



# WASSERWIRTSCHAFTSKATASTER

## ABSCHÄTZUNG DES NACHHALTIG NUTZBAREN QUELLWASSER- DARGEBOTES IM ALPINEN RAUM ÖSTERREICHS

Auftragnehmer: Institut für Hydrogeologie und Geothermie  
JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH Graz  
Leiter: Univ. Prof. Dr. H. Zojer

Projektleitung: T. Harum<sup>1</sup>

Autoren: T. Harum<sup>1</sup>, C. Holler<sup>3</sup>, P. Saccon<sup>1</sup>, I. Entner<sup>1</sup>, J. Hofrichter<sup>2</sup>

unter Mitarbeit von: G. Rock<sup>1</sup>, P. Ramspacher<sup>1</sup>, G. Probst<sup>1</sup>  
und M. Probst<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Hydrogeologie und Geothermie, JOANNEUM RESEARCH, Graz

<sup>2</sup>Institut für Angewandte Statistik und Systemanalyse, JOANNEUM RESEARCH, Graz

<sup>3</sup>C. Holler – Techn. Büro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Güssing

Auftraggeber und Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forst-  
wirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Wien, November 2001

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Kurzfassung und Schlussfolgerungen des Auftraggebers .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>7</b>
1.1. Problemstellung und Projektziele .....	7
1.2. Rechtliche Vorgaben .....	8
1.3. Die Gebirgsgruppen als geographische Gliederung .....	10
1.4. Datengrundlagen .....	13
1.4.1. GIS-Daten .....	13
1.4.2. Hydrographische Daten .....	13
1.4.3. Textunterlagen .....	15
1.4.4. Wasserverbrauch .....	15
<b>2. Methodischer Ansatz .....</b>	<b>15</b>
2.1. Genereller Überblick .....	15
2.2. Definition der verschiedenen Stufen .....	17
2.3. Ermittlung des Wasserverbrauches .....	18
2.3.1. Projektrelevante Wasserverbräuche .....	19
2.3.1.1 Unterscheidung von „Quellwasser-Entnahmen“ und „Grundwasser-Entnahmen“ .....	20
2.3.1.2 Im Projekt zu berücksichtigende Verbraucher .....	21
2.3.2. Ermittlung des Wasserverbrauches bezogen auf Gebirgsgruppen .....	21
2.4. Ökologische Vorgaben für die Erstabschätzung des nutzbaren Dargebotes für die Gebirgsgruppen .....	22
2.5. Ermittlung und Regionalisierung der relevanten hydrologischen Kennwerte .....	27
2.6. Projektdatenbank .....	30
2.7. Bemerkungen zur Massstabsfrage und Genauigkeit aus hydrogeologischer und ökologischer Sicht .....	33
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>35</b>
3.1. Natürliche Wasserressourcen .....	35
3.2. Wasserverbrauch .....	42
3.2.1. Datenlage in den Bundesländern .....	42
3.2.1.1 Wien .....	42
3.2.1.2 Niederösterreich .....	42
3.2.1.3 Vorarlberg .....	43
3.2.1.4 Tirol .....	43
3.2.1.5 Oberösterreich .....	44
3.2.1.6 Salzburg .....	44
3.2.1.7 Kärnten .....	45
3.2.1.8 Steiermark .....	45
3.2.2. Ergebnisse .....	46

3.3.	Ermittlung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebots.....	53
3.3.1.	Nutzbare Quellwasserdargebot in den Gebirgsgruppen .....	53
3.3.2.	Nutzbare Quellwasserdargebot im alpinen Anteil der Bundesländer und Gesamtösterreichs .....	56
4.	<b>Zusammenfassung</b> .....	60
5.	<b>Literatur und Arbeitsgrundlagen</b> .....	61

## Verzeichnis der Figuren

Fig. 1:	<i>Gebirgsgruppen 3. Ordnung und geologische Übersichtskarte von Österreich (letztere aus Geologische Bundesanstalt, 1998, Legende siehe dort.).....</i>	12
Fig. 2:	<i>Verteilung der Landnutzung Österreichs (aus CORINE).....</i>	14
Fig. 3:	<i>Schrittweise Ermittlung der nutzbaren Quellwasserreserven.....</i>	17
Fig. 4:	<i>Ermittlung der projektrelevanten Wasserverbräuche .....</i>	19
Fig. 5:	<i>Schema der Verbrauchsermittlung. Bei der Aufteilung des Verbrauches in den „anderen Gemeinden“ der Bezirke wurden in den tourismusstarken Ländern Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Kärnten neben den Einwohnern auch die Nächtigungszahlen berücksichtigt (in der Grafik ist daher bei diesen Bundesländern statt „Einwohner“ der Begriff „rechnerische Einwohner“ zu setzen: „rechnerische Einwohner“ = ständige Einwohner + Übernachtungen pro Tag). Bei den Ländern OÖ und Stmk. wurde der Verbrauch in den „anderen Gemeinden“ nur nach den Einwohnerzahlen auf die Bezirke verteilt, da die Übernachtungen im Verhältnis zur Bevölkerung eine geringe Rolle spielen. Die tourismusstarken Gemeinden finden sich in allen Ländern als verbrauchsstarke Gemeinden wieder sofern ihr Gesamtverbrauch über 500.000m³/a liegt – ihr Verbrauch wurde exakt ermittelt und den Gebirgsgruppen zugeordnet. Für NÖ wurden alle Verbrauchsdaten (inkl. Fremdenverkehr) dem Wasserversorgungskonzept entnommen. ....</i>	23
Fig. 6:	<i>Charakterisierung des Abflussregimes: Mittlere Ganglinie der Abflussspende und Hüllkurve im Niedrig-bis Mittelwasserbereich eines alpinen Einzugsgebiets im Kristallin. ....</i>	24
Fig. 7:	<i>Überschreitungsdauer der Abflussspenden (Mittelwerte, untere und obere Hüllkurve) und relevante hydrologische Kennwerte im Niedrig- bis Mittelwasserbereich eines alpinen Einzugsgebiets im Kristallin. ....</i>	26
Fig. 8:	<i>Ermittlung des ökologisch akzeptablen Quellwasserdargebots durch Simulation der Auswirkung konstanter Entnahmen auf die untere Hüllkurve der Dauerlinien im Niedrigstwasserbereich am Beispiel dreier Gebirgsgruppen. Blaue Linie: Schnittpunkt der Spendendauerlinien mit und ohne Entnahme = Ökologischer Grenzwert, <math>N_{qT}</math> wird an weniger als 10 Tagen unterschritten. ....</i>	26
Fig. 9:	<i>Lage der Abflussmessstellen und deren Einzugsgebiete (blau = 1. Auswahl, rot = 2. Auswahl). Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete. ....</i>	29
Fig. 10:	<i>Aufbau der Projektdatenbank. ....</i>	30
Fig. 11:	<i>Datenlage Regionalstudien in den Gebirgsgruppen.....</i>	32
Fig. 12:	<i>Probleme bei der maßstäblichen Übertragung von Lösungen für die Restwasserfrage.....</i>	34
Fig. 13:	<i>Jahresgebietsniederschläge (Mittel 1973-1997 berechnet aus HAÖ) der Gebirgsgruppen 3. Ordnung. Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete.....</i>	36
Fig. 14:	<i>Jahresgebietsniederschläge (berechnet aus HAÖ) und Grundwasserneubildung (Mittel 1973-1997) der Gebirgsgruppen 3. Ordnung. Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete.....</i>	37

Fig. 15: Regionalisierte mittlere Dauerlinien der Gebirgsgruppen im Niedrigwasserbereich eines Normaljahrs.....	41
Fig. 16: Regionalisierte untere Hüllkurve der Dauerlinien der Gebirgsgruppen, entspricht im Niedrigwasserbereich eines extremen Trockenjahrs. ....	41
Fig. 17: Anteil der Quellwasserentnahmen aus dem Projektgebiet am gegenwärtigen Gesamtwasserverbrauch.....	48
Fig. 18: Gegenwärtiger Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen in $m^3/km^2/a$ . Porengrundwasserkörper = Porengrundwassergebiete.....	49
Fig. 19: Zukünftiger Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen in $m^3/km^2/a$ : Porengrundwasserkörper = Porengrundwassergebiete.....	50
Fig. 20: Natürliche Wasserressourcen (mittlere Grundwasserneubildung und $Q_{95\%}$ -Abfluss der Dauerlinie) und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem Normaljahr (alle Werte in mm). Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften.....	57
Fig. 21: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (l/s, zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem Normaljahr. Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften.....	58
Fig. 22: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (l/s, zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem extremen Trockenjahr. Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften. ....	59

## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1: Gebirgsgruppengliederung Österreichs.....	11
Tab. 2: Transferfunktion (multiples lineares Regressionsmodell) für die Berechnung der mittleren Grundwasserneubildung der Gebirgsgruppen.....	35
Tab. 3: Flächen, Grundwasserneubildung und $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in mm).....	38
Tab. 4: Flächen, Grundwasserneubildung und $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in l/s). ....	39
Tab. 5: Wasserverbrauch der Bundesländer. GW=Grundwasser, QW=Quellwasser.....	47
Tab. 6: Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen.....	51
Tab. 7: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s) in einem Normaljahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen) <sup>1</sup> .....	53
Tab. 8: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s) in einem extremen Trockenjahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen). ....	54
Tab. 9: Wasserdargebot, Wasserverbrauch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil der Bundesländer und Österreichs gesamt (Werte in Mio. $m^3/Jahr$ ) <sup>1</sup> .....	56
Tab. 10: Wasserdargebot, Wasserverbrauch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil der Bundesländer und Österreichs gesamt (Werte in l/s) <sup>1</sup> .....	56
Tab. 11: Aktueller und zukünftiger Quellwasserverbrauch, Niederschlag, Grundwasserneubildung und wasserwirtschaftlich, ökologisch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil Österreichs (Werte in l/s $km^2$ , mm/Jahr, l/s und Mio $m^3/Jahr$ ). Gebiete mit negativem nutzbarem Dargebot wurden bei der Aufsummierung gleich Null gesetzt. <sup>1</sup> .....	60

## KURZFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN DES AUFTRAGGEBERS

Intention der vorliegenden Studie ist, objektive Daten für die Diskussion von Fragen der nachhaltigen Wassernutzung und eines allfälligen Wassertransfers zur Verfügung zu stellen, um damit zu einer Versachlichung der öffentlichen Diskussion beizutragen.

Die Studie geht dabei methodisch von der Definition der „verfügbaren Grundwasserressource“ der EU- Wasserrahmenrichtlinie aus, die lautet:

**„Die langfristige mittlere jährliche Neubildung des Grundwasserkörpers, abzüglich des langfristigen jährlichen Abflusses, der erforderlich ist, damit die in Artikel 4 genannten ökologischen Qualitätsziele für die mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässer erreicht werden und damit jede signifikante Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Gewässer und jede signifikante Schädigung der mit ihnen in Verbindung stehenden Landökosysteme vermieden wird.“**

Die Rahmenrichtlinie gibt jedoch für die Umsetzung dieser ökologischen Anforderungen keine näheren Anhalte. Die in der Studie angewendeten ökologischen Kriterien gehen im Sinne der Nachhaltigkeit davon aus, dass die natürlichen Schwankungen im Abflussgeschehen erhalten bleiben und keine Zustände bewirkt werden, die nicht auch in der Natur auftreten.

Unter Grundwasser ist definitionsgemäß alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone zu verstehen, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht. Der Begriff umfasst Poren-, Karst- und Kluftgrundwasser.

Die Studie ermittelt das nachhaltig nutzbare Quellwasserdargebot in den alpinen Festgesteinen Österreichs, also im Sinne obiger Definition das Karst- und Kluftgrundwasser der genannten Region. Die regionale Eingrenzung erfolgt in Hinblick darauf, dass das Projektgebiet einen mittleren Gebietsniederschlag von 1476 mm gegenüber einem Durchschnitt von 1138 mm für das Bundesgebiet, somit 70 % der Niederschläge erhält und 54 % der Gesamtfläche Österreichs umfasst.

Porengrundwasservorkommen innerhalb des Projektgebietes, vor allem aber außerhalb des alpinen Raumes, sind von der Studie nicht erfasst, da hier eine regionalisierte Methode nicht anwendbar ist. Die Speisung der Porengrundwasservorkommen erfolgt zum Teil durch Grundwasserneubildung aus Niederschlägen, zum Teil durch unterirdische Infiltration von Quellwasser und aus der wechselseitig wirksamen Verbindung mit Oberflächengewässern. Durch Wasserentnahmen in der Nähe von Oberflächengewässern kann der Vorgang der Infiltration in das Grundwasser massiv gesteigert werden. Wenngleich dieser Bereich in der Studie nicht untersucht ist, stellt er eine ganz wichtige zusätzliche

Wasserreserve für Österreich dar, aus der 70 % der gesamten österreichischen Grundwasser- und rund 50 % der Trinkwasserentnahmen erfolgen.

In der Studie werden hinsichtlich der alpinen Quellwasservorkommen in einem Stufenmodell großräumig die natürlichen Ressourcen und davon mittels hydrogeologischer und ökologischer Kriterien abgeleitet die nachhaltig nutzbaren Wasserreserven der Gebirgsgruppen ermittelt.

Die Untersuchungsmethode geht vom mittleren Jahresniederschlag aus.

Auf dessen Grundlage wird durch Analyse der Niederwasserabflüsse die Grundwasserneubildung, also jener Teil des Niederschlages, der nicht verdunstet oder oberirdisch abfließt, sondern das Grundwasser – konkret in den Festgesteinen – dotiert, ermittelt. Der Grundwasserneubildung kommen 38,0 % des mittleren Jahresniederschlages im Projektgebiet zugute, das sind 25,5 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr.

Hievon wird jener Teil ermittelt, der – eine konstante Entnahme vorausgesetzt - nach ökologischen Kriterien ohne Schädigung der Tier- und Pflanzenwelt in den Gewässern nutzbar ist. Dieses ökologisch nutzbare Quellwasserdargebot beträgt im Normaljahr 4,7 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr.

Aus diesem Anteil müssen die derzeitigen Wassernutzungen – soweit sie aus Quellwasser stammen – im Ausmaß 0,45 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr abgedeckt werden. Ebenso gelangt ein Anteil, der einer extrapolativen Fortschreibung dieser Nutzungen entspricht, zum Abzug. Dieser zusätzliche künftige Wasserbedarf - aus dem Projektgebiet gedeckt – beträgt weitere 0,15 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr.

Damit können für das Quellwasserdargebot im alpinen Raum Österreichs folgende Aussagen getroffen werden:

- 1. Aus dem Projektgebiet werden aus Karst- und Kluftgrundwasser rund 30 % der derzeitigen österreichischen Grundwasserentnahmen (Trinkwasserversorgung, Industrie, Landwirtschaft) getätigt, jedoch mehr als 50 % des Bedarfs der österreichischen Trinkwasserversorgung gedeckt.**
- 2. Der aktuelle und der prognostizierte zukünftige Wasserbedarf, der aus dem Projektgebiet zu bedecken ist, beträgt nur 1,8 % bzw. 2,3 % der mittleren Grundwasserneubildung in dem Gebiet. Der geringe Ausnutzungsgrad der Wasserressourcen hat sich damit bestätigt.**
- 3. Die künftige Entwicklung des innerösterreichischen Bedarfes ist auch unter ökologischen Gesichtspunkten jedenfalls abdeckbar.**

4. In Normaljahren steht – eine konstante Entnahme vorausgesetzt – eine Wassermenge von knapp über 4 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr (130.000 l/s) aus den alpinen Festgesteinsvorkommen - über den künftigen Bedarf hinaus - für anderweitige Nutzungen zur Verfügung. Das ist vergleichsweise fast die sechsfache Menge der gesamten derzeitigen Wassergewinnung für die Trinkwasserversorgung in Österreich.
5. Selbst in Trockenjahren – die als Ausnahmesituation anzusehen sind – stellt das nachhaltig nutzbare – also für anderweitige Nutzungen frei verfügbare - Quellwasserdargebot mit 0,65 Mrd m<sup>3</sup>/Jahr (20.600 l/s) noch immer eine Größenordnung dar, die der Menge der Wasserversorgung im gesamten Bundesgebiet entspricht.
6. Bei Wassernutzung in der Dimension des Normaljahres sind für die Bewältigung von Trockenjahren die entsprechenden Vorsorgen durch Speichermaßnahmen und/oder Verbund mit der Nutzung von Porengrundwasservorkommen zu treffen.
7. Bei konkreten Wasserentnahmen sind diese Aspekte im Rahmen der wasserrechtlichen Bewilligung zu berücksichtigen. Für die konkrete Bemessung sind sachverständige Einzelfallbeurteilungen erforderlich.

# 1. EINLEITUNG

## 1.1. PROBLEMSTELLUNG UND PROJEKTZIELE

Mit Vertrag vom 9.2.2001 (Zl. 41.048/132-IVA1/00) wurde das Institut für Hydrogeologie und Geothermie (JOANNEUM RESEARCH) seitens des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft mit der Durchführung der Studie „**Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebotes im alpinen Raum Österreichs**“ beauftragt. Ein Teil der Arbeiten (Erhebung der Wasserverbräuche, Einbringung der Ergebnisse aus der im Hinblick auf die Fragestellung vergleichbaren Niederösterreichstudie, Methodendiskussion bezüglich der Einbeziehung ökologischer Kriterien) wurde als Subauftrag an DI Christian Holler, Technisches Büro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Güssing vergeben.

Ziel der Untersuchung ist eine großräumige Abschätzung und Regionalisierung der nachhaltig nutzbaren Grundwasserreserven im alpinen Raum Österreichs. In diese Zielvorstellung eingeschlossen ist eine quantitative Abschätzung der Karst- und Kluftgrundwasservorräte und deren Nutzbarkeit für eine überregionale Wasserversorgung. Die in vielen Tallandschaften Österreichs mengenmäßig durchaus bedeutenden Porengrundwasservorräte in den quartären Lockersedimenten sind in der Ressourcenabschätzung nicht inkludiert. Berücksichtigt werden, soweit dies bei einer großräumigen Studie möglich ist, nur jene Porengrundwasservorräte, die ausschließlich oder zum überwiegenden Anteil aus Karst- oder Kluftaquiferen neugebildet werden.

Gemäß Angebot soll die Studie die folgenden Ergebnisse erbringen:

- ◆ Klassifizierung von geographischen Einheiten hinsichtlich ihrer Wasserressourcen auf der Grundlage hydrologischer und geologischer Korrelationen
- ◆ Großmaßstäbliche Quantifizierung von Wasservorräten und nutzbarem Quellwasserdargebot unter Berücksichtigung vorhandener Nutzungen als Grundlage für wasserwirtschaftliche Maßnahmen und künftige Nutzungen.
- ◆ Dokumentation der gegenwärtigen Trinkwassernutzung und Abschätzung des zukünftigen Bedarfes unter regionalen Gesichtspunkten
- ◆ Ausgehend von der Erfassung wasserhöffiger Regionen sowohl Einbeziehung ökologischer Kriterien für das Ausmaß einer wasserwirtschaftlichen Nutzung wie auch des Ergebnisses von verfügbaren Regionalstudien

Das Untersuchungsgebiet ist mit dem alpinen Raum definiert und auf die Festgesteine beschränkt, wobei allerdings hervorgehoben werden muss, dass sowohl die Verwitterungsdecke als auch lokale quartäre Sedimente in vielen alpinen Bereichen eine bedeutende Rolle bezüglich ihrer Wasserführung spielen, wobei eine Auftrennung der Wasserführung im klüftigen oder verkarsteten Festgestein von derjenigen in lokalen Sedimenten in diesem Maßstab nicht möglich ist. Die Lockersedimente der



Talfüllungen werden nur dann berücksichtigt, wenn ihre Grundwasserreserven ausschließlich aus dem Festgestein neugebildet werden. Die großen Porengrundwasservorkommen in den Tälern wurden nicht berücksichtigt, da hier bedeutend kleinmaßstäblichere Untersuchungen notwendig wären, was in dem kurzen verfügbaren Projektzeitraum nicht möglich gewesen wäre, ganz abgesehen davon, dass diese nur selten als frei austretende Quellen nutzbar sind. Mit einer Gesamtfläche von 48942 km<sup>2</sup> umfasst der gemäß der Karte in Fig. 1 als Projektgebiet definierte alpine Anteil rund 58 % der Fläche Österreichs und noch dazu den niederschlagsreichsten Anteil, somit auch einen sehr hohen Prozentsatz der Quellwasserreserven. Zieht man die im Projektgebiet gelegenen nicht untersuchten Porengrundwassergebiete ab, so verbleiben 45590 km<sup>2</sup>, das sind 54 % der Staatsfläche.

Die Projektziele können wie folgt zusammengefasst werden:

- ◆ Großräumige Regionalisierung des Quellwasserreserven und ihrer Neubildung in den Festgesteinen des alpinen Raums
- ◆ Gebirgsgruppenbezogene Abschätzung des nutzbaren Quellwasserdargebots nach folgenden Kriterien
  - ⇒ Wasserwirtschaft
  - ⇒ Ökologie

Nicht inkludiert sind aufgrund der großräumigen Regionalisierung Vorschläge für Standorte zukünftiger Entnahmen.

Die Untersuchungen erfolgten in enger Kooperation mit dem Auftraggeber, dem Hydrographischen Zentralbüro, dem Umweltbundesamt, den Wasserwirtschaftsabteilungen der Ämter der Landesregierungen von Vorarlberg, Tirol, Salzburg, Kärnten, Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich und dem Magistrat Wien, denen wir allen für die Zurverfügungstellung von Daten und fruchtbare Diskussionen vor allem im Rahmen der zwei wasserwirtschaftlichen Ausspracheveranstaltungen in Scharfling zu Dank verpflichtet sind.

## 1.2. RECHTLICHE VORGABEN

Die wesentlichen rechtlichen Vorgaben für die Einhaltung von ökologischen Kriterien bei der Festlegung des nutzbaren Grundwasserdargebotes finden sich im Wasserrechtsgesetz mit der Forderung nach der Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer und in der EU-Wasserrahmenrichtlinie mit der Forderung nach Einhaltung der ökologischen Qualitätsziele.

### **Vorgaben des Wasserrechtsgesetzes:**

§ 105 Abs (1): *Im öffentlichen Interesse kann ein Antrag auf Bewilligung eines Vorhabens insbesondere dann als unzulässig gesehen werden oder nur unter entsprechenden Auflagen bewilligt werden, wenn:*

- m) *eine wesentliche Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer zu besorgen ist.*

Mit dem Begriff ökologische Funktionsfähigkeit soll nach der Rechtsprechung des VwGH eine möglichst umfassende Erfassung aller mit dem Wasser zusammenhängender Umweltfaktoren einhergehen. Der Begriff ist daher in dem Sinne zu verstehen, dass damit alle Funktionen erfasst sind, die das Gewässer für mit ihm zusammenhängende und von ihm abhängige Bestandteile der Umwelt hat (vergl. ÖNORM M6232 bzw. Wasserbautenförderungsgesetz). Es sind aber nach § 105 Abs (1) eindeutig die öffentlichen Interessen abzuwägen.

#### **Vorgaben der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie:**

In der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie finden sich in sehr allgemein gehaltener Form Hinweise auf die Vorgangsweise bei der Festlegung des nutzbaren Dargebotes aus ökologischer Sicht. In den folgenden Punkten der Rahmenrichtlinie wird auf die ökologischen Erfordernisse im Zusammenhang mit dem Grundwasser Bezug genommen:

**Begriffsbestimmung** gem. Art. 2, Ziffer 27 (wörtlich zitiert):

**Verfügbare Grundwasserressource:** *Die langfristige mittlere jährliche Neubildung des Grundwasserkörpers abzüglich des langfristigen jährlichen Abflusses, der erforderlich ist, damit die in Artikel 4 genannten ökologischen Qualitätsziele für die mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässer erreicht werden und damit jede signifikante Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Gewässer und jede signifikante Schädigung der mit ihnen in Verbindung stehenden Land-ökosysteme vermieden wird.*

**Ökologische Qualitätsziele** gem. Art. 4 (sinngemäß zitiert):

- ◆ *Verhinderung einer Verschlechterung des Zustandes aller Oberflächengewässer und Grundwasserkörper*
- ◆ *Erreichung eines guten Zustandes spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie für alle Oberflächengewässer und Grundwasserkörper*

**Beschreibung des „Mengenmäßig guten Zustandes des Grundwasserkörpers“** gem. Anhang V, Pkt. 2.1.2 (wörtlich zitiert):

**Guter Zustand:** *Der Grundwasserspiegel im Grundwasserkörper ist so beschaffen, dass die verfügbare Grundwasserressource nicht von der langfristigen mittleren jährlichen Entnahme überschritten wird. Dementsprechend unterliegt der Grundwasserspiegel keinen anthropogenen Veränderungen, die*

- ◆ *zu einem Verfehlen der ökologischen Qualitätsziel gemäß Artikel 4 für in Verbindung stehende Oberflächengewässer,*
- ◆ *zu einer signifikanten Verringerung der Qualität dieser Gewässer,*

- ◆ zu einer signifikanten Schädigung von Landökosystemen führen würden, die unmittelbar vom Grundwasser abhängen.

Mit der für die Studie gewählten Vorgangsweise (Methodik s. Kap. 1.4.4) wird jedenfalls versucht, den Vorgaben der EU-Rahmenrichtlinie zu entsprechen, soweit dies bei einer großflächigen Bewertung möglich ist. Es wird daher bei der Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebots neben wasserwirtschaftlichen und regionalen Kriterien ein Augenmerk auf die mögliche Beeinflussung von Oberflächengewässern durch zukünftige Entnahmen gelegt, wobei grundsätzlich von einer konstanten Entnahme aus dem Gebiet ausgegangen wird.

### **1.3. DIE GEBIRGSGRUPPEN ALS GEOGRAPHISCHE GLIEDERUNG**

Im Zuge der regelmäßig mit dem Auftraggeber durchgeführten Projektbesprechungen wurde vereinbart, als geographische Bezugsflächen die Gebirgsgruppengliederung Österreichs nach H. TRIMMEL (1961) heranzuziehen.

Die damals festgelegten Grenzen wurden 1977/78 im Zuge von Vorarbeiten für die Veröffentlichung eines österreichischen Höhlenverzeichnisses an Hand der ÖK 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 (G. STUMMER, 1978). Jede der klar umgrenzten Teilgruppen ist durch eine vierstellige Kennziffer festgelegt, wobei die erste Ziffer die Großeinheit, die zweite die Hauptgruppe und die dritte die Untergruppe kennzeichnet. Aus dem Kennziffernsystem lässt sich die Lage des beschriebenen Gebietes folgendermaßen ableiten:

- ◆ Kennziffer = 1 Lage in den Nördlichen Kalkalpen (1000)
- ◆ Kennziffer = 3 Nordtiroler-Salzbürger Kalkalpen (1300)
- ◆ Kennziffer = 2 Waldringer Alpen (1320)
- ◆ Kennziffer = 6 Loferer Steinberge (1326)

Für den alpinen Bereich Österreichs bedeutet das, dass das Gebiet in die drei Großeinheiten nämlich Nördliche Kalkalpen, Zentralalpen und Südliche Kalkalpen, in 19 Hauptgruppen, 95 Untergruppen (Lage s. Fig. 1) und weiters in zahlreiche Teilgruppen gegliedert ist (Gliederungsschema s. Tab. 1). Als Grundlage für die Abschätzung der nachhaltig nutzbaren Wasserreserven werden die 95 Untergruppen (3. Ordnung) herangezogen. Eine weitere Untergliederung würde bei einer derartig großräumigen Regionalisierung zur Vortäuschung einer nicht vorhandenen Genauigkeit führen.

Die Bewertung des nutzbaren Quellwasserdargebots wurde bewusst auf Gebirgsgruppen- und nicht auf Einzugsgebietsebene durchgeführt, da aufgrund des hohen Anteils verkarstungsfähiger Gesteine im alpinen Raum Österreichs (vor allem in den Nördlichen und Südlichen Kalkalpen, s. geologische Karte in Fig. 1) in vielen Gebieten keine Übereinstimmung der orographischen Einzugsgebiete mit den

unterirdischen Entwässerungsrichtungen gegeben ist, der derzeitige Kenntnisstand der karst-hydrologischen Verhältnisse aber aufgrund deren Komplexität trotz vieler vorliegenden Untersuchungen noch nicht ausreicht, die tatsächlichen, hydrographisch wirksamen Einzugsgebiete mit ausreichender Genauigkeit flächendeckend abzugrenzen. Da die Gebirgsgruppen nach der Vorflut abgegrenzt sind, können somit Fehler falscher Bezugsflächen zumindest weitgehend minimiert werden.

Tab. 1: Gebirgsgruppengliederung Österreichs.

<b>3 GROSSEINHEITEN</b>	<b>19 HAUPTGRUPPEN</b> (In Klammer Anzahl der Untergruppen)	<b>95 UNTERGRUPPEN</b> (Namensbeispiele)
<b>Nördliche Kalkalpen</b> 8 Hauptgruppen 41 Untergruppen	Niederösterreichische Kalkalpen (6)	<i>Göller-Gippel-Zug</i>
	Nordtiroler Alpen (7)	<i>Tschirgant</i>
	Nordtiroler-Salzburger Kalkalpen (5)	<i>Chiemgauer Alpen</i>
	Nordtiroler-Salzburger Schieferalpen (3)	<i>Kitzbühler Alpen</i>
	Obersteir. Kalk- u. Schieferalpen (6)	<i>Eisenerzer Alpen</i>
	östl. Salzkammergutalpen (6)	<i>Windischgarstener u. Reichraminger Alpen</i>
	Vorarlberger u. Allgäuer Alpen (2)	<i>Tannheimer Berge</i>
	Westl. Salzkammergutalpen (6)	<i>Dachstein</i>
<b>Zentralalpen</b> 8 Hauptgruppen 41 Untergruppen	Cetische Alpen (4)	<i>Fischbacher Alpen</i>
	Engadiner Hochalpen zw. Rhein u. Inn (4)	<i>Silvretta</i>
	Hohe Tauern (9)	<i>Ankogel-Hochalmgruppe</i>
	Niedere Tauern (4)	<i>Wölzer Tauern</i>
	Norische Alpen (8)	<i>Gurktaler Alpen</i>
	Öztaler Alpen (5)	<i>Weisskamm</i>
	Stubai Alpen (5)	<i>Grieskogelgruppe</i>
	Tuxer Alpen (2)	<i>Tuxer Voralpen</i>
<b>Südliche Kalkalpen</b> 3 Hauptgruppen 13 Untergruppen	Gailtaler Alpen (5)	<i>Goldeckgruppe</i>
	Karawanken und Steiner Alpen (4)	<i>Petzen</i>
	Karnische Alpen (4)	<i>östl. Karnische Alpen</i>

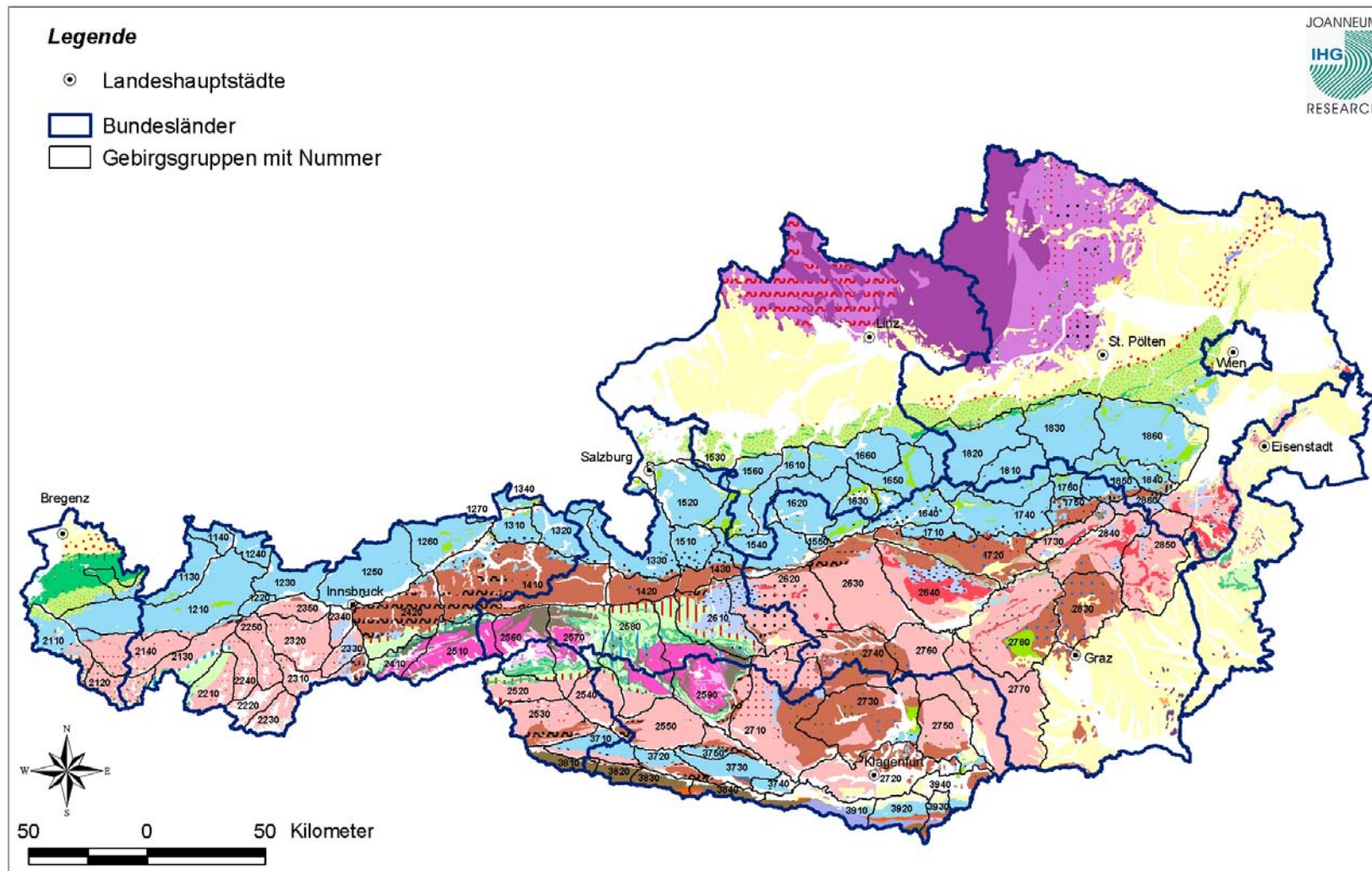


Fig. 1: Gebirgsgruppen 3. Ordnung und geologische Übersichtskarte von Österreich (letztere aus Geologische Bundesanstalt, 1998, Legende siehe dort.)

Allerdings stellt auch diese Abgrenzung ein Problem bei der Bewertung dar, da sie nach speläologischen und nicht hydrogeologischen Kriterien erfolgte. Als Gebirgsgruppengrenze ist immer die nächste Vorflut definiert. Dies führt vor allem in den breiteren, die Gebirgsgruppengrenze bildenden Tälern dazu, dass ein Teil der Gebirgsgruppe in den Lockersedimenten der Talfüllung liegt, deren Grundwasserreserven aber nur partiell aus der Gebirgsgruppe neugebildet werden. Es wurden daher diese randlichen Flächen durch GIS-Verschnitt mit den Porengrundwassergebieten bei allen Betrachtungen ausgeklammert.

## **1.4. DATENGRUNDLAGEN**

Aufgrund des hohen Zeitdrucks konnten nur Daten in die Auswertung einbezogen werden, die auch in digitaler Form vorliegen, Textunterlagen nur soweit sie in der kurzen Zeit verfügbar waren.

### **1.4.1. GIS-DATEN**

- ◆ Hydrologischer Atlas Österreichs (HAÖ): GIS-Daten: Regionalisierte Rasterdaten der Jahresniederschlagssummen und Summen der Winter- und Sommerniederschläge (Grid-File mit Rasterweite 1 km), Zeitraum 1973-1997
- ◆ Staats- und Bundesländergrenzen
- ◆ Wichtigste Orte mit Signaturen und Namen gemäß HAÖ
- ◆ Gebirgsgruppenpolygone
- ◆ Flussgebiete digital (nicht bezogen auf die Pegelstellen)
- ◆ Koordinaten und Seehöhen aller Abflussmessstellen des HYDROGRAPHISCHEN DIENSTS
- ◆ Koordinaten und Seehöhen aller Niederschlags- und Lufttemperaturmessstellen
- ◆ Koordinaten und Seehöhen Quellmessnetz des Hydrographischen Dienstes
- ◆ 50 m DTM-Raster (Digitales Höhenmodell)
- ◆ Geologische Übersichtskarte Österreichs 1:500.000
- ◆ Porengrundwassergebiete Österreichs
- ◆ Landnutzung Österreichs (CORINE) (zusammengefasste Einheiten s. Fig. 2)
- ◆ Digitales Gewässernetz der ÖK 1:50.000
- ◆ ÖK 1:500.000

### **1.4.2. HYDROGRAPHISCHE DATEN**

- ◆ Abfluss-Tagesmittel (vorhandener Gesamtzeitraum) und monatliche Tiefst- (NQ) und Höchstwerte (HQ) aller Messstellen des Hydrographischen Dienstes
- ◆ Monatssummen der Niederschläge aller Messstellen des Hydrographischen Dienstes (vorhandener Gesamtzeitraum)
- ◆ Monatsmittel der Lufttemperatur aller Messstellen des Hydrographischen Dienstes (vorhandener Gesamtzeitraum)
- ◆ Abfluss-Tagesmittel (vorhandener Gesamtzeitraum) und monatliche NQ und HQ aller Quellmessstellen des Hydrographischen Dienstes digital, dazu soweit vorhanden online registrierte chemisch-physikalische Daten (Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Trübung)



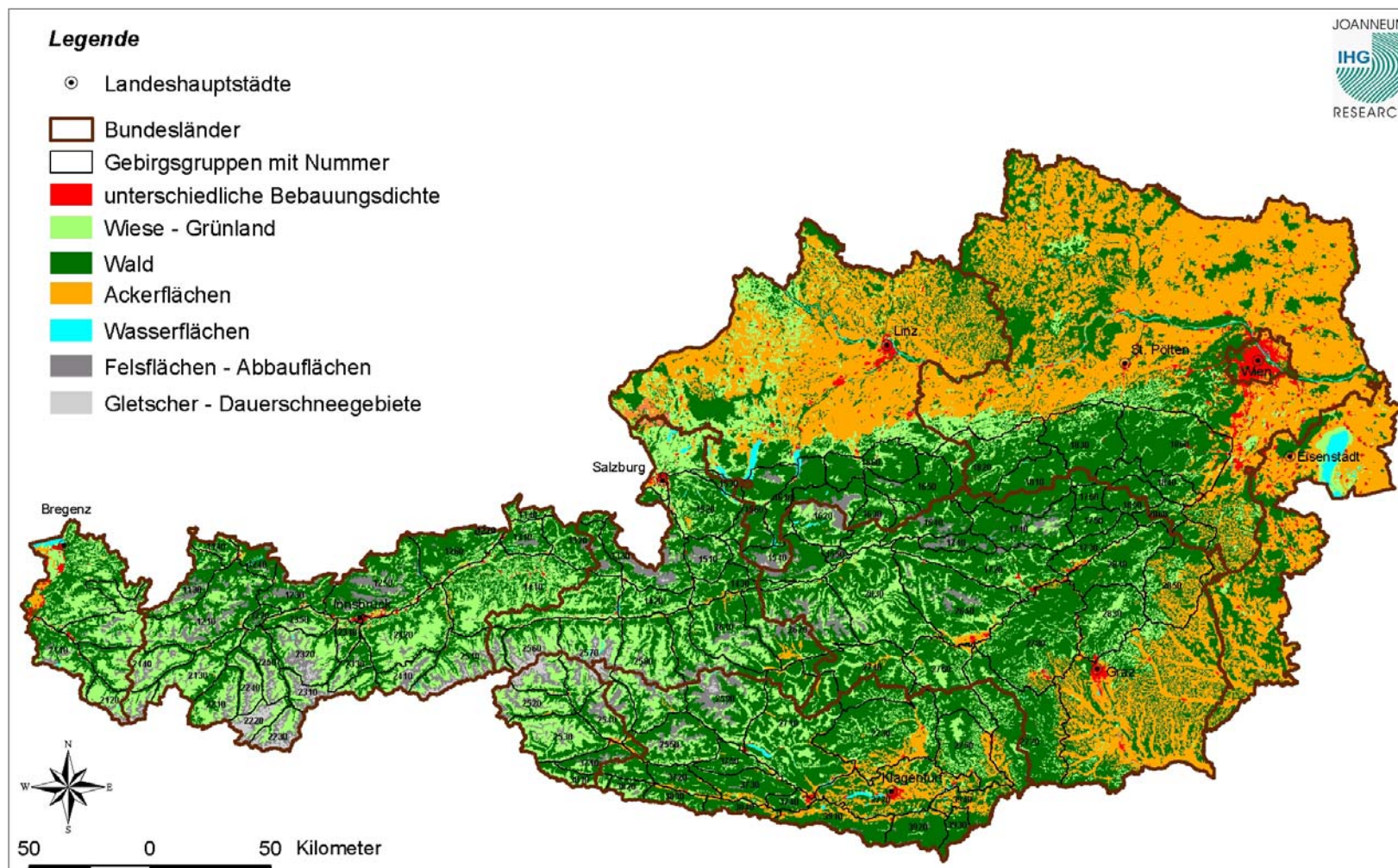


Fig. 2: Verteilung der Landnutzung Österreichs (aus CORINE).

### 1.4.3. TEXTUNTERLAGEN

- ◆ Literaturrecherchen
- ◆ Zusammenstellung „Nachhaltige Nutzung von Wasservorkommen in Österreich“ (1997) im Rahmen des österreichischen Netzwerkes für Umweltforschung
- ◆ Wasserwirtschaftskataster des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- ◆ Hydrologischer Atlas Österreichs (gegenwärtig in Arbeit)
- ◆ Karstdokumentation des UBA
- ◆ Projektberichte der Bund-Bundesländer-Kooperation und andere zugängliche Studien und Gutachten
- ◆ Wasserversorgungspläne einzelner Bundesländer (z.B. Wasserversorgungsplan Steiermark, Strategiekonzept für die Trinkwasserversorgung Niederösterreich)

### 1.4.4. WASSERVERBRAUCH

Als Grundlagen für die Ermittlung des Wasserverbrauches wurden vorrangig die von den Bundesländern zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten und Verbrauchsprognosen herangezogen. Nur soweit keine Verbrauchsdaten der Länder verfügbar waren, wurden die folgenden Quellen verwendet:

- ◆ ÖVGW – Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs.
- ◆ ÖSTAT – Erhebung des Wasserverbrauches von Industrie und Großgewerbe.
- ◆ ÖSTAT – Bevölkerungsstatistik, Viehbestand, Beschäftigte in der Sachgüterproduktion.
- ◆ Österr. Städtebund & ÖSTAT – Statistisches Jahrbuch österreichischer Städte.
- ◆ W. HÜTTLER (1996): Bundesländerbilanzierung im Rahmen der Materialflussrechnung Österreich für das Bilanzjahr 1994.

## 2. METHODISCHER ANSATZ

### 2.1. GENERELLER ÜBERBLICK

Das nachhaltig nutzbare Quellwasserdargebot ist von einer Vielzahl von Parametern abhängig wie:

- ◆ Grundwasserneubildung, diese wiederum von
  - ⇒ Niederschlag und dessen jahreszeitlicher Verteilung
  - ⇒ Verdunstung
  - ⇒ Vegetation, Landnutzung
  - ⇒ Morphologie, Geländeneigung, Exposition
  - ⇒ Nutzbare Feldkapazität der Böden, Bodenphysik
- ◆ Quellschüttungen, Quelldichte



- ◆ Abfluss in den Vorflutern - Trockenwetterabfluss
- ◆ Vorflutbeziehung
- ◆ Ökologische Randbedingungen
- ◆ Vorhandene Gefahrenpotentiale
- ◆ Vulnerabilität gegenüber anthropogener Verschmutzung
- ◆ Vorhandene Nutzungen

Die Regionalisierung des nutzbaren Wasserdargebotes kann erfolgen

- ◆ **Kleinräumig:** Regionalisierung durch detaillierte Erfassung der oben angeführten Parameter
- ◆ **Großräumig:** Hier gibt es bisher nur stark vereinfachende Ansätze der Abschätzung  
z.B. Geol. Landesamt Baden-Württemberg: Nutzbares Dargebot = Grundwasserneubildung \* 0.2

Im Rahmen des Projektes wurde der folgende methodische Ansatz entwickelt:

Die Abschätzung des nutzbaren Dargebotes für die 95 Gebirgsgruppen 3. Ordnung als Bilanzierungseinheit erfolgt schrittweise in mehreren Phasen, die zu einer stufenweisen Reduktion bis hin zum tatsächlich nutzbaren Dargebot führen. Die Reduktion erfolgt in zwei Skalenbereichen (Fig. 3):

- ◆ **Skalenbereich 1:** Ermittlung der gesamten Grundwasserressourcen nach dem MoMnQ-Verfahren nach W. WUNDT (1958), welches eine relativ einfache Abschätzung der mittleren Grundwasserneubildung aus dem Mittelwert aller langjährigen monatlichen Niedrigwasserwerte (Tagesmittel) ermöglicht, wenn Porengrundwasserabflüsse an der Pegelmessstelle vernachlässigbar klein sind (K. ALTMANN et al., 1977). Die Berechnung kann aus Abflüssen (MoMnQ in l/s), Spenden (MoMnQ in l/s km<sup>2</sup>) oder Abflusshöhen (MoMnH<sub>A</sub> in mm) erfolgen. Die Reduktion zum wasserwirtschaftlich nutzbaren Quellwasserdargebot erfolgt über hydrologische Kriterien (als wasserwirtschaftlich nutzbar wird der Q<sub>95%</sub>-Wert der Dauerlinie definiert, d.h. jener Wert, der an 347 Tagen im Jahr überschritten wird) bis hin zu den nach ökologischen Kriterien nutzbaren Wasserreserven.
- ◆ **Skalenbereich 2:** Einbeziehung von Regionalstudien, die Teilinformationen über die hydrogeologischen Verhältnisse in manchen Gebirgsgruppen liefern, Zuordnung des derzeitigen und zukünftigen Verbrauchs zu den Gebirgsgruppen, daraus als Differenz Abschätzung der tatsächlich nutzbaren Quellwasserreserven.

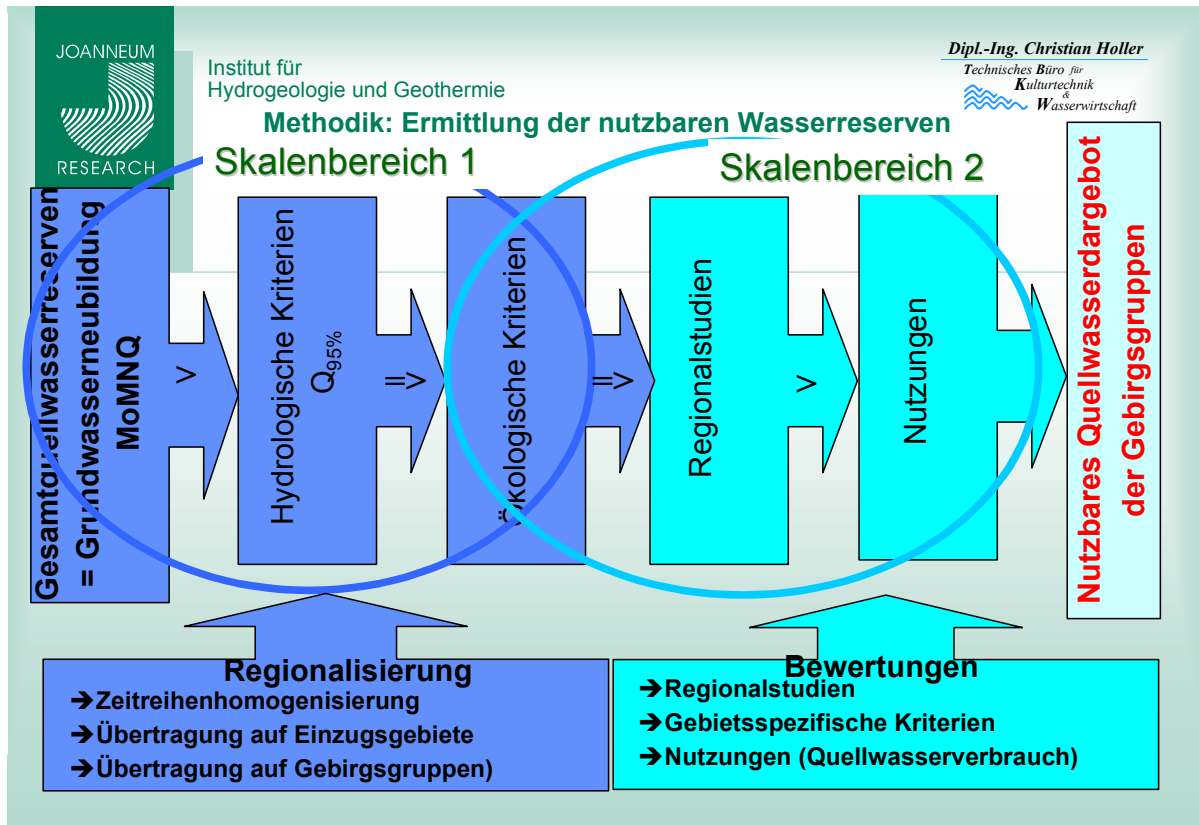


Fig. 3: Schrittweise Ermittlung der nutzbaren Quellwasserreserven.

## 2.2. DEFINITION DER VERSCHIEDENEN STUFEN

Alle gemäß Fig. 3 zu ermittelten Parameter sind auf die Gebirgsgruppen 3. Ordnung bezogen. Da die Porengrundwasserreserven der Talfüllungen explizit ausgeklammert sind, wird als Flächenbezug die Gebirgsgruppenfläche abzüglich der Flächen der Porengrundwasservorkommen herangezogen.

- ♦ **Mittlere Grundwassererneubildung MoMNQ:** langjähriges Mittel der monatlichen Niedrigwasserspenden (Zeitraum 1973-1997)
- ♦ **Hydrologische Kriterien:**
  - ⇒ **q<sub>95%</sub>:** Abflussspende in l/s km<sup>2</sup>, die in einem Normaljahr (definiert als Mittel 1973-1997) an 95 % der Tage (=347 Tage) überschritten wird, wird definiert als **mittleres wasserwirtschaftlich nutzbare Quellwasserdargebot**.
  - ⇒ **q<sub>95%min</sub>:** Abflussspende in l/s km<sup>2</sup>, die an 95 % der Tage (=347 Tage) der unteren Hüllkurve der Dauerlinien des Zeitraums 1973-1997 (=extremes Trockenjahr) überschritten wird, wird definiert als **minimales wasserwirtschaftlich nutzbare Quellwasserdargebot**
  - ⇒ **N<sub>qT</sub>:** Niedrigstes Tagesmittel der Abflussspende in l/s km<sup>2</sup>
- ♦ **Ökologische Kriterien:**
  - ⇒ Als **ökologisch akzeptabel** wird jene **konstante Entnahme** definiert, welche an maximal 10 Tagen zu einer Unterschreitung von N<sub>qT</sub> führt, diese wird iterativ als Prozentsatz von q<sub>95%</sub> für ein Normaljahr und von q<sub>95%min</sub> für ein extremes Trockenjahr (untere Hüllkurve der Dauerlinie) ermittelt.

- ♦ **Bewertung von Regionalstudien:** Soweit aus Regionalstudien genauere Rückschlüsse bezüglich der nutzbaren Reserven gezogen werden können, führt dies zu einem Gewichtungsfaktor. Er kann zu einer Reduktion (Beispiel Gebirgsgruppe 1550, Grimming mit hauptsächlich unterirdischer Entwässerung in die Lockersedimente der Talfüllungen) oder zu einer Erhöhung (Beispiel Gebirgsgruppe 3730, Graslitzengruppe mit höherem Dargebot aufgrund des Abflusses des Förolacher Stollens) führen. Es können hierbei im Einzelfall auch die Erfordernisse in ökologisch besonders sensiblen Gebieten größeren Ausmaßes (z.B. Nationalparks) berücksichtigt werden. Die Erfassung und Bewertung von Regionalstudien erfolgt mittels einer mit den Gebirgsgruppen verknüpften Datenbank.
- ♦ **Aktueller Wasserverbrauch:** Aktuelle Wasserentnahmen
- ♦ **Zukünftiger Wasserverbrauch:** Zukünftige Wasserentnahmen
- ♦ **Nutzbare Quellwasserdargebot:** Differenz aus ökologisch nutzbarem Dargebot und Verbrauch, wird ermittelt für
  - ⇒ aktuellen Wasserverbrauch
  - ⇒ zukünftigen Wasserverbrauch

## 2.3. ERMITTLUNG DES WASSERVERBRAUCHES

Es wurde erhoben nach:

- ♦ **„Gegenwärtiger Wasserverbrauch“:** Als Bezugsjahr für den „gegenwärtigen Verbrauch“ wird das Jahr 1994 gewählt da in diesem Jahr letztmalig der Wasserverbrauch von Industrie und Gewerbe vom ÖSTAT erhoben wurde. Weiters waren laut ÖVGW die Jahre 1994 und 1992 die verbrauchsreichsten Jahre (mit annähernd gleich hohem Verbrauch) – seither ist ein Verbrauchsrückgang zu verzeichnen. Sofern Länderdaten vorliegen werden die jeweiligen Bezugsjahre verwendet (1993 bis 1999, siehe Länderaufstellung).
- ♦ **„Zukünftiger Wasserverbrauch“:** Sofern keine Länderdaten bezüglich des künftigen Verbrauches vorliegen, wurde für die Ermittlung des künftigen Verbrauches eine Bevölkerungsentwicklung gemäß ÖROK-Prognose (1991) zugrunde gelegt. Es wurde hier jeweils die maximale Bevölkerungszahl bis 2031 nach Szenario 2 der ÖROK als Grundlage für den künftigen Verbrauch verwendet. In der Region Süd (Kärnten u. Steiermark) unterschätzt die ÖROK-Prognose offensichtlich die Entwicklung, es wurden hier daher aktuelle Zahlen der Landesstatistik verwendet.

Bezüglich der künftigen Entwicklung des Pro Kopf Verbrauches wurde eine Steigerung um 25% angesetzt, obgleich der Pro Kopf Verbrauch in den meisten Gebieten seit Jahren stagniert.

Bei den Nächtigungen wurde die Entwicklung der Übernachtungen in jedem Bundesland analysiert und daraus die zu erwartenden Steigerungsraten extrapoliert (siehe Bundesländer-Auswertung), zusätzlich wurde angenommen, dass der Wasserverbrauch pro Nächtigung um 25% steigt.

Mit diesen Bevölkerungs- und Nöchtigungszahlen und den erhöhten pro Kopf Verbräuchen wurde der zukünftige Wasserverbrauch berechnet.

Im Bereich von **Industrie und Großgewerbe** ist eine regionale Vorausschätzung des künftigen Wasserverbrauches ausgesprochen schwierig. Neben den allgemein auf den Wasserverbrauch wirksamen Faktoren wie Konjunkturentwicklung und Einsatz wassersparender Produktionstechnologien, hängt der künftige regionale Verbrauch vor allem von der regionalen Entwicklung im Bereich der Betriebsansiedlungen ab. Da diese Größen im Rahmen dieses Projektes regional nicht abgeschätzt werden können, kann hier nur von einer sinnvollen Fortschreibung des gegenwärtigen Bedarfes ausgegangen werden.

In diesem Sinne wird der künftige Verbrauch mit 125% des gegenwärtigen Verbrauches angenommen (d.h. moderate Verbrauchssteigerung um 25%) – eine Vorgangsweise die auch im NÖ-Strategiekonzept gewählt wurde.

### Reserven für künftige unvorhersehbare Entwicklungen und Notversorgung

In einzelnen Bundesländern gibt es Überlegungen bezüglich der notwendigen Reserven für künftige unvorhersehbare Entwicklungen und Notversorgungen („Worst case“ Szenarien) z.B. wird für den Zentralraum Salzburg ein Zuschlag von +50% auf den zukünftigen Spitzenverbrauch vorgesehen, im Strategiekonzept für die Trinkwasserversorgung in Niederösterreich ein Zuschlag von +100% auf den zukünftigen durchschnittlichen Verbrauch. Diesbezüglich können im gegenständlichen Projekt keine Annahmen getroffen werden. Aus dem sich bei der Gegenüberstellung von Verbrauch und nutzbaren Quellwasserdargebot ergebenden Quellwasserdargebotsüberhang sind solche Entwicklungen und Betriebsfälle abzudecken. In jedem Einzelfall ist eine wasserwirtschaftliche Beurteilung im Rahmen eines wasserrechtlichen Bewilligungsverfahrens erforderlich.

#### 2.3.1. PROJEKTRELEVANTE WASSERVERBRÄUCHE

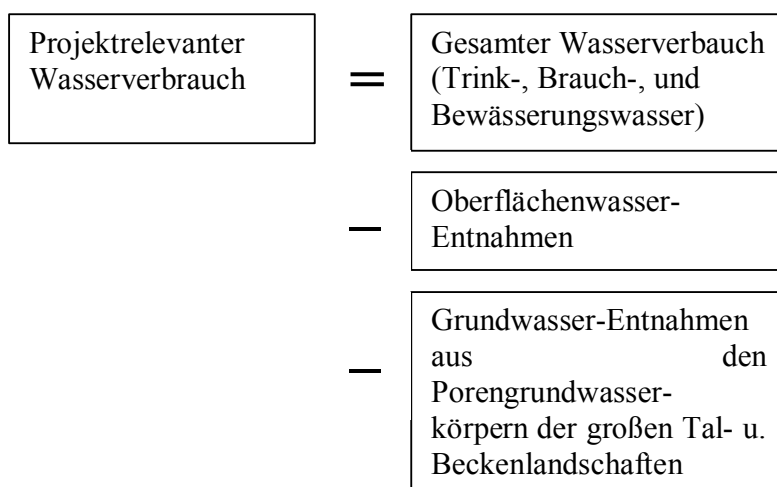


Fig. 4: Ermittlung der projektrelevanten Wasserverbräuche

### **2.3.1.1      UNTERSCHIEDUNG VON „QUELLWASSER-ENTNAHMEN“ UND „GRUNDWASSER-ENTNAHMEN“**

Im Sinne der Fragestellung des Projektes gilt es jene jährlichen Wasserverbräuche aus dem Projektgebiet zu ermitteln, bei denen es sich um „Quellwasser-Entnahmen“ im Sinne der Nutzung von Karst- und Kluftgrundwasser handelt. Alle Wasserentnahmen aus den Porengrundwasserkörpern der großen Tal- und Beckenlandschaften und die Oberflächenwasserentnahmen sind nicht projektrelevant und werden daher abgetrennt.

Die Auftrennung in „Quellwasser“ und „Grundwasser“ ist nicht immer scharf möglich – grundsätzlich wurde folgende Vorgangsweise gewählt:

#### **Vorgangsweise bei der Abtrennung Grundwasser / Quellwasser:**

Alle Wasserentnahmen, die unmittelbar aus den Ressourcen der Gebirgsgruppen stammen – also Quellfassungen an Quellaustritten, Stollenfassungen u. dergl. – werden als „Quellwasser-Entnahmen“ und damit als projektrelevante Wasserverbräuche betrachtet.

In einzelnen Fällen sind auch Entnahmen von Wasser, das mittelbar aus den Ressourcen der Gebirgsgruppen stammt, als „Quellwasser-Entnahmen“ im Sinne des Projektes zu bewerten. Beispielsweise strömt am südlichen Rand des Hochschwabs Karstwasser in einen eiszeitlichen Schotterkörper, aus dem von der Zentral-Wasserversorgung Hochschwab Süd (ZWHS) Wasser entnommen wird – diese Wasserentnahme wird im Projekt als „Quellwasser“ aus der Gebirgsgruppe Hochschwab (1740) betrachtet. Würde diese Entnahme als Grundwasser-Entnahme angesetzt werden, so würde es bei der Gegenüberstellung des Dargebotes mit dem Verbrauch zu einer Überschätzung des noch frei verfügbaren Wasserdargebotes in der Gebirgsgruppe kommen.

Im einzelnen wurde die Zuordnung der Wasserentnahmen der größeren Gemeinden zu den Kategorien „Quellwasser“ und „Grundwasser“ in Absprache mit den Landesstellen vorgenommen. Bei den folgenden größeren Gemeinden wurden Entnahme aus Porengrundwasserkörpern, bei denen das Wasser von der Genese her den Gebirgsgruppen zuzuordnen ist, als „Quellwasser-Entnahme“ im Sinne des Projektes gewertet:

- ◆ Zentral-Wasserversorgung Hochschwab Süd: Entnahmen des ZWHS im südlichen Hochschwab (Zuordnung zu Gebirgsgruppe 1740).
- ◆ Wasserversorgung Graz: Grundwasseranreicherung mit Wasser aus Andritzbach und Stübingbach (Zuordnung zu den Gebirgsgruppen 2830 und 2780).
- ◆ Wasserversorgung Stadt Salzburg: Brunnen südlich der Stadt Salzburg (Zuordnung zu Gebirgsgruppe 1330).
- ◆ Wasserversorgung Villach: Brunnen im Gegendtal (Zuordnung zu Gebirgsgruppe 2710)

- ♦ Wasserversorgung Klagenfurt: Brunnen am nördlichen Rand der Sattnitz (Zuordnung zu Gebirgsgruppe 2720)

### **2.3.1.2 IM PROJEKT ZU BERÜCKSICHTIGENDE VERBRAUCHER**

Die folgenden Verbräuche werden im Projekt berücksichtigt:

- ♦ Wasserverbrauch aus der öffentlichen Wasserversorgung
- ♦ Wasserverbrauch aus Einzelversorgungen der Haushalte
- ♦ Wasserverbrauch aus der Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe
- ♦ Wasserverbrauch aus der Eigenförderung der Landwirtschaft für Tierhaltung

Bei den Wasserentnahmen der Landwirtschaft für Bewässerungszwecke handelt es sich überwiegend um Grundwasserentnahmen in den großen Tal- und Beckenlandschaften, diese Wasserverbräuche sind für das Projektgebiet nicht relevant und werden daher nicht in die Bilanzierung mit einbezogen.

Ebenso werden sämtliche Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern nicht in die Bilanzierung mit einbezogen, da sie in fast allen Fällen nicht dem Wasserhaushalt der Gebirgsstöcke entzogen werden.

Über die oben genannten Verbräuche hinausgehende Wassernutzungen (z.B. Energiewasserwirtschaft), können im gegenständlichen Projekt nicht berücksichtigt werden. Das gleiche gilt für bestehende Wasserrechte mit denen im Fall der Errichtung neuer Wasserfassungen Interessenskonflikte bestehen könnten (=> Aufgabe von Detailprojekten und Bewilligungsverfahren).

### **2.3.2. ERMITTLUNG DES WASSERVERBRAUCHES BEZOGEN AUF GEBIRGSGRUPPEN**

Grundsätzlich werden im Projekt die politischen Bezirke als Bezugseinheiten für die Bilanzierung des Wasserverbrauches gewählt. Um bei der Zuordnung zu den Gebirgsgruppen dadurch nicht zu große Fehler zu machen, werden jedoch die großen Verbrauchseinheiten gesondert bearbeitet.

Zunächst werden die großen Verbrauchseinheiten - das sind größere Gemeinden und überregionale Verbände mit einem Verbrauch von >500.000 m³/a bzw. >10% des Bezirksverbrauches - nach der Lage der Wassergewinnung zu den Gebirgsgruppen zugeordnet. Auch hierfür sind die Detailinformationen der Bundesländer die wesentlichste Grundlage.

Der restliche Wasserverbrauch jedes Bezirkes wird durch GIS-Verschneidung der Bezirke mit den Gebirgsgruppen auf die Gebirgsgruppen umgelegt. Da die Gebirgsgruppen jeweils mit den Vorflutern

abgegrenzt wurden, enthält die Mehrzahl der Gebirgsgruppen auch einen gewissen Flächenanteil an Porengrundwasserkörpern. Damit der Anteil an Quellwasser aus dem Flächenverschnitt der Bezirke mit den Gebirgsgruppen nicht überschätzt wird, erfolgt daher die Berechnung eines Abschlages beim flächig zugeteilten Verbrauch (errechnet auf Basis des GIS-Verschnittes aller Bundesländerverbräuche mit den Gebirgsgruppen). Berücksichtigt werden hierbei nur Gebirgsgruppen die einen Flächenanteil von Porengrundwasserkörpern von >10 % aufweisen. Dem liegt die Annahme zu Grund, dass in der Wasserversorgung bevorzugt Quellwasser genutzt wird wenn dieses erreichbar ist bzw. dass bei sehr kleinen Grundwasserkörpern in den Gebirgsgruppen das verbrauchte Wasser aus den Ressourcen der Gebirgsgruppe stammt.

Fig. 5 zeigt die generelle Vorgangsweise wie ausgehend von den Bundesländerverbräuchen zunächst die Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden je Bezirk abgetrennt wurde und dann der Verbrauch in den anderen Gemeinden je Bezirk und schließlich der Bezirksverbrauch ermittelt wurde.

## **2.4. ÖKOLOGISCHE VORGABEN FÜR DIE ERSTABSCHÄTZUNG DES NUTZBAREN DARGEBOTES FÜR DIE GEBIRGSGRUPPEN**

Für die Erstabschätzung des nutzbaren Dargebotes auf der Maßstabsebene von Gebirgsgruppen kann die **Erhaltung des natürlichen Gewässertyps** als die grundsätzliche Forderungen aus ökologischer Sicht formuliert werden. Wobei auf dieser Maßstabsebene als einzige Größe die zur Beurteilung der Erhaltung des natürlichen Gewässertyps herangezogen werden kann, die Abflusscharakteristik (Beispiel für ein typisches alpines Abflussregime s. Fig. 6) zur Verfügung steht.

Die ökologische Funktionsfähigkeit ist die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung des Wirkungsgefüges zwischen dem im Gewässer und seinem Umland gegebenen Lebensraum und seiner Besiedelung mit Lebewesen entsprechend der natürlichen Ausprägung des Gewässertyps. Die ökologische Funktionsfähigkeit eines Gewässers basiert darauf, dass die natürlich am und im Gewässersystem vorkommenden Tier- und Pflanzenarten autochthone Bestände ausbilden können. Die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit bedeutet die langfristige autochthone Bestandssicherung. Eine Störung der ökologischen Funktionsfähigkeit zeigt sich in quantitativen und qualitativen Veränderungen der Biozönosen. **Derartige Änderungen auf der Organismenebene hängen ursächlich mit Änderungen der Milieufaktoren zusammen** (vergl. ÖNORM M6232 bzw. Wasserbautenförderungsgesetz).

Es wird hier also davon ausgegangen, dass wenn durch eine Wasserentnahme keine wesentliche Veränderung der natürlichen Abflusscharakteristik verursacht wird, es auch zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers kommt.

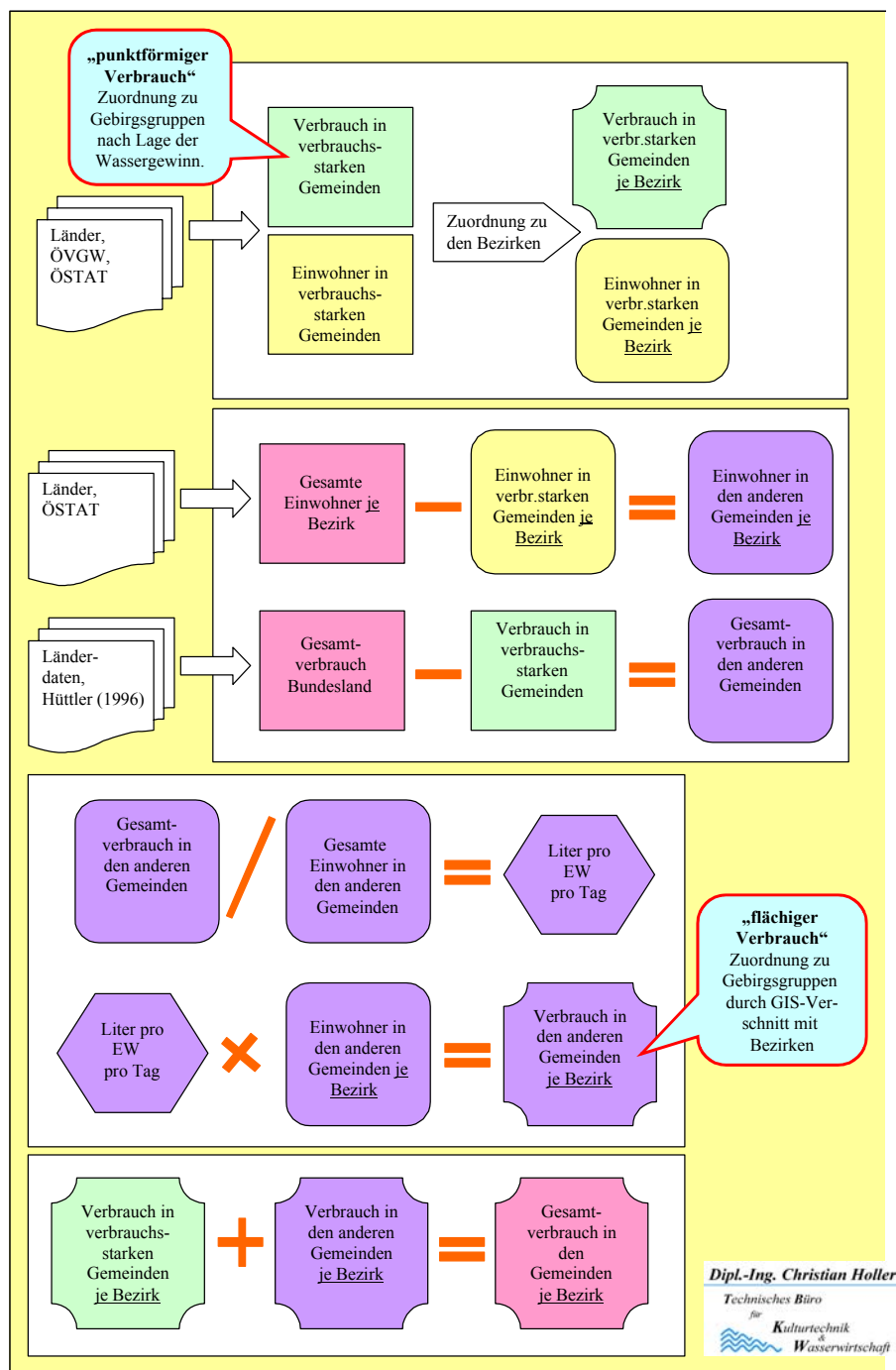


Fig. 5: Schema der Verbrauchsermittlung. Bei der Aufteilung des Verbrauches in den „anderen Gemeinden“ der Bezirke wurden in den tourismusstarken Ländern Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Kärnten neben den Einwohnern auch die Nächtigungszahlen berücksichtigt (in der Grafik ist daher bei diesen Bundesländern statt „Einwohner“ der Begriff „rechnerische Einwohner“ zu setzen: „rechnerische Einwohner“ = ständige Einwohner + Übernachtungen pro Tag). Bei den Ländern OÖ und Stmk. wurde der Verbrauch in den „anderen Gemeinden“ nur nach den Einwohnerzahlen auf die Bezirke verteilt, da die Übernachtungen im Verhältnis zur Bevölkerung eine geringe Rolle spielen. Die tourismusstarken Gemeinden finden sich in allen Ländern als verbrauchsstarke Gemeinden wieder sofern ihr Gesamtverbrauch über 500.000m³/a liegt – ihr Verbrauch wurde exakt ermittelt und den Gebirgsgruppen zugeordnet. Für NÖ wurden alle Verbrauchsdaten (inkl. Fremdenverkehr) dem Wasserversorgungskonzept entnommen.



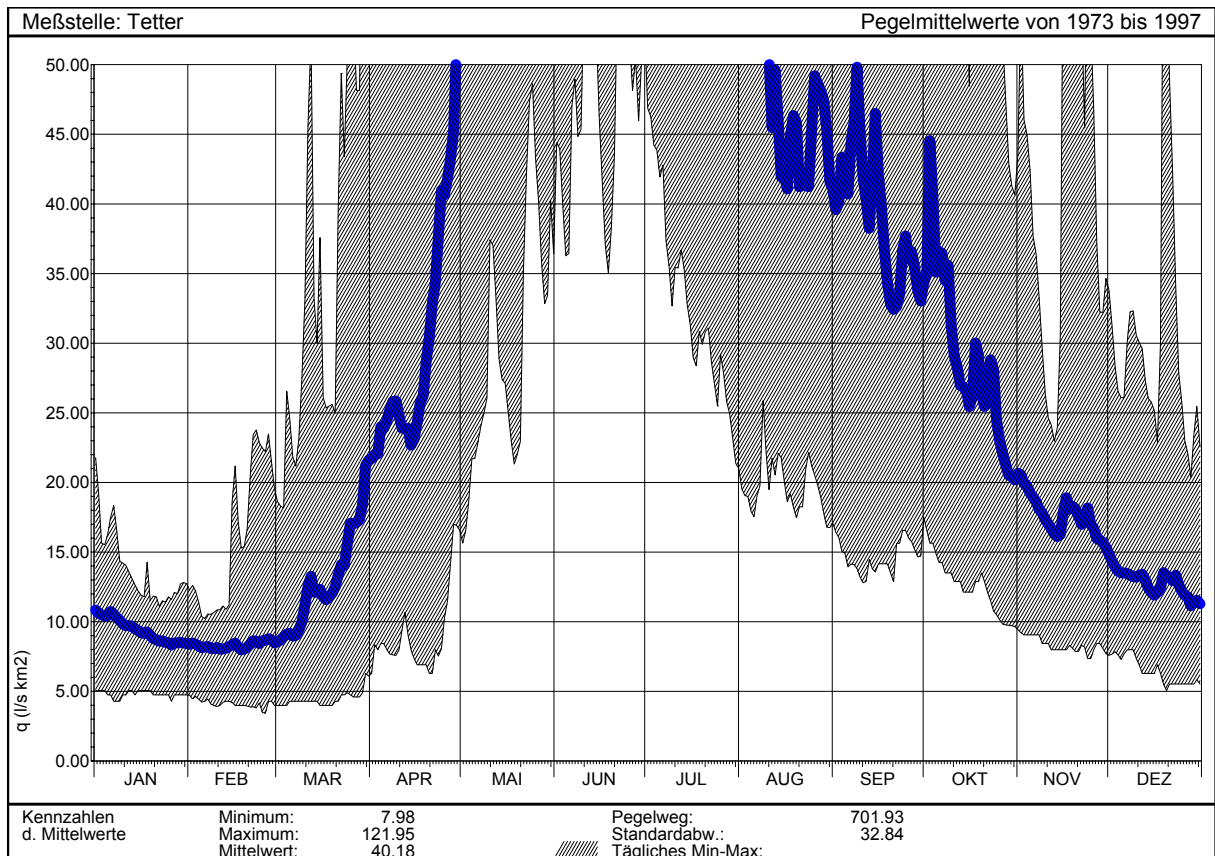


Fig. 6: Charakterisierung des Abflussregimes: Mittlere Ganglinie der Abflussspende und Hüllkurve im Niedrig-bis Mittelwasserbereich eines alpinen Einzugsgebiets im Kristallin.

Im Einzelnen ergeben sich aus der Forderung nach der Erhaltung des natürlichen Gewässertyps die folgenden Punkte die eingehalten werden müssen:

#### ♦ Erhaltung des natürlichen Abflusstyps

- ⇒ Der Abflusstyp bleibt erhalten, wenn das nutzbare Quellwasserdargebot als **konstante Entnahme** festgelegt wird.
- ⇒ Bei einer konstanten Entnahme bleiben die Verhältnisse von Nieder-, Mittel- und Hochwasserabflüssen zueinander erhalten (auch wenn sie in Ihren absoluten Größen verändert werden), ebenso bleibt die Dauer und zeitliche Abfolge der Abflussereignissen erhalten.
- ⇒ Eine Speicherbewirtschaftung im Bereich von einigen wenigen Tagen erscheint hierbei als tolerierbar. Speicherbewirtschaftungen im größeren Ausmaß verändern jedenfalls das Abflussgeschehen und sind in ihren Auswirkungen im Einzelfall zu prüfen (=> Detailstudien).

#### ♦ Einhaltung von Mindestabflüssen im Gewässer auch in Niederwasserzeiten und Trockenjahren: Bezüglich der Mindestabflüsse sind die folgenden Punkte zu erfüllen:

- ⇒ Es darf nie ein geringerer Abfluss als  $NQ_T$  auftreten. Als absolut unterste Grenze für die Restwasserführung muss aus ökologischer Sicht das  $NQ_T$  betrachtet werden. Beim  $NQ_T$  handelt es sich um den niedrigsten beobachteten Abfluss einer längeren Jahresreihe. Das  $NQ_T$  stellt damit einen „natürlichen Katastrophenzustand“ im Gewässers dar, der natürlicherweise nur

extrem selten auftritt. Wenn ein solch geringer Abfluss anthropogen bedingt über einen längeren Zeitraum aufrecht erhalten wird, ist daher davon auszugehen, dass die ökologische Funktionsfähigkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Das bedeutet, dass eine Restwasserführung, die die ökologische Funktionsfähigkeit sicherstellen soll, jedenfalls nicht unter diesem Abflusswert liegen kann. Die Forderung, dass nie ein geringerer Abfluss als  $NQ_T$  auftreten darf, wird erfüllt, wenn die Entnahme eingestellt wird, bevor  $NQ_T$  unterschritten wird. Eine Überbrückung des Entnahme-Ausfalles durch eine Speicherbewirtschaftung an diesen wenigen Tagen erscheint möglich (siehe oben).

♦ **Die Zeitspannen, in denen der Abfluss anthropogen bedingt bis auf  $NQ_T$  reduziert werden darf, muss eng begrenzt bleiben**, auch in Trockenjahren darf  $NQ_T$  nicht unterschritten werden

⇒ Die zulässige Zeitspanne, in der der Abfluss anthropogen bedingt bis auf  $NQ_T$  reduziert werden kann, ohne dass es zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit kommt, kann im Detail nur bei einer genauen Kenntnis der Niederwasser-Abflusscharakteristik des Fließgewässers festgelegt werden. Für die Erstabschätzung kann man davon ausgehen, dass diese Forderung erfüllt wird, wenn die zulässige Zeitspanne mit „wenigen Tagen“ festgelegt wird. In der vorliegenden Studie werden die „wenigen“ Tage sowohl im Normaljahr (mittlere Dauerlinie) als auch im extremen Trockenjahr mit 10 Tagen definiert.

Auch die Festlegung eines nutzbaren Quellwasserdargebotes als Obergrenze für die gesamten Entnahmen in einem Gebiet, erfordert, dass in Trockenzeiten zusätzlich Maßnahmen ergriffen werden, die den Wasserverbrauch auf ein absolut notwendiges Maß einschränken bzw. die Festlegung von Prioritäten der Wassernutzung in Trockenzeiten (z.B. Einschränkung von Bewässerungsmaßnahmen zugunsten der Trinkwasserversorgung, etc.). Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass auch in Trockenzeiten die Ressourcen nicht übernutzt werden und die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer auch in diesen Zeiten aufrechterhalten werden kann.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass lokale Entnahmen bei denen Wasser dem Grundwasserkörper entnommen wird aber auf kurzem Wege nach der Nutzung ins natürliche Abflussgeschehen zurückfließt, weniger kritisch zu sehen sind (zumindest in quantitativer Hinsicht) als Ableitungen von Grundwasser über die Grenzen eines Bilanzraumes (Gebirgsgruppen) hinaus. Es wäre denkbar, nach eingehender Prüfung des Einzelfalls für die lokalen Entnahmen ein höheres nutzbare Quellwasserdargebot zuzulassen als für überregionale Entnahmen.

Jedenfalls sind Rechenergebnisse auf Basis von mittleren Gebirgsgruppen-Kennwerten aus der Regionalisierung hydrologischer Daten bei einer **individuellen Beurteilung der Verhältnisse in jeder Gebirgsgruppe** zu überprüfen und im Einzelfall begründet nachzujustieren (siehe Beispiele Dauerlinien in Fig. 7 und Auswirkungen Simulation der Auswirkung konstanter Entnahmen auf Dauerlinie im Niedrigwasserbereich in Fig. 8).

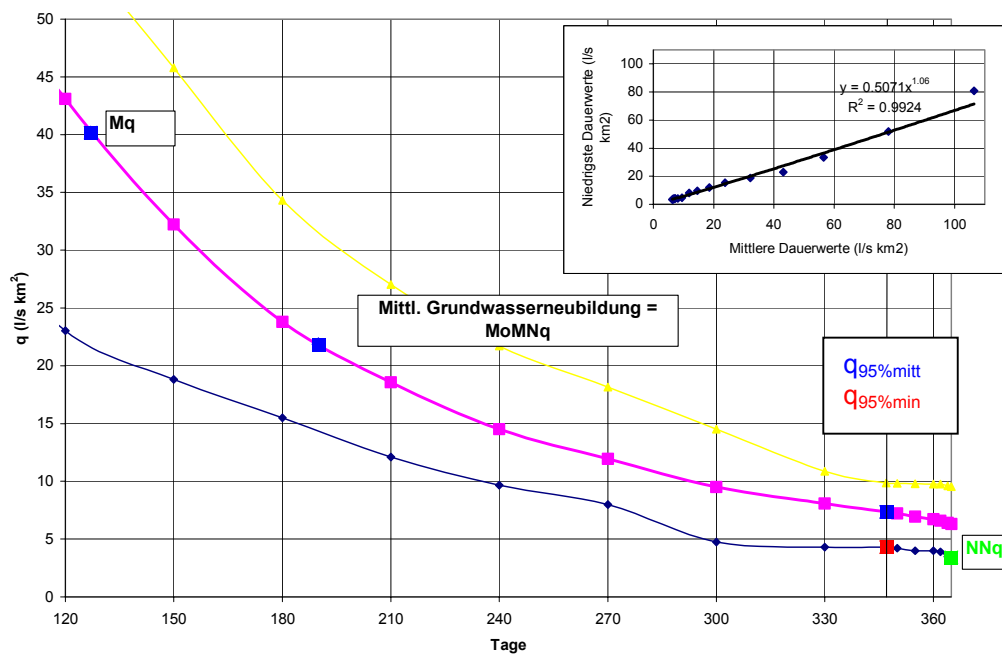


Fig. 7: Überschreitungsdauer der Abflussspenden (Mittelwerte, untere und obere Hüllkurve) und relevante hydrologische Kennwerte im Niedrig- bis Mittelwasserbereich eines alpinen Einzugsgebiets im Kristallin.

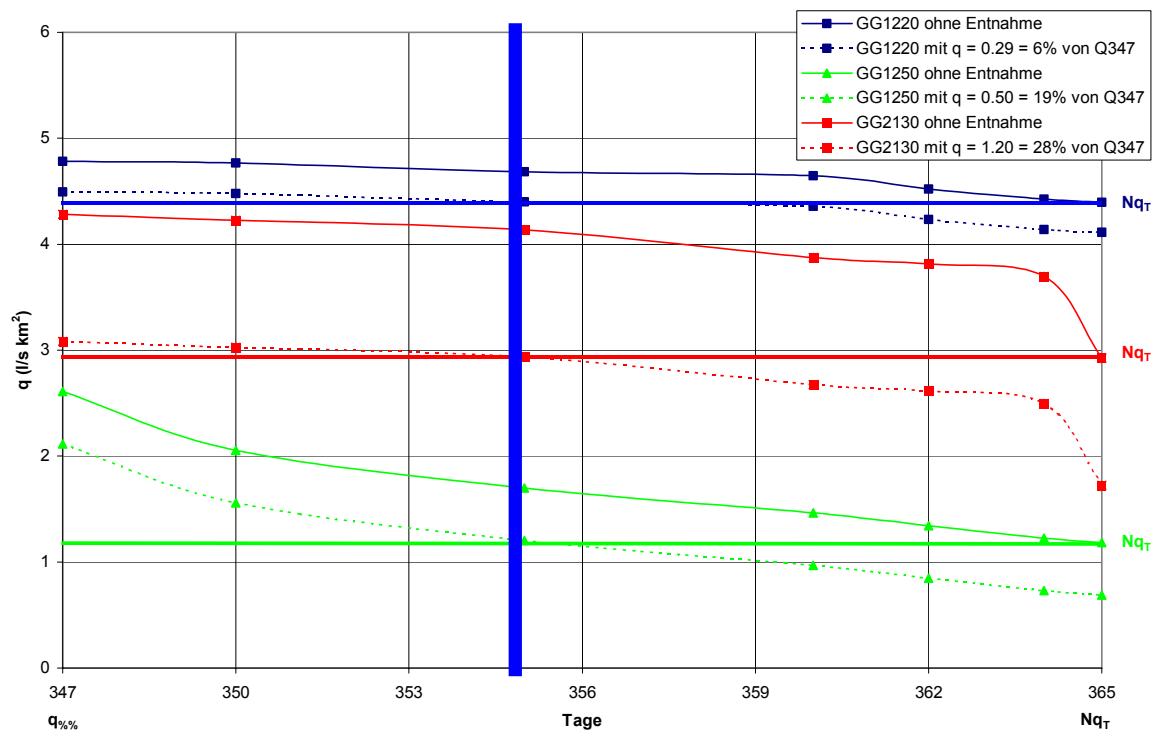


Fig. 8: Ermittlung des ökologisch akzeptablen Quellwasserdargebots durch Simulation der Auswirkung konstanter Entnahmen auf die untere Hüllkurve der Dauerlinien im Niedrigstwasserbereich am Beispiel dreier Gebirgsgruppen. Blaue Linie: Schnittpunkt der Spendendauerlinien mit und ohne Entnahme = Ökologischer Grenzwert,  $Nq_T$  wird an weniger als 10 Tagen unterschritten.

## 2.5. ERMITTLUNG UND REGIONALISIERUNG DER RELEVANTEN HYDROLOGISCHEN KENNWERTE

Die Ermittlung und Regionalisierung aller relevanten Kennwerte erfolgte in mehreren Schritten:

1. Auswahl und Datencheck der Abflussdaten nach den Kriterien
  - ⇒ Einzugsgebietsgröße, Daten von den großen Flüssen (z.B. Drau, Mur, Donau) sind nicht für eine Übertragung auf Gebirgsgruppen geeignet.
  - ⇒ Vorhandensein möglichst langer Datenreihen (Tagesmittel der Abflüsse)
  - ⇒ Die Auswahl erfolgt stufenweise (letzten beiden Stufen s. Fig. 9)
2. Bestimmung des Zeitraums für die hydrologischen Berechnungen
  - ⇒ (Zeitraum größter Datendichte: 1973-1997)
3. Abgrenzung der Einzugsgebiete auf Basis des 50 m-Höhenrasters nach vorheriger Auffüllung der „Senken“ (Lage der ausgewählten Pegel und deren Einzugsgebiete s. Fig. 9)
4. Berechnung von Einzugsgebietskennwerten:
  - ⇒ N Mittlere Jahressumme der Niederschläge (durch GIS-Verschnitt der Rasterdaten aus HAÖ mit den Einzugsgebieten)
  - ⇒ WN Mittlere Wintersumme der Niederschläge (durch GIS-Verschnitt der Rasterdaten aus HAÖ mit den Einzugsgebieten)
  - ⇒ SN Mittlere Sommersumme der Niederschläge (durch GIS-Verschnitt der Rasterdaten aus HAÖ mit den Einzugsgebieten)
  - ⇒ EZGF Orographische Einzugsgebietsfläche
  - ⇒ PGF Flächenanteil der Porengrundwasserfelder (nur für Gebirgsgruppen ermittelt)
  - ⇒ FK,FNK Flächenanteil verkarsteter und nicht verkarsteter Gebiete
  - ⇒ HM Mittlere Seehöhe
  - ⇒ NM Mittlere Neigung
  - ⇒ LU Landnutzungsanteile
    - Wald
    - Wiese und Grünland
    - Acker
    - Felsflächen und Kiesgruben
    - Gletscher- und Dauerschneegebiete
    - Wasserflächen
    - Bebauung mit unterschiedlicher Dichte
5. Berechnung der wichtigsten hydrologischen Kennzahlen aus den Zeitreihen der Tagesmitteln der Abflüsse
  - ⇒ Abflussdauerwerte (bezogen auf Tage) der mittleren Dauerlinie und unteren Hüllkurve der Dauerlinie:  $Q_{30}, Q_{60}, Q_{90}, Q_{120}, Q_{150}, Q_{180}, Q_{210}, Q_{240}, Q_{270}, Q_{300}, Q_{330}, Q_{347}, (Q_{95\%}), Q_{350}, Q_{355}, Q_{360}, Q_{362}, Q_{364}, Q_{365}$
  - ⇒ Mittleres Jahresmittel des Abflusses MJMQ
  - ⇒ MoMnQ Mittlere jährliche Grundwasserneubildung nach W. WUNDT (1958)
  - ⇒  $NQ_T$  Niedrigstes Tagesmittel der Abflüsse im Beobachtungszeitraum
6. Homogenisierung<sup>1</sup> der Abflusszeitreihen auf einen einheitlichen Zeitraum (1973-1997)
  - ⇒ Berechnen von statistische Kennzahlen pro Jahr und Monat
    - Minimum, Median, 25 %, 75 % und 95 % Quantile

---

<sup>1</sup> Der Begriff Homogenisierung wurde verwendet, da es sich nicht um eine Ergänzung von Zeitreihen bzw. das Schließen von Datenlücken handelt, sondern die Schätzung von hydrologischen Kennzahlen für einen Vergleichszeitraum.

- ⇒ Berechnung eines linearen Modell für gemeinsamen Beobachtungszeitraum
  - ⇒ Schätzung der statistischen Kennzahlen für die nicht beobachteten Jahre anhand des Modells
  - ⇒ Schätzung der jährlichen Dauerlinie aus den statistischen Kennzahlen
  - ⇒ Schätzung der mittleren Dauerlinie und unteren Hüllkurve aus den Dauerlinien der Referenzpegel
7. Regionalisierung der Grundwasserneubildung
- ⇒ Auswahl von Gebieten mit übereinstimmendem orographischen und unterirdischem Einzugsgebiet
  - ⇒ Multiple lineare Regressionsmodelle für Nord- und Südalpen: Abflussspende als Funktion der Einzugsgebietskennwerte MoMNq ( $\text{l/s km}^2$ ) =  $f\{N, WN, SN, WSN, HM, NM, LU\}$
8. Berechnung derselben abflussrelevanten Kennwerten (wie unter Pkt. 4.) für die Gebirgsgruppen
9. Schätzung der Spende der Grundwasserneubildung für die Gebirgsgruppen mittels der Übertragungsfunktion gemäß Pkt. 7
10. Gebirgsgruppenbezogene Regionalisierung der Abflussdauerwerte
- ⇒ Das Regressionsmodell ist nicht anwendbar für die Regionalisierung von Niedrigwasserkennwerten, da bei diesen eine überwiegende Abhängigkeit von den lokalen Speichereigenschaften der Gesteine gegeben ist, der Einfluss der meteorologischen und Landnutzungsparameter tritt mit abnehmender Abflussspende nach längeren Trockenperioden immer mehr in den Hintergrund.
  - ⇒ Daher erfolgte die Regionalisierung des untersten Anteils der mittleren Dauerlinie und unteren Hüllkurve für die Dauerwerte  $Q_{347}, Q_{350}, Q_{355}, Q_{360}, Q_{362}, Q_{364}, Q_{365}$  durch Flächengewichtung der gemessenen bzw. homogenisierten Dauerwerte, Shiftung der Dauerlinie auf das MoMNq der Gebirgsgruppen und damit Übertragung auf die Gebirgsgruppenfläche.
  - ⇒ Die Genauigkeit hängt dabei natürlich sehr stark von der Anzahl der Einzugsgebiete pro Gebirgsgruppe ab
11. Schätzung ökologisch akzeptabler Entnahmen:
- ⇒ Iterative Simulation der Auswirkung konstanter Entnahmen auf den untersten Verlauf der Dauerlinie für zwei Varianten (vgl. Beispiel in Fig. 8)
    - Normaljahr: Kriterium  $q_{365}$  darf nicht an mehr als 10 Tagen unterschritten werden
    - Extremes Trockenjahr: Kriterium  $N_{q_T}$  (=  $q_{365}$  der unteren Hüllkurve der Dauerlinie) darf nicht an mehr als 10 Tagen unterschritten werden
12. Bewertung zugänglicher Regionalstudien: frei gewählter Gewichtungsfaktor, s. Kap. 2.6):
- ⇒ Je nach Informationsdichte und Aussagen: Faktor 0,5 – 2,0
  - ⇒ Keine Informationen: Faktor 1,0
  - ⇒ Effektiv nutzbares Dargebot: Ökologisch akzeptables Dargebot \* Gewichtungsfaktor
13. Ermittlung des gebirgsgruppenbezogenen Verbrauchs
- ⇒ Wesentliche Grundlage: Detailinformationen der Bundesländer
  - ⇒ Politische Bezirke als Bezugseinheiten für die Bilanzierung des Wasserverbrauches
  - ⇒ Durch GIS-Verschneidung der Bezirke mit den Gebirgsgruppen wird der Wasserverbrauch auf die Gebirgsgruppen umgelegt.
  - ⇒ Die großen Verbrauchseinheiten - das sind größere Städte und allenfalls überregionale Verbände - werden gesondert behandelt, sie werden nach der Lage der Wassergewinnung zu den Gebirgsgruppen zugeordnet. Auch hierfür sind Detailinformationen der Bundesländer die wesentlichste Grundlage.
14. Ermittlung des nutzbaren Dargebots: Effektiv nutzbares Dargebot – Verbrauch (aktuell und zukünftig)
- ⇒ Bei der Umrechnung von Abflussspenden ( $\text{l/s km}^2$ ) auf Absolutwerte ( $\text{l/s}$ ) wird die um die Porengrundwassergebiete reduzierte Fläche herangezogen.

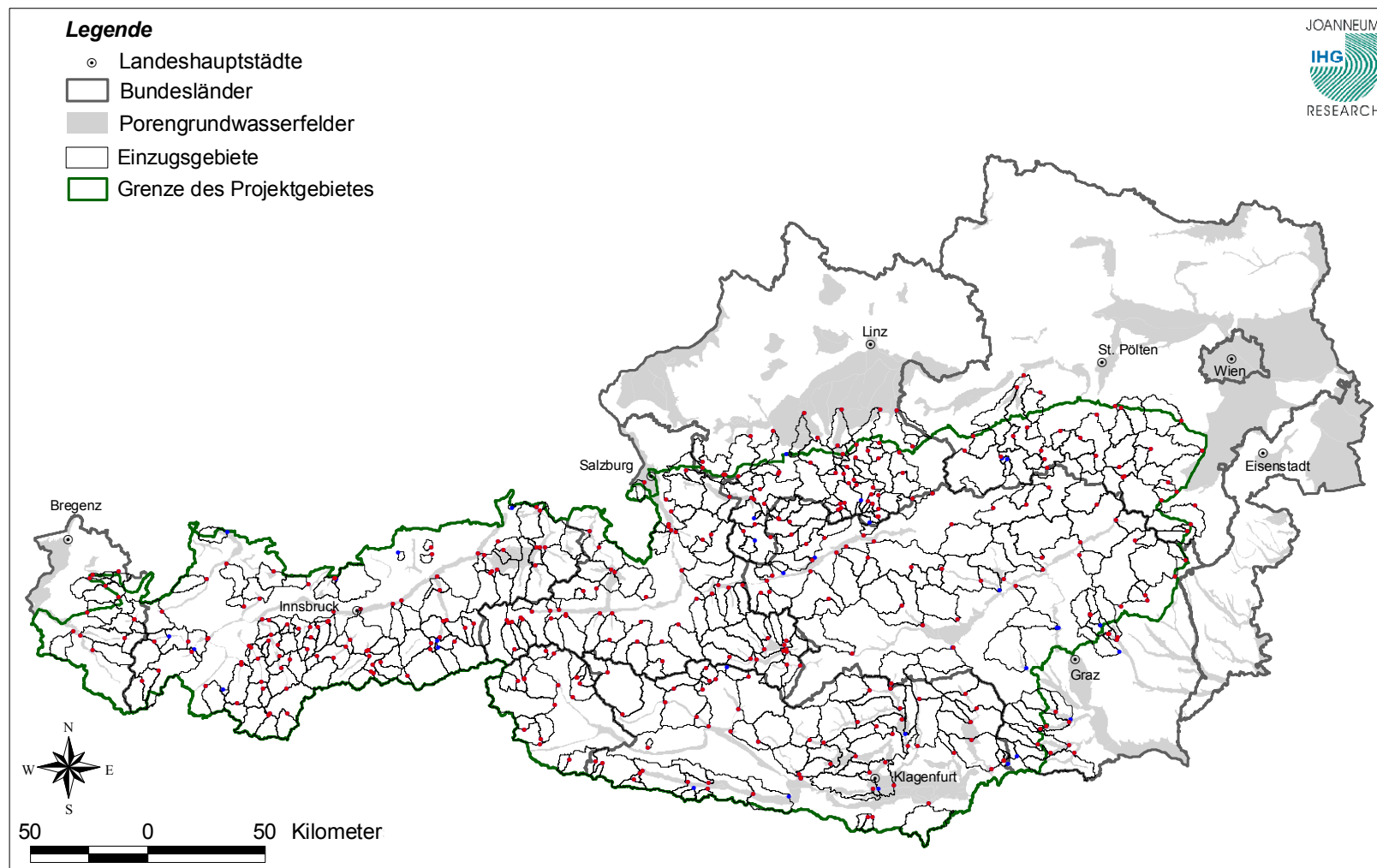


Fig. 9: Lage der Abflussmessstellen und deren Einzugsgebiete (blau = 1. Auswahl, rot = 2. Auswahl). Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete.

## 2.6. PROJEKTDATENBANK

Parallel zur Berechnung des nachhaltig nutzbaren Wasserdargebotes in Österreich wurden Projektberichte, Publikationen und andere Textunterlagen hinsichtlich der vorliegenden Fragestellung erhoben. Mit dem Ziel diese Berichte zu dokumentieren und eine rasche Abfrage hinsichtlich Wasserhöflichkeit in den einzelnen Gebirgsgruppen durchführen zu können wurde dann am Institut für Hydrogeologie und Geothermie eine Projektdatenbank (MS-Access) entwickelt (Aufbau s. Fig. 10).

In einem ersten Schritt wurden knapp 3000 Titel mit Kurzbeschreibung hinsichtlich Themenstellung gesichtet und zwar „Bund-Bundesländer-Kooperationsprojekte“ die gesammelt in der Geologischen Bundesanstalt aufliegen und über die Datenbank GEOLIT abgefragt werden können, die „Dokumentation karsthydrologischer Untersuchungen in Österreich“, die ebenfalls über eine Datenbank des Umweltbundesamts abgefragt werden kann, Projekte die im Zusammenhang mit dem „Wasserwirtschaftskataster“ stehen und am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft aufliegen, Projektberichte die uns von den Bundesländern zur Verfügung gestellt wurden, Projekte die im Katalog „Nachhaltige Nutzung von Wasservorkommen in Österreich“ (I. ENTNER & H. ZOJER, 1997) aufgelistet sind und Projektberichte die am Institut für Hydrogeologie und Geothermie, JOANNEUM RESEARCH aufliegen.

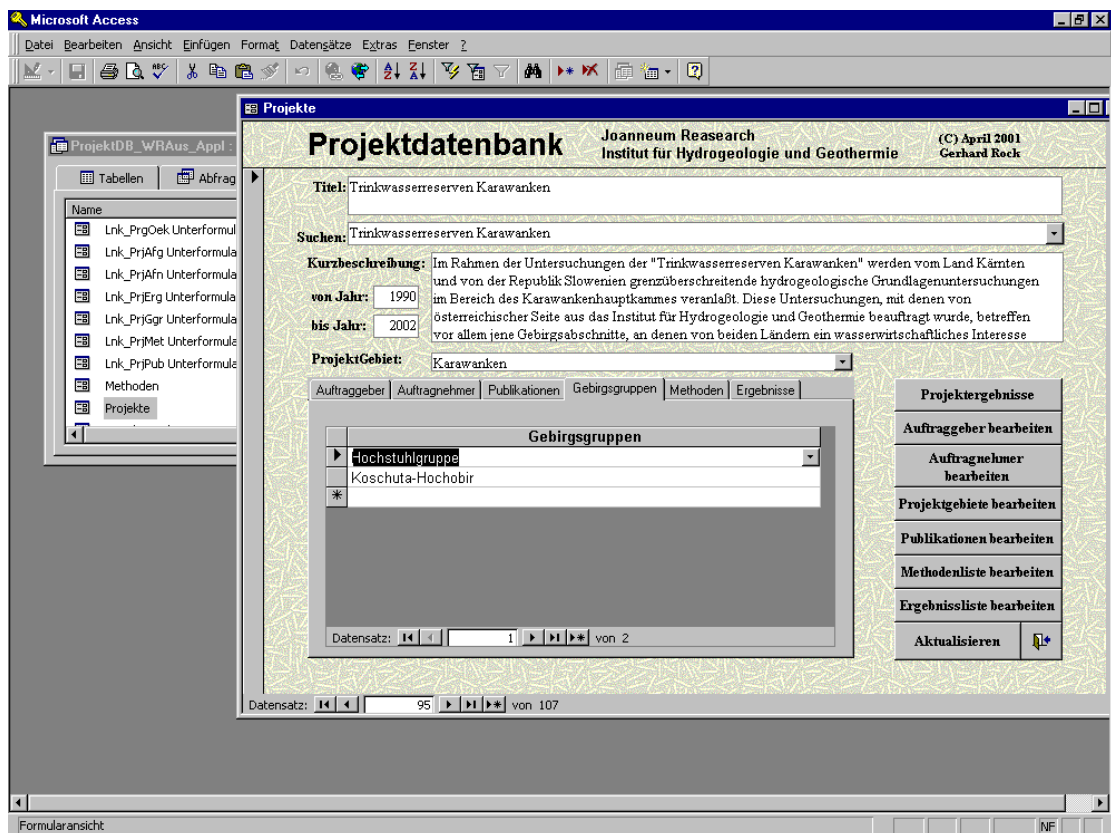


Fig. 10: Aufbau der Projektdatenbank.

In die Datenbank wurden 107 Projekte eingegeben, zu denen insgesamt 262 großräumige, hydrologische und hydrogeologische Studien und Gutachten aber auch kleinräumige Studien wie z.B. die Großquellenstudien in Tirol, die die Erfassung und Quantifizierung von Wasserreserven zum Ziel haben, vorliegen. Eine Bewertung der Datenlage ist Fig. 11 zu entnehmen. Die Untersuchungsgebiete liegen in 68 Gebirgsgruppen der insgesamt 95, d.h. für die restlichen 27 Gebirgsgruppen liegen uns keine hydrogeologischen Studien vor.

In Fig. 11 bedeutet bezogen auf die einzelnen Gebirgsgruppen, dass eine GUTE DATENLAGE dann vorliegt wenn, wie z.B. in der Hochstuhlgruppe, großräumige hydrogeologische Studien mit Quellaufnahme, Abflussmessungen, Wasserbilanz usw. vorliegen. Eine MÄSSIGE DATENLAGE ist dann gegeben wenn entweder Regionalstudien vorliegen (z.B. Geigerkamm) oder großräumige Untersuchungen deren Themenschwerpunkt jedoch nicht in der Erhebung der quantitativen Wasserreserven liegt. Eine SCHLECHTE DATENLAGE liegt z.B. am Grimming vor wo keine hydrologischen Untersuchungen durchgeführt wurden oder es gibt Studien die jedoch nicht zugänglich (öffentlich) sind. DATEN VORHANDEN, BESITZFRAGE bedeutet, dass es wie z.B. am Semmering langjährige hydrogeologische Untersuchungen mit Dauerbeobachtung gibt, die nur im Besitz des Auftragnehmers sind und derzeit nicht für andere Untersuchungen herangezogen werden können.

Die Datenbank selbst besteht aus einem Hauptformular, aus dem Projekttitle, Bearbeitungszeitraum, Projektgebiet und eine Kurzbeschreibung mit Zielsetzung bzw. Aufgabenstellung hervorgeht, und mehreren Unterformularen. Über die Unterformulare ist eine Abfrage zum Auftraggeber, -nehmer, Publikationen, Gebirgsgruppen, angewandte Methoden und Ergebnisse möglich.



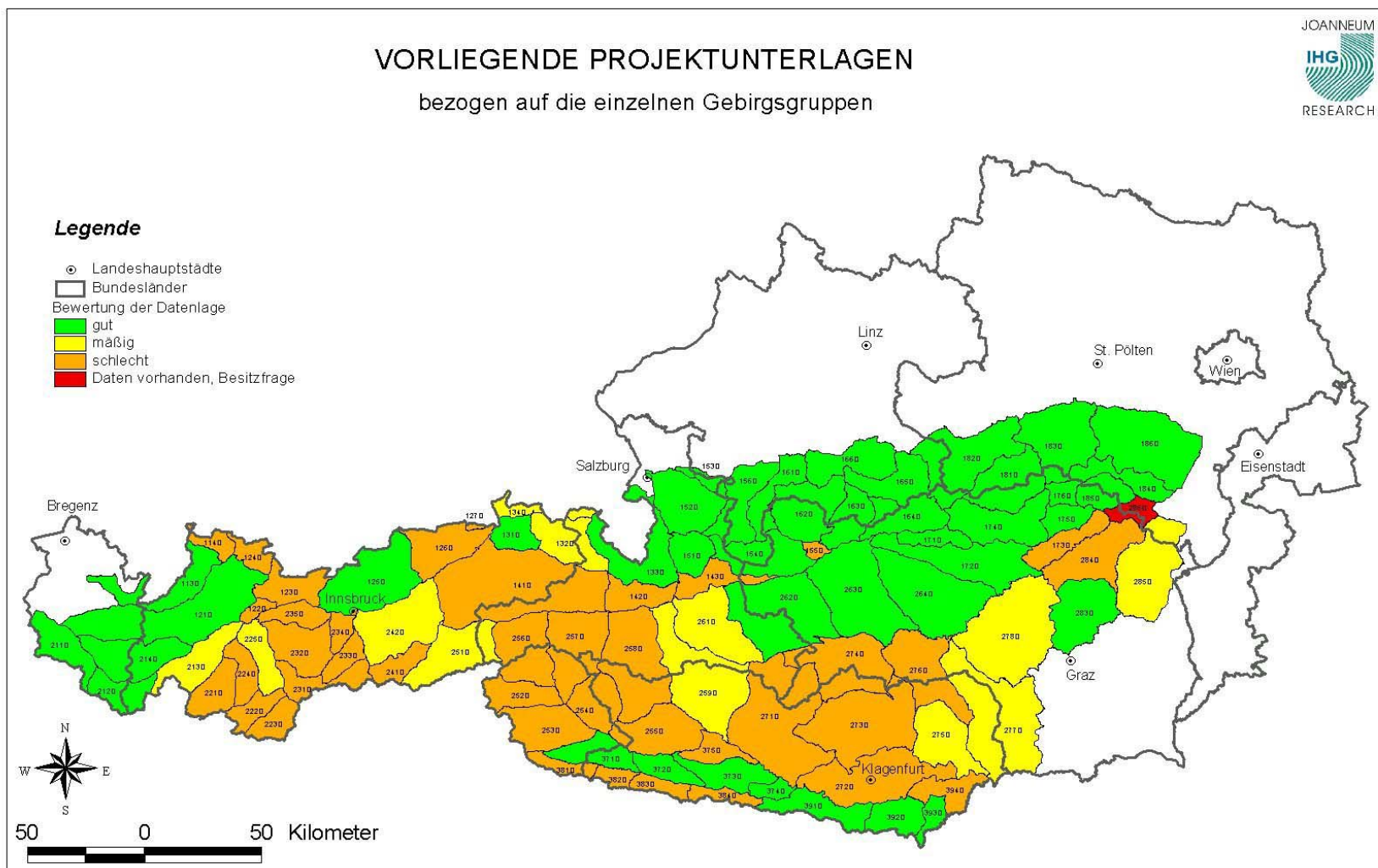


Fig. 11: Datenlage Regionalstudien in den Gebirgsgruppen.

## 2.7. BEMERKUNGEN ZUR MASSSTABSFRAGE UND GENAUIGKEIT AUS HYDROGEOLOGISCHER UND ÖKOLOGISCHER SICHT

Die vorliegende Studie bezieht sich auf das rund 48942 km<sup>2</sup> große Gebiet des ausgewählten Alpenanteils Österreichs. Es ist daher bei der Wertung der Ergebnisse und deren Genauigkeit die Maßstabsfrage von erheblicher Bedeutung. Der alpine Raum Österreichs ist in geologischer, morphologischer, hydrogeologischer, klimatologischer und ökologischer Hinsicht als extrem kleinräumig heterogen zu betrachten. Die Abgrenzung der Gebirgsgruppen 3. Ordnung, deren Flächenausmaße zwischen 18,6 und rund 1847 km<sup>2</sup> liegen, beinhaltet in vielen Fällen Teilgebiete mit den unterschiedlichsten hydrogeologischen Verhältnissen. Die gemäß Kap. 2.5 ermittelten **hydrologischen Kennzahlen und nutzbaren Wasserressourcen sind als geschätzte Mittelwerte für die Gebirgsgruppen zu verstehen und dürfen auf keinen Fall im Sinne eines „Downscalings“ auf kleine Teilgebiete derselben übertragen werden.** Dazu kommt, dass die Informationsdichte in den einzelnen Gebirgsgruppen extrem unterschiedlich ist, manche Gebiete sind recht gut untersucht und weisen ein relativ dichtes hydrographisches Messnetz auf, in anderen wiederum sind überhaupt keine Informationen bezüglich Wasserressourcen verfügbar. In letzterem Fall war es notwendig, Analogieschlüsse von benachbarten Gebirgsgruppen mit zumindest ähnlicher Geologie zu ziehen, was natürlich in vielen Fällen zu erheblichen Fehlern führen kann. Die Güte der vorhandenen Informationen ist somit naturgemäß sehr unterschiedlich, die Fehlerbandbreite vor allem bei derartig großräumigen Studien sehr hoch. Eine Sensitivitätsanalyse ist nur unter Einbeziehung regionaler Details möglich, würde je nach Datendichte und regionalen Besonderheiten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen und geht weit über den Rahmen dieser Übersichtstudie hinaus.

Selbst bei den meisten uns zugänglichen Regionalstudien ist auffallend, dass das nutzbare Dargebot aus denselben meistens nicht unbedingt ableitbar ist, einerseits weil sie meist nicht im Hinblick auf diese Fragestellung durchgeführt wurden, andererseits auch, weil fast immer die Verbindung Hydrologie – Hydrogeologie – Ökologie fehlt.

**Die vorliegende Studie darf somit nur als Grundlage für weitere Planungen betrachtet werden, die eine grobe großräumige Ressourcenabschätzung liefert, keinesfalls aber den Anspruch erhebt, die Basis für wasserrechtliche Bewilligungen und noch weniger Bemessung von Konsensmengen, Restwassermengen o.ä. zu sein. Für derartige Planungen sind in jedem Fall Detailuntersuchungen notwendig, die auf die kleinräumig oft sehr hohen Unterschiede Bedacht nehmen.** Dies sind:

- ♦ Detailuntersuchungen hinsichtlich der Wasserbilanz der Gebiete
  - ⇒ Es fällt auf, dass kaum detailliertere Untersuchungen zum Wasserhaushalt von Gebirgsstöcken vorliegen, die Niederschlagsverhältnisse im Hochgebirge sind nach wie vor nur sehr ungenau bekannt.

- ⇒ Das offizielle Abflussmessstellennetz der Hydrographischen Landesabteilungen ist zum überwiegenden Teil an größeren Bächen und Flüssen gelegen, das Abflussverhalten in kleinen Einzugsgebieten ist nur in sehr wenigen Testgebieten genauer untersucht, die Übertragbarkeit von Abflussdaten auf kleine Gebiete ist daher nach wie vor sehr unsicher.
- ⇒ Das offizielle Quellmessstellennetz umfasste 1997 österreichweit nur 25 Quellen, digitale Quellkataster liegen nur in den wenigsten Gebieten vor, die Angaben über Quellschüttungen sind kaum vergleichbar, da sie nur den Aufnahmezeitpunkt widerspiegeln.
- ◆ Detailuntersuchungen der Eignung von Quellwasservorkommen (Schwankungsverhalten der Quellschüttung, Speicherung im Einzugsgebiet, Verweilzeit des Wassers im Untergrund, Größe und Lage der Einzugsgebiete)
  - ⇒ Vor allem im Kristallin ist hier noch sehr wenig untersucht. Dessen Heterogenität wurde bei früheren Studien oft vernachlässigt, die Grundwasserneubildung unterschätzt.
- ◆ Individuelle Beurteilung jedes Fließgewässers
  - ⇒ Grundsätzlich gilt, dass jedes Fließgewässer individuell zu betrachten ist und eine endgültige Festlegung von zulässigen Entnahme nur im konkreten Einzelfall auf der Basis von ökologischen und hydrologischen Detailgutachten möglich ist (z.B. fischereiliche und fisch-ökologische Untersuchungen, Benthosuntersuchungen, Dotationsversuche, etc. – Umfang je nach den lokalen Erfordernissen).
- ◆ Keine maßstäbliche Übertragung von vorhandenen Lösungsmodellen
  - ⇒ Die Ansätze der Restwasser-Bemessung wie sie z.B. bei der Wasserkraftnutzung verwendet werden, können nicht unbedingt auf gesamte Einzugsgebiete oder ganze Gebirgsgruppen maßstäblich übertragen werden (Fig. 12). Es können bei einer solchen maßstäblichen Vergrößerung die Grenzen der ökologischen Verträglichkeit überschritten werden.
  - ⇒ Insofern müssen zur Ermittlung der erforderlichen Restwassermengen im gegenständlichen Projekt also andere Methoden herangezogen werden als z.B. für die Erstabschätzung von Restwasserdotationen bei Wasserkraftanlagen oder dergleichen verwendet werden.

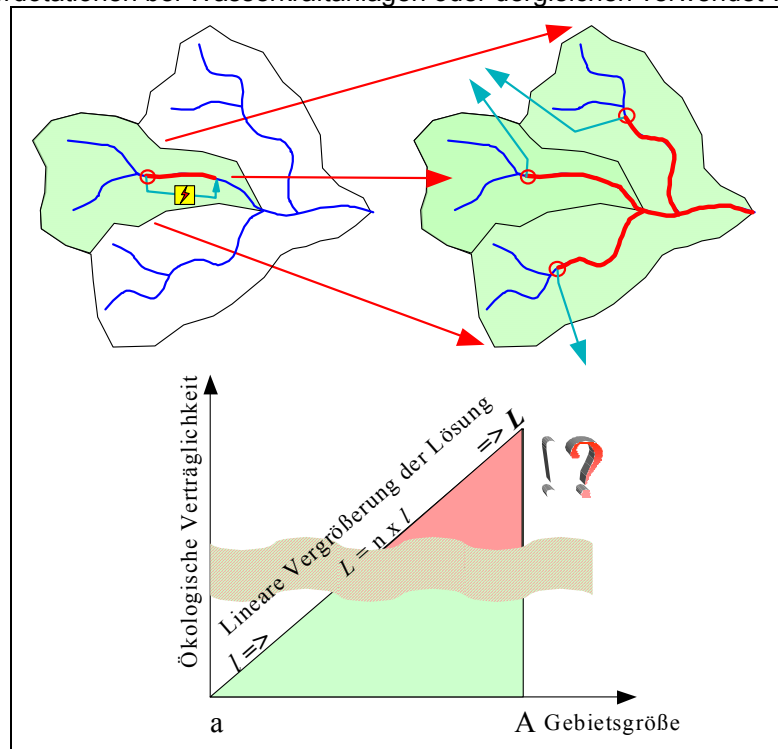


Fig. 12: Probleme bei der maßstäblichen Übertragung von Lösungen für die Restwasserfrage.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1. NATÜRLICHE WASSERRESSOURCEN

Die Abschätzung der mittleren Grundwasserneubildung (Abflussspende MoMNq nach W. WUNDT, 1958) erfolgte für die Gebirgsgruppen der Nord- und Südalpen getrennt mittels der folgenden Transferfunktion (vgl. Kap. 2.5), die nur für die Schätzung von größeren Flächen Gültigkeit hat, nicht für die rasterorientierte Berechnung. Die Koeffizienten sind Tab. 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Transferfunktion (multiples lineares Regressionsmodell) für die Berechnung der mittleren Grundwasserneubildung der Gebirgsgruppen.

	Nordalpen		Südalpen	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.785		0.949	
Beobachtungen	135.000		77.000	
	Koeffizient	p-Wert	Koeffizient	p-Wert
Schnittpunkt	-23.843	0.303	38.007	0.579
Mittl. HÖHE	-0.003	0.001	0.004	0.022
Mittl. Neigung°	0.268	0.000	-0.002	0.983
Mittl. N Jahr	-0.017	0.074	0.207	0.000
Mittl. N Winter	0.017	0.274	-0.422	0.000
Mittl. N Sommer	0.028	0.001	-0.079	0.003
WI/Njahr	-27.799	0.268	367.120	0.000
Wald	43.277	0.032	-169.659	0.009
Wiese+Acker	45.769	0.027	-167.149	0.010
Felsflächen-Kiesgruben	34.124	0.091	-144.711	0.024
Gletscher-Dauerschneegebiete	53.600	0.010	-187.601	0.005
Wasserflächen	22.233	0.308	-156.459	0.043

Die Regionalisierung des untersten Anteils der mittleren Dauerlinie und unteren Hüllkurve für die Dauerwerte  $Q_{347}$ ,  $Q_{350}$ ,  $Q_{355}$ ,  $Q_{360}$ ,  $Q_{362}$ ,  $Q_{364}$ ,  $Q_{365}$  erfolgte durch Flächengewichtung der gemessenen bzw. homogenisierten Dauerwerte, Shiftung der Dauerlinie auf das MoMNq der Gebirgsgruppen und damit Übertragung auf die Gebirgsgruppenfläche. Für Gebirgsgruppen ohne Abflussmessstellen wurden die Dauerlinien der benachbarten Gruppen mit vergleichbarer Geologie übertragen, ebenfalls durch Shiftung der Dauerlinie auf das MoMNq. Die Ergebnisse (mittlere jährliche Grundwasserneubildung, mittleres und niedrigstes  $Q_{95\%}$  ( $=Q_{347}$ ) sind in Tab. 3 (in mm) und Tab. 4 (in l/s) zusammengestellt. Die Jahresgebietsniederschläge der Gebirgsgruppen sind in Tab. 3 und Fig. 13, dieselben im Vergleich zur Grundwasserneubildung in Fig. 14 dargestellt. Die regionalisierten mittleren und unteren Hüllkurven der Dauerlinien sind in Fig. 15 und Fig. 16 dargestellt.

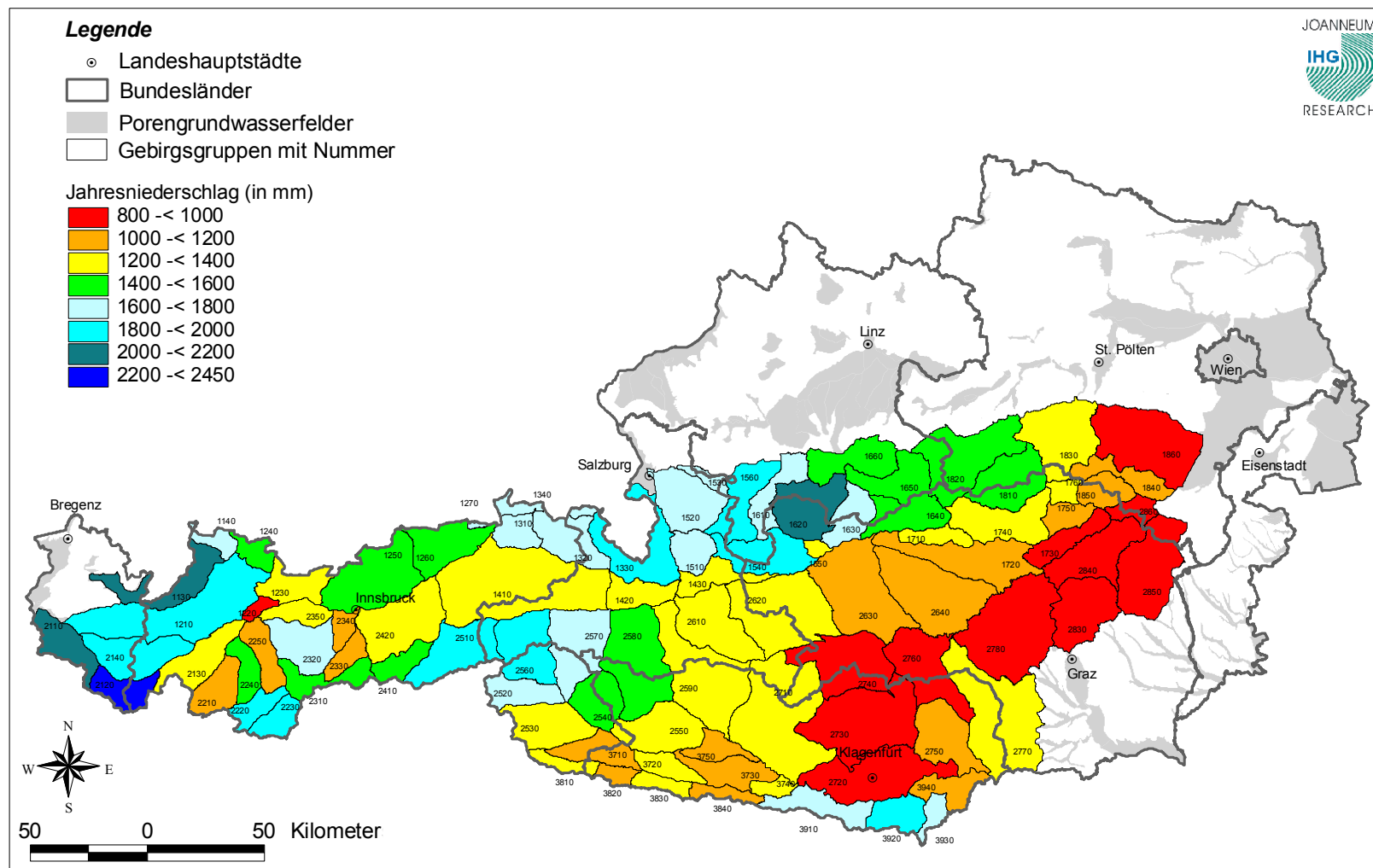


Fig. 13: Jahresgebietsniederschläge (Mittel 1973-1997 berechnet aus HAÖ) der Gebirgsgruppen 3. Ordnung. Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete.

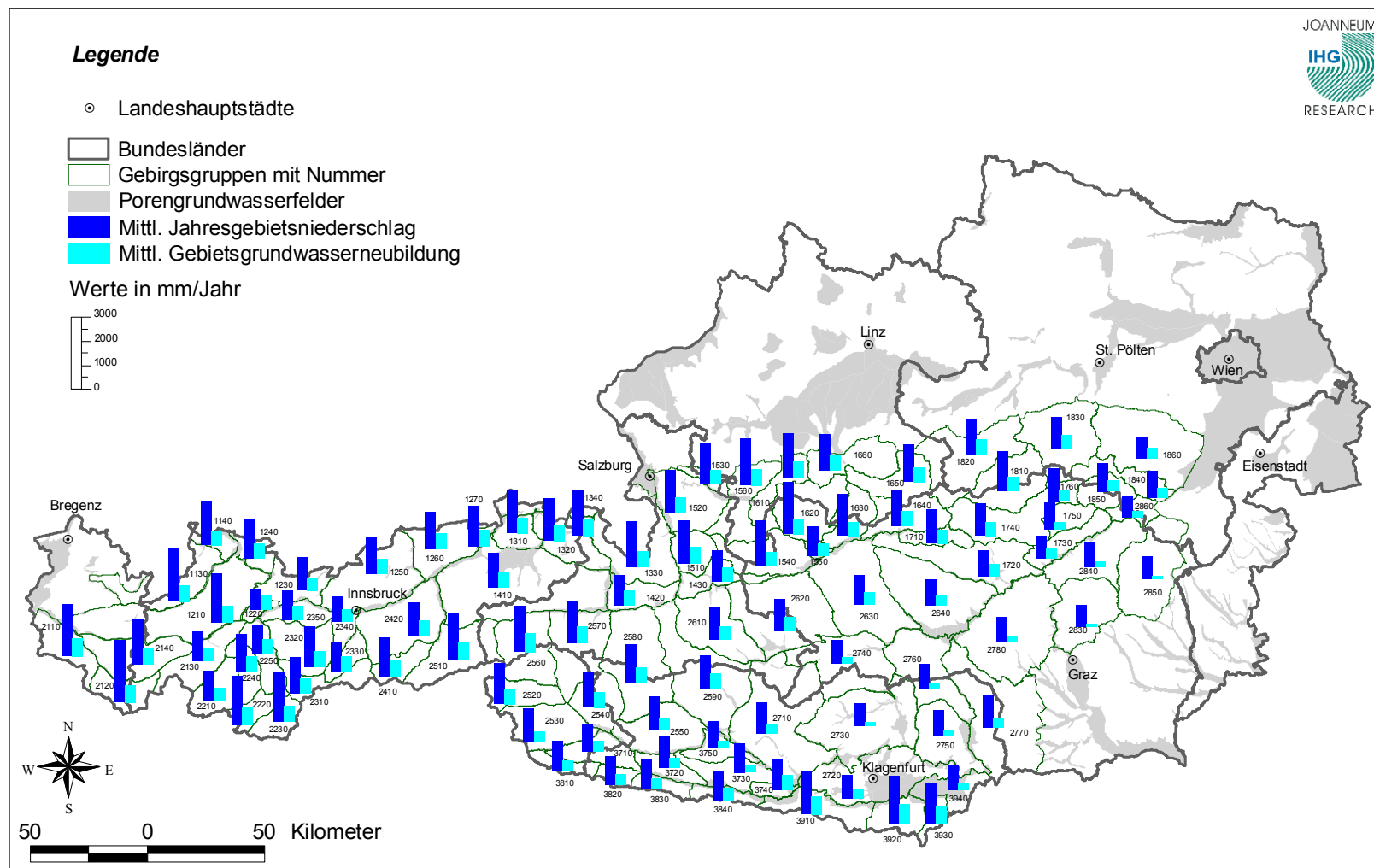


Fig. 14: Jahresgebietsniederschläge (berechnet aus HAÖ) und Grundwasserneubildung (Mittel 1973-1997) der Gebirgsgruppen 3. Ordnung. Porengrundwasserfelder = Porengrundwassergebiete.

Tab. 3: Flächen, mittlerer Jahresgebietsniederschlag, mittlere Grundwasserneubildung und  $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in mm).

GGNr	GG Name	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Mittlerer Gebietsnieder- schlag	Mittlere Grundwasser- neubildung	Im Normaljahr Wasserwirtschaftl. Nutzbar ( $Q_{95\%}$ )	Im Trockenjahr Wasserwirtschaftl. Nutzbar ( $Q_{95\%min}$ )
1130	Allgäuer Alpen	484.80	443.64	2118	719	235	120
1140	Tannheimer Berge	144.00	111.42	1753	658	260	207
1210	Lechtaler Alpen	1357.70	1271.21	1931	711	273	202
1220	Tschirgant	82.67	70.96	849	587	228	159
1230	Mieminger Kette u. Wettersteingeb.	360.15	331.27	1314	567	232	147
1240	Ammergauer Alpen	180.71	159.96	1586	643	375	256
1250	Karwendelgebirge	897.21	825.43	1444	625	346	82
1260	Brandenberger Alpen	530.38	487.95	1480	668	287	178
1270	Oberbayerische Alpen zw. Loisach u. Inn	18.55	18.55	1621	710	305	190
1310	Kaisergebirge	237.90	204.97	1716	659	284	256
1320	Waldringer Alpen	487.66	422.18	1686	688	328	301
1330	Salzburger Kalkalpen	625.54	571.11	1815	674	282	242
1340	Chiemgauer Alpen	153.82	132.18	1752	686	446	316
1410	Kitzbühler Alpen	1847.17	1665.54	1397	680	321	222
1420	Dientner Berge	316.55	270.56	1209	623	179	128
1430	Fritztaler Berge	291.36	260.80	1237	608	295	257
1510	Tennengebirge	285.40	273.76	1723	693	406	345
1520	Salzburger Mittelgebirge	615.53	534.04	1696	659	320	274
1530	Schafberggruppe	110.90	101.75	1629	590	356	254
1540	Dachstein	576.15	561.01	1810	620	270	237
1550	Grimming	62.45	54.94	1206	567	247	217
1560	Westl. Trauntaler Alpen	518.89	497.29	1832	688	434	289
1610	Östl. Trauntaler Alpen	354.13	349.03	1753	676	262	213
1620	Totes Gebirge u. Vorberge	642.06	642.06	2009	663	201	144
1630	Warscheneck	354.55	334.44	1643	630	335	236
1640	Nördl. Ennstaler Alpen	451.73	435.89	1438	625	199	149
1650	Windischgarstener u. Reichraminger Alpen	440.63	440.63	1494	649	365	221
1660	Steyrtaler Voralpen	498.70	492.32	1468	664	334	245
1710	Südl. Ennstaler Alpen	194.98	188.43	1372	599	191	142
1720	Eisenerzer Alpen	807.82	744.66	1067	532	286	219
1730	Flödingzug	321.96	296.42	934	431	277	233
1740	Hochschwabgruppe	650.34	650.34	1308	617	289	266
1750	Veitschalpe	212.36	212.36	1090	382	184	175
1760	Tonionalpe	123.46	123.46	1352	511	245	234
1810	Lassingalpen	606.75	606.75	1600	625	364	279
1820	Ybbstaler Voralpen	922.60	922.60	1427	623	381	361
1830	Türnitzer Alpen	812.53	812.20	1237	570	362	318
1840	Göllner-Gipfel-Zug	321.96	316.55	1088	457	334	305
1850	Schneebergalpen	279.71	279.71	1184	535	271	258
1860	Gutensteiner Alpen	1105.26	1071.81	907	483	376	306
2110	Rätikon	382.72	354.69	2029	752	452	315
2120	Silvretta	314.01	311.75	2431	756	292	241
2130	Samnaungruppe	455.86	434.61	1206	586	192	129
2140	Verwallgruppe	596.09	578.44	1828	680	264	227
2210	Glockturmgruppe	348.59	338.34	1198	573	250	177
2220	Weisskamm	215.18	213.93	1953	736	141	122
2230	Gurgler Gruppe	240.40	240.40	1995	682	114	109
2240	Kaunergrat	241.53	232.84	1490	644	200	128
2250	Geigerkamm	310.31	289.55	1200	620	162	132
2310	Ridnaungruppe	314.86	307.28	1441	643	144	113
2320	Schrankogelgruppe	500.45	486.31	1642	688	183	142
2330	Serleskamm	186.25	175.05	1150	647	295	253
2340	Kalkkögelgruppe	141.17	120.54	1021	515	214	174
2350	Grieskogelgruppe	231.70	193.52	1221	630	316	224
2410	Tuxer Hauptkamm	232.73	231.58	1528	684	368	279
2420	Tuxer Voralpen	804.25	743.66	1316	658	323	275
2510	Zillertaler Alpen	637.09	628.26	1897	774	393	344
2520	Lasórlong(Riesenferner)Gruppe	336.43	333.85	1607	665	227	200
2530	Defereggengruppe	557.84	537.37	1366	518	238	150
2540	Schoberggruppe	412.05	390.12	1440	678	273	243
2550	Kreuzkogelgruppe	605.12	542.87	1353	517	272	197
2560	Venediger Gruppe	645.65	639.15	1808	799	202	152
2570	Glocknergruppe	725.17	690.63	1704	731	261	199

Tab. 3 (Fortsetzung): Flächen, mittlerer Jahresgebietsniederschlag, mittlere Grundwasserneubildung und  $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in mm).

GGNr	GG Name	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Mittlerer Gebietsniederschlag	Mittlere Grundwasserneubildung	Im Normaljahr Wasserwirtschaftl. Nutzbar ( $Q_{95\%}$ )	Im Trockenjahr Wasserwirtschaftl. Nutzbar ( $Q_{95\%min}$ )
2580	Goldberggruppe	1021.47	996.51	1521	647	276	217
2590	Ankogel-Hochalmgruppe	1122.29	1065.57	1350	661	420	305
2610	Radstätter Tauern	727.63	689.60	1336	583	245	148
2620	Schladminger Tauern	1164.12	1101.12	1310	611	275	183
2630	Wölzer Tauern	1137.14	1084.48	1191	545	297	195
2640	Seckauer Tauern	1091.43	980.22	1058	475	244	176
2710	Nockgebirge	1509.35	1403.05	1281	444	271	168
2720	Klagenfurter Becken u. Sattnitz	956.18	630.20	977	452	305	235
2730	Gurktaler Alpen	1199.05	1024.83	939	253	156	125
2740	Muraue Berge	830.83	793.78	965	307	145	75
2750	Saualpe	595.44	510.12	1054	323	224	167
2760	Seetaler Alpen	726.68	677.97	994	303	245	185
2770	Kor- u. Packalpe	1378.48	1319.18	1305	426	302	280
2780	Stub- u. Gleinalpe	1318.53	1246.10	982	306	152	58
2830	Grazer Bergland	655.65	633.97	902	218	159	122
2840	Fischbacher Alpen	641.08	605.16	994	313	246	142
2850	Wechsel u. Jogelland	888.90	884.21	958	234	165	126
2860	Semmeringgebiet	172.11	170.12	922	331	246	207
3710	Lienz Dolomiten	352.43	335.86	1149	474	229	194
3720	Reisskofelgruppe	233.45	199.87	1248	442	264	249
3730	Graslitzengruppe	384.42	342.46	1196	402	211	153
3740	Villacher Alpe	121.77	88.41	1229	646	355	323
3750	Goldeckgruppe	225.67	194.46	1068	359	189	137
3810	Westl. Karnische Alpen	159.07	156.72	1222	452	202	137
3820	Wolayergruppe	117.70	115.95	1175	481	195	90
3830	Polinikgruppe	158.94	137.45	1253	514	246	207
3840	Östl. Karnische Alpen	154.16	115.12	1192	518	302	165
3910	Hochstuhlgruppe	405.13	307.66	1707	752	432	422
3920	Koschuta-Hochobir	319.99	287.51	1877	834	587	454
3930	Petzen	140.46	129.35	1615	740	463	452
3940	Jauntal u. Bleiburger Bergland	309.90	158.05	1042	343	231	178
	<b>Summe bzw. Mittel</b>	<b>48941.99</b>	<b>45589.92</b>	<b>1476</b>	<b>560</b>	<b>278</b>	<b>208</b>

Tab. 4: Flächen, mittlere Grundwasserneubildung und  $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in l/s).

GGNr	GG Name	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Mittlere Grundwasserneubildung	Im Normaljahr wasserwirtschaftl. nutzbar ( $Q_{95\%}$ )	Im Trockenjahr wasserwirtschaftl. nutzbar ( $Q_{95\%min}$ )
1130	Allgäuer Alpen	484.80	443.64	10114	3299	1680
1140	Tannheimer Berge	144.00	111.42	2322	919	732
1210	Lechtaler Alpen	1357.70	1271.21	28641	10982	8119
1220	Tschirgant	82.67	70.96	1321	514	358
1230	Mieminger Kette u. Wettersteingeb.	360.15	331.27	5951	2440	1547
1240	Ammergauer Alpen	180.71	159.96	3258	1899	1300
1250	Karwendelgebirge	897.21	825.43	16347	9042	2153
1260	Brandenberger Alpen	530.38	487.95	10323	4440	2757
1270	Oberbayerische Alpen zw. Loisach u. Inn	18.55	18.55	417	180	111
1310	Kaisergebirge	237.90	204.97	4278	1845	1661
1320	Waldringer Alpen	487.66	422.18	9200	4392	4021
1330	Salzburger Kalkalpen	625.54	571.11	12197	5110	4385
1340	Chiemgauer Alpen	153.82	132.18	2875	1868	1322
1410	Kitzbühler Alpen	1847.17	1665.54	35905	16936	11695
1420	Dientner Berge	316.55	270.56	5344	1531	1096
1430	Fritztaler Berge	291.36	260.80	5023	2440	2125
1510	Tennengebirge	285.40	273.76	6010	3522	2995
1520	Salzburger Mittelgebirge	615.53	534.04	11149	5409	4637
1530	Schafberggruppe	110.90	101.75	1901	1147	820
1540	Dachstein	576.15	561.01	11020	4803	4213
1550	Grimming	62.45	54.94	988	430	378
1560	Westl. Trauntaler Alpen	518.89	497.29	10843	6842	4557
1610	Östl. Trauntaler Alpen	354.13	349.03	7473	2901	2350
1620	Totes Gebirge u. Vorberge	642.06	642.06	13485	4098	2926



Tab.4 (Fortsetzung): Flächen, mittlere Grundwasserneubildung und  $Q_{95\%}$ -Dauerwerte der Gebirgsgruppen 3. Ordnung im Normal- und extremen Trockenjahr (Werte in l/s).

GGNr	GG Name	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Mittlere Grundwasserneubildung	Im Normaljahr wasserwirtschaftl. nutzbar ( $Q_{95\%}$ )	Im Trockenjahr wasserwirtschaftl. nutzbar ( $Q_{95\%min}$ )
1630	Warscheneck	354.55	334.44	6673	3551	2504
1640	Nörtl. Ennstaler Alpen	451.73	435.89	8635	2747	2051
1650	Windischgarstener u. Reichraminger Alpen	440.63	440.63	9064	5098	3082
1660	Steyrtaler Voralpen	498.70	492.32	10354	5207	3824
1710	Südl. Ennstaler Alpen	194.98	188.43	3576	1138	850
1720	Eisenerzer Alpen	807.82	744.66	12561	6758	5178
1730	Floningzug	321.96	296.42	4049	2604	2192
1740	Hochschwabgruppe	650.34	650.34	12706	5955	5475
1750	Veitschalpe	212.36	212.36	2574	1235	1177
1760	Tonionalpe	123.46	123.46	1999	960	914
1810	Lassingalpen	606.75	606.75	12015	7001	5369
1820	Ybbstaler Voralpen	922.60	922.60	18200	11142	10560
1830	Türnitzer Alpen	812.53	812.20	14668	9309	8172
1840	Göller-Gipfel-Zug	321.96	316.55	4583	3353	3055
1850	Schneebergalpen	279.71	279.71	4740	2400	2284
1860	Gutensteiner Alpen	1105.26	1071.81	16398	12770	10384
2110	Rätikon	382.72	354.69	8457	5079	3539
2120	Silvretta	314.01	311.75	7466	2882	2377
2130	Samnaungruppe	455.86	434.61	8076	2646	1775
2140	Verwallgruppe	596.09	578.44	12469	4836	4166
2210	Glockturngruppe	348.59	338.34	6148	2684	1897
2220	Weisskamm	215.18	213.93	4990	953	830
2230	Gurgler Gruppe	240.40	240.40	5193	867	828
2240	Kaunergrat	241.53	232.84	4752	1474	948
2250	Geigerkamm	310.31	289.55	5688	1490	1214
2310	Ridnaungruppe	314.86	307.28	6262	1397	1103
2320	Schrankogelgruppe	500.45	486.31	10596	2826	2183
2330	Serleskamm	186.25	175.05	3586	1637	1404
2340	Kalkkögelgruppe	141.17	120.54	1967	816	666
2350	Grieskogelgruppe	231.70	193.52	3861	1936	1374
2410	Tuxer Hauptkamm	232.73	231.58	5019	2701	2049
2420	Tuxer Voralpen	804.25	743.66	15507	7621	6487
2510	Zillertaler Alpen	637.09	628.26	15415	7823	6858
2520	Lasörlong (Riesenferner) Gruppe	336.43	333.85	7033	2402	2113
2530	Defereggengruppe	557.84	537.37	8818	4054	2556
2540	Schobergruppe	412.05	390.12	8377	3369	3003
2550	Kreuzeckgruppe	605.12	542.87	8899	4683	3386
2560	Venediger Gruppe	645.65	639.15	16174	4084	3085
2570	Glocknergruppe	725.17	690.63	15992	5708	4357
2580	Goldberggruppe	1021.47	996.51	20431	8709	6838
2590	Ankogel-Hochalmgruppe	1122.29	1065.57	22309	14184	10283
2610	Radstätter Tauern	727.63	689.60	12734	5347	3224
2620	Schladminger Tauern	1164.12	1101.12	21311	9582	6378
2630	Wölzer Tauern	1137.14	1084.48	18727	10203	6695
2640	Seckauer Tauern	1091.43	980.22	14745	7588	5477
2710	Nockgebirge	1509.35	1403.05	19756	12034	7474
2720	Klagenfurter Becken u. Sattnitz	956.18	630.20	9026	6091	4693
2730	Gurktaler Alpen	1199.05	1024.83	8230	5075	4043
2740	Murauer Berge	830.83	793.78	7723	3639	1898
2750	Saualpe	595.44	510.12	5224	3625	2692
2760	Seetaler Alpen	726.68	677.97	6502	5270	3971
2770	Kor- u. Packalpe	1378.48	1319.18	17808	12608	11688
2780	Stub- u. Gleinalpe	1318.53	1246.10	12095	6011	2284
2830	Grazer Bergland	655.65	633.97	4370	3185	2447
2840	Fischbacher Alpen	641.08	605.16	6004	4723	2719
2850	Wechsel u. Jogelland	888.90	884.21	6551	4611	3517
2860	Semmeringgebiet	172.11	170.12	1782	1326	1114
3710	Lienzer Dolomiten	352.43	335.86	5041	2437	2068
3720	Reisskofelgruppe	233.45	199.87	2797	1675	1578
3730	Graslitzengruppe	384.42	342.46	4359	2294	1658
3740	Villacher Alpe	121.77	88.41	1810	995	904
3750	Goldeckgruppe	225.67	194.46	2212	1164	842
3810	Westl. Karnische Alpen	159.07	156.72	2242	1003	681
3820	Wolayergruppe	117.70	115.95	1767	715	330
3830	Polinikgruppe	158.94	137.45	2241	1072	902
3840	Östl. Karnische Alpen	154.16	115.12	1890	1103	601
3910	Hochstuhlgruppe	405.13	307.66	7336	4212	4118
3920	Koschuta-Hochobir	319.99	287.51	7595	5350	4140
3930	Petzen	140.46	129.35	3032	1898	1851
3940	Jauntal u. Bleiburger Bergland	309.90	158.05	1718	1159	893
	<b>Summe</b>	<b>48941.99</b>	<b>45589.92</b>	<b>809291</b>	<b>401071</b>	<b>301209</b>

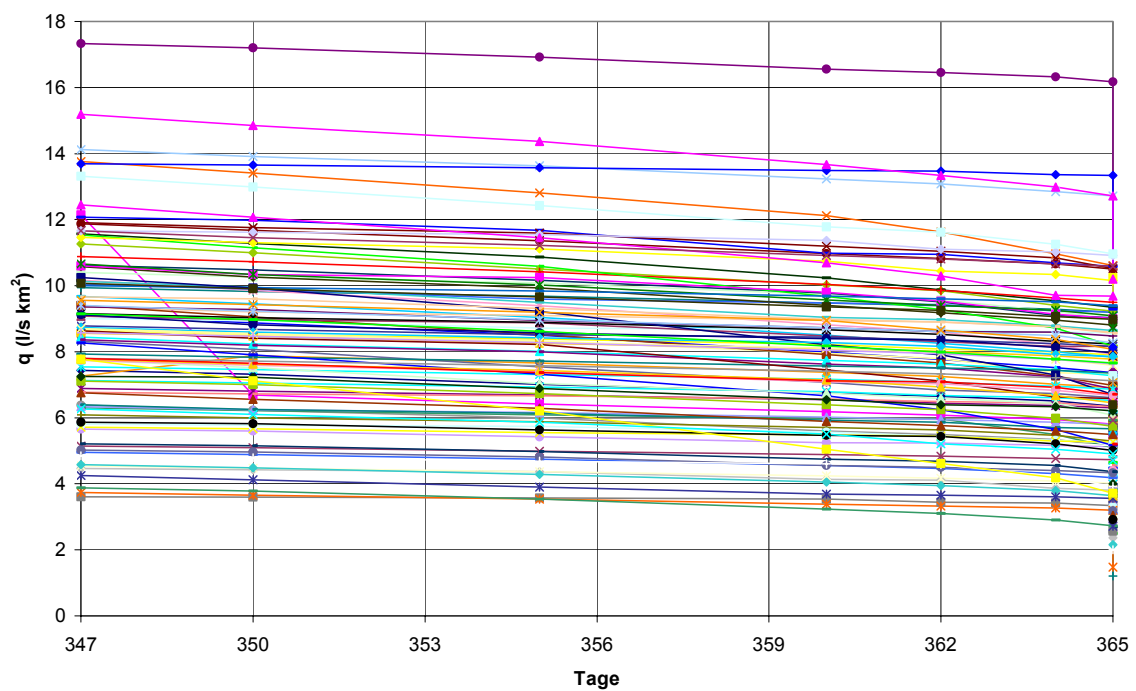


Fig. 15: Regionalisierte mittlere Spendendauerlinien (in  $\text{l/s km}^2$ ) der Gebirgsgruppen im Niedrigwasserbereich eines Normaljahrs.

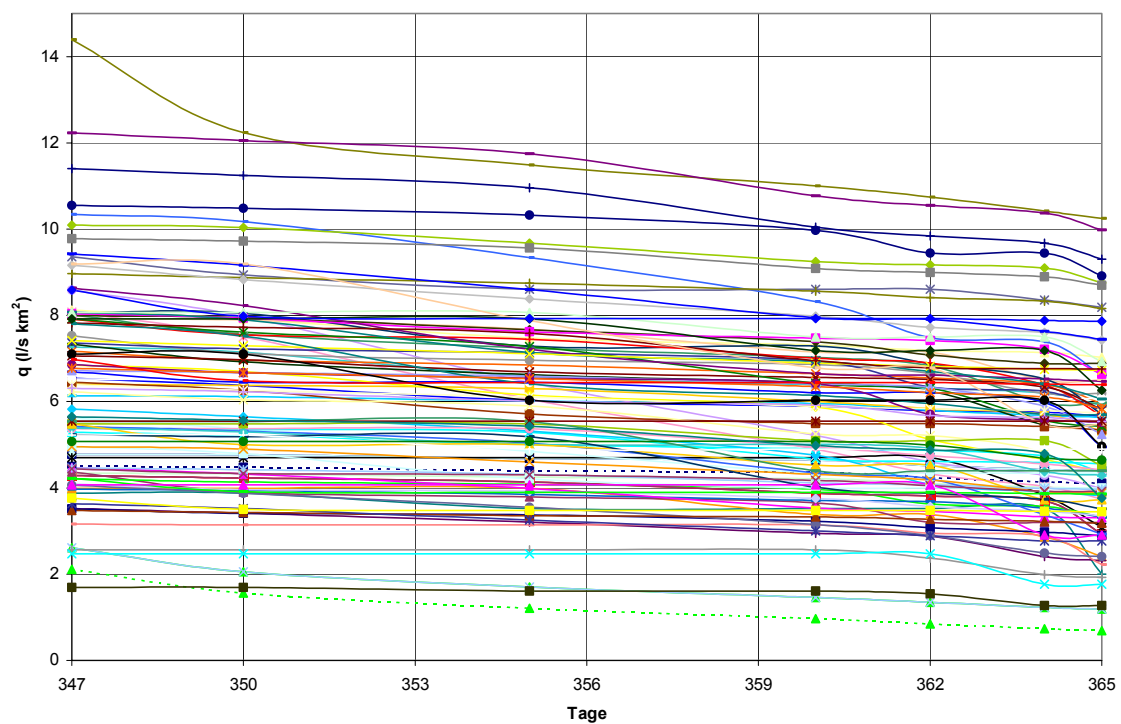


Fig. 16: Regionalisierte untere Hüllkurve der Spendendauerlinien (in  $\text{l/s km}^2$ ) der Gebirgsgruppen im Niedrigwasserbereich eines extremen Trockenjahrs.

Die Ergebnisse spiegeln sehr deutlich die hohe Heterogenität des alpinen Raums Österreichs wider, mit Grundwasserneubildungsraten zwischen 218 und 834 mm pro Jahr. Im Normaljahr werden an 95 % der Tage 114 bis 587 mm überschritten, im extremen Trockenjahr 58 bis 454 mm.

Die natürlichen Wasserreserven sind erwartungsgemäß im Bereich der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen und im Kristallin der Zentralalpen vorhanden, am „trockensten“ sind die in Bezug auf die Niederschläge leeseitig gelegenen inneralpinen Gebiete Tirols und Kärntens und die südlichen und östlichen Gebirgsgruppen der Steiermark.

## **3.2. WASSERVERBRAUCH**

### **3.2.1. DATENLAGE IN DEN BUNDESLÄNDERN**

Die Datenlage in den Bundesländern ist sehr unterschiedlich – grundsätzlich wurde durch enge Abstimmung mit den Landestellen danach getrachtet, eine möglichst gute Übereinstimmung der hier verwendeten Daten mit den Landesdaten zu erreichen. Die Zwischenergebnisse wurden den Landestellen jeweils zur Rückkopplung zur Verfügung gestellt.

#### **3.2.1.1 WIEN**

Vom Land Wien (Magistratsabteilung 31, Wiener Wasserwerke, DI Laaha, DI Dr. Zerobin) wurden die aktuellen Quellwasserentnahmen der I. und II. Hochquellenleitung zugeordnet nach Gebirgsgruppen zur Verfügung gestellt, weiters Angaben über künftige mögliche Steigerungen der Quellwasserentnahmen in den Gebirgsgruppen. Mit diesen Daten war eine exakte Zuordnung der gegenwärtigen und zukünftigen Wasserentnahmen aus dem Projektgebiet möglich.

#### **3.2.1.2 NIEDERÖSTERREICH**

Vom Land Niederösterreich (Abt. Wasserwirtschaft, WA2, DI P. Hemmelmayr, Mag. M. Tschulik) wurden die Daten des Projektes Trinkwasserversorgung für NÖ – Strategiekonzept (2000) zur Verfügung gestellt. Sämtliche Verbrauchsermittlungen (Haushalte, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft mit Zuordnung als Grund- oder Quellwasserentnahme) für den niederösterreichischen Teil des Projektgebietes wurden basierend auf diesen Daten durchgeführt. Für NÖ liegen mit dem Strategiekonzept auch Daten über den künftigen Verbrauch vor.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) zu den Gebirgsgruppen war direkt auf Basis des Strategiekonzeptes möglich.

### **3.2.1.3 VORARLBERG**

Vom Land Vorarlberg (Abt. Wasserwirtschaft Vllld, DI W. Hanefeld, DI T. Blank) wurde das Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept (VTWK) Teil 2, Pilotprojekt Montafon (1999) und eine Zusammenstellung der gegenwärtigen und zukünftigen Wasserverbräuche in Vorarlberg gegliedert nach Talschaften zur Verfügung gestellt (inkludiert alle Verbräuche auch Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe).

Mit dem VTWK, Teil 2 liegt für das Montafon eine ausgesprochen detaillierte Darstellung des gegenwärtigen und des zukünftigen Wasserbedarfes vor. Es wird darin der Verbrauch der Bevölkerung sowie der aus der öffentlichen bzw. gemeinschaftlichen Versorgung (inkl. kleiner Wassergenossenschaften) gedeckte Verbrauch von Gewerbe, Fremdenverkehr und Landwirtschaft erfasst. Nicht erfasst wird die Eigenförderung von Industrie, Großgewerbe und Landwirtschaft. Auf der Basis der Daten für das Montafon erfolgte die Berechnung des kommunalen Verbrauches für den Vorarlberger Teil des Projektgebietes.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) zu den Gebirgsgruppen erfolgte in Absprache mit den Landesstellen bzw. auf Basis des VTWK.

Die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe wurde auf Basis der Landesdaten ermittelt, der Anteil an Quellwasser wurde in Absprache mit dem Land festgelegt. Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

### **3.2.1.4 TIROL**

Von der Tiroler Landesregierung (Landesbaudirektion, Abt. Wasserwirtschaft, DI W. Kutzschbach, DI J. Pinzer) wurde der Wasserversorgung Tirol-Bericht –Verhältnis von Grund- und Quellwasser in der Wasserversorgung Tirol (1993) zur Verfügung gestellt. Die Angaben des WVT-Berichtes umfassen den Verbrauch der Haushalte, Ferienwohnungen, und Gäste sowie die Verluste und den öffentlichen Bedarf. Nicht erfasst werden die Verbräuche von Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie aus der öffentl. Wasserversorgung - für diese Wasserentnahmen wurde daher mit einem Zuschlag pro EW gerechnet.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) zu den Gebirgsgruppen erfolgte in Absprache mit den Landesstellen.

Die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe wurde auf Basis der ÖSTAT- Daten 1994 ermittelt, der Anteil an Quellwasser wurde in Absprache mit den Landesstellen festgelegt. Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

Für den zukünftigen Verbrauch gibt es keine Landesdaten – der künftige Verbrauch wurde daher hochgerechnet (ausgehend von den Daten für den gegenwärtigen Verbrauch).

#### **3.2.1.5 OBERÖSTERREICH**

Vom Land Oberösterreich (Abt. Wasserbau, Wasserwirtschaftliche Planung, DI A. Nadlinger) wurde die Bevölkerungsverteilung in den Gemeinden sowie die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe je Katastralgemeinde im Projektgebiet zur Verfügung gestellt. Damit kann der Wasserverbrauch der Industrie exakt ermittelt und den Gebirgsgruppen zugeordnet werden.

Bezüglich der Wasserverbräuche der Bevölkerung bzw. des Wasserverbrauches aus der öffentl. Wasserversorgung wurden vom Land Oberösterreich nur allgemeine pro Kopf Richtwerte genannt. Um den Verbrauch aus der öffentlichen Wasserversorgung zu berechnen werden daher die Daten von ÖVGW (Wasserverbrauch), Städtejahrbuch (Wasserverbrauch), und ÖSTAT (Bevölkerung, Übernachtungen) herangezogen.

Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

Für den zukünftigen Verbrauch gibt es keine Landesdaten – der künftige Verbrauch wurde daher hochgerechnet (ausgehend von den Daten für den gegenwärtigen Verbrauch).

#### **3.2.1.6 SALZBURG**

Vom Land Salzburg (Landesbaudirektion, Fachabt. Wasserwirtschaft, Ref. 6/62, DI A. Höllbacher) wurde die Studie Wasserversorgung Zentralraum Salzburg (Brandecker & Straschil, 1995) zur Verfügung gestellt. In dieser Arbeit werden für die Bezirke Salzburg-Stadt, Salzburg-Umgebung und Hallein die Verbräuche an verbrauchsreichen Tagen gegenwärtig und zukünftig ermittelt (ohne Verbrauch aus Eigenförderung von Landwirtschaft, Industrie und Großgewerbe). Diese Verbrauchswerte können nicht direkt auf das gegenständliche Projekt übertragen werden da hier durchschnittliche Jahresverbräuche benötigt werden. Weiters liegen keine Daten für die anderen Bezirke des Landes Salzburg vor.

Daher wird für das Land Salzburg der Wasserverbrauch auf Basis der Daten von ÖVGW, Städtejahrbuch, ÖSTAT (Bevölkerung, Übernachtungen) und Landesstatistik (Bevölkerung, Übernachtungen) ermittelt. Für jenen Bezirke die in der Studie zum Zentralraum Salzburg enthalten sind, erfolgt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse für durchschnittlichen Verbrauch und Spitzenverbrauch – wie sich zeigt ergibt sich eine plausible Relation zwischen den eigenen Berechnungen und den Daten der Salzburger Studie.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) zu den Gebirgsgruppen erfolgte in Absprache mit den Landesstellen.

Die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe wurde auf Basis der ÖSTAT- Daten 1994 ermittelt, der Anteil an Quellwasser wurde in Absprache mit dem Land festgelegt. Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

Für den zukünftigen Verbrauch gibt es mit Ausnahme des Zentralraumes keine Landesdaten – der künftige Verbrauch wurde daher hochgerechnet.

### **3.2.1.7 KÄRNTEN**

Vom Land Kärnten (Abt. 18, Wasserwirtschaft, Wasserwirtschaftliche Planung, DI G. Freundl wurde das Wasserversorgungskonzept (WVK) 1984 zur Verfügung gestellt. Dieses liefert Verbrauchsberechnungen für 1995 und 2005 für die öffentliche Wasserversorgung. Wie der Vergleich mit ÖVGW zeigt sind die Werte des WVK84 zwar geeignet um den gegenwärtigen Verbrauch größerer Gebiete abzuschätzen, nicht jedoch für den Verbrauch einzelner Gemeinden. Es war daher eine Korrektur der Verbrauchswerte des WVK84 mit den ÖVGW-Daten vorzunehmen.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) zu den Gebirgsgruppen erfolgte in Absprache mit den Landesstellen.

Die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe wurde auf Basis der ÖSTAT- Daten 1994 ermittelt. Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

Für den zukünftigen Verbrauch gibt es keine Landesdaten – der künftige Verbrauch wurde daher hochgerechnet. Die sich auf Grund des vom Land Kärnten geplanten überregionalen Versorgungsnetzes ergebenden Verbrauchsumlagerungen wurden dabei berücksichtigt.

### **3.2.1.8 STEIERMARK**

Vom Land Steiermark (Fachabt. 3a, Wasserwirtschaft, Wasserwirtschaftliche Planung, DI W. Schild) wurden Wasserverbrauchsdaten der öffentlichen Wasserversorgung der Gemeinden sowie der überregionalen Wasserverbände zur Verfügung gestellt. Diese Daten bilden die Ausgangsbasis für die Verbrauchsermittlung im kommunalen Bereich. Um eine Hochrechnung der Gesamtverbräuche auf das gesamte Bundesland zur ermöglichen waren die Landesdaten mit den Daten des ÖVGW sowie den statistischen Daten des ÖSTAT zu ergänzen.

Die Zuordnung der Verbräuche der verbrauchsstarken Gemeinden ( $> 500.000 \text{ m}^3/\text{a}$  bzw.  $>10\%$  des Bezirksverbrauches) erfolgte auf Grund eigener Recherchen (bei Verbänden und Städten), vorhandener Daten am Joanneum und Angaben des ÖVGW.

Die Eigenförderung von Industrie und Großgewerbe wurde auf Basis der ÖSTAT-Daten 1994 ermittelt. Die Eigenförderung der Landwirtschaft für die Viehhaltung wurde auf Basis der ÖSTAT-Viehbestandszahlen ermittelt.

Der künftige Wasserverbrauch wurde auf Basis der gegenwärtigen Daten hochgerechnet.

### **3.2.2. ERGEBNISSE**

Tab. 5 zeigt die ermittelten Quellwasser-Verbräuche aus dem Projektgebiet gegliedert nach Bundesländern. Aus der Tabelle ist weiters zu entnehmen welcher Anteil des Quellwasserverbrauches aus der Zuordnung der großen Verbräucher zu den Gebirgsgruppen (punktförmig) ermittelt wurde und welcher Anteil aus der Flächenverschneidung der restlichen Verbräuche der Bezirke mit den Gebirgsgruppen ermittelt wurde.

Tab. 5: Wasserverbrauch der Bundesländer. GW=Grundwasser, QW=Quellwasser.

Gesamtverbrauch gegenwärtig: GW+QW für Trinkwasser, Ind+Gew., Landwirtschaft (inkl. Bewässerung)		Verbrauch der Bundesländer: Quellwasser-Verbrauch aus dem Projektgebiet Mio m³/a				Verbrauch <u>aus</u> den Bundesländern: Quellwasser-Verbrauch aus dem Projektgebiet Mio m³/a (Zuordnung der Wiener Verbräuche zu NÖ u. Stmk)			
Datenquelle	Mio. m³/a		Gegenwärtig (Mio. m³/a)	Künftig (Mio. m³/a)	Steiger- ung		Gegenwärtig (Mio. m³/a)	Künftig (Mio. m³/a)	Steiger- ung
NÖ		punktförmig	4,3	6,5		punktförmig	62,3	68,1	
		flächig	17,7	26,3		flächig	17,7	26,3	
Land NÖ	257,2	Summe	21,9	32,8	1,50	Summe	79,9	94,4	1,18
OÖ		punktförmig	15,6	19,8		punktförmig	15,6	19,8	
		flächig	4,7	5,8		flächig	4,7	5,8	
Hüttler (1996)	997,5	Summe	20,2	25,6	1,26	Summe	20,2	25,6	1,26
Slzbg		punktförmig	26,0	39,0		punktförmig	26,0	39,0	
		flächig	36,7	48,8		flächig	36,7	48,8	
Hüttler (1996)	90,1	Summe	62,7	87,8	1,40	Summe	62,7	87,8	1,40
Tirol		punktförmig	22,0	32,5		punktförmig	22,0	32,5	
		flächig	49,0	67,5		flächig	49,0	67,5	
Hüttler (1996)	145,0	Summe	71,0	100,1	1,41	Summe	71,0	100,1	1,41
Vlbg		punktförmig	6,7	8,6		punktförmig	6,7	8,6	
		flächig	3,1	4,3		flächig	3,1	4,3	
Land Vlbg	56,6	Summe	9,8	12,8	1,30	Summe	9,8	12,8	1,30
Wien		punktförmig	142,4	181,4		punktförmig	0,0	0,0	
		flächig	0,0	0,0		flächig	0,0	0,0	
Hüttler (1996)	172,0	Summe	142,4	181,4	1,27	Summe	0,0	0,0	
Stmk		punktförmig	25,2	31,6		punktförmig	109,5	151,4	
		flächig	42,9	53,0		flächig	42,9	53,0	
Hüttler (1996)	249,5	Summe	68,1	84,5	1,24	Summe	152,4	204,4	1,34
Ktn		punktförmig	31,4	38,7		punktförmig	31,4	38,7	
		flächig	25,0	29,3		flächig	25,0	29,3	
Hüttler (1996)	166,0	Summe	56,4	68,0	1,21	Summe	56,4	68,0	1,21
Bgld		punktförmig	0,0	0,0		punktförmig	0,0	0,0	
		flächig	0,0	0,0		flächig	0,0	0,0	
Hüttler (1996)	39,0	Summe	0,0	0,0		Summe	0,0	0,0	
Österreich		punktförmig	273,5	358,0		punktförmig	273,5	358,0	
		flächig	179,0	235,0		flächig	179,0	235,0	
Summe	2.172,9	Summe	452,5	593,0	1,31	Summe	452,5	593,0	1,31
Zusammensetzung des Österr. Gesamtverbrauches									
Hüttler (1996)		2183 Mio. m³/a	Gesamtverbrauch						
davon									
		652 Mio. m³/a	öffentl. Wasserversorgung						
		84 Mio. m³/a	Eigenförd. Haushalte						
		1.343 Mio. m³/a	Eigenförd. Ind+Gew						
		53 Mio. m³/a	LW-Bewässerung						
		50 Mio. m³/a	LW-Tierhaltung						





## gegenwärtiger Quellwasser-Verbrauch

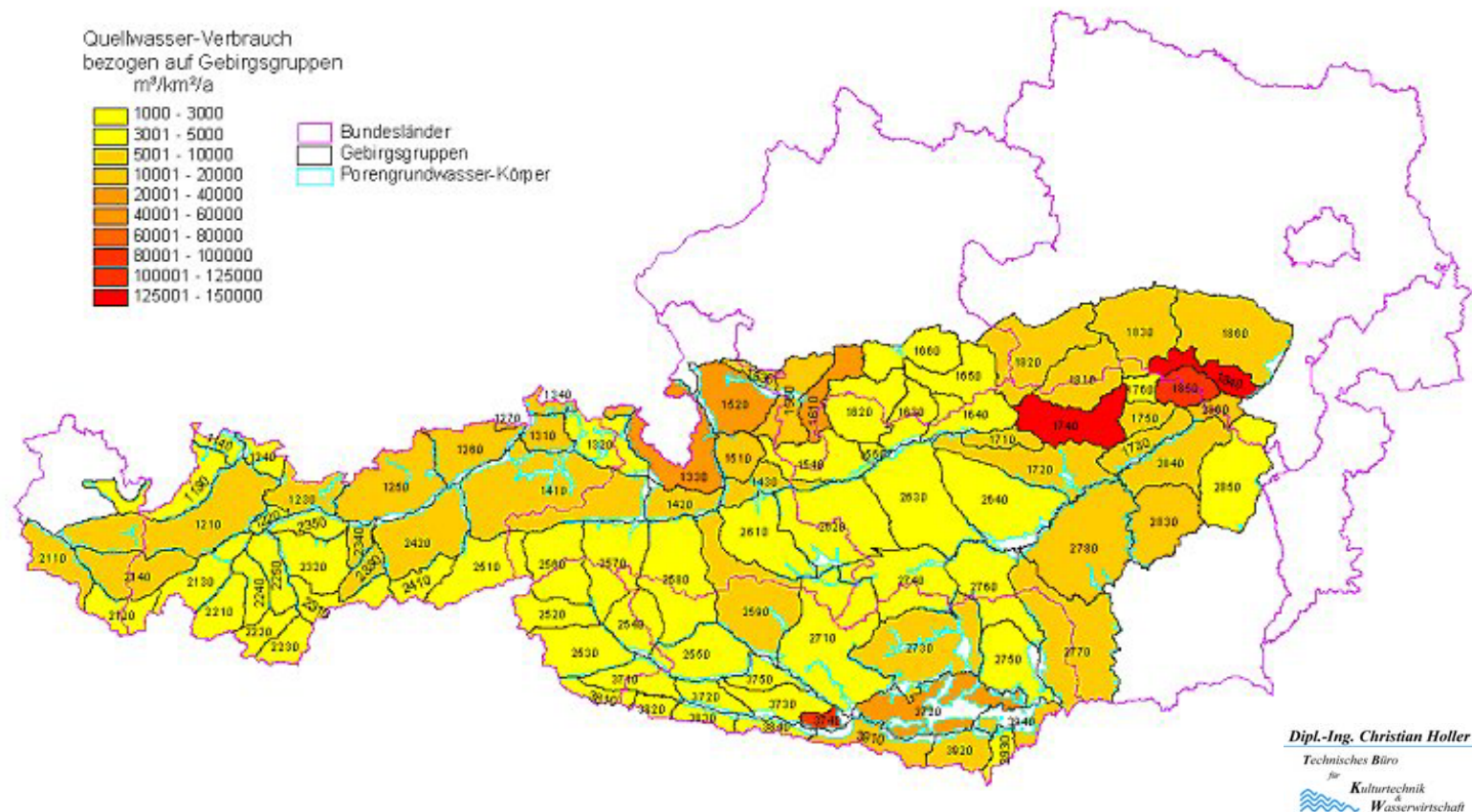


Fig. 18: Gegenwärtiger Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen in  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{a}$ . Porengrundwasserkörper = Porengrundwassergebiete.

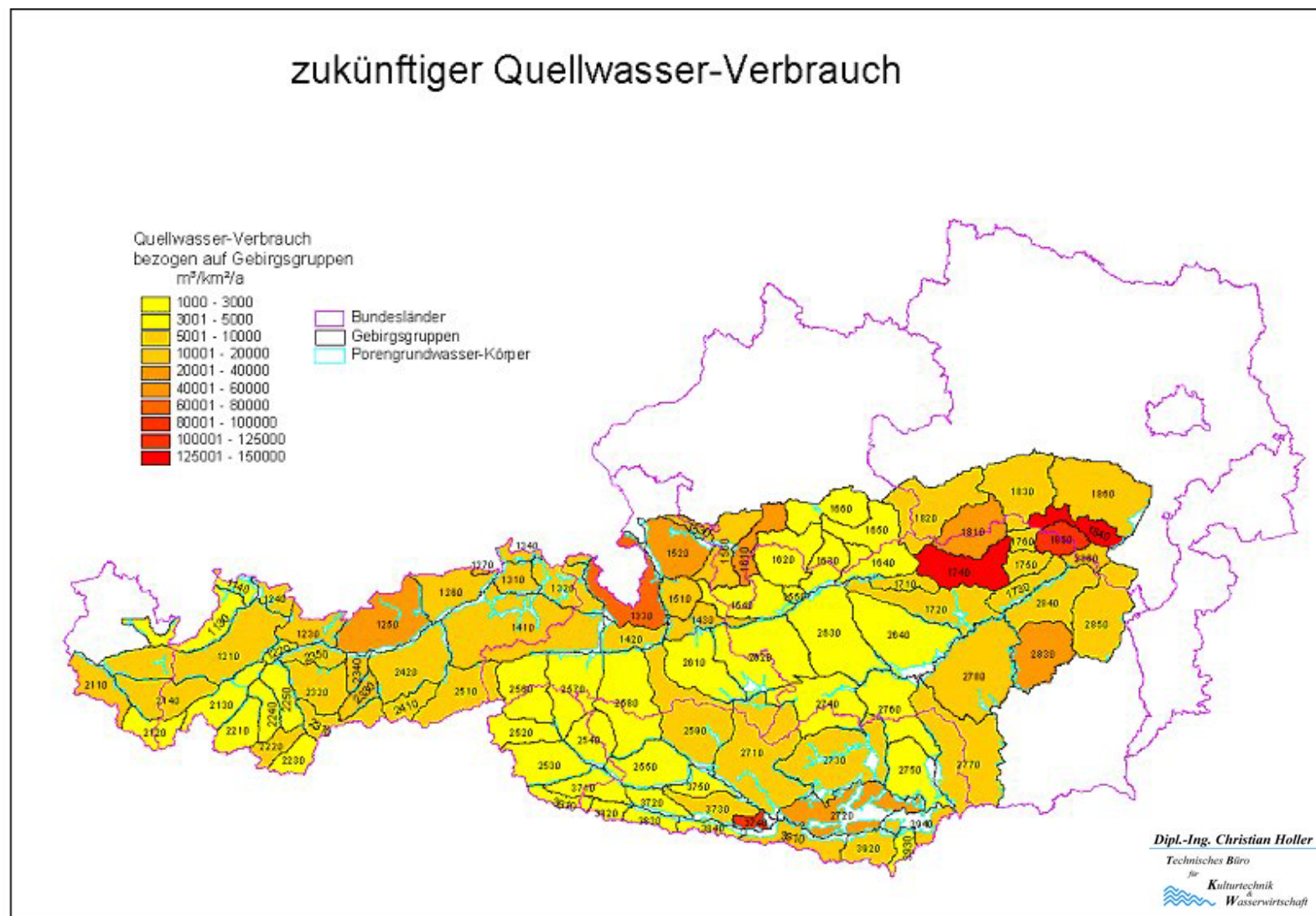


Fig. 19: Zukünftiger Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen in  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{a}$ : Porengrundwasserkörper = Porengrundwassergebiete.

Tab. 6: Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen.

Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen

Gebirgs- gruppe	Gegw. Ver- brauch Mio. m <sup>3</sup> /a	Zuk. Ver- brauch Mio. m <sup>3</sup> /a	Gegw. Ver- brauch m <sup>3</sup> /s	Zuk. Ver- brauch m <sup>3</sup> /s	Gesamt- fläche Geb.Gr. km <sup>2</sup>	Flächenan- teil GW- Körper km <sup>2</sup>	Redu- zierte Fläche km <sup>2</sup>	Gegw. Ver- brauch m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /a	Zuk. Ver- brauch m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /a	Gegw. Ver- brauch mm	Zuk. Ver- brauch mm	Gegw. Ver- brauch l/s.km <sup>2</sup>	Zuk. Ver- brauch l/s.km <sup>2</sup>
	jeweils bezogen auf die reduzierte Fläche												
1130	1,3	1,7	0,04	0,05	484,80	41,17	443,64	3.026	3.830	3	4	0,10	0,12
1140	0,3	0,4	0,01	0,01	144,00	32,58	111,42	2.753	3.662	3	4	0,09	0,12
1210	7,0	9,3	0,22	0,30	1.357,70	86,50	1.271,21	5.538	7.348	6	7	0,18	0,23
1220	0,2	0,3	0,01	0,01	82,67	11,71	70,96	2.642	3.684	3	4	0,08	0,12
1230	2,2	3,4	0,07	0,11	360,15	28,89	331,27	6.769	10.224	7	10	0,21	0,32
1240	0,7	1,0	0,02	0,03	180,71	20,75	159,96	4.479	6.166	4	6	0,14	0,20
1250	14,8	22,1	0,47	0,70	897,21	71,79	825,43	17.911	26.794	18	27	0,57	0,85
1260	6,5	8,5	0,20	0,27	530,38	42,43	487,95	13.230	17.376	13	17	0,42	0,55
1270	0,3	0,3	0,01	0,01	18,55	0,00	18,55	14.097	18.233	14	18	0,45	0,58
1310	2,9	3,9	0,09	0,12	237,90	32,92	204,97	14.145	18.807	14	19	0,45	0,60
1320	1,9	2,5	0,06	0,08	487,66	65,48	422,18	4.466	6.017	4	6	0,14	0,19
1330	23,7	35,1	0,75	1,11	625,54	54,43	571,11	41.426	61.481	41	61	1,31	1,95
1340	1,3	1,7	0,04	0,06	153,82	21,64	132,18	10.089	13.176	10	13	0,32	0,42
1410	13,6	18,1	0,43	0,57	1.847,17	181,64	1.665,54	8.151	10.873	8	11	0,26	0,34
1420	1,4	2,0	0,05	0,06	316,55	45,99	270,56	5.315	7.215	5	7	0,17	0,23
1430	2,0	2,7	0,06	0,09	291,36	30,56	260,80	7.758	10.505	8	11	0,25	0,33
1510	4,1	5,3	0,13	0,17	285,40	11,65	273,76	14.918	19.327	15	19	0,47	0,61
1520	12,3	16,6	0,39	0,53	615,53	81,49	534,04	23.038	31.168	23	31	0,73	0,99
1530	0,9	1,2	0,03	0,04	110,90	9,15	101,75	8.571	12.004	9	12	0,27	0,38
1540	2,2	2,8	0,07	0,09	576,15	15,15	561,01	3.872	4.908	4	5	0,12	0,16
1550	0,1	0,1	0,00	0,00	62,45	7,51	54,94	1.204	1.461	1	1	0,04	0,05
1560	6,0	7,7	0,19	0,25	518,89	21,60	497,29	12.058	15.567	12	16	0,38	0,49
1610	11,1	14,0	0,35	0,44	354,13	5,10	349,03	31.805	40.097	32	40	1,01	1,27
1620	1,7	2,1	0,05	0,07	642,06	0,00	642,06	2.686	3.302	3	3	0,09	0,10
1630	1,0	1,3	0,03	0,04	354,55	20,11	334,44	3.057	3.771	3	4	0,10	0,12
1640	0,6	0,8	0,02	0,02	451,73	15,85	435,89	1.472	1.792	1	2	0,05	0,06
1650	1,4	1,8	0,04	0,06	440,63	0,00	440,63	3.191	4.087	3	4	0,10	0,13
1660	1,8	2,3	0,06	0,07	498,70	6,39	492,32	3.706	4.677	4	5	0,12	0,15
1710	1,0	1,2	0,03	0,04	194,98	6,56	188,43	5.264	6.331	5	6	0,17	0,20
1720	3,8	4,6	0,12	0,15	807,82	63,16	744,66	5.088	6.166	5	6	0,16	0,20
1730	2,2	2,8	0,07	0,09	321,96	25,54	296,42	7.548	9.339	8	9	0,24	0,30
1740	84,8	96,8	2,69	3,07	650,34	0,00	650,34	130.458	148.852	130	149	4,14	4,72
1750	1,1	1,3	0,03	0,04	212,36	0,00	212,36	5.090	6.295	5	6	0,16	0,20
1760	0,6	0,7	0,02	0,02	123,46	0,00	123,46	4.876	6.026	5	6	0,15	0,19
1810	4,7	29,2	0,15	0,93	606,75	0,00	606,75	7.787	48.198	8	48	0,25	1,53
1820	6,2	8,0	0,20	0,25	922,60	0,00	922,60	6.693	8.687	7	9	0,21	0,28
1830	4,1	6,0	0,13	0,19	812,53	0,33	812,20	5.030	7.378	5	7	0,16	0,23
1840	43,1	46,6	1,37	1,48	321,96	5,41	316,55	136.224	147.232	136	147	4,32	4,67
1850	24,4	28,2	0,77	0,89	279,71	0,00	279,71	87.088	100.773	87	101	2,76	3,20
1860	6,9	11,5	0,22	0,36	1.105,26	33,45	1.071,81	6.480	10.686	6	11	0,21	0,34
2110	3,1	4,2	0,10	0,13	382,72	28,03	354,69	8.617	11.768	9	12	0,27	0,37
2120	0,7	1,0	0,02	0,03	314,01	2,26	311,75	2.222	3.226	2	3	0,07	0,10
2130	1,5	2,1	0,05	0,07	455,86	21,26	434,61	3.364	4.862	3	5	0,11	0,15
2140	3,0	4,0	0,10	0,13	596,09	17,65	578,44	5.207	6.985	5	7	0,17	0,22

Tab. 6 (Fortsetzung): Quellwasserverbrauch aus den Gebirgsgruppen.

Gebirgs- gruppe	Gegw. Ver- brauch Mio. m <sup>3</sup> /a	Zuk. Ver- brauch Mio. m <sup>3</sup> /a	Gegw. Ver- brauch m <sup>3</sup> /s	Zuk. Ver- brauch m <sup>3</sup> /s	Gesamt- fläche Geb.Gr. km <sup>2</sup>	Flächenan- teil GW- Körper km <sup>2</sup>	Redu- zierte Fläche km <sup>2</sup>	Gegw. Ver- brauch m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /a	Zuk. Ver- brauch m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /a	Gegw. Ver- brauch mm	Zuk. Ver- brauch mm	Gegw. Ver- brauch l/s.km <sup>2</sup>	Zuk. Ver- brauch l/s.km <sup>2</sup>
jeweils bezogen auf die reduzierte Fläche													
2210	0,9	1,4	0,03	0,04	348,59	10,25	338,34	2.801	4.071	3	4	0,09	0,13
2220	0,9	1,3	0,03	0,04	215,18	1,25	213,93	4.082	5.893	4	6	0,13	0,19
2230	0,7	1,0	0,02	0,03	240,40	0,00	240,40	3.043	4.312	3	4	0,10	0,14
2240	0,6	0,9	0,02	0,03	241,53	8,69	232,84	2.583	3.674	3	4	0,08	0,12
2250	0,9	1,3	0,03	0,04	310,31	20,76	289,55	3.078	4.348	3	4	0,10	0,14
2310	1,4	2,1	0,04	0,07	314,86	7,58	307,28	4.593	6.763	5	7	0,15	0,21
2320	2,3	3,4	0,07	0,11	500,45	14,14	486,31	4.780	7.068	5	7	0,15	0,22
2330	1,3	1,9	0,04	0,06	186,25	11,21	175,05	7.183	10.796	7	11	0,23	0,34
2340	0,8	1,3	0,03	0,04	141,17	20,62	120,54	7.049	10.557	7	11	0,22	0,33
2350	0,9	1,3	0,03	0,04	231,70	38,18	193,52	4.691	6.905	5	7	0,15	0,22
2410	1,0	1,4	0,03	0,05	232,73	1,14	231,58	4.321	6.203	4	6	0,14	0,20
2420	3,9	5,6	0,12	0,18	804,25	60,59	743,66	5.246	7.562	5	8	0,17	0,24
2510	2,8	3,9	0,09	0,12	637,09	8,84	628,26	4.531	6.246	5	6	0,14	0,20
2520	0,6	0,8	0,02	0,02	336,43	2,58	333,85	1.654	2.256	2	2	0,05	0,07
2530	1,6	2,3	0,05	0,07	557,84	20,47	537,37	3.013	4.213	3	4	0,10	0,13
2540	0,8	1,0	0,02	0,03	412,05	21,93	390,12	1.961	2.555	2	3	0,06	0,08
2550	1,2	1,5	0,04	0,05	605,12	62,25	542,87	2.209	2.688	2	3	0,07	0,09
2560	1,7	2,3	0,05	0,07	645,65	6,50	639,15	2.623	3.585	3	4	0,08	0,11
2570	2,3	3,2	0,07	0,10	725,17	34,54	690,63	3.394	4.613	3	5	0,11	0,15
2580	3,3	4,3	0,10	0,14	1.021,47	24,96	996,51	3.273	4.339	3	4	0,10	0,14
2590	5,7	7,4	0,18	0,24	1.122,29	56,72	1.065,57	5.326	6.982	5	7	0,17	0,22
2610	2,0	2,7	0,06	0,09	727,63	38,04	689,60	2.907	3.930	3	4	0,09	0,12
2620	2,3	3,0	0,07	0,09	1.164,12	63,00	1.101,12	2.099	2.695	2	3	0,07	0,09
2630	1,5	1,8	0,05	0,06	1.137,14	52,66	1.084,48	1.416	1.695	1	2	0,04	0,05
2640	3,0	3,7	0,10	0,12	1.091,43	111,21	980,22	3.075	3.744	3	4	0,10	0,12
2710	6,9	8,6	0,22	0,27	1.509,35	106,30	1.403,05	4.948	6.114	5	6	0,16	0,19
2720	14,0	16,1	0,44	0,51	956,18	325,98	630,20	22.232	25.605	22	26	0,70	0,81
2730	5,6	6,8	0,18	0,22	1.199,05	174,22	1.024,83	5.509	6.661	6	7	0,17	0,21
2740	2,0	2,5	0,06	0,08	830,83	37,05	793,78	2.573	3.207	3	3	0,08	0,10
2750	2,2	2,3	0,07	0,07	595,44	85,32	510,12	4.307	4.509	4	5	0,14	0,14
2760	2,3	2,6	0,07	0,08	726,68	48,71	677,97	3.450	3.830	3	4	0,11	0,12
2770	6,9	7,9	0,22	0,25	1.378,48	59,31	1.319,18	5.246	5.958	5	6	0,17	0,19
2780	14,5	18,3	0,46	0,58	1.318,53	72,43	1.246,10	11.644	14.682	12	15	0,37	0,47
2830	10,4	13,3	0,33	0,42	655,65	21,68	633,97	16.453	20.939	16	21	0,52	0,66
2840	3,4	4,1	0,11	0,13	641,08	35,92	605,16	5.555	6.848	6	7	0,18	0,22
2850	4,0	5,0	0,13	0,16	888,90	4,69	884,21	4.541	5.684	5	6	0,14	0,18
2860	1,8	2,4	0,06	0,08	172,11	1,99	170,12	10.494	14.329	10	14	0,33	0,45
3710	0,7	0,8	0,02	0,03	352,43	16,57	335,86	1.966	2.406	2	2	0,06	0,08
3720	0,5	0,5	0,01	0,02	233,45	33,58	199,87	2.256	2.482	2	2	0,07	0,08
3730	1,3	2,0	0,04	0,06	384,42	41,96	342,46	3.859	5.915	4	6	0,12	0,19
3740	7,1	9,4	0,22	0,30	121,77	33,36	88,41	80.233	105.773	80	106	2,54	3,35
3750	0,6	0,7	0,02	0,02	225,67	31,21	194,46	2.882	3.569	3	4	0,09	0,11
3810	0,3	0,3	0,01	0,01	159,07	2,35	156,72	1.672	2.198	2	2	0,05	0,07
3820	0,3	0,3	0,01	0,01	117,70	1,75	115,95	2.587	2.742	3	3	0,08	0,09
3830	0,4	0,4	0,01	0,01	158,94	21,49	137,45	2.798	2.980	3	3	0,09	0,09
3840	0,5	0,5	0,02	0,02	154,16	39,04	115,12	4.442	4.763	4	5	0,14	0,15
3910	3,4	4,7	0,11	0,15	405,13	97,46	307,66	11.023	15.418	11	15	0,35	0,49
3920	1,6	2,1	0,05	0,07	319,99	32,48	287,51	5.738	7.328	6	7	0,18	0,23
3930	0,3	0,4	0,01	0,01	140,46	11,11	129,35	2.443	2.938	2	3	0,08	0,09
3940	2,3	2,7	0,07	0,08	309,90	151,85	158,05	14.823	16.899	15	17	0,47	0,54

### 3.3. ERMITTLUNG DES NACHHALTIG NUTZBAREN QUELLWASSERDARGEBOTS

#### 3.3.1. NUTZBARES QUELLWASSERDARGEBOT IN DEN GEBIRGSGRUPPEN

Die effektive Nutzbarkeit ergibt sich durch Simulation der Auswirkung konstanter Entnahmen auf die als Gebirgsgruppenmittel zu sehenden regionalisierten Abflussdauerlinien der Gebirgsgruppen nach dem ökologischen Kriterium:  $Q_{365}$  im Normaljahr bzw.  $NQ_T$  im extremen Trockenjahr darf nicht an mehr als 10 Tagen im Jahr unterschritten werden (vgl. Fig. 3 und Fig. 8) unter Einbeziehung eines weiteren Gewichtungsfaktors aus der Bewertung verfügbarer Regionalstudien (Begründungen im Anhang des technischen Berichts), der allerdings nur für die Bewertung des extremen Trockenjahrs als sinnvoll erachtet wurde (s. Kap. 2). Das nach Abzug des aktuellen bzw. zukünftigen Wasserverbrauchs noch nachhaltig nutzbare Quellwasserdargebot ist dann die Differenz von effektiver Nutzbarkeit und dem aktuellen bzw. zukünftigen Wasserverbrauch für die zwei Varianten:

- ♦ **Normaljahr:** Basis ist die mittlere Abflussdauerlinie der Gebirgsgruppen, s. Tab. 7, Fig. 20, Fig. 21, Kriterium
- ♦ **Extremes Trockenjahr:** Basis ist die untere Hüllkurve der regionalisierten Abflussdauerlinien als Mittel für jede Gebirgsgruppe, s. Tab. 8, Fig. 22

Tab. 7: Nachhaltig nutzbare Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s nach Abzug von aktuellem und zukünftigem Verbrauch) in einem Normaljahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen)<sup>1</sup>.

GGNr	Gebirgsgruppenname	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Grundwasserneubildung	Wasserwirtschaftl. nutzbar	Ökologisch nutzbar	Effektiv nutzbar	Aktueller Verbrauch	Zukünftiger Verbrauch	Nutzbare Quellwasserdargebot (akt. Verbrauch)	Nutzbare Quellwasserdargebot (zuk. Verbrauch)
1130	Allgäuer Alpen	484.80	443.64	10114	3299	1550	1550	43	54	1508	1496
1140	Tannheimer Berge	144.00	111.42	2322	919	257	257	10	13	248	244
1210	Lechtaler Alpen	1357.70	1271.21	28641	10982	3404	3404	223	296	3181	3108
1220	Tschirgant	82.67	70.96	1321	514	106	106	6	8	100	98
1230	Mieminger Kette u. Wettersteingeb.	360.15	331.27	5951	2440	890	890	71	107	819	783
1240	Ammerrgauer Alpen	180.71	159.96	3258	1899	684	684	23	31	661	652
1250	Karwendelgebirge	897.21	825.43	16347	9042	4677	4677	469	701	4208	3976
1260	Brandenberger Alpen	530.38	487.95	10323	4440	2175	2175	205	269	1971	1907
1270	Oberbayerische Alpen zw. Loisach u. Inn	18.55	18.55	417	180	88	88	8	11	80	77
1310	Kaisergebirge	237.90	204.97	4278	1845	406	406	92	122	314	284
1320	Waldringer Alpen	487.66	422.18	9200	4392	1186	1186	60	81	1126	1105
1330	Salzburger Kalkalpen	625.54	571.11	12197	5110	1484	1484	750	1113	734	371
1340	Chiemgauer Alpen	153.82	132.18	2875	1868	635	635	42	55	593	580
1410	Kitzbühner Alpen	1847.17	1665.54	35905	16936	6605	6605	430	574	6175	6031
1420	Dientner Berge	316.55	270.56	5344	1531	704	704	46	62	659	643
1430	Fritztaler Berge	291.36	260.80	5023	2440	732	732	64	87	668	645
1510	Tennengebirge	285.40	273.76	6010	3522	632	632	129	168	502	464
1520	Salzburger Mittelgebirge	615.53	534.04	11149	5409	1731	1731	390	528	1341	1203
1530	Schafberggruppe	110.90	101.75	1901	1147	413	413	28	39	385	374
1540	Dachstein	576.15	561.01	11020	4803	1249	1249	69	87	1180	1162
1550	Grimming	62.45	54.94	988	430	120	120	2	3	118	117
1560	Westl. Trauntaler Alpen	518.89	497.29	10843	6842	2942	2942	190	245	2752	2696
1610	Ostl. Trauntaler Alpen	354.13	349.03	7473	2901	754	754	352	444	402	311
1620	Totes Gebirge u. Vorberge	642.06	642.06	13485	4098	2213	2213	55	67	2158	2146
1630	Warscheneck	354.55	334.44	6673	3551	1314	1314	32	40	1281	1274
1640	Nördl. Ennstaler Alpen	451.73	435.89	8635	2747	989	989	20	25	969	964
1650	Windischgarstener u. Reichraminger Alpen	440.63	440.63	9064	5098	2090	2090	45	57	2046	2033
1660	Steyrtaler Voralpen	498.70	492.32	10354	5207	1927	1927	58	73	1869	1853
1710	Südl. Ennstaler Alpen	194.98	188.43	3576	1138	398	398	31	38	367	360
1720	Eisenerzer Alpen	807.82	744.66	12561	6758	2568	2568	120	146	2448	2422
1730	Floningszug	321.96	296.42	4049	2604	938	938	71	88	867	850
1740	Hochschwabgruppe	650.34	650.34	12706	5955	1132	1132	2690	3070	b.N.	b.N.
1750	Veitschälpe	212.36	212.36	2574	1235	296	296	34	42	262	254
1760	Tonionalpe	123.46	123.46	1999	960	482	482	19	24	463	458
1810	Lassingalpen	606.75	606.75	12015	7001	3920	3920	150	927	3771	2993
1820	Ybbstaler Voralpen	922.60	922.60	18200	11142	2117	2117	196	254	1921	1863
1830	Türnitzter Alpen	812.53	812.20	14668	9309	2700	2700	130	190	2570	2510
1840	Göllner-Gipfel-Zug	321.96	316.55	4583	3353	1174	1174	1367	1478	b.N.	b.N.
1850	Schneebergalpen	279.71	279.71	4740	2400	1561	1561	772	894	788	667
1860	Gutensteiner Alpen	1105.26	1071.81	16398	12770	3959	3959	220	363	3739	3596
2110	Rätikon	382.72	354.69	8457	5079	1778	1778	97	132	1681	1645
2120	Silvretta	314.01	311.75	7466	2882	951	951	22	32	929	919
2130	Samnaungruppe	455.86	434.61	8076	2646	953	953	46	67	906	886
2140	Verwallgruppe	596.09	578.44	12469	4836	1306	1306	96	128	1210	1178

<sup>1</sup> Da für das Normaljahr kein Gewichtungsfaktor herangezogen wurde, sind ökologisch akzeptables und effektiv nutzbare Quellwasserdargebot ident.



Tab.7 (Fortsetzung): Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s nach Abzug von aktuellem und zukünftigem Verbrauch) in einem Normaljahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen)<sup>1</sup>.

GGNr	Gebirgsgruppenname	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Grundwasserneubildung	Wasserwirtschaftl. nutzbar	Ökologisch nutzbar	Effektiv nutzbar	Aktueller Verbrauch	Zukünftiger Verbrauch	Nutzbares Quellwasserdargebot (akt. Verbrauch)	Nutzbares Quellwasserdargebot (zuk. Verbrauch)
2210	Glockturmgruppe	348.59	338.34	6148	2684	1127	1127	30	44	1097	1083
2220	Weisskamm	215.18	213.93	4990	953	420	420	28	40	392	380
2230	Gurgler Gruppe	240.40	240.40	5193	867	234	234	23	33	211	201
2240	Kaunergrat	241.53	232.84	4752	1474	619	619	19	27	600	592
2250	Geigerkamm	310.31	289.55	5688	1490	447	447	28	40	419	407
2310	Ridnaungruppe	314.86	307.28	6262	1397	433	433	45	66	388	367
2320	Schrankogelgruppe	500.45	486.31	10596	2826	1159	1159	74	109	1085	1050
2330	Serleskamm	186.25	175.05	3586	1637	377	377	40	60	337	317
2340	Kalkkogelgruppe	141.17	120.54	1967	816	253	253	27	40	226	213
2350	Grieskogelgruppe	231.70	193.52	3861	1936	832	832	29	42	804	790
2410	Tuxer Hauptkamm	232.73	231.58	5019	2701	1107	1107	32	46	1076	1062
2420	Tuxer Voralpen	804.25	743.66	15507	7621	2591	2591	124	178	2468	2413
2510	Zillertaler Alpen	637.09	628.26	15415	7823	2425	2425	90	124	2335	2301
2520	Lasörong(Riesenferner)Gruppe	336.43	333.85	7033	2402	1081	1081	18	24	1064	1057
2530	Defereggengruppe	557.84	537.37	8818	4054	1743	1743	51	72	1692	1671
2540	Schoberggruppe	412.05	390.12	8377	3369	1348	1348	24	32	1324	1316
2550	Kreuzkogelgruppe	605.12	542.87	8899	4683	2295	2295	38	46	2257	2248
2560	Venediger Gruppe	645.65	639.15	16174	4084	1470	1470	53	73	1417	1398
2570	Glocknergruppe	725.17	690.63	15992	5708	1941	1941	74	101	1866	1840
2580	Goldberggruppe	1021.47	996.51	20431	8709	2787	2787	103	137	2683	2650
2590	Ankogel-Hochalmgruppe	1122.29	1065.57	22309	14184	5390	5390	180	236	5210	5154
2610	Radstätter Tauern	727.63	689.60	12734	5347	2727	2727	64	86	2663	2641
2620	Schladminger Tauern	1164.12	1101.12	21311	9582	4312	4312	73	94	4239	4218
2630	Wölzer Tauern	1137.14	1084.48	18727	10203	4999	4999	49	58	4951	4941
2640	Seckauer Tauern	1091.43	980.22	14745	7588	2884	2884	96	116	2788	2767
2710	Nockgebirge	1509.35	1403.05	19756	12034	6335	6335	220	272	6115	6063
2720	Klagenfurter Becken u. Sattnitz	956.18	630.20	9026	6091	2071	2071	444	512	1627	1559
2730	Gurktaler Alpen	1199.05	1024.83	8230	5075	1675	1675	179	216	1496	1458
2740	Murauer Berge	830.83	793.78	7723	3639	1674	1674	65	81	1609	1593
2750	Saualpe	595.44	510.12	5224	3625	1559	1559	70	73	1489	1486
2760	Seetaler Alpen	726.68	677.97	6502	5270	2529	2529	74	82	2455	2447
2770	Kor- u. Packalpe	1378.48	1319.18	17808	12608	2774	2774	219	249	2554	2525
2780	Stub- u. Gleinalpe	1318.53	1246.10	12095	6011	2344	2344	460	580	1884	1764
2830	Grazer Bergland	655.65	633.97	4370	3185	1019	1019	331	421	689	598
2840	Fischbacher Alpen	641.08	605.16	6004	4723	2172	2172	107	131	2066	2041
2850	Wechsel u. Jogelland	888.90	884.21	6551	4611	1983	1983	127	159	1855	1823
2860	Semmeringgebiet	172.11	170.12	1782	1326	265	265	57	77	209	188
3710	Lienzer Dolomiten	352.43	335.86	5041	2437	950	950	21	26	929	925
3720	Reisskofelgruppe	233.45	199.87	2797	1675	318	318	14	16	304	303
3730	Graslitzengruppe	384.42	342.46	4359	2294	1401	1401	42	64	1359	1337
3740	Villacher Alpe	121.77	88.41	1810	995	470	470	225	297	245	173
3750	Goldeckgruppe	225.67	194.46	2212	1164	696	696	18	22	678	674
3810	Westl. Karnische Alpen	159.07	156.72	2242	1003	412	412	8	11	404	401
3820	Wolayergruppe	117.70	115.95	1767	715	429	429	10	10	419	419
3830	Polinikgruppe	158.94	137.45	2241	1072	182	182	12	13	170	169
3840	Östl. Karnische Alpen	154.16	115.12	1890	1103	518	518	16	17	502	501
3910	Hochstuhlgruppe	405.13	307.66	7336	4212	1643	1643	108	150	1535	1492
3920	Koschuta-Hochobir	319.99	287.51	7595	5350	1979	1979	52	67	1927	1913
3930	Petzen	140.46	129.35	3032	1898	662	662	10	12	652	650
3940	Jauntal u. Bleiburger Bergland	309.90	158.05	1718	1159	371	371	74	85	297	286
	Summe bzw. Mittel	48941.99	45589.92	809291	401071	149620	149620	14348	18802	137024	133060

<sup>1</sup> Da für das Normaljahr kein Gewichtungsfaktor herangezogen wurde, sind ökologisch akzeptables und effektiv nutzbares Quellwasserdargebot ident.

Tab. 8: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s nach Abzug von aktuellem und zukünftigem Verbrauch) in einem extremen Trockenjahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen).

GGNr	Gebirgsgruppenname	Fläche (km <sup>2</sup> )	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km <sup>2</sup> )	Grundwasserneubildung	Wasserwirtschaftl. nutzbar	Ökologisch nutzbar	Gew.-Faktor	Effektiv nutzbar	Aktueller Verbrauch	Zukünftiger Verbrauch	Nutzbares Quellwasserdargebot (akt. Verbrauch)	Nutzbares Quellwasserdargebot (zuk. Verbrauch)
1130	Allgäuer Alpen	484.80	443.64	10114	1680	164	1.0	164	43	54	122	110
1140	Tannheimer Berge	144.00	111.42	2322	732	36	1.0	36	10	13	27	24
1210	Lechtaler Alpen	1357.70	1271.21	28641	8119	468	1.0	468	223	296	244	172
1220	Tschirgant	82.67	70.96	1321	358	20	1.0	20	6	8	14	12
1230	Mieminger Kette u. Wettersteingeb.	360.15	331.27	5951	1547	86	1.0	86	71	107	15	b.N.
1240	Ammergauer Alpen	180.71	159.96	3258	1300	65	1.0	65	23	31	42	34
1250	Karwendelgebirge	897.21	825.43	16347	2153	388	2.0	775	469	701	306	74
1260	Brandenberger Alpen	530.38	487.95	10323	2757	985	1.0	985	205	269	780	716
1270	Oberbayerische Alpen zw. Loisach u. Inn	18.55	18.55	417	111	40	1.0	40	8	11	32	29
1310	Kaisergebirge	237.90	204.97	4278	1661	95	2.0	190	92	122	98	68
1320	Waldringer Alpen	487.66	422.18	9200	4021	873	1.0	873	60	81	813	793
1330	Salzburger Kalkalpen	625.54	571.11	12197	4385	938	1.0	938	750	1113	187	b.N.
1340	Chiemgauer Alpen	153.82	132.18	2875	1322	80	1.0	80	42	55	38	25
1410	Kitzbühler Alpen	1847.17	1665.54	35905	11695	851	1.0	851	430	574	421	277
1420	Dientner Berge	316.55	270.56	5344	1096	313	1.0	313	46	62	267	251
1430	Fritzalpe	291.36	260.80	5023	2125	131	1.0	131	64	87	67	44
1510	Tennengebirge	285.40	273.76	6010	2995	104	1.0	104	129	168	b.N.	b.N.
1520	Salzburger Mittelgebirge	615.53	534.04	11149	4637	402	1.0	402	390	528	12	b.N.
1530	Scharberggruppe	110.90	101.75	1901	820	82	1.0	82	28	39	54	43
1540	Dachstein	576.15	561.01	11020	4213	674	1.0	674	69	87	605	587
1550	Grimming	62.45	54.94	988	378	60	0.5	30	2	3	28	28
1560	Westl. Trauntaler Alpen	518.89	497.29	10843	4557	358	1.5	537	190	245	347	291
1610	Östl. Trauntaler Alpen	354.13	349.03	7473	2350	113	2.0	225	352	444	b.N.	b.N.
1620	Totes Gebirge u. Vorberge	642.06	642.06	13485	2926	1605	0.7	1124	55	67	1069	1056
1630	Warscheneck	354.55	334.44	6673	2504	320	1.0	320	32	40	287	280
1640	Nördl. Ennstaler Alpen	451.73	435.89	8635	2051	410	1.0	410	20	25	390	386
1650	Windischgarstener u. Reichraminger Alpen	440.63	440.63	9064	3082	144	1.5	216	45	57	171	159
1660	Steyrtaler Voralpen	498.70	492.32	10354	3824	378	1.0	378	58	73	320	305

Tab. 8 (Fortsetzung): Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot der Gebirgsgruppen (in l/s nach Abzug von aktuellem und zukünftigem Verbrauch) in einem extremen Trockenjahr. b.N. = begrenzte Nutzbarkeit (meist aufgrund großer vorhandener Wasserversorgungen).

GGNr	Gebirgsgruppenname	Fläche (km²)	Um GW-Felder reduzierte Fläche (km²)	Grundwasser-neubildung	Wasserwirt.-schafft. nutzbar	Ökologisch nutzbar	Gew.-Faktor	Effektiv nutzbar	Aktueller Verbrauch	Zukünftiger Verbrauch	Nutzbares Quellwasserdargebot (akt. Verbrauch)	Nutzbares Quellwasserdargebot (zuk. Verbrauch)
1710	Südl. Ennstaler Alpen	194.98	188.43	3576	850	38	2.0	76	31	38	44	38
1720	Eisenerzer Alpen	807.82	744.66	12561	5178	551	1.0	551	120	146	431	405
1730	Flörlingzug	321.96	296.42	4049	2192	115	1.0	115	71	88	44	27
1740	Hochschwabgruppe	650.34	650.34	12706	5475	314	1.0	314	2690	3070	b.N.	b.N.
1750	Veitschalpe	212.36	212.36	2574	1177	149	1.0	149	34	42	115	107
1760	Toninalpe	123.46	123.46	1999	914	116	1.0	116	19	24	97	92
1810	Lassingalpen	606.75	606.75	12015	5369	1499	1.0	1499	150	927	1349	572
1820	Ybbstaler Voralpen	922.60	922.60	18200	10560	876	1.0	876	196	254	680	622
1830	Türnitzer Alpen	812.53	812.20	14668	8172	914	1.0	914	130	190	784	724
1840	Göll-Gröden-Zug	321.96	316.55	4583	3055	219	1.5	328	1367	1478	b.N.	b.N.
1850	Schneebergalpen	279.71	279.71	4740	2284	226	2.0	452	772	894	b.N.	b.N.
1860	Gutensteiner Alpen	1105.26	1071.81	16398	10384	760	1.0	760	220	363	540	397
2110	Ratikon	382.72	354.69	8457	3539	277	2.0	555	97	132	458	423
2120	Silvretta	314.01	311.75	7466	2377	230	1.0	230	22	32	208	199
2130	Samnaungruppe	455.86	434.61	8076	1775	205	1.0	205	46	67	158	138
2140	Ferwallgruppe	596.09	578.44	12469	4166	185	1.0	185	96	128	89	57
2210	Glocknergruppe	348.59	338.34	6148	1897	171	1.0	171	30	44	141	128
2220	Weisskamm	215.18	213.93	4990	830	173	1.0	173	28	40	146	133
2230	Gurgler Gruppe	240.40	240.40	5193	828	128	1.0	128	23	33	105	96
2240	Kaunergrat	241.53	232.84	4752	948	83	1.0	83	19	27	64	56
2250	Geigerkamm	310.31	289.55	5688	1214	142	1.0	142	28	40	114	102
2310	Ridnaungruppe	314.86	307.28	6262	1103	130	1.0	130	45	66	85	64
2320	Schrankogelgruppe	500.45	486.31	10596	2183	326	1.0	326	74	109	253	217
2330	Serleskamm	186.25	175.05	3586	1404	65	1.0	65	40	60	25	5
2340	Kalkkogelgruppe	141.17	120.54	1967	666	85	1.0	85	27	40	58	44
2350	Grieskogelgruppe	231.70	193.52	3861	1374	186	1.0	186	29	42	157	144
2410	Tuxer Hauptkamm	232.73	231.58	5019	2049	181	1.0	181	32	46	149	136
2420	Tuxer Voralpen	804.25	743.66	15507	6487	522	1.0	522	124	178	399	344
2510	Zillertaler Alpen	637.09	628.26	15415	6858	651	0.8	521	90	124	431	397
2520	Lasbrion (Riesenferner) Gruppe	336.43	333.85	7033	2113	487	0.8	389	18	24	372	365
2530	Deferegengruppe	557.84	537.37	8818	2556	107	1.0	107	51	72	55	35
2540	Schoberggruppe	412.05	390.12	8377	3003	252	1.0	252	24	32	227	220
2550	Kreuzkogelgruppe	605.12	542.87	8899	3386	297	1.0	297	38	46	259	250
2560	Venediger Gruppe	645.65	639.15	16174	3085	379	1.0	379	53	73	326	307
2570	Glocknergruppe	725.17	690.63	15992	4357	594	1.0	594	74	101	519	493
2580	Goldberggruppe	1021.47	996.51	20431	6838	440	1.0	440	103	137	337	303
2590	Ankogel-Hochalmgruppe	1122.29	1065.57	22309	10283	618	1.0	618	180	236	438	382
2610	Radstätter Tauern	727.63	689.60	12734	3224	285	1.0	285	64	86	222	199
2620	Schladminger Tauern	1164.12	1101.12	21311	6378	772	1.0	772	73	94	699	678
2630	Wölzer Tauern	1137.14	1084.48	18727	6695	303	1.0	303	49	58	255	245
2640	Sackauer Tauern	1091.43	980.22	14745	5477	553	1.0	553	96	116	457	437
2710	Nockberge	1509.35	1403.05	19756	7474	973	1.0	973	220	272	753	701
2720	Klagenfurter Becken u. Sattnitz	956.18	630.20	9026	4693	299	1.0	299	444	512	b.N.	b.N.
2730	Gurktaler Alpen	1199.05	1024.83	8230	4043	459	1.0	459	179	216	280	243
2740	Murauer Berge	830.83	793.78	7723	1898	55	1.5	83	65	81	18	2
2750	Saualpe	595.44	510.12	5224	2692	747	1.0	747	70	73	677	674
2760	Seetaler Alpen	726.68	677.97	6502	3971	1686	0.5	843	74	82	769	761
2770	Kor- u. Packalpe	1378.48	1319.18	17808	11688	1045	1.0	1045	219	249	825	796
2780	Stub- u. Gleinalpe	1318.53	1246.10	12095	2284	105	1.5	158	460	580	b.N.	b.N.
2830	Grazer Bergland	655.65	633.97	4370	2447	110	1.0	110	331	421	b.N.	b.N.
2840	Fischbacher Alpen	641.08	605.16	6004	2719	215	1.0	215	107	131	109	84
2850	Wechsel u. Jogelland	888.90	884.21	6551	3517	784	0.7	549	127	159	422	389
2860	Semmeringgebiet	172.11	170.12	1782	1114	17	2.0	34	57	77	b.N.	b.N.
3710	Lienzer Dolomiten	352.43	335.86	5041	2068	527	0.7	369	21	26	348	343
3720	Reisskofelgruppe	233.45	199.87	2797	1578	112	1.0	112	14	16	97	96
3730	Graslitengruppe	384.42	342.46	4359	1658	145	2.0	291	42	64	249	226
3740	Villacher Alpe	121.77	88.41	1810	904	73	1.0	73	225	297	b.N.	b.N.
3750	Goldkogelgruppe	225.67	194.46	2212	842	74	1.0	74	18	22	56	52
3810	Westl. Karnische Alpen	159.07	156.72	2242	681	179	1.0	179	8	11	170	168
3820	Wolayergruppe	117.70	115.95	1767	330	48	1.0	48	10	10	38	38
3830	Polnikgruppe	158.94	137.45	2241	902	62	1.0	62	12	13	50	49
3840	Ostl. Karnische Alpen	154.16	115.12	1890	601	47	1.0	47	16	17	30	29
3910	Hochstuhlgruppe	405.13	307.66	7336	4118	322	1.0	322	108	150	215	172
3920	Koschuta-Hochobir	319.98	287.51	7595	4140	331	1.0	331	52	67	279	264
3930	Petzen	140.46	129.35	3032	1851	190	1.0	190	10	12	180	178
3940	Jauntal u. Bleiburger Bergland	309.90	158.05	1718	893	107	1.0	107	74	85	33	22
	Summe bzw. Mittel	48941.99	45589.92	809291	301209	33498		33262	14348	18802	23646	20626

Als begrenzt nutzbar sind jene Gebirgsgruppen ausgewiesen, in denen durch bestehende Entnahmen für größere Ballungsräume (z.B. Wien, Graz, Innsbruck) bereits eine relativ hohe Nutzung gegeben ist, sodass sich nach Abzug der Entnahmen ein Wert  $\leq 0$  ergibt. Bei der Gesamtaddition des nutz-  
baren Quellwasserdargebots wurden alle diese Gebiete gleich Null gesetzt, da Defizite sinnvoller-  
weise nicht auf andere Gebiete übertragbar sind. Es sind dies unter Zugrundelegung der sehr  
strengen Kriterien des Bewertungsmodells ( $q_{365}$  darf im Normaljahr und  $Nq_T$  im Trockenjahr nur an  
maximal 10 Tagen unterschritten werden) im Normaljahr zwei Gebirgsgruppen, im Trockenjahr unter  
Zugrundelegung des aktuellen Verbrauchs 10, des zukünftigen Verbrauchs 13 Gebirgsgruppen. Dies  
bedeutet nicht, dass in diesen Gebieten keinerlei zusätzliche Nutzung möglich ist, die Gebiete sollten  
aber nicht oder nur nach sehr eingehender Detailuntersuchung für die Planung zukünftiger über-  
regionaler Versorgungen (z.B. Fernwasserleitung) herangezogen werden. Das aus den einzelnen



Gebirgsgruppen pro km<sup>2</sup> nutzbare Quellwasserdargebot schwankt im Normaljahr zwischen 0,6 und 6,7 l/s, im Trockenjahr zwischen knapp über 0 und 1,9 l/s, in kaum genutzten Gebieten im Normaljahr zwischen 1,0 und 6,9 l/s und im Trockenjahr zwischen 0,1 und 2,5 l/s.

### 3.3.2. NUTZBARES QUELLWASSERDARLEBOT IM ALPINEN ANTEIL DER BUNDESLÄNDER UND GESAMTÖSTERREICHS

Die Aufteilung auf die Bundesländer ist Tab. 9 (in Mio m<sup>3</sup>/Jahr) und Tab. 10 (in l/s) zu entnehmen.

Tab. 9: Wasserdargebot, Wasserverbrauch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil der Bundesländer und Österreichs gesamt (Werte in Mio. m<sup>3</sup>/Jahr)<sup>1</sup>.

	Vorarlberg	Tirol	Salzburg	Steiermark	Oberösterreich	Niederösterreich	Kärnten	Gesamt
Fläche gesamt (km <sup>2</sup> )	2600	12641	7156	16401	11982	19185	9539	79504
Alpiner Flächenanteil (km <sup>2</sup> )	1392	12641	6561	12631	2618	3560	9539	48942
Um Porengrundwassergebiete reduzierter alpiner Flächenanteil (km <sup>2</sup> )	1301	11832	6078	12081	2584	3521	8193	45590
Aktueller Quellwasserverbrauch	9.83	71.00	62.72	152.42	20.24	79.94	56.37	452.52
Zukünftiger Quellwasserverbrauch	12.82	100.08	87.78	204.38	25.58	94.37	67.96	592.96
<b>Normaljahr</b>								
Mittlere Grundwasserneubildung	941.07	7764.93	3964.12	5441.89	1693.09	1850.85	3878.93	25534.88
Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	414.57	3178.99	1780.16	2949.58	843.24	1164.70	2299.87	12631.11
Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	137.91	1199.37	641.63	1125.18	312.19	295.30	912.69	4624.27
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	128.07	1128.37	578.92	1021.92	291.95	221.47	856.32	4227.02
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	125.09	1099.30	553.85	981.92	286.61	210.53	844.73	4102.02
<b>Trockenjahr</b>								
Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	305.99	2260.75	1351.18	2175.70	610.51	1068.86	1771.73	9544.73
Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	30.17	259.06	146.09	230.49	75.17	117.26	182.56	1040.79
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	20.34	188.73	84.19	179.06	58.44	75.49	135.57	741.80
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	17.35	158.98	69.83	150.87	55.64	66.82	128.36	647.85

Tab. 10: Wasserdargebot, Wasserverbrauch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil der Bundesländer und Österreichs gesamt (Werte in l/s)<sup>1</sup>.

	Vorarlberg	Tirol	Salzburg	Steiermark	Oberösterreich	Niederösterreich	Kärnten	Gesamt
Fläche gesamt (km <sup>2</sup> )	2600	12641	7156	16401	11982	19185	9539	79504
Alpiner Flächenanteil (km <sup>2</sup> )	1392	12641	6561	12631	2618	3560	9539	48942
Um Porengrundwassergebiete reduzierter alpiner Flächenanteil (km <sup>2</sup> )	1301	11832	6078	12081	2584	3521	8193	45590
Aktueller Quellwasserverbrauch	312	2251	1989	4833	642	2535	1787	14349
Zukünftiger Quellwasserverbrauch	406	3173	2784	6481	811	2992	2155	18803
<b>Normaljahr</b>								
Mittlere Grundwasserneubildung	29841	246224	125701	172561	53688	58690	123000	809706
Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	13146	100805	56448	93531	26739	36932	72928	400530
Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	4373	38032	20346	35679	9899	9364	28941	146635
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	4061	35781	18357	32405	9258	7023	27154	134038
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	3967	34858	17562	31137	9088	6676	26786	130074
<b>Trockenjahr</b>								
Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	9703	71688	42846	68991	19359	33893	56181	302661
Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	957	8215	4632	7309	2383	3718	5789	33003
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	645	5985	2670	5678	1853	2394	4299	23522
Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	550	5041	2214	4784	1764	2119	4070	20543

<sup>1</sup> Die Mengenermittlung erfolgte durch GIS-Verschnitt der Polygone der Gebirgsgruppen mit denjenigen der Bundesländer. Das führt zu geringfügig unterschiedlichen Ergebnissen im Vergleich zur Aufsummierung der Gebirgsgruppen aufgrund unterschiedlicher Flächengewichtung (s. Tab. 7, Tab. 8 und Tab. 11), der hierbei entstehende Fehler ist aber mit 0,05 % (Grundwasserneubildung), 0,5 % (nutzbare Quellwasserreserven im Trockenjahr) und bis 2,2 % (Normaljahr) vernachlässigbar, er entspricht einer Abflusshöhe von 0,08 - 1,9 mm. Gebiete mit negativem nutzbarem Dargebot werden bei der Aufsummierung gleich Null gesetzt.

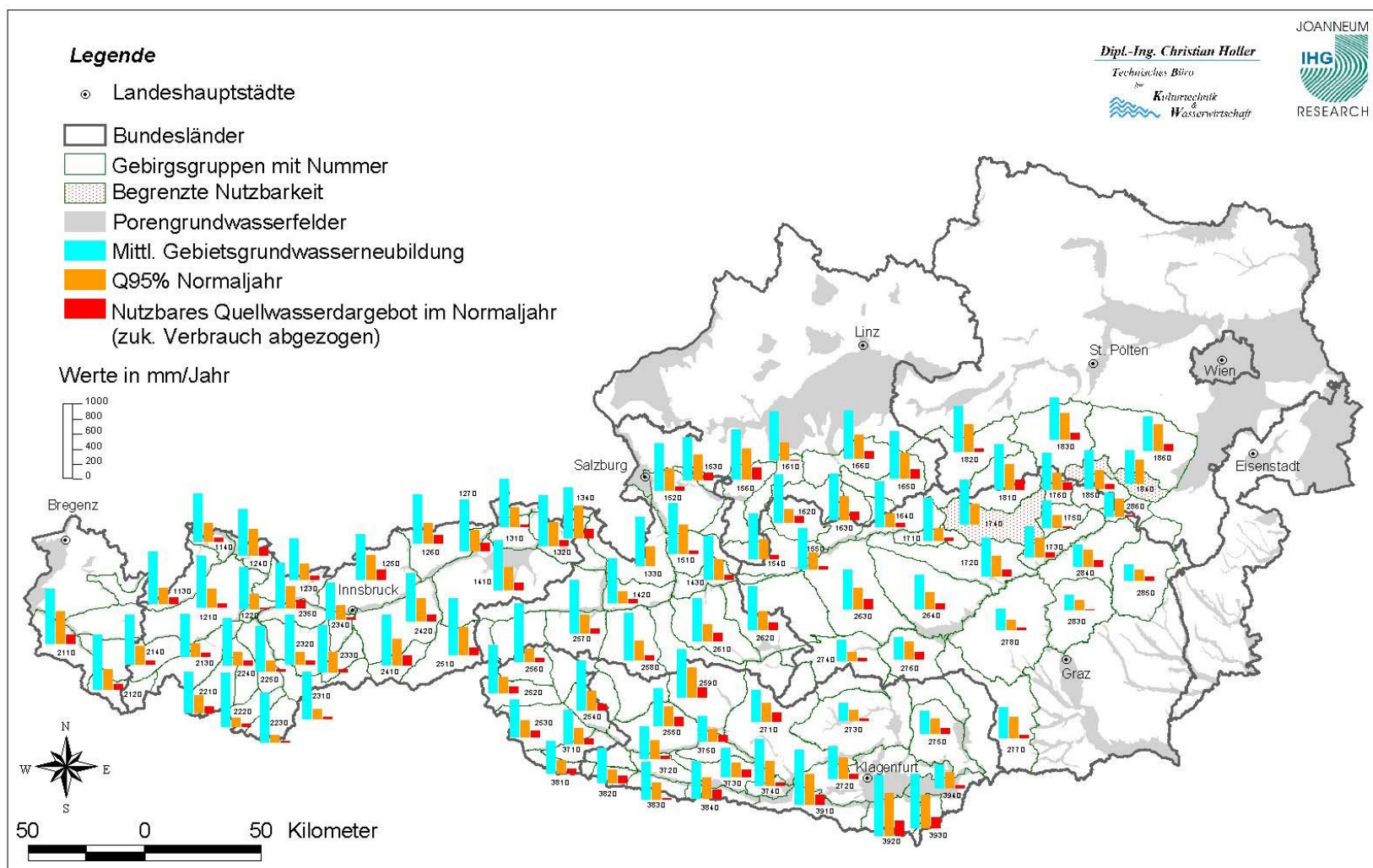


Fig. 20: Natürliche Wasserressourcen (mittlere Grundwasserneubildung und  $Q_{95\%}$ -Abfluss der Dauerlinie) und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem Normaljahr (alle Werte in mm). Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften.

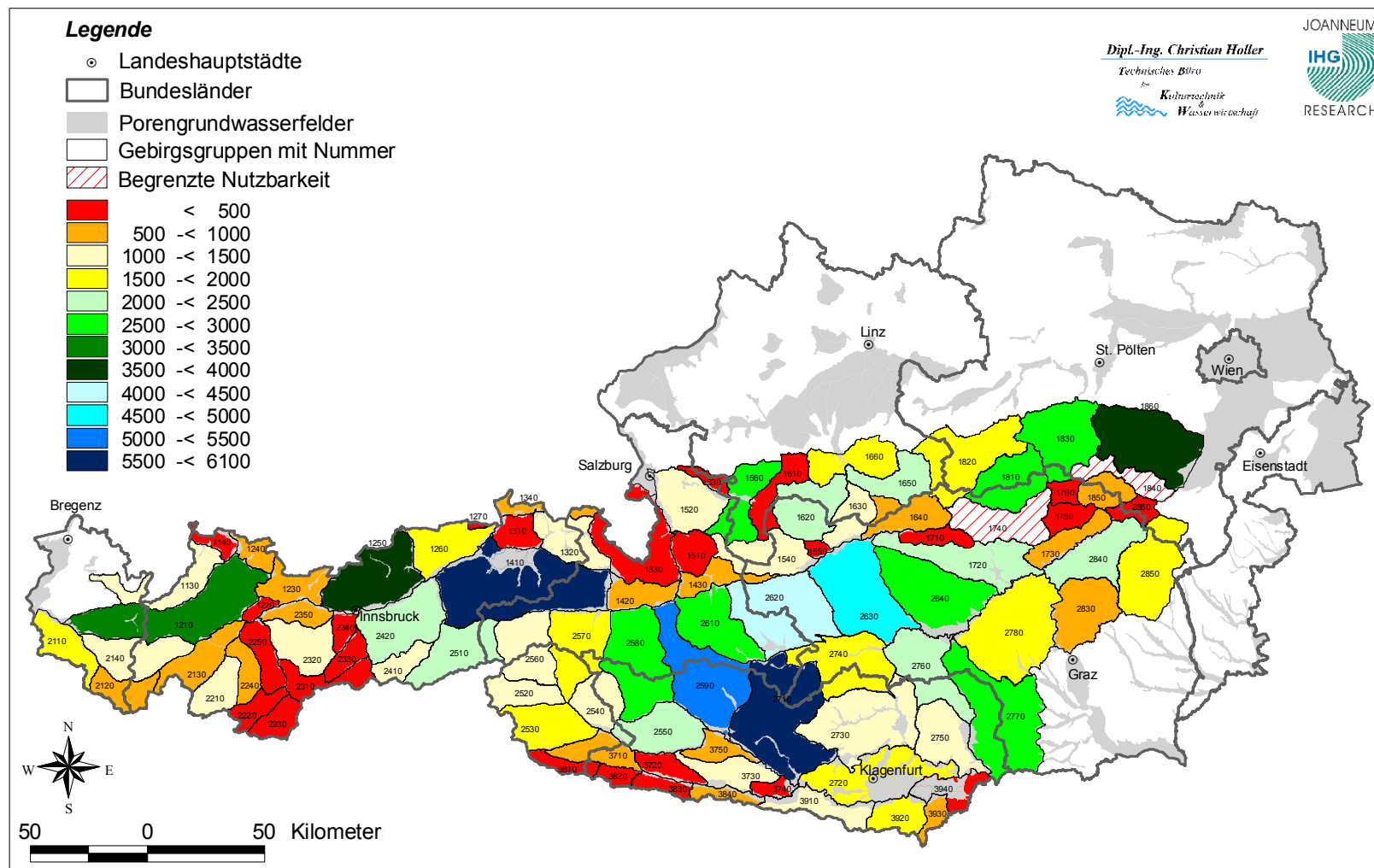


Fig. 21: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (l/s, zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem Normaljahr. Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften.

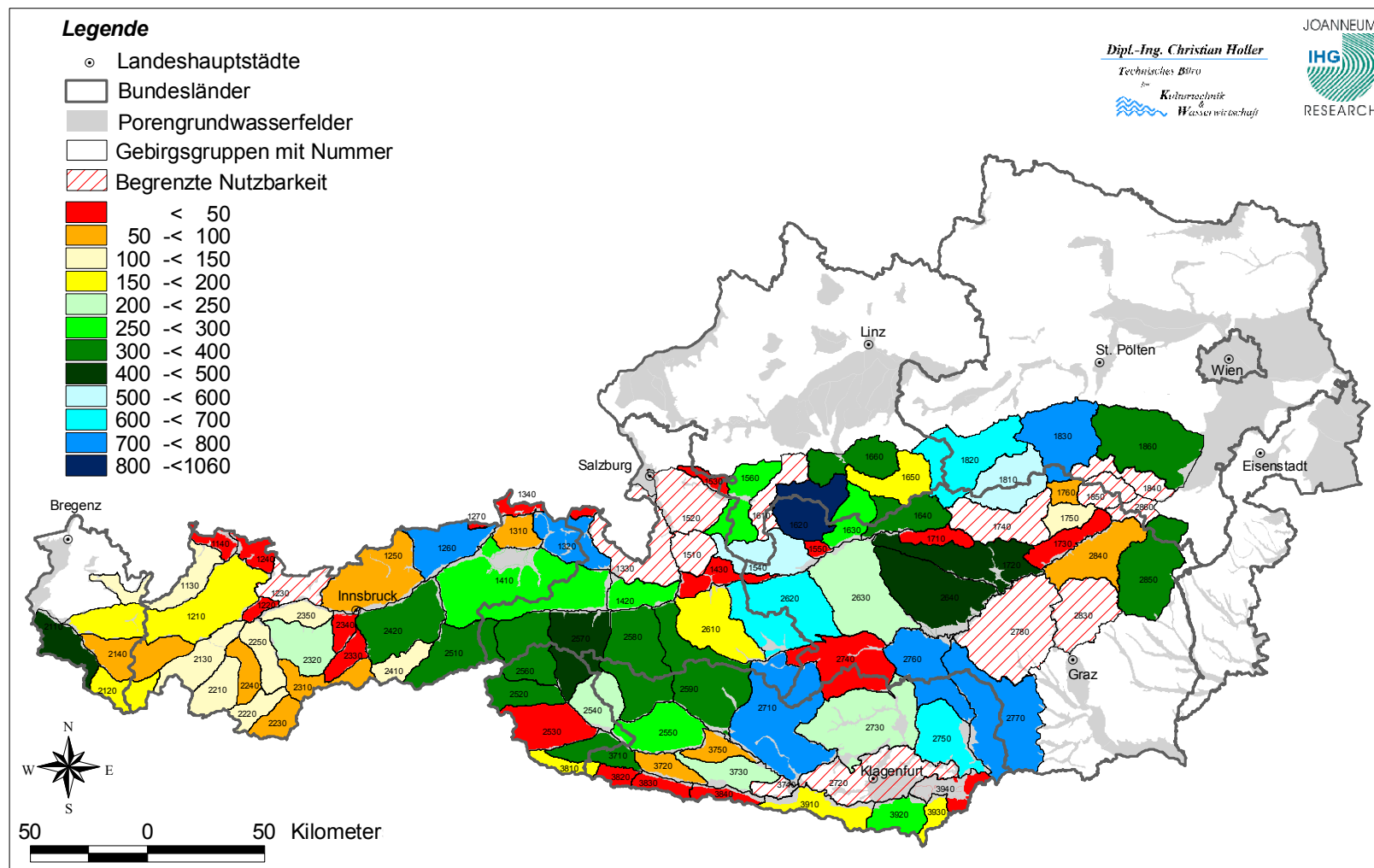


Fig. 22: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (l/s, zukünftiger Wasserverbrauch abgezogen) in den Gebirgsgruppen in einem extremen Trockenjahr. Nicht inkludiert sind die Porengrundwasserreserven in den Tallandschaften.

## 4. ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Endbericht werden die Hauptergebnisse der Studie „**Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebotes im alpinen Raum Österreichs**“ dargestellt.

Es wird ein Stufenmodell vorgestellt, welches GIS-gestützt die großräumige Abschätzung der natürlichen Ressourcen und davon - mittels hydrogeologischer und ökologischer Kriterien abgeleitet - der nachhaltig nutzbaren Quellwasserreserven der Gebirgsgruppen ermöglicht.

Das untersuchte Gebiet hat einen Flächenanteil von rund 54 % am gesamten Staatsgebiet Österreichs und stellt aufgrund der hohen Erhebungen den niederschlagsreichsten und daher auch wasserhöffigsten Teil Österreichs dar. Die wichtigsten Ergebnisse für das gesamte Gebiet sind in Tab. 11 zusammengestellt.

Tab. 11: Aktueller und zukünftiger Quellwasserverbrauch, Niederschlag, Grundwasserneubildung und wasserwirtschaftlich, ökologisch und nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot im alpinen Anteil Österreichs (Werte in l/s km<sup>2</sup>, mm/Jahr, l/s und Mio m<sup>3</sup>/Jahr). Gebiete mit negativem nutzbarem Dargebot wurden bei der Aufsummierung gleich Null gesetzt.<sup>1</sup>

		l/s km <sup>2</sup>	mm/Jahr	l/s	Mio m <sup>3</sup> /Jahr	% des Niederschlags
	Aktueller Quellwasserverbrauch	0.3	10	14348	452.49	0.7
	Zukünftiger Quellwasserverbrauch	0.4	13	18802	592.93	0.9
Normaljahr	Mittlerer Jahresniederschlag	46.8	1476	2131986	67234.32	100.0
	Mittlere Grundwasserneubildung	17.8	560	809291	25521.79	38.0
	Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	8.8	278	401071	12648.18	18.8
	Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	3.3	104	149620	4718.40	7.0
	Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	3.0	95	137024	4321.18	6.4
	Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	2.9	92	133060	4196.19	6.2
Trockenjahr	Wasserwirtschaftlich nutzbares Quellwasserdargebot	6.6	208	301209	9498.92	14.1
	Ökologisch nutzbares Quellwasserdargebot	0.7	23	33262	1048.94	1.6
	Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. akt. Verbrauch)	0.5	16	23646	745.69	1.1
	Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot (abzügl. zuk. Verbrauch)	0.5	14	20626	650.47	1.0

<sup>1</sup> Die Aufsummierung der Mengen erfolgte durch Addition der Gebirgsgruppenwerte, sodass sich geringfügige Unterschiede zu Tab. 9 und Tab. 10 ergeben.

Es bestätigt sich, dass der alpine Raum aufgrund der klimatologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten insgesamt als sehr wasserreich betrachtet werden kann. Der mittlere Jahresgebietsniederschlag (1973-1997) liegt mit 1476 mm beträchtlich höher im Vergleich zu 1138 mm für das gesamte Bundesgebiet. Die mittlere Grundwasserneubildung der alpinen Gebirgsgruppen schwankt zwischen 218 und 834 mm/Jahr, im Mittel liegt sie bei 560 mm/Jahr, das sind 38 % des mittleren Gebietsjahresniederschlags. Dies entspricht einem Wasservolumen von 25,5 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr. Nach rein wasserwirtschaftlichen Kriterien im Normaljahr nutzbar wären rund 12,6 Mrd. m<sup>3</sup>, nach ökologischen Kriterien rund 4,7 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr. Diese Werte sind naturgemäß in einem extrem trockenen Jahr beträchtlich reduziert (vgl. Tab. 11). Der aktuelle und auch der prognostizierte zukünftige Wasserverbrauch ist mit 0,45 bzw. 0,59 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr im Vergleich zum den vorhan-

denen Wasserressourcen gering, er beträgt nur rund 1,8 bzw. 2,3 % der mittleren Grundwasserneubildung oder 0,7 bzw. 0,9 % des mittleren Jahresgebietsniederschlags.

Der in einem Normaljahr nutzbare Anteil liegt zwischen rund 3 und 38 % der mittleren Grundwasserneubildung. Im Mittel sind rund 16 % der Grundwasserneubildung ohne zu große ökologische Einflüsse nutzbar, in einem extremen Trockenjahr reduziert sich dieser Anteil allerdings auf im Mittel rund 2,5 %. In manchen Gebieten ist aufgrund vorhandener großer Wassernutzungen nur mehr eine begrenzte zusätzliche Nutzbarkeit gegeben.

Das gesamt (nach Abzug der vorhandenen Nutzungen) nutzbare Quellwasserdargebot liegt im alpinen Anteil Österreichs im Normaljahr bei rund 130 m<sup>3</sup>/s, im Trockenjahr noch immer bei rund 20,5 m<sup>3</sup>/s.

Bei allen diesen Ergebnisse ist die extreme naturräumlich kleinräumige Heterogenität der Alpen zu berücksichtigen, die bei einer derartig großräumigen Ressourcenabschätzung weitgehend vernachlässigt bleiben muss. Die vorliegende Studie kann somit nur eine erste Grundlage sein, die Detailuntersuchungen im Falle einer konkreteren Planung auf keinen Fall ersetzen kann.

Die Ergebnisse haben auch gezeigt, dass im überwiegenden Teil der Gebirgsgruppen überhaupt keine Untersuchungen zum nutzbaren Quellwasserdargebot vorliegen, Wasserhaushalt und Nutzbarkeit weitgehend unbekannt sind. Bei der zukünftigen Planung der Wasserversorgung und jeglicher anderer größerer Nutzung wäre es anzustreben, Detailuntersuchungen hinsichtlich der Nutzbarkeit durchzuführen, wobei das im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelte Bewertungsmodell durchaus auch im kleineren Maßstab anwendbar und bezüglich der Methodik verfeinerbar wäre.

## 5. LITERATUR UND ARBEITSGRUNDLAGEN

ALTMANN; K., J. ARMBRUSTER, G. EBHARDT, G. von EDLINGER, G. EINSELE, V. JOSOPAIT, H. von KAMP, K. LAMPRECHT, W. LILLICH, R. MULL, G. PETERS, E. SCHEKORR, H. SCHULZ & J.-P. WROBEL (1977): *Methoden zur Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate*.- Geol. Jb., C19, 99 S., Hannover.

AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, ABT. WA2 (2000): *Trinkwasserversorgung für Niederösterreich. Strategiekonzept*.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1988): *Die nutzbaren Wasservorkommen der Steiermark*. Steiermark-Information 8. Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung & Institut f. Umweltgeologie und Angewandte Geographie, Graz.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1993): *Wasserversorgungskonzept Tirol. Landeskonzept 1992. Dokumentationsband*.- Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1993): *WVT-Bericht. Verhältnis von Grund- und Quellwasser in der Wasserversorgung Tirol*.- Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, Abteilung Wasserwirtschaft (2000): *Vorarlberger Trinkwasserversorgungskonzept (VTWK) Teil 2: Pilotprojekt Montafon*.- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz.

ARSENAL RESEARCH GmbH (1996): *Karstwasservorkommen Wienerwald*.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung u. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.

- BAUER, F. (1956): Zur Verkarstung des Sengsengebirges in Oberösterreich Beiträge zur alpinen Karstforschung, H. 3, 14 S., Wien 1956
- BAUER, F. (1989): Die unterirdischen Abflußverhältnisse im Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz.- Umweltbundesamt, Reports, UBA-89-28, 73 S., 7 Beil., Wien.
- BAUMGARTNER P. & BENISCHKE R. (1990): Karstwasservorkommen Sengsengebirge - Krumme Steyrling Erhebung von Grundlagen - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz
- BAUMGARTNER P., BENISCHKE R., LOHBERGER W. & ZOJER H. (1993): Zwischenbericht: Karstwasservorkommen Sengsengebirge-Krumme Steyrling (2. Teil).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz
- BAUMGARTNER, A., E. REICHEL (1983): Der Wasserhaushalt der Alpen; Oldenburg.
- BECHTOLD D. & H. KALTENBÖCK (1990): Forschungsauftrag SA 6m/88, Hydrogeologische Untersuchung Tenneck - Pass Lueg, Land Salzburg. - Endbericht G9/034/89, Salzburg.
- BECKE, M. (1991): Schongebiet Weißenbachtal. Schongebietsentwurf. - Unveröff. Bericht, Trofaiach.
- BEHRENS, H., R. BENISCHKE, M. BRICELJ, T. HARUM, W. KÄSS, G. KOSI, H.P. LEDITZKY, CH. LEIBUNDGUT, P. MALOSZEWSKY, V. MAURIN, V. RAJNER, D. RANK, B. REICHERT, H. STADLER, P. TRIMBORN, H. ZOJER & M. ZUPAN (1992): Investigations with Natural and Artificial Tracers in the Karst Aquifer of the Lurbach System (Peggau-Tanneben-Semriach, Austria). – In ATH (Association of Tracer Hydrology, Ed., 1992): Transport Phenomena in Different Aquifers (Investigations 1987-1992).- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 43, 9-158, Graz.
- BENISCHKE R. & STADLER H. (1994): Nationalpark Kalkalpen, Planungsabschnitt Ost, Karstforschungsprogramm, Fachbereich Hydrologie-Hydrogeologie.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 50 S., Graz
- BENISCHKE R. & ZOJER H. (1995): Karstwasservorkommen Sengsengebirge - Krumme Steyrling.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 72 S., 3 Anhänge, Graz
- BENISCHKE R. (1996): Nationalpark Kalkalpen, Planungsabschnitt Ost, Karstforschungsprogramm - Proj. 1603 Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen, Aufbereitung hydrologischer Meßdaten und hydrologische Zusatzarbeiten, Teil I.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 21 S., Anhang A, Graz
- BENISCHKE R. (1997): Wasserdargebot Nördliche Kalkalpen, 2. Arbeitsbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Geoconsult, G.U.T., 7 S., Graz
- BENISCHKE R. (1998): Nationalpark Kalkalpen; Planungsabschnitt Ost, Karstforschungsprogramm - Proj. 1603 Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen, Aufbereitung hydrologischer Meßdaten, hydrologische Zusatzarbeiten, Teil II.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 81 S., 17 Fig., 24 Tab., Anhang, Graz
- BENISCHKE R. (1998): Wasserdargebot Nördliche Kalkalpen.- Unveröff. Ber., ARGE KALKALPEN: JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, GEOCONSULT, G.U.T., 9 S. S., Graz
- BENISCHKE R. (1999): Datenzusammenstellung, Unterlagenauswertung zur Untersuchung des natürlichen Wasserdargebotes des östlichen Teiles der Nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Wien).- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, GEOCONSULT, G.U.T. Graz
- BENISCHKE R., RIEPLER F. & EDER. (1997): Wasserdargebot Nördliche Kalkalpen (3. Arbeitsbericht).- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Geoconsult, G.U.T., 12 S. S., 3 Abb., Graz
- BENISCHKE, R. & PILZ., A. (1993): Endbericht Totes Gebirge – Vordernbachalm. Untersuchung von Quelleinzugsgebieten.- Unveröff. Ber., 57 S., Anh., Graz.
- BENISCHKE, R. & ZOJER, H. (1988): Hydrogeologie d. nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge - Abschluß (Teil VI) - Institut f. Geothermie u. Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum; oberösterr. Landesregierung u. Akademie d. Wissenschaften, Bericht, 41 S., Graz 1988
- BENISCHKE, R., A. DALLA-VIA, H. DOBESCH, E. FABIANI, J. FANK, K. FUCHS, T. HARUM, H.P. LEDITZKY, S. REINSORFF, P. SACCON, Ch. SCHMID, J. SCHÖN B. YEHDHEGO & H. ZOJER (2001): Wasserversorgungsplan Steiermark.- Unveröff. Bericht JOANNEUM RESEARCH, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 222 S, Graz (im Druck in Hefte der Wasservirtschaftlichen Planung, 2001).



- BENISCHKE, R., J. FANK, T. HARUM, H.-P. LEDITZKY & H. ZOJER (1986): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil V - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 42 S., 12 Abb., 13 Tab., Anhang A-B mit 3 Beil., Graz.
- BENISCHKE, R. & T. HARUM (1994): Zur Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes Peggau - Tanneben - Semriach.- Festschrift Lurgrotte 1894-1994, 143-181, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM & H. STADLER (1997): Zur Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes Peggau - Tanneben - Semriach.- In BENISCHKE, R., V. MAURIN, H. EHRENREICH, T. HARUM & H. STADLER (1997): Karsthydrologische Untersuchungen im Tannebenmassiv (mittelsteirischer Karst), Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 80, 47-93, Graz (Austria).
- BENISCHKE, R., T. HARUM & H. ZOJER (1982): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil 2: Hydrogeologische Kartierung - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 36 S., 6 Abb., 1 Tab., Anhang I-II, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM & H. ZOJER (1984): Wasserhöffigkeit Eisenerzer Alpen, 3. Arbeitsjahr - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 58 S., 3 Beil., mit Anhang 1, Anhangband 2, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM & H. ZOJER (1986): Hydrogeologische Erfassung von Aquiferparametern und deren Wechselwirkung in einem Karst- und Porengrundwasserkörper, dargestellt im Bereich von Peggau, Mittelsteiermark, Teil I - Endbericht. - Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 39 S., 8 Abb., 1 Tab., Anhang A-C, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM & H. ZOJER (1988): Hydrogeologische Erfassung von Aquiferparametern und deren Wechselwirkung in einem Karst- und Porengrundwasserkörper, dargestellt im Bereich von Peggau, Mittelsteiermark, Teil II - Endbericht. - Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 74 S., 5 Abb., 10 Tab., 16 Beil., Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, E. STROBL & H. ZOJER (1989): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen/Fertigstellung - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 32 S., 3 Abb., 2 Tab., Anhang A-C, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, F. GRAF, C. DUTTER & H. ZOJER (1985): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil IV - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 80 S., 21 Abb., 6 Tab., Anhang A-F mit 2 Beil., Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, F. REISS, E. STROBL, G. WALACH & H. ZOJER (1993): Porengrundwasseruntersuchungen in glazial übertieften Tälern der Eisenerzer Alpen: Eisenerzer Ramsau, Kaiserau, Johnsbachtal, Gößgraben - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 64 S., 18 Abb., 12 Tab., 13 Beil., Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, H.P. LEDITZKY, H. STADLER & H. ZOJER (1992): Hydrogeologische Erfassung von Aquiferparametern und deren Wechselwirkung in einem Karst- und Porengrundwasserkörper, dargestellt im Bereich von Peggau, Mittelsteiermark, Teil III - Endbericht. - Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 56 S., 24. Fig., 5 Tab., Anhang, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, P. RAMSPACHER, J.G. ZÖTL & H. ZOJER (1980): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil 1: Grundlagen, Erhebung und Sichtung - Endbericht.- Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., 69 S., 18 Abb., 12 Tab., 2 Beil., Graz.
- BENISCHKE, R., V. MAURIN, H. EHRENREICH, T. HARUM & H. STADLER (1997): Karsthydrogeologische Untersuchungen im Tannebenmassiv (mittelsteirischer Karst). Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 80, Graz (Austria).
- BERGMANN, H. J. FANK, T. HARUM, W. PAPESCH, D. RANK, G. RICHTIG & H. ZOJER (1996): Abflußkomponenten und Speichereigenschaften, Konzeptionen und Auswertemethoden.- Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 48, H 1/2, 27-45, Vienna - New York (Springer) (Austria).
- BERNHART, L., E. FABIANI, E. KAUDERER, H. ZETINIGG & J. ZÖTL (1974): Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973).- Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 29, 202 S Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- BERNHART, L., E. HÜBL, E. SCHUBERT, E. FABIANI, H. ZETINIGG, H. ZOJER, E.P. NEMECEK & E.P. KAUCH (1981): Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 5. Teil: Ökologie, Morphologie, Quellaufnahmen, Abfluss, Auswertung.- Berichte der Wasserwirtschaftlichen



Rahmenplanung, 57, 141 S Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).

BOURJOT, L., J.M. BOISSIER, J.F. DOBREMEZ, J. FANK, J.C. FOURNEAUX, C. GALLET, C. HABSBURG-LOTHRINGEN, T. HARUM, P. MARMONIER, A. PARRIAUX, F. PELLISSIER, N. SCHAFFTER & W. STICHLER (1999): Agreualp - Agri-environmental measures and water quality in mountain catchments. Final report 1995-1998.- Unveröff. Bericht, 74 S, Chambéry – Graz – Grenoble – Lausanne.

BRANDECKER H. & H. STRASCHIL (1995): Wasserversorgung Zentralraum Salzburg. - Land Salzburg, Wasserwirtschaft, Salzburg.

BRANDECKER, H. (1988): Erfassung der Trinkwasserreserven im Pongau / Bundesland Salzburg. - Zwischenbericht, Salzburg.

BRANDECKER, H. (1989): Forschungsauftrag SA 6n/F-87. Erfassung der Trinkwasserreserven im Pongau, Bundesland Salzburg. - Endbericht in 6 Teilen, Salzburg.

BRANDNER R., HACKER P., KONRAD M., PRAGER CH., PROBST G. & ZOJER H. (1999): Hydrogeologische Grundlagenstudie westl. Geiltaler Alpen - Lienzer Dolomiten (Kärnten - Osttirol), 2. Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie und UNIVERSITÄT INNSBRUCK; Institut für Geologie und Paläontologie, 68 S., 11 Fig., 8 Tab., Graz

BRANDNER, R., U. BURGER, P. HACKER, M. KONRAD, CH. PRAGER, G. PROBST, E. STROBL & H. ZOJER (1998): Hydrogeologische Grundlagenstudie Westliche Gailtaler Alpen - Lienzer Dolomiten (Kärnten - Osttirol).- 1. Zwischenbericht, unveröff. Bericht, 84 S., 15 Fig., 7 Tab., 3 Beilagen, Anhang 1 und 2, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Joanneum Research GesmbH., Graz, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck.

BRENCIC M., BUDKOVIC T., FERJANCIC L. & POLTNIG, W. (1994): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken. Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 70 S., 1 Anhangband, Graz.

BRENCIC M., FERJANCIC L., POLTNIG, W. & STROBL, E. (1995): Hydrogeologie der Westlichen Koschuta (Abschnitt Loiblpaß - Westliche Koschuta).- Unveröff. Endber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 62 S., mit Anhangband, 3 Beilagen, Graz, Ljubljana.

BRENCIC, M., BUDKOVIC, T., LAPANJE, A., POLTNIG, W., STROBL, E. (1997): Hydrogeologie der Karawanken: Abschnitt Hochstuhl – Loiblpass; Endbericht – Zusammenfassung.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 19 S., Graz.

BRENCIC, M., BUDKOVIC, T., FERJANCIC, L. & POLTNIG, W. (1995): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken.- Beiträge zur Hydrogeologie, 46, 5-42, 3 Beil., Graz.

BRENCIC, M., BUDKOVIC, T., POLTNIG, W. & STROBL, E. (1999): Hidrogeološke Raziskave Na Področju Karavank.- Geološki Zbornik, 14, 8-9, Ljubljana.

BRENCIC, M., POLTNIG, W. & STROBL, E. (1999): Hydrogeological investigations in Karavanke area.- Proceedings of XXIX Congress of IAHR. Hydrogeology and land use management, 145 – 149, Bratislava.

BRENCIC, M., POLTNIG, W., STROBL, E. (2001): Hydrogeologie der Karawanken – Abschnitt östliche Koschuta – Uschowa: Endbericht – Zusammenfassung.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 8 S., Graz.

BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN: Digitaler Höhenraster Österreichs.

BUNDESANSTALT F. WASSERHAUSHALT VON KARSTGEBIETEN (1974): Karsthydrologische Untersuchungen im Gebiet der Hohen Wand.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1996): Eckdaten der Wasserwirtschaft in Österreich.- 178 S, Wien.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2001): HAÖ – Hydrologischer Atlas Österreichs.- in Arbeit, Wien.

EICHER, H. (1975): Hydrographische Studien im Gebiet St. Lambrecht – Neumarkt.- Unveröff. Diss. KF-Universität Graz, 1975.

ENTNER I. & H. ZOJER (1997): Nachhaltige Nutzung von Wasservorkommen in Österreich. – BMWV, Wien.

FANK J., HARUM T. & REISS F. (1990): Bericht z. 3. Projektstufe Hydrogeologie Osterhorngruppe Detailuntersuchung Postalm (Teil III).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 13 S., Graz

- FANK, J. & T. HARUM (1996): Agri-environmental measures and water quality in mountain catchments; report AGREAUALP (Austria) January 1995 - December 1995. Unveröff. Ber. d. Instituts für Hydrogeologie und Geothermie, Joanneum Research, 79 S., Graz.
- FANK, J. & T. HARUM (1997): Stoffaustrag aus einem extensiv genutzten Einzugsgebiet. - Bericht der BAL über die 7. Lysimetertagung "Lysimeter und nachhaltige Landnutzung" 7. bis 9. April 1997, 65-69, Gumpenstein (Austria).
- FANK, J., T. HARUM, C. HABSBURG-LOTHRINGEN & W. STICHLER (1999): Agri-environmental measures and water quality in mountain catchments. Final report Agreualp (Austria). - Unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie und Inst. f. Technologie und Regionalpolitik der JOANNEUM RESEARCH, 55 S, Graz.
- FASSMANN, H., P. FINDEL, & R. MÜNZ (1991): Die Auswirkungen der internationalen Wanderungen auf Österreich. Szenarien zur regionalen Bevölkerungsentwicklung 1991-2031 des Institutes für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.- Österr. Raumordnungskonferenz, Schriftenreihe Nr. 89, Wien.
- FAßMANN, H., P. FINDEL, & R. MÜNZ (1991): Die Auswirkungen der internationalen Wanderungen auf Österreich. Szenarien zur regionalen Bevölkerungsentwicklung 1991-2031 des Institutes für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.- Österr. Raumordnungskonferenz, Schriftenreihe Nr. 89, Wien.
- FERJANCIC L. & POLTNIG, W. (1994): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken. Zusammenfassung der Ergebnisse und Vorschläge für die Situierung von Schutzgebieten.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 12 S., Graz.
- FINK M. (1988): Die Karstlandschaft um den Radstädter Tauernpaß - ein alpines Schigebiet in Salzburg.
- FINK, M. H. (1986): Grundsatzkonzept für die Wasserreserven im Bereich Göller-Gippel-Obersberg.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Türritzer Höger Quellaufnahme.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Quellaufnahmen zwischen Pielach und Traisen.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Quellaufnahmen Reisalpe - Hegerberg.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Quellaufnahmen zwischen Erlauf und Pielach.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Quellaufnahmen Pichlberg – Statzberg.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FINK, M. H. (1995): Quellkartierung im Traisen- und Pielachtal, NÖ. Quellkartierung Traisenberg.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- FÜRLINGER W. (1992): Hydrogeologie der Friedlbrunn-Quelle. - Zwischenbericht, Salzburg.
- FÜRLINGER, W. & T. STADLMANN (1993): Hydrogeologie der Friedlbrunn-Quelle bei Saalfelden. Rohstoffforschungsprojekt SA6s/92, Endbericht 1992. - Endbericht, Salzburg.
- GAMERITH, W. & H. STADLER (1997): Hydrologische Untersuchungen an der Hochreichartquelle, eine der größten Blockgletscherquellen in den Niederen Tauern.- Ber. d. wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 81, 81-89, Graz.
- GATTINGER, T. (1969): Hydrogeologische Karte der Republik Österreich.- 1:1.000.000, Wien (Geolog. Bundesanstalt).
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1994): Wasserhöflichkeit u. Wasserqualität in kalkalpinen Einzugsgebieten am Beispiel eines N-S-Streifens in den NÖ-Kalkalpen zwischen Ybbsitz u. Göstling.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten u. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1999): Geohydrologische Detailuntersuchungen an Karstquellen und Grundwasservorkommen im Raum Ybbsitz - St. Georgen – Hollenstein.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten und Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1998): Metallogenetische Karte von Österreich 1:500.000 unter Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe.-Wien.

- GRUBER, J. (1990): Kärntner Grundwasser Kataster. - Amt d. Ktn. LR, Abt. 15, BMLFUW, Klagenfurt.
- GRUPPE WASSER (1991): Grundwasserwirtschaftliche Vorstudie Oberes Traisental.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten
- GUTKNECHT, D. (1996): Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „Kleine Einzugsgebiete“. In: Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 48 (1/2), 1-5, Wien.
- HACKER, P. & E. SCHROLL (1982): Bericht über den 1. Teilabschnitt, Markierungsversuch Weizer Bergland, durchgeführt vom 30. 11. 81 bis 21. 2 82 - Unveröff. Bericht, BFVA Arsenal Wien, Geotechnisches Institut, Abt. Hydrogeologie und angewandte Geophysik, 11 S., 2 Tab., 2 Beil., Wien.
- HACKER, P. & E. SCHROLL (1984): Bericht über das Forschungsprojekt Markierungsversuch Weizer Bergland.- Unveröff. Bericht, BFVA Arsenal Wien, Geotechnisches Institut, Abt. Hydrogeologie und angewandte Geophysik, 137 S., 59 Abb., 17 Tab., 2 Beil., Wien.
- HARUM T. & FANK J. (1994): Hydrogeologie Osterhorngruppe (Detailuntersuchung Postalm), Endbericht Teil IV.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 47 S., Graz
- HARUM, T. & FANK J. (1994): Hydrogeologie Osterhorngruppe, Detailuntersuchung Taborberg - Gamsfeld, Teil 1, Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 4 S., Graz
- HARUM T. & SCHMID S. (1999): Hydrogeologie Osterhorngruppe; Detailuntersuchung Taborberg - Gamsfeld Teil II, Endbericht Juni 1999.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 30 S., 40 Fig.,Graz
- HARUM T. (1998): Hydrogeologie Osterhorngruppe: Detailuntersuchung Taborberg-Gamsfeld zur Erfassung des hydrologischen Naturraumpotentials, Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 5 S. S., Graz
- HARUM T., FANK J. & REICHL P. (1994): Kaltwasserquelle Strobl, hydrogeologische Untersuchung.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 28 S., 30 S. Anhang, Graz
- HARUM T., FANK J., STADLER H., POLTNIG W. & KLAPPACHER W. (1995): Hydrogeologie Osterhorngruppe, Detailuntersuchung Taborberg - Gamsfeld Teil I, Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 14 S., 3 Beilagen, Graz
- HARUM, T. & F. GRAF (1991): Hydrogeologische Kartierung Winterleitenseen – Ochsenboden (Seetaler Alpen). – Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 7 S., Anhang, Graz.
- HARUM, T. & J. FANK (1995): Determination of the Recharge Area of Springs in an Alpine Region by applying a Model using the Altitude Effects of Specific Discharge and Oxygene-18-Content.- International Symposium Karst Waters & Environmental Impacts, 10.-20. September 1995, 40-41, Antalya (Turkey).
- HARUM, T., H.P. LEDITZKY, H. ZOJER & W. STICHLER (1990): Utilisation de traceurs naturels pour la caractérisation de l'hydrodynamique et des changements temporaires dans deux systèmes aquifères karstiques.- Memoires of the 22nd Congress of IAH, XXII, 392-404, Lausanne.
- HARUM, T. & M. PROBST (2001): Untersuchung des Speichervermögens verschiedener Gesteinskomplexe in ausgewählten Typuseinzugsgebieten der Steiermark.- Unveröff. Bericht Institut für Hydrogeologie und Geothermie, JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- HARUM, T., J. FANK & W. STICHLER (1997): Recharge area and hydrodynamics of a spring in an alpine dolomitic karst aquifer using the altitude effects of specific discharge and isotope content. - Annales Geophysicae. Part II: Hydrology, Oceans, Atmosphere & Nonlinear Geophysics, Vol 15, Supplemet II, C313, European Geophysical Society.
- HARUM, T., J. FANK & W. STICHLER (1997): Tracer investigations in the unsaturated zone under different cultivation types in a mountainous catchment area. - In: A. KRANJC [ED.Hrsg.]: Tracer Hydrology 97. Proceedings of the 7th International Symposium on Water Tracing in Portorož (Slovenia), 153-160, Rotterdam (Balkema).
- HEINZ-ARVAND M., D. RANK & G. BRYDA (1997): Abflußdynamik im Scheealpenmassiv. Zur Abschätzung der Umwelteinflüsse auf die Qualität der Quellwässer. - UBA Report R-143, Wien.
- HEISSEL, G. (1993): Die Hydrogeologie der Mühlauer Quellen im Lichte geologischer und strukturgeologischer Erkenntnisse unter Einbeziehung besonderer Aspekte der Geologie Tirols.- Innsbruck.
- HERLICKSKA H. (1993): Wasserqualitätsuntersuchung in Karstgebieten. Grundlage für den vorbeugenden Gewässerschutz. - ÖGG-Exkursionsführer 14; 2. Österreichischer Hydrogeologentag Oktober 1993, Wien.
- HERLICKSKA H. (1994): Pilotprojekt Karstwasser Dachstein. Band 1: Karstwasserqualität. - Monographien 41, Wien.

- HERLICKSKA H., HOBIGER G. (1991): Karsthydrologische Untersuchungen im westlichen Dachsteinmassiv im Hinblick auf die Erlassung einer Wasserschongebietsverordnung. Umweltbundesamt, Wien, Dezember 1991
- HERLICKSKA H., HUMER G., SCHEIDLER A. (1994): Pilotprojekt Karstwasser Dachstein. - UG 94; 3. Arbeitstagung Erdwissenschaftliche Aspekte des Umweltschutzes (Kurzfassung). - Bundesforschungs- und prüfungszentrum Arsenal, 27. - 29. April 1994 Wien.
- HERLICKSKA, H. & LORBEER, G. (Red., 1994): Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“, Bd. 1: Karstwasserqualität. - Umweltbundesamt, Monographien, 41, 233 S., Wien.
- HOLLER, C. (2000): Nutzbares Grundwasser-Dargebot NÖ.- Amt der NÖ-Landesregierung, St. Pölten.
- HOLLER, C. & T. TELEGDY (2000): Die Bedeutung der Restwasserfrage für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten.- Beitrag zur internationalen Tagung "Problemkreis Pflichtwasserabgabe" der Umwelthanwaltschaft Stmk., Euronatur Österr. u. Univ. f. Bodenkultur; Tagungsband; Euronatur, Graz.
- HÜTTLER, W. (1996): Regionalisierte Wassernutzungsbilanz Österreich 1994.- Österr. Wasser- u. Abfallwirtschaft, Heft 11/12, 1996. Wien.
- HÜTTLER, W. , H. PAYER & H. SCHANDL (1996): Materialflußrechnung Österreich. Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung. Endbericht zum Forschungsprojekt „Wirtschaftswachstum und Stoffwechsel – Vorstudie für den Aufbau einer Stoffbilanz Österreich“.- Bundesministerium für Umwelt, Wien.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (2001): Niederschlags-, Lufttemperatur- und Abflussdaten Österreichs.
- ILF (1984): Wasserversorgungskonzept Kärnten.- Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt.
- INGENIEURGEMEINSCHAFT LÄSSER- FEIZLMAYR, Innsbruck, INSTITUT FÜR GEOTHERMIE UND HYDROGEOLOGIE, Graz: Abgrenzung des Schutz- und Schongebietes der Mühlauer Quellen, Schlussbericht, Graz-Innsbruck 1992.
- INTERGEO, GAMERITH, W. & IHG (1991): Hydrogeologie Osterhorngruppe. Detailuntersuchung Postalm. - Endbericht zur III. Projektstufe für den Zeitraum 1989/90, Salzburg.
- JOANNEUM RESEARCH-GEOCONSULT\_G.U.T. (1999): Datenzusammenstellung Unterlagenbewertung zur Untersuchung des natürlichen Wasserdargebotes des östlichen Teiles der Nördlichen Kalkalpen. Bd.1 Textteil, Bd.2 Anhang Geologie, Bd.3 Anhang Hydrographie\_Hydrologie-Wasserwirtschaft, Bd.4 Anhang Erläuterungen zur EDV, Bd.5 Anlagen.
- KOLLMANN, W. (1975): Hydrologie der nördlichen Gesäuseberge.- Diss. Phil. Fak. KF-Univ. Graz, 300 S., XI, 10 Taf., Graz.
- KOLLMANN, W. (1983): Hydrogeologische Untersuchungen in den nördlichen Gesäusebergen.- Ber. d. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 66, 298 S., Graz.
- KRIEGL, CH., HEISS, H.P. & GOLDBRUNNER, J.E. (1999): Hydrogeologie des Semmeringmesozoikums zwischen Fuschgraben und Veitschtal.- Unveröff. Ber., 30 S., Ktn., Gleisdorf (Geoteam Ges.m.b.H.).
- LECHNER, J. (1947): Quellengeologische Beobachtungen aus dem Ostrand des Toten Gebirges.- Verh. Geol. B.-A., 1945, Wien.
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1983): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Einzugsgebiet Tauglbach (St. Koloman) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 6 S., Graz
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1984): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Einzugsgebiet Tauglbach (St. Koloman) -Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 76 S., Graz
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1984): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Einzugsgebiet Tauglbach (St. Koloman), Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1985): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Einzugsgebiet Tauglbach (St. Koloman), Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 137 S., Graz
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1986): Erfassung der naturräumlichen Grundlagen des Postalmgebietes, Das hydrogeologische Naturraumpotential des Postalmgebietes - Arbeitsbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 3 S., Graz
- LEDITZKY H.P. & HARUM T. (1986): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Umrahmung des Tauglgebietes (St. Koloman) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 28 S., Graz
- LEDITZKY H.P. (1985): Hydrogeologie der Osterhorngruppe; Umrahmung des Tauglgebietes (St. Koloman) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz
- JOANNEUM RESEARCH: Nachhaltig nutzbares Quellwasserdargebot  
Im alpinen Raum Österreichs

- LEDITZKY H.P. (1989): Bericht zur II. Projektstufe für den Zeitraum 1986 - Hydrogeologie Osterhorngruppe Detailuntersuchung Postalm (Teil II).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 52 S., Graz
- LEDITZKY H.P., GAMERITH W. & WALLNER H. (1987): Hydrogeologie Osterhorngruppe Detailuntersuchung Postalm (Teil 1) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 40 S., Graz
- LEDITZKY H.P., HARUM T. & FANK J. (1990): Hydrogeologie Postalm Teil III.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 2 S., Graz
- LEDITZKY, H.P., RAMSPACHER, P., SUTTERLÜTTI, R.: Hydrogeologische Untersuchungen zur Abklärung des Einzugsgebietes der Weißbachquellen (Gamperdonatal, Vorarlberg), Steir. Beitr. Z. Hydrogeol., Bd 41, Graz 1990, S.5-34.
- MADER, H., T. STEIDL & R. WIMMER (1996): Abflussregime österreichischer Fließgewässer – Beitrag zu einer bundesweiten Fließgewässertypologie.- Monographien Band 82, 192 S, Umweltbundesamt, Wien.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1959): Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 1959 (1/2), 111-137, Graz.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1964): Hydrogeologie und Verkarstung der Steiermark.- Atlas der Steiermark, 1:300.000, Graz.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1964): Karsthydrologische Untersuchungen im Toten Gebirge mit besonderer Berücksichtigung der versorgungswasserwirtschaftlichen Belange im Tauplitzgebiet.- Österr. Wasserwirtschaft, 16 (5/6), 112-123, Wien.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1969): Hauptverkarstungsgebiete der Steiermark.- Atlas der Steiermark, 1:120.000, Graz.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1972): Der Andritzursprung.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 24, 111-137, Graz.
- MEYER, J. (1992): Hydrogeologische Grundlagenstudie Halbachtal.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- MEYER, J. (1993): Grundwasserbewirtschaftung Halbachtal.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- NOWY, W. (1996): Geologisch-Hydrogeologische Studie über die Ursprungquelle in Scheibbs.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- OBERHAUSER, R. (Red., 1980): Der geologische Aufbau Österreichs.- 700 S., Wien (Springer).
- ÖKOPLAN (1984): Studie Schwarzatal – Grundwasserwirtschaft.- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten.
- ÖNORM6232 (1995): Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern.- Österr. Normungsinstitut, Wien.
- ÖSTAT (1995): Erhebung der Eigenförderung von Wasser durch Industrie und Großgewerbe 1994.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1995): Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich 1994.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1996): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik 1995.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1996): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik 1995.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (2000): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2001.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (2001): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2000.- Österr. Statist. Zentralamt, Wien.
- ÖSTERR. STÄDTEBUND (1995): Statistisches Jahrbuch Österreichischer Städte 1994. Bearbeitet vom Österr. Statist. Zentralamt.- Österr. Städtebund, Wien.
- OTTO, R. (1978): Quellenaufnahmen im Gebiet des Toten Gebirges (Südabfälle des Tauplitzplateaus und des Röthelsteins, Einzugsgebiet der Salza N° Bad Mitterndorf).- Unveröff. Ber. f. Ref. f. wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, Quellenkataster, Graz.
- ÖVGW (1996): Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1994.- Österr. Vereinigung für das Gas- u. Wasserfach, Wien.

- PFLEIDERER S., H. BRÜGGEMANN & H. REITNER (1997): Geohydrologische und hydrogeologische, geochemische und tektonische Grundlagenstudie in den oberösterreichischen Kalkvorpalen nördlich der Enns. - Interner Bericht, GBA, Wien.
- PLASS, N. (1996): Der Quellkataster der Steiermark, zusammenfassende Darstellung.- Ber. d. wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 79/2, Graz.
- POLTNIG W. (1991): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken - Arbeitsbericht - 1. Arbeitsjahr: Anhang III Quellkataster Dürregraben. - Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 58 S., Beilage, Graz.
- POLTNIG W. (1991): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken - Arbeitsbericht - 1. Arbeitsjahr (Österreichischer Anteil).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 36 S., Graz.
- POLTNIG, W (1991): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken. Arbeitsbericht 1. Arbeitsjahr: Anhang I Quellkataster Kropiunabach.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 62 S., Beilage, Graz
- POLTNIG, W (1991): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken. Arbeitsbericht 1. Arbeitsjahr: Anhang II Quellkataster Mittagkogel-Gebiet.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 295 S., Beilage, Graz.
- POLTNIG, W (1992): Hydrogeologie der Westlichen Karawanken. Arbeitsbericht 2. Arbeitsjahr (Österreichischer Anteil).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 36 S., Graz.
- POLTNIG, W. & STROBL, E. (1997): Hydrogeologie der Karawanken - Abschnitt Hochstuhl - Loiblpaß).- Unveröff. Endber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 67 S., mit Anhang, 9 Beilagen, Graz.
- POLTNIG, W. (1994): Hydrogeologie der Westlichen Koschuta – ZB. + Anh. REINSBORFF, S.: Hydrogeologische Kartierung vom Loiblgraben bis zum Hainschgraben; 76 S., 1 Quellkarte; Unv. Ber., Inst. f. Hydrogeologie u. Geothermie, Graz.
- POLTNIG, W., GREINER, D. & SCHAGER, M. (1999): Hydrogeologie der Karawanken – Abschnitt östliche Koschuta – Uschowa. TB 1. Arbeitsjahr – Hydrogeologische Kartierung.- Unv. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 14 S., 5 Beilagenbände, Graz.
- POLTNIG, W., REINSBORFF, S. & STROBL, E. (1996): Hydrogeologie des Abschnittes Hochstuhl - Loiblpass in den Karawanken. TB 1. Arbeitsjahr. Hydrogeologische Kartierung.- Unv. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 92 S., 1 Quellkarte, Graz.
- POLTNIG, W., STROBL, E. (2000): Hydrogeologie der Karawanken – Abschnitt östliche Koschuta – Uschowa. Tätigkeitsbericht 2. Arbeitsjahr 1999 .- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 13 S., + Anhang, 1 Beil., Graz.
- POLTNIG, W., STROBL, E., BENISCHKE, R., BUDKOVIC, T., LEIS, A., SACCON, P. (2001): Hydrogeologie der Karawanken – Abschnitt östliche Koschuta – Uschowa; Endbericht – Österreichischer Teil .- Unv. Ber., Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie, 104 S., Graz.
- PROBST G. & STROBL E. (1997): Eisenbahn - Hochleistungs AG, Projekt Koralmbahn: Untergrund, Grund- und Bergwasser, Hydrogeologische Vorerhebungen im Bereich Deutschlandsberg - St. Andrä/Lav.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 17 S., 2 Fig., 1 Beilage, Graz
- PROBST G. (1994): Hydrogeologie Reisskofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien, Zwischenbericht 1. Projektjahr.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 8 S., Graz
- PROBST G. (1995): Hydrogeologie Reisskofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 57 S., Anhang, Graz
- PROBST G. (1996): Hydrogeologie Reisskofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien Teil 2 (KA-24E/F95), Endbericht 2. Projektjahr.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 35 S., 11 Beilagen, Graz
- PROBST G. (1997): Hydrogeologie Reißkofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien (Zwischenbericht 3. Projektjahr).- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 5 S., 1 Fig., Graz
- PROBST G. (1999): Hydrogeologie Reißkofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien, Teil 4 (KA-24E/98), Zwischenbericht 4. Projektjahr.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 7 S., 2 Tab., Graz
- PROBST G., LEIS A., YEHDEGHO B. & STROBL E. (2000): Hydrogeologie Reißkofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien, Teil 4 (KA-24E/98), Endbericht 4. Projektjahr.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 89 S., 34 Fig., 14 Tab., 3 Beilagen, Graz

- PROBST G., LEIS A., YEHDEGHO B. & ZOJER H. (1998): *Hydrogeologie Reißkofel-Jauken unter Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien, Teil 3 (KA-24E/F96), Endbericht 3. Projektjahr.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 64 S. S., 20 Fig., 6 Tab., 7 Beilagen, Graz*
- PROBST, G. & E. STROBL (1997): *Eisenbahn - Hochleistungs AG Projekt Koralmbahn Untergrund, Grund- und Bergwasser Hydrogeologische Vorerhebungen im Abschnitt Aich - St. Andrä/lav.- Unveröff. Bericht, 36 S., 7 Beilagen, Anhang, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH., Graz.*
- PROBST, G. & W. POLTNIG (1993): *Trinkwassergewinnung Großer Dürrenbach - Hydrogeologische Beurteilung.- Unveröff. Bericht, 12 S., Joanneum Research, Graz.*
- PROBST, G. & W. POLTNIG (1994): *Trinkwassergewinnung Großer Dürrenbach - Hydrogeologische Beurteilung.- Unveröff. Bericht, 29 S., Anhang, 4 Beilagen, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Söll in Tirol.- Unveröff. Bericht, 16 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Kramsach.- Unveröff. Bericht, 12 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Silz in Tirol.- Unveröff. Bericht, 9 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Kirchberg in Tirol.- Unveröff. Bericht, 13 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Hopfgarten in Tirol.- Unveröff. Bericht, 31 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Schlitters in Tirol.- Unveröff. Bericht, 10 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Kössen in Tirol.- Unveröff. Bericht, 9 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Bach im Lechtal.- Unveröff. Bericht, 10 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Landeck in Tirol.- Unveröff. Bericht, 19 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Rietz in Tirol.- Unveröff. Bericht, 10 S., Graz.*
- PROBST, G., (1987): *Wasserrohrnetzanalyse Tirol. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Gemeinde Brixen in Tirol.-Unveröff. Bericht, 7 S., Graz.*
- PROBST, G., (1989): *Integrierte Wasserrohrnetzanalyse Steiermark. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Marktgemeinde St. Lorenzen.- Unveröff. Bericht, 9 S., Graz.*
- PROBST, G., (1989): *Integrierte Wasserrohrnetzanalyse Steiermark. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Marktgemeinde BAD AUSSEE.- Unveröff. Bericht, 16 S., Graz.*
- PROBST, G., (1989): *Integrierte Wasserrohrnetzanalyse Steiermark. Bericht über die hydrologisch-hydrogeologische Erhebung in der Marktgemeinde St. Marein.- Unveröff. Bericht, 9 S., Graz.*
- PROBST, G., (1992): *Hydrogeologisches Gutachten Stöcklerner Quellen - Schutzgebietsvorschlag.- Unveröff. Gutachten, 30 S., Graz.*
- PROBST, G., W. POLTNIG & M. PROBST (1993): *Hydrogeologische Untersuchung der Krastalquellen.- Carinthia II, Teil 2 - Fachwissenschaftlicher Teil, 183./103. Jahrgang, S. 453-477, Klagenfurt.*
- PROBST, G., W. POLTNIG & M. PROBST, (1991): *Hydrogeologische Studie Krastalquellen.- Endbericht, Unveröff. Bericht, 55 S., Graz.*
- RAMSPACHER P. & BENISCHKE R. (1989): *Ergebnisse des Markierungsversuches im Larchtal (Gemeinde Terfens).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 6 S., Graz*
- RAMSPACHER P. & GRAF F. (1987): *Hydrogeologie Einzugsgebiet Hainschbauerquellen Karawanken - Phase III.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 10 S., Graz*

- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1987): Hydrogeologische Beurteilung der Quellvorkommen im Bereich der Naunzalm - Gemeinde Pill (Tirol).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 29 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1987): Wasserreserven W Nordkette (Tirol) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 21 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1988): Erfassung der Grundwasserreserven der W-Nordkette (Tirol) unter besonderer Berücksichtigung der Abgrenzung des Einzugsgebietes der Quellaustritte zwischen Kranebitten und Martinswand, Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 2 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1988): Hydrogeologische Beurteilung des Quellhorizontes bei Neu-Terfens (Tirol).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 15 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1988): Wasserreserven W Nordkette (Tirol) - Arbeitsbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 13 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1989): Erfassung der Wasserreserven der östlichen Nordkette - Karwendel, Teil I - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 3 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1989): Hydrogeologische Untersuchungen im Bereich der Klaushofquellen zur Feststellung der Ursachen von Trübungseinbrüchen.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 11 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER R. (1986): Erfassung der Wasserreserven im Raum Zwieselbach-Plansee, Lechtaler Alpen (Tirl) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 3 S., Graz
- RAMSPACHER P. & RIEPLER R. (1986): Erfassung der Wasserreserven im Raum Zwieselbach-Plansee, Lechtaler Alpen (Tirol) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 43 S., Graz
- RAMSPACHER P. & STROBL E. (1993): Hydrogeologie Brunauquelle, Gemeinde Haiming, Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 46 S., 10 S. Anhang, Graz
- RAMSPACHER P. & STROBL E. (1993): Hydrogeologische Untersuchung Kaitangerquelle.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 14 S., Graz
- RAMSPACHER P. & SUTTERLÜTTI R. (1989): Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Außerertensquelle Gemeinde Gerlosberg.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 22 S., Graz
- RAMSPACHER P. & SUTTERLÜTTI R. (1990): Östliche Nordkette - Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 11 S., Graz
- RAMSPACHER P. (1988): Hydrogeologische Beurteilung der Quellvorkommen im Bereich Königsbrunn (Zell am Ziller).- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 14 S., Graz
- RAMSPACHER P. (1988): Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Sidanbaches (Gemeinde Hippach, Tirol) - Vorbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 9 S., Graz
- RAMSPACHER P. (1988): Trinkwasserversorgung Sautens - Markierungsversuch.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 20 S., Graz
- RAMSPACHER P. (1990): Hydrogeologische Untersuchungen der Quelfassungen im Bereich der Fundusalm - Gemeinde Umhausen/Ötztal.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 22 S., Graz
- RAMSPACHER P., GRAF F., RIEPLER F. & KÖHLER M. (1989): Erfassung der Wasserreserven der östlichen Nordkette - Karwendel, Teil I -Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 68 S., Graz
- RAMSPACHER P., LEDITZKY H.P. & RAMSPACHER P. (1990): Schutzgebiet Mühlauer Stollen - Vorbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 20 S., Anhang, Graz
- RAMSPACHER P., LEDITZKY H.P. & RIEPLER F. (1989): Erfassung der Grundwasserreserven der W-Nordkette (Tirol) unter besonderer Berücksichtigung der Abgrenzung des Einzugsgebietes der Quellaustritte zwischen Kranebitten und Martinswand, Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 70 S., Graz
- RAMSPACHER P., LEDITZKY H.P. & SUTTERLÜTTI R. (1989): Hydrogeologische Untersuchungen der Weissbachquellen (Gamperdonatal) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 37 S., Graz



- RAMSPACHER P., RIEPLER F. & HEISSEL G. (1987): Mühlauer Quellen, Geologische und hydrogeologische Untersuchung der Trübungseinbrüche - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 50 S., Graz
- RAMSPACHER P., RIEPLER F., ZOJER H. & STICHLER W. (1991): Hydrogeologie des Förolacher Stollens, Gailtaler Alpen (Kärnten), Steir. Beitr. z. Hydrogeol., 42, S. 9-60, Graz 1991.
- RAMSPACHER P., STROBL E. (1999): 2-gleisiger Ausbau der Tauernbahn, Abschnitt Kaponig, Beweissicherung Kaponigtunnel, Endbericht, 60 S., unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeol. U. Geoth., Graz, Juli 1999.
- RAMSPACHER P., STROBL E. (2000): 2-gleisiger Ausbau der Tauernbahn, Abschnitt Dösen, Beweissicherung Kaponigtunnel, Endbericht. Unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeol. U. Geoth., 52 S, Graz, März 2000.
- RAMSPACHER, P., STEIDL, A., STROBL, E. (2000): Hydrogeologische Untersuchungen im Raum Kaponig - Dösen im Rahmen der Errichtung des Kaponig Eisenbahntunnels (Kärnten, Österreich), Beitr. z. Hydrogeol., S.111-168, Graz.
- RAMSPACHER, P., STROBL, E. (1995): Erkundungsstollen Kaponig, Baudokumentation Abschnitt C: Hydrogeologie. Unveröff. Ber. Institut f. Hydrogeol. u. Geoth., 50 S. Graz, Februar 2000.
- RAMSPACHER, P., STROBL, E. (1995): Erkundungsstollen Kaponig, Baudokumentation Abschnitt C: Hydrogeologie.
- RAMSPACHER, P., ZOJER, H., HERZOG, U., GOSPODARIC, R., STRUC, L. I., STICHLER, W. (1986): Karst-hydrogeologische Untersuchungen de Petzenmassivs unter Verwendung natürlicher und künstlicher Tracer, 5th International Symposium on Underground Water Tracing, proceedings S. 377-388, Athen
- REICHL, P. & H. ZOJER (1999): Hydrogeologischer Bericht über die Dauerbeobachtung 1998 Projekt „Semmering Basistunnel“- Unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 47 S, Graz.
- REINSDORFF S. (1995): Die Hydrogeologie der westlichen Koschuta mit einer detaillierten Untersuchung der Hainschquellen. Diplomarbeit Inst. f. Techn. Geol. u. Angew. Mineral., TU Graz, 140 S., 1 Beilage, Graz
- RICHTLINIE 2000/60/EG (2000): Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Okt. 2000. - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 22.12.00.
- RIEPLER F. & SUTTERLÜTTI R. (1989): Bericht zur hydrogeologischen Aufnahme im Tal des Oexlbachs, Schlitters.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 23 S., Graz
- RIEPLER F. & SUTTERLÜTTI R. (1989): Bericht zur hydrogeologischen Aufnahme des Gebietes östlich von Lager Walchen, Wattens.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 23 S., Graz
- RUCH, C.A., T. HARUM, J. FANK, A. LEIS & W. STICHLER (2001): Spatial and temporal variability of unsaturated and saturated flow in a small Alpine crystalline catchment area.- In: SEILER, K.P. & S. WOHNLICH (EDS., 2001): New approaches characterizing groundwater flow.- Proceedings of the XXXI International Association of Hydrogeologists Congress Munich, 10-14 September 2001, 175-179, Lisse – Abingdon – Exton (PA) – Tokyo (Balkema).
- SALZER F. (1997): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Niederösterreich: Hydrogeologie der Karbonate zwischen Wien-Fluß und Schwechat-Fluß im Wienerwaldbereich. - Wien.
- SCHNEDL, G. (2001): Rechtliche Rahmenbedingungen der kommerziellen Nutzung österreichischer Quellwasserressourcen.- RdU 2001/1, Wien.
- SORDIAN H. & H. WEBER (1991): Anhang zum Endbericht 1991: Anthropogene Beeinflussung der Oberflächenwässer und der Grundwässer. Teil eines Gefahrenkataloges. - Salzburg.
- SORDIAN H. & H. WEBER (1991): Hydrogeologisches Naturraumpotential Faistenau - Brunnbach - Hintersee. Lückenlose Erfassung der Einzugsgebiete des Brunnbaches und des Tauglbaches (Gemeinde Faistenau). - Endbericht, Salzburg.
- SORDIAN H. & H. WEBER (1992): Hydrogeologisches Naturraumpotential Faistenau - Brunnbach - Hintersee. Lückenlose Erfassung der Einzugsgebiete des Brunnbaches und des Tauglbaches (Gemeinde Faistenau), Teil II, Endbericht 91/92, Salzburg.
- SORDIAN H. & H. WEBER (1993): Bildbericht zum Endbericht 91/92, Salzburg.
- SORDIAN H. (1995): Hydrogeologisches Naturraumpotential Faistenau - Brunnbach - Hintersee. Lückenlose Erfassung der Einzugsgebiete des Brunnbaches und des Tauglbaches (Gemeinde Faistenau), Teil III, Salzburg.

- SORDIAN, H. & H. WEBER (1993): *Hydrogeologisches Naturraumpotential Faistenau - Brunnbach - Hintersee. Lückenlose Erfassung der Einzugsgebiete des Brunnbaches und des Tauglbaches (Gemeinde Faistenau), Teil II, Endbericht 92/93, Salzburg.*
- SPENDLINGWIMMER R. & HEIß, G. (1996): *Endbericht zum Projekt Schongebiet Petzen/Jaunfeld. Sondermeßprogramm 1993/94 und Meßnetzverdichtung Quelle: Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal. Auftraggeber: Amt d. Kärntner Landesregierung und Bundesministerium f. Land-u.Forstwirtschaft. Wien/Klagenfurt, 1996, (unveröffentlicht)*
- SPENDLINGWIMMER, R. (1993): *Schongebiet Petzen / Jaunfeld, Sondermessprogramm 1993/94 und Messnetzverdichtung. - Zwischenbericht, BV-Arsenal, Wien.*
- SPENDLINGWIMMER, R., HEIß, G. (1996): *Endbericht zum Projekt Schongebiet Petzen/Jaunfeld. Sondermeßprogramm 1993/94 und Meßnetzverdichtung Quelle: Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal. Auftraggeber: Amt d. Kärntner Landesregierung und Bundesministerium f. Land-u.Forstwirtschaft. Wien/Klagenfurt, 1996, (unveröffentlicht)*
- STADLER H. & BENISCHKE R. (1999): *Monitoringkonzept Hochschwab Nord.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 19 S., 1 Tab., Graz*
- STADLER H. & STROBL E. (1993): *Arbeitsbericht: Erstes Arbeitsjahr Karstwasserdynamik Zeller Staritzen.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 40 S., Anlage, Graz*
- STADLER H. & STROBL E. (1996): *Karstwasserdynamik und Karstwasserschutz Hochschwab (StA28K), Endbericht, 1. Arbeitsjahr.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 12 S., Graz*
- STADLER H. & STROBL E. (1997): *Karstwasserdynamik Zeller Staritzen - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 171 S., Anhang, 6 Beilagen, Graz*
- STADLER H. (1998): *Isotopenhydrologische Auswertungen im Bereich Hochschwab Süd (Buchberg/Moarhof).- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 23 S., 9 Abb., 23 Tab., Anhang, Graz*
- STADLER H. (2000): *Karstwasserdynamik und Karstwasserschutz Hochschwab (STA 28K/96), Arbeitsbericht, 3. Arbeitsjahr, Isotopenhydrologische Untersuchungen, Meßsysteme.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 35 S., Anhang, 19 Abb., 5 Tab., Graz*
- STADLER H. & STROBL E. (1998): *Karstwasserdynamik und Karstwasserschutz Hochschwab (STA 28K/96), Endbericht, 1. Teil, 2. Arbeitsjahr, Einzugsgebiet Kläfferquellen.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für Hydrogeologie und Geothermie, 29 S., Anhang, Graz*
- STADLER, H. (1991): *Beitrag zur Hydrologie des Hochlantschgebietes (Mittelsteiermark),. Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 42, 61-102, Graz.*
- STADLER, H. (1992): *Karsthydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Mixnitzbaches.- Ber. d. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 73, 148 S., Graz.*
- STADTWERKE INNSBRUCK: *Das neue Trinkwasserwerk und Kraftwerk Mühlau, Festschrift, herausgegeben von den Innsbrucker Stadtwerken.*
- STEIDL, T. (1991): *Typologie und Abflussverhalten österreichischer Fließgewässer – Hydrologisch-hydrographische Einteilung und regionale Gliederung.- Dipl.-Arb., Institut für Wasserwirtschaft, Univ. f. Bodenkultur.*
- STRASCHIL, H. & H. BRANDECKER (1995): *Wasserversorgung Zentralraum Salzburg.- Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg.*
- STUMMER, G. (1978): *Der Aufbau des österreichischen Höhlenverzeichnisses. In: Wiss. Beihefte zur Z. „Die Höhle“, Nr. 27, S. 49 – 60, Wien.*
- STUMMER, G. (1978): *Der Aufbau des österreichischen Höhlenverzeichnisses. In: Wiss. Beihefte zur Z. „Die Höhle“, Nr. 27, S. 49 – 60, Wien.*
- TIWAG & ILF (1993) *WVT-Projekt - Großquellen-Hydrogeologie VOMP. - 1. Zwischenbericht + Materialband, Tirol.*
- TIWAG & ILF (1993): *Großquellen-Hydrogeologie ERL, Untersuchungsphase 1, Textband + Abstract - Bildband, Materialband, Tirol.*
- TIWAG & ILF (1993): *Großquellen-Hydrogeologie JENBACH. - Untersuchungsphase I, Textband + Abstract - Bildband + Materialband, Tirol.*

- TIWAG & ILF (1993): *Großquellen-Hydrogeologie VOMP, Untersuchungsphase 1. - Textband + Abstract - Bildband + Materialband, Tirol*
- TIWAG & ILF (1993): *WVT-Projekt - Großquellen-Hydrogeologie ERL. - 1. Zwischenbericht + Materialband, Tirol.*
- TIWAG & ILF (1993): *WVT-Projekt - Großquellen-Hydrogeologie JENBACH. - 1. Zwischenbericht + Materialband, Tirol.*
- TOLLMANN, A. (1985): *Geologie von Österreich (Außerzentralalpiner Teil), Bd. 2, 680 S., Wien (Deuticke).*
- TOUSSAINT B. (1971): *Hydrogeologie und Karstgenese des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen). Steir. Beitr. Z. Hydrogeologie, 23, S. 5-115, Graz.*
- TRONKO, W., 1962: *Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Mürtal. Ein Bericht über die Vorarbeiten zur Gründung des Mürtzverbandes und der Beitrag der Hydrogeologie zur Erstellung dieser Planung. Steir. Beiträge zur Hydrogeologie. Heft 14.*
- UMWELTBUNDESAMT (1997): *CORINE-Landnutzungsdaten von Österreich.*
- UNTERSWEIG T. & A. SCHWENDT (1995): *Die Quellen der Blockgletscher in den Niederen Tauern. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, Bd. 78, Graz.*
- UNTERSWEIG T., H. BERGHOLD, N. PLASS, H. PROSKE, M. PÖSCHL & A. SCHWENDT (2000): *Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Blockgletscher in den Niederen Tauern. - Unveröff. Bericht JOANNEUM RESEARCH, Graz.*
- UNTERSWEIG, TH. & A. SCHWENDT (1995): *Die Quellen der Blockgletscher in den Niederen Tauern.- Ber. d. wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 78, 76 S., Graz.*
- UNTERSWEIG, TH., H. BERGHOLD, N. PLASS, H. PROSKE, M. PÖSCHL & A. SCHWENDT (2000): *Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Blockgletscher in den Niederen Tauern.- Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung, 127 S, Graz.*
- VÖLKL, G. (1985): *Markierungsversuche im Kaisergebirge. Neue Ergebnisse mit dem Untersuchungsstand Februar 1985. Umweltbundesamt, Wien, Mai 1985.*
- VÖLKL, G. (1988): *Karsthydrologische Untersuchungen im Kaisergebirge. Umweltbundesamt, Wien, April 1988.*
- Vorarlberger Illwerke AG & ARGE Ziviltechniker (1999): *Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept (VTWK) Teil 1: Trinkwasserressourcen.- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz.*
- WUNDT, W. (1958): *Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen.- In GRAHMANN: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung.- Forsch. Dtsch. Landeskunde, 104, 47-54, Remagen.*
- WUNDT, W. (1958): *Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen.- In GRAHMANN: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung.- Forsch. Dtsch. Landeskunde, 104, 47-54, Remagen.*
- ZETINIGG H., (1988): *Grundwasserschutz und –nutzung in der Steiermark. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung Sonderband 1. 29 S.*
- ZETINIGG H., E. FABIANI & H. STADLBAUER (1996): *Der Quellkataster der Steiermark. Die systematische Kartierung von Quellen. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, Band 79/1, Amt der Steirm. Landesregierung, Graz.*
- ZETINIGG, H., E. FABIANI & H. STADLBAUER (1996): *Der Quellkataster der Steiermark, die systematische Kartierung von Quellen.- Ber. d. wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 79/1 155 S., Graz.*
- ZETINIGG, H., GRIEBLER, W., UNTERSWEIG, TH., WEIßENSTEINER, V. & MEIDL. CH. (1982): *Die Quellen des Schöcklgebietes.- Ber. d. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 60, 121 S., Graz.*
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1981): *Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen; Schafberg-Höllengebirge Teil I, 1981/82 - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz*
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1983): *Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg-Höllengebirge, Teil III, 1983 - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz*
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1984): *Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge-Schafberg, Teil IV - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz*
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1984): *Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg-Höllengebirge, Teil III, 1983/84 - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 52 S., Graz*

- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1984): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg-Höllengebirge, Teil III, 1983/84 - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 52 S., Graz
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1985): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge-Schafberg, Teil IV (Detailprogramm 1984) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 21 S., Graz
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1985): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge-Schafberg, Teil V - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 4 S., Graz
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1986): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge-Schafberg, Teil V - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 50 S., Graz
- ZOJER H. & BENISCHKE R. (1988): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge - Abschluß (Teil VI) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 41 S., Graz
- ZOJER H. & HAIDER H. (1986): Karstwasserreserven der Villacher Alpe - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 70 S., Graz
- ZOJER H. & PROBST G. (1986): Karstwasserreserven der Villacher Alpe - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 5 S., Graz
- ZOJER H. & PROBST G. (1988): Karstwasserreserven der Villacher Alpe - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 15 S., Graz
- ZOJER H. & PROBST G. (1988): Karstwasserreserven der Villacher Alpe, Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 48 S., Graz
- ZOJER H. & RAMSPACHER P. (1982): Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee), Teil II/1982 - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 7 S., Graz
- ZOJER H. & SUTTERLÜTTI R. (1991): Venetberg - Hydrogeologische Aufnahme - ENDBERICHT.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 15 S., Graz
- ZOJER H. (1984): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der Zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 5 S., Graz
- ZOJER H. (1986): Hydrogeologie Einzugsgebiet Hainschbauerquellen Karawanken - Phase II.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 23 S., Graz
- ZOJER H. (1986): Karstwasserreserven der Villacher Alpe - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 5 S., Graz
- ZOJER H., BENISCHKE R. & GAMERITH W. (1982): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg - Höllengebirge, Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 6 S., Graz
- ZOJER H., BENISCHKE R. & GAMERITH W. (1982): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen; Schafberg-Höllengebirge Teil I, 1981/82 - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 37 S., Graz
- ZOJER H., BENISCHKE R. & GAMERITH W. (1983): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg - Höllengebirge, Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 78 S., Graz
- ZOJER H., BENISCHKE R. & GAMERITH W. (1983): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Schafberg - Höllengebirge, Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 78 S., Graz
- ZOJER H., FANK J. & PROBST G. (1988): Hydrogeologie der Zentralen Gailtaler Alpen -Zusammenfassung des Projektes Erkundung der unterirdischen Wasservorkommen in Kärnten: Hydrologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee) 1981 - 1987.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 40 S., Graz
- ZOJER H., GOLDBRUNNER J.E. & RAMSPACHER P. (1979): Endbericht - Karsthydrogeologische Untersuchungen im Petzengebiet.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 19 S., Graz
- ZOJER H., GOLDBRUNNER J.E., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1984): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der Zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee) - Endbericht.- Unv. Ber., Inst. für Geothermie u. Hydrogeologie, 57 S., Graz
- ZOJER H., LOHBERGER W., BAUMGARTNER P., BENISCHKE R. & LAHODYNSKY R. (1991): Endbericht über das Projekt Karstwasservorkommen Sengsengebirge - Krumme Steyr - Erhebung von Grundlagen.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 45 S., Graz

- ZOJER H., LOHBERGER W., BAUMGARTNER P., BENISCHKE R. & LAHODYNSKY R. (1991): Endbericht über das Projekt Karstwasservorkommen Sengsengebirge - Krumme Steyrling - Erhebung von Grundlagen.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 45 S., Graz
- ZOJER H., LOHBERGER W., BAUMGARTNER P., BENISCHKE R. & LAHODYNSKY R. (1991): Endbericht über das Projekt Karstwasservorkommen Sengsengebirge - Krumme Steyrling - Erhebung von Grundlagen.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 45 S., Graz
- ZOJER H., NEUBAUER E.A.K. & SCHEFZIK G. (1989): Karstkartierung Villacher Alpe 1988.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 54 S., Graz
- ZOJER H., NEUBAUER E.A.K. & SCHEFZIK G. (1989): Karstkartierung Villacher Alpe.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 11 S., Graz
- ZOJER H., POLTNIG W., PROBST G., SCHEFZIK G. & NEUBAUER E.A.K. (1989): Karstwasserreserven der Villacher Alpe - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 56 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1982): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee) - KA24 - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 56 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1983): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 57 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1983): Wasserreserven im Schwarzwassertal, Allgäuer Alpen (Tirol) - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 5 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1984): Wasserreserven im Schwarzwassertal, Allgäuer Alpen (Tirol) - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 44 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1984): Wasserreserven im Schwarzwassertal, Allgäuer Alpen (Tirol) Teil II - Arbeitsbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 7 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1984): Wasserreserven im Schwarzwassertal, Allgäuer Alpen (Tirol) Teil II - Zwischenbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 8 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1985): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee), Teil 5 - Endbericht.- Unv. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 44 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1985): Wasserreserven im Schwarzwassertal, Allgäuer Alpen (Tirol) Teil II - Endbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 56 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P. & RIEPLER F. (1986): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee), Teil 5 - Zwischenbericht.- Unv. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 5 S., Graz
- ZOJER H., RAMSPACHER P., RIEPLER R. & SUTTERLÜTTI R. (1988): Hydrogeologische Untersuchungen der Weissbachquellen (Gamperdonatal) - Arbeitsbericht.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 43 S., Graz
- ZOJER H., STICHLER W. & WEISE ST. (1986): Erkundung unterirdischer Wasservorkommen in Kärnten: Hydrogeologie der zentralen Gailtaler Alpen (Weißensee), Projektsjahr 1985/Teil V.- Unveröff. Ber., Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 63 S., Graz
- ZOJER, H. (1981): Abflussspendenkarte der Koralpe.- Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 29, 202 S Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- ZOJER, H., H. BERGMANN, J. FANK, T. HARUM, W. KOLLMANN & G. RICHTIG (1996): Charakterisierung des hydrologischen Versuchsgebietes Pöllau.- Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 48, H 1/2, 5-14, Vienna - New York (Springer) (Austria).
- ZOJER, H., J. FANK, T. HARUM, W. PAPESCH & D. RANK (1996): Erfahrungen mit dem Einsatz von Umwelttracern in der Abflußanalyse. - Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 5/6, JG 48, 145-156, Vienna - New York (Springer) (Austria).
- ZÖTL J. (1957): Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. Mitt. Naturw. Verein f. Steierm., Bd 87, S 182-205, Graz.
- ZÖTL, J. (1961): Die Hydrographie des nordostalpinen Karstes.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 1960/61 (2), 66 ff, Graz.

ZÖTL, J. (1971): *Wässer und Gewässer der Steiermark. In: Die Steiermark; Land, Leute, Leistung, S. 96 – 141, Graz.*