

hervorgerufene Kondensation von Wasserdampf unterbunden wird. Es handelt sich um eine infolge des Zusammenspiels von Mineralisation und Vererzung in ihrem Erscheinungsbild einzigartige Höhle. Wir empfehlen daher, ähnlich wie bei anderen mehr oder weniger einmaligen Höhlen, die Schließung des Schauhöhlenbetriebes, um langfristige Schäden und Zerstörungen vor allem an den vielfältigen Aragonit-Sintern hintanzuhalten.

## **Regionale karsthydrologische Untersuchungsprogramme zur Erfassung der Karstwasservorräte - eine Programmstudie (Teil 2)**

*Von Fridtjof Bauer (+)*

*Die Abbildung 1 bietet eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogrammes. In der Abbildung 2 ist der zeitliche Ablauf der Untersuchung einer Wasserprobe (inklusive Isotopenmessung) graphisch dargestellt, dem (im Gegensatz zu den im Teil 1 ausgedrückten Überlegungen) der einfache Fall einer Weitergabe der Probe zur Isotopenmessung sofort nach Vorliegen der Auswertung der chemischen Daten (also ohne sechs- bis achtmonatige Wartezeit) zugrunde gelegt wurde.*

*Vorprogramm und Hauptprogramm werden nach einer Zwischenauswertung durch das im folgenden dargestellte Detailprogramm ergänzt.*

### *Detailprogramm*

#### *i) Detailuntersuchungen.*

Im Rahmen der Detailuntersuchungen sind alle jene Fragen zu klären, die durch die bis dahin durchgeführten Untersuchungen (Geländeaufnahme, Gewässerbeobachtungsprogramm) nicht beantwortet werden konnten, bzw. durch diese erst aufgeworfen wurden.

Hier kommen in Frage:

- Markierungsversuche zur Abgrenzung der Einzugsbereiche der Karstquellen;
- Detailbeobachtungsprogramme zur Klärung des Abflußregimes einzelner bedeutender Quellgruppen;
- Sonstige kleinräumige Untersuchungen.  
(Durchführung Frühjahr - Herbst)

### *Endauswertung*

#### *j) Gesamtauswertung aller Ergebnisse*

Zusammenfassende Darstellung sämtlicher Untersuchungsergebnisse in Tabellen, Diagrammen, Kartogrammen und Einzelbeschreibungen in berichtsreifer Ausfertigung und deren karsthydrologische Interpretation.

k) *Abschlußbericht*

- Erstellung eines Abschlußberichtes, beinhaltend:
- Problemstellung;
  - Beschreibung der durchgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse;
  - Karsthydrologische Interpretation der Ergebnisse;
  - Schlußfolgerungen für Wasserwirtschaft und Gewässerschutz.

*3. Gleichzeitige Durchführung mehrerer regionaler karsthydrologischer Untersuchungsprogramme*

Wie im Abschnitt II ausgeführt wurde, erstreckt sich die karsthydrologische Untersuchung eines alpinen Karstmassives mittlerer Ausdehnung über einen Zeitraum bis zu 6 Jahren. (Abbildung 1).

Um das gesetzte Ziel, die Erfassung der österreichischen Karstwasservorräte zu erreichen, müssen jeweils mehrere Einzelprogramme gleichzeitig, einander überschneidend, geplant und durchgeführt werden.

Aufgabe der langfristigen Planung ist es, die regionalen Einzelprogramme so zu erstellen, daß sie ohne gegenseitige Beeinträchtigung und unter optimalem Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel in möglichst kurzer Frist eingeleitet und abgeschlossen werden können.

Die Grundlage aller dieser Programme sind die Außenarbeiten in den Sommermonaten. Innerhalb eines regionalen Einzelprogrammes wechseln Jahre mit intensiven Sommerarbeiten (Geländeaufnahme, Markierungsversuche) mit Jahren geringer Außendiensttätigkeit (Vorerhebungen, Gewässerbeobachtungsprogramm, Auswertungen).

Eine gleichzeitige Einleitung mehrerer Regionalprogramme ist auszuschließen, da dann sowohl alle Geländeaufnahmen gleichzeitig in einem Sommer als auch alle Markierungsversuche gleichzeitig in einem Sommer durchzuführen wären, was schon vom personellen und organisatorischen Gesichtspunkt her nicht realisierbar erscheint.

Als einzige Möglichkeit der Realisierung einer gleichzeitigen Durchführung mehrerer Einzelprogramme bietet sich eine zeitliche Staffelung an, wobei in erster Linie an eine einjährige Staffelung gedacht werden muß.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Schwerpunkte der Außenarbeiten für sechs regionale Einzelprogramme (A-F) und einen Zeitraum von neun Jahren bei einjähriger Staffelung der Programme dargestellt.

Die Vorerhebungen im Gelände erfordern im Verhältnis zu den Geländeaufnahmen und Markierungsversuchen einen derart geringen sommerlichen Außendienstaufwand, daß sie

Abb.1: Zeitlicher Ablauf eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogrammes

10

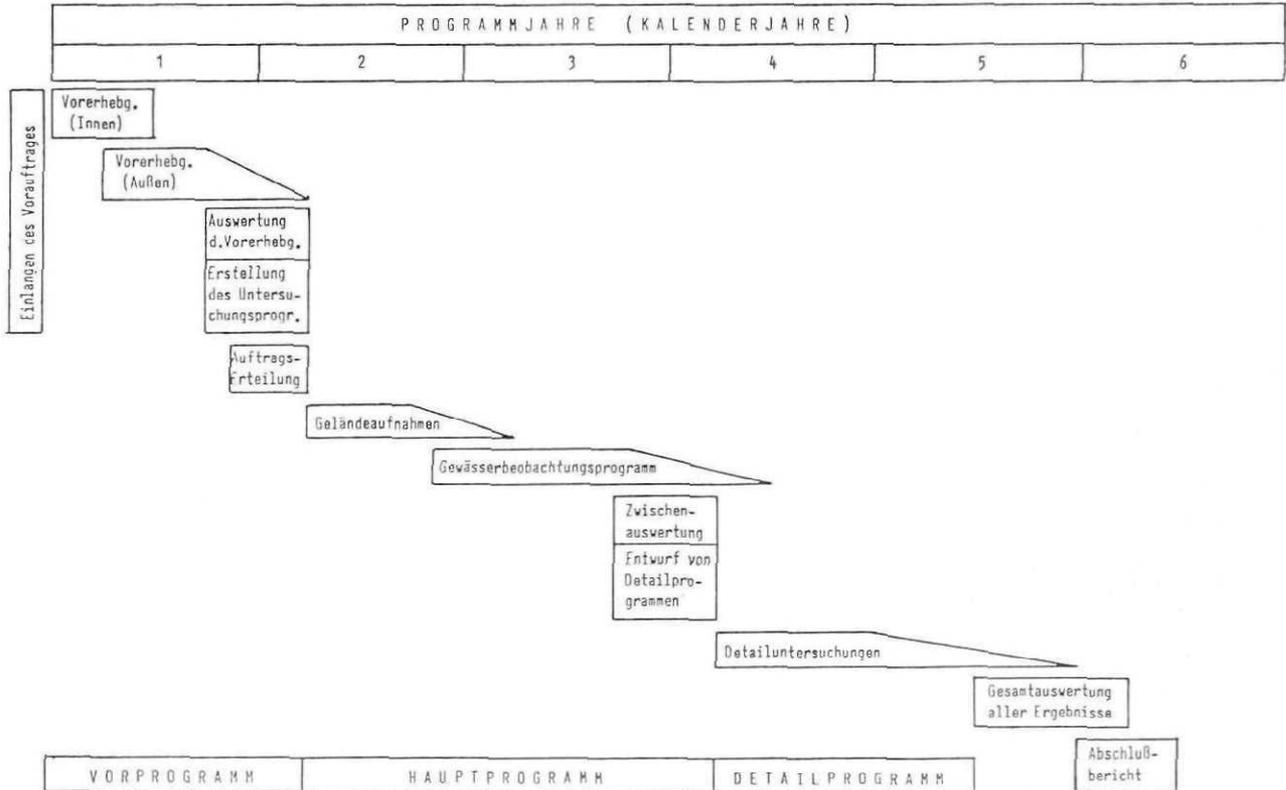


Abb.2: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung einer Wasserprobe ab Probeneingang.  
A...Frühester, B...Spätester Abschluß der angeführten Einzelarbeiten nach dem Probeneingang.

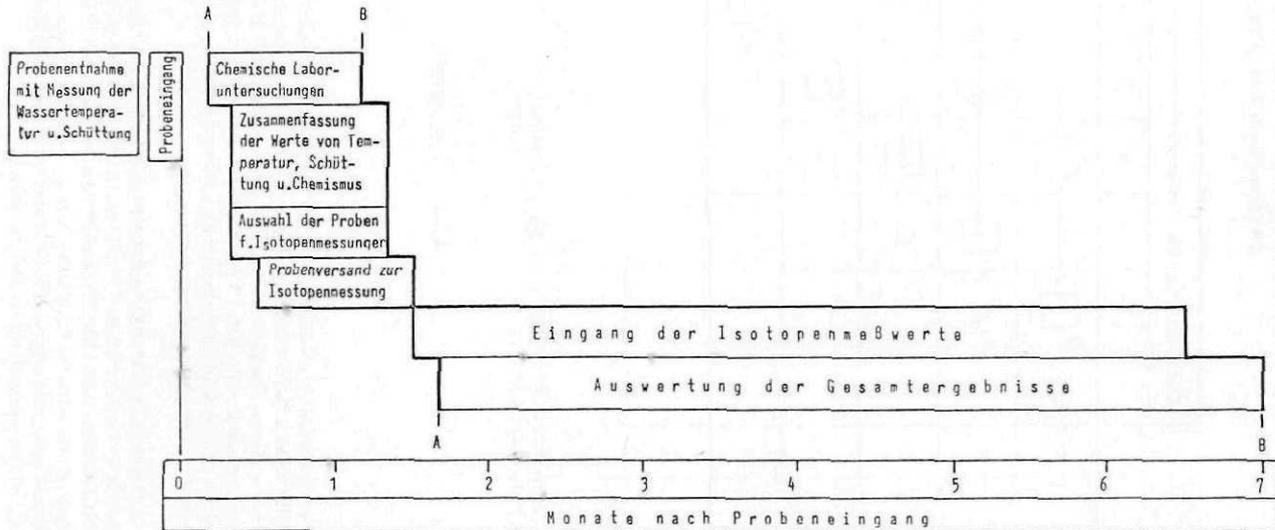
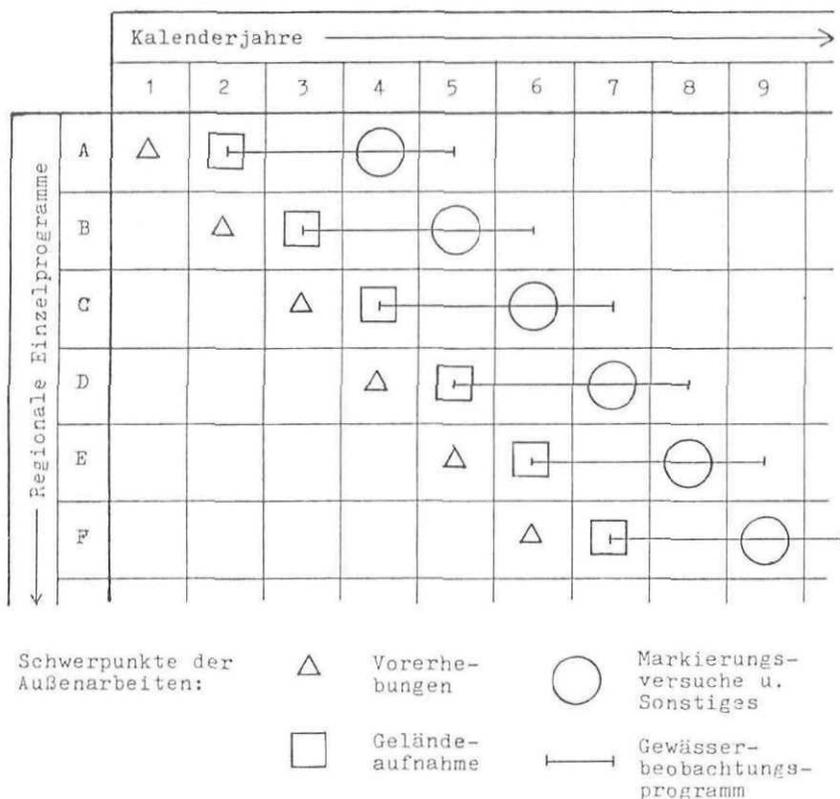


Abb.3: Einjährige Staffe lung von regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogrammen



hier praktisch vernachlässigt werden können ( 1 Akademiker für 1 bis 2 Wochen).

Die Geländeaufnahmen erfordern den Einsatz eines Akademikers für einen ganzen Sommer. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß gerade im alpinen Bereich der Zeitplan der Aufnahmearbeiten allein durch die Witterungsverhältnisse bestimmt wird und der hierfür eingesetzte Mann praktisch nicht zusätzlich für andere terminisierte Außenarbeiten (z. B. Markierungsversuche) eingeplant werden kann.

Markierungsversuche erfordern je nach der räumlichen Ausdehnung des Untersuchungsgebietes und der lokalen Problemstellung den Außendienstinsatz einer Arbeitsgruppe (1 bis 2 Akademiker, 1 bis 2 Techniker, bzw. technische Hilfskräfte für 1 bis 2 Wochen). Darüber hinaus müssen zusätzlich lokale Probenentnehmer eingesetzt werden, die oft bis zu mehreren Monaten die erforderlichen Probeaufnahmen durchführen und fallweise von Anstaltsbetreuten kontrolliert werden müssen.

Die Gewässerbeobachtungsprogramme erstrecken sich kontinuierlich über das ganze Jahr und bringen in den Sommermonaten keinen Personalaufwand mit sich. Sie werden unabhängig von den Vorerhebungen, Geländeaufnahmen und Markierungsversuchen durchgeführt, berühren diese kaum und können daher bei den hier angestellten Überlegungen unberücksichtigt bleiben.

Nach obigen Ausführungen fallen somit als sommerliche Schwerpunkte der Außenarbeiten praktisch nur die Geländeaufnahmen und Markierungsversuche ins Gewicht, die einander weder personell noch organisatorisch berühren.

Nach der in Beilage C gegebenen Darstellung fallen bei einjähriger Staffe­lung der regionalen Einzelprogramme bei planmäßiger Durchführung der Arbeiten in einem Sommer eine Geländeaufnahme und je ein Markierungsversuch an, was organisatorisch bewältigbar erscheint.

Eine einjährige Staffe­lung der regionalen Einzelprogramme scheint daher die optimale Lösung zu sein, die allen weiteren Langfristplanungen zu Grunde gelegt werden sollte.

Der in Abschnitt 1 beschriebene und in Abbildung 1 dargestellte zeitliche Ablauf eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogrammes, der als Grundlage für die Erstellung dieses Staffe­lungsplanes diente, wurde für ein alpines Karstgebiet mittlerer Ausdehnung ausgelegt und beinhaltet gewisse Zeitereserven.

Es ist daher nicht auszuschließen, daß unter günstigen Bedingungen fallweise einzelne Teilabschnitte neuer, vor allem kleinräumiger Untersuchungsprogramme (wie Vorerhebungen, Geländeaufnahmen) vorgezogen werden können, ohne die Langfristplanung mit einjähriger Staffe­lung zu beeinträchtigen. Andererseits muß aber auch damit gerechnet werden, daß infolge Eintretens widriger Umstände (Personalausfälle, Witterungsverhältnisse) das vorgesehene Jahresprogramm nicht in vollem Umfange durchgeführt werden kann und somit das Jahresprogramm des Folgejahres vorbelastet wird.

Es wird daher laufend zu prüfen sein, ob und durch welche Maßnahmen durch eine kurzfristige Modifizierung des erstellten Langfristprogrammes unter optimaler Ausnützung der Arbeitskapazität über das Langfristprogramm hinausgehende Leistungen erbracht werden können.

Als Grundlage für die Langfristplanung wird jedoch stets die einjährige Staffe­lung der regionalen Untersuchungsprogramme anzusehen sein.

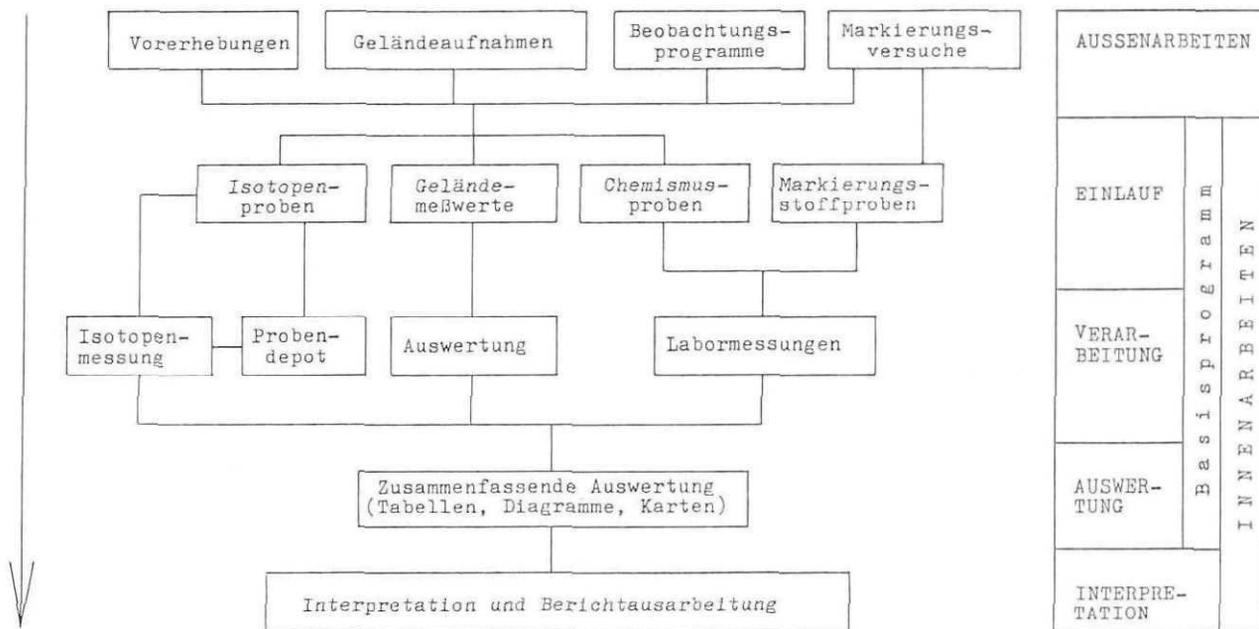
#### *4. Organisatorische und methodische Voraussetzungen*

Im Zuge von regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogrammen sind folgende Arbeiten zu bewältigen:

Außenarbeiten:

- Vorerhebungen im Gelände;
- Geländeaufnahmen;
- Markierungsversuche.

Abb.4: Organisatorische Gliederung der Arbeiten im Rahmen karsthydrologischer Untersuchungsprogramme



#### Innenarbeiten:

- Einlauf von Geländemeßwerten und Wasserproben;
- Verarbeiten der Geländemeßwerte und Wasserproben;
- Auswertung aller Daten;
- Interpretation der Ergebnisse.

Der organisatorische Zusammenhang zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen und -abschnitten ist in Form eines komplexen Arbeitsganges in Abbildung 4 dargestellt.

Wie aus dieser graphischen Darstellung zu ersehen ist, zeichnet sich im Rahmen der Gesamtarbeiten ein Komplex von Innendienstleistungsabschnitten ab, der zusätzlich zu allen Außenarbeiten anfällt und der als „Basisprogramm“ bezeichnet wurde.

Dieses „Basisprogramm“ ist somit die zentrale Voraussetzung für die Realisierung aller im Rahmen eines karsthydrologischen Regionalprogrammes anfallenden Untersuchungen.

Durch dieses Basisprogramm müssen bewältigt werden:

- Einlauf von Meßdaten und Wasserproben;
- Registrierung und Weitergabe der Proben zur Verarbeitung;
- Deponierung der allenfalls später auf Umwelts isotopen zu untersuchenden Wasserproben;
- Betreuung des Probendepots (10.000 Proben!);
- Bestimmung von Wasserchemismus und Markierungsstoffen in Wasserproben (Labor);
- Auswertung aller erhobenen Werte als Voraussetzung für die Interpretation.

Dieses Basisprogramm muß von den einzelnen Außenarbeiten (vor allem personell) völlig unabhängig sein und das gesamte einlangende Proben- und Datenmaterial nach zu erstellenden einheitlichen Richtlinien bis zu einer interpretationsreifen zusammenfassenden Auswertung verarbeiten.

Nur wenn dieses Basisprogramm in der skizzierten Form in entsprechendem Umfang auf Dauer gesichert ist, hat es überhaupt einen Sinn, langfristige Planungen gemäß Abschnitt 3 (Abbildung 3) ins Auge zu fassen.

Der Sicherstellung dieses ganzjährigen Basisprogrammes kommt im Rahmen der karsthydrologischen Untersuchungsprogramme zentrale Bedeutung zu.

Vorerhebungen, Geländeaufnahmen und Markierungsversuche sind ausschließlich Schwerpunkte der Sommer-Außenarbeiten. Ihnen stehen die überwiegend im winterlichen Innendienst durchzuführenden Arbeiten zur Interpretation der Ergebnisse und zur Berichtsabfertigung gegenüber.

Sowohl die sommerlichen Außenarbeiten als auch die winterlichen Interpretationsarbeiten werden von denselben Sachbearbeitern bzw. Arbeitsteams vollkommen selbständig durchgeführt. In personeller Hinsicht kommt es zu keiner

Überschneidung mit dem Basisprogramm. Letzterem obliegt die Verarbeitung der im Außendienst erhobenen Meßwerte, die Untersuchung der entnommenen Proben und die Erstellung einer interpretationsreifen zusammenfassenden Auswertung

Im Rahmen der mehrjährigen Beobachtungsprogramme treten keine jahreszeitlichen Arbeitsschwerpunkte auf. Zur Betreuung dieses Beobachtungsprogrammes (Niederschlags-, Klima-, Abflußmeßstellen; Quellbeobachtungs- und Wasserprobenentnahmestellen) wird eine eigene Arbeitsgruppe einzusetzen sein, die einerseits die lokalen Beobachter laufend zu betreuen hat (inkl. Versorgung mit Beobachtungsmaterial und allfälliger Probenabholung), als auch die monatlichen Probeentnahmen in jenen Gebieten, wo keine lokalen Beobachter zur Verfügung stehen, durchführen muß.

In organisatorischer Hinsicht ist eine weitgehende Vereinheitlichung des Aufbaues der einzelnen Untersuchungsprogramme und der Untersuchungsmethoden erforderlich.

Diese Vereinheitlichung betrifft die Methodik der Probenentnahmen, Messungen, Analysen, Auswertungen und Archivierung der Ergebnisse. Durch diese Vereinheitlichung soll erreicht werden, daß selbst bei personellen Ausfällen ein laufendes Programm auf Grund der bereits vorliegenden Daten unter Anwendung der vereinheitlichten Methodik durch Ersatzpersonal bruchlos weitergeführt werden kann.

Wo bestimmte, stets wiederkehrende Untersuchungen routinemäßig durchgeführt werden können, sollen zeitsparende Routineverfahren, die überdies eine Vergleichbarkeit aller Werte gewährleisten, eingeführt werden.

Besonders Augenmerk ist der einheitlichen und übersichtlichen Archivierung sämtlicher Ergebnisse zu widmen. Nur wenn sämtliche Arbeitsergebnisse in einheitlicher Art archiviert und jederzeit zugreifbar sind, wird es zu einem späteren Zeitpunkt - allenfalls unter Einsatz der EDV - möglich sein, vergleichbare Untersuchungen über die karsthydrologischen Verhältnisse verschiedener Untersuchungsgebiete durchzuführen, die einen durch Einzeluntersuchungen nicht erreichbaren Einblick in die Gesetzmäßigkeiten des Karstwasserhaushaltes zu vermitteln vermögen.

In personeller Hinsicht ergibt sich somit in großen Zügen eine Gliederung der Untersuchungsprogramme in drei Arbeitsgruppen:

- a) Vorerhebungen, Geländeaufnahmen, Markierungsversuche, Interpretation der Ergebnisse, Berichtausarbeitung
- b) Beobachtungsprogramm
- c) Basisprogramm (Einlauf, Labor, Auswertung).

Die Gruppe a) hat in erster Linie akademisches Personal (mit zeitweiser Mitarbeit von technischem Personal) zu umfassen, die Gruppen b) und c) erfordern überwiegend technisches Personal.

Diese personellen Ergebnisse müssen in der personalen Struktur der Anstalt ihren Ausdruck finden, wenn das in Abschnitt 3 (Abbildung 3) entworfene Langfristprogramm realisiert werden soll.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [044\\_01](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Fridtjof

Artikel/Article: [Regionale karsthydrologische Untersuchungsprogramme zur Erfassung der Karstwasservorräte - eine Programmstudie \(Teil 2\) 8-16](#)