

eines Höhlenplanes einzubauen, und in der angestrebten Exaktheit der Darstellung von Höhlenraum und Höhleninhalt äußert sich ein Schritt in der Weiterentwicklung der Höhlendarstellung in Plänen. Die Erfahrungen des Oberleutnants Dr. R. SAAR beim Höhlenkriegsdienst des 11. Armeekorps in Südtirol in der Zeichnung von Höhlenplänen dürften eine der Grundlagen für die Entwicklung eines offiziellen Zeichenschlüssels durch die österreichische Bundeshöhlenkommission knapp nach dem Ersten Weltkrieg gewesen sein.

#### *Literatur:*

Saar, R. (1964): Erinnerungen an den Höhlenkriegsdienst in Südtirol 1917–1918. Die Höhle, 15 (2): 41–48, Wien.

## **Regionale karsthydrologische Untersuchungsprogramme zur Erfassung der Karstwasservorräte – eine Programmstudie (Teil 1)**

*Von Fridtjof Bauer (†)*

*Fridtjof Bauer hätte 1992 sein 65. Lebensjahr vollendet. Das ist der unmittelbare Anlaß, eine Programmstudie zu veröffentlichen, die er als Direktor der damaligen Bundesanstalt für Wasserhaushalt in Karstgebieten im Februar 1975 verfaßt hat. In dieser Programmstudie hat er seine grundsätzlichen Überlegungen zu systematischen karsthydrologischen Untersuchungen und zu deren optimaler Auswertung zusammengestellt. Der Text war vor allem dazu bestimmt, das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft als die damalige vorgesetzte Dienststelle der Bundesanstalt sowie potentielle Auftraggeber über die Methoden, die erforderliche Zeit und die Kosten derartiger Untersuchungen zu informieren.*

*Die Entwicklung eines Modells karsthydrologischer Untersuchungsprogramme, die eines der wichtigsten Verdienste von Fridtjof Bauer ist, hat aber generelle Bedeutung gehabt. Der vorliegende Text der Programmstudie, der in Höhlenforscherkreisen weitgehend unbekannt geblieben ist, hat auch fast zwei Jahrzehnte, nachdem er niedergeschrieben worden ist, seine Bedeutung bewahrt.*

*Das Manuskript umfaßt vier Abschnitte, die leider nicht zur Gänze in einer Nummer der Zeitschrift „Die Höhle“ Platz finden können. Wir bitten um Verständnis, daß die Veröffentlichung bedauerlicherweise in Teilen erfolgen muß.* h. t.

### *1. Vorbemerkungen*

Die Wasserreserven von Karstgebieten können nur durch mehrjährige Untersuchungsprogramme unter Anwendung aller zur Verfügung stehenden modernen Untersuchungsmethoden erfaßt werden.

Ein solches Untersuchungsprogramm gliedert sich in die Hauptabschnitte Vorprogramm, Hauptprogramm und Detailprogramm.

Das Vorprogramm umfaßt die Durchführung von Vorerhebungen, deren Auswertung und die Erstellung eines Entwurfes für das Hauptprogramm.

Das Hauptprogramm umfaßt eine detaillierte hydrologische Aufnahme des Untersuchungsgebietes, auf Grund deren dann ein mehrjähriges hydrologisches Beobachtungsprogramm eingeleitet wird.

Das Detailprogramm kann erst auf Grund der Ergebnisse des Hauptprogramms erstellt werden und umfaßt vor allem die Klärung all jener speziellen Fragen, die durch das Hauptprogramm nicht gelöst werden konnten, so vor allem die Durchführung von Markierungsversuchen zur Abgrenzung der Einzugsbereiche von Karstquellen.

Die oben angeführten Teilabschnitte eines Gesamtprogramms müssen in der angegebenen Reihenfolge, jeweils auf den Ergebnissen des vorhergehenden Teilabschnittes aufbauend, durchgeführt werden. Die Nichteinhaltung dieses Grundsatzes muß lückenhafte und unsichere Ergebnisse zur Folge haben.

Jeder der einzelnen Programmabschnitte muß in einem Zuge geschlossen durchgeführt werden. Eine Unterbrechung, z. B. des Gewässerbeobachtungsprogramms, würde die bereits erhobenen Beobachtungsdaten wertlos machen.

Bei der Erstellung eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogramms sind vor allem die räumliche Ausdehnung und Gliederung des Untersuchungsgebietes, seine Zugänglichkeit zu verschiedenen Jahreszeiten und die jahreszeitlich bedingte zeitliche Einengung der Durchführbarkeit von Geländeuntersuchungen zu berücksichtigen.

So können in alpinen Bereichen sämtliche Geländearbeiten (Vorerhebungen im Gelände, hydrologische Aufnahmen und Markierungsversuche) nur in den Sommerarbeiten durchgeführt werden.

Der Zeitaufwand für hydrologische Aufnahmen wird wiederum durch die Ausdehnung und Zugänglichkeit des Untersuchungsgebietes bestimmt, wobei zu beachten ist, daß sommerliche Schlechtwetterperioden einen programmgemäßen Abschluß von Außenarbeiten überhaupt verhindern können.

Vor allem aber müssen die Programme derart erstellt werden, daß die absolute Gewähr für eine grundlegende Erfassung der in den Untersuchungsgebieten vorliegenden Karstwasservorräte unter Beachtung der Fragen deren Nutzbarkeit und Reinhaltung gegeben ist.

Bei jeder Programmplanung muß daher darauf geachtet werden, ob die Durchführbarkeit neu einzuleitender Programme nach den oben dargelegten Prinzipien überhaupt gewährleistet ist, und daß durch neu eingeleitete Programme die kontinuierliche Weiterführung bereits laufender Programme nicht beeinträchtigt wird.

Vorbedingungen für die Durchführung jedes derartigen Untersuchungsprogramms sind demnach eine langfristige Planung auf Grund einer durch wasserwirtschaftliche Fragen gegebenen Rangordnung sowie die Sicherstellung der erforderlichen personellen, finanziellen und räumlichen Voraussetzungen.

In der Folge wird versucht, den für die Realisierung von Untersuchungen mittleren Umfanges erforderlichen Zeitaufwand sowie die erforderlichen personellen, finanziellen und räumlichen Voraussetzungen abzuschätzen.

## 2. Zeitlicher Ablauf eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogramms

Unter Beachtung der oben dargelegten grundsätzlichen Erwägungen ergibt sich folgender zeitlicher Ablauf eines regionalen karsthydrologischen Untersuchungsprogramms:

### *Vorprogramm*

Das Vorprogramm kann erst in dem Kalenderjahr, das dem Kalenderjahr der Vorauftragserteilung folgt, eingeleitet werden.

Das Vorprogramm umfaßt:

#### a) *Vorerhebungen (Innen)*

Erfassung aller in Dienststellen, Bibliotheken u. dgl. vorliegenden Unterlagen über das Untersuchungsgebiet, soweit diese für die Fragestellung von Bedeutung sind. Im einzelnen wären vor allem zu erheben: Angaben über Topographie (Karten und Luftbilder), Geologie, Hydrographie und Meteorologie (Niederschlags-, Abfluß-, Lufttemperatur- und Schneelagenverhältnisse), bereits durchgeführte hydrologische Detailuntersuchungen, Quellmeßdaten, bestehende oder geplante Wasserversorgungs- oder Wasserkraftwerksanlagen etc.  
(Durchführung Jänner bis Juni)

#### b) *Vorerhebungen (Außen)*

Übersichtsbegehungen im Untersuchungsgebiet zur Erlangung eines Überblicks über die Grundzüge der Entwässerung des Gebietes. (Allenfalls auch Übersichtsbegehungen im Hochwinter und zur Schneeschmelze zur Abschätzung der Schüttungsschwankungen von Hauptquellgruppen.) Feststellung, ob und wo die Einrichtung zusätzlicher Meßstellen für Niederschlag, Abfluß, Lufttemperatur etc. erforderlich und möglich ist.

Fühlungnahme mit zuständigen Dienststellen (Landesregierungen, Gemeinden, Wasserversorgungs- und Kraftwerksunternehmungen) sowohl zur Erlangung nicht allgemein zugänglicher hydrologischer Daten als auch zur Sicherstellung der Unterstützung der weiteren Untersuchungen.  
(Durchführung April – September/März)

#### c) *Auswertung der Vorerhebungen*

Zusammenfassende Auswertung aller erhobenen Daten in Tabellen, Karten, Kartogrammen und Einzelbeschreibungen.  
(Durchführung Oktober – Dezember/März)

*d) Erstellung des Untersuchungsprogramms*

Auf Grund der Auswertung der Vorerhebungen wird ein umfassendes Untersuchungsprogramm erstellt. Dieses Untersuchungsprogramm kann nur vorläufig sein, da sich verschiedene wesentliche Fragestellungen erst im Zuge der hydrologischen Geländeaufnahmen und des Gewässerbeobachtungsprogramms ergeben können.

Dieses Untersuchungsprogramm, das Angaben über seine zeitliche, personelle und finanzielle Durchführbarkeit bzw. über zusätzlich erforderliches Personal oder finanzielle Mittel zu enthalten hat, wird dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft<sup>1)</sup> zur Genehmigung bzw. als Grundlage für die Sicherstellung zusätzlicher Erfordernisse vorgelegt.

(Durchführung Oktober – Dezember/März)

*e) Auftragserteilung*

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft<sup>1)</sup> erteilt den Auftrag zur Durchführung der Untersuchungen und gibt die Höhe der genehmigten zusätzlich erforderlichen Mittel bekannt.

(Bis spätestens April)

*Hauptprogramm*

*f) Geländeaufnahmen*

Aufnahme aller Quellen und Gewässer des Untersuchungsgebietes, soweit diese für die Fragestellung von Bedeutung sind. Erhebung der hydrogeologischen Voraussetzungen der Quellaustritte. Messung von Quellschüttung und Wassertemperatur. Entnahme von Wasserproben für Bestimmung des Chemismus (Durchführung im Labor) und für allfällige spätere Messung der Umwelteisotopen. Allenfalls einfache chemisch-physikalische Messungen (Leitfähigkeit, pH) an Ort und Stelle.

Ergänzende geologische Aufnahmen in den Einzugsbereichen der Quellen, soweit sie für die Versickerungs- und Abflußverhältnisse von Bedeutung sind.

Erfassung der für den Wasserhaushalt bedeutsamen Verhältnisse von Boden und Vegetation in den Einzugsbereichen der Quellen.

Begehung der Versickerungsgebiete im Einzugsbereich der Quellen im Hinblick auf spätere Markierungsversuche.

Festlegung jener Quellen und Gewässer, die in das folgende Gewässerbeobachtungsprogramm aufgenommen werden sollen.

Sicherstellung der Mithilfe lokaler Stellen (Gemeinden, Wasserversorgungs- bzw. Kraftwerksunternehmungen etc.) im Rahmen des folgenden Beobachtungsprogramms.

---

<sup>1)</sup> Der Text von F. Bauer wird unverändert in der Fassung von 1975 wiedergegeben. An die Stelle von „dem Bundesministerium . . .“ könnte einfach: „dem Auftraggeber“ eingesetzt werden. (Anm. d. Red.)

Festlegung der Errichtung allenfalls im Rahmen des Gewässerbeobachtungsprogramms zusätzlich erforderlicher Niederschlags-, Abfluß- und Lufttemperaturmeß- und Niederschlagssammelstellen gemeinsam mit den hydrographischen Landesdienststellen.

g) *Gewässerbeobachtungsprogramm*

An den auf Grund der Geländeaufnahmen ausgewählten und für die Fragestellung bedeutenden Quellen und Gewässern durch zwei bis drei Jahre in zumindest monatlichen Abständen Messung von Schüttung und Wassertemperatur sowie Entnahme von Wasserproben zur Bestimmung des Chemismus (Durchführung im Labor) und für allfällige spätere Messung der Umweltisotopen.

*Von wesentlichster diagnostischer Bedeutung für die Abschätzung der Karstwasserreserven bzw. für die Feststellung, ob die Quellen aus einem Tiefenwasserkörper oder von oberflächennahem Wasser gespeist werden, ist jeweils die Erfassung von zwei bis drei Hochwintern mit anschließender Schneeschmelze. Dies ist mit ein Grund für die lange Dauer des Gewässerbeobachtungsprogramms (2–3 Jahre).*

Durchführung der monatlichen Quellmessungen und Probenentnahmen nach Möglichkeit durch Organe lokaler Stellen (Gemeinde, Wasserversorgungs- und Kraftwerksunternehmungen etc.) sowie durch Einzelpersonen (gegen Honorierung), sonst durch Bedienstete der Anstalt.

*Diese monatlichen Messungen sollen möglichst gleichzeitig und im Hinblick auf die jeweils einen Kalendermonat erfassende Niederschlagsammlung für Umweltisotopenmessungen möglichst an jedem Monatsersten durchgeführt werden.*

Fallweise Kontrollen der Beobachter und Kontrollmessungen durch Anstaltsbedienstete.

Betrieb zusätzlich eingerichteter Niederschlags-, Abfluß- und Lufttemperaturmeßstellen und Niederschlagssammelstellen (zur Bestimmung der Umweltisotopen in den Niederschlägen) nach Möglichkeit durch die zuständigen hydrographischen Landesdienststellen, sonst durch von der Anstalt aufgenommene Beobachter.

*Diese zusätzlich eingerichteten Meßstellen sind nur während des Beobachtungsprogramms in Betrieb und dienen nur der Erfassung der lokalen Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten, die durch die bestehenden großräumigen Stationsnetze nicht erfaßt werden können.*

*Diese kurzfristige Verdichtung der bestehenden Stationsnetze muß ausreichen, um aus den Meßreihen der in der weiteren Umgebung des Untersuchungsgebietes langfristig betriebenen Stationen auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet schließen zu können.*

*Eine Grundvoraussetzung für die Interpretation der Umweltisotopenmessungen in den Quellwässern ist jedoch in jedem Falle die lückenlose langfristige Niederschlagsammlung im Rahmen des von der Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten im Jahre 1972 eingeleiteten großräumigen Niederschlags-Isotopenprogramms.*

Soweit die Messungen und Probenentnahmen nicht von Anstaltsbediensteten durchgeführt werden, monatliche Sendung der Meßwerte und Wasserproben durch die lokalen Beobachter an die Anstalt.

In der Anstalt laufende Bestimmung des Chemismus der einlangenden Wasserproben und Zusammenfassung der Meßdaten (Schüttung, Temperatur und Chemismus von Quellen und Gewässern sowie Niederschlags- und Lufttemperaturmeßwerte) in Tabellen und Diagrammen.

Nach Vorliegen einer mehrmonatigen Übersicht über das Verhalten der Quellen und Gewässer in Schüttung, Wassertemperatur und Chemismus Auswahl von Proben von den in Hinblick auf die Fragestellung bedeutenden Quellen zur Messung von Umweltisotopen (Tritium, Deuterium, Sauerstoff-18) und Sendung dieser Proben zur Untersuchung<sup>2)</sup>.

*Die für die Umweltisotopenmessungen entnommenen Wasserproben werden vorerst in der Anstalt archiviert und im Probendepot (Kapazität derzeit ca. 10.000 Literproben) gelagert.*

*Aus Gründen der Kostenersparnis werden die ersten Proben zur Bestimmung der Umweltisotopen erst nach ungefähr sechs- bis achtmonatiger Laufzeit des Beobachtungsprogramms ausgewählt werden, da sich meist erst zu diesem Zeitpunkt ergibt, von welchen Quellen die Bestimmung von Umweltisotopen erforderlich erscheint. Vorerst werden von den isotopenhydrologisch interessanten Quellen nur alle vierten Monatsproben zur Umweltisotopenmessung gegeben. Sollten sich zwischen diesen jeweils vierten Monatsproben Unterschiede ergeben, können danach alle zwischenliegenden (zweiten) Proben untersucht werden, und falls auch hier noch bedeutende Unterschiede feststellbar sein sollten, auch die restlichen zwischenliegenden Proben.*

*Hierzu ist zu bemerken, daß durch die Isotopenmessungen bedeutende Verzögerungen in der Auswertung der Beobachtungsergebnisse entstehen. Günstigenfalls kann eine Probe bereits ein Monat nach Lieferung untersucht sein. Es sind jedoch auch Fälle eingetreten, daß bei langfristiger Auslastung der Meßkapazität oder bei zeitweisem Ausfall von Meßanlagen die Meßwerte erst vier bis sechs Monate nach Übermittlung der Proben der Anstalt bekanntgegeben werden können.*

*Zieht man in Betracht, daß (wie oben ausgeführt) die ersten Proben erst acht Monate nach Beginn des Beobachtungsprogramms zur Isotopenmessung gehen, können die Meßwerte von der ersten Probenentnahme (bei einer möglichen Verzögerung der Messung um sechs Monate) unter Umständen erst 14 Monate nach der Probenentnahme der Anstalt zur Verfügung stehen.*

*Diese Verzögerungen sind bei der Planung des Beobachtungsprogramms (vor allem in finanzieller Hinsicht) zu berücksichtigen. Trotz dieser Schwierigkeiten muß im Interesse einer optimalen Ausnutzung der für Isotopenmessungen zur Verfügung stehenden Mittel die oben skizzierte Vorgangsweise beibehalten werden.*

Nach einjähriger Beobachtungsdauer (mit einem Hochwinter-Schneeschnelze-Zeitabschnitt) und Vorliegen der ersten Isotopenmeßwerte Entscheidung über die Art der Weiterführung des Beobachtungsprogramms (zeitliche und räumliche Einschränkung oder Ausweitung) und Festlegung des weiteren Isotopenmeßprogramms.

#### *h) Zwischenauswertung*

Nach zweijähriger Beobachtungsdauer Durchführung einer zusammenfassenden Zwischenauswertung aller erhobenen Meßwerte und zusammenfassende Darstellung in Tabellen, Diagrammen und Kartogrammen.

*(Fortsetzung folgt)*

---

<sup>2)</sup> Bei Abfassung des Textes im Jahre 1975 stand als Untersuchungsstelle lediglich die Bundes-Versuchs- und Forschungsanstalt Arsenal in Wien zur Verfügung. Um die allgemeine Gültigkeit der Überlegungen von F. Bauer zu unterstreichen, wurden in der vorliegenden Publikation die Hinweise auf bestimmte Forschungseinrichtungen weggelassen. (Anm. d. Red.)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [043](#)

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

Artikel/Article: [Regionale karsthydrologische Untersuchungsprogramme zur Erfassung der Karstwasservorräte - eine Programmstudie \(Teil 1\) 116-121](#)