Geschichte, Landes- und Volkskunde der Steiermark 1914 - 1930. Linz. (Eine Weiterführung ist an der Steiermärkischen Landesbibliothek in Bearbeitung).
- HEGENBARTH, H.: Neuere Styriaca. In: Steirische Berichte zur Volksbildung und Kulturarbeit. Graz. Seit 1957.
- Tirol: UNTERKIRCHER, K., WACHTER, F. und DÖRRER, A. (1904-1916): Tirolisch-vorarlbergische Bibliographie. Innsbruck. (Jahresberichte für 1903 bis 1915; Bücher und Zeitschriftenartikel in systematischer Anordnung).
- HOFINGER, J. (1931-1935): Deutschtirolische Bibliographie 1927 - 1932. Innsbruck.
- NEUHAUSER, W. Deutschtirolische Bibliographie für das Jahr 1961 - (Erscheint regelmäßig seit 1964, zuletzt als Zweijahresband). Wien, später Innsbruck.
- Vorarlberg: WELTE, A.: Vorarlbergische Bibliographie 1945-1965. (Ab 1950 in regelmäßigen Abständen in der Zeitschrift "Montfort"). Fortgeführt als:
- ZEHRER, J. (1971): Vorarlbergische Bibliographie 1966 - 1969. In: Montfort (Bregenz).

Die Anlage einer Literaturkartei (Literaturverzeichnis) über das in Bearbeitung stehende Kartenblatt wird sich als notwendig erweisen.

Stereoskopische Luftbildauswertung.

In erster Linie kommen Senkrecht-Flufaufnahmen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Frage; ein eigenes Luftbildarchiv mit Befliegungskarten sowie Bestellbüro ist bei diesem Amte eingerichtet. Für die Auswertung genügen im allgemeinen Kontaktkopien, meist im Format 18 x 18 cm oder 22 x 22 cm. Da die Aufnahme in Flugstreifen erfolgt, ist bei der Bestellung darauf zu achten, daß Bildpaare vorliegen, die eine Querüberdeckung von rund 60% aufweisen (Stereo-bildpaare).

Zur stereoskopischen Luftbildauswertung stehen Zeiss-Taschenstereoskope zur Verfügung. Luftbilder sind vor allem im waldfreien Gelände mit Erfolg einzusetzen.

Nicht immer ist ein Ankauf von Luftbildern notwendig; vielfach sind die benötigten Aufnahmen in Luftbildarchiven - etwa der Geographischen oder Geodätischen Universitätsinstitute - greifbar. In verschiedenen Luftbildatlanten sind überdies oft Schrägluftbilder publiziert.

Folgende Literatúrauswahl über physiogeographische Luftbildauswertung soll den Einsatz von Luftbildern zur Erstellung von Karstgefährdungskarten erleichtern:

- CRAMER, K. (1969): Das Luftbild, ein Hilfsmittel für die Karstforschung. Beispiele aus den Bayerischen Alpen. 5. Internationaler Kongreß für Speläologie 1969, Abhandlungen, Band 6, D 22/1-4, München.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G. und SCHROEDER-LANZ, H. (1970): Luftbildauswertung, Teil I-III. Hochschultaschenbücher, Bibliographisches Institut, Mannheim-Wien-Zürich.
- KRONBERG, P. (1967): Photogeologie. Clausthaler Tektonische Hefte, Nr. 6, Clausthal-Zellerfeld.
- SCHOTT, C. (Herausgeber, 1960): Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, H. 3, Bad Godesberg.

Eigene Geländeaufnahmen.

Die Karstgebiete des Kartenblattes sind unbedingt zu begehen, auch dann, wenn Karstformen aus anderen Karten oder Luftbildern in die Karstgefährdungskarte übernommen wurden. Vor allem bei Luftbildern ist eine Verifizierung der (stereoskopischen) Auswertung erforderlich.

Im Gelände ist weniger eine morphogenetische als vielmehr eine morphographische Formenaufnahme durchzuführen. Es ist zweckmäßig, auf der Arbeitskarte, eventuell sogar im Archivexemplar die Begehungsrouten einzutragen. Die Einzeichnungen in der Karstgefährdungskarte müssen unbedingt zuverlässig sein! Ist ein Gebiet nur eingesehen worden (z. B. von einem Gipfel aus), oder liegen nur Übertragungen aus anderen Karten, beziehungsweise Luftbildinterpretationen vor, so ist dies in den Erläuterungen anzuführen. Zusätzlich zur Arbeitskarte wird jedem Bearbeiter die Führung eines Geländeprotokolls empfohlen.

Dolinenfelder größerer Ausdehnung und geschlossene Bereiche von Karsthohlformen und dazwischen liegenden Vollformen (Beispiel: Hochfläche "Am Stein") brauchen nicht mit Einzelsignaturen dargestellt werden, sondern werden durch einen Punktraster gekennzeichnet.

Große Karsthohlformen sind nach Möglichkeit maßstabs- und formgetreu einzzeichnen. In der Signatur kann auch zum Ausdruck gebracht werden, ob eine Karsthohlform einen eindeutigen Tiefenpunkt oder einen mehr oder weniger ebenen Boden aufweist.

Wasserführung in Karsthohlformen (z. B. Vorhandensein eines Dolinentümpels) wird im Archivexemplar blau (8732) eingetragen.

Unter Lineamenten mit bevorzugter unterirdischer Entwässerung sind vornehmlich die Karstgassen zu verstehen, die die Karstlandschaft oft über weite Strecken durchziehen und durch ihre Bindung an Kluft- oder Verwerfungszonen bevorzugte Abzugsbahnen des Niederschlagswassers in den Untergrund darstellen. Das bedeutet, daß nicht jede Kluft oder Verwerfung, die im Gelände oder im Luftbild feststellbar ist, in die Karstgefährdungskarte einzutragen ist, sondern nur eine Form, die bereits eindeutig als Karstgeasse zu bezeichnen ist.

Mit der gleichen Signatur wird auch die Tiefenlinie von Karsttrockentälern dargestellt. Die (meist polygenetischen) Trockentäler sind auf den Hochflächen der Karstalpen recht häufig. Sie können sowohl gleichsinniges, als auch ungleichsinniges Gefälle aufweisen.

+

Von besonderer Wichtigkeit ist die exakte Lokalisierung und Eintragung der unterirdischen Karstformen (Karsthöhlen) in die Karstgefährdungskarte. Das jeweilige Zeichen soll so gesetzt werden, daß der Mittelpunkt der Dreieck-Signatur die Position des Höhleneinganges angibt. Läßt sich eine Karsthöhle auf Grund der vorhandenen Unterlagen nicht eindeutig lokalisieren, so hat die Eintragung auf jeden Fall zu unterbleiben.

Angaben über Höhlen liegen

- a) beim Verband österreichischer Höhlenforscher in Wien,
- b) beim jeweiligen katasterführenden höhlenkundlichen Verein
- c) bei der Abteilung 23 (Naturhöhlen) des Bundesdenkmalamtes

auf. Die Kontaktnahme mit dem katasterführenden höhlenkundlichen Verein ist über den Verband österreichischer Höhlenforscher möglich.

Weist eine Höhle mehrere Eingänge auf und liegen diese so weit entfernt, daß eine sinnvolle getrennte Eintragung auf der Karte 1:50 000 möglich ist, so sind für jeden Eingang Höhlensignaturen zu setzen. Der unterirdische Zusammenhang zwischen den beiden durch Signaturen gekennzeichneten Eingängen kann in geeigneter Weise (Verbindungsline) ersichtlich gemacht werden.

Die Dreiecksignatur für "Höhle" wird grundsätzlich hohl gezeichnet; die volle Signatur ist der Kennzeichnung einer bestehenden Gefährdung vorbehalten.

Die Größenklassen der Höhlen entsprechen dem Österreichischen Höhlenverzeichnis.

Im Hinblick auf die Zielsetzung des Kartenwerkes wird nicht zwischen vorwiegend horizontalem, beziehungsweise vorwiegend vertikalem Höhlenverlauf unterschieden, sondern lediglich zwischen horizontalem, beziehungsweise schachtartigem Eingangsteil.

Höhlen mit Wasserlauf (Wasserhöhlen) werden im Archivexemplar durch blaue Umrandung und durch ein Zusatzsymbol (Pfeil, Wellenlinie) in blau (8732) ersichtlich gemacht. Bei Nutzung als Trinkwasser ist das äußere Dreieck grün(8743) zu zeichnen.

Die Teilgruppengrenzen des österreichischen Höhlenkatasters (im Archivexemplar orange 8754) sind vom Verband österreichischer Höhlenforscher festgelegt und durch den jeweils katasterführenden höhlenkundlichen Verein offiziell anerkannte Grenzen. Sie liegen der Führung des Höhlenverzeichnisses zugrunde. Die Eintragung der (vierstelligen) Nummer der Teilgruppen soll annähernd im Zentrum des einer Teilgruppe zugehörigen Gebietes, jedoch nach Möglichkeit in einem Leer Raum der Karte erfolgen. Bei Teilgruppen, die auch auf den Nachbarblättern der ÖK 50 dargestellt sind, wird die Nummer der Teilgruppe am Kartenrand angeschrieben.

Die eingezeichneten Höhlen werden mit ihrer Katasternummer versehen. Es ist jedoch lediglich die Endziffer der Signatur beizusetzen, da die Kennziffer der Teilgruppe ja ohnehin im Kartenbild ersichtlich gemacht wird.

4. Karsthydrographie.

Alle Aussagen zur Karsthydrographie, die im Archivexemplar blau (8732) eingetragen wurden, sind in der Folie A mit schwarzer Tusche anzumerken.

Die meisten Oberflächengewässer sind bereits in der ÖK 50 enthalten; eine Verifizierung im Gelände ist jedoch unbedingt notwendig. Ergänzungen sind durch Vergleich mit anderen großmaßstäbigen Karten, vor allem aber durch eigene Geländeaufnahmen durchzuführen.

Schwinden (Ponore) können vielfach auch karsthydrologischen oder karstmorphologischen Kartenskizzen entnommen werden. Ähnliches gilt auch für Karstquellen.

Durch die unterschiedliche Größe der Signatur für Karstquellen soll die unterschiedliche Schüttung der Quelle zum Ausdruck kommen. Die Unterscheidung in "Weniger ergiebig" und "Ergiebig" ist selbstverständlich subjektiv; bei den im allgemeinen großen Schüttungsschwankungen der Karstquellen erscheint es aber wenig sinnvoll, eine exakte Schüttungsangabe zu machen. Auch für die Ermittlung einer mittleren Schüttung reicht wohl der zur Verfügung stehende Beobachtungszeitraum nicht aus. Sollten aus einer Publikation genaue Angaben über eine Karstquelle vorliegen, so wird in den Erläuterungen zur Karstgefährdungskarte darauf hinzuweisen sein.

Alle Karstquellen werden in das Karstquellenverzeichnis (vgl. den Beitrag von G. STUMMER) aufgenommen. Eine Wasserhöhle wird sowohl im Höhlenverzeichnis als auch im Quellenverzeichnis geführt, wobei die Endziffer nicht gleich zu sein braucht.

Bei der Aufnahme von Quellen im Gelände ist die Ermittlung folgender Daten wünschenswert:

1. Bezeichnung (falls vorhanden, ortsübliche Namen)
2. Lage (Seehöhe und Koordinaten)
3. Schüttung (gemessen oder geschätzt)
4. Härte (Gesamthärte/Karbonathärte)
5. Temperatur (mit geeichtem Wasserthermometer)
6. Reaktion (pH- Wert).

Die ermittelten Daten sollen nach Möglichkeit in einem Quellaufnahmeblatt festgehalten werden.

Jeder Quellsignatur in der Karstgefährdungskarte ist die Quellnummer (Endziffer) beigelegt (im Archivexemplar blau, in Folie A schwarz). Bei Ballungen von Höhlen und Quellen in der Karte ist bei Bedarf die eine oder andere Kennziffer durch einen Bezugsstrich mit der Signatur zu verbinden.

Die nachgewiesene Karstentwässerungsrichtung basiert auf der Feststellung des Zusammenhanges unterirdischer Karstwässer durch geeignete Markierungsversuche und ist - falls derartige Untersuchungen vorliegen - entweder aus Fachpublikationen oder in der Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten in Wien zu ermitteln.

Daten zur Karstentwässerung können folgenden wichtigen Zeitschriften entnommen werden:

- Beiträge zur alpinen Karstforschung, Wien (seit längerem nicht mehr erschienen)
- Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, Graz
- Österreichische Wasserwirtschaft, Wien
- Wasser und Abwasser, Wien.

Folie B Karstnutzung und Karstgefährdung

1. Nutzung und Gefährdung der natürlichen Karstlandschaft.

In dieser Folie wird zum Ausdruck gebracht, ob die Karstlandschaft oder eine Karstform genutzt ist oder ob eine Gefährdung vorliegt. Dabei wird allerdings nicht unterschieden, ob von einer bestimmten Karstform eine Gefährdung anderer Gebiete oder unterirdischer Wässer ausgeht (aktive Gefährdung) oder ob sie in ihrem Bestand oder ihrem natürlichen Erscheinungsbild besonders gefährdet ist (passive Gefährdung). In der Karte sind darzustellen:

Karsthohlformen mit bevorzugtem unterirdischem Abfluß:

Die Gefährdung der Karsthohlformen wird durch ein beigelegtes G (im Archivexemplar rot, 8740, auf Folie B in schwarzer Tusche) zum Ausdruck gebracht. Sie kann auf verschiedene Art erfolgen. Dolinen oder Karstmulden können beispielsweise als Müllkippen oder als Depot für Tierkadaver verwendet werden u. a. m. Durch derartige Ablagerungen ist die Reinheit der Karstwässer gefährdet, da diese Hohlformen a priori bevorzugte Wasserabzugsbahnen darstellen.

Das gleiche gilt für Lineamente (Karstgassen, Tiefenlinien von Trockentälern im Karst). Karsthöhlen.

Die Nutzung der Höhlen wird durch eine dreieckige Außenumrandung der Höhlensignatur zum Ausdruck gebracht, die Art der Nutzung durch einen beigelegten Buchstaben. Es bedeuten beispielsweise

S ... Nutzung als Schauhöhle

D ... Nutzung als Depot (für Geräte, Munition und Sprengstoffe, u. a. m.)

W ... Nutzung zur Trinkwassergewinnung (Quellfassung in der Höhle, Einbau eines Wasserbehälters, Verwendung als Speicherbecken u. ä.)

Bei Schauhöhlen soll die durchschnittliche Zahl der jährlichen Besucher vorläufig nicht in der Karte, wohl aber in den Erläuterungen zur Karte festgehalten werden.

Die Nutzung als Depot ist auch bei Verwendung der Höhle als Keller oder unterirdischer Lagerraum allgemeiner Art anzuzeigen.

Die Nutzung einer Höhle zur Trinkwassergewinnung ist gegeben, wenn das Wasser der Höhle in der Höhle oder beim Höhleneingang gefaßt ist und im Rahmen einer Wasserversorgungsanlage genutzt wird. Es ist dabei belanglos, ob ein einzelnes Haus, eine Häusergruppe oder eine größere Siedlung mit Trinkwasser versorgt wird. Wesentlich ist die ständige Nutzung als Trinkwasser. Im Archivexemplar ist diese Art der Nutzung durch einen grünen (8743) konzentrischen Außenkreis um die Signatur gekennzeichnet.

Als geschützte Höhlen sind alle Höhlen zu bezeichnen, die auf Grund des Naturhöhlegesetzes (Bundesgesetz vom 26.6.1928, BGBl. Nr. 169) in der jeweils geltenden Fassung, auf Grund des Denkmalschutzgesetzes oder auf Grund landesgesetzlicher Bestimmungen (Naturschutzgesetze) unter Schutz stehen.

Höhlen mit aktiver, bzw. passiver Umweltgefährdung sind im Archivexemplar mit roter Vollfarbe (8740), in der Folie B mit schwarzer Vollfarbe einzutragen.

Eine aktive Umweltgefährdung ist dann gegeben, wenn in die Höhle eingebrachte Schadstoffe Bereiche der Karstlandschaft gefährden. Wenn beispielsweise eine Höhle als Müllkippe oder als Ablagerungsplatz für Tierkadaver dient, können Schadstoffe durch eine Höhlenschwinde unvermittelt in den Karstwasserkörper gelangen. Eine passive Umweltgefährdung ist dann gegeben, wenn die Existenz der Höhle selbst oder die Existenz einzelner Teile oder des Höhleninhaltes durch Aktivitäten gefährdet ist. Beispiele: ein benachbarter Steinbruch oder ein Straßenbauprojekt können die Existenz einer Höhle gefährden; "wilde" Grabungen im Höhleninhalt können den Aussagewert über frühere Umweltbeziehungen beeinträchtigen. Höhlen mit bemerkenswerten Sinterformen, bei denen eine Beschädigung oder Zerstörung derartiger Bildungen schon nachgewiesen ist, sind ebenfalls mit der angeführten Signatur zu versehen.

Karsthydrographie.

Die Nutzung einer Schwinde (Ponor) wird in den Ostalpen kaum in Frage kommen; sollte sie gelegentlich auftreten - z. B. in einer Ponordoline steht eine Mühle - so kann die Signatur für "Schwinde" mit einem Halbkreis versehen werden. Weit häufiger wird eine Gefährdung einer Schwinde und damit unmittelbar auch des Karstwasserkörpers durch eingebrachte Schadstoffe festzustellen sein. Die Gefährdung wird im Archivexemplar durch rote (8740), auf der Folie B durch schwarze Vollfarbe zum Ausdruck gebracht.

Die Gefährdung einer Schwinde kann durch Müllkippen in der nahen Umgebung einer Schwinde, durch das Versinken von Wässern, die Schadstoffe enthalten (mögliche Verursacher im oberirdischen Einzugsgebiet des Gerinnes sind festzustellen und in der Karte festzuhalten!) oder durch episodische oder ständige Einspeisung von Fäkalien erfolgen.

Bei Karstquellen wird auf der Karte nur die Nutzung als Trinkwasser zur Darstellung gebracht; andere Nutzungsmöglichkeiten sollen nur in den Erläuterungen zur Karte festgehalten werden. Eine Gefährdung von Karstquellen ist im Archivexemplar durch rote (8740), in der Folie B durch schwarze Vollfarbe zum Ausdruck zu bringen. Eine Gefährdung ist dann auszuweisen, wenn im Quellwasser Schadstoffe nachzuweisen sind, die das Wasser für den menschlichen Genuß ungeeignet erscheinen lassen. Die Verunreinigung muß jedoch durch geeignete bakteriologische oder chemische Befunde belegbar sein. Ist die Verunreinigung nicht nachgewiesen, besteht jedoch ein begründeter diesbezüglicher Verdacht, so ist dies in den Erläuterungen festzuhalten.

In der Folie B sind alle menschlichen Eingriffe in die Karstlandschaft und die dadurch hervorgerufene Umgestaltung eines Karstgebietes zum Ausdruck zu bringen, um die damit verbundene Gefährdung (oft an anderer Stelle) zu zeigen. Daher sind insbesondere einzutragen:

Grundlage für die Eintragung in die Karstgefährdungskarte ist die in der Österreichischen Karte 1:50 000 eingetragene Signatur für ein einzelstehendes Haus. Im Archivexemplar wird diese Haussignatur mit einem roten Kreis mit ca. 2 mm Durchmesser umrandet (Verwendung von roter Tusche ist günstiger als Stift Nr. 8740). Auf die Folie B sind die Haussignatur und der Umkreis in schwarzer Tusche zu zeichnen (wichtig: nie Kreis allein setzen, da sonst Verwechslungsmöglichkeit mit einer Karstquelle besteht!).

Geschlossene Siedlungsgebiete ohne Kanalisation, bzw. ohne Müll- und Fäkalienabfuhr.

Darunter sind Sammelsiedlungen (Ortschaften oder Teile von Ortschaften) zu verstehen, die weder an eine Kanalisation angeschlossen sind, noch eine regelmäßige Fäkalienabfuhr aufweisen. In vielen Fällen, in denen eine Ortskanalisation nicht besteht, ist jedoch eine geordnete Fäkalienabfuhr eingerichtet: in diesen Fällen kommt die angegebene Signatur nicht zur Anwendung. In diesem Fall ist aber zu klären, was mit den Fäkalien in der Folge geschieht. Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

- a) Ablagerung in eine Kanalisation oder Kläranlage;
- b) Ablagerung der Fäkalien in den Vorfluter (Pfeilsignatur anwenden!);
- c) Ablagerung im Gelände

Die Erhebung erfolgt am besten über das zuständige Gemeindeamt; weniger günstig ist eine Befragung des Abfuhrunternehmens. Ferner ist festzustellen, ob und wann der Anschluß der Siedlungsgebiete an eine Kanalisation vorgesehen ist, bzw. wann mit einer regelmäßigen Fäkalienabfuhr zu rechnen sein wird (legistische Maßnahmen schreiben dies den Gemeinden bereits vor).

Kanalisation.

Kennfarbe ist im Archivexemplar rot (8740), in Folie B schwarze Tusche. Lediglich Haupt- und Sammelkanäle und, falls vorhanden, Kläranlagen sind einzuzichnen. Hausanschlüsse sind in die Karstgefährdungskarten nicht einzutragen.

Im Erläuterungstext können biologische, mechanische und Dreistufen-Kläranlagen unterschieden werden; in der Karstgefährdungskarte wird für sämtliche Typen (vorerst) nur eine Signatur verwendet.

Einleitungsstellen von geklärten oder von ungeklärten Abwässern in den natürlichen Vorfluter werden durch Pfeilsignatur gekennzeichnet. Die Erhebung erfolgt über die zuständigen Gemeindeämter.

Friedhöfe.

In der Karstgefährdungskarte werden nur solche Friedhöfe hervorgehoben, in denen noch eine Bestattung erfolgt. Urnenhaine und bereits seit längerer Zeit aufgelassene Friedhöfe (z. B. Soldatenfriedhöfe aus dem Ersten Weltkrieg) werden nicht hervorgehoben. Kennfarbe im Archivexemplar ist rot (8740). Die Lage der Friedhöfe kann der Österreichischen Karte 1:50 000 entnommen werden.

Industrie- und Gewerbebetriebe mit potentieller Umweltbelastung.

Da eine Belastung der Karstlandschaft nicht immer auszuschließen ist, bzw. im Bereich der Möglichkeit liegt, wird im Archivexemplar die Kennfarbe braun (8739) verwendet. Einzutragen sind folgende Betriebe:

Steinbruch: Da durch den Vortrieb eines Steinbruchs in jedem Fall eine bedeutsame Umgestaltung der Karstlandschaft erfolgt und darüber hinaus sehr häufig eine Gefährdung von Höhlenräumen erfolgt, wird dem Steinbruchsymbol der Buchstabe G (im Archivexemplar rot) beigelegt. Steinbrüche können aus geeigneten topographischen Kartenwerken und durch Geländebegehungen ermittelt werden.

Zementwerk: Ist im Archivexemplar braun (5 x 5 mm) einzutragen und mit dem Buchstaben Z (3,5 mm hoch, 0,35 mm stark) zu versehen.

Papier-, Pappe- oder Zellstoffindustrie: Erzeugungs- und Verarbeitungsbetriebe werden eingetragen; die Signatur wird mit dem Buchstaben P versehen. Zur Ermittlung der bestehenden Betriebe liefern der Atlas der Republik Österreich (Blatt IX/6) und Regionalatlanten einen ersten Anhaltspunkt; weitere Angaben sind den aktuellen Ausgaben des Industrie-Compass und dem Amtlichen Telefonbuch (Branchenverzeichnis) zu entnehmen.

Bergbau: Tagebau und Stollenbau sind zu unterscheiden. Angaben liefern der Atlas der Republik Österreich (Blatt IX/3), Regionalatlanten und das Österreichische Montanhandbuch (erscheint jährlich).

Chemische Industrie: Einzutragen sind alle Industrie- und Großgewerbebetriebe, die (im weiteren Sinne) chemische Präparate oder Stoffe erzeugen oder in größerem Umfange verarbeiten. Der Signatur wird der Buchstabe Ch beigesetzt. Die Palette der in den Karstgefährdungskarten einzutragenden Betriebe reicht von der chemischen Großkleiderreinigung bis zur industriellen Erzeugung gefährlicher Chemikalien. Angaben sind dem Industrie-Compass, dem Handels-Compass und dem Amtlichen Telefonbuch zu entnehmen.

Nahrungs- und Genußmittelindustrie: In die Karstgefährdungskarte sind Industrie- und Großgewerbebetriebe mit Signatur und unter Beifügung des Buchstabens N einzutragen. Die Eintragung umfaßt u.a. Brauereien, Molkeereien, Käsefabrikation, Schlachthöfe, Fleischverwertungsbetriebe, Geflügelhöfe, Großdestillieren. Angaben sind dem Industrie-Compass und dem Amtlichen Telefonbuch zu entnehmen.

Metallverarbeitung: Einzutragen sind sowohl Betriebe der eisen- und metallherstellenden, wie auch der eisen- und metallverarbeitenden Industrie. Der Signatur ist der Buchstabe M beizusetzen. Angaben sind dem Atlas der Republik Österreich (Karte IX/5) und dem Industrie-Compass zu entnehmen.

Textil- und Lederverarbeitung: In der Karstgefährdungskarte sollen nur größere Betriebe erfaßt werden, nicht jedoch Kleingewerbetreibende (z. B. ein Schneidermeister). Der Signatur ist der Buchstabe T beizusetzen. Angaben liefern der Atlas der Republik Österreich (Karte IX/8) und der Industrie-Compass.

Mischgutanlage: Zu erfassen sind alle Anlagen zur Erzeugung von Mischgut (Bitumen). Der Signatur ist der Buchstabe Bi beizusetzen. Angaben liefern der Industrie-Compass und das Amtliche Telefonbuch.

Maschinen-, bzw. Fahrzeugreparatur: Diese Betriebe sollen deshalb erfaßt werden, weil trotz Vorhandensein von Ölabscheidern doch stets die Gefahr des Versickerns von Mineralölen besteht. Angaben liefert das Amtliche Telefonbuch. Der Signatur ist der Buchstabe R beizusetzen.

Großgarage: Der Signatur ist die Buchstabengruppe Ga beizusetzen. Angaben über ihr Vorhandensein liefert das Allgemeine Telefonbuch.

Mineralöl- und Treibstofflager: In den Karstgefährdungskarten sollten auch größere Lager von Industrie- und Gewerbebetrieben, sowie militärische Treibstofflager erfaßt werden. Die vollständige Erfassung wird voraussichtlich auf Schwierigkeiten stoßen.

Tankstellen: Die Tankstellen des jeweiligen Kartenblattes lassen sich unschwer durch eine Befahrung der Straßen und durch eine Auswertung der Angaben im Allgemeinen Telefonbuch erfassen.

Erdöl-, Erdgas- und Produktenleitung (mit Pumpstationen): Einen Überblick liefert der Atlas der Republik Österreich (Blatt IX/1); Angaben können auch über die Gemeindeämter erhoben werden.

Hubschrauberlandeplatz: In die Karstgefährdungskarte sind nur jene Landeplätze einzutragen, die für eine häufige Benützung adjustiert sind. Die Angaben in der ICAO-Luftfahrkarte 1:500 000 reichen nicht aus! Informationen sind bei der Obersten Luftfahrtbehörde (Bundesministerium für Verkehr) oder bei den örtlich zuständigen Gendarmeriedienststellen einzuholen.

Stauräume hydroelektrischer Kraftwerke: Diese sind aus der Österreichischen Karte 1:50 000 zu entnehmen. Im Archivexemplar ist die Uferlinie mit brauner Begleitfarbe (8739) zu versehen; in Folie B sind Uferlinie und Staudamm mit schwarzer Tusche (Strichstärke 0,35 mm) hochzuzeichnen.

Konventionelle Thermische Kraftwerke: Eine erste Übersicht liefert der Atlas der Republik Österreich (Blatt IX/1); weitere Informationen gibt die Verbundgesellschaft (Wien). Die Größenordnung wird nach dem theoretischen maximalen Arbeitsvermögen eingetragen (in MW).

Kernkraftwerke, Kernreaktoren: Diese Signatur ist nur der Vollständigkeit halber enthalten. In naher Zukunft ist kaum damit zu rechnen, daß derartige Anlagen in Karstgebieten errichtet werden.

Depot für schädliche Isotope: Derzeit ist eine derartige Einrichtung in einem Karstgebiet nicht bekannt, doch ist in Zukunft die Diskussion um geeignete Endlagerplätze für verbrauchte Brennstoffelemente aus Kernreaktoren stets im Auge zu behalten. Weder aufgelassene Bergwerke noch Höhlen im Karst sind als diesbezügliche Depots geeignet!

Einrichtungen des Tourismus und der Rekreation, Naturschutz.

Kennfarbe für derartige Einrichtungen im Archivexemplar ist violett (8727), in der Folie B sind die Eintragungen mit schwarzer Tusche vorzunehmen. In der Karstgefährdungskarte sind mit Signaturen besonders hervorzuheben:

Bergunterkunft im Karst. Dieser Begriff ist sehr weit aufzufassen; alle bewirtschafteten Häuser im Karstgebiet sind darunter zu verstehen, die zu einer Ansammlung von Menschen und damit zu einer möglichen Umweltbelastung Anlaß geben. Daher sind Almgasthöfe, Berggasthäuser, Restaurants, Hotels, Schutzhütten, Erholungsheime u.ä. einzutragen. Gasthäuser im Ortsbereich werden im allgemeinen nicht einzutragen sein; sollten jedoch Zweifel auftreten, daß eine Karstgefährdung doch nicht auszuschließen ist, so ist der betreffende Betrieb einzuzichnen. Im Archivexemplar erfolgt die Umzeichnung des Gasthaus-Symbols mit einem auf die Spitze gestellten Quadrat, in den violett angelegt; auf der Folie B wird das Gasthaus-Symbol in schwarzer Tusche (Strichstärke 0,35 mm) nachgezeichnet und umrandet.

Bergstraße im Karst: Bei allen Bergstraßen im Karst ist eine mögliche Umweltbelastung durch Unfälle gegeben (Eindringen dünnflüssiger Mineralöle in den Karstwasserkörper); sie sind daher in der Karstgefährdungskarte einzutragen. Das Archivexemplar zeigt ein violettes Straßenband, in Folie B ist die Straßensignatur der Österreichischen Karte 1:50 000 als Doppellinie in schwarzer Tusche nachzuzeichnen.

Bergbahn: Alle Typen von Bergbahnen (vom Skischlepplift bis zur Kabinenseilbahn) sind zu erfassen. Im Archivexemplar ist die in der Österreichischen Karte 1:50 000 bereits vorhandene Signatur mit violetter Begleitfarbe zu versehen, in Folie B ist die Signatur in schwarzer Tusche hochzuzeichnen.

(Dauer-)Campingplatz: Alle Campingplätze im Karstgebiet sind mit der entsprechenden Signatur einzutragen.

Naturpark: Alle zum Naturpark erklärten, bzw. als Naturpark eingerichteten Erholungslandschaften sind in die Karstgefährdungskarte einzutragen. Informationen gibt die Arbeitsgemeinschaft für Naturparke.

Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiet: Alle derartigen, durch Landesgesetze geschützten Gebiete sind einzutragen. Einen ersten Überblick gibt die Generalkarte Österreich 1:200 000 (Freytag-Berndt); Unterlagen gibt es bei den Gemeindeämtern und Bezirksverwaltungsbehörden.

Höhlenschutzgebiet: Auf Grund des Naturhöhlengesetzes kann durch Bescheid auch die Umgebung eines Höhleneinganges zum Naturdenkmal erklärt werden; ebenso können Karsterscheinungen, die mit einer Naturhöhle in ursächlichem Zusammenhang stehen, zum Naturdenkmal erklärt werden. Die Erhebung über die bis 1974 bestehenden Höhlenschutzgebiete kann bei der Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes erfolgen; später geschaffene Schutzgebiete müßten bei den jeweiligen Landesregierungen erhoben werden.

Truppenübungsplatz Eine Übersicht über die Umgrenzung der Truppenübungsplätze bieten die Blätter der Generalkarte Österreich 1:200 000. Weitere Auskünfte sind über die Gemeindeämter und die Militärkommanden des jeweiligen Bundeslandes zu erhalten.

Gemeindegrenzen.

Die Gemeindegrenzen sind im Archivexemplar durch grün (8713) verstärkte Grenzlinien, in Folie B mit schwarzer Tusche (Strichstärke 0,35 mm) kenntlich zu machen. Sie sind in der Österreichischen Karte 1:50 000 enthalten. Bei der Zeichnung ist jedoch zu beachten, daß in jüngster Zeit Gemeindegrenzen zusammengelegt sind, die möglicherweise noch nicht alle in der Österreichischen Karte berücksichtigt werden konnten. Eine Überprüfung im Ortsverzeichnis der Republik Österreich oder eine Überprüfung bei den jeweiligen Gemeindeämtern ist empfehlenswert.

RICHTLINIEN ZUR ABFASSUNG DER "ERLÄUTERUNGEN ZUR KARSTGEFÄHRDUNGSKARTE"

Zur Ergänzung des thematischen Inhaltes jedes Blattes der Karstgefährdungskarte ist ein Begleittext mit dem Titel "Erläuterungen zur Karstgefährdungskarte 1:50000, Blatt (Nummer)/(Blattname)" vorgesehen. Diese "Erläuterungen" sollen nach Maßgabe der Möglichkeiten in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift Die Höhle" des Verbandes österreichischer Höhlenforscher veröffentlicht werden. Die "Erläuterungen" sind am zweckmäßigsten vom Bearbeiter des jeweiligen Kartenblattes zu verfassen.

Grundsätzliche Bemerkungen zur inhaltlichen Gestaltung.

Die Erläuterungen sollen dem Benutzer der Karte zusätzliche Informationen bieten, die aus dem thematischen Karteninhalt allein nicht gewonnen werden können. Somit ist die Zielsetzung der Erläuterungen keineswegs eine lückenlose, durch den Blattschnitt willkürlich begrenzte Gebietsmonographie, sondern als Kommentar zu einer vertieften Ausschöpfung der kartographisch dargestellten Thematik, also der Karstlandschaft und ihrer Gefährdung, zu verstehen. Vor allem sollen alle jene Signaturen, die durch ihre rote Vollfarbe oder durch das beigefügte "G" eine Belastung der Karstlandschaft lediglich signalisieren, dem Kartenbenutzer eine weiterführende Information über Art und Ausmaß der Belastung bieten.

Die "Erläuterungen zur Karstgefährdungskarte" sollen nach Möglichkeit folgende inhaltliche Gliederung aufweisen:

1. Titelblatt mit Verfasser, Eigentümer, Herausgeber und Verleger, Erscheinungsort und Erscheinungsjahr.
2. Vorwort.
3. Physiogeographischer Überblick. Dieser Abschnitt soll eine kurzgefaßte naturräumliche Gliederung des am Kartenblatt dargestellten Bereiches beinhalten, zugleich aber auch den größeren naturräumlichen Rahmen abstecken und Hinweise auf weiterführende und vertiefende Literatur geben.
4. Geologie und Tektonik. In diesem Abschnitt sind die verkarstungsfähigen Gesteine besonders zu berücksichtigen. Der Überblick soll durch eine stratigraphische Tabelle der im Blattbereich vorkommenden Karstgesteine ergänzt werden. Besonders wünschenswert ist eine Wertung der Gesteine nach ihrer Verkarstungsfähigkeit. Es sind auch jene Gesteine anzuführen, die als Wasserstauer (wichtige Quellhorizonte!) in Frage kommen.
Das Flächenausmaß der an der Oberfläche anstehenden Karstgesteine ist anzugeben, ebenso ist die Fläche jener Bereiche zu ermitteln, die vollkommen unterirdisch entwässert werden. Beide Werte sind durch geeignete Planimetrierung zu erfassen (mittels Polarplanimeter oder Transparent-Millimeterpapier; 1 cm² entspricht im Maßstab 1:50 000 0,25 km²).
Die kurzgefaßte tektonische Übersicht, unter Umständen mit tektonischer Kartenskizze, ist mit Hinweisen auf weiterführende Literatur zu versehen.

5. Karstmorphologischer Überblick. In diesem Abschnitt sind die wichtigsten oberirdischen Karstformen des Blattbereiches zu charakterisieren. An eine kurzgefaßte karstmorphologische Typisierung (z. B. "Hochplateau in 1700 bis 1800 Meter Höhe mit Karren und Dolinen; Zone intensiver subkutaner Karrenbildung zwischen 1200 und 1500 m Höhe;..." usw.) hat sich die Hervorhebung der gefährdeten Karstformen mit Angabe von Art und Ausmaß der Gefährdung anzuschließen. Hinweise auf weiterführende Literatur sind zu geben.
6. Höhlenverzeichnis (se): Die vollständigen Höhlenverzeichnisse aller Teilgruppen, die das Kartenblatt berühren, sind wiederzugeben. Jene Höhlen, die sich auf dem Kartenblatt befinden, werden durch Unterstreichen der Katasternummer hervorgehoben. Bei Höhlen mit aktiver oder passiver Umweltgefährdung sind Art und Ausmaß der Gefährdung, bei geschützten Höhlen die Daten der Unterschutzstellung anzugeben. Anzugeben ist ferner, welche Höhlen verschlossen oder unzugänglich sind.
7. Karsthydrographie. In diesem Abschnitt ist ein zusammenfassender Überblick über die Entwässerungsverhältnisse und Entwässerungstypen zu geben. Die wichtigsten Klimadaten sind einzuarbeiten. Die wichtigsten hydrologischen Basisdaten sind in einer Tabelle beizufügen. Ergebnisse karsthydrographischer Markierungsversuche sind zu erläutern. Karstquellenverzeichnisse der das auf dem Kartenblatt dargestellte Gebiet berührenden Teilgruppen sind beizufügen, wobei die auf dem Kartenblatt selbst liegenden Karstquellen durch Unterstreichen der Quellnummern hervorzuheben sind. Gegebenenfalls sind nähere Angaben über Art und Ausmaß einer Nutzung oder Gefährdung zu machen.
8. Anlagen und Einrichtungen mit Gefährdung oder potentieller Umweltbelastung der Karstlandschaft. In diesem Abschnitt der Erläuterungen sind ergänzende Angaben zum diesbezüglichen Karteninhalt zu machen, soweit dies zum besseren Verständnis notwendig ist.
9. Administrative Gliederung des Blattbereiches. In diesem Abschnitt sind Bundesländer, Politische Bezirke und Gemeinden mit den wichtigsten Basisdaten anzuführen.
10. Literatur und verwendete Unterlagen. Die Literaturangaben sind nach folgenden Bereichen systematisch aufzugliedern, wobei die Zitate der einzelnen Veröffentlichungen in alphabetischer Reihenfolge der Verfasseramen angeführt werden:
 - Allgemeines und übergreifende Darstellungen;
 - Arbeiten zur Geologie und Tektonik;
 - Arbeiten zur Geomorphologie;
 - Arbeiten zur Hydrologie;
 - Arbeiten über Höhlen des Gebietes;
 - Karten und Atlanten;
 - Fernerkundung (Luftbilder).
11. Legende zur Karstgefährdungskarte 1:50 000.

DER AUFBAU DES ÖSTERREICHISCHEN HÖHLENVERZEICHNISSES

VON GÜNTER STUMMER

Die wichtigste Aufgabe der Höhlenforschung ist die Zusammenstellung aller bisherigen Ergebnisse in einem Höhlenkataster als Grundlage für alle weiteren Arbeiten

(Walter Freiherr von Czoernig 1943)

3.1. Einleitung

Das Sammeln aller über Höhlen vorhandenen Unterlagen und das Ordnen der Höhlen nach einem System ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Nutzbarmachung dieser Unterlagen. Je größer die Kenntnisse auf einem Wissensgebiet werden und je mehr Unterlagen anfallen, desto wichtiger wird ein logisch aufgebautes und immer weiter ausbaufähiges Ordnungssystem. Nur dadurch wird der Zugang zu den einzelnen Informationen möglich und das bereits Erarbeitete sicher festgehalten.

Auf höhlenkundlichem Gebiet wurde der erste Schritt vom Sammeln zum Ordnen für den Salzburger Raum von CZOERNIG-CZERNHAUSEN 1926 in seinem Werk "Die Höhlen des Landes Salzburg und seiner Grenzgebirge" vollzogen. In diesem Buch werden die Höhlen mit fortlaufenden Nummern von 1 bis 252 versehen. In zwei weiteren Ergänzungslisten (CZOERNIG, 1936, und CZOERNIG, 1943) gelangt er mit Stand 1942 bis zur Nummer 456. Dieses System ist jedoch zweifellos wenig ausbaufähig und bedarf für größere Räume einer absolut zentralen Katasterführung ¹⁾.

Der Schritt zu einem besseren, heute in ganz Österreich angewendeten System der Höhlendokumentation wurde 1949 bei der Gründung des Verbandes österreichischer Höhlenforscher auf der Schönbergalpe bei Obertraun vollzogen (SALZER, 1950). Die höhlenkundlichen Vereine, die sich damals zum Verband zusammenschlossen, einigten sich damals, das gesamte österreichische Bundesgebiet in Großeinheiten, Haupt-, Unter- und Teilgruppen auf naturräumlicher Grundlage zu unterteilen und durch ein logisch aufgebautes Kennziffernsystem zu ordnen. Es wurde dabei auf ein vom Salzburger Höhlenforscher Gustav ABEL bereits um 1930 für die von ihm durchgeführte Sammlung aller erreichbaren Unterlagen über Höhlen Europas ausgearbeitetes System zurückgegriffen, das entsprechend adaptiert und modifiziert wurde. Damit waren erstmals die Voraussetzungen vorhanden, ein Höhlenverzeichnis nach einheitlichen Gesichtspunkten für ganz Österreich aufzubauen.

3.2. Das Kennziffernsystem.

Das seit 1949 für ganz Österreich aufgebaute und weitergeführte Höhlenverzeichnis baut auf der Gliederung des Staatsgebietes in insgesamt 107 Teilgruppen als kleinste Einheiten auf. Die Abgrenzung der naturräumlichen Einheiten ²⁾ folgt in erster Linie hydrographisch, in zweiter Linie geologisch vorgegebenen Linien ³⁾. Die erste planmäßige Eintragung der Hauptgruppen wurde von O. SCHAUBERGER erstellt. Die erste, alle Teilgruppen erfassende Karte im Maßstab 1 : 500 000 wurde unter Mitarbeit aller katasterführenden Vereine von TRIMMEL 1961 redigiert. Eine Beschreibung der Grenzen für alle Gruppen Österreichs stellte TRIMMEL 1962 zusammen (vgl. auch Abb. 1)

- 1) Dieses System wird beispielsweise in Griechenland angewendet.
- 2) Außer dieser naturräumlichen Gliederung von Katastereinheiten sind in Europa noch die Gliederung nach dem Blattschnitt von topographischen Kartenwerken oder die Einteilung an Hand von Verwaltungs-, bzw. politischen Grenzen üblich.
- 3) Beispiele für die Priorität der hydrographischen Linienführung sind Sauwald und Dunkelsteinerwald, die geologische zur Böhmisches Masse gehören (Kennziffer 6840), jedoch ihrer Lage südlich der Donau wegen dem Alpenvorland (Kennziffer 1000) zugeordnet wurden.

Dieser Zusammenfassung waren eine Teilveröffentlichung der Gebirgsgruppenumgrenzungen und die Bekanntgabe einer Höhlenliste für Niederösterreich im Jahre 1954 vorangegangen (TRIMMEL 1954), so daß zu diesem Zeitpunkt bereits die ersten positiven Erfahrungen vorlagen.

Die damals festgelegten Grenzen wurden in den Jahren 1977 und 1978 im Zuge von Vorarbeiten für die Veröffentlichung eines österreichischen Höhlenverzeichnisses an Hand der Österreichischen Karte 1:50 000 noch genauer präzisiert, an die in diesem Kartenwerk derzeit übliche Ortsnamenschreibung angepaßt und auf Grund der praktischen Erfahrungen im Gelände gelegentlich geringfügig korrigiert.

Diese 107 Teilgruppen stellen lokale Höhlengebiete, bzw. Gebirgsstöcke dar. Sie sind durch ständige, nach gleichbleibenden Gesichtspunkten erfolgende Unterteilung größerer Einheiten entstanden. Jede der klar umgrenzten Teilgruppen ist durch eine vierstellige Kennziffer festgelegt. Die erste Ziffer kennzeichnet die größte Einheit. Es bedeuten dabei

- 1 Nördliche Kalkalpen, Flyschzone, Grauwackenzone und Alpenvorland
- 2 Zentralalpen (und südliche Grauwackenzone)
- 3 Südliche Kalkalpen

Innerhalb dieser Großeinheiten werden Hauptgruppen unterschieden und vorwiegend von West nach Ost mit den Ziffern 1 bis 9 belegt. Die Kennziffer der jeweiligen Hauptgruppe belegt die zweite Stelle der vierstelligen Kennzahl. In gleicher Weise erfolgt nun die Gliederung der Hauptgruppen in Untergruppen (3. Ziffer der vierstelligen Kennzahl). Jede Untergruppe wird in Teilgruppen (4. Ziffer) unterteilt. Hinter der Kennziffer der Teilgruppe werden die in ihrem Gebiet festgestellten Höhlen, durch einen Schrägstrich getrennt und fortlaufend mit 1 beginnend gezählt, mit Nummern bezeichnet. Es läßt sich daher folgendes Schema aufstellen:

<u>1000</u>	Großeinheit
1800	Hauptgruppe
1830	Untergruppe
183 <u>5</u>	Teilgruppe
1835/1	erste Höhle dieser Teilgruppe

Aus der Katasternummer 1835/1 (Bergerschacht) läßt sich folgendes ableiten(vgl. Abb. 1):

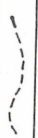
- | | | |
|---------------|---|--|
| 1. Kennziffer | 1 | Lage in den Nördlichen Kalkalpen |
| 2. Kennziffer | 8 | Lage in den Niederösterreichischen Voralpen (im Osten Österreichs) |
| 3. Kennziffer | 3 | Lage in den "Türnitzer Alpen" |
| 4. Kennziffer | 5 | Lage in der Teilgruppe "Türnitzer Höger" |

Jede Höhle ist auf diese Weise durch eine eindeutige Katasternummer festgelegt und wird mit dieser in das Österreichische Höhlenverzeichnis aufgenommen.

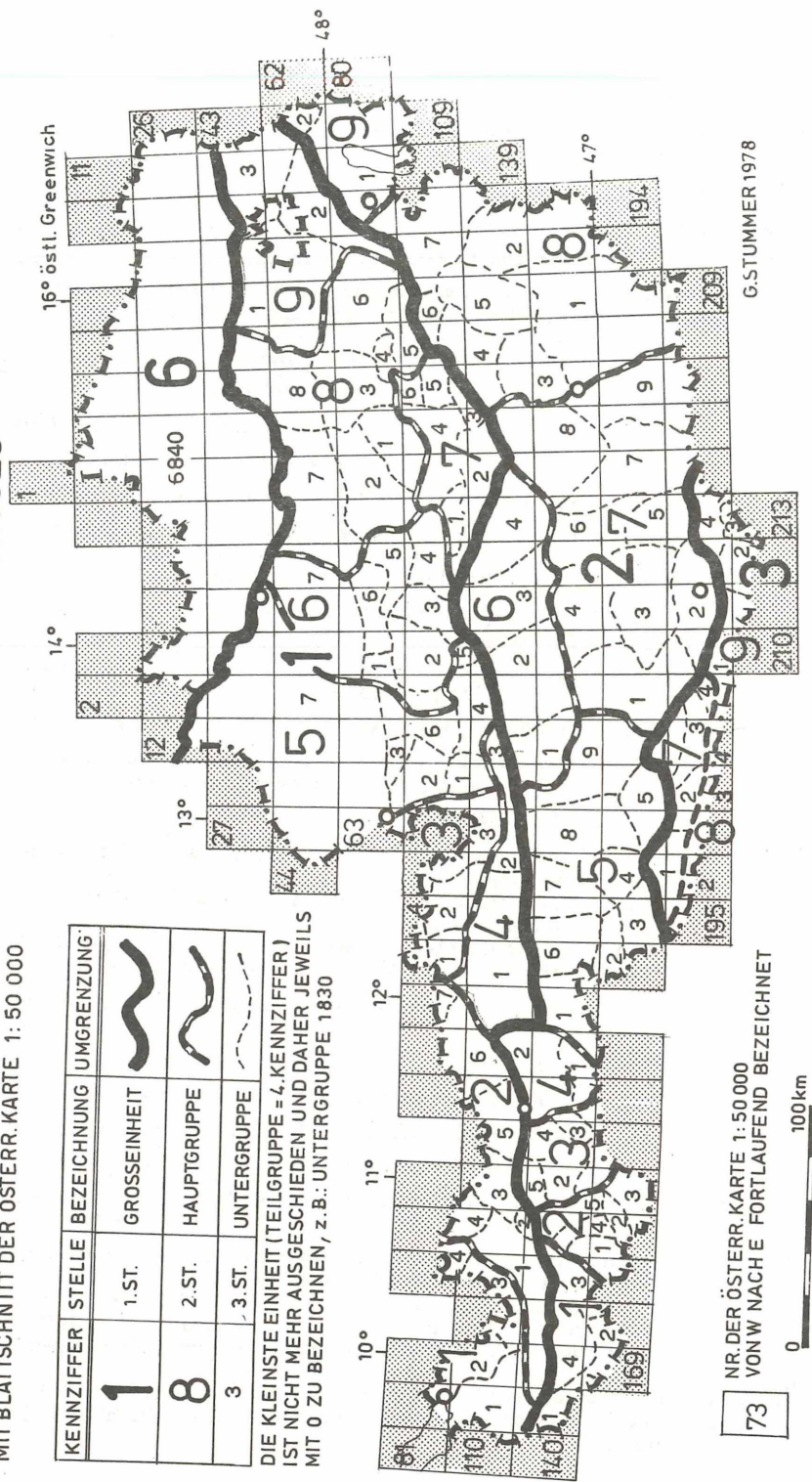
3.3. Die Höhlenlisten des Österreichischen Höhlenverzeichnisses.

Für jede Teilgruppe wird ein Höhlenverzeichnis angelegt (vgl. Abschnitt 6.1.4.), in dem die Höhlen, nach Nummern geordnet, eingetragen werden. Diese Listen enthalten folgende Angaben:

DIE UNTERGRUPPEN DES ÖSTERR. HÖHLENVERZEICHNISS MIT BLATTSCHNITT DER ÖSTERR. KARTE 1:50 000

KENNZIFFER	STELLE	BEZEICHNUNG	UMGRENZUNG
1	1. ST.	GROSSEINHEIT	
8	2. ST.	HAUPTGRUPPE	
3	3. ST.	UNTERGRUPPE	

DIE KLEINSTE EINHEIT (TEILGRUPPE = 4. KENNZIFFER) IST NICHT MEHR AUSGESCHIEDEN UND DAHER JEWEILS MIT 0 ZU BEZEICHNEN, Z.B.: UNTERGRUPPE 1830



73 NR. DER ÖSTERR. KARTE 1:50 000
VON W NACH E FORTLAUFEND BEZEICHNET

0 100km

Abb. 1

1. Höhlennummer (die Teilgruppennummer wird am Kopf jeder Liste vermerkt)
2. Höhlennamen
3. Lageangabe
4. Seehöhe des Höhleneinganges
5. Größenordnung. Die Größenordnung ergibt sich aus der durch Vermessung ermittelten Gesamtangänge. Es bedeuten dabei

Größenordnung	Gesamtlänge	Bezeichnung
0	noch unbekannt	
1	unter 50 Meter	Kleinhöhle
2	50 bis 500 Meter	Mittelhöhle
3	500 bis 5000 Meter	Großhöhle
4	über 5000 Meter	Riesenhöhle

6. Art der Höhle. Diese wird durch Kennbuchstaben angegeben. Es bedeuten dabei:

- H Halbhöhle
T Trockenhöhle (vorwiegend horizontal, besonders im Eingangsbereich)
E Eishöhle (vorwiegend horizontal, ständig eisführend)
W Wasserhöhle (mit ständigem Gerinne in wichtigen Höhlenteilen, vorwiegend horizontal)
S Schachthöhle
Übergangsformen werden durch Kombination der Buchstaben gekennzeichnet, z. B.
T/S Trockenhöhle mit teilweise vertikaler Entwicklung im Höhleninneren
T/W Trockenhöhle, mit wasserführenden Gängen im Inneren
(W) zeitweise oder fallweise wasserführende Höhle

7. Stand der Erforschung. Dieser wird durch folgende Symbole gekennzeichnet:

- unerforscht
+ teilweise erforscht, noch nicht vermessen
+ weitgehend erforscht, teilweise vermessen
+ (vollständig) erforscht und vermessen

In einzelnen Veröffentlichungen werden diese Symbole auch in folgenden Formen verwendet: -, -+, +-, + oder -, =, x, +.

8. Anmerkungen. In dieser Spalte können Hinweise auf Entdeckungs- oder Erforschungsjahr, Funde, wichtige Literatur, Erklärung zum Naturdenkmal oder ähnliche Angaben (am besten unter Verwendung geeigneter Symbole, die allerdings dann auf der Rückseite der Liste erläutert werden müssen) eingetragen werden.

Die Listen aller Teilgruppen einer Untergruppe werden in jeweils einem Umschlag gesammelt, der ebenfalls als Formblatt vom Verband österreichischer Höhlenforscher aufgelegt worden ist.

3.4. Das Katasterblatt.

Neben der Höhlenliste wird für jede Höhle ein eigenes Katasterblatt geführt, das eingehendere Angaben enthält (Abb. 2). Es sind dies insbesondere Angaben zur geologischen und topographischen Lage der betreffenden Höhle, stichwortartige Hinweise auf bedeutsamen Höhleninhalt, kurze Informationen über die Erforschungsgeschichte und über das zur Befahrung nötige Material, eine Zugangsbeschreibung und Angaben über die Zugänglichkeit, bezw. über die Eigentumsverhältnisse.

3.5. Die Führung des Höhlenverzeichnisses und des Höhlenkatasters.

Im Höhlenverzeichnis sind alle österreichischen Höhlen durch ihre Nummer sowohl räumlich in Bezug auf die Gebirgsgruppe als auch gegenüber anderen Höhlen mit gleichem Namen unverwechselbar fixiert.

Die Führung des Höhlenverzeichnisses und des Höhlenkatasters sind dezentralisiert. In der Regel sind die in den einzelnen Bundesländern bestehenden höhlenkundlichen Vereine (in den meisten Fällen "Landesvereine für Höhlenkunde") für den Bereich ihres "Arbeitsgebietes" katasterführend. Die Grenzen der Katasterarbeitsgebiete sind jedoch nicht mit den Grenzen der Bundesländer identisch. Das ergibt sich aus den Unterschieden zwischen den natürlichen Grenzen der einzelnen Gebirgsgruppen und den besonders im Hochgebirge vielfach willkürlich verlaufenden Landesgrenzen. Die Grenzen der Gebiete, in denen einem bestimmten Verein die Führung des Höhlenkatasters übertragen ist, sind zwischen den katasterführenden Vereinen einvernehmlich festgelegt. Innerhalb dieser Gebiete vergibt ausschließlich der katasterführende Verein an jede neu entdeckte Höhle die nächste freie Nummer innerhalb der betreffenden Teilgruppe.

Die Forschung in diesen "Arbeitsgebieten" ist frei, d. h. für alle Forschergruppen auch aus anderen Gebieten möglich. Durch das System der dezentralisierten Katasterführung wird aber dem katasterführenden Verein, der wegen der Vergabe von Katasternummern jedenfalls kontaktiert werden muß, die Möglichkeit geboten, die Forschungsergebnisse seines Katasterarbeitsgebietes vollständig zu sammeln.

Die Summe aller dieser Forschungsergebnisse bildet den "Originalkataster". In ihm werden alle verfügbaren Unterlagen über jede bekannte Höhle gesammelt und nach dem beschriebenen System geordnet. Der Originalkataster kann in der Regel am Sitz des katasterführenden Vereines eingesehen werden.

Auf Grund des "Originalkatasters" werden die Listen des Höhlenverzeichnisses (siehe 3.3.) und die Blätter des Höhlenkatasters (siehe 3.4.) erstellt. Diese Listen und Blätter werden vom Verband österreichischer Höhlenforscher, der Dachorganisation aller höhlenkundlichen Vereine Österreichs, gesammelt, archiviert, vervielfältigt und den katasterführenden Vereinen zur Verfügung gestellt.

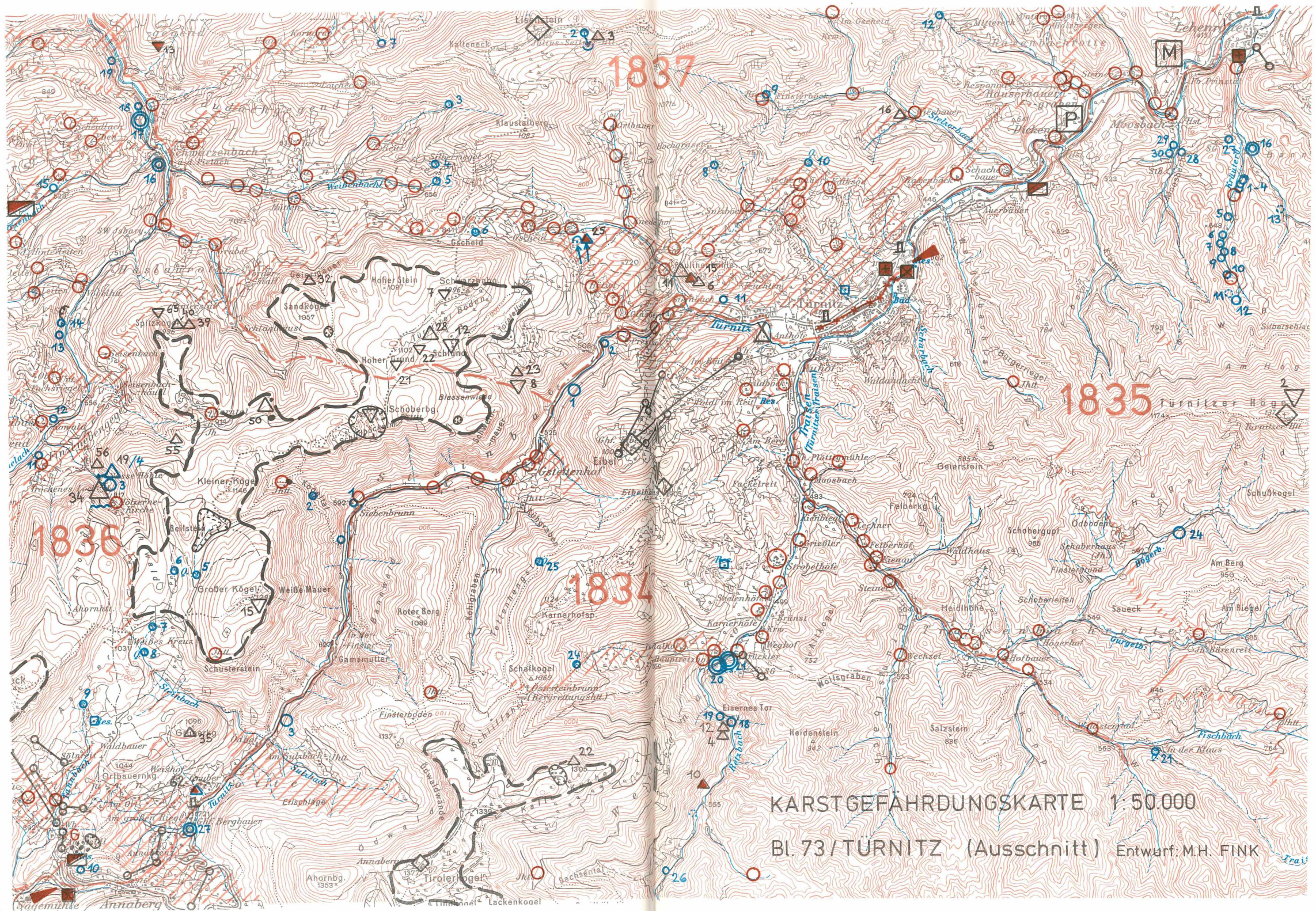
Ziel dieser Vorgangsweise ist es, daß jeder katasterführende Verein in Österreich in seinem Archiv über die Basisdaten aller österreichischer Höhlen informiert ist. Die Archivierung dieser Daten an mehreren Stellen ist aus der Erfahrung heraus beschlossen worden, daß die Aufbewahrung an einer einzigen Stelle die Gefahr eines Verlustes (wie er in einigen Fällen beispielsweise im Zweiten Weltkrieg tatsächlich eingetreten ist) in sich birgt.

In der nun fast dreißigjährigen Praxis der Arbeit am österreichischen Höhlenverzeichnis hat sich das beschriebene System überaus gut bewährt, so daß das österreichische Modell immer wieder als Muster auch von ausländischen Organisationen herangezogen wurde und wird.

In den Austausch der Listen des Höhlenverzeichnisses und die Blätter des Höhlenkatasters sind auch die Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes und die Bundesanstalt von Wasserhaushalt von Karstgebieten (früher Speläologisches Institut beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft) von Anfang an einbezogen.

1.	Name: PAULINENHÖHLE (Goldfahndloch, Goldloch)	3. Katasternummer: 1837/11
2.	Land: Niederösterreich	4. Kartenblätter: 1: 50.000 73 Türrnitz 1: 25.000 (neu)
5.	Art: Bruchfugenhöhle an Verwerfungen mit Reibungsbrekzien ab 19. 6. 1927 zeitweise Schauhöhle, Anlagen jedoch verfallen	
6.	Gestein: Opponitzerkalk, in den tieferen Teilen mergelige Schichten	
7.	Inhalt: Tropfsteine, Perlsinter, Teufelskonfekt	
8.	Seehöhe (Eingang): 620 m	Gesamtlängle: 180 m
	Max. Horizontalerstreckung: 125 m SW - NE	Max. Niveaudifferenz: + 7 m 6 m
9.	Lage: im Klausberg (Pfarrerkogel) bei Türrnitz	
10.	Zugangsbeschreibung: Nordwestlich von Türrnitz im Klausberg, dort, wo dieser in steilen Abbrüchen gegen das westliche Steinbachtal abfällt. Die Höhle öffnet sich am Ende einer Schutthalde oberhalb des Steinbaches. Der Eingang liegt über einer künstlich aufgeschütteten Terrasse. Das west= schauende Portal ist 2,5 m breit und 1,8 m hoch. Vom Ort Türrnitz erreicht man die Höhle in ca. 45 Minuten, indem man der nach Annaberg führenden Straße bis zur Einmündung des Steinbaches folgt und dort auf einen Steig abzweigt, der in einigen Minuten zum Höhleneingang führt.	
11.	Entdeckung: unbekannt (Eingang seit langem bekannt)	
12.	Erforschung: M. Müllner, ab 1921 (Erschließung durch den Österreichischen Gebirgsverein, Sektion Türrnitz)	
13.	Pläne von: M. Müllner, 29. 4. 1921 (einfache Skizze der Eingangsteile), W. Czoernig, 12. 2. 1928 (1:500), F. Waldner, 1934 (publiziert 1936)	
14.	Befahrungsmöglichkeit und benötigtes Material: frei zugänglich, nur für Abstieg in den Schacht im Kreuzdom 6 m Seil erforderlich. Zur Befahrung der Höhle ohne den seitlich ansetzenden Schacht kein Material notwendig. Verschiedene Stellen bei Erschließungsarbeiten künstlich verändert (erweitert).	
15.	Bezirkshauptmannschaft: Lilienfeld Ortsgemeinde: Türrnitz	Gerichtsbezirk: Lilienfeld Katastralgemeinde: Anthofrotte Parzelle-Nr.:
16.	Eigentümer:	
17.	Schutzstellung:	
18.	Sonstiges (Meteorologie, Funde, Auswertung): Höhlenbärenfunde, 22 m vom Eingang; Nachweis der Höhlenheuschrecke. Literatur: M. Müllner, Die Paulinenhöhle bei Türrnitz. Natur- und Höhlenkundliche Führer, Band X, Wien 1927. F. Waldner, Die Paulinenhöhle und die Wildfrauenhöhle bei Türrnitz. Unsere Heimat, H. 11, Wien 1936, S. 321 - 324.	
19.	a) Tr.	b)
	c)	d)
	e)	f)
	g)	h)
	i)	j)

Originalgröße: DIN A 4



3. 6. Die Ausbaufähigkeit des österreichischen Höhlenverzeichnis.

Bei der Aufteilung der vierstelligen Kennzahlen wurde bereits auf die Möglichkeit der Einbeziehung der Nachbarländer Österreichs in dieses System Rücksicht genommen. So ist schon bei der Einführung des Systems im Jahre 1949 der Bereich der Bayerischen Alpen mit dem Bayerischen Alpenvorland nahtlos einbezogen worden; Bayern hat damit Anteil an den Hauptgruppen 1100, 1200 und 1300. Die Abgrenzung der Katasterarbeitsgebiete ist zwischen dem Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg und dem Landesverein für Höhlenkunde in Tirol sowie dem Fachausschuß für Karst- und Höhlenkunde im Vorarlberger Landesmuseumsverein einerseits und dem Verein für Höhlenkunde in München e. V. als katasterführende Organisation andererseits einvernehmlich festgelegt worden.

Von der Groseinheit 3000 ("Südliche Kalkalpen") wurden für Österreich nur die Hauptgruppen 3700, 3800 und 3900 belegt, so daß einer Ausdehnung des Kennzahlensystems auf den großen außerösterreichischen Teil der Südalpen nichts im Wege stünde.

Von der Groseinheit 6000, die für die Mittelgebirge der variszischen Gebirgsbildung vorgesehen ist, wurde in Österreich nur die Untergruppe 6840 ("Österreichisches Granitplateau") für alle Landesteile nördlich der Donau verwendet. Für die Hauptgruppe 6800 könnte die räumliche Ausdehnung "Böhmische Masse" gewählt werden.

Die erste großflächige Übernahme des österreichischen Systems für einen Nachbarstaat wurde von KORDOS im Jahre 1972 für Ungarn vollzogen. Er setzte die Gliederung der Groseinheit 2000 in Unter- und Teilgruppen nach Osten weiter fort und baute nach den gleichen Richtlinien mit den neuen Groseinheiten 4000 und 5000 den ungarischen Höhlenkataster (Abb. 3) auf.

3. 7. Schlußbemerkungen.

Für die Karstverbreitungs- und gefährdungskarten, die sämtliche bekannten Höhlen lagerichtig enthalten sollen, sind aus den Listen des Höhlenverzeichnisses die Grenzen der Teilgruppen des Höhlenkatasters, die Größenordnung der Höhlen und die laufende Nummer der Höhlen innerhalb der Teilgruppen zur Eintragung übernommen worden.

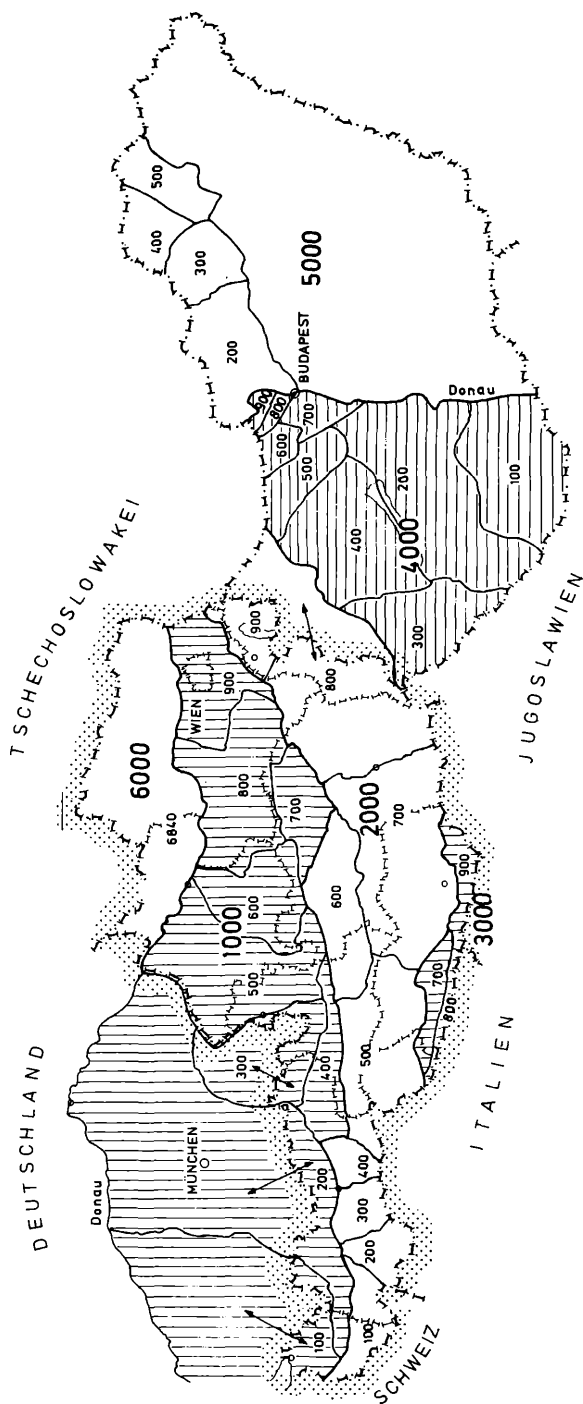
Das hier beschriebene System des Höhlenverzeichnisses liegt aber auch dem Karstquellenverzeichnis (vgl. Abschnitt 4.) zugrunde.

3. 8. Erwähnte Schriften.

- CZOERNIG-CZERNHAUSEN, W. (1926): Die Höhlen des Landes Salzburg und seiner Grenzgebiete. Speläologische Monographien, Band X, Salzburg 1926, 159 S.
- CZOERNIG, W. v. (1936): Der Landeshöhlenkataster von Salzburg. Mitt. über Höhlen- und Karstforschung (Berlin), 1936:29-32.
- CZOERNIG, W. V. (1943): Zum Landeshöhlenkataster von Salzburg. Zeitschrift für Karst- und Höhlenkunde, (Berlin), 1942/43: 227-229.
- KORDOS, L. (1972): Magyarország Barlangkataszteri Felosztása, Karszt és Barlang, Heft I/II (Budapest).
- MAIS K., (1975): Österreichischer Höhlenkataster. Land Salzburg. In: Salzburger Höhlenbuch, Band I. Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle", Nr. 23 (Salzburg): 23 - 25.
- SALZER, H. (1950): Der Verband österreichischer Höhlenforscher. - Protokoll der 5. ordentlichen Vollversammlung der Höhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien, am 23. und 24. Oktober 1950 in Peggau, Steiermark. (Wien): 109 - 119.

GROSSEINHEITEN UND HAUPTGRUPPEN

UND DIE VERWENDUNG DES KENNZIFFERSYSTEMS FÜR DIE BAYERISCHEN ALPEN UND UNGARN



0 50 100 km

KATASTERGRENZEN NACH TRIMMEL(1961) UND KORDOS (1972)
STAATSGRENZEN ÜBERSCHREITENDE HAUPTGRUPPEN: 1100, 1200, 1300 u. 2800.

G. STUMMER 1978

Abb. 3

- SCHAUBERGER, O. & H. TRIMMEL (1952): Das österreichische Höhlenverzeichnis. Die Höhle (Wien), 3 (3/4): 33 - 36.
- STUMMER, G. (1978). Die Erfassung der Karstquellen in einem Karstquellenverzeichnis. In: Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1: 50 000. Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle", Nr. 27, S. 61 - 66.
- TRIMMEL, H. (1953): Ein österreichisches Höhlenverzeichnis. Premier Congrès International de Spéléologie, Paris 1953, Tome IV: 97 - 103.
- TRIMMEL, H. (1954): Das österreichische Höhlenverzeichnis und die speläologische Erkundung in Niederösterreich. In: Karst und Höhlen in Niederösterreich und Wien (Verlag für Jugend und Volk, Wien): 107 - 116.
- TRIMMEL, H. (1961): Österreichisches Höhlenverzeichnis, Karte 1 : 500 000. Herausgegeben vom Verband österreichischer Höhlenforscher (Wien).
- TRIMMEL, H. (1962): Gebirgsgruppengliederung für das Österreichische Höhlenverzeichnis (Arbeitsgebiet des Verbandes österreichischer Höhlenforscher) und für das Höhlenverzeichnis der Bayerischen Alpen (Arbeitsgebiet des Vereines für Höhlenkunde in München, e. V.) (Wien): unpaginiert.

DIE ERFASSUNG DER KARSTQUELLEN IN EINEM KARSTQUELLENVERZEICHNIS

VON GÜNTER STUMMER

Wiss. Beihefte zur Z. "Die Höhle"
Nr. 27, Wien 1978, S. 61 - 66.

Ein wesentlicher Bestandteil des Karteninhaltes der in Arbeit befindlichen Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten sind die Karstquellen. Neben der Aufnahme der Quellen im Gelände ist jedoch auch ihre nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgende Erfassung in einem Verzeichnis notwendig. Erst dadurch wird eine sinnvolle Dokumentation der gesammelten Unterlagen und eine Aufbereitung des Materials für weitere Verwendungszwecke ermöglicht.

Das einheitliche und exakte System, das einem Karstquellenverzeichnis zu Grunde gelegt werden soll, wurde bereits bei der Jahreshauptversammlung des Verbandes österreichischer Höhlenforscher 1976 in Gams (Steiermark) festgelegt. In einem einstimmig angenommenen Antrag (1) wurde beschlossen, das Karstquellenverzeichnis nach jenem System aufzubauen, das für das "Österreichische Höhlenverzeichnis" bereits seit dem Jahre 1949 mit Erfolg Verwendung gefunden hat. Bei diesem System wird das österreichische Bundesgebiet in kleine, naturräumliche, klar umgrenzte Einheiten ("Teilgruppen") zerlegt und jede Einheit durch einen Namen und eine vierstellige Zahlenkombination eindeutig gekennzeichnet (2). Innerhalb einer solchen "Teilgruppe" werden die Höhlen in der Reihenfolge der Aufnahme in das Verzeichnis laufend nummeriert, wobei die Höhlennummer von der Nummer der Teilgruppe durch einen Schrägstrich getrennt wird.

Für das Karstquellenverzeichnis werden daher die Umgrenzungen, die Namen und die Nummern der Teilgruppen des Höhlenverzeichnisses ohne Änderung übernommen. Innerhalb einer Teilgruppe werden nun auch die Quellen fortlaufend nummeriert. Dabei ist vor die Nummer der Quelle der Buchstabe "Q" zu setzen, der die Unterscheidung zwischen einer Quelle und einer Höhle derselben Teilgruppe ermöglicht.

Auf diesem System aufbauend, sollen nun - ebenfalls in Anlehnung an das Österreichische Höhlenverzeichnis - die Karstquellen sowohl in Quell-Listen (in denen nur einige wesentliche Merkmale angegeben sind) als auch in Quellblättern (mit ausführlichen Angaben über jede einzelne Quelle) festgehalten werden. Als erster Schritt zur Verwirklichung eines gesamtösterreichischen Karstquellenverzeichnisses soll an dieser Stelle ein Vorschlag für ein Formblatt der Quell-Liste vorgestellt und erläutert werden ¹⁾. In einem weiteren Schritt wird die Erstellung eines Entwurfes eines Quellblattes in Angriff genommen werden müssen.

DAS FORMBLATT FÜR DIE QUELL-LISTE.

Das Formblatt (vgl. Abschnitt 6.1.) enthält im Kopf neben dem Hinweis "Karstquellenverzeichnis des Verbandes österreichischer Höhlenforscher" auch je eine Zeile für den Namen und die Nummer der jeweiligen Teilgruppe sowie für die Angabe der katasterführenden Stelle. Darunter wird jener Mitgliedsverein des Verbandes österreichischer Höhlenforscher verstanden, der auch für die Führung des Höhlenverzeichnisses für das betreffende Gebiet verantwortlich ist. Diese Stelle sammelt nicht nur alle Unterlagen, sondern ist auch für die Vergabe von Quellnummern zuständig.

In den einzelnen Spalten sind folgende Eintragungen vorgesehen:

Spalte 1: Quellnummer

Innerhalb der im Kopf des Formulars angegebenen Teilgruppe werden die Quellen fortlaufend mit Nummern versehen, wobei den Nummern der Großbuchstabe "Q" vorangesetzt wird. In der Spalte 1 ist daher jeweils Q kombiniert mit einer Nummer einzutragen.

1) Die Ausarbeitung des Formblattes erfolgte nach eingehenden Gesprächen und Diskussionen, an denen sich neben dem Verfasser vor allem die Herren M. H. FINK, K. MAIS und G. VÖLKL beteiligten.

Die vollständige Bezeichnung einer Quelle lautet daher zum Beispiel "1741/Q 1". Diese Schreibweise verhindert eine Verwechslung mit der Höhle Nr. 1 der Teilgruppe 1741, deren Katasternummer - wie bisher - "1741/1" lautet.

Spalte 2: Name, Bezeichnung

Ist auf Grund von Hinweisen aus der Bevölkerung, aus Angaben in der vorhandenen einschlägigen Literatur oder an Hand topographischer Karten ein Name für eine Quelle zu ermitteln, so ist dieser in Spalte 2 einzutragen. Für Quellen, die keinen eigenen Namen besitzen, darf kein Name erfunden werden. In diesem Fall wird in Spalte 2 die Bezeichnung "Quelle", verbunden mit einem Hinweis auf die Lage, eingesetzt (z. B. Quelle am..., Quelle bei..., u. ä.)

Spalte 3: Seehöhe (m)

Die Seehöhe der Quelle sollte durch eine Lageeinemessung oder durch eine andere geeignete Form der Lageermittlung ermittelt und auf die Höhenangaben der Österreichischen Karte 1:50 000 bezogen werden. Eine Überprüfung durch barometrische Höhenmessungen ist wünschenswert.

Spalte 4: ÖK 1:50 000, Blatt Nr.

In dieser Spalte ist die Blattnummer jener Österreichischen Karte 1:50 000 einzutragen, auf der die Quelle liegt, bzw. einzuzeichnen ist. Diese Angabe ist vor allem im Hinblick auf die in Spalte 5 geforderten Angaben bedeutungsvoll.

Spalte 5: Koordinaten (mm)

Mit Hilfe von Koordinaten soll die Möglichkeit gegeben werden, die Lage der betreffenden Quelle auf der entsprechenden topographischen Karte genau ermitteln zu können. Für das Karstquellenverzeichnis wird ein Koordinatensystem vorgeschlagen, das zwei wesentliche Voraussetzungen erfüllt, und zwar

1. einfachste Handhabung, und

2. leichte Transformierbarkeit in jedes andere Koordinatensystem.

Koordinatennurstrung ist jeweils die südwestliche Ecke des Kartenblattes (Abb. 2). Als Koordinaten werden die direkt auf dem Kartenblatt zu messenden Millimeter parallel zu den Rändern des Kartenblattes gewählt. Zur Festlegung der Lage einer

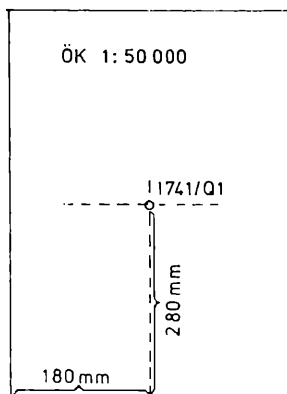


Abb. 2:

Beispiel einer Koordinatenangabe

Für die Quelle 1741/Q 1 sind in der Spalte 5 des Formblattes die Koordinaten "180/280" anzugeben.

Quelle sind daher lediglich die Angabe des "Rechtswertes" (=Abstand vom linken Kartenrand, d.h. von West nach Ost gemessen, in Millimetern) und die Angabe des "Hochwertes" (= Angabe des Abstandes der Quelle vom unteren Blattrand, d.h. von Süd nach Nord gemessen, in Millimetern) erforderlich. "Rechtswert" und "Hochwert" werden in dieser Reihenfolge, durch einen Schrägstrich voneinander getrennt, in Spalte 5 eingesetzt.

Da jedes Kartenblatt seinen eigenen Koordinatenursprung hat, ist die Eintragung der Blattnummer der Österreichischen Karte 1:50 000 in Spalte 4 mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen!

Die Umlegung dieser Koordinaten in geographische Koordinaten (=Angabe der geographischen Breite und der geographischen Länge) ist sowohl auf graphischem als auch auf rechnerischem Wege möglich.

Spalte 6: Größenordnung

Als Grundlage für die Zuordnung einer Quelle zu einer bestimmten Größenordnung wird die Quellschüttung herangezogen. Es werden insgesamt fünf Größenordnungen unterschieden, für die die Kennziffern "1" bis "5" in die Spalte 6 einzutragen sind. Die Kennziffer "0" dient zur Bezeichnung von Höhlen, die fallweise trocken fallen. Folgende Größenordnungen sind vorgesehen:

Bezeichnung der Größenordnung	Schüttung der Quelle in l/s
0	fällt teilweise trocken
1	unter (bis) 1 l/s
2	1 - 10 l/s
3	10 - 100 l/s
4	100 - 1000 l/s
5	über 1000 l/s

Es ist klar, daß diese Angabe - insbesondere wenn man die beträchtlichen Schüttungsschwankungen berücksichtigt, die für Karstquellen vielfach typisch sind - mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sein kann. Dennoch ist selbst dann, wenn eine Quelle beispielsweise nur auf Grund einer einmaligen Begehung ins Verzeichnis aufgenommen wird, die Zuordnung zu einer Größenordnung auf Grund der festgestellten Schüttung vorzunehmen und die entsprechende Zahl in der Spalte 6 einzusetzen.

Wurde bei einer Quelle durch mehrmalige Begehungen, durch eingehendere Untersuchungen oder an Hand von Veröffentlichungen festgestellt, daß entsprechend große Schüttungsschwankungen auftreten, so sind im Bedarfsfalle zwei Größenordnungen, durch einen Schrägstrich getrennt, anzugeben. Dazu einige Beispiele:

Größenordnung	Erklärung
0/1	Quelle, die gelegentlich versiegt, aber maximal eine Schüttung aufweisen kann, die noch unter dem Grenzwert von 1 l/s liegt
2/3	Quelle, deren Schüttung im Bereich zwischen 1 und 100 l/s schwanken kann, die aber jedenfalls zeitweise weniger als 10 l/s Schüttung aufweist.

Obwohl es sich um sehr stark generalisierte Angaben handelt, wird durch diese Kennziffern doch schon ein aussagekräftiger Hinweis auf die Bedeutung der Quelle gegeben.

Spalte 7: Anmerkungen

Diese Spalte steht für Hinweise zur Verfügung, die in Zusammenhang mit einer Quelle wünschenswert erscheinen. So kann z.B. der Name jener Person eingetragen werden, die die Aufnahme durchgeführt hat. Ebenso sind Hinweise auf die Literatur denkbar.

Im besonderen wird vorgeschlagen, in diese Spalte einzutragen:

1. das Symbol "-", wenn keine näheren Unterlagen vorhanden sind,
2. das Symbol "+", wenn Unterlagen vorhanden sind, die über die in der Quell-Liste enthaltenen Informationen hinausgehen, z.B. Archivunterlagen oder ein Quellblatt
3. Monat und Jahr der Quellaufnahme, wenn der Angabe in der Spalte "Größenordnung" eine nur einmalige Begehung zugrundeliegt.

Literaturhinweise:

- (1) Verbandsnachrichten, 28.Jg., Wien 1976/77, H.1 8-9.
- (2) SCHAUBERGER, O. und H. TRIMMEL, 1952: Das österreichische Höhlenverzeichnis. Die Höhle, 3.Jg., Wien; H.3/4 33-36.

ZUR ERFASSUNG DER WASSERQUALITÄT

VON GÜNTHER BARDOLF

Hinsichtlich der Wasserqualität gibt es verschiedene Beurteilungskriterien, die sich vor allem aus der möglichen Nutzung des Wassers ableiten. Mit Rücksicht auf die Thematik dieses Bandes seien die folgenden Betrachtungen vornehmlich auf zwei Gruppen beschränkt, Quellen und oberirdische Fließgewässer.

Q u e l l e n

Bei Quellwasser interessiert in erster Linie, ob die Wassergüte für die Nutzung als Trinkwasser ausreicht. Es braucht an dieser Stelle nicht sonderlich betont zu werden, daß an die Qualität von Trinkwasser - und damit Quellwasser im allgemeinen - besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Wenngleich es vielfach nicht direkt genossen wird, so muß Wasser in Trinkwasserqualität doch als unentbehrliches Lebensmittel bezeichnet werden. Es soll daher klar, frei von Eigenfärbungen, Geruch und auffälligem Geschmack sein - kurz, der Grundsatz der Appetitlichkeit soll stets gewahrt bleiben. Nicht zu hohe (aber auch nicht zu geringe) Wassertemperatur sowie mittlere Härte beziehungsweise ein gewisser Kohlensäuregehalt wirken sich geschmacksverbessernd aus. Das Wasser wird dadurch erfrischend empfunden. Überdies wird aus hygienischen Gründen Keimarmut gefordert, gewisse Arten von Keimen dürfen nicht enthalten sein. Ob nun Quellwasser diesen Anforderungen gerecht wird, kann nur im Zuge einer gründlichen chemisch-bakteriologischen Untersuchung festgestellt werden.

Betrachtet man die üblicherweise vorzufindende chemische Zusammensetzung reinen Karstwassers, so können Karstquellen - zumindest im alpinen Raum - meist als nahezu ideal für die Trinkwassergewinnung betrachtet werden. Der pH-Wert liegt vorwiegend im neutralen bis schwach alkalischen Bereich, die Wassertemperatur in Österreich meist im Bereich zwischen $+6^{\circ}$ und $+10^{\circ}$ C; sieht man von einigen Riesenquellen (vor allem zur Zeit der Schneeschmelze) ab, so liegt auch die Wasserhärte ideal im mittleren Bereich, ganz im Gegensatz zu oft sehr hartem Brunnenwasser aus (Kalk-) Schotterfeldern oder vielen Moränengebieten des alpinen Bereiches oder des Vorlandes. Wegen der oft sehr hohen Durchlaufgeschwindigkeiten durch verhältnismäßig weite Klüfte und Karstgefäße ergeben sich bei Karstquellen oft hygienische Probleme, zumal die Erschließung der früher infolge ihrer Siedlungsfeindlichkeit eher gemiedenen Karstgebiete (vor allem außerhalb der eigentlichen Talräume) in letzter Zeit geradezu beängstigende Ausmaße angenommen hat.

Die chemische Formel absolut reinen Wassers wird üblicherweise mit H_2O angegeben. In der Natur vorkommende Wässer haben stets auch einen geringen Anteil an Molekülen mit schweren und/oder superschweren Wasserstoff- (2H , 3H) und Sauerstoff- (^{17}O , ^{18}O) Atomen. Ein Einzelmolekül H_2O könnte man sich etwa wie in Abb. 1a dargestellt vorstellen. Nach außen elektrisch neutral, besitzt es je einen positiven und einen negativen Ladungsschwerpunkt. Treten zwei Wassermoleküle aneinander, so ergeben sich die drei in Abb. 1b bis 1d gezeigten Strukturmöglichkeiten. Sie sind in der Abbildung nach der in letzter Zeit in der einschlägigen Literatur immer wieder angeführten Reihenfolge ihrer Stabilität geordnet dargestellt, wobei der Grad der Stabilität von "linear" über "zweigeteilt" nach "zyklisch" abnimmt.

Selbst diese Darstellungen von $(H_2O)_2$ sind jedoch noch zu sehr vereinfacht. Eigentlich müßte $(H_2O)_x$ angesetzt werden, da immer wieder auch Molekülverbände festgestellt wurden. Einen kurzen, auch historischen Abriss zum Thema der Molekularstruktur von Wasser gibt Brian CASE (1971, Seite 50ff.).

Zerfällt eine O-H....H-Einheit, so treten positiv geladene Wasserstoff-Ionen (H^+) und negativ geladene Hydroxid-Ionen (OH^-) dissoziiert auf. Ein sehr geringer Anteil des Wassers liegt dissoziiert vor, wobei die Wasserstoff-Ionen als Träger der sauren, die Hydroxid-Ionen als Träger der alkalischen Reaktion fungieren. Das Ionenprodukt, das heißt die Konzentration an dissoziierten H^+ -Ionen (in mol/l) mal der Konzentration an dissoziierten OH^- -Ionen (in mol/l), ist bei einer bestimmten Tempera-

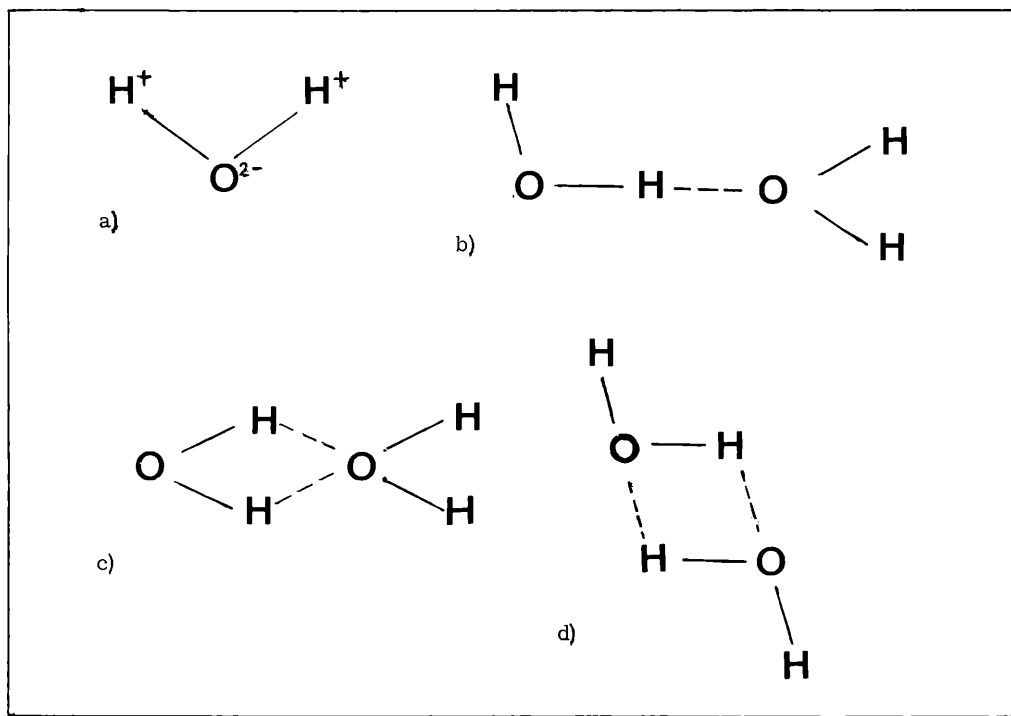


Abb.1: Zur Molekularstruktur von Wasser

1a - einfach; 1b - 1d - zweifach; 1b - linear; 1c - zweigeteilt; 1d - zyklisch.
 Nach: J.R.HOYLAND und L.B.KIER (1969) in: Theoret.Chim.Acta, vol.15, 1.

tur konstant (Gleichgewichts- oder Dissoziationskonstante). Die Dissoziationskonstante variiert jedoch mit der Temperatur und beträgt für chemisch absolut reines Wasser (wie es in der Natur nicht vorkommt !) bei 22° Celsius $1 \cdot 10^{-14}$, bei tieferen Temperaturen weniger und bei höheren erheblich mehr. Sind bei 22° C $1 \cdot 10^{-7}$, beziehungsweise $0,000\,000\,1$ mol/l Wasserstoff-Ionen enthalten, so sind ebenfalls $1 \cdot 10^{-7}$ mol/l Hydroxid-Ionen vorhanden, denn $1 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$ (Dissoziationskonstante). Sind gleich große wirksame Konzentrationen an Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen vorhanden, so wird die Wirkung dieser beiden gegensätzlichen Komponenten damit ausgeglichen - diese Reaktion bezeichnet man als neutral. Da bei den wirklichen Konzentrationen nicht immer runde Werte vorliegen, und Berechnungen somit kompliziert würden, drückt man die Wasserstoff-Ionenkonzentration durch den pH-Wert aus. Er wird durch den negativen dekadischen Logarithmus des Zahlenwertes für die Wasserstoff-Ionenkonzentration (in mol/l) angegeben. Aus den vorhin genannten $1 \cdot 10^{-7}$ mol/l wird dadurch pH 7. Bei diesem Wert ist, wie erwähnt, die Reaktion neutral, bei kleineren pH - Werten spricht man von zunehmend saurer Reaktion, bei solchen größer als pH 7 von basischer oder alkalischer Reaktion. 1 mol/l (anders ausgedrückt, $1 \cdot 10^0$ mol/l) reiner Salzsäure (chemische Formel HCl) hat demzufolge pH 0, was außerdem bedeutet, daß nach obigen Ausführun-

gen $1 \cdot 10^{-14}$ mol/l OH-Ionen wirksam sind. Andererseits hat 1 mol/l reiner Natronlauge (NaOH) pH 14 (d. h. $1 \cdot 10^{-14}$ mol/l H-Ionen), da eben $1 \cdot 10^{-0}$ 1 mol/l OH-Ionen wirksam sind. Abbildung 2 soll diesen nur auf den ersten Blick kompliziert erscheinenden Zusammenhang verdeutlichen. Ließe man die Konzentrate von pH 0 und pH 14 miteinander reagieren, so ergibt sich bei $\text{HCl} + \text{NaOH}$ wieder ein Gleichgewicht der H^+ - und der OH^- -Konzentration (H_2O), gleichzeitig ergibt sich Kochsalz (NaCl), das in diesem Zusammenhang keine weitere Rolle spielt, da es weder H^+ - noch OH^- - Komponenten enthält. Der pH-Wert ist in diesem Gleichgewichtszustand wieder 7.

Der pH-Wert läßt sich in jeder wäßrigen Lösung messen, entweder elektrometrisch oder durch (meist visuelle) Kolorimetrie von Indikatorfarben. Für in der Natur vorkommende Wässer verwendet man am besten die zuerst genannte Methode, da hierbei die Pufferung des Wassers keine Rolle spielt und die Genauigkeit dieser Methode (bei entsprechender Ausrüstung nach dem derzeitigen Stand bis zum Wert von $\pm 0,015$ pH) unübertroffen ist. Das pH-Meßgerät besteht aus einem speziellen mV-Meter und zweckmäßigerweise aus einer Einstabmeßkette (Meßelektrode und Referenzelektrode in einem), die in System und Wirkungsweise als Konzentrationskette im Sinne eines Zweiphasensystems zu verstehen ist. Die NERNST'sche Formel leitet sich aus dem Massenwirkungsgesetz ab:

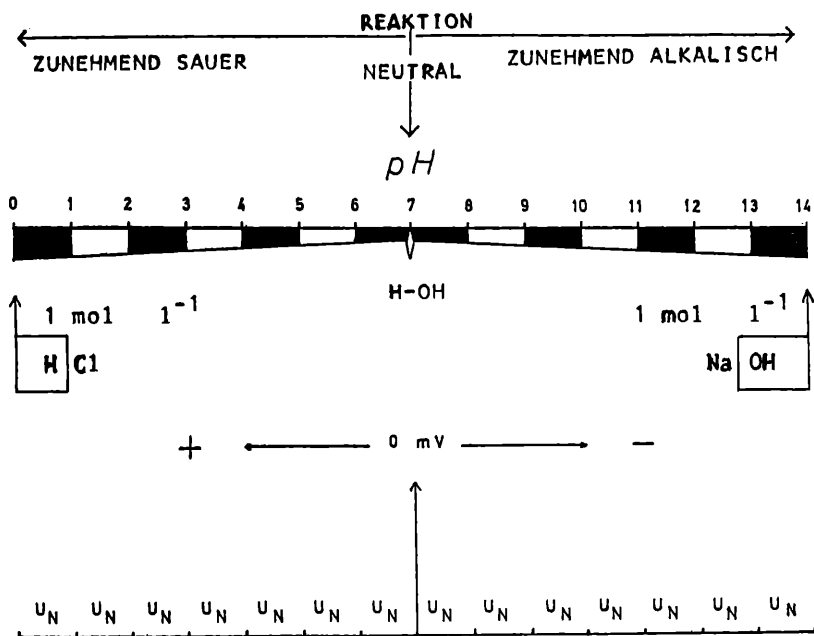


Abb. 2
Schema der pH-Skala und der elektrometrischen Messung des pH-Wertes

$$E = \ln \frac{c_1}{c_2} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F}$$

E	Potentialdifferenz des Zweiphasensystems (V)
c ₁	wirksame Ionenkonzentration in der vorliegenden Lösung auf der einen Seite der Ionencharakteristischen Phasengrenzschicht
c ₂	wie oben, auf der anderen Seite der Grenzschichte
R	Gaskonstante (J. mol ⁻¹ · K ⁻¹)
T	absolute Temperatur (K)
n	Wertigkeit des zu messenden Ions
F	FARADAY'sche Konstante (C. mol ⁻¹)

Diese Formel ist wesentlich zur Ermittlung der "Nernstspannung" (U_N). Für das üblicherweise gewählte Konzentrationsverhältnis von 10 : 1 und H⁺-Ionen beträgt die Nernstspannung demnach

$$U_N = \ln 10 \frac{R \cdot T}{F}$$

Wie man sieht, ist die Nernstspannung temperaturabhängig, für gleichwertige Ionen aber bei gleicher Temperatur konstant; für Wasserstoff-Ionen bei 20° C rund 58,16 mV. Die temperaturbedingten Veränderungen der Nernstspannung werden entweder automatisch durch einen Thermowiderstand in der Elektrode oder meist manuell durch Einstellen des Temperaturmeßergebnisses auf der Skala eines Temperaturpotentiometers (Drehpotentiometer) am Gerät kompensiert. Der elektrometrischen pH-Messung muß also im Normalfall eine Temperaturmessung vorangehen. Bei pH 7, dem erwähnten Gleichgewichtszustand zwischen H⁺- und OH⁻-Ionen, beträgt das gemessene Potential 0 mV. Mit zunehmend saurer Reaktion werden steigende positive Spannungen gemessen, mit zunehmend basischer Reaktion entsprechend negative. Die Spannungsdifferenz zwischen zwei benachbarten, ganzzahligen pH-Werten beträgt dabei stets den Wert der Nernstspannung (Abb. 2), bei pH 3 wird beispielsweise +4 · U_N (ungefähr +0,2 V), bei pH 14 - 7 · U_N (etwa -0,4 V) gemessen und der Einfachheit halber auf der Skala eines pH-Meters mit Analoganzeige beziehungsweise dem Ziffernfeld eines Gerätes mit Digitalanzeige gleich in pH ausgewiesen. Leider sind pH-Meter relativ heikle Meßinstrumente, die dazugehörnde Meßkette ist normalerweise aus Glas, der Anschaffungspreis ziemlich hoch. Ein an sich handliches und nicht allzu teures Gerät, das für Überblicksmessungen ausreicht (Genauigkeit etwa 0,1 pH), stellt die Firma Seibold in Wien (Wipplingerstraße 24) her.

Die Ausstattung zur Durchführung visuell-kolorimetrischer Bestimmungen des pH-Wertes ist zwar im allgemeinen leichter, doch sind die Ergebnisse auch ungenauer. Immerhin läßt sich die Bestimmung auch ohne vorhergehende Temperaturmessung durchführen. Hier gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die Verwendung flüssiger Indikatoren und die Verwendung von Indikatorstäbchen oder -papiere. Letztere können nur dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn die zu messende wäßrige Lösung entsprechend gut gepuffert ist, d.h. wenn bereits so viel einer schwachen Säure (Base) und des Salzes einer schwachen Säure (Base) enthalten ist, daß sich beim Verdünnen oder bei Säure-(Basen-)zusatz keine oder nur zögernde beziehungsweise unwesentliche pH-Veränderungen ergeben. Da normalerweise in der Natur vorkommendes Wasser nahezu ungepuffert oder nur schwach gepuffert ist, lassen sich auch die besten angebotenen Indikatorstäbchen oder -papiere zur pH-Bestimmung von Quell- und reinem Oberflächenwasser nicht gut verwenden. Um Überblicksmessungen bei Quellwasser durchzuführen, ist - richtige Anwendung vorausgesetzt - die Verwendung von Flüssigkeitsindikatoren gerade noch vertretbar. Sie verteilen sich in der Meßlösung und bilden einen Farbkomplex, der mit einer vorgegebenen Farbskala verglichen werden kann. Die Ergebnisse dürften in den meisten Fällen auf etwa 0,5 pH genau sein. Der größte Nachteil dieser Methode wirkt sich bei Quellwasser noch nicht aus: Das Wasser darf nämlich keine Eigenfarbe besitzen, da sonst das Ergebnis verfälscht beziehungsweise die Zuordnung zu den Farben der Farbskala schwierig wird. Ähnliches gilt für Trübungen.

Auf jeden Fall wird der pH-Wert am zweckmäßigsten an Ort und Stelle gemessen, da sich beim Transport von Wasser oft schon nach relativ kurzer Zeit zum Teil erhebliche Veränderungen ergeben.

Für den Bereich der niederösterreichischen Kalkvorpalen scheinen für Quellen ohne auffälligen Chemismus folgende Richtwerte Gültigkeit zu haben:

Kohlensäurereiches Quellwasser	pH 7, 3-7, 5
Karst-Quellwasser im allgemeinen	pH 7, 6-7, 8
Resurgenzen (Wiederaustritte von Oberflächenwasser mit pH meist > 8, 1..3, 2) oft pH ≥ 8	

Der pH-Wert kann im übrigen kurzfristigen (vgl. Abschnitt 6.2., Abb. 4) bis jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Aus dem gemessenen pH-Wert lassen sich durchaus schon erste Schlüsse ziehen.

Die kurzfristigen, jahreszeitlichen oder allenfalls fehlenden Schwankungen der Wassertemperatur geben Hinweise auf das Einzugsgebiet und die Tiefe der jeweils beobachteten Quelle. Es lassen sich auch daraus Schlüsse auf die zu erwartende Wassergüte ziehen. Je flacher und kleiner das Einzugsgebiet einer Quelle ist, umso stärker sind die Schwankungen der Wassertemperatur und der geförderten Wassermenge. Während oberflächennahe Schichten noch von den herrschenden Lufttemperaturen beeinflusst werden, herrschen schon wenige Meter unter der Erdoberfläche Gesteinstemperaturen, die etwa dem Jahresmittel der Lufttemperatur entsprechen. Je länger das Wasser in solchen Tiefen verweilt, umso mehr wird es der jeweiligen Gesteinstemperatur angepaßt. In diesem Zusammenhang wird auf die Abbildung 2 in G. BARDOLF (1978) sowie die dazu gehörenden Erläuterungen verwiesen. Je kürzer die Durchlaufzeit des Regenwassers bis zum Quellaustritt ist, umso größer sind die Schwankungen der Quellschüttung. Jedesmal, wenn es nicht regnet, tritt nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine starke Verminderung der Quellschüttung auf, die im Extremfall zum Versiegen führen kann. Bei einsetzenden Niederschlägen ist dann schon nach kurzer Zeit (etwas mehr als der Durchlaufzeit!) wieder eine Quellschüttung zu beobachten. Deshalb sind Angaben über unterschiedliche Quellschüttung (vgl. auch G. STUMMER, 1978) in Verbindung mit Temperaturmessungen aufschlußreich, besonders dann, wenn sowohl die Wassertemperatur als auch die Lufttemperatur gemessen wird. Hierbei ist bei Verwendung nur eines Thermometers zu beachten, daß zuerst die Lufttemperatur gemessen werden muß - ein feuchtes Thermometer zeigt infolge der Verdunstungskälte zu geringe Lufttemperaturen an. Sieht man von sehr teuren Meßinstrumenten ab, so wird die Wassertemperatur am zweckmäßigsten mit einem Quell- oder Wasserthermometer gemessen. Das Thermometer mit 1/10-Grad-Einteilung befindet sich in einem Metallgehäuse, das unten zu einem Becher erweitert ist. Nach dem Herausnehmen aus dem Wasser wird das Thermometer durch die Flüssigkeit im Becher für kurze Zeit auf dem Meßwert der Wassertemperatur gehalten.

Diese Schätzungen und Messungen werden möglichst von einigen zusätzlichen Angaben begleitet, die hier kurz in Form von Fragenangeführt werden:

Datum ? Uhrzeit ? Bewölkung ?

Wettererscheinungen ? (Nebel, Nieseln, Sprühregen, Schauer, eine Stunde nach Gewitter, usw.)

Entspricht die beobachtete Schüttung einem sehr hohen (Hochwasser), hohen, mittleren, niedrigen, sehr niedrigen Wasserstand ? (Hier hilft zur Schätzung unter Umständen eine aufmerksame Beobachtung der Umgebung, z. B. unter Wasser gesetzte Pflanzen, usw.)

Ist die Quelle gefaßt oder ungefaßt ?

Befindet sich auf gleicher Höhe oder höher gelegen ein Gebäude in der Nähe ? In welcher Entfernung etwa ? Welche Funktion hat es ? (Z. B. Stall, Wohnhaus, Jagdhütte).

Relativ einfach lassen sich auch grobe Angaben über die Farbe und Klarheit beziehungsweise Trübung des Wassers machen, in dem man ein mit dem Wasser ge-

fülltes Reagenzglas über ein rein weißes, bedrucktes oder beschriebenes Stück Papier hält. Von oben auf die Wasserschicht durch das Papier blickend, kann man erkennen, ob das Wasser farblos, schwach gelblich, schwach gelblichbraun oder schwach grünlich ist; ob es klar, fast klar, schwach opalisierend, opalisierend, schwach getrübt oder stark getrübt ist.

Aufgrund seiner Molekularstruktur ist Wasser ein sehr gutes Lösungsmittel. Wir treffen es deshalb in der Natur immer wieder als Transportmedium für aufzunehmende oder abzugebende Stoffe an. Wegen seiner guten Lösungseigenschaften liegt es auch, wie schon erwähnt, normalerweise nicht in chemisch reiner Form, sondern als sehr stark wässrige Lösung vor, enthält also eine ganze Reihe von Stoffen. In diesem Zusammenhang seien vorerst die Härtebildner, nach ihrer Bedeutung geordnet, genannt: Calcium, Magnesium, Barium und Strontium. Barium (27,35 mg BaO im Liter entsprechen 1°d) und Strontium (18,48 mg SrO in einem Liter Wasser entsprechen 1°d) sind von so untergeordneter Bedeutung, daß sie im Schema der Abbildung 3, das über die verschiedenen Arten der Härte sowie die bei der Härtebestimmung verwendeten Maßeinheiten Auskunft gibt, nicht voll berücksichtigt wurden.

Es genügt, von den drei wesentlichen Härtearten, Gesamthärte (GH), Karbonathärte (KH), permanente Härte (NKH), zwei zu bestimmen; die dritte läßt sich durch Berechnung ermitteln, aus praktischen Gründen meist

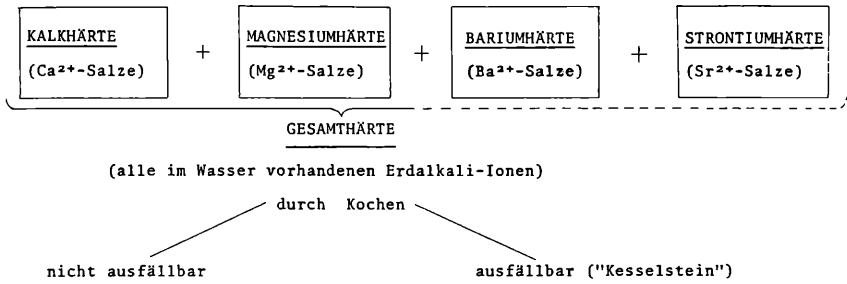
$$GH - KH = NKH$$

Beträgt die Gesamthärte beispielsweise 4 mmol/l, die Karbonathärte 3 mmol/l, so lautet die Berechnung zur Ermittlung der permanenten oder Nichtkarbonathärte $4 - 3 = 1$ mmol/l. Die erwähnten praktischen Gründe sind derart, daß sich von den drei Härtearten Gesamthärte und Karbonathärte am bequemsten bestimmen lassen.

Zur überblicksmäßigen Ermittlung der Gesamthärte eignen sich zwei handliche und durchaus erschwingliche Packungen, die die Firma MERCK in den Handel bringt. Das Prinzip ist in beiden Fällen gleich. Bei MERCK Art. Nr. 8011 (zu beziehen bei W. J. ROHRBECKS Nf, Wehr gasse 18, 1052 Wien, oder W. NEUBER GesmbH, Brückengasse 1, 1061 Wien) wird in 5 ml Wasserprobe eine (haltbare) Indikator-Puffertablette gelöst. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Lösung durch den in der Tablette enthaltenen, metallspezifischen Indikator (Eriochromschwarz T) rot. Was folgt, ist eine komplexometrische Titration im kleinen: Am Schraubverschluß der mit Titrierlösung gefüllten Flasche ist eine Präzisionspipette angebracht, mit deren Hilfe der Probe tropfenweise und unter Umschwenken des Probengefäßes ÄDTA-Dinatriumsalz-Lösung hinzugefügt wird, bis über einen grauen Zwischenfarbton der Umschlag nach grün erfolgt. Die Anzahl der bis zum Umschlag erforderlichen Tropfen entspricht der Gesamthärte in °d. Wesentlich ist, daß die Titrierlösung erst nach Auflösung der Indikator-Puffertablette hinzugefügt wird, und daß die Pipette gerade (senkrecht) gehalten wird. Luftblasen müssen ebenfalls vermieden werden; gegebenenfalls ist rechtzeitig Titrierlösung nachzufüllen. Das Umschwenken der Probe muß derart erfolgen, daß nichts verschüttet wird. Bei MERCK Art. Nr. 11104 (Bezugsquellen wie vorhin) werden an Stelle der Indikator-Puffertablette drei Tropfen eines ebenfalls lagerstabilen, metallspezifischen Flüssigindikators hinzugefügt, der der Tablette von vorhin entspricht. Er löst sich zögernd in Wasser und ist zuerst durch kreisförmiges Umschwenken des Probengefäßes vollständig aufzulösen. Die weitere Vorgangsweise entspricht der vorhin gegebenen Darstellung, jedoch wird die Titrierlösung direkt aus einer Flasche mit Tropfaufsatz tropfenweise zugesetzt. Hierbei ist das Fläschchen unbedingt senkrecht zu halten. Das Risiko von das Meßergebnis beeinflussenden Ungenauigkeiten scheint bei dieser Packung etwas größer zu sein als bei der vorhergehenden. Da beiden Packungen - sie erlauben die Bestimmung von jeweils gegen 50 Proben - die gleiche Methode zugrunde liegt, sind in Karstgebieten keine Störungen zu erwarten, die sich durch Farbabweichungen manifestieren.

Noch problemloser gestaltet sich die Bestimmung der Karbonathärte, weshalb zur überblicksmäßigen Ermittlung ebenfalls eine kleine und nicht zu teure Packung im

WASSERHÄRTE



NICHTKARBONATHÄRTE

= BLEIBENDE = PERMANENTE HÄRTE

= MINERALSAUREHÄRTE

(als Chloride, Sulfate, Nitrate, Silikate, Phosphate, Humate gebundene Erdalkalien)

KARBONATHÄRTE = VORÜBERGEHENDE

= TEMPORÄRE = NICHTPERMANENTE HÄRTE

Calciumhydrogencarbonat, Magnesiumhydrogencarbonat, ...
(Karbonate und Bikarbonate der Erdalkalien, durch freie Kohlensäure in Lösung gehalten)

MASSEINHEITEN DER WASSERHÄRTE

- 1) MOL PRO KUBIKMETER (mol/m³) bzw. MILLIMOL PRO LITER (mmol/l) ERDALKALIIONEN [SI]
1 mmol/l $\hat{=}$ 5,60°d
- 2) DEUTSCHE HÄRTEGRADE (°d, auch °dH oder DHG)
1°d $\hat{=}$ 10 mg CaO/l oder 7,19 mg MgO/l $\hat{=}$ 0,178 mmol/l Erdalkali-Ionen
- 3) FRANZÖSISCHE HÄRTEGRADE (°fr, vereinzelt auch °frH)
1°fr $\hat{=}$ 10 mg CaCO₃/l
- 4) ENGLISCHE HÄRTEGRADE (°engl.H)
1°engl.H $\hat{=}$ 10 mg CaCO₃/0,7 l
- 5) HÄRTEANGABE IN 'PARTS PER MILLION' (ppm) CaCO₃ (vor allem in den USA)
1 ppm $\hat{=}$ 1 mg CaCO₃/l $\hat{=}$ 0,056°d $\hat{=}$ 0,01 mmol/l Erdalkali-Ionen
- 6) MILLIGRAMMÄQUIVALENT PRO LITER (mval/l) ERDALKALIIONEN
1 mval/l $\hat{=}$ 2,8°d $\hat{=}$ 0,50 mmol/l Erdalkali-Ionen

RELATIONEN

0,8°d $\hat{=}$ 1,43°fr $\hat{=}$ 1°engl.H,
1°d $\hat{=}$ 1,79°fr $\hat{=}$ 1,25°engl.H

ANGABE DER WASSERHÄRTE NACH GRUPPEN

> 5,35 mmol/l	(> 30°d)	sehr hart		
3,21 5,35 mmol/l	(18 30°d)	hart		
2,14 3,21 mmol/l	(12 18°d)	etwas hart	}	mittelhart
1,43 2,14 mmol/l	(8 12°d)	mittelhart		
0,71 1,43 mmol/l	(4 8°d)	weich		
0,00 0,71 mmol/l	(0 4°d)	sehr weich		

Abb. 3

Handel ist. Der Aquamerck Carbonathärte-Test, MERCK Art. Nr. 11 103 (Bezugsquellen wie vorhin, reicht ebenfalls für etwa 50 Bestimmungen) stellt ebenfalls eine (entsprechend ungenauere) Kleinausgabe der exakten, acidimetrischen Standardmethode zur Bestimmung der Karbonathärte dar. 5 ml Wasserprobe werden mit drei Tropfen Mischindikator versetzt, der sich sofort löst und die Probe bei Anwesenheit von Härtebildnern blau färbt. Nun wird, wieder unter Beachtung der vorhin gegebenen Hinweise, tropfenweise Titrierlösung (Salzsäure) hinzugefügt, bis die Farbe der Probe über grauviolett nach einem fleischsaftfarbenen Rotumschlägt. Störungen sind bei Quellwasser in Karstgebieten nicht zu erwarten. Es kann jedoch vorkommen, daß der für die Karbonathärte gefundene Wert höher ist als das Ergebnis der Gesamthärtebestimmung. Da nach dem Schema in Abbildung 3 die Karbonathärte bloß ein Teil der Gesamthärte ist, kann sie die Gesamthärte nicht übersteigen. Da möglicherweise Ungenauigkeiten vorliegen könnten, wird in solchen Fällen folgende Vorgangsweise empfohlen: Am zweckmäßigsten ist es, die Meßgefäße nochmals gründlich mit dem zu bestimmenden Wasser zu spülen. Anschließend werden Gesamthärte und Karbonathärte sorgfältig (nicht zu rasch) nochmals bestimmt. Ergeben sich keine Abweichungen von den zuerst gefundenen Ergebnissen, so ist wahrscheinlich, daß das Meßergebnis stimmt. In diesem Falle liegen nämlich mehr Karbonat- und Hydrogenkarbonat-Ionen als Erdalkali-Ionen vor. Erforderlich wird somit eine Korrektur des Wertes für die Gesamthärte. Hier wird nochmals das Ergebnis der Karbonathärte-Bestimmung eingesetzt, und die Differenz zwischen Karbonathärte - Gesamthärte und dem bei der Gesamthärtebestimmung gefundenen Meßergebnis als "Austauschhärte" neben der Karbonathärte angeführt.

Wie bereits eingangs erwähnt, gibt es bei Karstquellen hinsichtlich der Nutzung als Trinkwasser in bezug auf die Wasserhärte selten Probleme, im Gegenteil. Hohe Werte der Nichtkarbonathärte könnten unter Umständen durch Magnesiumsulfat bedingt sein. Größere Mengen Magnesiumsulfats (es werden Werte ab etwa $1,5 \text{ mol/m}^3$ genannt) wirken irritierend auf den Verdauungstrakt des Menschen (Durchfallerscheinungen). Eine Verwendung als Trinkwasser wäre damit ausgeschlossen. Dieses Problem scheint jedoch fast ausschließlich auf Gebiete beschränkt zu sein, in denen die Verdunstung meist höher ist als der Niederschlag. In unseren Karstgebieten tritt mitunter hohe Nichtkarbonathärte auf, die - wenn sie nicht durch Verschmutzung bedingt ist - meist durch hohen Gehalt an Calciumsulfat hervorgerufen wird, wenn Gipslagerstätten im Einzugsbereich der Quelle liegen. Hierbei ist zu beachten, daß ab etwa 2 mol/m^3 Sulfatgehalt Wasser imstande ist, Beton anzugreifen.

In erster Linie wirkt sich eine Abweichung der Wasserhärte von etwa "mittelhart" auf den Wohlgeschmack aus und beeinträchtigt besonders Aroma und Aussehen mit Wasser zubereiteter Genußmittel (Tee, Kaffee, Kakao).

Die in Seifen enthaltenen Fettsäuren gehen mit den im Wasser enthaltenen Härtebildnern unlösliche Kalk- beziehungsweise Magnesiumseifenverbindungen ein. Damit geht ein der Wasserhärte entsprechend geringerer oder höherer Anteil der Waschkraft, der eben zur Bindung der Härtebildner aufgewendet wird, verloren. Das spielte früher beim Wäschewaschen eine erhebliche Rolle. Abgesehen vom mehr oder weniger hohen Seifenverbrauch lagerten sich die erwähnten Kalk- und Magnesiumseifen im Gewebe an und schädigten dieses. Die heute im Handel befindlichen Waschmittel enthalten Stoffe, die die Kalk- beziehungsweise Magnesiumseifenbildung verhindern, wodurch dieses Problem an Bedeutung verloren hat, womit jedoch hinsichtlich der Belastung der Oberflächengewässer nur neue Probleme geschaffen worden sind. Für die Konservenindustrie und die Spirituosenherzeugung ist selbst "normales" Karstwasser zu hart; auch zum Gerben, Bleichen, Färben sowie zur Zelluloseherstellung (Zellstoff- und Papierindustrie) scheint eine Behandlung des Wassers in fast allen Fällen angebracht. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Enthärtung bloß "mittelharten" Wassers wesentlich billiger kommt als die Behandlung härteren Wassers. Die in der Elektroheizungstechnik in Kesseln verwendete Magnesium-Schutzanode verhindert bei normalem Karstwasser auf längere Zeit das Ansetzen von Kesselstein. Sonst ist bei Verwendung als Kesselspeise- oder Kühlwasser

eine Behandlung des Wassers aus Karstquellen im allgemeinen ratsam, bei Hochdruckkesseln stets erforderlich. Bei der meist zu erwartenden mittleren Härte ist das mit modernen Verfahren noch durchaus wirtschaftlich. Gipswässer sind jedoch auch für Brauchzwecke nicht geeignet.

Damit ist die Reihe jener Bestimmungsstücke, die bei Beachtung der mötigen Sorgfalt überblicksmäßig praktisch von jedermann ohne besondere Ausbildung oder größeren Aufwand ermittelt werden können, beendet. Nicht zu Ende ist allerdings die große Zahl der immer wieder im Wasser anzutreffenden gelösten Stoffe. Deren Bestimmung erfordert jedoch eine entsprechende Schulung und, besonders dann, wenn exakte Werte ermittelt werden sollen, ein Labor (zumindest als Basis).

Wird im Wasser aus Karstquellen Ammoniak, Ammonium, Nitrit und/oder Phosphat nachgewiesen, so deutet das im Normalfall auf Verschmutzungen hin. Eine Verwendung als Trinkwasser scheidet damit aus. Nicht so sichere Verschmutzungsindikatoren sind in Karstgebieten Abweichungen vom "üblichen" Sulfat-, Nitrat- oder Chlorigehalt. Höhere Sulfat- oder Chlorigehalte können vor allem dann natürlich bedingt sein, wenn Werfener Schichten als Wasserstauer fungieren. In diese sind gelegentlich Gips- oder Salzlagerstätten eingebettet, die angelöst werden. Normalerweise enthält jedoch Karstwasser nicht allzuviel Sulfat (offenbar meist $< 0,4 \text{ mol/m}^3$) und ist ausgesprochen chloridarm (meist $< 0,1 \text{ mol/m}^3$). Der Nitratgehalt liegt meist unter $0,08 \text{ mol/m}^3$. Lediglich in ausgesprochenen Dolomit-Einzugsgebieten konnten verhältnismäßig etwas höhere, naturbedingte Nitratgehalte festgestellt werden, die jedoch nicht annähernd kritische Werte erreichen. Immerhin könnte das vegetationsbedingt sein (*Pinus sylvestris*) und wäre somit eine Parallele zu den Beobachtungen von K. HÖLL (1963, in: Vom Wasser). Diesbezügliche Untersuchungen konnten noch nicht abgeschlossen werden.

Während durchaus geringe Mengen Zink enthalten sein können, sind Kupfer, Eisen und Mangan normalerweise nicht in Karstwasser enthalten. Besonders die Eisen- und Manganfreiheit wirkt sich günstig auf die Wassergüte aus.

Aufgabe der bakteriologischen Untersuchung - auch für sie ist ein Labor unbedingt erforderlich - ist es, über den Nachweis bestimmter Bakterien im Wasser Aufschlüsse über die Wassergüte vom hygienischen Standpunkt zu gewinnen, das heißt herauszufinden, ob das untersuchte Wasser rein ist. Bakterien sind einzellige Organismen, die sich von den einzelligen Tieren durch Fehlen des Zellkerns unterscheiden, andernfalls sie ungleichmäßig verteilte Kernäquivalente (Nucleoide) aufweisen, Abgesehen davon, daß selbstverständlich keinerlei Krankheitserreger im Trinkwasser vorhanden sein dürfen, richtet sich das Hauptaugenmerk auf die Gesamtkeimzahl (erkenntbare Bakterienzahl in 1 ml untersuchten Wassers) sowie auf das Vorhandensein von Colibakterien und gegebenenfalls auch anderer obligater Darmbewohner (vor allem Enterokokken).

Bei der Bestimmung der Gesamtkeimzahl hat es immer wieder heftige Diskussionen in der Fachwelt gegeben, da nachgewiesen werden konnte, daß nicht wirklich alle Keime stets erfaßt werden können. Immerhin läßt sich aus der Keimzahl ableiten, wie weit (fast) unfiltriertes Oberflächenwasser an einer Quelle (mit) zutage tritt. Bei einer verhältnismäßig großen Zahl harmloser Keime muß die Wahrscheinlichkeit, daß gelegentlich einmal auch Krankheitserreger in jenes Quellwasser geraten könnten, hoch angesetzt werden. Die Grenze des Tragbaren hat man recht willkürlich mit 100 Keimen pro Milliliter angesetzt. Wesentlich ist jedoch, daß heute die Bestimmungsmethoden weitgehend normiert sind, wodurch sich eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse in den meisten Fällen ergibt. Zum Nachweis gewisser Bakterien im Wasser und zur Ermittlung von deren Zahl werden bestimmte Wassermengen auf Nährlösungen oder Nährböden gebracht. Auch diese sind, wenn sie für Routineuntersuchungen verwendet werden, normiert und so zusammengesetzt, daß im Zuge der nachfolgenden Bebrütung bei ebenfalls ganz genau einzuhaltenden Temperaturen bestimmte Arten in ihrem Wachstum gefördert, gegebenenfalls andere jedoch unterdrückt werden. Häufig werden auch die erwähnten Wassermengen durch spezielle Filtermembranen gesogen, die so beschaffen sind, daß sie für Wasser (und später Nährlösungen) durch-

lässig, für Bakterien aber undurchlässig sind. Nach dem Filtriervorgang wird die Membran auf entsprechende (feuchte) Nährböden gelegt, und die hängengebliebenen Bakterien können sich auf Grund der durch das Filter dringenden Nährlösung im Zuge der bebrütung entwickeln. Danach werden die Kolonien, die sich aus den Bakterien gebildet haben, und die im übrigen auch mit freiem Auge erkennbar sind, gezählt und bei Bedarf weiteren Bestimmungen unterzogen. Im Bereich der Wasseruntersuchung werden wohl kaum serologische Bestimmungsmethoden verwendet, vielmehr sind vor allem biochemische Eigenschaften geeignet, Unterscheidungen zu treffen.

Etwa ein Fünftel der im menschlichen Stuhl vorhandenen Bakterien dürfte den Colibakterien zuzuordnen sein, die in jedem Warmblüter-Darm zu finden sind. Unter Zugrundelegung der von H. P. MOCHMANN (1955) genannten Zahlen bedeutet das, daß der Mensch pro Tag mehrere hundert Billionen Colibakterien ausscheidet. Werden daher Colibakterien im Wasser gefunden, so gilt das als Beweis fäkaler Verunreinigung. Bei Quellen, in deren Wasser sich diese Darmbakterien nachweisen lassen, kann somit nicht ausgeschlossen werden, daß gelegentlich auch Krankheitserreger über die offenbar ins Quellwasser gelangenden Ausscheidungen abgegeben werden. Bei der Untersuchung wird ferner zwischen "coliformen Keimen" und vor allem der "*Escherichia coli*" unterschieden, von der es wiederum mehrere Typen gibt, die sich durch besondere biochemische Eigenschaftskombinationen aus der zuvor genannten Gruppe abheben. In 100 ml Trinkwasser sollen keine coliformen Keime, somit also auch nicht *Escherichia coli*, nachweisbar sein.

In diesem Zusammenhang muß wieder einmal mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen werden, daß Karstquellen sehr leicht durch Fäkalien verunreinigt werden können. Die durch Lösungsverwitterung erweiterten Klüfte und Spalten im Karbonatgestein der Karstgebiete legen den durch die spärliche, oft sogar fehlende Bodendecke in sie vorgedrungenen Bakterien keinerlei Hindernis mehr in den Weg. Das Wasser wandert erstaunlich rasch durch die für Bakterien ausgesprochen wegsamen Karstgefäße zum Quellaustritt. Dabei ergeben sich bekanntlich in Karstgebieten überdies Schwierigkeiten in der Abgrenzung von Einzugsgebieten, die nur höchst selten aus den Oberflächenformen abgeleitet werden können. Dadurch erfährt das Hygiene-Problem lediglich eine weitere Verschärfung. Karstquellen sind daher vom Standpunkt der Wasserhygiene als gefährdet einzustufen und kommen somit gleich nach Uferfiltrat.

Oberirdische Fließgewässer

Oberirdische Fließgewässer werden gelegentlich zur Gewinnung von Brauchwasser herangezogen. Viele werden als Fischwasser genutzt. Ganz allgemein wird gefordert, daß sie imstande sein sollen, sich ohne weiteres selbst zu reinigen. Generell soll eine "gute" Wasserqualität angestrebt werden. Was darunter verstanden wird, soll im folgenden erläutert werden.

Jedes Gerinne trägt in bezug auf die chemische Zusammensetzung seines Wassers individuelle Züge. Trotzdem lassen sich, ähnlich wie bei der Einteilung der Menschen nach charakterlichen Eigenschaften, bestimmte Typen erkennen, über die an anderer Stelle zu berichten sein wird, da für Karstgebiete nur ein relativ kleiner Ausschnitt des gesamten Spektrums in Frage kommt. Eine derartige Typisierung ist deshalb interessant, weil sich räumliche Zuordnungen treffen lassen und eine grobe Information über die Belastbarkeit, die je nach Typ unterschiedlich ist, gegeben werden kann.

Da die Speisung vorwiegend aus Karstquellwasser erfolgt, ist die chemische Zusammensetzung des Flußwassers in Karstgebieten grundsätzlich ähnlich. Der pH-Wert liegt jedoch deutlich im alkalischen Bereich, meist bei etwa 8,2 bis 8,45. Unter natürlichen Bedingungen, das heißt, wenn keine massive Stoffzufuhr erfolgt, wird der für die meisten Wassertiere bereits kritische Wert von etwa pH 9 nie erreicht. Im Bereich starker Quellen können auch auf kurzen Abschnitten etwas niedrigere Werte

als vorhin angegeben auftreten, die bei Durchmischung wieder rasch ziemlich hoch ansteigen.

Hinsichtlich der Bestimmungsmethoden gilt das im ersten Abschnitt Festgestellte. Im Normalfall reicht die Pufferung ebenfalls nicht, um den Einsatz von Indikatorstäbchen oder -papieren zweckmäßig erscheinen zu lassen. Unterhalb von Industriebetrieben oder größeren Siedlungen kann das Wasser aufgrund diverser Verschmutzung jedoch trüb werden oder eine Eigenfarbe annehmen, die das Ergebnis visuell-kolorimetrischer Bestimmungsmethoden mittels Flüssigindikatoren verfälscht, in manchen Fällen sogar unmöglich macht.

Bäche verhalten sich anders als größere Flüsse. Bei guter Belüftung (mit CO_2 -Zufuhr) kommt Wasser kleiner Gerinne häufiger und intensiver mit dem Untergrund in Berührung als Wasser, das im größeren Verband von Flüssen dahinfließt. Dabei kommt es zum Anlösen vor allem der Karbonate; pH-Wert und Härte werden dabei zunächst erhöht. Auch die Durchmischung beim Zusammentreffen verschiedenartigen Karstwassers führt bekanntlich zu erhöhter Lösungsbereitschaft. Flußwasser ist somit härter als Karstquellwasser; durch Verschmutzung nimmt die Härte im allgemeinen noch zu. In diesem Zusammenhang und bezüglich der Härtebestimmung wird auf den ersten Abschnitt verwiesen. Hinzuzufügen ist lediglich, daß bei sehr starker Belastung mit organischer Substanz, was bereits anhand der Färbung erkennbar ist, Störungen bei der Gesamthärtebestimmung auftreten können, die sich nur vom Fachmann beseitigen lassen. Sie lassen sich durch Ausfall des Farbumschlages nicht übersehen. Bei Anwesenheit von bei pH 4, 3 ... 8,2 puffernd wirkenden Verbindungen (Phosphorsäuren u. a.) sowie Basen oder anderen säureverbrauchenden Stoffen (z. B. Polyphosphaten) kann die Karbonathärtebestimmung gestört (verfälscht) werden. Gleiches gilt für eventuell ins Wasser gelangte Flockungsmittel.

Die im ersten Abschnitt erwähnten Verschmutzungsindikatoren - sie sind im Abwasser immer enthalten - sind unterhalb von Häusern und Siedlungen fast durchwegs nachweisbar. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß bei Kanalverlegungen viel zu wenig auf Dichtigkeit geachtet wird. Bei oberirdischen Fließgewässern in Karstgebieten scheint das Verhältnis Ammoniak (NH_3) Ammonium (NH_4) meist bei etwa 1:19 zu liegen, wobei Ammoniak in den Fließgewässern der Karstgebiete weitgehend beständig ist. Bei Konzentrationen um etwa 10 mmol/m^3 sind bereits Auswirkungen auf den Fischbestand zu erwarten; dieser Wert ist jedoch mit Vorsicht zu betrachten, da hierbei mehrere Faktoren (Wassertemperatur, pH, nicht zuletzt auch die Fischarten) eine Rolle spielen. Nitrit ist ebenfalls ein ziemlich starkes Fischgift; bei Oberflächengewässern in Karstgebieten treten jedoch selten kritische Situationen auf. Lediglich im Sommer werden bei massiver Verunreinigung auf kurzen Abschnitten und nur für verhältnismäßig kurze Zeiträume höhere Werte erreicht. Die Phosphatbelastung der Oberflächengewässer ist ein Problem, das vor allem in den beiden letzten Jahrzehnten akute Ausmaße angenommen hat. Nitrat-, Sulfat- und Chloridgehalte dürften sich in den Bächen und Flüssen der österreichischen Karstgebiete im Rahmen halten. Extrem hohe Sulfatgehalte sind bei uns in erster Linie naturbedingt und treten räumlich auf Gebiete mit Gipsvorkommen begrenzt auf.

Im Vergleich zu anderen Gewässern scheinen Oberflächengewässer in Karstgebieten verhältnismäßig stark mit Metallen belastbar, bevor es zu Störungen kommt.

Infolge der turbulenten Durchmischung der verschiedenen Wässer, die sich zum Bach oder Fluß vereinigen (dazu gehört auch das Wasser aus Einleitungen), sind chemische Wasseranalysen von Proben aus Fließgewässern als "Momentaufnahmen" zu verstehen. Eine schon nach kürzester Zeit entnommene weitere Probe kann durchaus andere Ergebnisse erbringen. Zu den interessantesten Arbeiten in diesem Zusammenhang zählt eine genaue Untersuchung des Liesingbaches (R. LIEPOLT, 1953). Die Unterschiede sind je nach Fluß und Entnahmestelle verschieden. Auch die Spannen der unterschiedlichen Ergebnisse zeigen individuell unterschiedliche Charakteristiken. Eine sorgfältig durchgeführte Stichprobenserie ist zweifellos sehr aufschlußreich, erfordert jedoch verhältnismäßig viel Zeit.

Der bakteriologischen Untersuchung kommt bei Oberflächengewässern nicht die wesentliche Rolle wie bei der Trinkwasseruntersuchung zu, da andere hygienische Maßstäbe gelten. Oberirdische Fließgewässer haben nun einmal (im Gegensatz zu Quellen) stets eine hohe Keimzahl, es sei denn, sie wären ausgesprochen nährstoffarm oder durch Einleitung bakterizider (=giftiger !) Abwässer darstisch beeinflusst. Dem bakteriologischen Befund kommt lediglich bei Schwimmbädern noch eine gewisse Bedeutung zu. An den relativ kalten Fließgewässern der Karstgebiete gibt es kaum solche Einrichtungen.

Die Zahl der im Wasser lebenden Organismen steht in einem bestimmten Verhältnis zu den Nährstoffen im Wasser. Diese sind weitgehend mit den bereits genannten "Verschmutzungsindikatoren" identisch. Sind kaum Nährstoffe im Wasser, so bleibt die Keimzahl unter Umständen noch unter 100 pro Milliliter. Da die Bakterien ihrerseits wieder die Nahrung anderer Organismen darstellen, findet man in solchen Gewässern nur wenige Bakterienfresser. Die in sauberem Wasser typischen Strudelwürmer, Kleinkrebse, Kleinmollusken, verschiedene Insektenlarven und vor allem Kiesel- und Zieralgen treten in einer gewissen Vielfalt in den Vordergrund. Mit zunehmendem Nährstoffangebot steigt die Keimzahl und damit die Zahl jener Organismen, die ihrerseits wiederum nur Teile ganzer Nahrungsketten sind. Dieser Zustand ist noch durchaus positiv - bei günstigen Ernährungsbedingungen beziehungsweise hohem Stoffumsatz entwickeln sich Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren (Biozöosen), die viele verschiedene Arten aufweisen. Bei weiter zunehmender Verschmutzung kommt es - zunächst vereinzelt, dann typisch - zur massenhaften Entwicklung bestimmter Mikroorganismen. Nur einige Arten können unter derlei extremen Bedingungen (wenig, zum Teil kein Sauerstoff im Wasser; Bildung von Schwefelverbindungen) bestehen; diese treten jedoch so dominierend auf, daß Zahlen von mehr als einer Million Keimen pro Milliliter ohne weiteres anzutreffen sind. Höhere Pflanzen oder Tiere halten derartige Lebensbedingungen meist nicht mehr aus, und bei weiterer Vergiftung des Wassers kann es auch zum (weitgehenden) Zusammenbruch der Mikrolebewelt kommen. Lebewesen überdauern kurzzeitige Schwankungen (hier gibt es allerdings große individuelle Unterschiede) und sind, sieht man davon ab, daß es in Fließgewässern zu Verschleppungen kommen kann, offenbar geeignet, indirekt Auskunft über die allgemeine Wassergüte zu geben.

Diese Tatsache wurde bereits Mitte des 19. Jahrhunderts erkannt. Seit Beginn dieses Jahrhunderts wurden von Biologen immer wieder Listen von "Leitorganismen", für bestimmte Nährstoffdargebote typischen Pflanzen und Tieren, publiziert, die zur Beurteilung der Wassergüte herangezogen werden können. Sie sind die Grundlage des Saprobiensystems, wie es die Biologie (R. KOLKWITZ und M. MARSSON, 1908, 1909) entwickelt hat. Dabei ist zu beachten, daß es nicht auf die eine oder andere, im Zuge einer Untersuchung festgestellte Art oder Spezies ankommt, sondern stets die gesamte Lebensgemeinschaft berücksichtigt werden muß, damit Fehlinterpretationen vermieden werden. Das System ist vierstufig, läßt aber auch (bei Zuordnung zu zwei Stufen) weitere drei Zwischenstufen zu.

1. Stufe: oligosaprob (fast nicht verunreinigt)
2. Stufe: β -mesosaprob (schwach verunreinigt)
3. Stufe: α -mesosaprob (stark verunreinigt)
4. Stufe: polysaprob (sehr stark verunreinigt)

Im Saprobiensystem, das für Belastung mit organischer Substanz entwickelt wurde, drücken die Lebensgemeinschaften der Stufe 1 vorwiegend Mineralisationsvorgänge (abgelaufene Oxidation), diejenigen der Stufen 2 und 3 oxidierende Vorgänge beziehungsweise anlaufende Oxidation, jene der Stufe 4 aber reduzierende Vorgänge aus. Der Sauerstoffgehalt im Wasser nimmt von Stufe 1 (meist gesättigt oder nahezu gesättigt) nach Stufe 4 (gegen Null) ab.

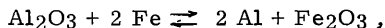
Seitens der Süßwasserbiologie sind verschiedene, mehr oder weniger stark auf dem Saprobiensystem basierende, sogenannte ökologische Verfahren entwickelt worden.

Einen Überblick über die zahlreichen, oft komplizierten und daher selten verwendeten biologischen Untersuchungsmöglichkeiten der Wassergüte gibt H. SCHWOERBEL (1966). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch H. B. N. HYNES (1971). Die Anwendung des Saprobiensystems und seiner später entwickelten Varianten ist eigentlich auf den deutschen Sprachraum beschränkt geblieben. Aber auch hier fehlte es nicht an kritischen Stimmen, die sich vor allem auf Einzelheiten bezogen (etwa, welche Organismen für welche Stufe nun wirklich repräsentativ wären, usw.). Aus der Fülle der später entwickelten Verfahren sei lediglich die Weiterentwicklung von H. LIEBMANN (1959) genannt. Rund ein halbes Jahrhundert nach Aufstellung des Systems durch den Botaniker R. KOLKWITZ und den Mikrobiologen M. MARSSON wurde angestrebt, unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen die Schwächen und Ansatzpunkte der Kritik weitestgehend zu beseitigen. Den vier Stufen des Saprobiensystems wurden überdies die Bezeichnungen Güteklasse I - IV und, der Reihe nach, die Farben blau, grün, gelb und rot zugeordnet. Die Zwischenstufen werden bei dieser Darstellungsmethode durch Schraffur in den Farben der beiden benachbarten Stufen angegeben. Überdies finden Sonderfälle (vor allem Verödungs-, Vernichtungszonen) Berücksichtigung. Seit mehreren Jahren wird in Österreich von der Bundesanstalt für Wassergüte in Wien das biologische Gütebild der größeren Fließgewässer für den Wasserwirtschaftskataster beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft erstellt. Methode und Art der Darstellung basieren im wesentlichen auf den Vorstellungen von H. LIEBMANN. Wiederholte Bearbeitungen ergeben Hinweise auf die Entwicklungen an, beziehungsweise in den größeren Fließgewässern Österreichs und bilden die Grundlage für allfällige Maßnahmen. In zunehmendem Maße wird auch der in seiner Bedeutung nicht zu unterschätzende Raumbezug angestrebt, wobei es nicht nur auf die Art der Gewässerbelastung (z. B. häusliches Abwasser und Fremdenverkehr, Zellulose- und Papierindustrie usw.) ankommt, sondern - etwa im Sinne der am Beginn dieses Abschnittes angedeuteten Typen - auch auf die geologisch-morphologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet. Dabei kann es in Karstgebieten durchaus naturbedingt zu einer gewissen Anreicherung von Nährstoffen kommen, weshalb sich in Wasserläufen der Karstgebiete oft ohne Einflußnahme durch den Menschen sehr bald die Güteklasse I-II oder II einstellt. Da es überdies, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, auf die Wassermenge eines Fließgewässers und die Tiefe des Bach- oder Flußbettes ankommt, wurden schon sehr bald, vor allem aus der Schweiz (P. STEINMANN und G. SURBECK, 1918) und in weiterer Folge immer wieder, Bedenken laut, das Saprobiensystem an den strömenden beziehungsweise schnell fließenden (und dadurch überaus gut belüfteten) Flüssen der Alpen als Maß für die Bewertung der Wassergüte heranzuziehen. Das Ergebnis wird in diesen Fällen nämlich verfälscht, indem es zu günstig ausfällt.

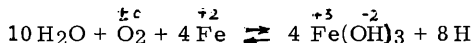
Obwohl vor dem 2. Weltkrieg in den USA ähnliche Ansätze wie bei R. KOLKWITZ und M. MARSSON zu beobachten sind, hat man sich dort und generell außerhalb des deutschen Sprachraums nie zur Aufstellung eines möglichst allgemein gültigen Schemas zur abgestuften Erfassung der Verschmutzung durchgerungen. Nach dem in Kanada tätigen britischen Biologen H. B. N. HYNES (1971) wäre gerade diese Aufgabenstellung die größte Schwäche des Saprobiensystems und seiner Varianten. Die verschiedenen Arten der Belastung und Verschmutzung könnten durch ein so starres System nicht zufriedenstellend berücksichtigt werden. Richtigerweise wird dabei festgestellt, daß die Anwendbarkeit eigentlich nur auf Verschmutzung mit organischer Substanz beschränkt bleibt (trotz einiger Verbesserungsversuche) und hier nicht genügend differenziert. Die Methode versagt eigentlich, wenn es um die Einleitung von Giften oder nicht-organischen, belastenden Stoffen geht.

Da die einzelnen Stufen des Saprobiensystems einigermaßen mit chemischen Prozessen korrelieren, müßte sich das Milieu, in dem die erwähnten Lebensgemeinschaften gedeihen, und das zum Teil auch von ihnen mitbestimmt wird, über das elektrochemische Verhalten des Wassers - zumindest im Sinne der Momentaufnahme - erfassen lassen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang eine Möglichkeit, mit

Hilfe dreier Bestimmungsstücke - Wassertemperatur, pH, Redoxpotential - einen groben Überblick über die Belastung eines Gewässers zu erhalten. Dabei ist die Erfassung der Wassertemperatur vor allem Voraussetzung für die Messung mit Elektroden. Dies und die elektrometrische Erfassung des pH- Wertes wurde bereits im ersten Abschnitt erläutert. Das Redoxpotential ist jene Spannung, die sich beim Eintauchen eines Elektrodensystems aus Edelmetall- und Normalwasserstoff-Elektrode in ein Redox-Gemisch ergibt. "Redox" steht als Abkürzung für das Nebeneinander von Reduktion und Oxidation, wobei entweder Sauerstoff von einem reagierenden Stoff (Reduktion) an einen weiteren reagierenden Stoff (Oxidation) abgegeben wird, zum Beispiel



oder die Oxidationszahlen von Elementen der reagierenden Stoffe eine Veränderung erfahren (Reduktion : Oxidationszahl - sie entspricht bei Metallen der Wertigkeit - wird herabgesetzt; Oxidation umgekehrt: Erhöhung der Oxidationszahl), beispielsweise



In beiden Fällen gehen im Zuge von Halbreaktionen Oxidations- und Reduktionsprozesse nebeneinander vor sich. Meßtechnisch erfaßbar sind Redoxpotentiale nur über Potentialdifferenzen, deshalb auch wieder die Verwendung einer Bezugselektrode. Erfasst wird dabei die Spannung an der Edelmetall-Elektrode (positiv oder negativ, gemessen in Volt). Bezogen auf die Normalwasserstoff-Elektrode läßt sich ermitteln, welche Vorgänge im Redox-Gemisch vorherrschend wirksam sind. Beim Elektrodenmetall handelt es sich vorzugsweise um Platin, gelegentlich auch um Gold oder Palladium (vgl. a. E. NEBE und H. NÖSEL, 1977). Die Normalwasserstoff-Elektrode ist meist durch ein Bezugssystem aus Silber/Silberchlorid, beziehungsweise Quecksilber/Kalomel ersetzt. Die dabei erzielten Abweichungen vom Potential gegenüber Wasserstoff sind temperaturabhängig, aber konstant. Die Bezeichnung für das auf die Normalwasserstoff-Elektrode bezogene Redoxpotential ist E_0 . Bei der soeben erwähnten Verwendung anderer Bezugselektroden muß daher das zwischen Edelmetall-Elektrode und Bezugselektrode gemessene Potential um die jeweilige Temperatur des Meßgutes geltende Differenzspannung korrigiert werden (bei 20° C also +0,243 V bei Verwendung einer Bezugselektrode mit Kalomel gesättigt, beziehungsweise +0,206 V bei Silber/Silberchlorid, 3 mol/l).

Der rH-Wert weist insofern eine Parallele zum pH auf, als damit der negative dekadische Logarithmus des Wasserstoffdruckes (in Atmosphären) ausgedrückt wird (vgl. in diesem Zusammenhang die Erläuterungen zum pH am Beginn des ersten Abschnittes). Wasserstoffperoxid hat die chemische Formel H_2O_2 , deshalb geht es hier nicht um das Ionenprodukt $\text{H} \cdot \text{OH}$, sondern analog um die Komponenten $\text{H}_2 \cdot \text{O}_2$. Bei H_2 -Sättigung (dem ersten markanten Punkt der rH-Skala) entsteht an der Edelmetall-Elektrode das Maximum an Wasserstoffdruck (H_2 -Gasdruck), unter Normalbedingungen (0 m, 0° C) $1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ (entspricht 1 Atmosphäre), gleichzeitig das Minimum an Sauerstoffdruck (O_2 -Gasdruck), unter den obgenannten Bedingungen $1,01325 \cdot 10^{-37} \text{ N/m}^2$ (bzw. $1 \cdot 10^{-42}$ Atmosphären). Bezüglich der tatsächlich ermittelten Werte spielt neben Abweichungen von den Normalbedingungen auch der pH-Wert des Gemisches eine nicht unerhebliche Rolle. Das Minimum an H_2 -Gasdruck ($1,01325 \cdot 10^{-37} \text{ N/m}^2$ oder $1 \cdot 10^{-42}$ Atmosphären) entspricht gleichzeitig einem O_2 -Gasdruck von $1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ (oder 1 Atmosphäre). Der Wasserstoffdruck bewegt sich demnach zwischen $1 \cdot 10^0 (= 1)$ und $1 \cdot 10^{-42}$ Atmosphären. Da die rH-Skala die negativen dekadischen Logarithmen der in jenem Bereich möglichen Werte umfaßt, reicht sie von 0 bis 42. Bei rH 0 besteht im Redox-Gemisch durch den höchstmöglichen Wasserstoffdruck ein (je nach Temperatur und pH unterschiedliches) maximales Reduktionsvermögen. Das Reduktionsverhalten nimmt mit abnehmendem H_2 -Gehalt ab. Hand in Hand damit geht eine Erhöhung der Oxidationskraft, die schließlich überwiegt und bei rH 42 ihr Höchstmaß erreicht. Meist wird die rH-Skala wie folgt gegliedert (vgl. auch E. NEBE und H. NÖSEL, 1977):

rH	0 - 9	stark reduzierend
rH	9 - 17	schwach reduzierend
rH	17 - 25	eher indifferent, mit schwach ausgeprägten Tendenzen
rH	25 - 34	schwach oxidierend
rH	34 - 42	stark oxidierend

Die NERNST'sche Formal (Erläuterungen im ersten Abschnitt) gilt in abgewandelter Form, indem statt c_1 die H-Ionenkonzentration des Redox-Gemisches (c_{H^+}) gesetzt wird, und c_2 durch die H_2 -Konzentration an der Edelmetall-Elektrode, ausgedrückt als $\sqrt{P_{H_2}}$, ersetzt wird. Sie lautet nun

$$E_o = \ln \frac{c_{H^+}}{\sqrt{P_{H_2}}} \cdot \frac{R \cdot T}{n \cdot F}$$

beziehungsweise für die Ermittlung des rH-Wertes

$$rH = 2 \left(\frac{E_o}{U_N} + pH \right)$$

Wird bei 20° C ein PH-Wert von 7,0 und (bei Verwendung einer Silber/Silberchlorid-Referenzelektrode) ein Potential von +0,330 V gemessen, so beträgt der rH-Wert

$$rH = 2 \cdot \left(\frac{0,330 + 0,206}{0,05816} + 7 \right) = 2 \cdot (9,22 + 7) = 32,4$$

Die Kommastellen können weitgehend vermieden werden, wenn man durchwegs in Millivolt rechnet.

Der rH-Wert von Wasser ist zunächst indifferent und wandert bei der Anlösung von Stoffen sofort in den oxidierenden Bereich. Mit zunehmender Belastung sinkt der rH-Wert wieder in den indifferenten Bereich (mit Tendenzen zur Reduktion) ab. Nur gelegentlich werden schwach reduzierende Verhältnisse beobachtet. Wegen des soeben geschilderten Verhaltens kann der rH-Wert allein nicht zur Beurteilung der Belastung eines Gewässers herangezogen werden. Der pH-Wert spielt jedoch bei der Beurteilung von Redox-Gemischen eine wesentliche Rolle. Er steigt bei den üblichen Lösungsvorgängen zunächst stark an, um nach einiger Zeit wieder etwas abzusinken. Diese Tatsache hat im Betrieb von Wasserwerken (zumindest im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland), die aggressives weiches oder hartes Wasser aus betriebstechnischen Gründen nach dem Kalkhydrat-Verfahren oder einer darauf basierenden Variante behandeln, einige Zeit immer wieder Schwierigkeiten mit sich gebracht. Die Dosierung des kalkigen Materials (Kalkhydrat, Kalkmilch, Kalkwasser) hat, will man Verkrustungen im Leitungsnetz vermeiden, sehr genau zu erfolgen, weshalb eine kontinuierliche Überprüfung des pH-Wertes des behandelten Wassers unvermeidbar ist. Angestrebt wird dabei jener pH-Wert, bei dem ein Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht besteht (Gleichgewichts-pH); je nach Wasserhärte verschieden, im Bereich etwa pH 7,9 - 8,5. Dabei hat sich - eben aus dem vorhin genannten Grund - als wichtig herausgestellt, daß diese pH-Messung nicht gleich hinter der Dosieranlage vorgenommen wird, sondern erst nachdem das Wasser längere Zeit in einem Reaktionsbehälter verweilt hat. Derartiges läßt sich natürlich auch im Laborversuch beobachten. Für eine Anzahl von Versuchen, die zwar vollkommen gleichartig waren, aber leider nicht unter wirklich idealen Bedingungen vorgenommen werden konnten, hat sich der in Abbildung 4 dargestellte, mittlere Verlauf von pH, Redoxpotential und rH ergeben. Dabei wurde (nacheinander fünf Mal) destilliertes Wasser 15 Minuten lang intensiv mit Hilfe eines Magnetrührwerkes belüftet und sodann mit 0,58 mol/m³ (≈ 58 mg/l) reinen Kalks (Calciumcarbonat, gefällt) versetzt. Ab diesem Zeitpunkt wurde etwa dreieinhalb Stunden lang belüftet, wobei die genannten Bestimmungsstücke möglichst genau ermittelt wurden.

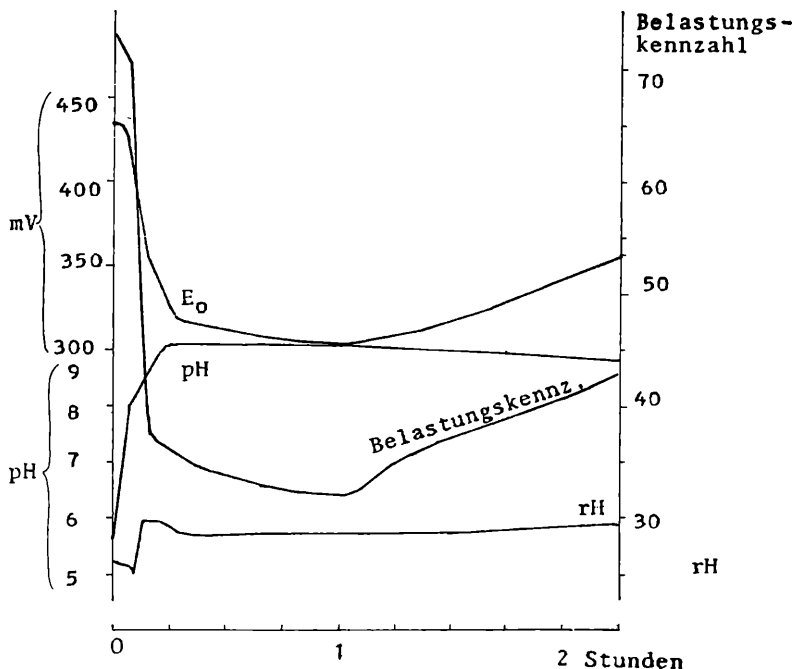


Abb. 4

Laborversuch mit belüftetem destilliertem Wasser. Verlauf von pH, rH, E_0 und Belastungskennzahl nach Zugabe von 0,58 mol/l Calciumkarbonat gefällt und weiterer Belüftung (Mittel aus fünf Versuchen)

Unter Berücksichtigung von pH und Redoxverhalten, mit einer Temperaturmessung als Voraussetzung, scheint eine Belastungskennzahl möglich, die sich wie folgt ergibt:

$$\frac{E_0^2}{200 \left(\frac{E_0}{U_N} + \text{pH} \right)}$$

oder, anders ausgedrückt

$$\left(\frac{E_0^2}{rH} \right) 100$$

Es entspricht dies dem Quadrat des Redoxpotentials, bezogen auf die Normalwasserstoff-Elektrode, dividiert durch den rH-Wert, wobei die weitere Division durch 100 nur aus Formgründen erfolgt; das Ergebnis wurde bisher zur praktischen Erprobung als (in den allermeisten Fällen) zweistellige Zahl mit zwei Kommastellen ausgedrückt, deren Wert mit steigender Wassergüte zunimmt (35,00 ist demnach schlechter als 40,00). Hierbei ist zu beachten, daß die Ab- oder Zunahme nicht linear erfolgt. Die Ermittlung über nur drei Bestimmungsstücke ist mit heutigen Mitteln recht rasch, eventuell auch kontinuierlich, möglich. Dadurch und durch die Möglichkeit der statistischen Auswertbarkeit der Ergebnisse wird der Nachteil der "Momentaufnahme"

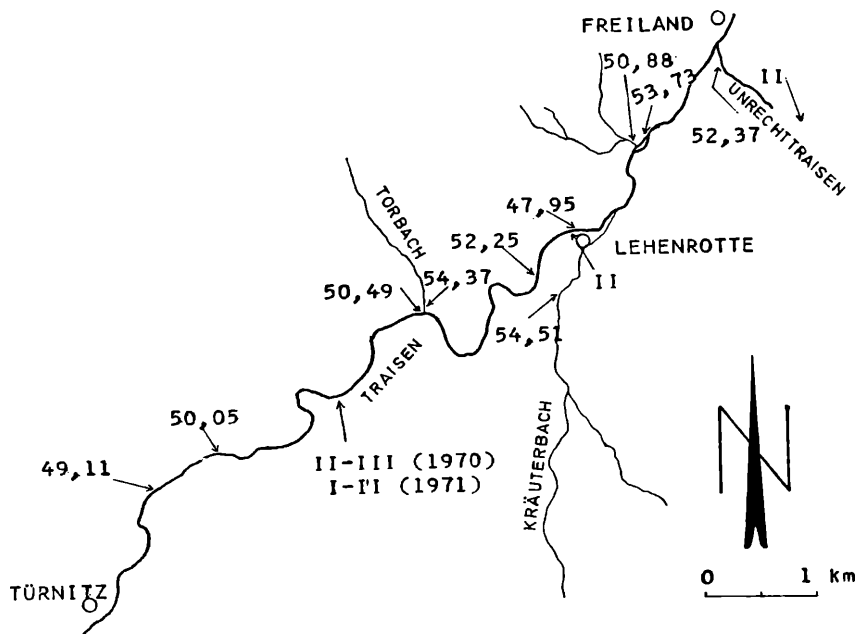


Abb. 5.

Die Wassergüte der (Türrnitzer) Traisen zwischen Türrnitz und der Mündung der Unrechttraisen. Meßpunkte und Ergebnisse der Aufnahmen für den Wasserwirtschaftskataster (rechtsseitig, Güteklasse in römischen Zahlen, Saprobienstadium) und Probenentnahmestellen für chemische Analysen im Zuge der Arbeiten an der Karstgeoführungskarte Blatt 73 Türrnitz und Darstellung mittels Belastungskennzahlen (linksseitig, zweistellige Zahlen mit zwei Kommastellen, Herbst und Winter 1977/78). Die Pfeile geben demnach nicht an, von welchem Ufer die Probenentnahme erfolgte. Die Verbesserung der Wassergüte unterhalb von Türrnitz ist auf die Inbetriebnahme der Kläranlage für den Markt Türrnitz zurückzuführen.

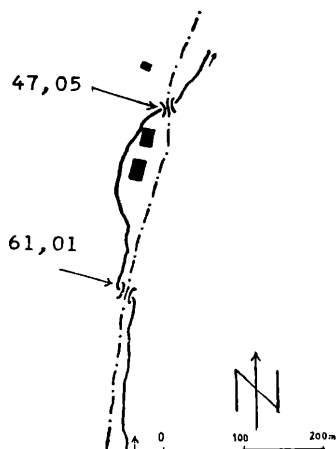


Abb. 6.

Beeinflussung eines Gerinnes mit geringer Wasserführung durch zwei Hauskläranlagen (Dreikammer-System), ausgedrückt durch Belastungskennzahlen (Maximalbelastung).

weitgehend aufgehoben. Wesentlich ist, daß die Messungen an Ort und Stelle erfolgen, da alle drei Bestimmungsstücke nach der Probenentnahme Veränderungen unterliegen. Das Redoxpotential stellt sich mitunter etwas zögernd ein. Mit etwas Einfühlungsvermögen beziehungsweise Erfahrung läßt sich jedoch der "richtige" Zeitpunkt für die Ablesung finden. Die Messung dynamischer Systeme ist immer etwas problematisch. Bei stärker verunreinigten Gewässern muß darauf geachtet werden, daß sich auf dem Edelmetall keine Filmschicht ansetzt (falsche Ergebnisse).

Wie so oft ergeben sich prinzipiell zwei Betrachtungsmöglichkeiten, die am besten letzten Endes in einer komplexen, räumlichen Betrachtung kombiniert werden, um eine möglichst zuverlässige Aussage treffen zu können. Im Zuge einer diachronen Betrachtungsweise interessiert der Verlauf der Belastungsintensität an einem bestimmten Meßpunkt, zunächst für den Zeitraum von 24 Stunden. Bei mehrmaliger Durchführung im Sinne einer Stichprobenserien ergeben sich offenbar charakteristische Verläufe für Werkstage, Samstage und Sonn- und Feiertage. Sie weisen interessante Parallelen auf, aus denen sich die Zeitpunkte des Auftretens der geringsten und der höchsten Belastung an einer Meßstelle annähernd genau ermitteln lassen; ebenso ungefähre Andauerwerte. Weiters ergeben sich charakteristische Unterschiede im Laufe eines Jahres. Vergleiche über längere Zeiträume enthüllen allenfalls vor sich gegangene langfristige Veränderungen (Verbesserung oder Verschlechterung der Gewässergüte). Im Sinne einer synchronen Betrachtung lassen sich aufgrund mehrerer Meßstellen für bestimmte Zeiten Aussagen über die unterschiedliche Belastung eines Gewässers im Längsprofil treffen. Zu beachten ist ferner, daß die Ergebnisse durch Unterschiede in der Wasserführung eine gewisse Modifikation erfahren. Bereits bei mittleren Flüssen lassen sich Unterschiede zwischen der linken und der rechten Uferzone feststellen, größere Flüsse weisen oft ausgesprochene Schmutzwasserbahnen auf. Außerdem wirken sich auch rein naturbedingte Lösungsvorgänge (vor allem bei sehr kleinen Gerinnen und in Gebieten mit Karbonatgestein) aus. Vergleicht man etwa den Retzbach im Einzugsbereich der (Türnitzer) Traisen (Meßstelle Eisernes Tor) mit dem Fliedersbach im Einzugsgebiet der Gölser (Meßstelle Brücke nach Guteck), so ergibt sich der größte beobachtbare Unterschied bei schwachem Tauwetter. Obwohl beide Bäche an den erwähnten Meßstellen praktisch nicht verunreinigt sind, erscheint dann der Fliedersbach mit etwa 51 (6 Messungen) deutlich besser als der Retzbach mit gegen 39 (21 Messungen). Während der Fliedersbach in der Flyschzone fließt, liegt der Retzbach zur Gänze in den Kalkalpen (zur Lage der beiden Bäche siehe die Abb. 1 in G. BARDOLF, 1978).

Für den letzten Abschnitt der (Türnitzer) Traisen ergab sich im Spätherbst und Winter 1977/78 das in Abbildung 5 dargestellte Bild. Leider konnte die Aufnahme nur an Samstag-Nachmittagen sowie Sonn- und Feiertagen zu verschiedenen Zeiten tagsüber durchgeführt werden. Für Werkstage fehlen die Angaben, ebenso für die Nachtstunden oder andere Jahreszeiten - ein Mangel, der aus Zeitgründen leider nicht behoben werden konnte, der jedoch bei der Interpretation berücksichtigt werden muß. Nach dem Markt Turnsitz bessert sich die Gewässergüte; sie sinkt nur kurz im Bereich unterhalb von Lehenrotte ab. Am Zusammenfluß (Türnitzer) Traisen/Unrechtraisen zeigt sich bei der (Türnitzer) Traisen ein geringfügig besseres Bild (vgl. auch die Gegenüberstellung am Ende von G. BARDOLF 1978). Zum Vergleich sind auch die Meßpunkte für die Erstellung des biologischen Gütebildes für den Wasserwirtschaftskataster (1970/71) hinzugefügt.

Vergleiche verschiedener Oberflächengewässer scheinen durchaus möglich. Sie sind umso genauer, je mehr die soeben gegebenen Hinweise Berücksichtigung finden. Auf jeden Fall lassen sich mit dieser Methode sehr rasch und zuverlässig (auch versteckte) Einleitungen in den Vorfluter aufspüren. Bei dem in Abbildung 6 dargestellten Beispiel sind, eingeholten Informationen zufolge, beide Häuser mit Hauskläranlagen ausgestattet (Dreikammersystem mit Versickerung); dargestellt ist die Höchstbelastung.

Es muß jedoch mit aller Deutlichkeit festgehalten werden, daß wohl auch diese Möglichkeit bei Einleitung stark giftiger Substanzen (womöglich in kleineren Mengen) und manchen nicht-organischen, belastenden Stoffen versagt. Mineralquellen können

stören. Beispielsweise kann klarerweise zwischen Schwefel(verbindungen) aus Schwefelquellen und ebensolchen Verbindungen, wie sie beim anaeroben (=ohne Sauerstoff vor sich gehenden) Abbau entstehen, nicht unterschieden werden. Hier ist es immer wichtig, die Verhältnisse der Umgebung im Auge zu behalten. Überhaupt wird über die Art der Belastung nichts ausgesagt. Auch diese Möglichkeit kann daher nur Überblickszwecken dienen. Zur Feststellung, ob schwach oder stark unterschiedliche Belastungsverhältnisse vorliegen, wann etwa mit minimaler und maximaler Belastung zu rechnen ist, hat sich diese Vorgangsweise erstaunlich gut bewährt. Sie ermöglicht damit auch eine rationelle Probenentnahme für die chemische Analyse.

Literatur:

- BARDOLF G. (1978): Untersuchungen zur Gewässerqualität im Einzugsgebiet der Traisen (Niederösterreich). In: Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs. Wien.
- BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft (Herausgeber) (1972): Was=serwirtschaftskataster, Teil I: Grundlagen der Wasserwirtschaft, Bun=desland: Niederösterreich. Sachgebiet: Gewässergüte, Biologisches Gü=tebild der Fließgewässer, Niederösterreichs. Textteil und Karte Stand 1970/71. Wien.
- CASE B. (1971): Ion Solvation. In: HUSH, N.S. (Hrsg): Reactions of Molecules at Electrodes. New York, S. 45 - 134.
- HYNES H. B. N. (1971): The Biology of Polluted Waters. Liverpool.
- KOLKWITZ R. und MARSSON M. (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. Bei=träge zur Lehre von der biologischen Gewässerbeurteilung. Internat. Revue f.d gesamte Hydrobiologie, Bd. 2, S. 126 - 152.
- LIEBMANN H. (1959): Methodik und Auswertung der biologischen Wassergütekarte= rung. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußwasser=biologie, Bd. 6, S. 134 - 156.
- LIEPOLT R. (1953): Lebensraum und Lebensgemeinschaft des Liesingbaches. Wet=ter und Leben, SH 2, S. 64 - 102.
- MOCHMANN H. P. (1955): Das Abwasser als Infektionsquelle. Wasserwirtschaft, Wassertechnik, Bd. 5, S. 187.
- MURRELL J.-N. und HARGET A. J. (1972): Applications to chemical properties. In: MURRELL J.-N. und HARGET A. J.: Semi-empirical Self-consistent-field Molecular Orbital Theory of Molecules. London, S. 70 - 101.
- NEBE E. und NÖSEL H. (1977): Die kleine pH/mV-Fibel. Weilheim.
- SCHWOERBEL H. (1966): Methoden der Hydrobiologie (Süßwasserbiologie). Stuttgart.
- STEINMANN P. und SURBECK G. (1918): Die Wirkung organischer Verunreinigun=gen auf die Fauna schweizerischer fließender Gewässer. Bern.
- STUMMER G. (1978): Die Erfassung der Karstquellen in einem Karstquellenver=zeichnis. In: Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Öster=reichs, Wien.
- VOM WASSER. Ein Jahrbuch für Wasserchemie und Wasserreinigungstechnik. Band 30 1963.
- WASSERWIRTSCHAFTSKATASTER: siehe BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft (Herausgeber).

DER RAUM TÜRNTZ ALS BEISPIEL EINER KARSTGEFÄHRDUNGSKARTE

VON MAX H. FINK UND GÜNTHER BARDOLF

INHALT:

- 6.1. Erläuterungen zum Ausschnitt der Karstgefährdungskarte 1:50 000,
Blatt 73 (Türnitz) Von Max H. FINK
- 6.2. Untersuchungen zur Gewässerqualität im Einzugsgebiet der Traisen
(Niederösterreich) Von Günther BARDOLF

6.1. ERLÄUTERUNGEN ZUM AUSSCHNITT DER KARSTGEFÄHRDUNGSKARTE 1 50 000, BLATT 73 (TÜRNITZ).

6.1.1. Physiogeographischer Überblick.

Der beispielhaft dargestellte Kartenausschnitt zeigt den Typus des voralpinen Karstes, bei dem die oberirdische Entwässerung gegenüber der unterirdischen überwiegt. Das Mittelgebirgsrelief mit Kulminationen unter 1400 m wird einerseits von langgestreckten Rücken und scharfen Schneiden, andererseits von flachwelligen Hochflächen geprägt. Beispiele für erstere bieten der Eisenstein (1185 m) und der Türnitzer Höger (1372 m), für letztere der Tirolerkogel (1377 m) und der Bereich Großer Kögel (1291 m) - Schwarzenberg (1096 m).

Das Relief wird in hohem Maß vom Gebirgsbau und von der morphologischen Wertigkeit der Gesteine bestimmt, wobei die Höhenzonen dem allgemeinen Streichen der Gesteine folgen. Die Entwässerung des dargestellten Gebietes erfolgt größtenteils durch die Türnitzer Traisen; im Nordwesten hat auch die Pielach einen Anteil.

6.1.2. Geologie und Tektonik.

Im Kartenausschnitt treten drei voralpine tektonische Schubmassen zutage: im Norden die Lunzer Decke, in tektonischen Fenstern südwärts anschließend die Sulzbachdecke und als höchste tektonische Einheit im Süden die Reisalpendecke.

Die Lunzer Decke baut den Raum Schwarzenbach an der Pielach - Eisenstein - N Türnitzer Traisen auf und weist einen intensiven Faltenbau auf. Flächenmäßig vorherrschend ist der Hauptdolomit, untergeordnet treten der Opponitzer Kalk und verschiedene Jurakalke auf.

Die südlich anschließende Sulzbachdecke weist ähnlichen Gesteinsverband und Lagerungsverhältnisse auf.

Der Großteil des Blattausschnittes wird von der Reisalpendecke eingenommen, die durch die weite Verbreitung des gut verkarstungsfähigen Gutensteiner Kalkes im Westen abschnitt gekennzeichnet wird, der die erwähnten Karsthochflächen trägt. Daneben nehmen der grob verwitternde Wettersteindolomit, sowie der gebankte, verkarstungsfähige Hauptdolomit im Gebiet des Türnitzer Högers weite Flächen ein.

Von der Gesamtfläche des Blattausschnittes im Ausmaß von rund 154 km² werden 144 km² oder 94 % von Karstgesteinen eingenommen (Tabelle 1).

6.1.3. Karstmorphologischer Überblick.

Der Ausschnitt zeigt eine Karstlandschaft, wie sie für die östlichen Kalkvoralpen typisch ist. Die höchsten Erhebungen bleiben unter der natürlichen Waldgrenze; dazu kommt das Zurücktreten von Felsabstürzen im Landschaftsbild, wodurch sich eine ausgeprägte Grünkarsch vorwiegend in Hanglage entwickelt hat. Die Boden- und Vegetationsbedeckung und das Fehlen weitflächiger Dolinen- oder Karrenfelder darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich um eine echte Karstlandschaft mit einer unterirdischen Entwässerung handelt. Auch für jene Bereiche, die an der Oberfläche nicht durch Karstformen geprägt sind, wird eine unterirdische Tiefenentwässerung durch die Existenz von Karsthöhlen bewiesen.

Im Südwesten des Blattbereiches hat sich - vornehmlich über Gutensteiner Kalk - eine Plateauverkarstung entwickelt, die Hochflächen um 1100 bis 1300 Meter Höhe erfaßt hat und die ausschließlich unterirdisch entwässert wird. Es sind dies einerseits die

Formation	Gestein, bezw. Gesteinskomplex	Karstgestein (Verkarstungs= fähigkeit)	Nichtkarstgestein (Wasserstauer)
KREIDE	Gosauschichten		Konglomerate, Sandsteine, Mergel wie oben
	Oberkreide der Frankenfelder Decke		
JURA	APTYCHENKALK HORNSTEINKALK (Malm) KLAUSKALK Lias-Fleckenmergel HORNSTEINKALK (Lias) CRINOIDENKALK	Mergelkalk mittel mittel mittel gut	Mergel
TRIAS	KÖSSENER SCHICHTEN DACHSTEINKALK HALLSTÄTTER KALK HAUPTDOLOMIT ++ OPPONITZER KALK Lunzer Schichten ++	Mergelkalk SEHR GUT gut mittel gut	Mergel --- Sandsteine, Schiefer-ton
	WETTERSTEINDOLOMIT ++	schlecht	teilweise wasser= stauend
	GUTENSTEINER UND REIF= LINGER DOLOMIT REIFLINGER KALK GUTENSTEINER KALK ++ GIPS Werfener Schichten ++	schlecht mittel-gut gut SEHR GUT	--- Tonschiefer, Sandsteine

Tabelle 1: Gesteine und deren Wertigkeit auf Blatt 73 (Türnitz)

Weit verbreitete Gesteine sind mit ++ bezeichnet. Vgl. Geologische Spezialkarte der Republik Österreich 1:75 000, Blatt Schneeberg - St. Aegyd.

Höhenzone Große Kögel - Schwarzenberg mit 6,6 km², andererseits die Hochfläche des Tirolerkogels mit 1,44 km² unterirdisch entwässerter Fläche.

Sämtliche großen geschlossenen Karsthohlformen sind an diese Plateauverkarstung gebunden, so etwa die Karstwanne zwischen Großem und Kleinem Kögel, die Karstmulde der Schildböckalm und die Karstwanne der Kalten Kuchel. Darüber hinaus treten die größeren Dolinen auf diesen Hochflächen auf.

Eine Gefährdung des Karstwassers ist aufgrund der Almnutzung nicht auszuschließen. Neben der Beweidung kommt im Bereich des Tirolerkogels und des Eibels bei Türnitz vor allem der Tourismus als Gefahrenquelle in Betracht. Allfällige weitere Erschließungsprojekte sollten diese Tatsache berücksichtigen.

Der übrige Teil des Blattbereiches wird von den Hangflächen der genannten Plateaus, ferner vorn Rücken und Schneiden eingenommen. Diese Bereiche können neben einem schwierig zu bestimmenden Anteil an Karstentwässerung infolge der Neigungsverhältnisse bereits einen oberirdischen Abfluß aufweisen. Vor allem die

Schneidenlandschaft des Wettersteindolomites wird von zahlreichen teilaktiven Gräben und Spülrinnen durchzogen.

Im Blettbereich treten einige kleinflächige und weitgehend isolierte Gipsvorkommen auf, die durch eine intensive Verkarstung gekennzeichnet sind. Die Gipskarstlandschaft "Am Reidl" nordwestlich von Annaberg weist unter anderem eine Karstmulde mit Gerinne und Schwinde und eine Reihe von großen Dolinen auf. Eine Gefährdung der Karstlandschaft und des Karstwassers erfolgt zweifach:

1. In den Dolinen befindet sich die Mülldeponie der Gemeinde Annaberg;
2. Einrichtungen des Fremdenverkehrs, vor allem Großabstellflächen für Kraftfahrzeuge im Dolinenbereich, rufen eine potentielle Gefährdung hervor.

Ein weiterer Gipskarstbereich mit ausgeprägten Karstformen befindet sich nördlich des Gasthofes Bergbauer.

6.1.4. Höhlenverzeichnisse.

Der Blattausschnitt umfaßt Gebiete folgender Teilgruppen des Österreichischen Höhlenverzeichnisses:

- 1834 Traisenberg
- 1835 Türritzer Höger
- 1836 Bergland zwischen Erlauf und Pielach
- 1837 Bergland zwischen Pielach und Traisen

Die Listen der in den einzelnen Teilgruppen erfaßten Höhlen sind anschließend wiedergegeben.

Genutzte Höhlen:

1837/11, Paulinenhöhle (bei Türritz): ehemalige Schauhöhle, einfach erschlossen, frei zugänglich. Häufig besucht, da im Nahbereich von Türritz.

Höhlen mit aktiver oder passiver Umweltgefährdung:

1834/10, Rothenederhöhle (Retzbachgraben): Müllkippe.

1835/6, Köhlerwandhöhle (Lehenrotte): Höhleninhalt durch häufige Besuche gefährdet.

1836/62, Gipshöhlenruine (Bergbauer): Tierkadaver im Höhlengerinne.

1837/11, Paulinenhöhle (Türritz): Höhleninhalt durch häufige Besuche gefährdet.

1837/13, Teufelsloch (Schwarzenbach an der Pielach): Schachthöhle dient als Müllkippe; Gefährdung des Karstwassers durch Tierkadaver.

1837/15, Wildfrauenhöhle (Türritz): Müllkippe.

1837/25, Goldloch (Schwarzenbacher Gscheid): Höhlenschwinde dient als Müllkippe (u.a. Autowracks!), Tierkadaver.

6.1.5. Karsthydrographischer Überblick.

Bezüglich der hydrographischen Verhältnisse sei auf Abschnitt 6.2. verwiesen.

1. Klimadaten.

a) Jahresniederschlag:	Talraum	1000 - 1250 mm		
	Hangbereiche	1250 - 1500 mm		
	höhere Lagen	1500 - 1750 mm		
b) Lufttemperatur:		Juli	Jänner	Jahr
	Talraum	15 - 17°	-2 - -3°	5 - 7°
	höhere Lagen	10 - 15°	-2 - -6°	0 - 5°

Nr.	Name	Lage	Seeshöhe des Einganges	Größenordnung					Stand der Erl.
				0	1	2	3	4	
1	Bleichhaushöhle	Retzbachgraben	665		W				+
2	Burggrabenhöhle	Burggraben			H				+
3	Daxentalschacht	Innereben			S				
4	Hohe Kluft	Retzbachgraben			T				+
5	Imkerhöhle	Burggraben			T				+
6	Kälberlucke, untere	Burggraben	850		T				+
7	Kälberlucke, obere	Burggraben	850		T				+
8	Lange Kluft	Retzbachgraben		T					-
9	Nixhöhle	Falkenschlucht	650			T			+
10	Rothenederhöhle	Retzbachgraben	500		T				+
11	Steinbichlerhöhle	Burggraben	900	T					
12	Tormäuerhöhle	Retzbachgraben			T				
13	Weißer Kammer	Retzbachgraben		T					
14	Gelsenloch	Falkenfelsen							
15	Salcherschacht	Salcherkogel				S			
16	Sinterhöhle	Burggraben			T				
17	Walsterhöhle	Ulreichsberg	890		T				
18	Untere Kanzelhöhle	Kanzel	1040			T			+
19	Gamsmauerhöhle	Gamsmauer							
20	Obere Kanzelhöhle	Kanzel	900		T				+
21	Törlsteinhöhle	Kanzel	870		T				+
22	Kalkkuchelhöhle	Kalte Kuchel	ca. 1300		T				+
23	Reiftalhöhle	Reiftal, or. links	700		T				
24	Abri i. d. Falkenschl.	Falkenschlucht	790		T				+
25	Falkenschluchthöhle	Falkenschlucht	790			T			+

Die an dieser Stelle veröffentlichten Listen des österreichischen Höhlenverzeichnis sind Musterblätter, die noch nicht in allen Einzelheiten auf den letzten Stand der Forschung ergänzt worden sind. Entsprechend ergänzte Listen werden bei den Erläuterungen zum Blatt 73, Türritz, der Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarte 1 50 000 beigegeben sein.

Originalgröße der Höhlenverzeichnisse: DIN A 4

Nr.	Name	Lage	Seeshöhe des Einganges	Größenordnung					Stand der Erl.	Anmerkung
				0	1	2	3	4		
1	Bergerschacht	Hohenberg	500		S				+	
2	Goldloch	Türnitzer Höger	1260				S/T		+	
3	Grabenbauerschacht	Grabenalpe	1230		S					
4	Haselgrabenhöhle	St. Aegid	950		T				+	
5	Kammkluft	Türnitzer Höger	1250		S					
6	Köhlerwandhöhle	Kräuterbachgraben	580			T			+	
7	Holzkechthöhle	Lehenrotte	550		T				+	
8	Dreitorhöhle	Kräuterbachgraben	550		T				+	
9	Halbhöhle im Kräuter- bachgraben	Kräuterbachgraben	550		T				+	
10	Steile Kluft	Kräuterbachgraben	580		T				+	
11	Sinterkammer	Kräuterbachgraben	560		T				+	
12	Durchzugshöhle	Kräuterbachgraben	600		T				+	
13	Hohe Bergmilchkluft	Kräuterbachgraben	650		S/T				+	
14	St. Aegider Durch- gangshöhle	St. Aegid			T				~	
15	Zöchlinghöhlen a - d	Amt Mitterbach			T				+	
16	Lianenkluft	Lehenrotte	570		T				+	
17	Felsdach im Kräuter- bachgraben	Lehenrotte	540		H				+	
18	Obernberghöhle I	SW Hohenberg	850		T				+	
19	Obernberghöhle II	SW Hohenberg	840		T				+	
20	Obernberghalbhöhle	SW Hohenberg	830		H				+	

Nr.		Lage	Seeshöhe des Einganges	Größenordnung					Stand der Erl.	Anmerkung
				0	1	2	3	4		
1	Ameiskogelhöhle	Ameiskogel	870			T			+	
2	Bodinghöhle	Boding	510		T(W)				+	
3	Brandmüerhöhle	Brandmüer	1100	S					-	
4	Durchgangshöhle	Wastl am Wald			T				+	
5	Ebenwaldhöhle	Gösing	900			T			+	
6	Gabauerhöhle	Laubenbachmühle	528		W				+	unzugänglich
7	Gösinger Felsspalte	Ochsenburg	870		T				+	
8	Gösingschacht	Gösing		S						
9	Gredlhöhle	Frankenfels	910			S/T			+	
10	Gretlucke	Laubenbachmühle		T?						
11	Grubhöhle	Laubenbachmühle		T?						
12	Haussteinhöhle	Hausstein			T				+	
13	Höllbachlöcher	Höllgraben	550		H				+	
14	Höllmauerhöhle	Höllgraben	670		T				+	
15	Kegelberghöhle	Kegelberg			S				-	
16	Loicherschacht	Loich	500		S				+	
17	Loicherwasserhöhle	Loich	460		W				+	
18	Mariannenhöhle	Höllmauer	650			T			+	
19	Nasses Loch	Schwarzenbach/P.				W			-	
20	Nixhöhle	Klammerberg	520				T		+	
21	Nixhöhle	Sonnberg								
22	Pascherhöhle	Laubenbachmühle	567		T				+	
23	Reithloch	Reithbauer			T				-	
24	Rißberghöhle	Rißberg			T/S				+	
25	Teufelskirche	Vordere Tormäuer	490		H				+	
26	Trefflingfallhöhle	Trefflingfall								
27	Trobachhöhle	Trobachmüer	820			T(W)			+	
28	Wurzenberger-Höh- lenquelle	Boding	518		W				+	
29	Klammerberg-Halbhöhle	Frankenfels	490		H				+	
30	Winteregg-Halbhöhle	gegenüber 1836/22	568		H				+	
31	Tiefenbachschacht	Schwarzenbach/P.	550			S			+	
32	Urmannshöhle	Kienberg	675		T				+	
33	Brandmüerschacht	Puchenstuben	1100		S				+	
34	Trockenes Loch	Schwarzenbach/P.	760				T/W		+	
35	Schafmauernkluft	Gruberkogel	1050		T				+	
36	Rinnender Stein	Lassingrotte	830			T/W			+	
37	Hennesteckschacht	Hennesteck	1280		S				+	

Nr.	Name		Seeshöhe des Einganges	Größenordnung					Stand der Erf.
				0	1	2	3	4	
38	Spalthöhle	Kienberg							
39	Staffmauernhöhle	Schwarzenbach/P.	880		T				+
40	Mäandergang	Schwarzenbach/P.	890		T				+
41	Sinterquellenhöhle	Frankenfels	460		T/W				+
42	Rabenmäuerkluft	Schwarzenbach/P.	630		T				+
43	Baumgartenhöhle	Sonnberg	810		T				+
44	Höhle in den Sagamauern	Pielachursprung	1150		T				+
45	Gaiskirche	Frankenfels	620		T				+
46	Sagamauernfenster	Pielachursprung	1125		S				+
47	Nestelgrundkluft	Sonnberg	920		T				+
48	Grenzschacht	Sagamauern	1140		S				+
49	Schafkirche	Boding	680		T				+
50	Eisgrube	Karnthal	930			T/S			+
51	Schoberberghöhle	Schoberberg	1025			S/T			+
52	Brandlhöhle	Schlagerboden	580		T				+
53	Blaschhöhle	Schlagerboden	540		T				+
54	Hundsbielhöhle	Fischbachgraben	640		T				+
55	Mooskogelhöhle	Mooskogel	920		T				+
56	Fledermausloch	Schwarzenbach/P.	780		T				+
57	Nixlucke	Sonnberg			T				
58	Obere Zapfenhöhle	Gösing	1000		T				+
59	Untere Zapfenlucke	Gösing	1000		T				+
60	Enges Loch	Gösing	1000		T				+
61	Wetterluckenkogel- schacht	Klauswald	1090		S				+
62	Gipshöhlenruine	beim WH. Bergbauer	760		W				+
63	Untere Brandlhöhle	Schlagerboden	540		T				+
64	Schreinerödhöhle	Tormäuer	830			S/T			+
65	Spitzkogelkluft	Schwarzenbach/P.	830		S				+
66	Höllrieshöhle	Rißberg	850		(W)				+
67	Höllrieslucke	Rißberg	860		(W)				+
68	Spinnenloch	Gösing	870		T				+
69	Eulenkirche	Sonnberg, NO-Hang	575		T				+
70	Rabenmäuerylucke	Sonnberg, NO-Hang	630		T				+
71	Breitensteinschacht	Peutenburg		S					-
72	Blanker Schluf	Rißberg, N-Hang	970		(W)				+

Nr.			Seehöhe des Einganges	Größenordnung					Stand der Erl.	
				0	1	2	3	4		
1	Arzloch	Sinabelberg	560		T				+	
2	Brigglerhöhle	Türnitz-Dickenau		T						
3	Eisensteinhöhle	Eisenstein	1140		T				+	
4	Franzosenhöhle	Tafern-Freiland	430		T				+	
5	Fuchsenlucke	Schwarzenberg		T						
6	Fuchsloch	Klausberg		T						
7	Gugganerschacht	Schwarzenberg	1050		S				+	
8	Hubertushöhle	Schwarzenberg	780			T/S			+	
9	Jungfrauenloch	Steinbachmauern		T						
10	Kalte Kuchl	Torstallbauer		T						
11	Paulinenhöhle	Klausberg	620			T			+	
12	Hundsloch	Schwarzenberg	950			S/T			+	
13	Teufelsloch	Schwarzenbach/P.	680		S				+	
14	Wasserloch	Jungherrental			W				-	
15	Wildfrauenhöhle	Klausberg	690		T				+	
16	Wieshöhle	Stelzerbachgraben	470		T				+	
17	Loicherschacht	Loich		S					-	
18	Klaflingbrunnen	Loich	460			W			8	
19	Rummelwandhöhle	Loich	680		T				+	
20	Lehenrottenschacht	Lehenrotte	550		S				+	
21	Blockschacht	Schwarzenberg	980		S				+	
22	Rieseneinbruch	Schwarzenberg	940		S				+	
23	Zufluchthöhlen	Schwarzenberg	820		T				+	
24	Kaiserbrunn	Loich	480		(W)				+	
25	Goldloch(schwinde)	Schwarzenbacher Gscheid	625		W				+	
26	Seemühlhöhle	Loich	535		T				+	
27	Schwabenhofschacht	Kirchberg	590		S				+	
28	Schwarzenberghöhle	Schwarzenberg	1020			T			+	
29	Hohle Mauer	Tradigist	510		T				+	
30	Fuchsloch	Tradigist	505		T				+	
31	Fleckhöhle	Tradigist	515		T				+	
32	Geiermauerhöhle	s. Schwarzenbach	860	T						
33	Staffhöhle	Staff, N-Hang	660		T				+	
34	Dirnberghöhle	Lilienfeld		T						

c) Schneedecke:	Beginn der Schneebedeckung:	1. 11. November
	Ende der Schneebedeckung:	1. - 30. April
	Mittlere maximale Schneehöhe:	
	tiefere Lagen	50 - 75 cm
	höhere Lagen	75 - 100 cm

2. Karstquellenverzeichnisse.

Die Verzeichnisse der Karstquellen sind anschließend wiedergegeben.

3. Nutzung und Gefährdung von Schwinden und Karstquellen.

a) Schwinden (Ponore):

Ponor der Karstmulde "Am Reidl";

Gerinne der Gipshöhlenruine beim Gasthof Bergbauer (1836/62): Müllkippe, Tierkadaver;

Zwei Schwinden beim Pfefferhof östlich des Schwarzenbacher Gscheid, davon besonders das Goldloch (1837/25): Müllkippe, Tierkadaver.

b) Karstquellen mit Nutzung:

1834/Q 20 (Retzbachgraben): Quelle der Ortswasserleitung Türnitz;

1834/Q 21 (Retzbachgraben): Quelle der Ortswasserleitung Türnitz;

1835/Q 16 (Kräuterbachgraben): Quelle der Ortswasserleitung Lehenrotte;

1836/Q 1 (Schwarzenbach): Quelle der Ortswasserleitung Schwarzenbach;

1837/Q 1 (Eisensteinquelle): Wasserversorgung der Julius-Seitner-Hütte;

6.1.6. Anlagen und Einrichtungen mit Gefährdung, bzw. potentieller Umweltbelastung der Karstlandschaft.

a) Müll- und Fäkalienablagerungen:

Mülldeponie der Gemeinde Annaberg: in Karsthohlformen (!) des Gipskarstgebietes "Am Reidl";

Mülldeponie der Ortsgemeinde Schwarzenbach: im Obertal (Schwarzenbachgraben);

Mülldeponie der Ortsgemeinde Türnitz: im Traisental, 2,5 km unterhalb der Ortsmitte.

Mancherorts sind Müllkippen im Nahbereich von Siedlungen festzustellen, vor allem ist zu bemerken, daß der Hausmüll vielfach in die Bachläufe - hauptsächlich in die Traisen - geworfen wird.

b) Einrichtungen des Tourismus und der Rekreation:

Es handelt sich um ein traditionelles Sommerfrischengebiet, das durch Erschließung der höheren Lagen mittels mechanischer Aufstiegshilfen eine ausgeprägte Wintersaison aufweist. Für den Winterfremdenverkehr kommen derzeit folgende Gebiete in Frage:

1. Raum Annaberg. Im Blattbereich existieren sieben Schlepplifte. Betroffen sind das Karstgebiet Hennesteck (1334 m) und die Gipskarstgebiete Annaberg.
2. Raum Eibel. Der Eibel (1002 m) bei Türnitz ist durch einen Sessellift und 3 Schlepplifte erschlossen. Darüber hinaus sind beim Brücklhof im Retzbachgraben und bei Lehenrotte je ein kürzerer Schlepplift in Betrieb.

In der Wintersaison überwiegen Tagesgäste.

Unterkünfte im Karst: Eibel-Gasthof,
Eibel-Haus (1978: abgebrannt)
Annaberger Haus (Tirolerkogel) (1978: abgebrannt)
Julius Seitner-Hütte (Eisenstein): im Sommer an Wo-
chenenden bewirtschaftet;
Türnitzer Hütte (Türnitzer Höger): im Sommer an
Wochenenden bewirtschaftet;
Dauercampingplatz (Wohnwagensiedlung) am Nordost-
fuß des Eibels bei Turnitz.

6.1.7. Administrative Gliederung des Blattausschnittes.

Politischer Bezirk Sankt Pölten:

Nordwestteil: Ortsgemeinde Frankenfels (Marktgemeinde)
415 Häuser, 1989 Einwohner (1971), Fläche: 5611, 67 ha
Ortsgemeinde Schwarzenbach an der Pielach
122 Häuser, 509 Einwohner (1971), Fläche: 4545, 45 ha
Nordrand: Ortsgemeinde Loich
156 Häuser, 656 Einwohner (1971), Fläche: 2451, 60 ha

Politischer Bezirk Lilienfeld:

Hauptbereich des Kartenausschnittes

Ortsgemeinde Annaberg
301 Häuser, 1040 Einwohner (1971), Fläche: 6347, 27 ha
Ortsgemeinde Turnitz
655 Häuser, 2306 Einwohner (1971), Fläche: 14544, 53 ha

VERBAND ÖSTERREICHISCHER
HÖHLENFORSCHER

NR.: 1834

Quell = nummer	Name , Bezeichnung	Seehöhe (m)	OK 1:50.000 Blatt Nr.	Koordinaten (mm)	Größen= ordnung	Anmerkungen
Q 1	Kaltes Wasser	540	73	169/385	3/4	
Q 2	Presthofquelle	506	73	176/395	1/2	
Q 3	Quelle bei Ödhof (Rote Mirl)	700	73	102/309	0/2	
Q 4	Walsterursprung	940	73	123/243	3	gefaßt
Q 5	Quelle NW Törlstein	980	73	129/254		
Q 6	Quelle im Erzgraben	990	73	72/212		
Q 7	Quelle am N-Hang des Sulzberges	1020	73	85/213		
Q 8	Quelle am S- Hang des Sulzberges	1310	73	84/195		
Q 9	Quelle am S- Hang des Sulzberges	1100	73	81/188		
Q 10	Quelle NE Lärchalm	900	73	69/173		
Q 11	Lärchalmquelle	885	73	62/171	3	
Q 12	Weißes Wasser, Schwarze Walster	810	73	42/156	3	E- Werk
Q 13	Molterbodenquelle	920	73	107/215		
Q 14	Quelle im Hundsbachgraben	1020	73	177/184		
Q 15	Quelle beim Wegscheider	760	73	251/238		
Q 16	Quelle bei der Falkenschlucht	640	73	172/254		
Q 17	Reiftalquelle	640	73	195/256		
Q 18	Sprudelquelle beim Eisernen Tor	533	73	206/308	3	
Q 19	Quelle NW Sprudelquelle	530	73	205/309	1	
Q 20	Quelle I der Wasserleitung Türnitz	520	73	204/319		
Q 21	Quelle II der Wasserleitung Türnitz	520	73	205/319		
Q 22	Bleichhaushöhle (1834/1)	665	73	176/257		
Q 23	Quelle bei Tobiasl	980	73	190/200		
Q 24	Quelle am Osthang Schafkogel	840	73	169/321		
Q 25	Quelle am Tettenhengst	940	73	160/345		
Q 26	Quelle südlich Reiftaler	600	73	191/273		
Q 27	Quelle südlich Bergbauer	740	73	190/200		
Q 28	Quelle der Wasserleitung Annaberg	1020	73	102/264		gefaßt
Q 29	Hubertusquelle, Hubertussee	829	73	59/133	1	gefaßt

Originalgröße der Quell-Listen DIN A 4

KARSTQUELLENVERZEICHNIS				VERBAND ÖSTERREICHISCHER HOHLENFORSCHER			
NAME DER TEILGRUPPE			TÜRNITZER HÖGER		NR.: 1835.		
KATASTERFÜHRENDE STELLE Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. Niederösterreich							
Quell = nummer	Name , Bezeichnung	See- höhe (m)	OK 1:50.000 Blatt Nr.	Koordinaten (mm)	Größen= ordnung =	Anmerkungen	
Q 1	Quelle rechts im Kräuterbachgraben	475	73	324/432			
Q 2	Quelle rechts im Kräuterbachgraben	470	73	323/431			
Q 3	Tümpelquelle rechts im Kräuterb. Gr.	475	73	323/430		Gasaustritt	
Q 4	3 Quellaustritte re. im Kräuterbachgr.	475	73	322/429			
Q 5	Quelle links im Kräuerbachgraben	495	73	321/423			
Q 6	Quelle links im Kräuterbachgraben	515	73	320/419		Resurgenz	
Q 7	Quelle links im Kräuterbachgraben	520	73	319/417		do. (?)	
Q 8	Quelle rechts im Kräuterbachgraben	525	73	320/416		do.	
Q 9	Quelle links im Kräuterbachgraben	535	73	319/414		do.	
Q 10	Blockhausquelle li. im Kräuterb. Gr.	570	73	321/410			
Q 11	Nebenquelle b. d. Kräuterbachquelle	615	73	322/405			
Q 12	Kräuterbachquelle	620	73	323/404			
Q 13	Quelle im Schlägertal (links)	475	73	333/425			
Q 14	Schlägertalquelle	495	73	342/419			
Q 15	Jagdhüttenquelle im Bannwaldgraben	530	73	340/442			
Q 16	Quelle der Wasserleitung Lehenrotte	448	73	326/439			
Q 17	Quelle Am Högerberg	800	73	346/394			
Q 18	Quelle Osthang Türnitzer Höger	1210	73	346/374			
Q 19	Quelle beim Jagdhaus Riegler	720	73	365/371			
Q 20	Quelle im Thorhofgraben	800	73	372/317			
Q 21	Quelle "In der Klaus"	600	73	304/301			
Q 22	Quelle bei der Starkhöhe	1160	73	361/282			
Q 23	Jagdhüttenquelle im Wallersbachgr.	860	73	314/262			
Q 24	Högerbachquelle, Türnitzer Höger	630	73	309/351			
Q 25	Haselgrabenquelle, St. Aegid	600	73	352/240			
Q 26	Bilinskiquelle, Steinparztal, Hohenbg.	580	74	25/351			
Q 27	Quelle E Sandgrube, Kräuterbachgr.	460	73	321/441			
Q 28	Quelle rechts Moosbachgraben	440	73	310/438			
Q 29	Quelle or. links Moosbachgraben	440	73	308/439			
Q 30	Quelle or. links Moosbachgraben	445	73	307/438			
Q 31	Traisenquelle NW Starkhöhe	1130	73	354/285			

KARSTQUELLENVERZEICHNIS

VERBAND ÖSTERREICHISCHER
HÖHLENFORSCHER

NAME DER TEILGRUPPE: BERGLAND ZW. ERLAUF U. PIELACH

NR.: 1836

KATASTERFÜHRENDE STELLE: Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. Niederösterreich

Quell= nummer	Name , Bezeichnung	Seehöhe (m)	OK: 1:50.000 Blatt Nr.	Koordinaten (mm)	Größen= ordnung	Anmerkungen
Q 1	Siebenbrunn, Türnitzbachtal	592	73	119/358		
Q 2	Kögeltalquelle	820	73	109/360		
Q 3	Eitengrünbachquelle	740	73	62/364		
Q 4	Nasses Loch (1836/19)		73	61/365		
Q 5	Quelle W Großer Kögel	1090	73	82/343		
Q 6	Quelle W Großer Kögel	1040	73	77/344		
Q 7	Quelle NE Weißes Kreuz	1025	73	72/331		
Q 8	Quelle SE Weißes Kreuz	990	73	70/326		
Q 9	Quelle am Ascher	980	73	51/313		
Q 10	Wasserleitungsquelle beim Reidl	950	73	54/267		

KARSTQUELLENVERZEICHNIS				VERBAND ÖSTERREICHISCHER HÖHLENFORSCHER		
NAME DER TEILGRUPPE BERGLAND ZW. PIELACH u. TRAISEN				NR.: 1837		
KATASTERFÜHRENDE STELLE Landesverein f. Höhlenkunde in Wien u. Niederösterreich						
Quell = nummer	Name , Bezeichnung	Seehöhe (m)	1:50.000 Blatt Nr. OK	Koordinaten (mm)	Größen = ordnung	Anmerkungen
Q 1	Kaiserbrunn (1837/24), Loich	500	73	97/529		gefaßt
Q 2	Eisensteinquelle	1150	73	172/446		
Q 3	Quelle S Kalteneck	800	73	141/430		
Q 4	Silberriegelquelle	800	73	138/416		
Q 5	Weißbachlquelle	710	73	138/413		
Q 6	Quelle am Gscheid	820	73	147/400		
Q 7	Loicheckquelle	760	73	126/145		
Q 8	Quelle beim Hochgraser	700	73	203/416		
Q 9	Riesquelle	590	73	214/432		
Q 10	Quelle N Hof Siegau	680	73	224/416		
Q 11	Steinbachquelle	505	73	205/384		
Q 12	Quelle bei Mittereck	760	73	254/450		
Q 13	Quelle S Hochkogel	680	73	264/463		
Q 14	Quelle SW AM Himmel	770	73	314/478		
Q 15	Wasserfallquelle N Am Himmel	770	73	313/488		
Q 16	Sinabelquelle	600	73	195/476		
Q 17	Quelle NW Perzlhof	700	73	176/475		
Q 18	Quelle N Eisenstein	760	73	160/463		

6. 2. UNTERSUCHUNGEN ZUR GEWÄSSERQUALITÄT IM EINZUGSGEBIET DER TRAISEN (NIEDERÖSTERREICH).

Die Traisen zählt zu den bedeutendsten rechtsseitigen Zubringerflüssen der Donau in Niederösterreich. Sie entspringt zwischen Paulmayer und Höllmayer (Österreichische Karte 1:50000, Blatt 73, Türritz) nördlich von St. Aegyd am Neuwalde, in den Kalkalpen. Auf ihrem Lauf beschreibt die (Türritzer) Traisen (Abb. 1) einen Bogen um den Türritzer Höger (1372 m), zunächst in nordwestlicher, nach Vereinigung mit Retzbach und Türritz bis knapp nach Freiland in nordöstlicher Richtung.

Bei Freiland mündet rechtsufrig die aus dem Raume nordöstlich des Gscheids (westlich von Sankt Aegyd am Neuwalde) kommende Unrechtraisen, die den Türritzer Höger im Osten umfließt. Der weitere Weg der Traisen verläuft nahezu in nördliche Richtung, zunächst zum Rande der Nördlichen Kalkalpen (einschließlich der Klippenzone), sodann quer durch die Flysch- in die Molassezone, die in diesem Abschnitt deutlich den Charakter einer Terrassenlandschaft zeigt. Das Donautal wird im Tullner Feld erreicht.

Durch den Bau des Donaukraftwerkes Altenwörth wurde eine Verlegung der Traisenmündung stromabwärts erforderlich. Ähnlich wie der Kamp im Norden, fließt die Traisen im Süden am Stauraum entlang und mündet erst knapp unterhalb der Staumauer des Donaukraftwerkes in den Strom.

Das Einzugsgebiet der Traisen umfaßt rund 900 km² (das sind etwas weniger als 5% der Fläche des Bundeslandes Niederösterreich). Davon entfallen fast 250 km² auf den Abschnitt nördlich der Grenze zwischen Kalkalpen und Flyschzone, weitere rund 300 km² auf die Gölse, den in bezug auf das Einzugsgebiet größten Nebenfluß der Traisen. Mehr als die Hälfte des Einzugsgebietes der Traisen liegt im Bereich verkarstungsfähiger Gesteine, bei Ausklammerung der Gölse und ihrer linken Nebenflüsse sind es immer noch rund 350 km², die auf die Zone der Nördlichen Kalkalpen entfallen. Der Pegel Lilienfeld erfaßt (theoretisch) ein Einzugsgebiet von 333,4 km². Hier muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß in Karstgebieten anhand des Reliefs (nach Wasserscheiden) abgegrenzte Einzugsgebiete den tatsächlich vorliegenden hydrologischen Verhältnissen nicht Rechnung tragen können.

Im Rahmen des Projektes "Karstgefährdungskarten" ist zunächst das Blatt 73, Türritz, der Österreichischen Karte 1:50 000 als Musterblatt vorgesehen. Aus diesem Grunde beziehen sich die nachfolgenden Bemerkungen in besonderen auf den (in Abbildung 1 gekennzeichneten) Bereich dieses Kartenblattes. Mit Ausnahme einiger Sulfat-Bestimmungen ¹⁾ wurden sämtliche Analysen unmittelbar nach der Probenentnahme vorgenommen ²⁾. Für pH-Messungen hat der Verband österreichischer Höhlenforscher in dankenswerter Weise ein entsprechendes Meßgerät zur Verfügung gestellt.

¹⁾ Sie erfolgten zum Teil gravimetrisch.

²⁾ Zur Datengewinnung wurden folgende Methoden angewendet:

Titrimetrische Bestimmungen:

Calcium mittels Titriplex III (Äthylendinitrilotetraessigsäure Dinatriumsalz (Dihydrat) MERCK),

Chlorid über mercurimetrische Titration mit Quecksilber(II)nitrat,

Gesamthärte durch komplexometrische Titration mit Titriplex III (Äthylendinitrilotetraessigsäure Dinatriumsalz (Dihydrat) MERCK),

KMnO₄ - V. titrimetrisch gegen Oxalsäure, Verfahren nach KUBEL,

Karbonathärte und Kohlensäure durch Titration mit Salzsäure gegen einen Mischindikator (MERCK) beziehungsweise Natronlauge gegen Phenolphthalein-L.,

Sauerstoff im Titrationsverfahren nach WINKLER.

DAS TRAISENTAL Übersicht

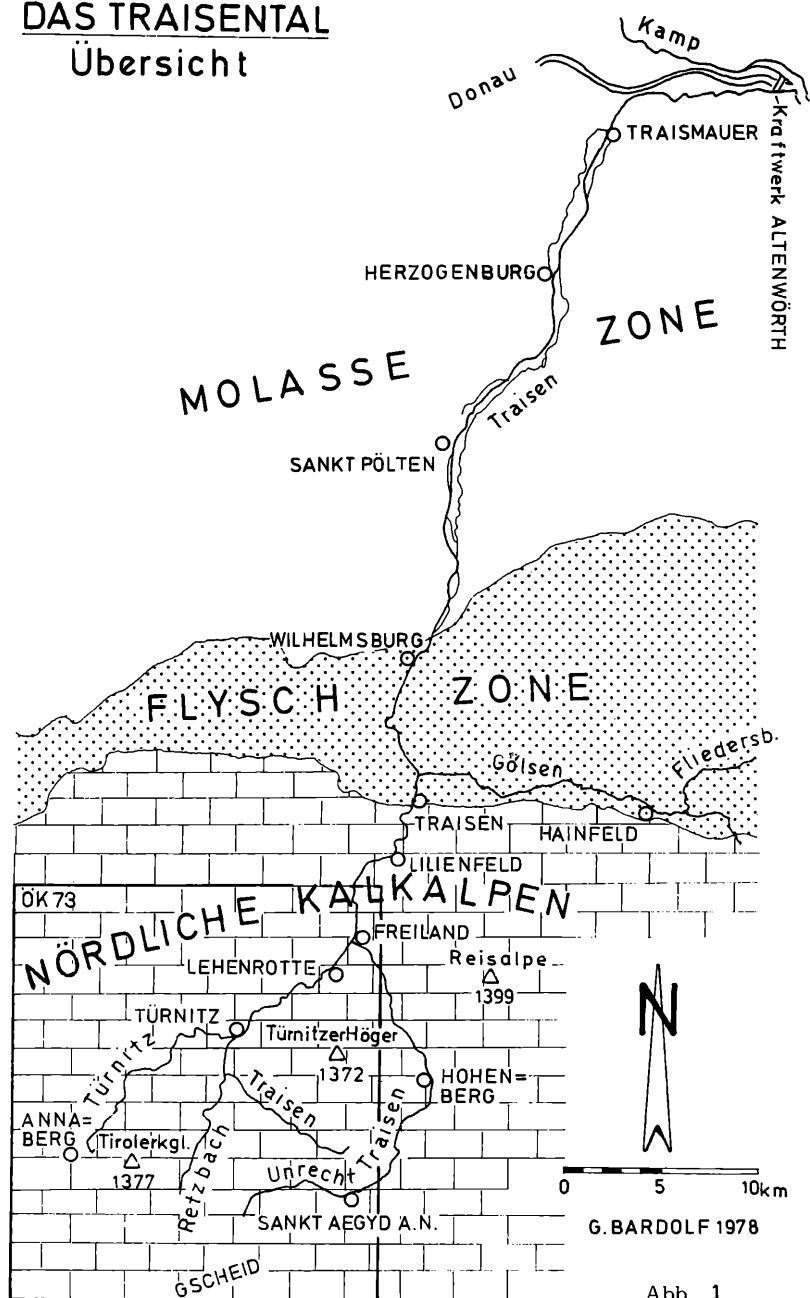
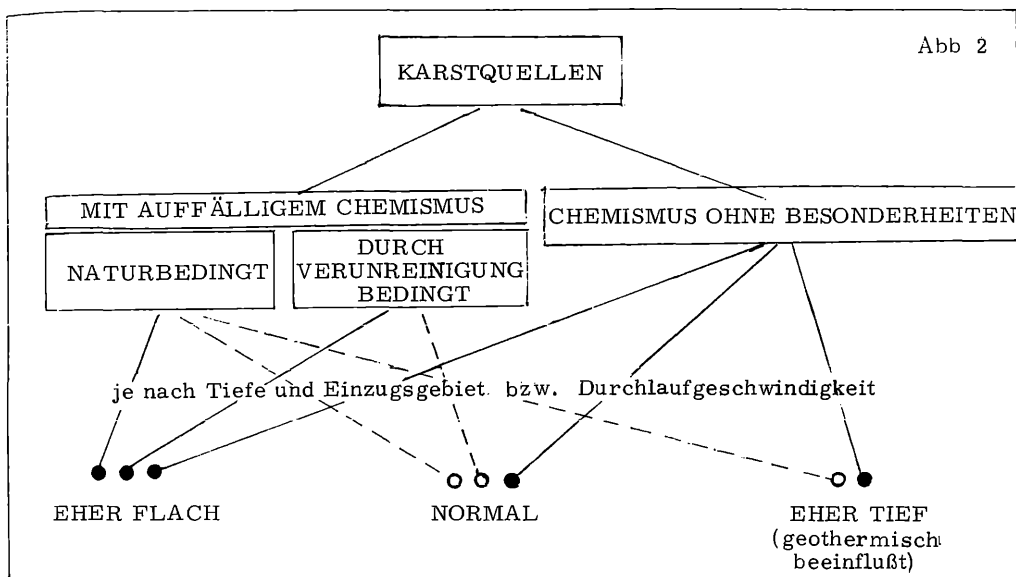


Abb. 1

Ständig aktive, echte Hangschuttquellen sind im Bearbeitungsgebiet nicht bekannt. Das dürfte vor allem auf das Fehlen mächtiger Schuttdecken größeren Flächenausmaßes zurückzuführen sein. Gelegentlich ist der eigentliche Quellaustritt durch Schutt beziehungsweise Grus oder nur schwach kantengerundetes Geröll verdeckt. Hauptträger der Wasserversorgung des Gebietes sind Karstquellen. Es treten sowohl kluft- als auch schichtgebundene Karstquellen auf, letztere mehrfach auch an Gesteinsgrenzen. Derlei Unterschiede scheinen jedoch nicht von größerer Tragweite zu sein.



Im Hinblick auf die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten liegt den folgenden Ausführungen ein Unterscheidungsschema (Abb. 2) zugrunde, in dem Quellen, deren Wasser chemisch unauffällig ist, anderen gegenübergestellt werden, deren Chemismus durch Besonderheiten gekennzeichnet ist. Jeweils drei Varianten, die für alle Gruppen gleich sind, charakterisieren Tiefe und Einzugsgebiet. Im Bearbeitungsgebiet nicht realisierte Möglichkeiten sind durch gerissene Linien beziehungsweise nicht ausgefüllte Punkte gekennzeichnet.

Kolorimetrische (photometrische) Bestimmungen:

Ammonium mittels Neßlers Reagenz,
 Chlorid nach der Quecksilberthiocyanat-Eisen(III)-Methode,
 Eisen mittels Kolorimetrie des Komplexes von Fe mit [3-(2-Pyridyl)-5, 6-bis(5-phenylsulfonsäure)-1, 2, 4-triazin Dinatriumsalz]-L.,
 Kieselsäure durch Kolorimetrie von reduzierter Silicomolybdänsäure,
 Magnesium mit Reagenz M+Y (Xylidylblau),
 Nitrat über Kolorimetrie des von Brucin (Dihydrat) in konzentrierter Schwefelsäure mit Nitraten gebildeten Farbkomplexes,
 Nitrit durch Kolorimetrie einer Naphthylamin-p-azobenzol-p-sulfonsäure,
 Phosphat kolorimetrisch über reduzierte Phosphormolybdänsäure oder nach SPLITTGERBER,
 Sulfat über Bariumchlorid,
 Sulfide durch Kolorimetrie von Methylenblau,
 Zink durch Kolorimetrie des Komplexes von Zn mit Thiocyanat und Brillantgrün bei niedrigem pH und $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

Quellen ohne Besonderheiten hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit des Wassers überwiegen zahlenmäßig. "Eher flach" bezeichnete Quellen (Abb. 2) weisen ein nicht allzu großes Einzugsgebiet geringer Tiefe auf. Zwischen der höchsten und der geringsten durchschnittlichen Schüttungsmenge bestehen sehr große Unterschiede; wegen der sehr kurzen Durchlaufzeit schwankt die Wassertemperatur zum Teil erheblich. Neben einigen Quellen, die in größeren Höhen zu Tage treten und aus diesem Grunde naturgemäß über kein größeres Einzugsgebiet verfügen können (z. B. die Quelle auf dem Eisenstein zwischen Loich und Türnitz, die Quelle auf dem Himmel westlich von Freiland, die nicht ständig aktive Quelle auf dem Türnitzer Höger), findet man im Osten des Bearbeitungsgebietes auch in den Talbereichen fast ausschließlich Quellen dieses Typs. Die Wassertemperatur kann zwischen 3° und 14° C schwanken.

Trotz dieser Nachteile muß bei Fehlen geeigneterer Möglichkeiten in zumutbarer Reichweite auch die Trinkwasserversorgung aus solchen Quellen sichergestellt werden. In solchen Fällen gewinnt die Hygiene-Problematik in Karstgebieten, auf die bereits wiederholt hingewiesen wurde (vgl. auch H. TRIMMEL, 1976), erhöhte Bedeutung. Umfangreiche Schutz- und Planungsarbeiten werden notwendig. Im Abschnitt Türnitz - Freiland besteht links der Traisen wohl kaum mehr eine Möglichkeit, Quellen für die kommunale Trinkwasserversorgung heranzuziehen, da die Besiedlung zu sehr verstreut und zu weit fortgeschritten ist. Dazu kommt die Tatsache, daß wegen der großen Schüttungsschwankungen eine einzige Quelle dieser Art zur Versorgung einer ganzen Ortschaft nicht ausreicht. So findet man beispielsweise in Lehenrotte (Abb. 1), wo die Wasserversorgung für rund 70 Häuser aus zwei derartigen Quellen gespeist wird, am Ende herbstlicher Trockenperioden nur knapp das Auslangen.

"Normal" wurden in Abb. 2 Karstquellen bezeichnet, deren Einzugsgebiet verhältnismäßig groß, wenn auch schwer abgrenzbar ist. Tiefe beziehungsweise (immer noch hohe) Durchlaufgeschwindigkeit sind so, daß, trotz immer noch erheblicher Schwankungen der Schüttung, am Quellaustritt zumindest keine nennenswerten Temperaturschwankungen mehr auftreten. Da die Gesteinstemperatur in mehreren Metern Tiefe bereits Werte annimmt, die dem langjährigen Jahresmittel der Lufttemperatur des Gebietes entsprechen, betragen die Wassertemperaturen bei Quellen dieses Typs im Untersuchungsgebiet etwa 7,5° C im Talraum bis etwa 6,5° C in höheren Lagen. Normalerweise wird Mischwasser gefördert, das heißt Zusammensetzung und Eigenschaften des Quellwassers unterliegen - auch kurzfristigen - Schwankungen in einem bestimmten Rahmen. Für das Einzugsgebiet der Traisen überwiegen Karstquellen dieses Typs vor allem im zentralen Teil des Kartenblattes und am Südabhang des Türnitzer Högers.

Überdies gibt es südlich von Türnitz eine Reihe von Quellen, deren Förderung offenbar vorwiegend aus einem tieferen Karstwasserkörper erfolgt. In allen diesbezüglich untersuchten Fällen ergaben sich Anzeichen von Mischwasser. Die Wassertemperaturen liegen bei diesem Typ zwischen 8,3° und 9,0° C; möglicherweise besteht zwischen Schüttung und Wassertemperatur insofern ein Zusammenhang, als nur kleinere Karstwasseraustritte dieses Typs kühler als 9,0° C sind; die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Wenngleich man derartige Quellen nicht als Akrotothermen bezeichnen darf, da Thermalwasser nach der allgemein üblichen Definition eine Temperatur von 20° C oder mehr aufweisen muß, so steht doch fest, daß das geförderte Karstwasser geothermisch beeinflusst sein muß. Vorhin wurde erwähnt, daß nur wenige Meter unter der Erdoberfläche Gesteinstemperaturen herrschen, die etwa dem Jahresmittel der Lufttemperatur entsprechen. Geht man weiter in die Tiefe, so wirkt sich in zunehmendem Maße die Erdwärme aus. Die "geothermische Tiefenstufe" ist ein Richtwert, der jene Distanz in Metern angibt, die man in die Tiefe vordringen muß, um eine Temperaturerhöhung von 1° C zu erreichen. Für Mitteleuropa wird meist ein Durchschnittswert von 30 bis 33 m je Grad Celsius angegeben; es sind jedoch zum Teil erhebliche Abweichungen nach beiden Seiten (auch in Österreich) bekannt. Ge-naue Daten - man erhält sie im Zuge von Tunnelbauten und Bohrungen - liegen für das Bearbeitungsgebiet nicht vor. Im Zuge der Gebirgsbildung erfolgten hier zum

Teil beachtliche Überschiebungen ganzer Decken. Die dabei entstandene Wärme könnte noch nicht ganz abgeklungen sein. Theoretisch wäre noch zu berücksichtigen, daß verschiedene Gesteine Wärme unterschiedlich zu leiten vermögen; es fehlen jedoch konkrete Hinweise auf besonders gut wärmeleitende Gesteine im Untergrund. Angaben über die Tiefe, aus der das zu Tage tretende, relativ warme Wasser stammen könnte, wären demnach reine Spekulation.

Die Schüttung dieser warmen Quellen (es sind bisher sieben Karstwasseraustritte dieser Art beobachtet worden) schwankt ziemlich wenig. Die Temperatur bleibt für die einzelnen Quellen jeweils gleich.

Bei der im folgenden charakterisierten Quelle wurden beispielsweise mehr als hundert Temperaturmessungen vorgenommen, die fast durchwegs (zu verschiedenen Jahreszeiten und bei unterschiedlichen Wetterlagen) $9,0^{\circ}\text{C}$ ergaben. Nur für den Zeitraum von Ende März bis Ende Juni wurde bereits mehrmals ein Absinken auf $8,95^{\circ}\text{C}$ festgestellt. Bei kleineren Quellen dieses Typs wurden Schwankungen bis $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ ermittelt, doch fehlt bisher eine genügend große Zahl von Messungen, um daraus Folgerungen abzuleiten. Das Quellwasser ist in allen Fällen mineralarmes Karstwasser. Bei einer dieser Quellen ist (in kurzen Abständen) intermittierend Gasaustritt zu beobachten. Auf diese Besonderheit hat M.H.FINK (mündliche Mitteilung) 1977 hingewiesen. Es handelt sich um die Sprudelquelle - die Bezeichnung hat nichts mit dem "Sprudel" als Mineralwasser zu tun! - am Nordende des Parkplatzes beim Eisernen Tor (Retzbach-Graben); sie hat die geographischen Koordinaten $15^{\circ}28'19''\text{E}/47^{\circ}53'20''\text{N}$. Die Eintragung im Karstquellenverzeichnis (vgl. G.STUMMER 1978, in diesem Band) lautet:

KARSTQUELLENVERZEICHNIS				VERBAND ÖSTERREICHISCHER HOHLENFORSCHER			
NAME DER TEILGRUPPE			TRAISENBERGE		NR.: 1834		
KATASTERFÜHRENDE STELLE			Landesver. f.Höhlenkunde W und NÖ				
Quell= nummer	Name	Bezeichnung	Seeshöhe (m)	1:50.000 Blatt Nr. OK	Koordinaten (mm)	Größen= ordnung	Anmerkungen
⋮							
Q 18	SPRUDELQUELLE beim Eisern.Tor		533	73	206/308	3	102 Daten

Abb. 3

Die wichtigsten Daten aus den vorgenommenen Analysen können der Abbildung 4 entnommen werden.

Quellwasser weist im Bearbeitungsgebiet meist pH-Werte von 7,4 bis 7,8 auf. In der kalten Jahreszeit liegen die Werte eher am oberen, während der Vegetationszeit eher am unteren Ende der Spanne. Die Gesamthärte beläuft sich bei Quellwässern ohne chemische Besonderheiten zumeist auf etwa $2,15$ bis $2,20\text{ mol/m}^3$ (ca. 12°dH), die Karbonathärte schwankt meist zwischen $1,5$ und $1,8\text{ mol/m}^3$ ($8 - 10^{\circ}\text{dH}$). Die größten Schwankungen können bei der permanenten Härte beobachtet werden, nämlich $0,25$ bis $1,2\text{ mol/m}^3$ ($1,4 - 7^{\circ}\text{dH}$). Dies ist eine Folge des ebenso stark schwankenden Sulfatgehaltes, der meist zwischen $0,09$ und $0,50\text{ mol/m}^3$ ($9 - 50\text{ mg/l}$) liegt und im Osten des Bearbeitungsgebietes generell geringer ist. Lithologisch bedingt ist auch das $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ -Verhältnis. Während es in den Kalkgebieten meist bei $7:1$ bis $9:1$ liegt, erreicht es im Bereich des Ramsaudolomits fast $3:1$. Normalerweise ist das Wasser ausgesprochen chloridarm (meist Cl^- -Konzentrationen um $0,04$ bis $0,06\text{ mol/m}^3$ bzw. $1,5 - 2\text{ mg/l}$). Die Gesamtionenstärke beläuft sich meist auf knapp über $6 \cdot 10^{-3}$. Von einigen Abschnitten im Dolomitab-

SPRUDELQUELLE 1834/Q18 533 m

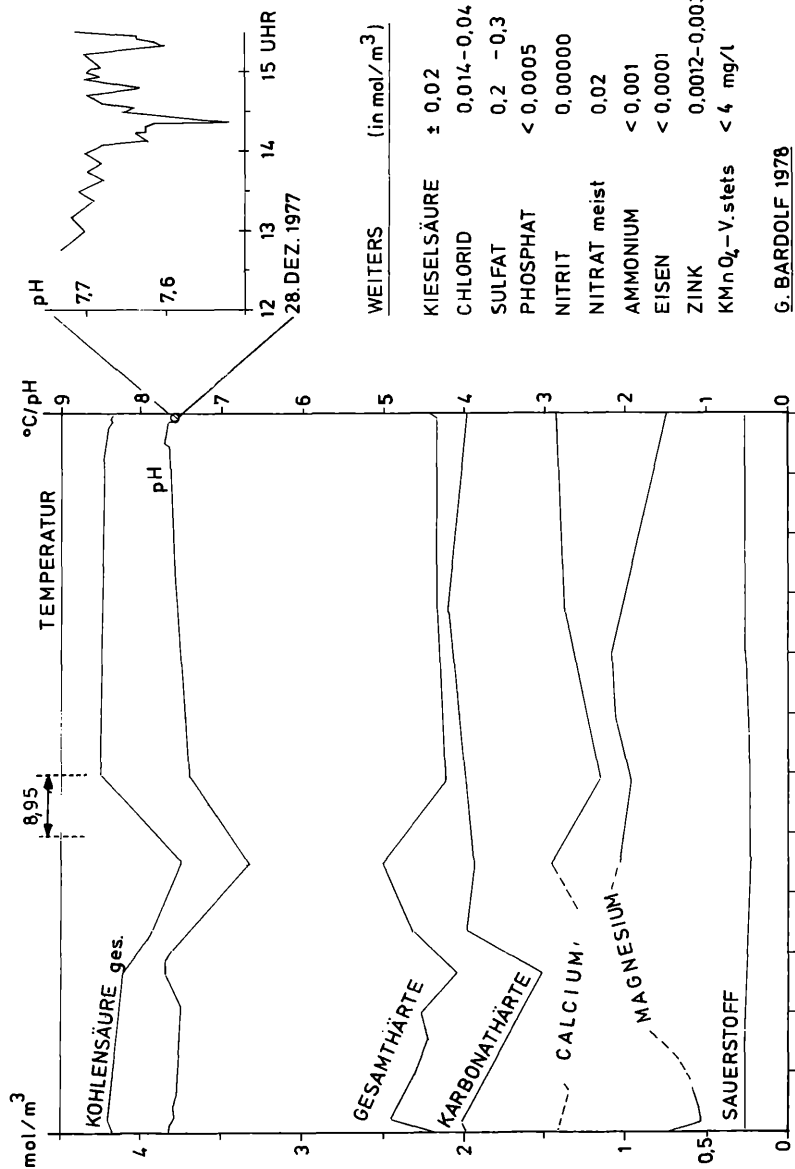


Abb. 4

gesehen, ist das Wasser ausgesprochen nitratarm, selbstverständlich fehlt Nitrit. Eisen, Kupfer und Phosphat sind im allgemeinen nicht nachweisbar. Während Zink im Bearbeitungsgebiet zwar nachgewiesen werden kann, sind die Werte dennoch weit geringer als weiter im Westen (vgl. auch Abb. 4).

Sieht man von relativ sehr seltenen Sonderfällen (Mineralquellen, Heilquellen) ab, so ist Wasser mit auffälliger chemischer Beschaffenheit im allgemeinen nicht oder nur bedingt nutzbar, gleichgültig, ob eine Verwendung als Brauchwasser oder als Trinkwasser ins Auge gefaßt wird. Da jedoch nur ein äußerst geringer Prozentsatz der Quellen mit auffälligem Chemismus, der dann selbstverständlich naturbedingt sein muß, als Heil- oder Mineralquelle bezeichnet werden kann, ist es nicht verwunderlich, daß solche Quellen im Bearbeitungsgebiet fehlen.

Dennoch weist das Wasser einer ganzen Reihe von Quellen Besonderheiten auf. Während nur gelegentlich, vor allem im Südosten des Bearbeitungsgebietes, geringfügig erhöhter Hydrogenkarbonat-Gehalt festgestellt werden konnte, sind Gipswässer gar nicht so selten anzutreffen. Sie fallen vor allem im Westen des Bearbeitungsgebietes auf (Türnitz-Graben und -Einzugsgebiet). Das Einzugsgebiet dieser Quellen ist meist nicht groß und eher flach, da die Gipslagerstätten in Werfener Schiefer (wasserstauend!) eingebettet sind. Dementsprechend schwankt die meist ohnehin geringe Schüttung erheblich, ebenso wie die Temperatur des sehr harten Wassers. Der Gehalt an Erdalkalitionen als Ausdruck für die Gesamthärte des Wassers liegt durchwegs über $5,4 \text{ mol/m}^3$ (30° dH), zumeist bei $5,45$ bis $5,9 \text{ mol/m}^3$. Die permanente Härte (Mineralsäurehärte) ist, wie bei Gipswässern üblich, ziemlich hoch; sie liegt im Durchschnitt bei etwa $3,1$ bis $3,8 \text{ mol/m}^3$ ($17 - 22^\circ \text{ dH}$). Die Betonaggressivität des Quellwassers ist jedoch meist nur schwach. Der Sulfatgehalt beträgt im allgemeinen lediglich $1,9$ bis $3,1 \text{ mol/m}^3$ (etwa 180 bis 300 mg/l). Nur in einem Fall wurde bei Quellwasser die Grenze von etwa $4,15 \text{ mol/m}^3$ (ca. 400 mg/l) überschritten, ab der bei Bauvorhaben die Verwendung von Zement mit hoher Widerstandsfähigkeit gegenüber SO_4^{2-} auf jeden Fall ratsam erscheint. Der Magnesium-Anteil an der Gesamtmenge der Erdalkali-Ionen machte bei den vorliegenden Ergebnissen durchwegs zwischen 4% und 5% Mg^{2+} aus. Im Bereich Annaberg - Bergbauer ist die Chloridarmut der Gipswässer, mit Cl^- -Konzentrationen von durchwegs nur $0,03 \text{ mol/m}^3$ ($\approx 1 \text{ mg/l}$), bemerkenswert. Schwefelwasserstoff (als HS^- und H_2S) konnte in diesen Gipswässern bisher nicht nachgewiesen werden.

Für das Einzugsgebiet der Traisen, soweit es auf Blatt 73 der Österreichischen Karte 1:50 000 dargestellt ist, kann festgestellt werden, daß Karstwasser aus mittleren und größeren Tiefen keine chemischen Besonderheiten aufweist. Aus diesem Grunde wurden solche Möglichkeiten in Abbildung 2 nur durch gerissene Linien zum Ausdruck gebracht. Ähnliches gilt vorläufig für die Möglichkeit, daß Karstwasser aus mittlerer Tiefe (bei entsprechend größerem Einzugsgebiet) verunreinigungsbedingte Besonderheiten aufweisen könnte.

Besonderheiten, die durch Verunreinigung bedingt sind, lassen sich vorwiegend bei eher flachen Quellen feststellen. Die Verwendung als Trinkwasser ist damit ausgeschlossen. Nitrit weist auf frische Verunreinigung hin. Phosphat und/oder Ammonium sind in diesem Gebiet ebenfalls sichere Indikatoren für Verschmutzung. Nicht ganz so einfach ist die Interpretation von Konzentrationen an Chlorid, Nitrat und/oder Sulfat, die die üblicherweise in diesem Gebiet beobachteten Werte übersteigen.

Die Verschmutzung der Oberflächengewässer hat allmählich kritische Ausmaße erreicht; ähnlich verhält es sich mit der Belastung des ohnehin nicht allzu reichlich vorhandenen Grundwassers. Grundwasserströme lassen sich vor allem in den Weirungen des Traisental und in stark mit Lockermaterial erfüllten Gräben feststellen. Gerade diese Räume aber werden zunehmend verbaut. Die einzige Kläranlage im Bearbeitungsgebiet reinigt die Abwässer des Marktes Turns. Stellenweise fällt Müll- und Feststoffführung in den Bächen auf (z. B. Turns unterhalb Annaberg).

Der pH-Wert von Bächen und Flüssen liegt etwa um $0,4$ bis $0,6$ höher als bei Quellen. Traisen und Unrechtraisen weisen vor ihrem Zusammenfluß an Wochenenden meist folgende Werte auf (je 15 Wintermessungen):

	Traisen	Unrechtttraisen
Temperatur	5,4°C	6,2 bis 6,5°C
pH	8,21 bis 8,38	8,33 bis 8,43
Gesamthärte	2,36 - 2,38 mol/m ³ (13,1 - 13,2° dH)	2,38 - 2,61 mol/m ³ (13,2 - 14,5° dH)
Karbonathärte	1,87 - 1,91 mol/m ³ (10,4 - 10,6° dH)	1,88 - 2,07 mol/m ³ (10,45 - 11,5° dH)
Permanente Härte	0,45 - 0,50 mol/m ³ (2,5 - 2,8° dH)	0,50 - 0,54 mol/m ³ (2,75 - 3,0° dH)
Ca Mg	8 1 etwa	5 1 etwa
Chlorid	0,07 - 0,12 mol/m ³ (2,5 - 4 mg/l)	0,10 - 0,11 mol/m ³ (3,5 - 4 mg/l)
Nitrat	ca. 0,15 - 0,19 mol/m ³ (ca. 9 - 12 mg/l)	ca. 0,16 - 0,18 mol/m ³ (ca. 10 - 11 mg/l)
Nitrit	0,13 - 0,2 mmol/m ³ (0,006 - 0,009 mg/l)	0,11 - 0,15 mmol/m ³ (0,005 - 0,007 mg/l)
Ammonium	3,33 mmol/m ³ und kleiner (0,06 mg/l und kleiner)	2,8 mmol/m ³ und kleiner (0,05 mg/l und kleiner)
Sulfat	meist ca. 0,48 mol/m ³ (gegen 50 mg/l)	keine Werte, sicher kleiner als 1 mol/m ³
Eisen	kleiner als 0,18 mmol/ m ³ (kleiner als 0,01 mg/l, meist ca. 0,004 mg/l)	0,72 - 1,4 mmol/m ³ (0,04 - 0,08 mg/l)

Wenngleich diese Werte noch tragbar sind, wird man auch in diesem Gebiet dem Problem der Gewässerverschmutzung entsprechende Aufmerksamkeit schenken müssen.

Literatur:

- Hydrographisches Zentralbüro (Herausgeber) (1954): Flächenverzeichnis der österreichischen Flußgebiete. Östliches Donaugebiet (Beiträge zur Hydrographie Österreichs, 28). Wien, Selbstverlag.
- Hydrographisches Zentralbüro (Herausgeber) (1967): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich. Wien, Selbstverlag.
- STUMMER G. (1978): Die Erfassung der Karstquellen in einem Karstquellenverzeichnis. In: Die Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten Österreichs im Maßstab 1:50000. Wien, Verband österreichischer Höhlenforscher. Wissenschaftl. Beihefte zur Z. "Die Höhle", Nr. 27.
- TRIMMEL H. (1976) Erhaltung und Schutz von Karstlandschaften als Voraussetzung für die Reinhaltung des Karstwassers. In: Project Life 2000, Internationaler Fachkongreß. Band 1. Salzburg, S.91-92.

VERBAND ÖSTERREICHISCHER HÖHLENFORSCHER

4. WISSENSCHAFTLICHE BEIHEFTE ZU „DIE HÖHLE“

Heft 1: G. Kyrle, Die Höhlen der Insel Capri, 48 S., Wien 1953	S 10,— (DM 2,30, sfr. 2,30)
Heft 2: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1950, 62 S., Wien 1955	S 25,— (DM 5,—, sfr. 5,—)
Heft 3: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1951, 72 S., Wien 1956	S 25,— (DM 5,—, sfr. 5,—)
Heft 4: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1952, 72 S., Wien 1958	S 30,— (DM 6,—, sfr. 6,—)
Heft 5: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1953, 80 S., Wien 1958	S 30,— (DM 6,—, sfr. 6,—)
Heft 6: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1954, 96 S., Wien 1960	S 30,— (DM 6,—, sfr. 6,—)
Heft 7: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1955, 92 S., Wien 1962	S 30,— (DM 6,—, sfr. 6,—)
Heft 8: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1956, 126 S., Wien 1963	S 50,— (DM 8,50, sfr. 8,50)
Heft 9: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1957, 112 S., Wien 1963	S 50,— (DM 8,50, sfr. 8,50)
Heft 10: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1958, 128 S., Wien 1964	S 50,— (DM 8,50, sfr. 8,50)
Heft 11: M. H. Fink, Tektonik und Höhlenbildung in den niederösterreichischen Voralpen, Wien 1967 ...	S 60,— (DM 10,—, sfr. 10,50)
Heft 12: H. Fielhauer, Sagegebundene Höhlennamen in Österreich, Wien 1968	S 60,— (DM 10,—, sfr. 10,50)
Heft 13: R. Saar — R. Pirker, Geschichte der Höhlenforschung in Österreich	in Vorbereitung
Heft 14: H. Trimmel (Redaktion), Österreichs längste und tiefste Höhlen, Wien 1966	vergriffen
Heft 15: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1959, 148 S., Wien 1967	S 50,— (DM 8,50, sfr. 8,50)
Heft 16: H. Trimmel, Internationale Bibliographie für Speläologie, Jahr 1960, 132 S., Wien 1970	S 80,— (DM 12,50, sfr. 14,—)
Heft 17 bis 20	in Vorbereitung
Heft 21: Die Raucherkarhöhle im Toten Gebirge, 52 S., 3 Taf., 1 Höhlenplan	S 50,— (DM 8,50, sfr. 9,—)
Heft 22: M. H. Fink, Der Dürrenstein — ein Karstgebiet in den niederösterreichischen Alpen. 144 S., 8 Tafeln, Faltplan in Tasche, Wien 1973	S 130,— (DM 20,—, sfr. 22,—)
Heft 23: W. Klappacher und K. Mais (Redaktion), Salzburger Höhlenbuch, Band I., 335 S., 107 Abb., 2 Taf., Salzburg 1975	S 280,— (DM 42,—, sfr. 48,—)
Heft 24: H. Strouhal † und J. Vornatscher, Katalog der rezenten Höhlentiere Österreichs, 142 S., Wien 1975	S 120,— (DM 18,—, sfr. 22,—)
Heft 25: H. Ilming, G. Stummer und H. Trimmel, Die Höhlenführerprüfung in Österreich. Lehrstoffübersicht. Wien 1976	S 60,— (DM 10,—, sfr. 10,—)

Bestellungen sind zu richten an den Verband österreichischer Höhlenforscher, A-1020 Wien, Obere Donaustraße 99/7/1/3, Österreich, aus der Bundesrepublik Deutschland an die Fr. Mangold'sche Buchhandlung, D-7902 Blaubeuren, Karlstraße 6.