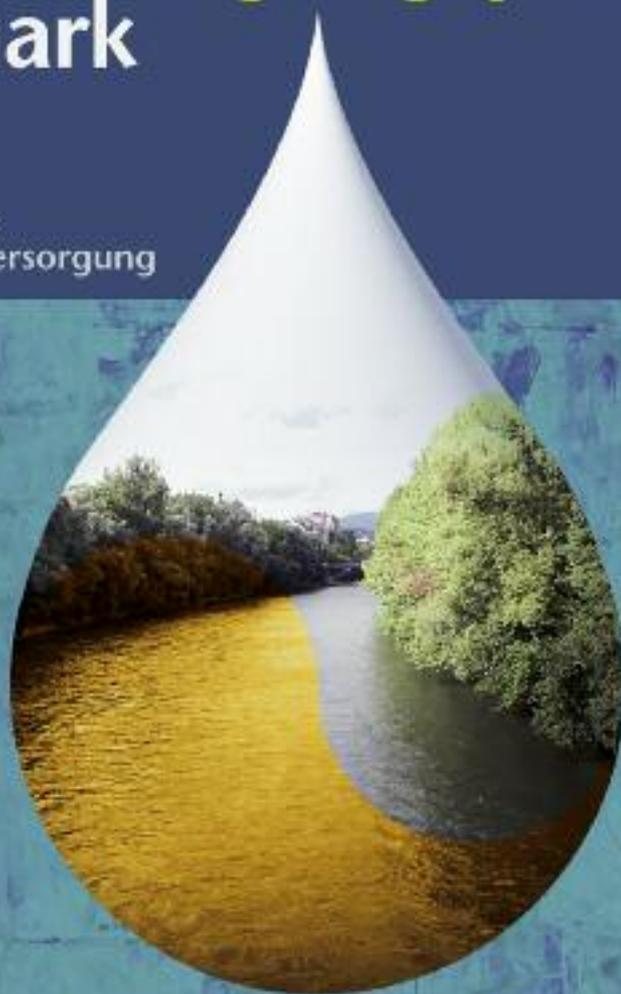


# Wasserversorgungsplan Steiermark

Ein Leitfaden für die  
öffentliche Wasserversorgung



Das Land  
Steiermark





# Wasserversorgungsplan Steiermark

## Kurzfassung

Graz, 2002

## IMPRESSUM

**Medieninhaber:**

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

**Herausgeber:**

Fachabteilung 19A

Wasserwirtschaftliche Planung u. Hydrographie

Stempfergasse 7, 8010 Graz

[www.wasserwirtschaft.steiermark.at](http://www.wasserwirtschaft.steiermark.at)

e-mail: [fa19a@stmk.gv.at](mailto:fa19a@stmk.gv.at)

**Erscheinungsort:**

Graz

**Gestaltung, Grafik, Fotos:**

graphic KERSTEIN werbung&design

Dammweg 10, 8111 Judendorf-Straßengel

**Druck:**

Medienfabrik Graz

Hofgasse 15, 8010 Graz

	Autorenverzeichnis	Seite 5
	Vorwort	Seite 7
<b>Abschnitt</b>	<b>A</b> Der Wasserversorgungsplan Steiermark – Einführung	Seite 11
	Die Wasserversorgung – noch eine öffentliche Aufgabe?	Seite 19
<b>Abschnitt</b>	<b>B</b> Hydrogeologische Grundzüge der Steiermark	Seite 23
	Niederschlag und Verdunstung	
	Ober- und unterirdischer Abfluss	
	Erfassung und Bewertung der Wasservorkommen	
<b>Abschnitt</b>	<b>C</b> Erhebung des Status der Wasserversorgung	Seite 131
<b>Abschnitt</b>	<b>D</b> Wasserbedarfsprognose	Seite 175
<b>Abschnitt</b>	<b>E</b> Einleitung	Seite 191
	Bestehende Wasserversorgungsanlagen	
	Wasserbedarf und Dargebot	
	Lösungsansätze	
	Wasserverbände und Gesellschaften der Steiermark	Seite 231

**Autoren**

Dr. Ralf Benischke	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Mag. Andreas Dalla-Via	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dr. Hartwig Dobesch	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Dipl.-Ing. Werner Erhart-Schippek	Erhart-Schippek, Mascha & Partner ZT-Ges.mbH.
Dr. Ernst Fabiani	Fachabteilung 3a, Referat I - Hydrographie
Dr. Johann Fank	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dipl.-Ing. Dr. Klemens Fuchs	Joanneum Research Forschungsges.mbH., STA
Till Harum	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dipl.-Ing. Christian Kaiser	Zivilingenieurbüro Dipl.-Ing. Christian Kaiser
Dr. Hans-Peter Leditzky	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
LR Erich Pörtl	Landesrat für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt, Nachhaltigkeit, Wasser und Natur
Mag. Stefan Reinsdorff	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dr. Pierpaolo Saccon	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dipl.-Ing. Bruno Saurer	Abteilung 19 Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft
Dipl.-Ing. Dr. Christian Schmid	Joanneum Research Forschungsges.mbH., GPH
Dr. Bejene Yehdeghe	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG
Dr. Hans Zojer	Joanneum Research Forschungsges.mbH., IHG

**Fachliche Koordination**

Dipl.-Ing. Bruno Saurer	Abteilung 19 Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft
Dipl.-Ing. Walter Schild	Fachabteilung 19A, Referat II - Wasserversorgung
Dr. Gunther Suette	Fachabteilung 19A, Referat I - Hydrographie
Dr. Hilmar Zetinigg	Fachabteilung 3a, Referat II – Wasserwirtschaftliche Planung - Wasserversorgung

**Leiter der Arbeitsgruppen in den Workshops:**

Ing. Wolfgang Decker	Stadtwerke Bruck a. d. Mur
Franz Glanz	Wasserverband Wasserversorgung Grenzland Südost
Rudolf Hofer	Wasserverband Stainztal
Dipl.-Ing. Helmut Nickl	Grazer Stadtwerke AG., Bereich Wasser
Ing. Walter Ultes	Verband Steirischer Wasserversorgungsunternehmen

*Von dieser Stelle aus wird Herrn Univ.-Prof. Hofrat i.R. Dr. Hilmar Zetinigg für seine jahrzehntelange hervorragende Tätigkeit im Dienste der Steirischen Wasserwirtschaft der Dank ausgesprochen.*

## Wasserversorgungsplan Steiermark

Landesrat Erich Pörtl

Landesrat für Land- und  
Forstwirtschaft, Umwelt,  
Nachhaltigkeit, Wasser und Natur

Das Wasserland Steiermark verfügt über große Trinkwasserreserven, die jedoch nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen. Gerade in den Jahren 2000–2002, in denen ein Mangel an Niederschlägen zu Wasserversorgungsproblemen in vielen Teilen der Steiermark geführt hat, hat deutlich gemacht, wie wichtig eine vorausschauende Planung zur Wassersicherung ist.

Mit dem vorliegenden Wasserversorgungsplan Steiermark verfolgen wir die qualitative und quantitative Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung. Der aktuelle Plan gibt nicht nur eine Übersicht über die Trinkwasserversorgung in der Steiermark, sondern beinhaltet auch eine Prognose für die nächsten 30 Jahre. Kluge Vorausschau allein ist zu wenig - konkretes Handeln ist gefragt. Wir haben deshalb Lösungen erarbeitet, die zur Sicherung der Wasserversorgung in der Steiermark beitragen.

Wir stehen vor der Herausforderung ein modernes Wassermanagement zwischen dem wasserreichen Norden und der wasserarmen Süd-, Ost- und Weststeiermark zu entwickeln. Mit dem Wasserversorgungsplan haben wir die Voraussetzungen dafür geschaffen.

# Abschnitt A



## Der Wasserversorgungsplan Steiermark

Gemäß § 55 Abs. 1 Wasserrechtsgesetz 1959 in der Fassung der Wasserrechtsgesetz-Novelle 1997 obliegt dem Landeshauptmann als wasserwirtschaftliches Planungsorgan u.a.

- die Zusammenfassung und Koordinierung aller wasserwirtschaftlichen Planungsfragen im Lande,
- die Überwachung der wasserwirtschaftlichen Entwicklung,
- die Sammlung der für die wasserwirtschaftliche Planung bedeutsamen Daten,
- die vorausschauende wasserwirtschaftliche Planung,
- die Wahrnehmung der Interessen an der Sicherung der Trink- und Nutzwasserversorgung im Lande in allen behördlichen Verfahren als Partei.

Das wasserwirtschaftliche Planungsorgan, zu dem mit Verfügung vom 15. Jänner 1990 die Fachabteilung 3a Wasserwirtschaft (ab 01.01.2002 Fachabteilung 19A Wasserwirtschaftliche Planung und Hydrographie) der Landesbaudirektion, vertreten durch den Abteilungsvorstand, bestellt wurde, soll bei Planungen im Vorfeld wasserrechtlicher Bewilligungsverfahren auch Widersprüche zu allgemeinen wasserwirtschaftlichen Interessen frühzeitig erkennen und aufzeigen. Darüber hinaus ist das Entwicklungsprogramm für Wasserwirtschaft 1988 des Landesentwicklungsprogrammes für Steiermark umzusetzen.

In Vollziehung der Wasserrechtsgesetz-Novelle 1947 wurde bereits im Jahr 1948 bei der seinerzeitigen Fachabteilung IIIa - Wasserbau das "Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung" eingerichtet. Im Jahr 1968 wurde dieses Referat in die Landesbaudirektion verlegt und unmittelbar dem Landesbaudirektor unterstellt. Schließlich wurde das "Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung" im Zuge der Neuorganisation der Wasserwirtschaft im Jahr 1989 in die neue Fachabteilung 3a - Wasserwirtschaft eingegliedert. Seit damals werden die wasserwirtschaftlichen Planungsaufgaben infolge der umfassenden Materie in den Referaten Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Oberflächengewässer wahrgenommen.

## Der Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks 1973

Die in den Sechzigerjahren einsetzende Expansion der Wirtschaft und die damit Hand in Hand gehende Siedlungstätigkeit erforderten einen raschen Ausbau der Infrastruktureinrichtungen, zunächst insbesondere der öffentlichen Wasserversorgung. Vom damaligen Leiter des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung L. BERNHART wurde die Notwendigkeit der vorausschauenden Planung auch sofort erkannt und diese (bezogen auf die Wasserversorgung) auch unverzüglich in Angriff genommen. Von einer Expertengruppe, der neben L. BERNHART auch noch E. FABIANI, H. ZETINIGG, E. KAUDERER und J. ZÖTL angehörten, wurde ein Vorschlag für die Erstellung eines Generalplanes der Wasserwirtschaft (bezogen auf die Wasserversorgung) ausgearbeitet. Mit dem Ergebnis des Entwurfes befassten

**Aufgaben des Wasserwirtschaftlichen Planungsorganes**

**Planungen im Vorfeld wasserrechtlicher Bewilligungsverfahren**

**Fachabteilung 3a – Wasserwirtschaft**

**Ausbau der öffentlichen Wasserversorgung**

sich sowohl die Steiermärkische Landesregierung als auch der Steiermärkische Landtag und es nahmen beide Gremien den Bericht hierüber zustimmend zur Kenntnis.

In der inhaltlichen Bearbeitung war für L. BERNHART vorrangig festzustellen, wo in der Steiermark nutzbare Wasservorkommen im Sinne der qualitativen Vorgaben für Trinkwasser (Grund- und Quellwasser) vorhanden sind und wo ein noch nicht befriedigter Bedarf besteht. Aus der Zusammenschau dieser beiden Feststellungen sollte sodann eine Zuordnung bestimmter Wasservorkommen zu bestimmten Verbrauchsgebieten erfolgen. Wenn auch die Erkundung der nutzbaren Wasservorkommen noch in ihren Anfängen steckte, so schien es doch notwendig, die bis dahin gewonnenen Erkenntnisse der Fachwelt und den Entscheidungsträgern zu präsentieren um auf diese Weise den Zugang zu nachgewiesenen oder vermuteten Wasservorkommen zu ermöglichen. Zur Demonstration wurde im Jahr 1974 der Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973) als Band 29 der "Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung" herausgegeben.

Dieser Generalplan sollte auch Wege zu einer Verbundwirtschaft in der Wasserversorgung weisen, die einer gegenseitigen Aushilfe im Notfall und nur dort zu einer ständigen Beanspruchung fremder - also in anderen Gebieten gelegenen - Wasservorkommen führt, wo nachgewiesenermaßen keine eigenen vorhanden sind. Damit wurde aber ein versorgungswasserwirtschaftliches Ziel vorgegeben, das noch heute bei wesentlich erweiterter und vertiefter Kenntnis der nutzbaren Wasservorkommen Gültigkeit hat und diese voraussichtlich auch in Zukunft behalten wird.

L. BERNHART hob in der Einführung zum Generalplan 1973 hervor, dass eine Planung etwas Lebendiges sei, welche wächst, damit stetiger Veränderung unterworfen ist und daher auch nicht als etwas Fertiges gelten kann. Damit wies er schon damals - die Bezeichnung Entwurfsstand 1973 unterstreicht dies - auf die Notwendigkeit der Aktualisierung und Fortführung dieser Planung hin.

Als Grundlage für den Generalplan 1973 konnte die siedlungswasserwirtschaftliche Bestandsaufnahme und Statistik von E. KAUDERER (1969) herangezogen werden, die im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, ausgeführt worden war. Damals waren von 1,192.100 Einwohnern der Steiermark 723.900 Einwohner (61 %) an zentrale bzw. öffentliche Wasserversorgungsanlagen angeschlossen. Die Versorgung erfolgte durch Gemeinden, Wasserverbände, Wassergenossenschaften und -gemeinschaften sowie durch privatwirtschaftlich geführte Unternehmen. Der jährliche Wasserverbrauch lag damals bei ca. 49,7 Mio. m<sup>3</sup>, woraus sich ein durchschnittlicher Verbrauch von 190 l/EW\*d (Schwankungsbereich 90 - 250 l/EW\*d) ergab. Basierend auf Untersuchungen für den Generalplan wurde ein Anschlussbedarf an zentrale Wasserversorgungsanlagen für 252.000 Einwohner (21 %) ermittelt. Für 215.000 Einwohner (18%) wurde angenommen, dass diese aufgrund der Streulage durch zentrale Anlagen nicht erfassbar seien und weiterhin bei der Einzelwasserversorgung bleiben würden. Hervorzuheben ist, dass sich der damalige Nachholbedarf für den Anschluss an zentrale Wasserversorgungsanlagen vor allem auf Teile der mittleren Steiermark sowie der Ost- und Weststeiermark konzentrierte.

## Räumliche Verteilung mit qualitativen Vorgaben für Trinkwasser

## Verbundwirtschaft in der Wasserversorgung

## Grundlage für den Generalplan 1973

## Wasserverbände entstehen

Insbesondere in den Gebieten mit Nachholbedarf lag schon damals der Schwerpunkt der Arbeit der wasserwirtschaftlichen Planung. So sind im Generalplan 1973 folgende Wasserverbände für Planungsaufgaben ausgewiesen:

- Wasserverband Hochschwab-Süd (gegründet 1971)
- Wasserregionalverband Weststeiermark (gegründet 1972, aufgelöst 1998)
- Wasserverband Nördliche Oststeiermark (gegründet 1968, aufgelöst 1998)

Der Wasserverband Hochschwab-Süd erwirkte die Erlassung einer Schongebietsverordnung und einer wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügung (BGBl.Nr. 345/1973) für das Hochschwabgebiet. Zur Realisierung seiner Planungen wurde im Jahr 1981 die Zentral-Wasserversorgung Hochschwab-Süd G.m.b.H ins Leben gerufen, so dass der Verband nur noch als Rechtsträger der Verordnung fungiert.

Der Wasserverband Nördliche Oststeiermark hatte unter der Federführung der Stadtgemeinde Hartberg die Erkundung artesischer Wässer entlang des Grundgebirgsrandes zum Ziel. Diese führte jedoch zu keinem praktisch verwertbaren Ergebnis, weil die festgestellten Wasservorkommen durch bestehende Rechte (artesische Hausbrunnen) bis heute blockiert sind.

Diesen Verbänden folgte der Wasserregionalverband Oststeiermark (gegründet 1974), der erst lange nach Erledigung seiner Planungsaufgabe und nach Gründung des Wasserverbandes Grenzland Südost, der die Umsetzung der Planungen besorgt, aufgelöst wurde (1992). In der Weststeiermark wurde ein anderer Weg beschritten und kein Nachfolgeverband zur Umsetzung der Planungen geschaffen. Die dort bestehenden und später hinzugekommenen Wasserverbände griffen einen Teil der Planungen sukzessive auf und realisierten sie zum Teil in abgewandelter Form je nach örtlicher und zeitlicher Notwendigkeit.

Um die Karstwasservorkommen des Toten Gebirges unter Schutz zu stellen, wurde auf Betreiben der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung im Jahr 1979 der Wasserverband Totes Gebirge gegründet. Dieser Verband betreibt keine Wasserversorgungsanlagen, sondern kümmert sich auf Basis der Verordnung (BGBl.Nr. 79/1984) um den Schutz der Karstwasservorkommen und vertritt die Interessen der Wasserversorgung seiner Mitgliedsgemeinden in den sich aus der Verordnung ergebenden Wasserrechtsverfahren.

Als Hinweis in welchen Regionen der Steiermark zu Beginn der Siebzigerjahre gemeinschaftliche Lösungen in Form von Wasserverbänden bestanden haben, seien die im Jahr 1973 bereits bestehenden Verbände mit ihrem Gründungsjahr angeführt:

- Wasserverband Köflach-Voitsberg, 1956 bzw. 1965
- Wasserverband Ehrenhausen (jetzt WV Leibnitzerfeld-Süd), 1959
- Wasserverband Eibiswald-Wies, 1962
- Wasserverband Blumegg-Lannach (jetzt WV Lannach-St. Josef), 1963
- Wasserverband Söding-Lieboch, 1963
- Wasserverband Staintal, 1965
- Wasserverband Feistritzal, 1968

**Wasserverband Hochschwab-Süd**  
**Zentral-Wasserversorgung**  
**Hochschwab-Süd GmbH.**

**Wasserregionalverband Oststeiermark**  
**Wasserverband Grenzland Südost**

**Wasserverband**  
**Totes Gebirge**

- Wasserverband Grazerfeld Südost, 1973
- Wasserverband Oberes Raabtal, 1973
- Wasserverband Koralm, 1973

Der Generalplan 1973 war zweifellos eine Wegweisung für die weitere Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung. Diese Entwicklung wurde durch höhere qualitative und quantitative Ansprüche an die Wasserversorgung - aufgrund des steigenden Lebensstandards und der Regelungen des Lebensmittelrechts - vorangetrieben. Eine wahrscheinlich noch bedeutsamere Ursache stellten die qualitativen Schwierigkeiten (Nitrat und Pestizide) mit dem Grundwasser des Murtales von Graz bis Radkersburg dar, die zu Beginn der Achtzigerjahre akut wurden. Für die Struktur der Wasserversorgung dieses Talabschnittes hatte dies die Umstellung von der Einzelwasserversorgung zur zentralen Wasserversorgung zur Folge. Da eine für die Trinkwasserqualität ausreichende und nachhaltige Senkung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser nur mit Hilfe der Einrichtung neuer und der Revision alter Schutz- und Schongebiete zu erreichen war, führte dies zwangsläufig zur Ausweitung der zentralen Wasserversorgung in den betroffenen Räumen.

In diesem Zusammenhang muss auch noch darauf hingewiesen werden, dass diese Grundwässer auch zur Versorgung großer Bereiche der Ost- und Weststeiermark im Wege der Leibnitzerfeld Wasserversorgung G.m.b.H. (1973), des Wasserverbandes Umland Graz (1973) und des Wasserverbandes Grenzland Südost (1979) herangezogen werden.

Diese Entwicklung führte sukzessiv zum Anschlussgrad an die öffentliche (zentrale) Wasserversorgung von rd. 84% (Stand 1996) bzw. rd. 86% (Stand 2000) bezogen auf die Einwohner des Landes. Ausgehend vom Ist-Zustand im Jahr 1973 hat sich der Anschlussgrad somit seither um 23% bzw. 25% erhöht, womit er deutlich die Prognose im Generalplan von 21%, allerdings ohne fixierten Zeithorizont, übertrifft.

Einen Stillstand in der Verdichtung des Anschlussgrades wird es auch in Zukunft nicht geben, weil gerade die in den letzten Jahren aufgetretenen Trockenperioden sich auf Einzelwasserversorgungsanlagen wesentlich gravierender ausgewirkt haben als auf größere Einheiten. Auch die nach wie vor ungetrübte Siedlungstätigkeit bzw. die Schließung von Verbauungslücken hat vormals als Streulage geltende Bereiche für die zentrale Versorgung - zumindest vom Aufwand her - geeignet gemacht.

Teils zunehmende Probleme der Wasserversorgungsunternehmen mit der Grundwasserqualität und teils die Notwendigkeit zur Adaptierung bestehender Schutz- und Schongebiete führten in der Folge zur Intensivierung der Zusammenarbeit der Betreiber von Wasserversorgungsanlagen mit dem wasserwirtschaftlichen Planungsorgan. Hieraus entstand zur Stärkung der Position und zur Konzentration der Interessen der Wasserversorgung im Jahr 1988 der Verband Steirischer Wasserversorgungsunternehmen. Diese Organisation bildet seither eine Art Dachverband (in erster Linie für Notfälle) zur Sicherung der derzeitigen und künftigen Trinkwasserversorgung in allen Gebieten der Steiermark, zur Zusammenarbeit im Hinblick auf Sicherung und Erhaltung nutzbarer Grund- und Quellwasservorkommen sowie oberirdischer Gewässer, zur Beratung und Unterstützung der Mitglieder in technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Fragen,

## Der Generalplan 1973 – Wegweisung für die weitere Entwicklung

### Trinkwasserqualität durch Schutz- und Schongebiete

Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH  
Wasserverband Umland Graz  
Wasserverband Grenzland Südost

### Intensivierung der Zusammenarbeit

Verband Steirischer  
Wasserversorgungsunternehmen

zur Koordination dieser Fragen in regionalen und überregionalen Belangen, zur Wahrnehmung gemeinsamer Interessen und zur Öffentlichkeitsarbeit.

Dieser Verband ist mittlerweile zu einem wichtigen Partner der wasserwirtschaftlichen Dienststellen des Landes geworden, sowohl in der strategischen und strukturellen Entwicklung als auch in der Umsetzung konkreter versorgungssichernder Leitungszusammenschlüsse. Hierbei geht es grundsätzlich nur um quantitative Ausgleichsmaßnahmen und um Notfälle und nicht um die Lösung von örtlichen Qualitätsproblemen, etwa durch Beileitung von Wasser über große Distanzen hinweg allein zur "Verdünnung" des belasteten Eigenwassers.

## Vorsorge - ein dynamischer Prozess

Aufbauend auf den Generalplan 1973 und analog zum Steirischen Abwasserwirtschaftsplan wurde im November 1996 über Antrag von Landesrat E. PÖTL von der Steiermärkischen Landesregierung der Fachabteilung 3a Wasserwirtschaft der Auftrag zur Erstellung des Wasserversorgungsplanes Steiermark erteilt. Aus fachlicher Sicht wurden die Vertiefung der Kenntnisse über das Wasserdargebot, die Erhebung des aktuellen Wasserbedarfs, die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung, die Erhöhung der Versorgungssicherheit und das Aufzeigen von Vernetzungsmöglichkeiten innerhalb bestehender Versorgungsstrukturen als wesentlichste Bearbeitungsschritte festgelegt. Zur Ermittlung des Haushaltswasserbedarfs (ohne gewerblich-industriellen Wasserbedarf und ohne landwirtschaftliche Bewässerung) und zur Erarbeitung der Umsetzungsschritte war die enge Zusammenarbeit mit den Wasserversorgungsunternehmen, insbesondere aber mit dem Verband Steirischer Wasserversorgungsunternehmen unverlässlich. Im Rahmen von zwei Workshops wurden wertvolle Erfahrungen und Vorstellungen der Verbandsvertreter eingebracht, die letztlich das Ergebnis und damit den Wasserversorgungsplan Steiermark wesentlich geprägt haben.

Ebenso war es notwendig, Aufträge nach außen an erfahrene Institute (Joanneum Research, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Institut für angewandte Geophysik) und Büros (Erhart-Schippeck, Mascha und Partner, Ziviltechniker G.m.b.H.; Dipl.-Ing. Christian Kaiser, Ziv. Ing. für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft) zu vergeben. Aufbauend auf einem aktuellen Datenbestand sollten mit dem neuen Wasserversorgungskonzept Grundlagen für weitere Maßnahmen zur qualitativen und quantitativen Sicherung von Wasservorkommen für die Trinkwassergewinnung aufgezeigt und Wege zur wirtschaftlichen sowie wasserwirtschaftlichen und ökologisch vertretbaren Verteilung des zur Verfügung stehenden Wassers gewiesen werden.

Neben der statistisch erfassten Fortentwicklung der öffentlichen Wasserversorgung hat auch die überregionale Zusammenarbeit der Wasserversorgungsunternehmen durch gegenseitige Aushilfemaßnahmen große Fortschritte gemacht. So wurden z.B. Leitungszusammenschlüsse durch bis ins Detail gehende Planungen herbeigeführt. Gerade aus derart realisierten Zusammenschlüssen zur Sicherung der Wasserversorgung und zur Trinkwassernotversorgung ist zu ersehen, wie Planungen durch neue Konstellationen überholt werden und deshalb abgeändert oder ergänzt werden müssen. Aber nicht nur die Entwicklung der Versorgungs-

### Partner in der strategischen und strukturellen Entwicklung

#### 1996 – Auftrag zur Erstellung des Wasserversorgungsplanes Steiermark

#### Aufträge an erfahrene Institute und Zivilingenieurbüros

#### Überregionale Zusammenarbeit durch gegenseitige Aushilfemaßnahmen

netze, auch die Zunahme der Kenntnisse über die Verteilung der Grund- und Quellwasservorkommen im Lande sowie ihrer Qualität und Quantität machten eine Adaptierung und vor allem auch eine weitere Detaillierung des Generalplanes 1973 notwendig.

Da diesmal zur Erhebung des Standes der Wasserversorgung eine mit dem Verband Steirischer Wasserversorgungsunternehmen abgegliche Fragebogenaktion durchgeführt werden konnte, standen wesentlich differenziertere Daten zur Verfügung. Diese erlauben nun in Abstimmung mit vertieften Kenntnissen über das Dargebot des nutzbaren Grund- und Quellwassers - deutlich genauer als bisher - die folgenden generellen Planungen.

Aufgrund des hohen Anschlussgrades der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung geht es heute vor allem um die Sicherung des Bestandes. Diese hat in dreifacher Hinsicht zu erfolgen. Einerseits sind die bestehenden Wassergewinnungsanlagen - ob Brunnen oder Quellen - durch Schutzgebiete und wenn notwendig auch durch Schongebiete sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht zu sichern. Andererseits ist durch Zusammenschlüsse Vorsorge gegen technische Gebrechen oder bei Ausfall von Wassergewinnungsanlagen infolge Kontamination zu treffen. Darüber hinaus sollten noch Wasservorkommen erschlossen und gesichert werden, die künftige Ausweitungen einzelner Wasserversorgungsanlagen, weitere Bedarfszunahmen und den dauernden Ausfall bisher genutzter Wassergewinnungsanlagen bzw. Wasservorkommen decken können. Gerade in der öffentlichen Wasserversorgung wird die Betriebssicherheit und eine kontinuierlich den gesetzlichen Regelungen entsprechende Qualität verlangt. Dies wiederum erfordert Vorsorgemaßnahmen, die gerade der Wasserversorgungsplan Steiermark aufzeigen und deren Umsetzung mit den Absichten und Notwendigkeiten der Wasserversorgungsunternehmen konform gehen soll.

Als Zeichen der intensiveren Landnutzung ist zu erkennen, dass sich bei der Wassergewinnung der Schwerpunkt der Arbeit seit 1973 von den Bemühungen zur Beschaffung zusätzlicher Wassermengen hin zur Sicherung der Qualität bereits genutzter oder bekannter - also als Reserve geltender - Wasservorkommen verlagert hat. Anthropogene Einflüsse auf das Grundwasser haben in diesem bereichsweise gravierende Spuren hinterlassen. Ihre Sanierung ist zwar überall im Gange; ob sie gelingt bleibt eine Frage ohne konkrete Antwort und wenn sie gelingt, wird sie viel Zeit und Mühe (Geld) erfordern. Eine Neubewertung von Grundwasservorkommen aus der Sicht der Zukunftsvorsorge ist jedenfalls nötig!

Zur Entschärfung der Versorgungssituation trägt vor allem die gegen die Prognosen der 70er-Jahre verlaufene Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs der Bevölkerung bei. Ökologische Gesichtspunkte und das Streben nach Nachhaltigkeit bei der Wassergewinnung haben naturgemäß in der Wasserwirtschaft eine sehr hohe Priorität erlangt. Deshalb ist es auch nicht mehr möglich, in Quellgebieten alle Quellen zu fassen, weil dadurch die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer zu stark beeinträchtigt werden würde.

Die vorliegende Planung erfasst nur die Trinkwasserversorgung und nicht die gewerbliche und industrielle Eigenversorgung. Diese wird schon aufgrund der äußerst unterschiedlichen Qualitätsanforderungen, die von Nutzwasser minderer Qualität bis zu hochreinen Wässern reicht, in einer eigenen Arbeit zu behandeln sein. Auch der Bedarf, der an den Umfang und die Art der jeweiligen Produktion

### Differenziertere Daten durch Fragebogenaktion

### Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung

### Sicherung der Wasserqualität

### Entschärfung der Versorgungssituation

gebunden ist, ist größeren Veränderungen als bei der Trinkwasserversorgung unterworfen. Allgemein ist ein Trend zur Abkoppelung von der Trinkwasserversorgung zu beobachten, der von der Wasserwirtschaft vor allem aus qualitativen Aspekten begrüßt wird. Die steigenden Trinkwasserpreise sind sicherlich eine Ursache hierfür, schon deshalb weil Kreislaufführungen bei Gewerbe und Industrie die Beanspruchung der Ressource Wasser wesentlich herabsetzen können.

## Nutzungsanalyse

Der vorliegende Wasserversorgungsplan geht vom Stand der öffentlichen Wasserversorgung im Jahre 1996 aus. Um diesen zu erfassen, wurde ein Fragebogen ausgearbeitet und dieser allen Gemeinden, Wasserverbänden und Wasserversorgungsgesellschaften übermittelt. Es konnte dabei ein Rücklauf von 100% erzielt werden, sodass eine ausreichende Basis für die Erfassung der Versorgungssituation und die Ermittlung des künftigen Bedarfes gegeben war. Die lückenlose Rücklaufquote und die Sorgfalt bei der Beantwortung der Fragen lässt ein großes Interesse an der Aufgabenstellung erkennen.

Mit der Erfassung des Netzes der Transportleitungen von Wasserverbänden und Wasserversorgungsgesellschaften konnte aufgezeigt werden, wo Defizite in der Sicherheit der Wasserversorgung bestehen und wo gegenseitige Aushilfe zukünftig vonnöten ist.

## Grundwasserschutz

Auf die verbesserte Situation des Kenntnisstandes zur Einschätzung des Dargebots, also nutzbarer Grund- und Quellwasservorkommen, wurde schon hingewiesen. Die Beschreibung der Grundwasservorkommen erfolgt nach ihrer Einzeldarstellung in der ÖK 1:50.000. Die Ausgangslage für die Quantifizierung der Grundwasservorkommen bildet die meteorologische Situation, insbesondere die langjährigen Jahresmittel der Niederschläge.

Hinsichtlich der qualitativen Situation wird auf die Ergebnisse der Wassergütererhebungsverordnung (BGBl 338/1991) zurückgegriffen und es werden besonders gefährdete Gebiete kartographisch dargestellt.

Der flächenhafte Eintrag von Nitrat und Pestiziden in das Grundwasser brachte in den 80er-Jahren für die Wasserversorgung im Murtal flussabwärts von Graz neue, bis heute anhaltende Probleme. Obwohl in diesem Raum schon sehr früh Schutz- und Schongebiete eingerichtet wurden, reichten diese damals nicht aus, das Problem hintanzuhalten. Erst die neuen Schutz- und Schongebiete, die nach der Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990 über die wasserwirtschaftlichen Bewilligungspflichten hinaus auch Verbote und Nutzungsbeschränkungen beinhalten, zeitigten deutliche Verbesserungen.

Soll das Ziel des Grundwasserschutzes - nämlich Trinkwasserqualität - überall erreicht werden, so müssen eine Reihe von Konfliktsituationen mit raumrelevanten Begehrlichkeiten bewältigt werden, die mitunter nur mit hohem finanziellem Aufwand erfolgreich abgeschlossen werden können. Der Wasserwirtschaft geht es dabei nicht nur darum, bestehende Wassergewinnungsanlagen durch Schutz- und Schongebiete wirkungsvoll und dauerhaft zu schützen, sondern es müssen

Fragebogen:  
Rücklauf von 100%

Nitrat und Pestizide

Flächendeckender  
Grundwasserschutz

darüber hinaus auch jene Wasservorkommen in die Schutzmechanismen miteinbezogen werden, die zur Deckung des künftigen Bedarfs und zur Bildung von Reserven bzw. als Ersatz für bestehende, besonders bedrohte Anlagen geeignet erscheinen. Das durch die qualitative Hydrographie geschaffene Bild über den generellen Qualitätszustand des Grundwassers in den wichtigsten Talabschnitten der Steiermark lässt vielfach einen Sanierungsbedarf erkennen.

Ein besonderes Anliegen der Wasserwirtschaft stellen die gespannten Grundwässer des Steirischen Beckens dar. Zum Unterschied von den anderen Grundwässern sind in diesen Wässern noch keine anthropogenen Einflüsse bemerkbar. Dafür ist aber die quantitative Beanspruchung bereits ein ernstzunehmendes Problem. Im Hinblick auf die besondere Abschirmung gegen anthropogene Einflüsse durch dichte Deckschichten soll dieses Wasser grundsätzlich der Trinkwasserversorgung, insbesondere aber der Trinkwassernotversorgung vorbehalten bleiben. Durch die geringe Mächtigkeit der Aquifere sowie die durch schwer durchlässige Deckschichten bedingte geringe Grundwasserneubildung kann eine Überbeanspruchung der Vorkommen durch zusätzliche Wasserentnahmen (z. B. Neuerschließungen) auftreten.

### Gespannte Grundwässer des Steirischen Beckens

## Zusammenfassung

Insgesamt werden mit dem Wasserversorgungsplan Steiermark Maßnahmen aufgezeigt, die geeignet sind, die Wasserversorgung für die Zukunft zu sichern. Dazu erfolgt eine Abschätzung der weiteren Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung, des damit in Verbindung stehenden Wasserbedarfs und des nutzbaren Dargebots an Quell- und Grundwasser in räumlicher Beziehung zu den Verbrauchern. Notwendige Schutzmaßnahmen für bereits genutzte sowie in Zukunft nutzbare Grund- und Quellwasservorkommen bilden gleichfalls einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung.

Mit dem in enger Zusammenarbeit mit den steirischen Wasserversorgungsunternehmen entwickelten Versorgungsnetzwerk - regional und überregional - und bei nachhaltiger Bewirtschaftung der Wasserressourcen und deren Einzugsgebiete kann die Wasserversorgung für die steirische Bevölkerung auf viele Jahre hinaus sichergestellt werden.

### Wasserversorgung für die Zukunft sichern

## Die Wasserversorgung – noch eine öffentliche Aufgabe?

Die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser ist eine der ältesten und wichtigsten Dienstleistungen der Gemeinden und der Inbegriff dessen, was insbesondere im kommunalen Bereich als Daseinsvorsorge bezeichnet wird. Die Versorgung der steirischen Bevölkerung mit Trink- und Nutzwasser ist auf eine langjährige Aufbauarbeit der Gemeinden im Interesse der Volksgesundheit und der Versorgungssicherheit zurückzuführen. Die topographischen Verhältnisse, die unterschiedliche Ergiebigkeit der Wasserspenden und die sich auf viele Jahre erstreckenden Realisierungsphasen der einzelnen Versorgungsunternehmen haben dazu geführt, dass 386 Gemeinden, 24 Wasserverbände, 2 Gesellschaften und 824 Wassergenossenschaften bzw. -gemeinschaften, also insgesamt 1236 große, mittlere und kleine Infrastruktureinrichtungen, Versorgungsaufgaben erfüllen und damit 86% der Bevölkerung oder rd. 1 Million Einwohner der Steiermark (Stand 2000) mit Trink- und Nutzwasser versorgen.

Die politische und wirtschaftliche Aufbruchstimmung in Richtung Deregulierung, Liberalisierung, die Zurücknahme öffentlicher Förderungsmittel und das Investitionsinteresse von Anlegern in langfristig krisensichere und profitable Wirtschaftszweige sind Ursache der Diskussion Daseinsvorsorge versus Wettbewerb. Interessierte, mitunter auch unwissende Protagonisten an dieser Diskussion meinen, Wasser müsse man schlicht als Produkt oder Ware behandeln, wie Strom oder Erdgas und den Wassermarkt liberalisieren, also das letzte kommunale Monopol aufbrechen.

Selbstverständlich kommt das Wasser in seinen vielfältigen Verwendungszwecken auch einer Handelsware gleich: Es wird beschafft, behandelt, verpackt, transportiert und verkauft, es wird nachgefragt und es hat seinen Preis. Um dem Wasser aber im kaufmännischen Sinn einen Markt zuzuerkennen, stehen einige seiner Qualitäten entgegen. Die Ressource ist begrenzt, physikalisch und rechtlich, auch wenn sie sich ständig erneuert. Noch lässt das österreichische Wasserrechtsgesetz den Zugriff auf Wasserressourcen ausschließlich zur Gewinnmaximierung und ohne Bedarfsnachweis nicht zu. Wasser steht selbst nicht im Wettbewerb mit anderen Produkten, der Wassernutzer ist darauf angewiesen, er ist im Regelfall Zwangskunde seines Wasserversorgungsunternehmens. Werden die vom Wasser untrennbaren ökologischen und gesellschaftlichen Werte auch noch in die Diskussion eingebracht, so ist klar erkennbar, dass Wasser keinesfalls mit einem herkömmlichen Wirtschaftsgut oder einer auf dem Markt angebotenen Handelsware vergleichbar ist. Seine Unentbehrlichkeit für Mensch, Tier und Pflanze, für die Umwelt insgesamt, ist heutzutage auch allgemein anerkannt.

Die Wasserwirtschaft, ob als Schutzmechanismus vor Hochwässern oder zur Wassergewinnung für Siedlungen und die Landwirtschaft, bildete immer schon die Basis zur Organisation der menschlichen Gesellschaft. Insbesondere bestimmte und bestimmt die Bereitstellung von Wasser schlechthin die gesellschaftliche Entwicklung.

Die Wasserversorgung in Österreich stellte bislang eine langfristig angelegte Daseinsvorsorge auf qualitativ hochwertigem Niveau bei sozial verträglichen Preisen mit Verantwortung für die lokale und regionale Wasserwirtschaft und den

Daseinsvorsorge im kommunalen Bereich

Deregulierung, Liberalisierung

Begrenzte Ressource

Wasserwirtschaft ist Basis zur Organisation der menschlichen Gesellschaft

Schutz der Umwelt dar. Die Gemeinden als Gebietskörperschaften sind mit dem Recht der Selbstverwaltung ausgestattet. Sie sind ermächtigt, als selbständige Wirtschaftskörper in Form von Gemeindebetrieben (z.B. Stadtwerke, Wasserwerke, Kanal- und Kläranlagenbetreiber u.a.m.) Dienstleistungen für die Gemeindebewohner zu erbringen. Im wesentlichen handelt es sich bei diesen Infrastrukturleistungen also um die Abdeckung von Grundbedürfnissen, um die Erfüllung von Aufgaben, die ausschließlich im öffentlichen Interesse gelegen sind.

Viele Gemeinden stehen vor grundsätzlichen Entscheidungen. Einerseits sollen mögliche Privatisierungserlöse vorhandene Lücken in den öffentlichen Haushalten stopfen, andererseits bangen Volksvertreter und Konsumenten um den Einfluss, wenn Private öffentliche Dienstleistungen gerade im klassischen Feld der Daseins- und Gesundheitsvorsorge übernehmen. In diesem sensiblen Bereich bedeuten unüberlegte Geschäfte kurzfristig zwar satte Gewinne, auf Dauer jedoch Substanzverlust und Qualitätsgefährdung.

Eine nachhaltige Wasserwirtschaft kann nicht davon ausgehen, dass die unverzichtbare natürliche Lebensgrundlage Wasser genauso gehandelt wird wie Strom, Gas oder Dienstleistungen im Telekommunikations- oder Postbereich. Zu sehr besteht die Gefahr der Vernachlässigung der drei Facetten der Nachhaltigkeit, nämlich der ökologischen, der ökonomischen und der sozialpolitischen Komponenten als gleichrangige Ziele einer ökosozialen Marktwirtschaft. Zurecht bestehen Befürchtungen, dass private Dienstleister unter enormen Kostendruck stehen könnten und daher den Ressourcenschutz mit dem hohen österreichischen Qualitätsstandard und die Bestandserhaltung vernachlässigen. Diesbezügliche negative Erfahrungen werden aus England und Frankreich berichtet, wo der Unmut der Kunden privatisierter Wasserversorgungen eine deutlich steigende Tendenz aufweist.

Es steht außer Zweifel, dass sich die österreichische Siedlungswasserwirtschaft dem Wettbewerb stellen muss. Dieser Druck wird sowohl von außen über die Liberalisierungsbestrebungen in der Europäischen Gemeinschaft als auch von innen über anlaufende Privatisierungsmodelle kommen. Wenn im internationalen Vergleich die Wasserpreise in Österreich als hoch gelten, so hat dies im wesentlichen seine Ursache darin, dass der Konsument nicht nur für die "Ware" Wasser zahlt, sondern für eine ganze Systemleistung. Diese beinhaltet die Erkundung und Erschließung neuer Wasserspenden und die Versorgungssicherheit ebenso wie den Ressourcen- und Gewässerschutz durch das kommunale Versorgungsunternehmen. Es ist der Gebietsschutz, der im Zusammenhang mit der Vergabe von Wasserrechten das entscheidende Fundament für die wirksame Umsetzung wichtiger Gewässerschutzmaßnahmen bildet. Mit diesem Prinzip und dem geltenden Wasserrechtsgesetz im Rücken ist schließlich auch gewährleistet, dass die Unbedenklichkeit des Wasserkonsums grundsätzlich überall in Österreich gewährleistet ist. Gemeinden oder Wasserverbände die ihre "Konzessionen" zur Wasserversorgung an spekulierende Großinvestoren verkaufen, liefern sich einem privaten Konzessionsinhaber aus. Sie öffnen damit der Liberalisierung Tür und Tor, denn Liberalisierung ohne Privatisierung ist nicht möglich.

Es bleibt sohin auch die Frage im Raum stehen, ob Fortschritt und Wettbewerb darin bestehen, die demokratische Kontrolle der kommunalen Selbstverwaltung aus der Hand zu geben, um sich als Gemeinde auf Gedeih und Verderb der Steuerung und Willkür eines Großunternehmens auszusetzen. Der Deckmantel der De-

## Abdeckung von Grundbedürfnissen

## Gefahr der Vernachlässigung der Nachhaltigkeit

## Unbedenklichkeit des Wasserkonsums

regulierung sollte jedenfalls nicht dazu benutzt werden, einer neuen Monopolwirtschaft das Wort zu reden, und zwar diesmal nicht mehr unter öffentlich-rechtlichem, sondern unter privatwirtschaftlichem Vorzeichen.

Es ist unbestritten, dass in den kommunalen Wasserversorgungsbetrieben ein nicht unerhebliches Rationalisierungspotential schlummert. Darüber entscheiden aber weniger die Form der Organisation als vielmehr die Ablauforganisation und die Kontrollmechanismen. Keine Gemeinde, kein Wasserverband wird sich der Notwendigkeit von Rationalisierungen und der Nutzung von Synergieeffekten verschließen.

Die kommunale Wasserwirtschaft verfügt über einen reichen Schatz an Know-how, sie genießt großes Vertrauen in der Bevölkerung und sie sorgt dafür, dass Wassergebühren in der Region bleiben und nicht in die Kassen internationaler Großkonzerne abfließen. Bei Ausschöpfung des vorhandenen Rationalisierungspotentials lässt sich auch hier ein effizienter und wettbewerbsfähiger Weg beschreiten. Denn unabhängig von der Rechtsform führt der auf den Markt ausgerichtete Einsatz betriebswirtschaftlicher Steuerungselemente und die Erfolgsorientierung von Geschäftsführung und Mitarbeitern schlussendlich zur höheren Wirtschaftlichkeit. Ohne Qualitätsverluste befürchten zu müssen, liegen die Kosteneinsparungspotentiale in der verstärkten Zusammenarbeit kommunaler Wasserver- und Abwasserentsorgungsbetriebe, in Kooperationen bis hin zur organisatorischen Zusammenarbeit in Form von Fusionen zu größeren Einheiten.

Kostensenkende Ansätze finden sich im gemeinsamen Einkauf (Neuanschaffung, Ersatzteile, Hardware, Software usw.), in der gemeinsamen Labornutzung, im Einsatz von Fachkräften, im Rechnungswesen, in der Einführung erprobter Managementmethoden, in der MitarbeiterEinstellung, -ausbildung und -führung u.dgl. Auf diese Weise kann unter Beweis gestellt werden, dass im Eigentum der Gemeinden stehende Strukturen nicht zwangsläufig teurer sind als verkaufte und sonach vollprivatisierte Betriebe, wie sie die englischen Privatisierungsmodelle darstellen.

Auf Basis der vorhandenen gewachsenen Strukturen und der Akzeptanz in der Bevölkerung haben die steirischen Wasserversorger und Abwasserentsorger die Chance, dem internationalen Druck dann standzuhalten, wenn hohe Kooperations- und Fusionsbereitschaft besteht und wenn nachhaltige Wasserwirtschaft unter den Qualitätsmerkmalen ökologisch vertretbare Wassergewinnung, regionale Verantwortung, Schutz der Ressourcen, dauerhaft gute Trinkwasserqualität, soziale Preisgestaltung, Wirtschaftlichkeit, Kostentransparenz, Benchmarking, Innovation und Qualitätsmanagement betrieben wird.

Die Aufrechterhaltung einer sicheren Trinkwasserversorgung und die Bewahrung einer hohen Leistungsfähigkeit sind kein statischer, sondern ein ständig dynamischer Prozess. Unternehmerisches Denken und Kundenorientierung werden künftig zwar mehr in den Vordergrund treten. Weil Wasser aber keine beliebig austauschbare Ware ist, bestimmen nicht Angebots- und Nachfragemechanismen seine Produktion und seinen Wert. Der wirtschaftliche Erfolg eines Wasserversorgungsunternehmens wird sich immer dem Gebot der Daseinsvorsorge unterordnen müssen. Dass Wasser keine übliche Handelsware ist, kommt auch sehr deutlich in der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen

**Rationalisierungspotential**

**Großes Vertrauen  
in der Bevölkerung**

**Kostensenkende Ansätze**

**Dem internationalen Druck  
standhalten**

der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik) mit der Feststellung zum Ausdruck, dass Wasser ein ererbtes Gut ist, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.

Im internationalen Vergleich weist die Steiermark - abgesehen von wenigen Problemgebieten - einen sehr hohen Standard an Trinkwasserqualität auf. Was die Versorgungssicherheit betrifft, so können Trockenperioden wie in den Jahren 1992, 1993, 2000 und 2001 insbesondere in der Ost-, Süd- und Weststeiermark zu Versorgungsproblemen führen, wobei dies steiermarkweit weniger die Frage der Mengenerstellung als vielmehr die Frage der Verteilung aufwirft.

Verteilungsprobleme kann es aber auch dann geben, wenn Naturkatastrophen (Erdbeben, Hochwasser, Dürre), Unglücksfälle (Transportunfälle, Explosionen, Reaktorunfälle), Sabotageakte und andere Einflüsse (Undichtheiten an Rohrleitungen und Behältern, Rohrbrüche, Ausfall der Energieversorgung) Einwirkungen auf die Wasserversorgung ausüben. Auch einer gut funktionierenden zentralen Wasserversorgung mit Schutz- und Schongebieten drohen Gefahren, die zu mengen- und gütemäßigen Beeinträchtigungen auf die gesamte Anlage oder Anlagenteile führen können. Es wird dann von Notstand gesprochen, wenn die normale Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser gefährdet, eingeschränkt oder unmöglich gemacht wird.

Nachhaltige Wasserwirtschaft ist eng gekoppelt mit Wissenschaft und Forschung zu sehen. So sind insbesondere der Ressourcenschutz und die Ressourcenerkundung auf eine intensive Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in der Steiermark zurückzuführen. Der Austausch wissenschaftlicher Untersuchungsergebnisse mit der umsetzungsorientierten Wasserwirtschaft und der für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zuständigen Wasserrechtsbehörde waren und sind hierfür wesentliche Voraussetzungen. Dies wird auch in Zukunft reibungslos funktionieren solange Wissenschaft und Forschung ihre Unabhängigkeit von Interessen Einzelner oder von Berufsgruppen akquisitionsfrei bewahren können.

## Steiermark – hoher Standard an Trinkwasserqualität

## Nachhaltige Wasserwirtschaft

# Abschnitt B



B1

B2

<b>1</b>	<b>Hydrogeologische Grundzüge der Steiermark</b>	<b>31</b>
1.1	Nördliche Kalkalpen	31
1.2	Altkristalline und paläozoische Gebirge	31
1.2.1	Einzugsgebiet der Enns	31
1.2.2	Einzugsgebiet der Mur	31
1.2.3	Einzugsgebiet der Raab	32
1.3	Tertiäre Ablagerungen	33
1.3.1	Weststeirisches Neogenbecken	33
1.3.2	Oststeirisches Neogenbecken	33
1.3.3	Inneralpine Neogenbecken	33
1.4	Holozäne und jungpleistozäne Ablagerungen Mur, Mürz, Enns	34
1.4.1	Oberes Murtal	34
1.4.2	Aichfeld-Murboden (Judenburg – Preg)	34
1.4.3	Grundwasserfeld St. Stefan ob Leoben – Kraubath	34
1.4.4	Murtal südlich Peggau, Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal	34
1.4.5	Ennstal	35
1.4.6	Mürztal	35
1.4.7	Ältere Terrassen	35
1.4.7.1	Helfbrunner- und Kaiserwaldterrasse im Murtal unterhalb von Graz	35
1.4.7.2	Ältere Terrassenreste im Enns-, Mur- und Mürztal	35
1.4.8	Täler mit Einzugsgebieten in überwiegend tertiären Ablagerungen	35
1.4.8.1	Täler in Tertiärbecken	35
1.4.8.1.1	Raabtal östlich Gleisdorf	36
1.4.8.1.2	Kainachtal/Gradenerbach	36
<b>2</b>	<b>Niederschlag und Verdunstung</b>	<b>37</b>
2.1	Niederschlagsverhältnisse	37
2.1.1	Typisierung der Niederschläge der Steiermark	37
2.2	Ermittlung der Verdunstung in Teilgebieten	41
2.2.1	Messung der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen	42
2.2.2	Ermittlung der realen Verdunstung	42
2.2.2.1	Ermittlung der realen Verdunstung aus Lysimetermessungen	42
2.2.2.2	Ermittlung der realen Verdunstung aus der Bodenwasserhaushaltsmodellierung	44
2.2.2.3	Ermittlung der realen Gebietsverdunstung aus der Wasserbilanz	44
2.2.2.4	Abschätzung der realen Verdunstung für Jahressummen	45
2.3	Ermittlung der potentiellen Evapotranspiration nach PENMAN für das Bundesland Steiermark	46
2.3.1	Datenmaterial	46
2.3.2	Berechnungsergebnisse mit dem PENMAN-Ansatz	47
2.3.3	Karte der potentiellen Evapotranspiration	49

## B3

## B4

<b>3</b>	<b>Ober- und unterirdischer Abfluss</b>	<b>51</b>
3.1	Typisierung der Abflussregime	51
3.1.1	Einfache Abflussregime	51
3.1.1.1	Gemäßigt nivales Regime (GEN)	51
3.1.2	Komplexe Abflussregime	51
3.1.2.1	Sommerpluviales Regime (SOP)	51
3.1.2.2	Winternivales Regime (WIN)	51
3.1.2.3	Nivo-pluviales Regime (NIP)	52
3.1.2.4	Pluvio-nivales Regime (PLN)	52
3.1.3	Zusammenstellung der Ergebnisse	52
3.2	Regionalisierung der Abflüsse	56
3.2.1	Beziehung Abflussspende/Seehöhe in der Steiermark	56
3.2.1.1	Karten der Abflusshöhen der Steiermark	58
3.2.1.1.1	Abflusshöhen der Steiermark bei Mittelwasser	58
3.2.1.1.2	Grundwasserneubildung	58
3.2.1.2	Regionalisierung der Speicherfähigkeit	60
3.2.2	Abschätzung der Wasserbilanz	63
<b>4</b>	<b>Erfassung und Bewertung der Wasservorkommen</b>	<b>65</b>
4.1	Karst- und Kluftwasservorkommen	65
4.1.1	Allgemeines	65
4.1.2	Karstwasservorkommen der Nördlichen Kalkalpen	65
4.1.2.1	Dachstein	65
4.1.2.2	Totes Gebirge und Warscheneckgebiet	66
4.1.2.3	Grimming	66
4.1.2.4	Bosruck, Haller Mauern und Buchsteingruppe	67
4.1.2.5	Ennstaler Alpen und Gesäuse	67
4.1.2.6	Voralpe und Göstlinger Alpen	67
4.1.2.7	Hochschwab	67
4.1.3	Karstwasservorkommen des Zentralalpinen Mesozoikums	68
4.1.3.1	Schladminger Tauern	68
4.1.3.2	Semmering	68
4.1.3.3	Wechselgebiet	68
4.1.3.4	Oberes Mürztal	68
4.1.4	Karstwasservorkommen in paläozoischen Karbonatgesteinen	68
4.1.4.1	Rottenmanner Tauern	68
4.1.4.2	Ennstaler und Eisenerzer Alpen	69
4.1.4.3	Mürztaler Alpen	69
4.1.4.4	Murauer und Gurktaler Paläozoikum	69
4.1.4.5	Grazer Paläozoikum	69
4.1.5	Karstwasservorkommen karbonatischer Einschaltungen im Kristallin	70
4.1.6	Karstwasservorkommen in tertiären Karbonatgesteinen	70
4.1.7	Kluftwasservorkommen	71
4.1.7.1.	Niedere Tauern	71
4.1.7.2.	Steirisches Randgebirge	71
4.1.7.3.	Gurktaler Alpen – Seetaler Alpen	71
4.1.8	Bemerkungen zur Qualität	71

4.2	Seichtliegende Porengrundwasservorkommen	78
4.2.1	Murtal	78
4.2.1.1	Oberes Murtal	78
4.2.1.2	Aichfeld-Murboden	79
4.2.1.3	Mittleres Murtal	81
4.2.1.3.1	Knittelfeld bis Preg	81
4.2.1.3.2	Kraubath a.d. Mur – St. Michael i. Obersteiermark	81
4.2.1.3.3	Leoben bis Bruck a.d. Mur	82
4.2.1.4	Murdurchbruchstal	83
4.2.1.4.1	Bruck a.d. Mur bis Frohnleiten-Nord	83
4.2.1.4.2	Frohnleiten bis Murhof	83
4.2.1.4.3	Peggau bis Eggenfeld	83
4.2.1.4.4	Gratkorner Becken	84
4.2.1.5	Grazer Feld	84
4.2.1.6	Leibnitzer Feld	88
4.2.1.7	Unteres Murtal	90
4.2.2	Mürztal	92
4.2.2.1	Oberes Mürztal (bis Mürzzuschlag)	92
4.2.2.2	Mittleres Mürztal (Mürzzuschlag – Wartberg)	92
4.2.2.3	Unteres Mürztal (Wartberg – Einmündung in die Mur)	92
4.2.3	Ennstal	94
4.2.3.1	Oberes Ennstal (Mandling – Stainach)	94
4.2.3.2	Mittleres Ennstal (Stainach – Gesäuseeingang)	94
4.2.3.3	Unteres Ennstal (Hieflau – Altenmarkt)	96
4.2.4	Weitere bedeutende Täler in der Obersteiermark	96
4.2.4.1	Pölstal	96
4.2.4.2	Liesingtal	96
4.2.4.3	Paltental	97
4.2.4.4	Täler des südlichen Hochschwabmassives	97
4.2.5	Haupttäler der Oststeiermark	98
4.2.5.1	Unteres Feistritztal (St. Johann b. Herberstein – Landesgrenze)	98
4.2.6	Haupttäler der Weststeiermark	101
4.2.6.1	Kainachtal	101
4.2.6.2	Laßnitz- und Stainzbachtal	101
4.2.6.3	Sulm- und Saggautal	101
4.2.7	Numerische Modellierung von Porengrundwassersystemen als Prognoseinstrument	102
4.2.7.1	Grundwassermodellierung in Porengrundwassergebieten der Steiermark	104
4.2.8	Qualitätssituation der Porengrundwässer	106
4.3	Tiefengrundwasser	113
4.3.1	Überblick	113
4.3.2	Versuchsbohrungen	114
4.3.3	Wasserwirtschaftliche Bedeutung von Tiefengrundwässern	116
4.4	Zusammenfassung und Bewertung der Wasservorkommen	117
	Literatur	121

## Figurenverzeichnis

Fig. 1:	Verteilung der mittleren Jahresniederschlagssumme der Steiermark (1971 bis 1995).	38
Fig. 2:	Verteilung der mittleren Wintersumme (1. Oktober bis 31. März) des Niederschlags der Steiermark (1971 bis 1995).	39
Fig. 3:	Verteilung der mittleren Sommersumme (1. April bis 30. September) des Niederschlags der Steiermark (1971 bis 1995).	40
Fig. 4:	Verteilung der mittleren aktuellen Evapotranspiration (1971 bis 1995) in der Steiermark für die Seehöhenbereiche unter 600 m.	46
Fig. 5:	Mittlere Jahressumme der potentiellen Evapotranspiration (1971 bis 1995) in der Steiermark basierend auf den Auswertungen der Stationsdaten nach PENMAN und der Übertragung auf das Höhenmodell nach der statistisch ermittelten Regressionsbeziehung zwischen $ET_p$ und Seehöhe (Fig. 6).	49
Fig. 6:	Beziehung zwischen der an den Messstationen in Tab. 4 berechneten Jahresmittelwerten der potentiellen Evapotranspiration ( $ET = ET_p$ ) aus der Periode 1971 bis 1995 und der Seehöhe als Grundlage für die Regionalisierung der Verdunstungswerte der Steiermark.	50
Fig. 7:	Beispiel für ein gemäßigt nivales Abflussregime (GEN5), Enns bei Schladming. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.	52
Fig. 8:	Beispiel für ein sommerpluviales Regime (SOP), Kainach bei Lieboch. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.	53
Fig. 9:	Beispiel für ein winternivales Regime (WIN), Erzbach bei Hieflau. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.	53
Fig. 10:	Beispiel für ein sommerstarkes nivo-pluviales Regime (NIP), Salza bei Gußwerk. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.	54
Fig. 11:	Beispiel für ein ausgeglichenes pluvio-nivales Regime (PLN), Raab bei Takern. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.	54
Fig. 12:	Beziehung mittlere Seehöhe $H_m$ zu Jahresmittel der Abflussspende ( $l/s \text{ km}^2$ ) für $M_q$ (oben) und $MoMN_q$ (unten) bzw. Abflusshöhe (mm) für $M_{h_A}$ und $MoMn_{h_A}$ für die 6 Teilgebiete der Steiermark. Durchgezogene Linien begrenzt durch $\_$ : durch Messwerte abgesicherte Bereiche; strichlierte Linien: Extrapolation. $MoMN_q$ bzw. $MoMn_{h_A}$ entspricht nach W. WUNDT (1958) dem langjährigen Mittel der Grundwasserneubildung und somit bei ausgeglichener Wasserbilanz dem Grundwasserabfluss.	57
Fig. 13:	Karte der Abflusshöhen der Steiermark Jahresmittel $M_{h_A}$ für den Zeitraum 1971 bis 1995.	59
Fig. 14:	Karte der Abflusshöhen der Steiermark Jahresmittel 1971 bis 1995 für $MoMn_{h_A}$ (= Mittelwert aller Monats-NQ, entspricht der langjährigen mittleren Grundwasserneubildung nach W. WUNDT, 1958).	60
Fig. 15:	Typusrezessionskurven ausgewählter Einzugsgebiete der Steiermark.	61
Fig. 16:	Zusammenhang zwischen der Grundwasserneubildung der Auslaufzeit ( $K_c$ = charakteristische Ausfließzeit, $K_{50\%}$ = Ausfließzeit zum Zeitpunkt, an dem 50 % des Reservoirvolumens ausgeflossen sind).	61

Fig. 17:	Charakteristische Ausfließzeiten in Tagen ab MoMNO.	62
Fig. 18:	Frei ausfließbare Grundwasserreservoirvolumina in mm.	63
Fig. 19:	Landnutzung und Höhenbereiche der 8 Großeinheiten der Steiermark.	64
Fig. 20:	Mittlere Jahressummen der Niederschläge mit örtlicher Variationsbreite und mittlere Wasserbilanz 1971 bis 1995 (in mm/Jahr) der 8 Großeinheiten der Steiermark.	64
Fig. 21:	Mittelwerte der Karbonathärte (°dH) und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.	72
Fig. 22:	Mittelwerte der Nitratkonzentration (in mg/l) und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.	73
Fig. 23:	Überschreitungshäufigkeit der Richtzahl für Nitrat und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.	74
Fig. 24:	Mittelwerte der Sulfatkonzentration (in mg/l) und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.	75
Fig. 25:	Überschreitungshäufigkeit der Richtzahl für Sulfat und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.	76
Fig. 26:	Tagesmittel der Schüttung und elektrischen Leitfähigkeit der Karstquelle Wassermannsloch (Kalte Mauer – Hochschwab).	77
Fig. 27:	Tagesmittel der Schüttung und elektrischen Leitfähigkeit der Dolomitkarstquelle Pfannbauernquelle (Zeller Staritzen).	77
Fig. 28:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Oberen Murtal anhand der Bohrungen BL2211 in Niederwölz und 2220 in St. Georgen von 1989 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an beiden Messstellen im Vergleich.	79
Fig. 29:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Aichfeld-Murboden anhand der Brunnen BBR2424 in Weisskirchen, BR2505 in Lind und BR2535 in Knittelfeld von 1968 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	80
Fig. 30:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Mittleres Murtal anhand der Brunnen BR2695 in St. Michael und BR2651 in Liesingtal von 1974 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	82
Fig. 31:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Grazer Feld (Stadtgebiet) anhand der Brunnen BR3479 in der Marburgerstraße und BR3450 am Griesplatz von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	86
Fig. 32:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Grazer Feld (südliches Grazer Feld) anhand der Brunnen BR3496 in Seiersberg, BR3552 in Zettling und BR3670 in Wildon von 1967 bis 1993 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	87
Fig. 33:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Leibnitzer Feld anhand der Brunnen BR3769 in St. Georgen a.d. Stiefing, BR3778 in Lebring und BL3810 in Untergralla von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	89

Fig. 34:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Unteres Murtal anhand der Brunnen BR38415 in Strass, BR3883 in Gosdorf und BR39133 in Altneudörfel von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	91
Fig. 35:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Unteres Mürztal anhand der Bohrungen BL3090 in Hafendorf und BL2996 in Scheibsgaben von 1974 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	93
Fig. 36:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Ennstal anhand der Bohrungen BL1100 in Haus und BL1200 in Niederöblarn von 1987 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	95
Fig. 37:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Raabtal anhand der Brunnen BR5232 in Mühldorf und BR5280 in Fehring von 1980 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	99
Fig. 38:	Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Feistritztal anhand der Brunnen BR5663 in Obgrün und BR5693 in Großwilfersdorf von 1980 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.	100
Fig. 39:	Grundwasserqualität: Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentration von Nitrat (50 mg/l) an den WGEV-Messstellen im Porengrundwasser (1992 bis 2000).	108
Fig. 40:	Grundwasserqualität: Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentration von Atrazin (0,1 µg/l) an den WGEV-Messstellen im Porengrundwasser (1992 bis 2000).	109
Fig. 41:	Entwicklung der Nitratkonzentration im Wasser der Wasserversorgungsanlagen Kalsdorf (Grazer Feld), Kaindorf a.d. Sulm (Leibnitzer Feld) und Mureck (Unteres Murtal) von 1987 bis 2000.	110
Fig. 42:	Entwicklung der Atrazinkonzentration im Grundwasser des Grazer Feldes (60608082_Feldkirchen), des Leibnitzer Feldes (61012202_Gralla) und des Unteren Murtales (61512022_Oberschwarza) von 1992 bis 2000.	110
Fig. 43:	Entwicklung der Desethylatrazinkonzentration im Grundwasser des Grazer Feldes (60608082_Feldkirchen), des Leibnitzer Feldes (61012202_Gralla) und des Unteren Murtales (61512022_Oberschwarza) von 1992 bis 2000.	111
Fig. 44:	Tiefengrundwasser im Oststeirischen Becken.	115
Fig. 45:	Porengrundwasser: Grundwasserressourcen der bedeutendsten Porengrundwasserfelder der Steiermark.	119
Fig. 46:	Porengrundwasser: Untersuchungsgrad der bedeutendsten Porengrundwasserfelder der Steiermark.	120

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	GGI Verdunstung in mm/Monat in Zeltweg.	43
Tab. 2:	GGI Verdunstung in mm/Monat in Graz-Messendorfberg.	43
Tab. 3:	Werte der Konstanten nach M. RENGER & G. WESSOLEK (1990).	45
Tab. 4:	Der mittlere Jahrgang der potentiellen Verdunstung (mm) berechnet nach PENMAN für den Zeitraum 1971 bis 1995.	48
Tab. 5:	Typisierung steirischer Fließgewässer modifiziert nach M. PARDÉ (1947) und T. STEIDL (1991).	55
Tab. 6:	Anzahl der Messungen der Parameter Nitrat, Atrazin und Desethylatrazin und der jeweilige prozentuelle Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK: Nitrat 50 mg/l, Atrazin 0,1 µg/l und Desethylatrazin 0,1 µg/l) an WGEV-Messstellen von 1992 bis 2000, zusammengefasst nach Porengrundwassergebieten.	107
Tab. 7:	Anzahl der Messungen der Parameter Eisen und Mangan und der jeweilige prozentuelle Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK: Eisen 0,2 mg/l und Mangan 0,05 mg/l) an WGEV-Messstellen von 1992 bis 2000, zusammengefasst nach Porengrundwassergebieten.	112

## Hydrogeologische Grundzüge der Steiermark

In Bezug auf die wasserwirtschaftlichen Belange ist eine exakte Kenntnis über die hydrogeologischen Grundzüge des Landes von äußerster Wichtigkeit.

Aus diesem Grunde wird ein kurz gefasster Überblick über den geologischen Bau und die hydrogeologischen Grundzüge gegeben, wobei folgende Gliederung vorgenommen wird.

- Nördliche Kalkalpen
- Altkristalline und paläozoische Gesteine
- Tertiäre Ablagerungen
- Holozäne und jungpleistozäne Ablagerungen

Der Gesteinsbestand der zu den Nördlichen Kalkalpen im engeren Sinne zählenden Einheiten umfasst eine Schichtfolge, welche mit Gesteinen des jüngsten Paläozoikums beginnt und bis in die oberste Kreide reicht. Unterschiedliche Entstehungsprozesse, die zum Teil im gleichen Zeitraum abliefen, in verschiedenen räumlich getrennten Ablagerungsgebieten, trugen zur heute sichtbaren Vielfalt der Gesteine dieses Bereiches bei. Diese unterschiedliche Entstehungsweise der Gesteine, ihre Zusammensetzung und ihr Verhalten gegenüber den gebirgsbildenden und -formenden Kräften drückt sich u.a. auch in der erreichten hydrogeologischen Wertigkeit aus (z.B. als Wasserstauer oder Wasserleiter).

In diesem Bereich sind großflächig unterirdisch entwässernde Karstareale und dementsprechende Karstaquifere ausgebildet, aus denen bedeutende versorgungswasserwirtschaftliche Einrichtungen (als bekanntestes Beispiel die II. Wiener Hochquellenleitung aus dem nördlichen Hochschwabgebiet) ihr Wasser beziehen.

Aufgrund der weiten Verbreitung der altkristallinen und paläozoischen Gebirge werden diese im Folgenden entsprechend ihren hydrographischen Einzugsgebieten untergliedert.

Der größte Teil des rechtsufrigen Einzugsgebietes der Enns liegt im Altkristallin der Niederen Tauern, die vorwiegend aus Glimmerschiefern und Gneisen aufgebaut werden. Die unterirdische Entwässerung zeigt sich hier ziemlich einförmig, obwohl ein reger Wechsel lithologischer Einheiten von Phylliten, Glimmerschiefern und Gneisen vorherrscht. Diese Festgesteine sind generell minder wasserdurchlässig, eine tiefreichende Wasserzirkulation ist selten und an geologische Störungen gebunden.

Der geologische Aufbau des Einzugsgebietes der Mur ist infolge der großen Ausdehnung des Flussgebietes sehr unterschiedlich. So ist generell eine Untergliederung in Areale mit vorwiegend Glimmerschiefern und Gneisen, mit überwiegend Quarzitschiefern und schließlich mit Karbonaten zu treffen. In den kristallinen Are-

### 1.1

#### Nördliche Kalkalpen

### 1.2

#### Altkristalline und paläozoische Gebirge

#### 1.2.1

##### Einzugsgebiet der Enns

#### 1.2.2

##### Einzugsgebiet der Mur

alen, wie den Niederen Tauern, den Seckauer Tauern, den Seetaler Alpen, der Stub- und Gleinalpe wird der oberirdische Abfluss bevorzugt, ein nennenswerter Rückhalt ist dem unterirdischen Wasser lediglich in den überlagernden Lockerse-  
dimenten gegeben.

Die Vielfalt von kleinen Gerinnen täuscht einen Wasserreichtum vor, der jedoch bei längeren Trockenzeiten schnell erschöpft ist.

Eine Sonderstellung nehmen die glazialen Blockschuttmassen ein, aus denen Quellen mit einer längeren unterirdischen Speicherung austreten. Eine Ausnahme bildet in den Seckauer Tauern eine mächtige permotriadische Quarzitschiefer-  
serie, die das Liesingtal begleitet und örtlich beträchtliche Wassermengen beher-  
bergt.

Im Raum Murau treten ausgedehnte Flächen pläozoischer Kalke auf. Im Bereich der Südabdachung der Gleinalpe, wo ausgedehnte Bereiche karbonatischer Ge-  
steine, die dem Grazer Paläozoikum zugehören, entwickelt sind, können ergiebi-  
gere Wasservorkommen festgestellt werden. Die Abfolge der Gesteine der Kaina-  
cher Gosau kann nur die Ausbildung von lokalen Grundwasserhorizonten erlau-  
ben.

Im Südabschnitt der oberen Mürz nehmen die kristallinen Schiefer der Fischba-  
cher Alpen eine dominante Stellung ein. Gegen den Wechsel hin erhöht sich mit  
der Einschaltung permotriadischer quarzitreicher Serien die Wasserspeicherung im  
Untergrund. Auch die mehrfach eingeschalteten Karbonatserien bedingen natur-  
räumliche Möglichkeiten einer nennenswerten Wasserspeicherung.

Im Bereich der Koralpe liegt ein akzentuiertes Bild der unterirdischen Entwässe-  
rung über Quellen vor. Größere Wasseraustritte sind generell an die eingeschalte-  
ten Marmorzüge und an mächtige Verwitterungsdecken in den flachen Hochla-  
gen des Gebirgsmassivs gebunden, während die Steilabbrüche zu den Gräben der  
Vorfluter vorwiegend durch Oberflächenabfluss gekennzeichnet sind.

Das obere Einzugsgebiet der Raab wird im Hinterland von Weiz durch das Grazer  
Paläozoikum geprägt. Karbonatische Serien wechseln hier mit Tonschiefern und  
erzeugen ein stark differenziertes hydrogeologisches Bild. Die größeren Quellen  
aus den paläozoischen Kalken sind entweder auf lithologische Schichtgrenzen  
oder an die unmittelbare Vorflut der Raab oder des Weizbaches gebunden.

Weiter im Osten, im Einzugsgebiet der Feistritz und der Lafnitz herrschen aus-  
schließlich kristalline Gesteine mit noch erkennbaren Unterschieden in der unter-  
irdischen Wasserführung vor.

---

### 1.2.3

#### **Einzugsgebiet der Raab**

Das Weststeirische Neogenbecken wird durch die Sausalschwelle vom Oststeirischen Becken getrennt und erreicht eine maximale Tiefe von 800 m.

Aus hydrogeologischer Sicht sind zwei Gruppen von Sedimenttypen von Bedeutung:

- die grobklastischen, limnisch-fluviatilen älteren Ablagerungen mit Ausbildung artesischer Horizonte, wobei aufgrund der Sedimentbeschaffenheit mit großen Porenvolumina aber auch diese klastischen Abfolgen hydrogeologisch von Bedeutung sein können
- vorwiegend marine Ablagerungen mit einer Abfolge von Wasserstauern und Sandhorizonten vor allem in den oberen Florianer Schichten, welche zur Ausbildung gespanntes Wasser führender Horizonte führt, die durch zahlreiche artesische Brunnen in der Florianer Bucht belegt sind.

Das Oststeirische Neogenbecken ist in mehrere Teilbecken mit Maximaltiefen von bis zu 3000 m untergliedert.

Im Allgemeinen herrschen an den Beckenrändern grobklastische Ablagerungen (Konglomerate, Brekzien und Grobschotter) vor, die auch die tieferen Anteile der tertiären Beckenfüllung bilden. Die Sedimente besitzen meist feinkörnige Zwischenmittel und stellen damit schlechte Grundwasserleiter dar. Die im Bereich der Sausalschwelle eingeschalteten Leithakalkbildungen zeichnen sich hingegen durch Kluft- und Karstwasserführung aus.

Die sandig-kiesigen Ablagerungen im Sarmat und Pannon stellen bei größeren Porositäten bedeutende Aquifere dar. Durch den regen Wechsel mit schluffig-tonigen Ablagerungen und dem gleichzeitigen Einfallen der Schichten gegen das Beckeninnere ist eine große Zahl von gespanntes Wasser führenden Horizonten ausgebildet. Aufgrund der vom Sarmat in das Pannon zunehmend gröber werdenden Ablagerungen nimmt auch allgemein die hydrogeologische Bedeutung der Ablagerungen vom Sarmat ins Pannon zu.

Außerhalb des Steirischen Tertiärbeckens sind bedeutende Miozänvorkommen im Mürztal, im Becken von Aflenz, im Murtal zwischen Leoben und Bruck, im Fohndorf-Knittelfelder Becken und im Becken von Passail bekannt, die jedoch aus hydrogeologisch-wasserwirtschaftlicher Sicht durchwegs nur untergeordnete, lokal begrenzte Bedeutung aufweisen.

---

### 1.3

#### Tertiäre Ablagerungen

---

##### 1.3.1

#### Weststeirisches Neogenbecken

---

##### 1.3.2

#### Oststeirisches Neogenbecken

---

##### 1.3.3

#### Inneralpine Neogenbecken

Die jungen grobklastischen Ablagerungen in den größeren Flusstälern (Mur, Mürz und Enns) zeichnen sich durch bedeutende Schottermächtigkeiten, geringe Anteile an Feinmaterial und damit große Sedimentdurchlässigkeiten aus. Sie sind damit neben den verkarsteten Karbonatgesteinen die wichtigsten Aquifere der Steiermark.

Quartäre Ablagerungen größerer Mächtigkeit liegen im oberen Murtal nachgewiesen bei Frojach und in der Bohrung Niederwölz (190 m tief) vor. In diesen Bereichen sind auch die größten Wasservorkommen dieses Talabschnittes zu erwarten.

Die quartäre Beckenfüllung besteht aus holozänen Fluren, einer Würm-Hauptterrasse sowie lokalen Resten höherer Schotterterrassen mit und ohne Lehmüberdeckung an den Beckenrändern. Die größten Mächtigkeiten der Würmschotter sind bei Gabelhofen mit ca. 60 m gegeben, ähnliche Schottermächtigkeiten sind auch im untersten Pölstal zwischen Ritzersdorf und Gasselsdorf in einer Tiefenrinne an der Südseite des Beckens vorhanden.

Als Ergebnis von Bohrungen und geophysikalischen Untersuchungen beträgt die Mächtigkeit der quartären Talfüllung zwischen Kraubath a.d. Mur und St. Stefan o. Leoben bis zu 40 m und besteht vorwiegend aus sandigen Kiesen, die lokal stärker verlehmt sein können. Die Grundwassermächtigkeit beträgt hier zwischen 20 und 25 m, flussabwärts steigt sie zwischen Leoben und St. Michael auf bis zu 35 m an.

Bedeutende Nutzungsmöglichkeiten des quartären Schotteraquifers im Murtal sind erst südlich Peggau gegeben. Das Grundwasserfeld von Friesach, das Grazer Feld und Leibnitzer Feld sowie die jüngeren Schotterfluren im unteren Murtal sind die bedeutendsten Porengrundwasseraquifere der Steiermark. Die Schottermächtigkeiten betragen im Grundwasserfeld Friesach maximal 27 m. Vom Wasserwerk Andritz über Weinzödl verläuft eine Tiefenrinne durch das Stadtgebiet von Graz, in der maximale Schottermächtigkeiten von über 50 m nachgewiesen wurden. Die durchschnittlichen Schottermächtigkeiten im Grazer Feld liegen hingegen bei nur etwa 15–20 m (Grundwassermächtigkeit 2–10 m). Die Schottermächtigkeiten nehmen über das Leibnitzer Feld gegen das untere Murtal kontinuierlich auf durchschnittlich 7–10 m ab, wobei sich die Grundwassermächtigkeiten auf 3–6 m reduzieren.

---

## 1.4

### Holozäne und jungpleistozäne Ablagerungen

---

#### 1.4.1

##### Oberes Murtal

---

#### 1.4.2

##### Aichfeld-Murboden (Judenburg – Preg)

---

#### 1.4.3

##### Grundwasserfeld St. Stefan o. Leoben – Kraubath a.d. Mur

---

#### 1.4.4

##### Murtal südlich Peggau, Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal

Der Ennsgletscher erstreckte sich bis Admont sowie mit einem Seitenarm über das Paltental bis zum Schoberpaß. Eine am Talrand bei Wörschach situierte Bohrung erreichte den Untergrund erst bei 195 m, im oberen Ennstal zwischen Schladming und Stainach ist das Tal mehr als 120 m mächtig mit Kies aufgefüllt. Durch Einschaltungen von Schlufftonschichten sind zwischen Stainach und Admont mehrere gespanntes Wasser führende Grundwasserstockwerke ausgebildet. Weiters sind im Bereich Selzthal zahlreiche artesische Hausbrunnen vorhanden, die allerdings an die Schleppenhänge am südlichen Talrand gebunden sind.

Im Mürztal liegen sandige Kiese in einer maximalen Mächtigkeit von knapp 19 m vor, wobei nur eine geringmächtige und durchlässige Grundwasserüberdeckung vorhanden ist. Mit Pumpversuchen wurden bedeutende Grundwasservorräte nachgewiesen.

Südlich Graz bis Radkersburg begleiten die Mur Riss- bzw. Riss/Mindl-Schotterterrassen mit einer mehrere Meter mächtigen Lehmüberdeckung, die einen guten Schutz des Grundwassers gewährleisten. Aufgrund eines höheren Verlehmungsgrades weisen die Schotter nur eine geringe Wasserführung auf. Bei größerflächiger Ausdehnung können die Terrassenschotter für kleinere Wasserversorgungseinheiten oder Einzelwasserversorgungen regional von Bedeutung sein. Häufig sind die Wässer durch hohe Eisengehalte und Sauerstoffunterversorgung charakterisiert.

Beidseitig der größeren Flussläufe können stellenweise Reste älterer pleistozäner Terrassen vorhanden sein, denen keine überregionale wasserwirtschaftliche Bedeutung beizumessen ist.

Im Allgemeinen ist die Mächtigkeit der quartären Talfüllung in den Flusstälern im Ost- und Weststeirischen Becken nur gering. Die Sedimente weisen zudem einen hohen Verlehmungsgrad und damit nur geringe Durchlässigkeiten auf. Die nur geringe Grundwasserüberdeckung, hohe Eisen-, Mangan- und Nitratgehalte schränken die Grundwassernutzung weiter ein.

---

#### 1.4.5

#### **Ennstal**

---

#### 1.4.6

#### **Mürztal**

---

#### 1.4.7

#### **Ältere Terrassen**

---

##### 1.4.7.1

#### **Helfbrunner- und Kaiserwaldterrasse im Murtal unterhalb von Graz**

---

##### 1.4.7.2

#### **Ältere Terrassenreste im Enns-, Mur- und Mürztal**

---

#### 1.4.8

#### **Täler mit Einzugsgebieten in überwiegend tertiären Ablagerungen**

---

##### 1.4.8.1

#### **Täler in Tertiärbecken**

Die Kiesmächtigkeit im Raabtal östlich Gleisdorf beträgt durchschnittlich 3–6 m, wobei allerdings lokal größere Schottermächtigkeiten eventuell auf das Vorhandensein von Tiefenrinnen hinweisen können.

Generell sind starke Sedimentinhomogenitäten gegeben, wobei die Schotter auch stärker verlehmt sind. Sie werden von einer durchschnittlich 3–5 m mächtigen Aulehmschicht überlagert. Im Allgemeinen ist das seichtliegende Grundwasser von minderer Qualität und weist hohe Eisengehalte auf. Die Grundwasserüberdeckung ist nur sehr gering.

Im bis zu 2 km breiten Kainachtal zwischen St. Johann-Köppling und Weitendorf besteht die quartäre Talfüllung aus durchschnittlich 3–6 m mächtigen sandigen Schottern mit zumeist größeren bindigen Anteilen, die von einer durchschnittlich 2 m mächtigen Aulehmschicht überlagert werden.

Eine Ausnahmestellung hat das Tal des Gradenerbaches, ein Seitental des oberen Kainachtales, in welchem eine bis zu 10 m mächtige Schotterfüllung vorhanden ist, die durch Karstwasserzutritte alimentiert wird und aus der bedeutende Wassermengen entnommen werden.

---

#### 1.4.8.1.1

#### **Raabtal östlich Gleisdorf**

---

#### 1.4.8.1.2

#### **Kainachtal/Gradenerbach**

## Niederschlag und Verdunstung

Der Steiermark steht dank ihrer günstigen geographischen Lage in der Regel ganzjährig eine ausreichende Menge Niederschlag zur Verfügung. Es können jedoch auf relativ engem Raum große Unterschiede auftreten. Die Niederschlagsverteilung ist aus Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 ersichtlich.

Bedingt durch den gebirgigen Charakter des Landes und vorherrschende Wetterlagen differiert die mittlere Jahressumme des Niederschlages mit über 2400 mm im Nordwesten und weniger als 700 mm im Südosten des Landes um mehr als 300 % (Fig. 1).

Unterschiedlich ist auch die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge. Fallen z.B. im Norden 50 bis über 60 % der Jahresniederschläge in den Wintermonaten, bleibt der Süden meist arm an Winterniederschlägen. Sind es im Norden überwiegend Stau-niederschläge, die ganzjährig zu reichlich Niederschlag führen, ist der Süden während der Sommermonate besonders häufig von Gewittern betroffen und bringen Adriatiefs oft auch ergiebige Herbstregen (vgl. Fig. 2 und Fig. 3). Desgleichen bewegt sich das Jahresmittel der Lufttemperatur zwischen 8 °C bis über 9 °C im „Steirischen Becken“ und bis zu unter 0 °C in Gebirgsregionen, wobei lokale Unterschiede häufig an die herbstlich - winterliche Temperaturumkehr in Beckenlagen gebunden sind.

Aus dem Zusammenspiel zwischen der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Niederschläge und der temperaturabhängigen Speicherung in Form von Schnee in den Gebirgsregionen ergibt sich in Verbindung mit dem daraus resultierenden Abflussverhalten ein Bild unterschiedlicher „Hydrologischer Landschaften“.

Niederschlagsreichstes Gebiet der Steiermark sind mit Jahressummen von 1500 bis über 2400 mm die sich vom Ausseerland bis in das Mariazellerland erstreckenden „**Nordalpen**“. Als Staugebiet für alle nordwestlichen Strömungen kommt es hier während aller Jahreszeiten, besonders aber auch während des Winters zu ergiebigen Niederschlägen. Typisch ist wechselhaftes Wetter mit markanten, ungebremst einfallenden Wetterstürzen, doch sind auch mehrere Tage anhaltende Schlechtwetterperioden häufig. Deshalb liegen auch die Temperaturen 1–2 °C unter dem für die Ostalpen typischen Mittel.

### 2.1

#### Niederschlagsverhältnisse

##### 2.1.1

#### Typisierung der Niederschläge der Steiermark

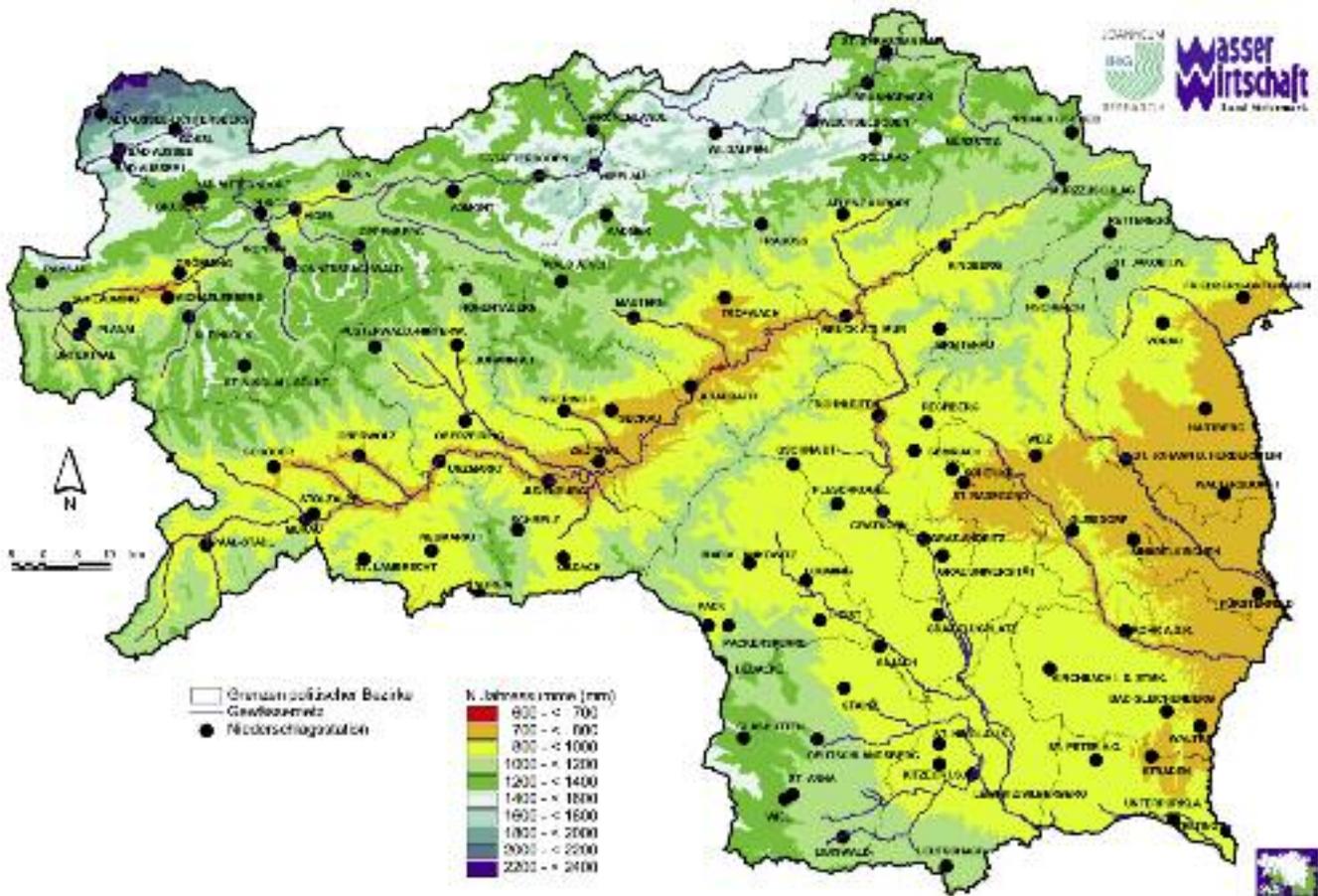


Fig. 1: Verteilung der mittleren Jahresniederschlagssumme der Steiermark (1971 bis 1995)

Südliche Strömungen bewirken hingegen föhninges Schönwetter. Hochwässer sind dank günstiger geologischer und morphologischer Voraussetzungen eher selten und zum Donauraum hin orientiert.

Das Ennstal liegt bis zum Gesäuse deutlich im Regenschatten der Nordalpen. Abgesehen von einer merklich niedrigeren Jahressumme des Niederschlages konzentrieren sich die Einträge auf die Sommermonate (57 % Schlechtwettertage) und der Herbst bleibt relativ stabil. Infolge der Beckenlage sinken die Wintertemperaturen stark ab und Jahresschwankungen bis 20 °C werden erreicht.

Die quer zur vorherrschenden Strömungsrichtung stehenden **Niederer Tauern** sind wieder typisch Staugebiet und Wetterscheide für alle nordwestlichen Strömungen. Während bei Nordstau die Niederschlagstätigkeit häufig noch über die Kammregion hinaus reicht, werden Südströmungen meist von vorgelagerten Gebirgen abgefangen und kaum wirksam.

Mit rund 600 mm Niederschlag und 76 % der Schlechtwettertage erreichen die Sommermonate ein ausgeprägtes Maximum.

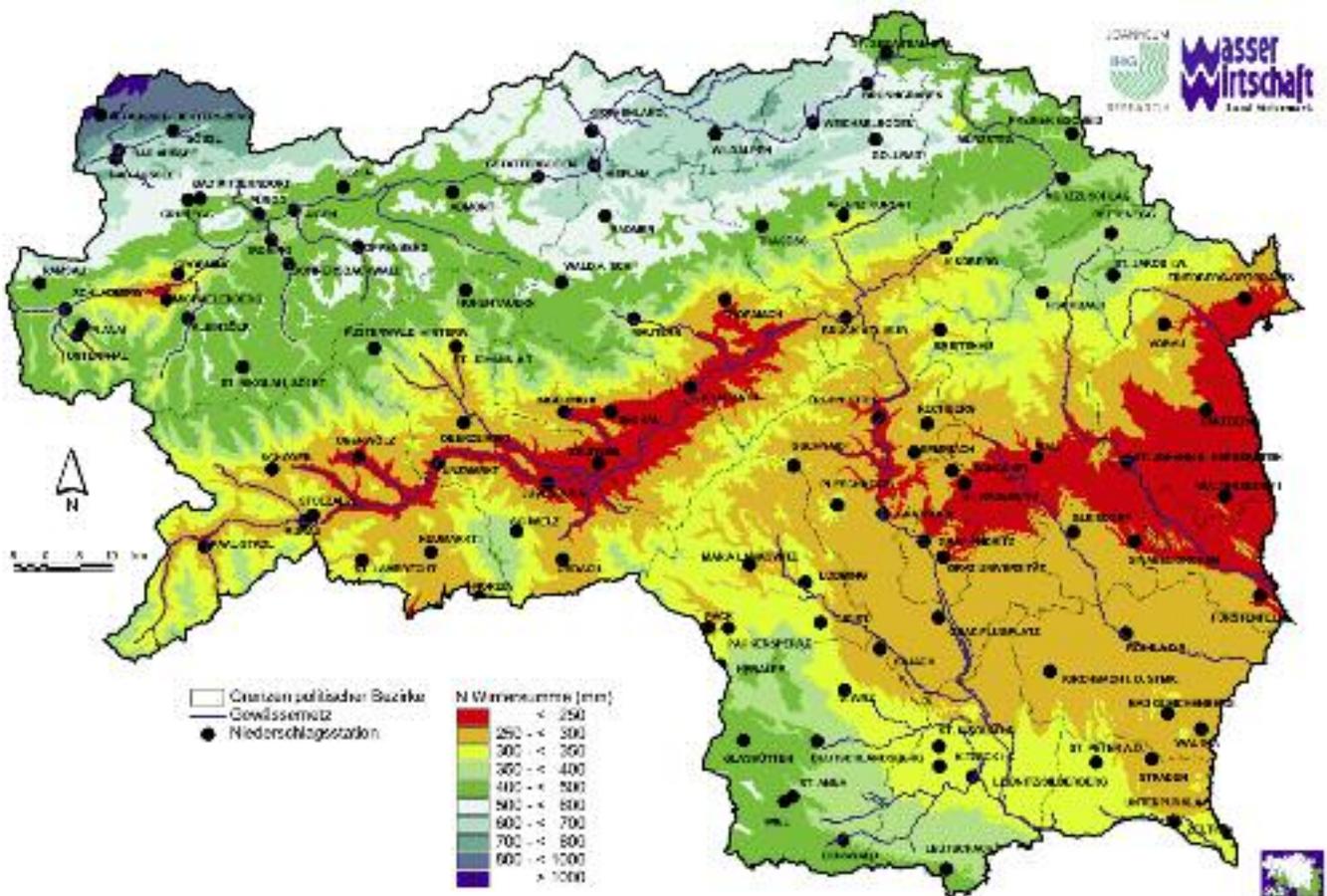


Fig. 2: Verteilung der mittleren Wintersumme (1. Oktober bis 31. März) des Niederschlages der Steiermark (1971 bis 1995).

Ausgeprägter als das Ennstal liegt das Längstal der **Mur-Mürzfurche** im Lee der abschirmenden Gebirgsketten. Mit bis unter 800 mm gehenden Jahressummen des Niederschlages zeigt sich hier ein autochthoner, inneralpiner Klimatyp mit geringer Niederschlagsbereitschaft im Winter und ausgeprägtem Sommermaximum.

Niederschläge werden vorwiegend durch Tiefdrucklagen, in geringem Maße durch nordwestliche oder südliche Strömungen ausgelöst. Typisch sind kurzdauernde Schauer. Gegen das nordwestliche Mürztal lässt der Abschirmeffekt nach. Typisch für Beckenlagen sind tiefe Wintertemperaturen (z.B. Zeltweg).

Das **Steirische Randgebirge** wirkt hauptsächlich als Staugebiet für südliche Strömungen, die jedoch besonders während der Wintermonate kaum wirksam werden. Von Bedeutung sind jedoch zyklonale Strömungen, vor allem die „Zugstraße V b“, eines von der Adria über Ungarn gegen Polen abziehenden Mittelmeertiefs, welches vor allem im Herbst zu mehrtägig anhaltenden Niederschlägen führen kann.

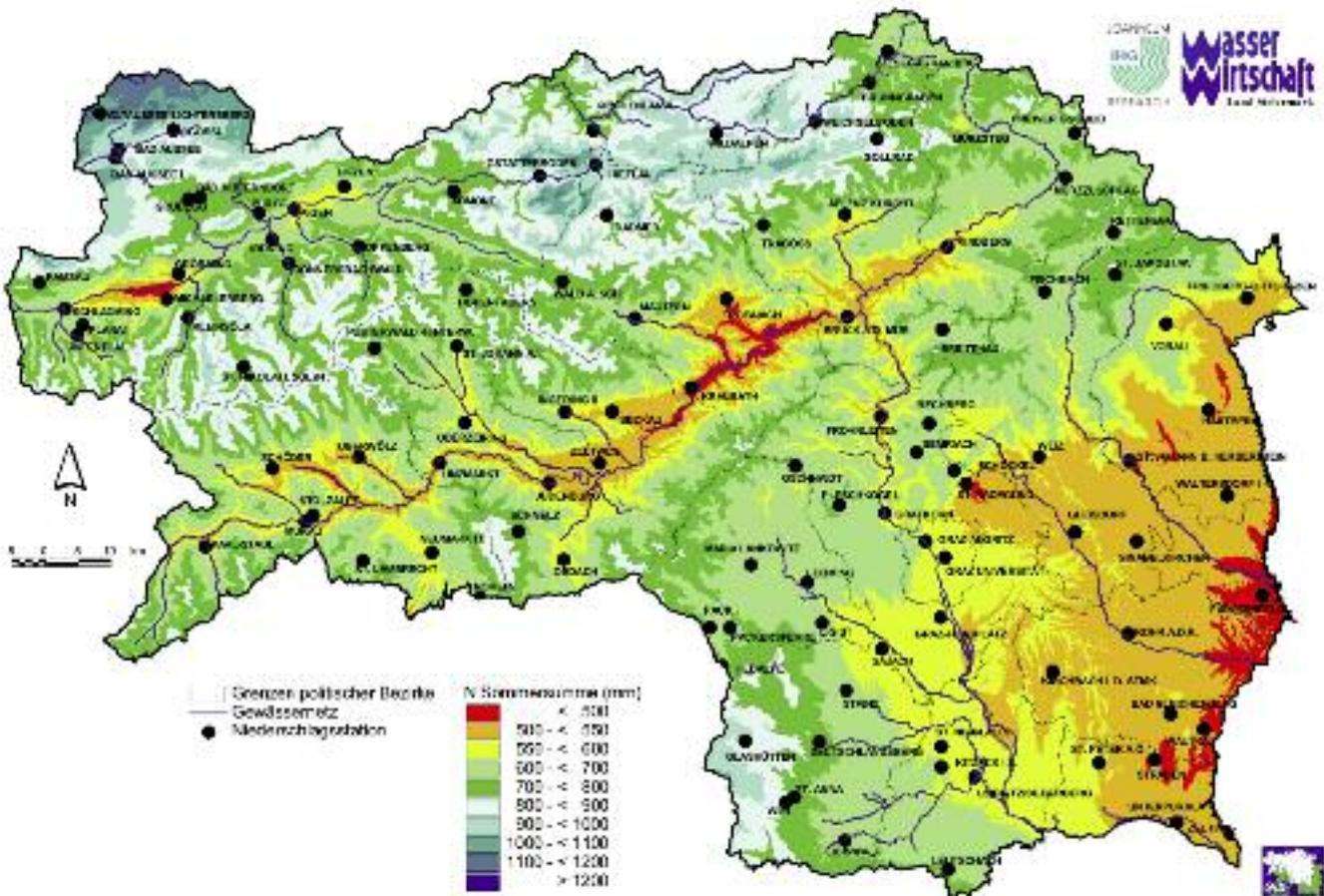


Fig. 3: Verteilung der mittleren Sommersumme (1. April bis 30. September) des Niederschlags der Steiermark (1971 bis 1995).

Während der Sommermonate können vor allem Nord- und Nordwestwetterlagen teils heftige Gewitter auslösen, welche letztlich zu einem ausgeprägten Sommermaximum der Niederschläge führen.

Das **Ost- und Weststeirische Hügelland** (Steirische Bucht) ist gegen Norden und Westen durch Gebirge abgeschirmt und nur gegen Osten geöffnet. Hier kommen somit fast nur zyklonale und thermisch-turbulente Vorgänge, insbesondere bei Frontdurchgängen, zur Geltung. Diese führen im Frühsommer und Sommer zu teils heftigen Wärmegewittern, welche diesen Landesteil als gewitterreichste Region Österreichs ausweisen. Anhaltende Südwestströmungen können aber auch zu langanhaltenden Trockenperioden (zuletzt 1992, 1993) führen, die meist von heftigen Gewittern beendet werden. Während Gewitter und Starkregen häufig lokale Überschwemmungen und Murenabgänge zur Folge haben, bewirken die langanhaltenden, meist Summen von 100 mm deutlich überschreitenden Herbstregen, wie sie durch Mittelmeertiefs (Zugstraße V b) ausgelöst werden, häufig großflächig wirksame Hochwasserereignisse.

Die Winter sind hingegen ausgesprochen niederschlagsarm, oft langanhaltend trüb und kalt (Temperaturumkehr), das Frühjahr ist eher wechselhaft und windig. Erwähnenswert sind die gegen Jahresende häufig auftretenden durch Südströmungen bewirkten „Weihnachtstauwetter“, die im Zusammenwirken von Niederschlag und Schneeschmelze zu Hochwasser führen können.

Die Verdunstung ist ein wesentlicher Bestandteil sowohl des Wasserkreislaufes als auch des Wärmehaushaltes der Atmosphäre. Durch die zunehmende Bedeutung des Rohstoffes Wasser sind Informationen über die Verdunstung für verschiedene Anwendungsbereiche, wie Kraftwerksbau, künstliche Bewässerung in der Landwirtschaft, Trinkwasserversorgung immer wichtiger geworden. Damit ist in einem Land wie der Steiermark, wo der Niederschlag sehr unterschiedlich verteilt ist, die Kenntnis der Verdunstung, besonders die Verteilung in den einzelnen Regionen bzw. Seehöhenstufen, von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Der Vorgang der Verdunstung ist ein komplexer physikalischer Prozess, der je nach meteorologischen Gegebenheiten, Bodenart, Beschaffenheit und Bewuchs der Bodenoberfläche, Tages- und Jahreszeit, Höhenlage und anderen Faktoren starken Schwankungen unterliegt. Man kann mehrere Formen der Verdunstung unterscheiden, je nachdem von welcher Oberfläche und deren momentanen Eigenschaften der Verdunstungsvorgang seinen Ausgang nimmt. So spricht man von Evaporation (E), wenn Wasser von unbewachsenem Boden oder einer freien Wasserfläche verdunstet. Bei unbewachsenem Boden spielen neben den äußeren meteorologischen Gegebenheiten, die die Verdunstungskraft der Atmosphäre steuern, vor allem der bodenphysikalische Zustand, wie z.B. der Wassergehalt des Bodens und dessen Verteilung mit der Tiefe und die Tiefenlage des Grundwasserspiegels, eine entscheidende Rolle.

Transpiration („Blattverdunstung“, T) nennt man den Vorgang der Abgabe von Wasser an die Atmosphäre durch die oberirdischen Organe der Pflanzen. Hier hängt die Intensität der Transpiration zunächst auch von der Verdunstungskraft der Atmosphäre ab. Da jedoch die Pflanze ihr Wasser aus dem Boden bezieht, erfolgt eine wesentliche Kontrolle der Transpiration durch die Prozesse, die sich beim Fluss des Wassers aus dem Bodenraum über das Wurzelsystem bis hin zu den Spaltöffnungen abspielen. Die Transpiration hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab, nämlich dem atmosphärischen, dem bodenphysikalischen und dem pflanzenphysiologischen. Man spricht in diesem Zusammenhang von der Transpiration als der physiologisch regulierten Verdunstung. Die Zusammenziehung der beiden Begriffe Evaporation und Transpiration ergibt die Evapotranspiration (ET), unter der man den Gesamtwassertransfer in die Atmosphäre pro Einheit der bewachsenen Bodenfläche versteht.

Zusätzlich muss zwischen aktueller und potentieller Verdunstung unterschieden werden. So ist die potentielle Evaporation ( $E_p$ ) in Anschluss an die Definition von H.L. PENMAN (1956) und der WMO (1966) jene maximale Wasserdampfmenge, die von einer mit Wasser vollständig gesättigten, leblosen Oberfläche pro Flächen- und Zeiteinheit unter den bestehenden atmosphärischen Bedingungen abgegeben werden kann. Die potentielle Evapotranspiration ( $ET_p$ ) ist dann jene maximale Wassermenge, die von einer stets wassergesättigten, den ganzen Boden bedeckenden Vegetationsfläche verdunstet kann. Es wird also vereinfachend der ma-

## 2.2

### Ermittlung der Verdunstung in Teilgebieten

#### Formen der Verdunstung

ximal mögliche Wasserverlust meist alleine auf Grund der atmosphärischen Bedingungen abgeschätzt und der solcherart berechnete Wert mittels zusätzlicher Faktoren den jeweiligen pflanzenspezifischen Bedingungen angepasst.

Die aktuelle oder reale Evapotranspiration ( $ET_a$ ) ist nun jene Wassermenge, die unter den gegebenen Bedingungen von einer bewachsenen Landoberfläche bei den bestehenden atmosphärischen Verhältnissen und den die Verdunstung beschränkenden Bodenwasserverhältnissen tatsächlich in die Atmosphäre verdunstet. Die aktuelle Evaporation ( $E_a$ ) wird als jene Wasserdampfmenge definiert, die unter den gegebenen äußeren Bedingungen von einer nur teilweise mit Wasser gesättigten leblosen Oberfläche in die Atmosphäre abgegeben wird.

Wegen der Komplexität des Verdunstungsprozesses ist es schwierig, die Verdunstung auf direktem Weg (z.B. durch Lysimeter) zu bestimmen. Mit Verdunstungswannen, die weltweit in Verwendung stehen, kann nur die potentielle Verdunstung gemessen werden.

In der Steiermark liegen von Zeltweg und Graz-Messendorf für die Jahre 1977 bis 1995 geprüfte Daten von Verdunstungswannen vor. In Tab. 1 sind die mittleren und extremen Monatssummen der Verdunstung dieser Wannen von Zeltweg und in Tab. 2 diejenigen von Graz-Messendorfberg aufgelistet.

Wie man leicht erkennt, treten im mittleren Jahresgang die höchsten Werte zu meist im Juli auf, in Einzeljahren bereits schon im Juni oder erst im August.

Es gibt zahlreiche Algorithmen zur Berechnung der potentiellen Evaporation ( $E_p$ ) bzw. der potentiellen Evapotranspiration ( $ET_p$ ), angefangen mit dem Energiehaushalt (SVERDRUP-Ansatz mit BOWENS-Beziehung, PENMAN-MONTEITH-Gleichung), über Diffusionsansätze und semiempirische Beziehungen (DALTON-Ansatz, THORNTON-HOLTZMANN-Gleichung, HAUDE-Formeln) bis hin zu klimatologischen Indizes, die nur ein oder mehrere Klimaelemente umfassen (BLANEY-CRIDDLE, TURC). Während die Bestimmung von  $E_p$  und  $ET_p$  noch verhältnismäßig einfach vorgenommen werden kann, ist dies bei der aktuellen Evaporation ( $E_a$ ) und besonders bei der aktuellen Evapotranspiration ( $ET_a$ ) nur mit großem Aufwand möglich.

Im steirischen Klimabereich wird aufgrund der Niederschlagsmenge und deren zeitlicher Verteilung während der Wintermonate praktisch jährlich eine Auffüllung des Bodenwasserspeichers erreicht, sodass die Erstellung von Jahresbilanzen der Verdunstung auch aus nicht wägbaren Lysimetern erfolgen kann.

Im Bereich der Forschungsstation Wagna ergab eine Auswertung der mittleren Jahressumme der aktuellen Evapotranspiration als Restglied von Niederschlag minus Sickerwassermenge eines Jahres für die Periode 1992 bis 1995 bei einer mittleren Jahresniederschlagssumme von 810 mm für die Boden-, Fruchtfolge- und Bewirtschaftungsverhältnisse der Fruchtfolgeparzelle einen Wert von 567 mm und auf dem zugehörigen Gefäßlysimeter eine mittlere Jahresverdunstung von 599 mm. Im Bereich der Maismonokulturparzelle lagen die entsprechenden Werte bei 438 mm an zwei Wannenlysimetern in 1,5 m Tiefe und bei 476 mm beim zugehörigen Gefäßlysimeter.

---

### 2.2.1

#### Messung der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen

---

### 2.2.2

#### Ermittlung der realen Verdunstung

---

#### 2.2.2.1

##### Ermittlung der realen Verdunstung aus Lysimetermessungen

Tab. 1: GGI Verdunstung<sup>1</sup> in mm/Monat in Zeltweg.

Zeltweg	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1977				73	43	59	33
1978	50	65	70	61	61	54	34
1979	49	89	46	53	69	53	36
1980	63	78	83	88	91	49	28
1981					85	56	45
1982							
1983	66	89	68	93	56	51	30
1984	44	57	77	67	53		39
1985	52	44	71	71	54	56	27
1986	54		52	64	66	46	23
1987	48	43	52	65	54	39	31
1988	48	42	54	57	62	39	29
1989	34	45		65	50	34	27
1990	35	55	41	77	60	46	19
1991	28	42	52	60	57	50	25
1992	43	64	55	66	72	48	21
1993	52	68	73	72	62	40	26
1994	39	74	66	79	69	49	25
1995	57		51	89	56	47	39

Tab. 2: GGI Verdunstung<sup>1</sup> in mm/Monat in Graz-Messendorfberg.

Graz/Mess.	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1980				65	64	33	22
1981	44	48	55	72	60	41	24
1982	43	62	57	63	56	38	15
1983	43	52	53	86	61	37	27
1984	41	36	57	54	51	27	22
1985	35	38	48	64	59	44	23
1986	31	48	53	69	68	38	20
1987	33	47	52	65	36	24	17
1988	35	38	52	66	58	18	13
1989	23	38	40	41	43	27	19
1990	24	43	40	59	49	31	11
1991	10	41	52	40	40	30	14
1992	25	44	48	59	68	31	11
1993	35	54	48	65	46	26	16
1994	27	37	50	58	42	22	12
1995	28	39	32	56	34	19	15

Für den Zeitraum 1992 bis 1995 brachte die Auswertung nach RENGER eine aktuelle Verdunstungsleistung von 513 mm/a. Durch Bilanzierung des Niederschlags minus der aus dem Schwankungsverhalten des Grundwasserspiegels abgeleiteten Grundwasserneubildung ergab sich eine Gesamtverdunstung von 442 mm/a.

<sup>1</sup> GGI Verdunstung entspricht einer Verdunstung aus einem genormten Verdunstungsgefäß mit einer Fläche von 3000 cm<sup>2</sup> und einer Wassertiefe von 60 cm

Ein Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung aus dem infiltrierenden Niederschlag stellt die Ableitung der Sickerwassermenge aus der klimatischen Wasserbilanz nach HAUDE unter Berücksichtigung der Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens über die nutzbare Feldkapazität dar.

Im Bereich der Forschungsstation Wagna ergab dieses Berechnungsmodell für die Periode 1992 bis 1995 auf der Fruchtfolgeparzelle eine mittlere Jahresverdunstung von 539 mm, für die Maismonokulturparzelle von 438 mm.

Basierend auf den bodenhydraulischen Kennwerten und der Profilgliederung der Modellprofile der beiden Versuchsstandorte an der Forschungsstation Wagna, wurden für den Zeitraum 1992 bis 1995 Sickerwassermengen auf Tagesbasis berechnet. Aus der Differenz zwischen dem mittleren Jahresniederschlag und der mittleren Jahressickerwasserhöhe ergibt sich für den Fruchtfolgestandort eine aktuelle Jahresverdunstung von 520 mm, für den Maismonokulturstandort von 376 mm.

Zur Ermittlung der Grundwasserneubildung unter ackerbaulich genutzten Flächen wurden die einzelnen Bodenformen der Österreichischen Bodenkarte unter Zuhilfenahme der Informationen der Kartierung horizontweise in bodenphysikalische Kennwerte (z.B. Porenvolumen, Feldkapazität) umgesetzt. Anhand der Bewirtschaftungsdaten und der Klimadaten der Forschungsstation Wagna wurde das Bodenwasserhaushaltsmodell SIMWASER für Maismonokultur, eine vierschlägige Fruchtfolgevariante mit 50 % Mais sowie Raps und Winterweizen mit Winterbegrünung und für Grünlandnutzung (intensiv und extensiv) kalibriert.

Die flächengewichtete Umsetzung der Modellberechnungsergebnisse auf etwa 509 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (etwa 40 % der Gesamtfläche) im Untersuchungsgebiet ergibt für den Zeitraum 1992 bis 1995 eine mittlere Grundwasserneubildung von 340 mm/a, entsprechend einer Gesamtverdunstung von 470 mm/a. Für die Bereiche nicht ackerbaulicher Nutzung wurden unter Zuhilfenahme der Hauptkomponentenanalyse und der geostatistischen Strukturanalyse den einzelnen Grundwasserstandsmessstellen Repräsentativbereiche zugeordnet und die aus der jeweiligen Grundwasserstandsganglinie abgeleitete Grundwasserneubildungsganglinie zur flächengewichteten Erfassung der Grundwasseranreicherung aus nicht ackerbaulich genutzten Flächen verwendet.

Für den Zeitraum 1992 bis 1995 ergibt sich für die nicht ackerbaulich genutzte Fläche von etwa 750 ha (etwa 60 % der Gesamtfläche) eine über die Fläche gemittelte jährliche Grundwasserneubildung von fast 400 mm, entsprechend einer aktuellen mittleren jährlichen Evapotranspiration von 414 mm.

#### 2.2.2.2

#### **Ermittlung der realen Verdunstung aus der Bodenwasserhaushaltsmodellierung**

#### 2.2.2.3

#### **Ermittlung der realen Gebietsverdunstung aus der Wasserbilanz**

## 2.2.2.4

**Abschätzung der realen Verdunstung für Jahressummen**

Zur Abschätzung der mittleren realen Gebietsverdunstung für größere regionale Einheiten werden stark vereinfachende Verfahren herangezogen, wobei diese Vereinfachungen jedenfalls in der Interpretation der Ergebnisse und einer Bewertung der auftretenden Unsicherheiten zu berücksichtigen sind.

Das Verfahren von M. RENGER & G. WESSOLEK (1990) wird vielfach für die Abschätzung der realen Jahresverdunstung (Summe April bis März des Folgejahres) herangezogen. Es gilt unter der Annahme, dass der Boden im Frühjahr auf Feldkapazität aufgefüllt ist und lautet:

$$ET_a = a P_{so} + b P_{wi} + c \log W_{pfl} + d ET_p + e$$

mit  $P_{so}$  dem Sommerniederschlag (Summe 1. 4.–30. 9.),  $P_{wi}$  dem Winterniederschlag (Summe 1.10–31. 3. des Folgejahres),  $W_{pfl}$  dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser,  $ET_p$  der potentiellen Evapotranspiration (wobei M. RENGER für  $ET_p$  den Ansatz nach HAUDE nimmt). Das Verfahren ergibt eine Genauigkeit in der Verdunstung von  $\pm 20$  bis  $\pm 30$  mm/a.

Die Konstanten a bis e haben für mitteleuropäische Verhältnisse und Höhenlagen bis 600 m nach Tab. 3 folgende Werte:

Tab. 3: Werte der Konstanten nach M. RENGER & G. WESSOLEK (1990).

Bodennutzung	a	b	c	d	e
Ackerland	0,39	0,08	153	0,12	-109
Grünland	0,48	0,10	286	0,10	-330
Nadelwald	0,33	0,29	166	0,19	-127

Die Verdunstung für Waldstandorte wirkt dabei besondere Probleme auf, weshalb nur einfache Ansätze, die eine plausible Näherung an die tatsächlichen Verdunstungsmengen zulassen, herangezogen werden.

Für den Standort des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes in Wagna (Leibnitzer Feld) ermittelt J. FANK (1999) für die Periode 1971 bis 1996 mit Hilfe des Ansatzes nach M. RENGER & G. WESSOLEK (1990) unter Zugrundelegung der Faktoren in Tab. 3, eines mittleren Sommerniederschlags von 560 mm und eines mittleren Winterniederschlags von 317 mm sowie eines pflanzenverfügbaren Wasservolumens von 130 mm (Maismonokulturparzelle) bzw. 146 mm (Fruchtfolgeparzelle) eine mittlere aktuelle Evapotranspirationsleistung im Jahr von 536 bzw. 544 mm. Diese aktuelle Verdunstungsleistung entspricht im langjährigen Mittel etwa 62 % des mittleren Jahresniederschlags.

Die Fig. 4 zeigt die Verteilung der mittleren aktuellen Evapotranspiration (1971 bis 1995) in der Steiermark für die Seehöhenbereiche unter 600 m. Da aber die Berechnung der aktuellen Evapotranspiration nach M. RENGER & G. WESSOLEK (1990) mit Problemen behaftet war, wurde eine Abschätzung vorgenommen, wobei Berechnungsergebnisse für einzelne Landnutzungsclassen mit den potentiellen Evaporationswerten der Klasse Wasser und jenen Bereichen, für die eine Berechnung der aktuellen Evapotranspiration nicht zulässig ist (verbaute Bereiche etc.), zusammengeführt wurden.

In Konsequenz aus den Schwierigkeiten einer plausiblen Schätzung der Verdunstung ist die Abschätzung der Verdunstungsverhältnisse für das gesamte Bundesland Steiermark nach dem sogenannten PENMAN-Ansatz vorgenommen worden, der die Berechnung der  $ET_p$  aus der zur Verfügung stehenden Energie und der Verdunstungskraft der Luft erlaubt. Dies scheint in Anbetracht der Datenlage (Verfügbarkeit von Klimadaten an 36 Messstationen für maximal 30 Jahre, digitales Höhenrastermodell) und der gegebenen klimatischen Verhältnisse in Bezug auf das Niederschlagsregime zielführend, allerdings mit den Einschränkungen durch die oben angeführten Definitionen für die potentielle Verdunstung.

Für die Verdunstungsbestimmung auf dem Gebiet der Steiermark sind insgesamt 33 Stationen für den Zeitraum 1971 bis 1996 verwendet worden. Zur Abrundung der nötigen Information in den Grenzbereichen zu anderen Bundesländern wurden neben den nachstehend genannten (Krippenstein, Reichenau/Rax, Radstadt, Tamsweg und Windischgarsten) weiters noch die Stationen Feuerkogel und Friesach herangezogen, womit insgesamt 35 Stützstellen in den verschiedensten Landesteilen und in den Randbereichen zur Verfügung standen.

## 2.3

### Ermittlung der potentiellen Evapotranspiration nach PENMAN für das Bundesland Steiermark

#### 2.3.1

#### Datenmaterial

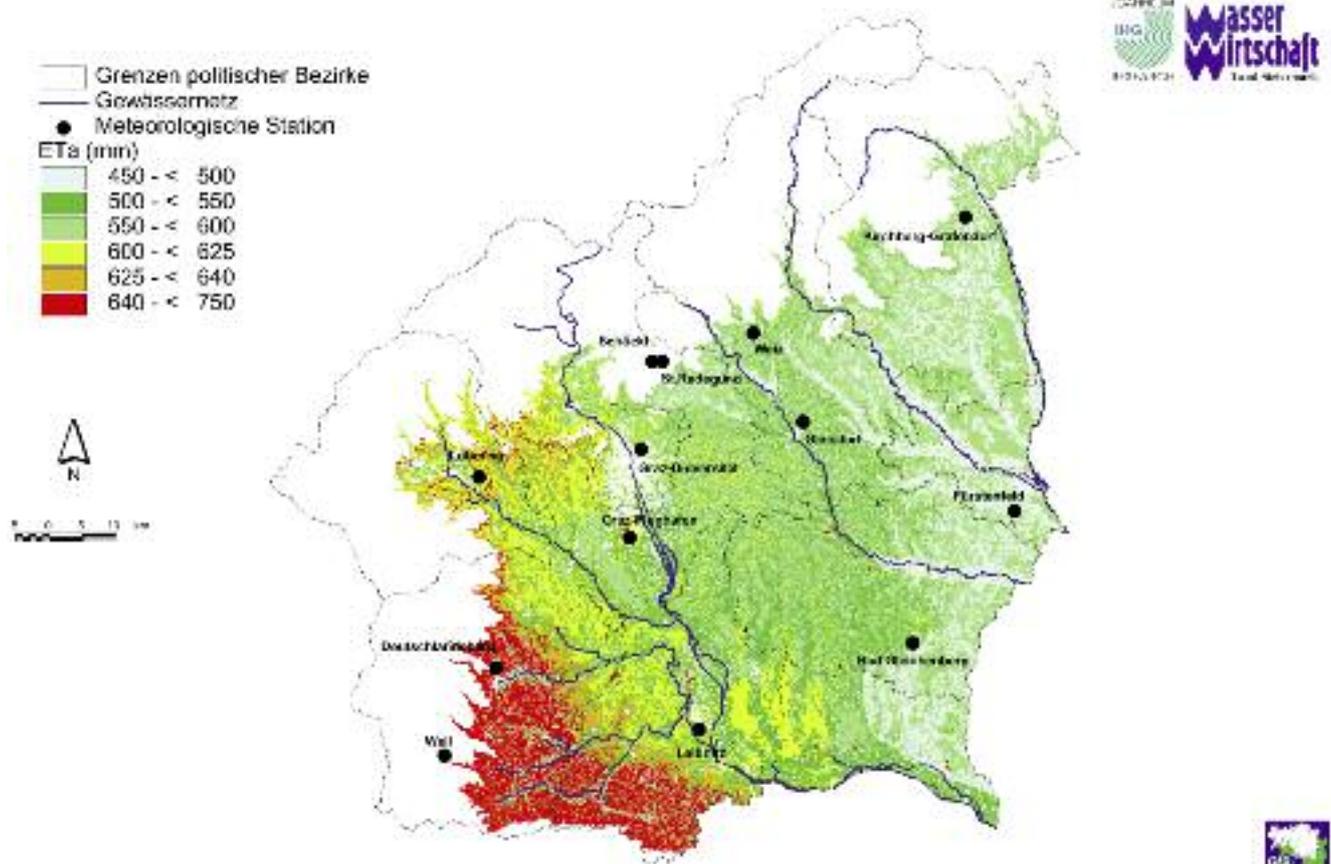


Fig. 4: Verteilung der mittleren aktuellen Evapotranspiration (1971 bis 1995) in der Steiermark für die Seehöhenbereiche unter 600 m.

Von jenen 19 Stationen, von denen geschlossene Datensätze ab 1961 vorlagen, wurden die gleichen Berechnungen angestellt und zwar sowohl über den gesamten Zeitraum 1961 bis 1996 als auch für die 30-jährige Periode 1961 bis 1990. Es zeigte sich in beiden Fällen in den Sommermonaten gegenüber der Periode 1971 bis 1995 eine um etwa 2–4 % geringere potentielle Verdunstung (wobei  $ET_p$  1961 bis 1990 noch geringer als 1961 bis 1996 ausfiel), was auf die außerordentlich warmen Sommer der beginnenden 90er Jahre zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Mittelwerte der Einzelmonate sind in Tab. 4 zusammengestellt. Auffallend ist der steile Anstieg der Verdunstung zwischen April/Mai an den höher gelegenen Stationen, was mit dem Zeitpunkt des Abtauens der Schneedecke in Verbindung steht. Die negativen Werte bei einigen Wintermonaten in dieser Tabelle sind als Kondensation von Wasserdampf von wärmerer feuchter Luft an der kalten Schneeoberfläche zu erklären, was sich aus dem Berechnungsansatz bei vorhandener Schneedecke ergibt. Zuzufolge der klimatischen Gegebenheiten zeigte es sich als sinnvoll, eine Teilung des Datenmaterials in drei regionale Gruppen zu treffen, nämlich in Gruppe 1 mit dem oberen Ennstal, in Gruppe 2 mit Mürztal und oberem Murtal und in Gruppe 3 mit den östlichen und südöstlichen Landesteilen der Steiermark. Daraus resultieren geringe bis mäßige Unterschiede in der Höhenabhängigkeit der Verdunstung.

Aus Tab. 4 ist ersichtlich, dass die höchsten Jahressummen der  $ET_p$  in den tiefen Lagen des Südostens der Steiermark (über 650 mm/a), die geringsten in den Hochlagen (Dachsteingebiet, Niedere Tauern, unter 200 mm/a) erreicht werden. Allerdings kann insbesondere über Waldflächen die Verdunstung noch höher sein als die für diese Gebiete berechnete.

---

### 2.3.2

#### **Berechnungsergebnisse mit dem PENMAN-Ansatz**

<b>Gruppe1</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
Admont	-4	4	28	60	94	102	111	95	62	39	11	-2	599
Bad Aussee	-3	1	27	70	105	110	121	104	69	41	15	-2	658
Bad Mitterndorf	-4	2	18	61	95	97	108	90	61	36	11	-4	571
Irdning–Gumpenstein	-2	4	30	66	98	105	115	101	66	45	13	2	642
Krippenstein	-5	-4	-2	5	36	56	66	49	33	17	8	-6	254
Radstadt	-3	3	16	51	93	101	112	96	63	35	10	3	580
Windischgarsten	-3	6	26	64	97	106	117	102	65	40	14	1	635
<b>Gruppe 2</b>													
Aflenz	-3	5	24	57	92	101	112	94	60	35	11	1	589
Bruck/Mur	-1	8	34	57	9	107	118	96	64	38	15	1	629
Mariazell	-3	7	23	48	99	103	105	92	63	38	10	-3	582
Mönichkirchen	-2	7	23	57	90	97	106	91	59	34	13	-1	574
Mürzzuschlag	-1	4	20	60	94	106	117	98	63	36	12	-1	608
Oberwölz	-2	9	26	59	91	100	115	96	63	36	15	-1	607
Reichenau/Rax	0	11	33	65	97	102	109	95	63	35	15	0	625
Seckau	-2	8	33	55	91	98	110	101	65	38	12	-2	597
St.Michael/Leoben	-4	3	22	54	96	103	114	93	64	40	9	-4	590
Stolzalpe	-4	4	19	45	92	101	104	98	67	35	8	-3	547
Tamsweg	-5	3	24	53	95	105	113	96	57	36	11	-5	578
Zeltweg	-2	6	33	67	97	105	117	98	61	37	12	-3	628
<b>Gruppe3</b>													
Bad Gleichenberg	0	11	37	63	97	109	120	102	66	34	12	1	653
Deutschlandsberg	2	13	38	65	95	104	120	98	66	36	15	2	654
Fürstenfeld	5	12	37	63	94	107	118	101	63	37	15	4	657
Gleisdorf	3	13	36	61	91	102	114	97	62	33	15	4	629
Graz-Flughafen	2	11	37	66	93	104	114	97	63	33	16	3	639
Graz-Universität	2	12	38	67	94	103	115	98	64	34	15	3	646
Kirchberg-Grafendorf	4	11	34	62	94	103	115	98	64	33	13	5	636
Leibnitz	2	10	35	61	96	106	116	105	64	36	16	3	649
Lobming	1	10	35	66	91	103	114	97	62	34	14	3	629
Schöckl	-4	4	18	39	79	91	103	90	57	28	10	-2	513
St. Radegund	0	11	33	60	101	96	111	94	61	32	12	0	604
Weiz	0	13	37	62	97	108	117	100	65	34	16	2	651
Weil	-1	8	30	56	84	98	110	93	60	31	14	0	582
Wörterberg	5	14	38	63	91	103	116	97	63	36	18	6	650

Tab. 4: Der mittlere Jahresgang der potentiellen Verdunstung (mm) berechnet nach PENMAN für den Zeitraum 1971 bis 1995.

## 2.3.3

Karte der potentiellen  
Evapotranspiration

Die Karte ist in Fig. 5 dargestellt. Aufgrund unterschiedlicher klimatischer Randbedingungen wurde die Steiermark in drei Gruppen (SUED, MITTE, NORD) eingeteilt. Die Ergebnisse der nichtlinearen Optimierungsberechnungen für die Jahressumme der potentiellen Evapotranspiration sind aus Fig. 6 ersichtlich.

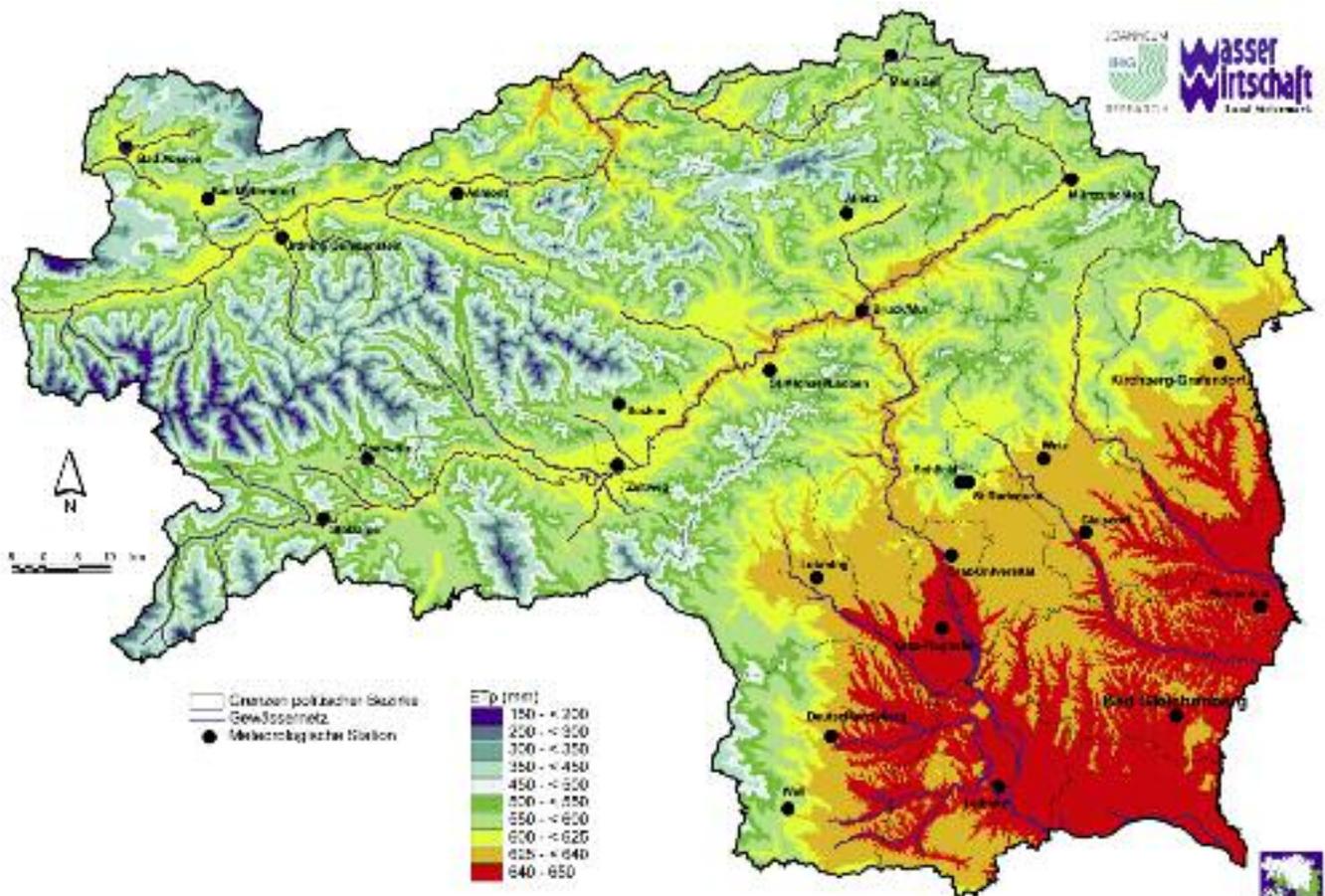
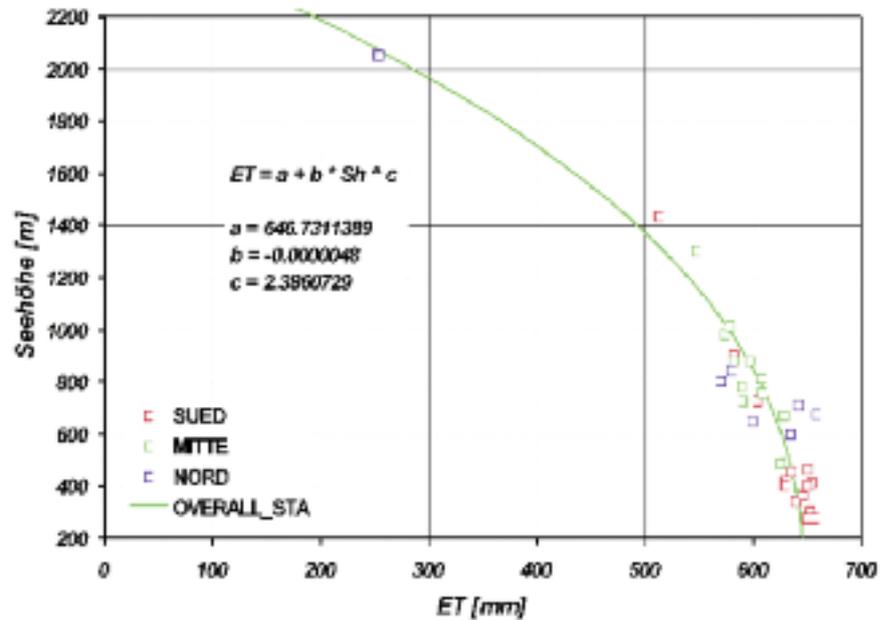


Fig. 5: Mittlere Jahressumme der potentiellen Evapotranspiration (1971 bis 1995) in der Steiermark basierend auf den Auswertungen der Stationsdaten nach PENMAN und der Übertragung auf das Höhenmodell nach der statistisch ermittelten Regressionsbeziehung zwischen ETp und Seehöhe (Fig. 6).

Fig. 6:  
 Beziehung zwischen der an den Messstationen in Tab. 4 berechneten Jahresmittelwerten der potentiellen Evapotranspiration ( $ET = ET_p$ ) aus der Periode 1971 bis 1995 und der Seehöhe als Grundlage für die Regionalisierung der Verdunstungswerte der Steiermark.



Unter Verwendung der oben ermittelten Zusammenhänge zwischen potentieller Evapotranspiration an den Messstellen und der Höhenlage der jeweiligen Messstellen wurde mit Hilfe des Höhenmodells des BEV mit einer Rasterweite von 50\*50 m die Evapotranspiration für die Fläche der Steiermark ermittelt.

Wie aus Fig. 6 zu erkennen ist, ist die Verdunstung-Seehöhen-Beziehung nur bis in den Bereich von 2200 m einigermaßen durch Stationsdaten belegt. Aus diesem Grund wurde in der Übertragung der Funktionen auf das Geländemodell für Höhenbereiche über 2200 m keine Verdunstung angegeben.

Das Ergebnis der Regionalisierung in Fig. 5 ist für die mittlere Jahressumme der Reihe 1971 bis 1995 dargestellt. Naturgemäß spiegelt die regionale Verteilung in erster Linie die Höhenverteilung in der Steiermark wider.

## Ober- und unterirdischer Abfluss

Im Gewässernetz der Steiermark wurden 24 Pegelmessstellen, welche durchgehende Abflussmessreihen von mindestens 20 Jahren aufweisen, für eine Abflusstypisierung herangezogen.

Das Regime ist gekennzeichnet durch die abflussstärkste Periode im Mai (GEN5) oder Juni (GEN6) und ein Abflussminimum im Winter. Die Speisung der Gewässer ist überwiegend nival, die Periode der Schneeschmelze ist das bedeutende hydrologische Ereignis im Jahresgang.

Als Beispiel wird in Fig. 7 der Pegel 1035, Enns bei Schladming, angeführt.

Charakteristisch sind Abflussmaxima im Sommer, die nicht durch glazialen Einfluss verursacht werden. Der Grund liegt in kräftig ausgebildeten Sommerniederschlägen, die trotz der hohen Verdunstung selbst im langjährigen Mittel abflusswirksam sind. Nivale Einflüsse sind in einem Ansteigen der Abflusskurve im März und April erkennbar und bilden das sekundäre Maximum (Fig. 8, Pegel 3701, Kainach bei Lieboch). Herbstliche Niederschläge in Verbindung mit abnehmender Verdunstung können zu einer dritten Abflussspitze führen.

Das winternivale Regime ist den einfachen Abflussregimes sehr verwandt. Das nival gesteuerte Hauptmaximum tritt zwischen Mai und Juli auf. Ein zweites, allerdings nur sehr gering ausgeprägtes Maximum ist, durch direkt abflusswirksame Niederschläge bzw. vorübergehende Tauperioden bedingt, im Winter vorhanden (Fig. 9, Pegel 1610, Erzbach in Hieflau).

---

### 3.1

#### Typisierung der Abflussregime

---

#### 3.1.1

##### Einfache Abflussregime

---

##### 3.1.1.1

###### Gemäßigt nivales Regime (GEN)

---

#### 3.1.2

##### Komplexe Abflussregime

---

##### 3.1.2.1

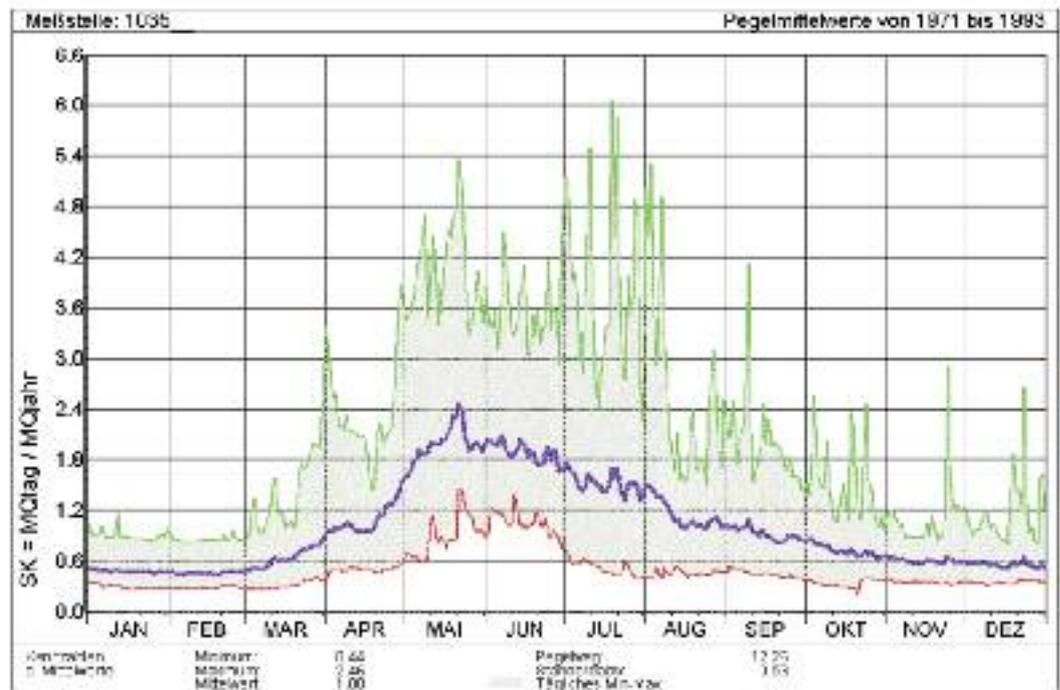
###### Sommerpluviales Regime (SOP)

---

##### 3.1.2.2

###### Winternivales Regime (WIN)

Fig. 7:  
Beispiel für ein gemäßigt  
nivales Abflussregime  
(GEN5), Enns bei Schlading.  
Grüne und rote  
Ganglinien = tägliche  
Maximal- und Minimal-  
werte. Blau: Mittlere  
Ganglinie des PARDÉ-  
Koeffizienten.



Das sommerstarke nivo-pluviale Regime ist durch ein sekundäres Maximum, das durch verstärkte Niederschläge in den Sommermonaten (meist Juni und Juli) verursacht wird, gekennzeichnet. Das Minimum ist im Herbst bzw. Frühwinter ausgebildet (Fig. 10, Pegel 1640, Salza bei Gußwerk)

### 3.1.2.3

#### Nivo-pluviales Regime (NIP)

Das ausgeglichene pluvio-nivale Regime zeigt eine relativ gleichmäßig über das Jahr verteilte Ganglinie durch mildere Winter mit immer wieder auftretenden Schneeschmelzvorgängen, deren Einfluss auf die Jahrganglinie nicht dominiert (Fig. 11, Pegel 4060, Raab in Takern).

### 3.1.2.4

#### Pluvio-nivales Regime (PLN)

Die Tab. 5 zeigt das Ergebnis der Typisierung von 24 Pegelmessstellen in der Steiermark. Neben Maxima und Minima der mittleren Jahrganglinie ( $SK_{max}$  und  $SK_{min}$ ) sind die Größe des Einzugsgebietes, der mittlere Abfluss über den Beobachtungszeitraum und die mittlere Abflusspende angeführt. Es ist zu beachten, dass Übergangsbereiche zwischen den einzelnen Regimes fließend sind. Auffallend ist dies besonders bei Regime GEN und WIN.

### 3.1.3

#### Zusammenstellung der Ergebnisse

Fig. 8:  
Beispiel für ein sommerpluviales Regime (SOP), Kainach bei Lieboch. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.

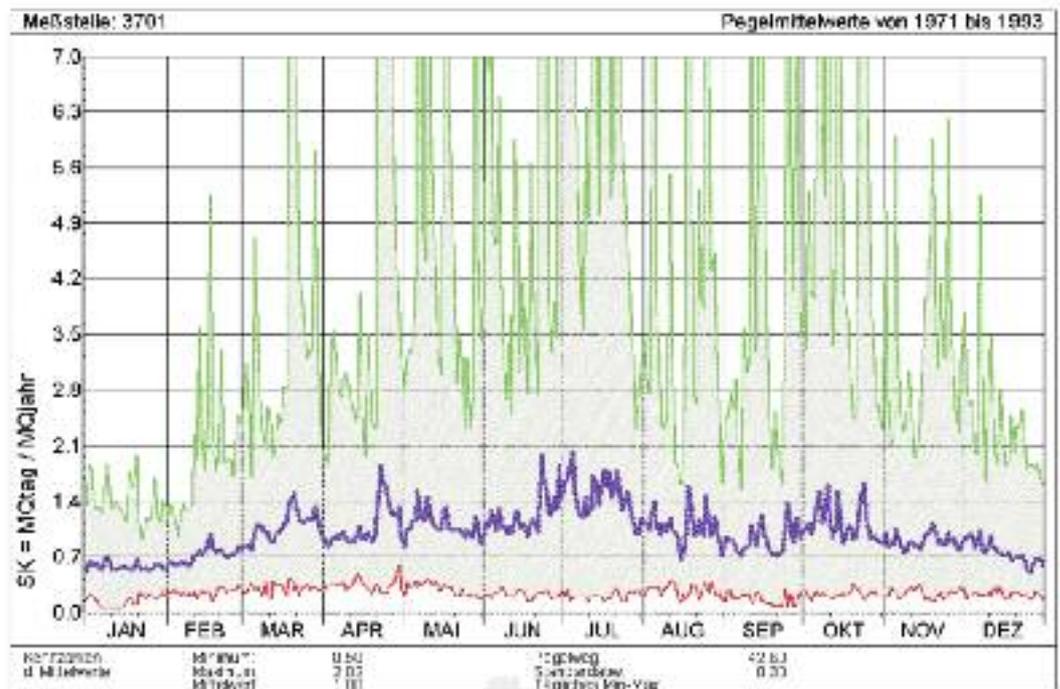


Fig. 9:  
Beispiel für ein winteriales Regime (WIN), Erzbach bei Hieflau. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.

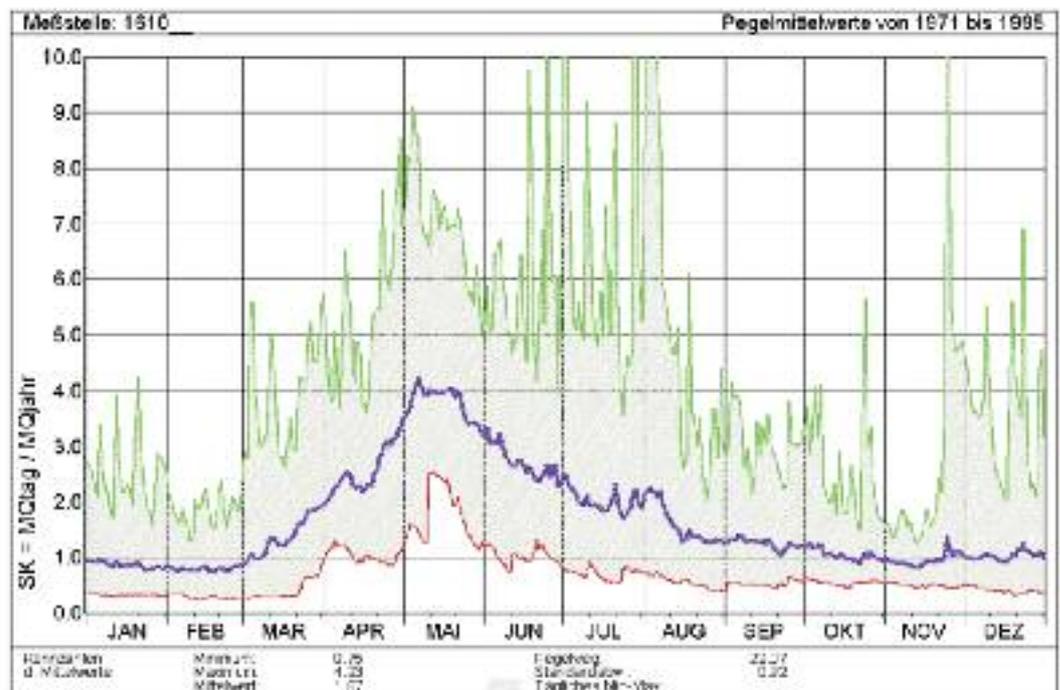


Fig. 10:  
Beispiel für ein sommerstarkes nivo-pluviales Regime (NIP), Salza bei Gußwerk. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.

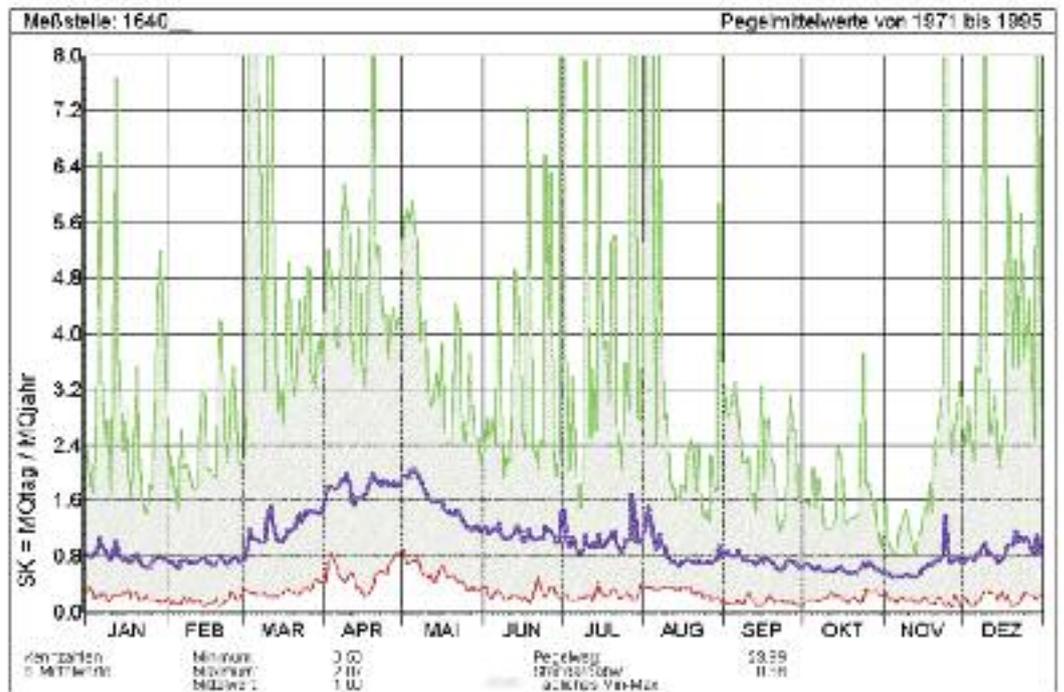
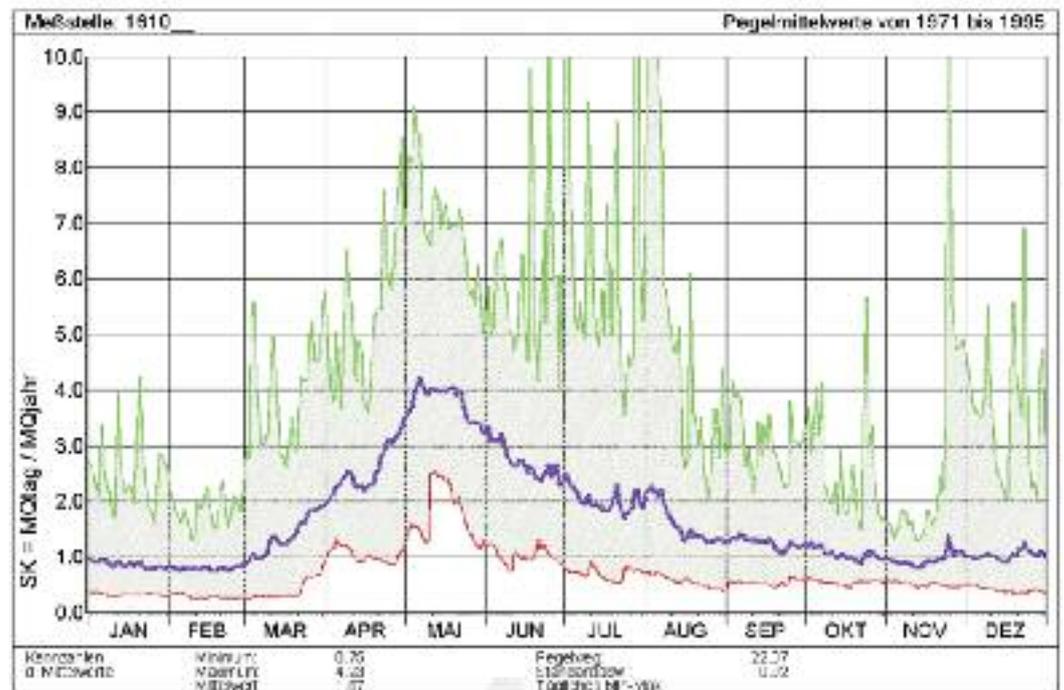


Fig. 11:  
Beispiel für ein ausgeglichenes pluvio-nivales Regime (PLN), Raab bei Takern. Grüne und rote Ganglinien = tägliche Maximal- und Minimalwerte. Blau: Mittlere Ganglinie des PARDÉ-Koeffizienten.



Pegel Nr.	Pegel	Gewässer	Messreihe	EZG (km <sup>2</sup> )	MQ (l/s)	Mq (l/s <sup>2</sup> km <sup>2</sup> )	Pardé-Koeffizient		Regime	Charakter
							SK <sub>j</sub> $\bar{\alpha}$	SK <sub>j</sub> $\bar{\mu}$		
24	Altaussee	Altausseer Traun	1971-1993	54.4	3584	60.4	3.64	0.21	GEN5	ausgeprägt
1035	Schladming	Enns	1971-1993	648.8	21468	33.1	2.46	0.44	GEN5	ausgeprägt
1185	Aigen im Ennstal	Gollingbach	1976-1993	161.0	4635	29.6	2.93	0.37	GEN5	ausgeprägt
1211	Liezen	Enns	1971-1993	2116.2	62087	29.2	2.65	0.41	GEN5	ausgeprägt
1540	Selztal	Palten	1971-1995	368.7	8979	24.4	2.42	0.48	GEN5	ausgeprägt
1600	Gsatterboden	Enns	1971-1995	2766.1	82018	29.4	2.52	0.43	GEN5	ausgeprägt
2055	Gestüthof	Mur	1971-1995	1700.3	34666	20.4	2.60	0.32	GEN5	ausgeprägt
2380	Pöls	Pöls	1971-1995	422.0	8576	20.3	2.96	0.41	GEN5	ausgeprägt
2635	Kammern	Liesing	1971-1995	265.6	5847	21.8	2.28	0.55	GEN5	ausgeprägt
3397	Graz	Mur	1971-1995	6988.9	103352	14.7	2.33	0.42	GEN5	ausgeprägt
3770	Schwanberg	Schwarze Sulm	1971-1995	75.2	1713	22.5	1.78	0.52	GEN5	gering
3902	Mureck	Mur	1974-1995	9769.9	146726	15.0	1.91	0.53	GEN5	gering
1022	Tetter	Unterthalerbach	1971-1993	65.2	2584	41.1	3.13	0.20	GEN6	ausgeprägt
1640	Gusswerk	Salza	1971-1995	280.0	6880	26.0	2.07	0.50	NIP	sommerstark
1730	Wildalpen	Salza	1971-1995	592.3	19446	33.4	2.14	0.49	NIP	sommerstark
2940	Neuberg	Mürz	1971-1993	223.8	6750	30.5	2.78	0.47	NIP	sommerstark
3082	Kapfenberg	Mürz	1971-1993	1364.5	21192	15.7	1.97	0.59	NIP	sommerstark
3882	Lipsch	Schwarzaubach	1971-1995	129.5	1052	8.1	2.54	0.21	PLN	ausgeglichen
3906	Fluttendorf	Gnasbach	1971-1993	119.3	834	6.9	2.15	0.23	PLN	ausgeglichen
4060	Takern	Raab	1971-1993	498.9	3973	7.9	2.19	0.60	PLN	ausgeglichen
4667	Maierhofen	Feistritz	1974-1993	796.4	7735	9.7	1.86	0.55	PLN	ausgeglichen
3365	Deutschfeistritz	Übelbach	1981-1993	117.8	1747	14.8	3.48	0.44	SOP	deutlich
3701	Lieboch	Kainach	1971-1993	756.2	9894	15.7	2.02	0.50	SOP	deutlich
1610	Hieflau	Erzbach	1971-1995	251.4	9449	37.6	2.53	0.44	WIN	deutlich

Tab. 5: Typisierung steirischer Fließgewässer modifiziert nach M. PARDÉ (1947) und T. STEIDL (1991).

Alle Pegel im Bereich der oberen Mur und oberen Enns zeigen ein gemäßigt nivalen Regimeverhalten. Die Einzugsgebiete sind durchwegs im Bereich der Niederen Tauern und der nördlichen Kalkalpen mit starkem Einfluss der Schneeschmelze gelegen. Die Schwankungsbreite des SK Faktors variiert zwischen 0,2 und 3,64, das Regime kann daher als ausgeprägt bezeichnet werden. Beim Pegel 3902, Mureck an der Mur, zeigt das Regime bedingt durch die Zuflüsse aus tiefer gelegenen Teileinzugsgebieten nur noch gering gemäßigt nivalen Charakter.

Der Pegel 1610 am Erzbach bei Hieflau kann als Übergangsbereich angesehen werden. Östlich dieser Station nimmt die mittlere Höhe der Einzugsgebiete langsam ab und damit auch der Einfluss der Schneeschmelze. Das Abflussverhalten der Fließgewässer im Einzugsgebiet von Salza und Mürz zeigt ein deutliches nivo-pluviales Verhalten. Neben der Schneeschmelze fallen hier verstärkt Niederschläge in den Sommermonaten ins Gewicht.

Unterschiedliche Regime zeigen die Gewässer in der Weststeiermark. Während der Pegel 3770 an der Sulm einen gering gemäßigt nivalen Charakter aufweist, ist das Regime von Kainach (3701) und Übelbach (3365) sommerpluvial. Da das Einzugsgebiet der Sulm bis an die Landesgrenze auf der Koralpe reicht, ist die Schneeschmelze in der Ganglinie auffallend. Die Einzugsgebietshöhen von Kainach und Übelbach liegen dagegen viel tiefer. Die Bedeutung der Schneeschmelze im Mai tritt in den Hintergrund, sommerliche Niederschläge prägen den Abflusscharakter.

Die Gewässer im oststeirischen Hügelland zeigen durchwegs ein ausgeglichenes pluvio-nivales Verhalten. Die Schwankungen der Jahresganglinie sind gering. Grund dafür sind vor allem die gleichmäßig über das Jahr verteilten Niederschläge und eine mäßig hohe Schneedecke im Winter.

In der Steiermark konnten somit insgesamt fünf Abflussregime differenziert werden. Der nördliche, gebirgige Teil ist durch ein gemäßigt nivales Regimeverhalten gekennzeichnet, das nach Osten allmählich in ein nivo-pluviales Verhalten übergeht. Dazwischen treten Übergangsformen in Form von winternivalen Regimen auf. Die Gewässer im südlichen Landesteil, insbesondere im Steirischen Tertiärbecken fallen durch ausgeglichene pluvio-nivale und sommerpluviale Regime auf.

Aufgrund der sehr heterogenen klimatischen und geologischen Verhältnisse in der Steiermark ist eine Differenzierung in Teilgebiete mit unterschiedlichen Spendenlinien notwendig. Aus der klimatologisch-hydrologischen Analyse der Daten ergaben sich insgesamt 6 Teilgebiete mit unterschiedlichen Spenden-Höhen-Beziehungen:

1. **Weststeiermark Süd:** Südlichster Teil der Koralpe und Remschnigg
2. **Weststeiermark Nord:** Nördliche Koralpe, Südabfall des Steirischen Randgebirges und Grazer Bergland westlich der Mur, Weststeirisches Tertiärbecken
3. **Oststeiermark bis Mürztal:** Oststeirisches Tertiärbecken, Steirisches Randgebirge östlich der Mur, Einzugsgebiet der Mürz mit Ausnahme der nördlichen Teilgebiete in den Nördlichen Kalkalpen
4. Gesamteinzugsgebiet des Oberen Murtales bis Bruck a.d. Mur
5. **Niedere Tauern Nord:** Nordabfall der Niederen Tauern und Einzugsgebiet der Palten
6. **Nördliche Kalkalpen**

Die derartig geschätzten Abflussspenden- (in  $l/s \cdot km^2$ ) bzw. Abflusshöhenlinien für die Steiermark sind in Fig. 12 für Mittelwasser (Mq) und mittleres Niedrigwasser (MoMNq) dargestellt.

## 3.2

### Regionalisierung der Abflüsse

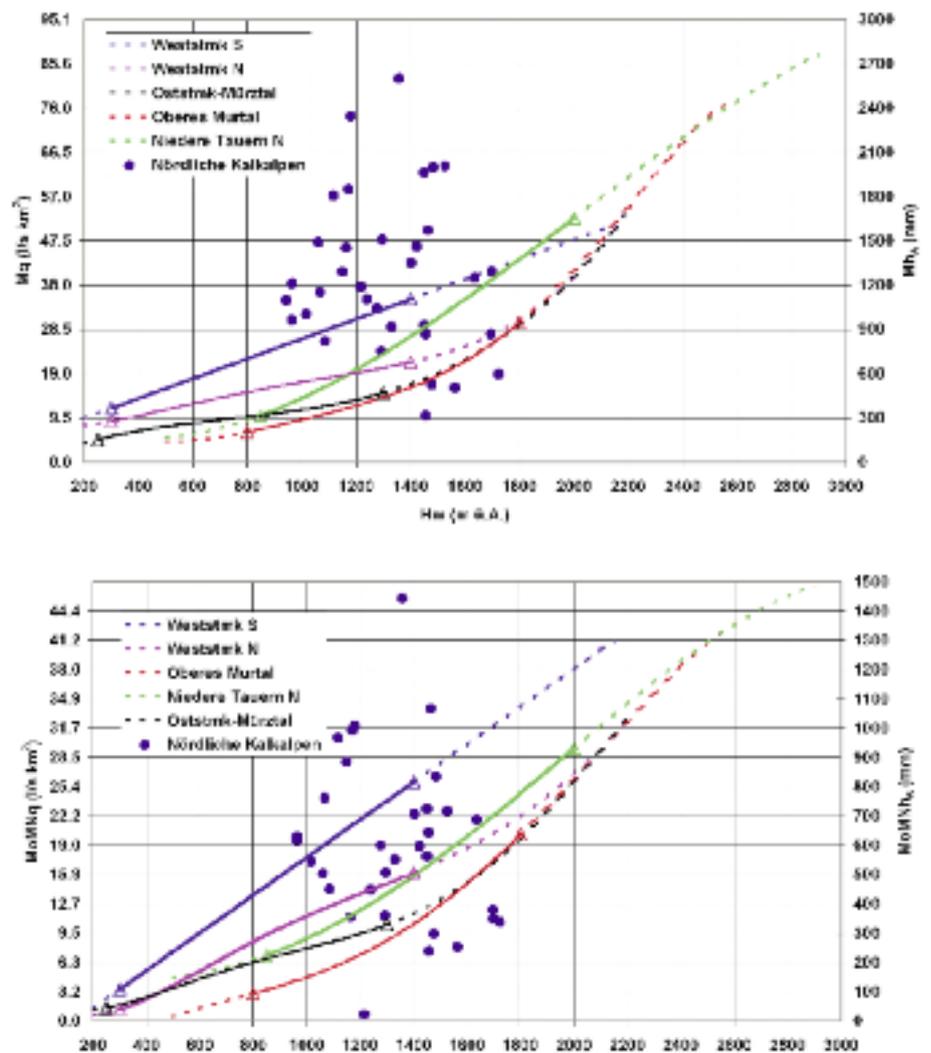
#### 3.2.1

#### Beziehung Abflussspende/ Seehöhe in der Steiermark

Völlig aus dem Rahmen fallen naturgemäß praktisch alle Teileinzugsgebiete der Nördlichen Kalkalpen. Aufgrund der großen verkarsteten Flächen sind oft sehr große Unterschiede zwischen den orographisch abgegrenzten tatsächlichen Einzugsgebieten gegeben. Aufgrund der falschen Bezugsflächen sind die berechneten Abflusspenden bzw. -höhen je nach den lokalen unterirdischen Entwässerungsrichtungen im Karst in beträchtlichem Ausmaß zu hoch oder zu gering (vgl. Abweichung der Punkte von den Spendenlinien der übrigen Teilgebiete in Fig. 12). Aufgrund der weitgehend nicht ausreichend genau abschätzbaren unterirdischen Einzugsgebiete lassen sich somit die Abflusspenden des Teilgebietes der Nördlichen Kalkalpen nicht mathematisch als Funktion der Seehöhe schätzen.

Fig. 12:

Beziehung mittlere Seehöhe  $H_m$  zu Jahresmittel der Abflusspende ( $l/s \cdot km^2$ ) für  $M_q$  (oben) und  $MoMNq$  (unten) bzw. Abflusshöhe (mm) für  $Mh_A$  und  $MoMnh_A$  für die 6 Teilgebiete der Steiermark. Durchgezogene Linien begrenzt durch  $\_$ : durch Messwerte abgesicherte Bereiche; strichlierte Linien: Extrapolation.  $MoMNq$  bzw.  $MoMnh_A$  entspricht nach W. WUNDT (1958) dem langjährigen Mittel der Grundwasserneubildung und somit bei ausgeglichener Wasserbilanz dem Grundwasserabfluss.



Auf Basis der ermittelten Höhenbeziehung der Abflusspenden 6 definierter Teilgebiete wurden die zugehörigen Abflusspenden bzw. -höhen des Zeitraums 1971 bis 1995 für Mittelwasser  $M_q$  und mittleres Niedrigwasser  $MoMnq$  geschätzt und somit Linien gleicher Abflusspende interpoliert. Sie sind aus Gründen besserer Vergleichbarkeit mit den Karten der Jahresniederschlagssummen (Fig. 1 bis Fig. 3) und der Evapotranspiration (Fig. 4, Fig. 5) in Fig. 13 und Fig. 14 als Flächen gleicher Abflusshöhen in mm/Jahr dargestellt. Für die großflächig verkarsteten Gebiete der Nördlichen Kalkalpen sind sie nur als auf die Teileinzugsgebietsflächen zwischen den Abflussmessstellen bezogene Differenzen dargestellt.

Die Karte der Jahresmittel der Abflusshöhen der Steiermark in Fig. 13 belegt das sehr heterogene Bild der hydrologischen Verhältnisse in der Steiermark und spiegelt weitgehend die sehr unterschiedlichen klimatologischen und hydrogeologischen Bedingungen in den Landschaften wider.

Als „abflussärmstes“ Gebiet zeigt sich vor allem das Oststeirische Tertiärbecken mit Abflusshöhen zwischen ca. 150 und 300 mm pro Jahr entsprechend Spenden von 4,6 bis rund 10 l/s\*km<sup>2</sup>. Die Abflusshöhen übersteigen auch im Oststeirischen Randgebirge und Mürztal nur in den höchstgelegenen Gebieten 600 mm.

Deutlich höher sind sie im Bereich der Koralpe – Gleinalm (vor allem im Südteil), wo noch ein stärkerer Einfluss mediterraner Wetterlagen gegeben ist.

Das Obere Murtal liegt aufgrund seiner inneralpinen Position in Bezug auf die Niederschläge leeseitig und ist daher in den tieferen Bereichen durch sehr geringe Abflusshöhen charakterisiert. Nach Norden steigen diese dann aber sehr steil in die Niederen Tauern an, deren Nordabfall in den Kammbereichen (allerdings gemäß Fig. 12 extrapolierte) Abflusshöhen von weit über 2000 mm pro Jahr (über 80 l/s\*km<sup>2</sup>) erreicht. Hier ist eine starke Diskrepanz zu den Niederschlägen gegeben, die mit 1400–1600 mm deutlich darunter liegen. Im Bereich der Nördlichen Kalkalpen ergibt sich naturgemäß aufgrund der rein orographischen Abgrenzung ein extrem heterogenes Bild, das je nach unterirdischen Entwässerungsverhältnissen im Karst durch Defizite oder Überschüsse geprägt ist (vgl. auch Fig. 12). Dazu kommen beträchtliche Fehler durch die Differenzbildung zwischen Pegeln an den größeren Gerinnen, einige Gebiete sind dadurch nicht bewertbar.

Die Grundwasserneubildung ist von zahlreichen Faktoren wie Niederschlag, Verdunstung, Geländeneigung, Exposition, Vegetation, Boden abhängig, die bei großmaßstäblichen Untersuchungen nicht alle ausreichend genau erfasst werden können. Das MoMnQ-Verfahren nach WUNDT ermöglicht eine relativ einfache Abschätzung der Grundwasserneubildung aus den langjährigen mittleren monatlichen Niedrigwasserwerten, wenn Porengrundwasserabflüsse an der Pegelmessstelle vernachlässigbar klein sind. Die Ergebnisse sind in Form einer Karte der Grundwasserneubildung in Fig. 14 dargestellt. Auch diese Karte zeigt ein sehr heterogenes Bild der hydrologischen Verhältnisse in der Steiermark. Als „abflussärmstes“ Gebiet sind das West- und Oststeirische Tertiärbecken mit Neubildungsraten von großteils unter 100 mm bis sogar unter 50 mm pro Jahr entsprechend

### 3.2.1.1

#### Karten der Abflusshöhen der Steiermark

### 3.2.1.1.1

#### Abflusshöhen der Steiermark bei Mittelwasser

### 3.2.1.1.2

#### Grundwasserneubildung

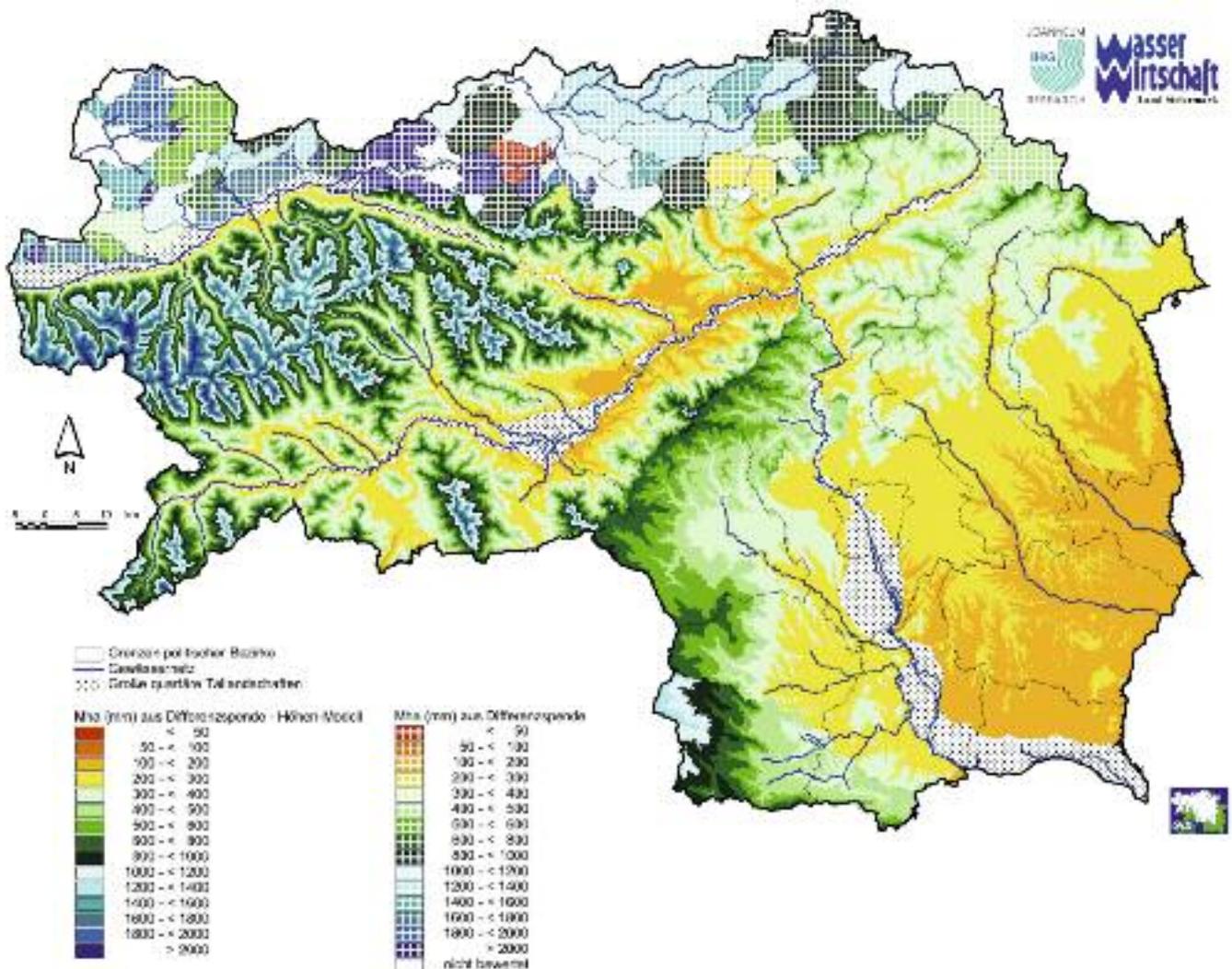


Fig. 13: Karte der Abflusshöhen der Steiermark Jahresmittel MhA für den Zeitraum 1971 bis 1995.

Spenden von unter 1 bis ca. 3 l/s\*km<sup>2</sup> erkennbar. Ähnlich gering sind sie an den Talflanken des Oberen Murtales.

Gunstzonen bezüglich der Grundwasserneubildung sind wiederum die höheren Bereiche der Koralpe – Gleinalm und der Niederen Tauern, insbesondere der luvseitige Nordteil. In letzterem steigen die Neubildungsraten auf 1200–1400 mm in den Kammlagen an. Diese Bereiche sind also bezüglich ihrer Wasserhöffigkeit als Gunstzonen zu betrachten, ebenso wie die niederschlagsreichen Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen, in denen sich aufgrund der rein orographischen Abgrenzung der Teileinzugsgebiete ein sehr heterogenes Bild ergibt, das je nach unterirdischen Entwässerungsverhältnissen im Karst durch Defizite oder Überschüsse geprägt ist (vgl. auch Fig. 12).

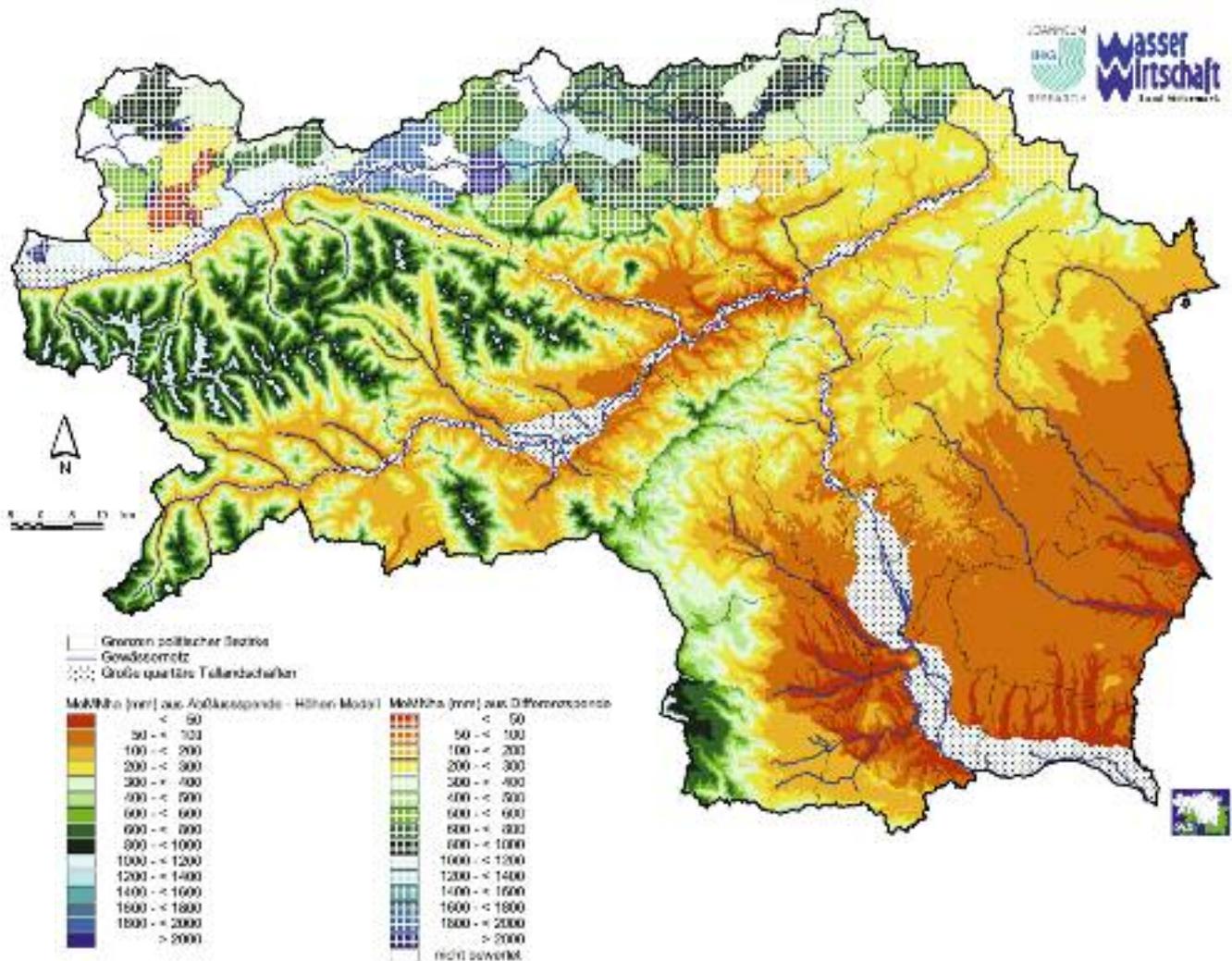


Fig. 14: Karte der Abflusshöhen der Steiermark Jahresmittel 1971 bis 1995 für MoMnHA (= Mittelwert aller Monats-NQ, entspricht der langjährigen mittleren Grundwasserneubildung nach W. WUNDT, 1958).

Im Rahmen von Untersuchungen zur Speichermöglichkeit von Typusgesteinskomplexen der Steiermark wurde anhand von 16 kleineren Einzugsgebieten in geologisch sehr unterschiedlichen Gebieten das Auslaufverhalten untersucht. Es zeigte sich einerseits eine deutliche Beziehung zur Geologie, wie aus den Typusrezessionen in Fig. 15 ersichtlich, und andererseits eine signifikante Abhängigkeit der charakteristischen Ausfließzeit  $K_c$  von der Grundwasserneubildung, geschätzt als MoMnHA (Fig. 16). Auf Basis der Karte der Grundwasserneubildung (Fig. 14) las-

### 3.2.1.2

#### Regionalisierung der Speichermöglichkeit

sen sich für die großflächig nicht verkarsteten Gebiete der Steiermark mit Ausnahme der Porengrundwasserfelder in den quartären Talfüllungen die charakteristischen Ausfließzeiten und frei ausfließbaren Reservoirvolumina abschätzen. Die Ergebnisse sind in Fig. 17 und Fig. 18 dargestellt. Es sind sehr deutlich die Defizitgebiete des West- und Oststeirischen Tertiärbeckens erkennbar, in denen einerseits geringe Volumina unterirdisch gespeichert sind und andererseits auch aufgrund der steilen Abflussrezessionen sehr kurze charakteristische Ausfließzeiten gegeben sind. Längere Trockenperioden bewirken in diesen Gebieten sehr schnell extreme Niedrigwasserabflüsse. Die höchsten Grundwasserreserven sind in den höheren Bereichen der Niederen Tauern und der Koralpe gespeichert.

Fig. 15:  
Typusrezessionskurven  
ausgewählter Einzugsgebiete der Steiermark.

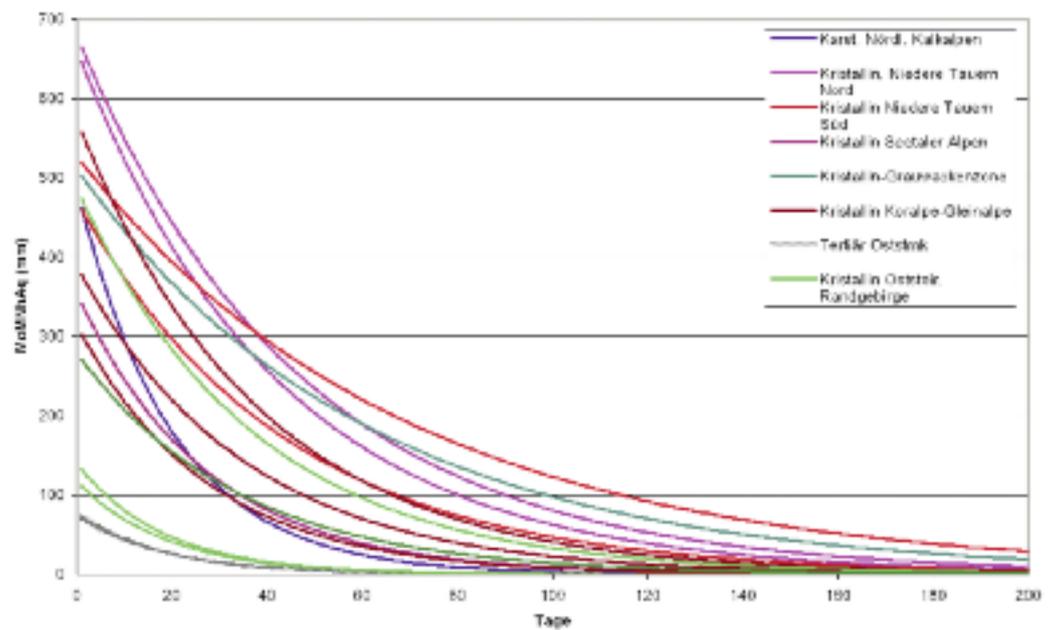
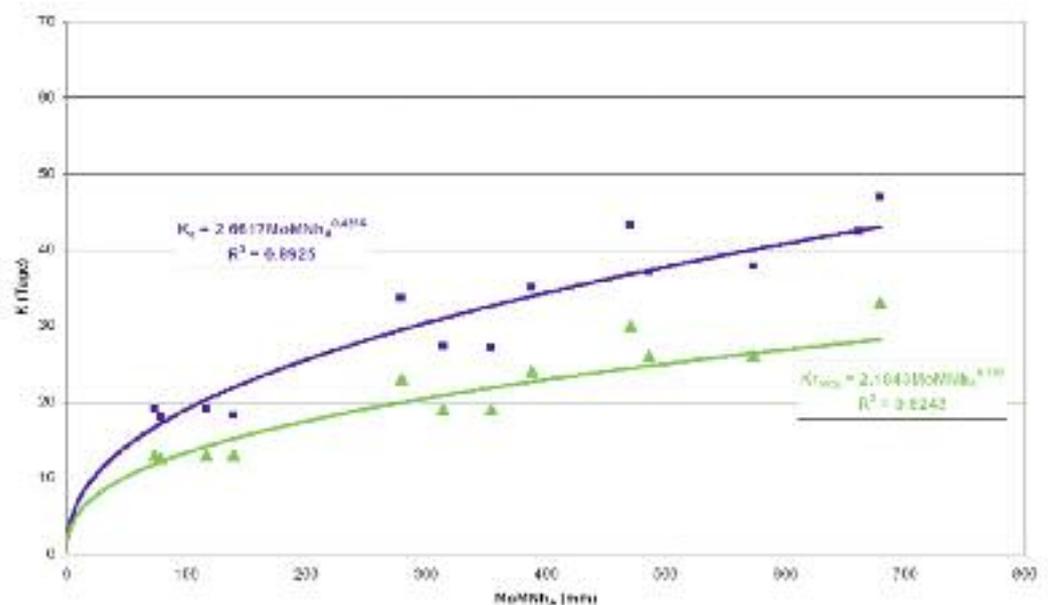


Fig. 16:  
Zusammenhang zwischen der Grundwasserneubildung der Auslaufzeit ( $K_c$  = charakteristische Ausfließzeit,  $K_{50\%}$  = Ausfließzeit zum Zeitpunkt, an dem 50 % des Reservoirvolumens ausgeflossen sind).



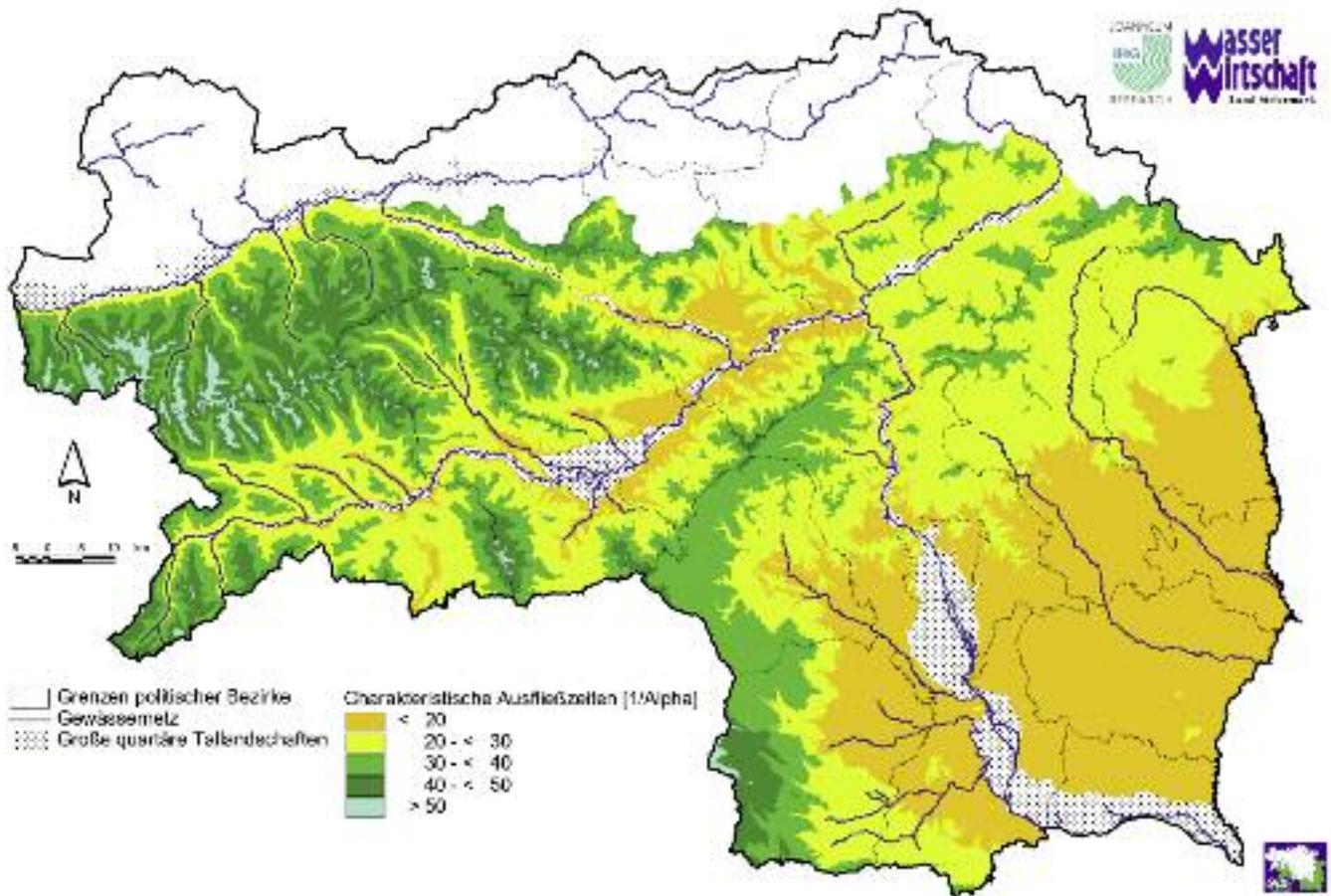


Fig. 17: Charakteristische Ausfließzeiten in Tagen ab MoMNQ.

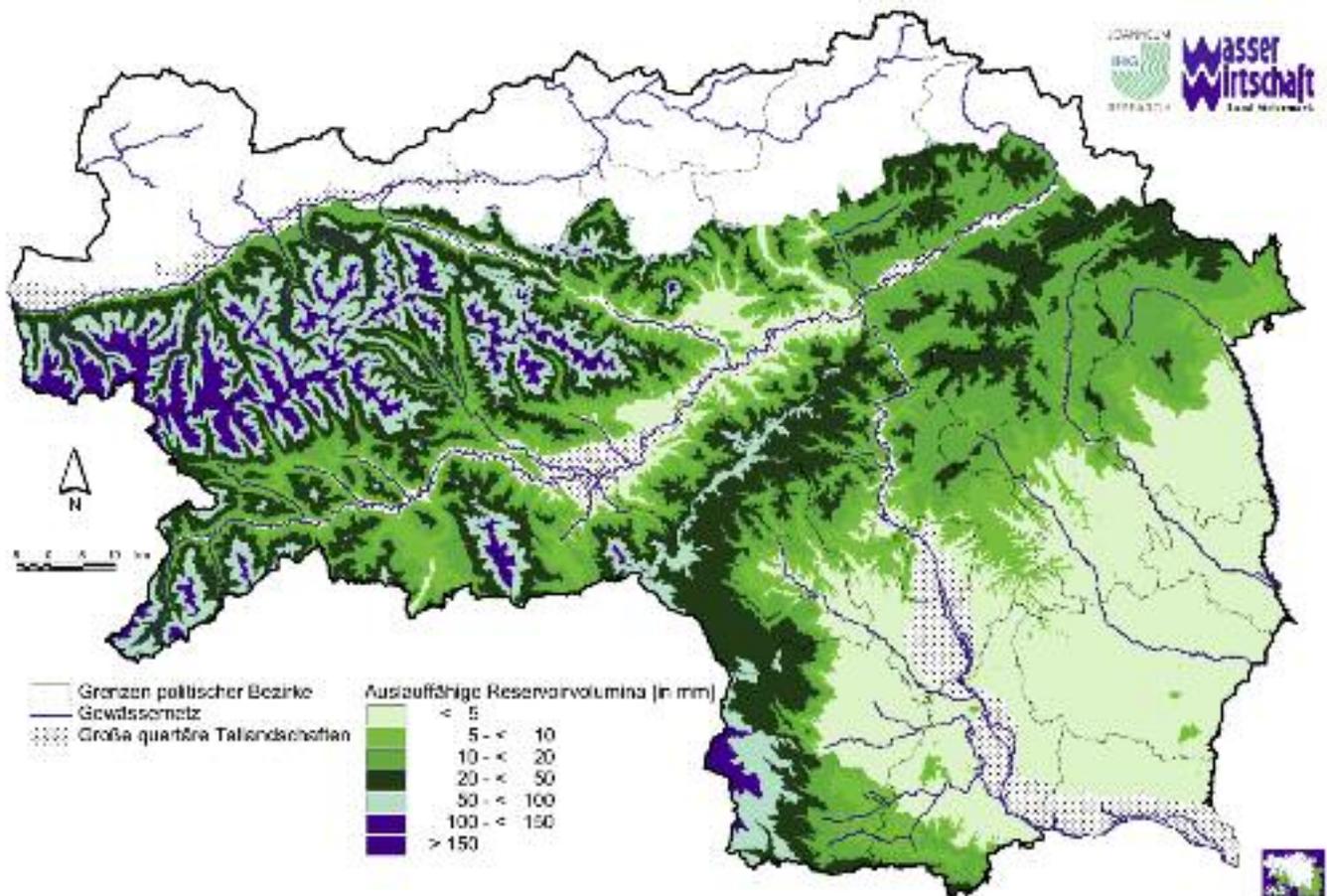


Fig. 18: Frei ausfließbare Grundwasserreservoirvolumina in mm.

### 3.2.2

#### Abschätzung der Wasserbilanz

Für die Abschätzung der Wasserbilanz wurde die Steiermark, basierend auf der Landschaftsgliederung, in 8 Großeinheiten unterteilt (Fig. 19), ausgeklammert wurden die bedeutenderen quartären Talfüllungen:

- 1 Nordabfall der Niederen Tauern
- 2 Niedere Tauern Süd und südliches Einzugsgebiet der Oberen Mur westlich Scheifling
- 3 Südabfall der Eisenerzer Alpen, Grauwackenzone an der Nordflanke des Mürztales
- 4 Seetaler Alpen – Gleinalm – Koralpe – Remschnigg
- 5 Oststeirisches Randgebirge bis Nordabfall zur Mürz
- 6 Weststeirisches Tertiärbecken
- 7 Oststeirisches Tertiärbecken
- 8 Nördliche Kalkalpen

Wie aus Fig. 19 ersichtlich, unterscheiden sich diese sehr stark bezüglich der Höhenbereiche und der durch Satellitenbildklassifizierung ermittelten Landnutzung, natürlich auch bezüglich der geologischen und klimatologischen Verhältnisse. Dementsprechend heterogen zeigt sich auch das Bild der ermittelten mittleren Wasserbilanz (Zeitraum 1971 bis 1995) der Großeinheiten (Fig. 20) durch Verschnitt im GIS erarbeiteten Rasterdaten für Niederschlag, Verdunstung, Mittelwasserabfluss und Grundwasserneubildung.

Bezüglich der Grundwasserreserven wird deutlich, dass die HauptwasserhöfFIGkeitsgebiete der Steiermark vor allem in den großen Karstgebieten der Nördlichen Kalkalpen und im Kristallin der Niederen Tauern und Gleinalm – Koralpe zu suchen sind, während im Ost- und Weststeirischen Tertiärbecken aufgrund der geringeren Niederschläge und der geringdurchlässigen, schlecht speichernden Tertiärsedimente deutlich Mangelgebiete bezüglich des Grundwasserdargebots vorliegen (Fig. 20).

Allerdings sind auch innerhalb der Großeinheiten aufgrund der hohen örtlichen Variabilität der Niederschläge, der Höhenunterschiede und der naturgemäß sehr heterogenen geologischen Verhältnisse große Unterschiede gegeben, die bei wasserwirtschaftlichen Detailplanungen zu berücksichtigen sind.

Fig. 19:  
Landnutzung und Höhenbereiche der 8 Großeinheiten der Steiermark.

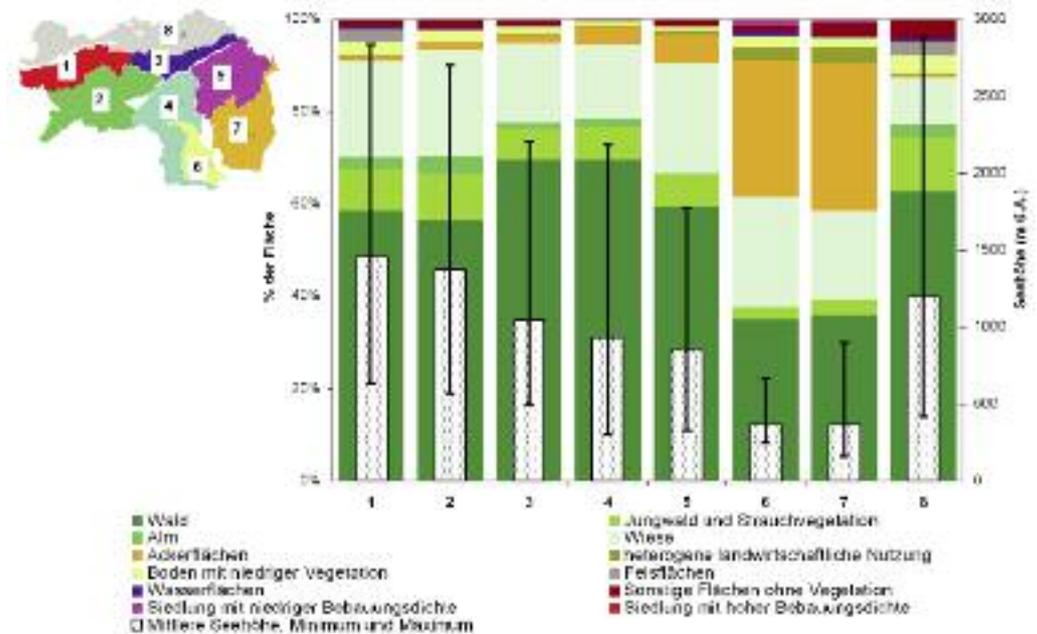
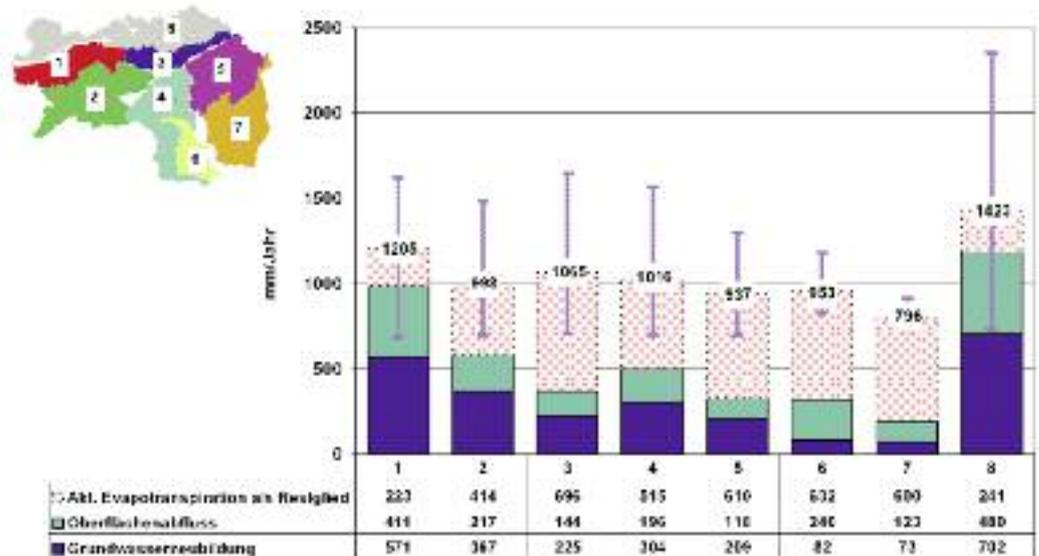


Fig. 20:  
Mittlere Jahressummen der Niederschläge mit örtlicher Variationsbreite und mittlere Wasserbilanz 1971 bis 1995 (in mm/Jahr) der 8 Großeinheiten der Steiermark.



## Erfassung und Bewertung der Wasservorkommen

Eine Trennung zwischen Wasservorkommen aus Karstaquiferen und solchen aus Kluftaquiferen ist bei der geologisch kleinräumigen Strukturierung der Steiermark im strengen Sinne meist nicht möglich. In vielen Fällen sind nur Festgesteinsbereiche mit überwiegendem Karstcharakter und solche mit überwiegendem Kluftcharakter zu finden.

Nicht weiter behandelt werden in diesem Abschnitt Wässer, die in konsolidierten tertiären Lockersedimenten mit karbonatischen Komponenten und/oder karbonatischer Matrix auftreten.

Echte Kluftwasservorkommen im Sinne einer fehlenden lösungsbedingten Erweiterung sind in der Steiermark vor allem mit den großflächig nicht verkarsteten kristallinen Landschaftseinheiten der Niederen Tauern, Gurktaler Alpen, Seetaler Alpen und des Steirischen Randgebirges verknüpft. Weitere kleinflächigere Vorkommen gibt es in den nicht verkarsteten Gebieten der Grauwackenzone und des Grazer Berglandes.

Aufgrund des im Vergleich zum Karst bedeutend geringeren nutzbaren Kluftvolumens zeichnen sich diese Gebiete im allgemeinen durch ein stark differenziertes Oberflächengewässernetz und eine Vielzahl von Quellen aus, die aber nur selten Schüttungen von mehreren Litern pro Sekunde aufweisen. Meist sind als Hauptwasserspeicher die Verwitterungsaufgabe oder quartäre Lockersedimente verantwortlich, sodass in vielen Fällen nicht von reinen Kluftwasservorkommen gesprochen werden kann.

Die Karstwasservorkommen des steirischen Teils der Nördlichen Kalkalpen sind zur Gänze in den Verwaltungsbezirken Liezen, Leoben, Bruck a.d. Mur und Mürzzuschlag gelegen.

Die großen Karstquellen liegen im Norden des Gebirgsstockes zum überwiegenden Teil auf oberösterreichischem Gebiet oder im Ostteil auf steirischem Gebiet des Gebirgsstockes. Auf der Südseite sind die Austritte durch die Position der stauenden Gesteine der Grauwackenzone und der kalkalpinen Basis sehr hoch gelegen.

---

### 4.1

#### Karst- und Kluftwasservorkommen

---

#### 4.1.1

##### Allgemeines

---

#### 4.1.2

##### Karstwasservorkommen der Nördlichen Kalkalpen

---

#### 4.1.2.1

##### Dachstein

Eine erste qualitative Untersuchung in einem größeren hydrogeologischen Rahmen, welche darüber hinaus hauptsächlich geogen bedingte Variabilitäten erfassen konnte, wurde in den Jahren 1991 bis 1992 durchgeführt. Ergebnis der Untersuchung war, dass der „Allgemeinzustand“ der Quellwasserqualität zwar nicht schlecht ist, einzelne Problembereiche jedoch, wie punktuelle bakterielle Belastungen, Einflüsse, die sich aus verstärkter touristischer Nutzung der Landschaft ergeben und nicht zuletzt aus der Luftimmission, bestehen.

Mehrere Markierungsversuche in diesem Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen zeigten weiträumige Karstwasserzusammenhänge auf und ergaben ein ähnliches Entwässerungsmuster wie im Dachsteingebiet. Auf Basis dieser Untersuchungen erfolgten schließlich erste Überlegungen zu einem Schutz- und Schonkonzept, zunächst für die Tauplitzalm und schließlich für den gesamten Bereich des Toten Gebirges einschließlich des Warscheneckgebietes.

Im Bereich des gesamten Warscheneckgebietes wurden rasch entwässernde Systeme nach Süden zum Weißenbachtal bei Liezen bzw. nach Norden zu den großen Quellen des Stodertales und zum Pießling-Ursprung nachgewiesen. Vor allem im Bereich des Südrandes des Warscheneckgebietes zwischen Pyhrnpaß und Weißenbach bei Liezen bzw. des gesamten Grimmingbachtals gibt es, bedingt durch die Hochlage der Werfener Schichten bzw. durch anlagernde Gosasedimente, zahlreiche Schichtstau- bzw. Schichtgrenzquellen. Karstwasseraufschlüsse, die auf den obertriadischen Kalkblock (Hochangern – Weißenbacher Mauern) beschränkt sind, dort aber mit zum Teil sehr starken Austritten in konzentrierten Punkten (Lexgraben am Pyhrn, Weißenbach-Ursprung, Rotenkogel-Quelle, Sagtümpel) auftreten. In den zum Hauptstock des Toten Gebirges vorgelagerten Gebieten nördlich Bad Mitterndorf, Krunglbach, Zauchenbach, Riesenbach, Salza, Rödschitzbach und Kainisch Traun konnte an insgesamt 106 Quellen ein Gesamtdargebot von 75 l/s (Oktober 1977) bis 273 l/s (August 1978) nachgewiesen werden.

Die meisten Quellen dieses Bereiches sind als Karst- und Kluftquellen anzusprechen, wobei Gesteine der Grauwackenzone bzw. Reste eines fluviatilen Tertiärs Stauerfunktion für die Austritte im Süden ausüben. Die Austritte auf der Nordseite liegen im vorgelagerten Dachsteinkalksockel des Grimmings, als Stauer sind anlagernde glazigene Sedimente der Umrahmung des Mitterndorfer Beckens zu bezeichnen.

---

#### 4.1.2.2

### **Totes Gebirge und Warscheneckgebiet**

---

#### 4.1.2.3

### **Grimming**

Die Entwässerung der karbonatischen Bosruckscholle ist im Wesentlichen nach Norden gerichtet, da im Süden eine hochliegende Schürze aus Werfener Schichten die Karstentwässerung hemmt. Der Karstcharakter der Haller Mauern ist trotz des Aufbaues aus Dachsteinkalken in der Kammregion eher als untergeordnet zu bewerten, weil sich kein Plateaukarst ausbilden konnte. Einen größeren Umfang nehmen Dolomite ein, sodass mit der Ausbildung von Kluftwasseraquiferen zu rechnen ist.

Im Ostteil der Haller Mauern ab der Kreuzmauer bis zur Buchau und nach Norden bis zur steirisch-oberösterreichischen Landesgrenze liegt ein Gesamtdargebot von etwa 140 l/s vor.

In der Buchsteingruppe (einschließlich Tamischbachturm und Reiflinger Scholle) kann ein Gesamtdargebot von insgesamt ca. 4,2 m<sup>3</sup>/s nachgewiesen werden. Das Gebiet weist nur in der zentralen Buchsteingruppe Reste eines Plateaukarstes auf, der gesamte Süd- und Südwestsockel ist hauptsächlich aus Dolomiten aufgebaut und bildet dort im Wesentlichen Kluftwasseraquifere aus.

In den zum mesozoischen Kalkalpin zählenden Gebirgsstöcken des Reichensteins, des Hochtors, des Lugauer und des Ennseck kann von einem Gesamtdargebot von ca. 825 l/s ausgegangen werden. Ein Teil des Dargebotes wird insbesondere durch große Karstquellen im Bereich des Hartelsgrabens gedeckt.

An der Ostbegrenzung der Gesäuseberge im Bereich Ennseck – Waaggraben – Gebiet Lugauer-Ost besteht der größte Teil der Quellenvorkommen aus solchen mit ausgesprochenem Karsttypus. Im Bereich des Kaiserschild mit mitteltriadischen Wettersteinkalken und Wettersteindolomiten treten in der Gipfelregion vereinzelt verkarstete Plateaureste mit Dolinen und kleineren Höhlen auf. Die Entwässerung des Massivs erfolgt ausschließlich unterirdisch, wobei auf der Ostseite im Erzbachtal als bedeutendste Quelle die Kalte Fölz zu finden ist. Aufgrund der teilweise dolomitischen Aquifergesteine ist neben einer Karstwasser- auch mit einer erhöhten Kluftwasserführung zu rechnen.

Hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen sowie Ergebnisse von Markierungsversuchen erbrachten ein zum Teil zusammenhängendes System der Karstentwässerung, welches zur Enns als hydraulisch wirksamem Vorfluter orientiert ist. Quellaustritte aus dem Gebiet Hainbachstein-Wiesberg an der großen Ennsschlinge bei Altenmarkt zeigten zum Teil sehr hohe, durch das Haselgebirge bedingte, Sulfatwerte.

Das Gebiet der Göstlinger Alpen mit dem Hochkar entwässert zum Teil über aktive Wasserhöhlen (Palfauer Wasserloch) auf die steirische Seite zur Salza.

Im Bereich des Hochschwab liegen eine größere Anzahl von Großaustritten (wie Pfannbauerquelle, Kläfferquellen, Brunngrabenquellen, Siebenseequellen, Höllquellen, Schwarze Lacke bei Eisenerz, Quellen der Hinterseeau östlich des Leopoldsteiner Sees, Gsollquellen, Ilgner Quellen) vor.

---

#### 4.1.2.4

#### **Bosruck, Haller Mauern und Buchsteingruppe**

---

#### 4.1.2.5

#### **Ennstaler Alpen und Gesäuse**

---

#### 4.1.2.6

#### **Voralpe und Göstlinger Alpen**

---

#### 4.1.2.7

#### **Hochschwab**

Die leicht metamorphen Bänderkalke sind in den höheren Anteilen zum Teil stark verkarstet und bilden zahlreiche Oberflächenkarstphänomene (Dolinen, Karstschächte) und auch Höhlen aus. Das Gebiet entwässert zum größten Teil unterirdisch in Richtung Preuneggatal. Als bedeutendste Austritte sind die großen Karstquellen auf der Ursprungalm zu nennen, die allerdings nicht genutzt sind.

Ein Markierungsversuch 1989 im Thalgraben erbrachte eine Verbindung zu den Karstquellen des Raxenbachtals entlang talparalleler Strukturen.

Im äußersten Osten der Steiermark, auf der Nordwestseite des Wechsel nordöstlich Rettenegg, noch zu den Gesteinen des Semmeringmesozoikums zählend, befinden sich als oberste Auflage der kristallinen Basis einzelne Karbonatschollen, die zum Teil typischen Karstcharakter aufweisen. Die Karstaquifere sind dort in ihrer räumlichen Ausdehnung sehr begrenzt; an bedeutenderen Karsterscheinungen ist die Seeriegelhöhle zu nennen. Eine Einzelquelle in der Größenordnung von 20 l/s ist bekannt, ansonsten zahlreiche kleinere. Weitere Geländebereiche besitzen keine Austritte an der Oberfläche, sondern vermutlich in den tieferen Untergrund entwässernde Vorkommen.

Im oberen Mürztal (Bereich Kapellen, Hirschbach, Raxenbach) konnte im Zuge einer Quellaufnahme im Jahre 1981 ein Gesamtdargebot von 57,6 l/s zum Zeitpunkt der Aufnahme nachgewiesen werden. Etwas weniger als 50 % der Quellen treten in den Karbonatserien aus und stellen zum Teil typische Karstquellen dar. Neben den Kalken sind auch in den Quarziten Aquifere ausgebildet; als Stauer sind die unterlagernden Phyllite anzusehen. Die Quellen mit eindeutigem Karstcharakter sind dabei hauptsächlich um Kapellen und im Raxenbachtal verbreitet.

Die in diesem Abschnitt angeführten Karstwasservorkommen gehören der Grauwackenzone, dem Murauer, dem Gurktaler und dem Grazer Paläozoikum an.

Im Gebiet der Rottenmanner Tauern treten Karbonatzüge im Bereich der Grauwackenzone auf. Insgesamt sind diese in den karbonen Triebensteinkalken gelegenen Vorkommen nicht näher untersucht, sodass eine Bewertung vorerst unterbleiben muss.

Ein nicht sehr bekanntes Karstwasservorkommen beherbergt der Zug der Hohen Trett südlich Liezen und östlich Aigen im Ennstal mit einem konzentrierten Austritt in der Quelle von Aigen am Fuße des Rastanger.

---

#### 4.1.3

### Karstwasservorkommen des Zentralalpinen Mesozoikums

---

#### 4.1.3.1

### Schladminger Tauern

---

#### 4.1.3.2

### Semmering

---

#### 4.1.3.3

### Wechselgebiet

---

#### 4.1.3.4

### Oberes Mürztal

---

#### 4.1.4

### Karstwasservorkommen in paläozoischen Karbonatgesteinen

---

#### 4.1.4.1

### Rottenmanner Tauern

Nördlich der Palten-Liesing-Furche und westlich der Präbichl-Furche konnten in den paläozoischen Anteilen der Ennstaler und Eisenerzer Alpen zahlreiche Quellen aufgenommen werden, die zum Teil Karstquellen mit bedeutendem Dargebot darstellen. Hier seien besonders Teile der Wasserversorgung von Eisenerz mit den Klammquellen und von Trofaiach mit der in Form eines Hangstollens gefassten Reitingquelle mit einer Schüttung bis mehr als 100 l/s genannt. Auf der Südseite des Johnsbachtales konnten 278 Quellen mit einem Gesamtdargebot von rund 347 l/s aufgenommen werden, wobei jedoch der größte Teil keine Karstquellen darstellt. Den Hauptteil des Dargebotes bestreitet die Kölblquelle am Fuße eines Karbonatzuges. Die Quelle entwässert den bis an die orographische Wasserscheide im Süden reichenden Bereich einschließlich des sogenannten Bärenkars.

Ein schmaler Zug von Karbonaten begleitet das Mürztal auf der Nordseite zwischen dem Fuschtgraben und dem Veitschtal. Die noch zum Semmeringmesozoikum zählenden Gesteine sind zum Teil stark mit Dolinen- und Höhlenbildungen verkarstet. Im Bereich Fuschtgraben-Mürzgraben löst sich der Zug in isolierte Karbonatschollen auf, weiter östlich ist er als geschlossenes Band jedoch nur mit maximal 500–600 m Breite bis an den Veitschbach zu verfolgen. Von 28 als relevant aufgenommenen Quellen im Karbonatgestein erreichen die größten Schüttungen zwischen 6–7 l/s.

Im Bereich des Murauer und Gurktaler Paläozoikums, zum Teil Bundesland übergreifend, wurden Quellen des verkarsteten Grebenzenstocks untersucht, deren bedeutendste der Zeuschacher Ursprung ist.

Innerhalb des Grazer Paläozoikums treten zum Teil isolierte Karstgebiete auf, wie östlich der Mur der Bereich des Hochlantsch bei Mixnitz, der Tannebenstock zwischen Peggau und Semriach, der Bereich des Schöcklgebietes und des Weizer Berglandes mit den beiden Durchbruchstätern der Raabklamm und der Weizklamm. Auf der Westseite der Mur zählen dazu noch der schmale Bereich zwischen Deutschfeistritz und Frohnleiten, der Plabutsch-Buchkogelzug und die Westumrahmung des Köflach-Voitsberger Beckens.

Im Gebiet des Hochlantsch kann von einer Gesamtschüttung von etwa 330 l/s ausgegangen werden. Der Karstentwässerung zum Murtal hin über den Kaskadenfall unterhalb der bekannten Bärenschützklamm kommt dabei besondere Bedeutung zu. Die unterirdische Anreicherung des Kaskadenfalles erfolgt u.a. auch aus dem Gebiet der Teichalm.

Im Süden anschließend folgt das Schöcklkalkgebiet der Tanneben, welches ein typisches Waldkarstgelände darstellt. Das in das Höhlensystem der Lurgrotte entwässernde Semriacher Becken stellt dabei den nichtverkarsteten Teil des Einzugsgebietes dar. Neben einigen wenigen unbedeutenden Quellen entwässert das gesamte Gebiet einerseits durch den Höhlenbach der Peggauer Lurgrotte, andererseits und zum größeren Teil durch die am Fuße des Südflügels der Peggauer Wand gelegene Hammerbachquelle. Direkte Übertritte aus dem Karst in den Grund-

---

#### 4.1.4.2

#### Ennstaler und Eisenerzer Alpen

---

#### 4.1.4.3

#### Mürztaler Alpen

---

#### 4.1.4.4

#### Murauer und Gurktaler Paläozoikum

---

#### 4.1.4.5

#### Grazer Paläozoikum

wasserkörper des Murtales konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Die aus dem Karst entwässernden Mengen von knapp 300 l/s stellen zwar eine potentielle Nutzungsmöglichkeit dar. Diese wurde allerdings aufgrund anthropogener Beeinflussung aus dem Bereich des Semriacher Beckens bisher nicht weiter verfolgt. Der am Nordrand von Graz sich nach Osten erstreckende Schöcklzug, der in den Waldkarst des Garracher Waldes mit der Raabklamm und in das Weizer Bergland überleitet, stellt ein Areal mit zahlreichen Karsterscheinungen mit Dolinen und begehbaren Höhlen und einer Reihe von Karstwasservorkommen dar, von denen einige für Versorgungen genutzt sind. Die bedeutendste Karstquelle des Gebietes, der Andritzursprung am Südwestrand des Bergzuges ist zwar an seinem Austritt nicht für Versorgungszwecke gefasst, doch besteht seit 1943 bachabwärts eine Bachfassung, die temporär zur Anreicherung des Andritzer Grundwasserfeldes für die Grazer Wasserversorgung genutzt wird. Karstwasseraustritte im Bereich von Stattegg in der Nähe des Andritzursprungs sind bereits genutzt, sodass darin kein größeres Entwicklungspotential zu sehen ist. Durch die Hochlage des Radegunder Kristallins und der auflagernden Schieferserien bestehen am Kontakt zu den Schöcklkalken Schichtgrenzquellen, die weitgehend Trinkwasserzwecken zugeführt sind. Weiter nach Osten treten in der Raabklamm einige Karstquellen aus, von denen nur wenige genutzt sind. Die größten Karstquellvorkommen sind dort die genutzte Gösserquelle und die bisher ungenutzte Finzenquelle. Im Gebiet von Weiz sind insbesondere die starken Karstquellen der Weizer Wasserversorgung am Südennde der Weizklamm zu nennen.

Im Bereich des steirischen Randgebirges, insbesondere im Gebiet der Koralpe und der Gleinalm sind langgestreckte Einschaltungen von Marmoren zu finden, in denen in Einzelfällen ausgeprägte Karsterscheinungen auftreten. Dazu zählen vor allem im Gebiet um Salla relativ stark schüttende Karstquellen. Als Einzugsgebiet derartiger Karstquellen ist nicht nur der engere Bereich des Marmors sondern darüber hinausgehend der Bereich des umgebenden Kristallins anzusehen.

Die in der Umrahmung des Grazer Feldes vereinzelt Vorkommen tertiärer Kalke, meist Leithakalke des Badenien, weisen Anzeichen zumindest episodischer, heute vermutlich tieferliegender Karstwasserzirkulation auf. Linksseitig der Mur zeigt das Grünkarstgebiet des Sukduller Karstes aktive Schwinden. Eine allfällige Infiltration in die Grundwasserfelder südlich der Wildoner Enge kann nach den festgestellten Mengen als untergeordnet bezeichnet werden.

Gegenüber von Afram ragt noch der Wildoner Buchkogel mit seinen verkarsteten Leithakalken auf, wobei aufgrund der Kleinheit des Vorkommens mit keinen nennenswerten über die bisherige Nutzung hinausgehenden Wasservorkommen gerechnet werden kann.

---

#### 4.1.5

#### **Karstwasservorkommen karbonatischer Einschaltungen im Kristallin**

---

#### 4.1.6

#### **Karstwasservorkommen in tertiären Karbonatgesteinen**

Diese stellen aufgrund der vergleichsweise hohen Niederschläge und hohen mittleren Grundwasserneubildungsraten von im Schnitt im Norden 571 mm, im Süden 377 mm den wohl bedeutendsten Grundwasserspeicher im Kristallin der Steiermark dar.

Größere Quellen sind aber meist an quartäre Lockersedimente (insbesondere Schuttfüllung von Karen) gebunden. Von besonderem wasserwirtschaftlichen Interesse sind die Blockgletscherquellen, die eine beachtliche Quellschüttung aufweisen. Messungen an der bisher größten bekannten Blockgletscherquelle in den Niederen Tauern, der Hochreichartquelle, die in 1520 m ü.A. gelegene Ursprung des Stubalmbaches (Seckauer Tauern), zeigt zwischen 38 und 330 l/s.

Im Bereich der Koralpe und des Oststeirischen Randgebirges herrschen durchwegs kleinere Quellen mit Schüttungen von wenigen Litern pro Sekunde im Maximum vor. Als Grundwasserspeicher ist vor allem die Verwitterungsdecke und der Schutt in Karen (Koralpe) von Bedeutung. In manchen Gebieten können Kluftquellen aus Marmoren Schüttungen von bis über 5 l/s aufweisen, wenn das hydrographische Einzugsgebiet über das orographische hinausreicht.

Die mittleren Grundwasserneubildungsraten liegen zwischen 209 mm (Oststeirisches Randgebirge) und 304 mm (Koralpe). Durch die Verteilung auf eine Vielzahl von Quellen ist aber die überregionale wasserwirtschaftliche Bedeutung stark reduziert.

Die Verhältnisse sind ähnlich wie in den Niederen Tauern, mit allerdings etwas geringerer Grundwasserneubildung. Untersuchungen in den Seetaler Alpen zeigen die Bedeutung des Moränenschutts in Karen und von Blockgletschern für die Speicherung von Grundwasser.

Aber auch hier ist im Falle zukünftiger Nutzungsplanungen von Quellen zu berücksichtigen, dass oft gerade im Falle größerer Quellschüttungen eine Alimentation durch Oberflächengerinne möglich ist und vor allem hinsichtlich des Schutzes auf die Möglichkeit kurzfristiger Kontaminationen zu achten ist.

In diesem Abschnitt wird eine grobe Übersichtsbewertung der Wasserqualität, die auf die in der Steiermark im Rahmen der Wassergüteeerhebungsverordnung durchgeführten Untersuchungen an 65 ausgewählten Quellen beruht, aufgezeigt.

In Fig. 21 sind die Mittelwerte der Karbonathärte der Quellwässer dargestellt. Sie spiegeln in der Hauptsache erwartungsgemäß die geologischen Verhältnisse wider, mit sehr weichen Wässern im Kristallin (mit Ausnahme einer Aufhärtung bei Kontakt mit Marmoren) und mittelharten Wässern in den Karbonatgebieten der Nördlichen Kalkalpen und des Grazer Berglandes.

Fig. 22 und Fig. 23 zeigen die Mittelwerte bzw. Überschreitungen der Richtzahl für Nitrat als Parameter den Einfluss aus der Landwirtschaft. Es ist deutlich ersichtlich, dass beim Quellmessnetz im Gegensatz zu den intensiv genutzten Porengrundwasserfeldern kaum qualitative Probleme hinsichtlich des Einflusses aus der Landwirtschaft bestehen.

---

#### 4.1.7

### Kluftwasservorkommen

---

#### 4.1.7.1

### Niedere Tauern

---

#### 4.1.7.2

### Steirisches Randgebirge

---

#### 4.1.7.3

### Gurktaler Alpen – Seetaler Alpen

---

#### 4.1.8

### Bemerkungen zur Qualität

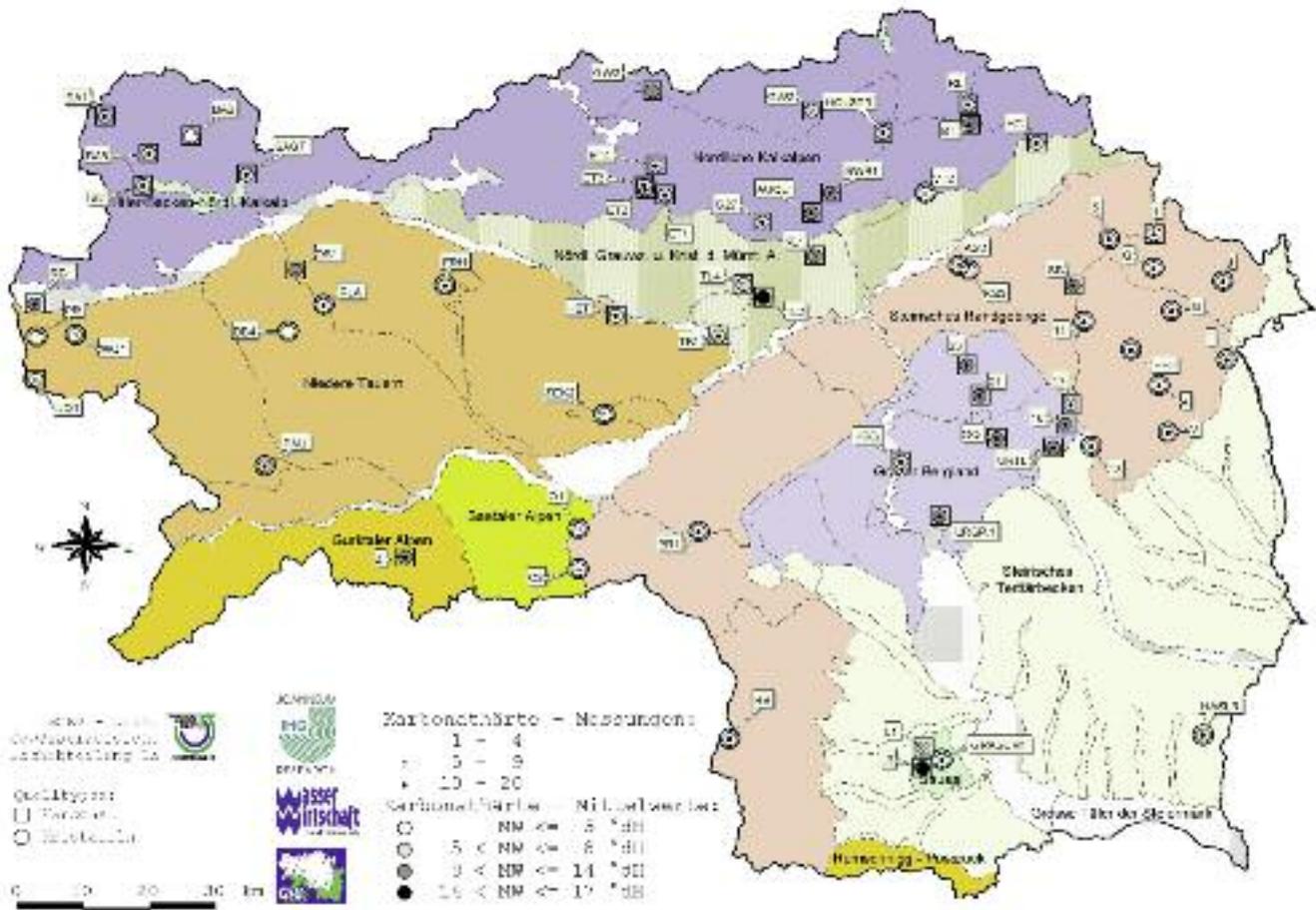


Fig. 21: Mittelwerte der Karbonathärte (°dH) und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.

Nur bei wenigen Quellen in tieferen Lagen kommt es zu Überschreitungen der Richtzahl, sämtliche Mittelwerte liegen unterhalb des Grenzwertes von 50 mg/l. Auch bei Sulfat sind kaum erhöhte Werte feststellbar (Fig. 24 und Fig. 25), die wenigen erhöhten Mittelwerte und Überschreitungen der Richtzahl sind fast immer geogen bedingt.

Aus Detailuntersuchungen lässt sich ableiten, dass die gegebenen extensiven Bewirtschaftungsweisen, wie sie in den steirischen Gebirgen vorherrschen, zwar einen Einfluss auf die Qualität des Grundwassers ausüben, dieser aber kein großes Risiko einer chemischen Kontamination darstellt. Zusätzlich minimieren die relativ hohen Verweilzeiten das Risiko einer plötzlichen Verschmutzung oder bakteriologischen Kontamination, solange durch eine ordnungsgemäße Fassung der Quellen die direkte Infiltration von Meteorwässern in unmittelbarer Nähe des Quellaustrittes verhindert wird.

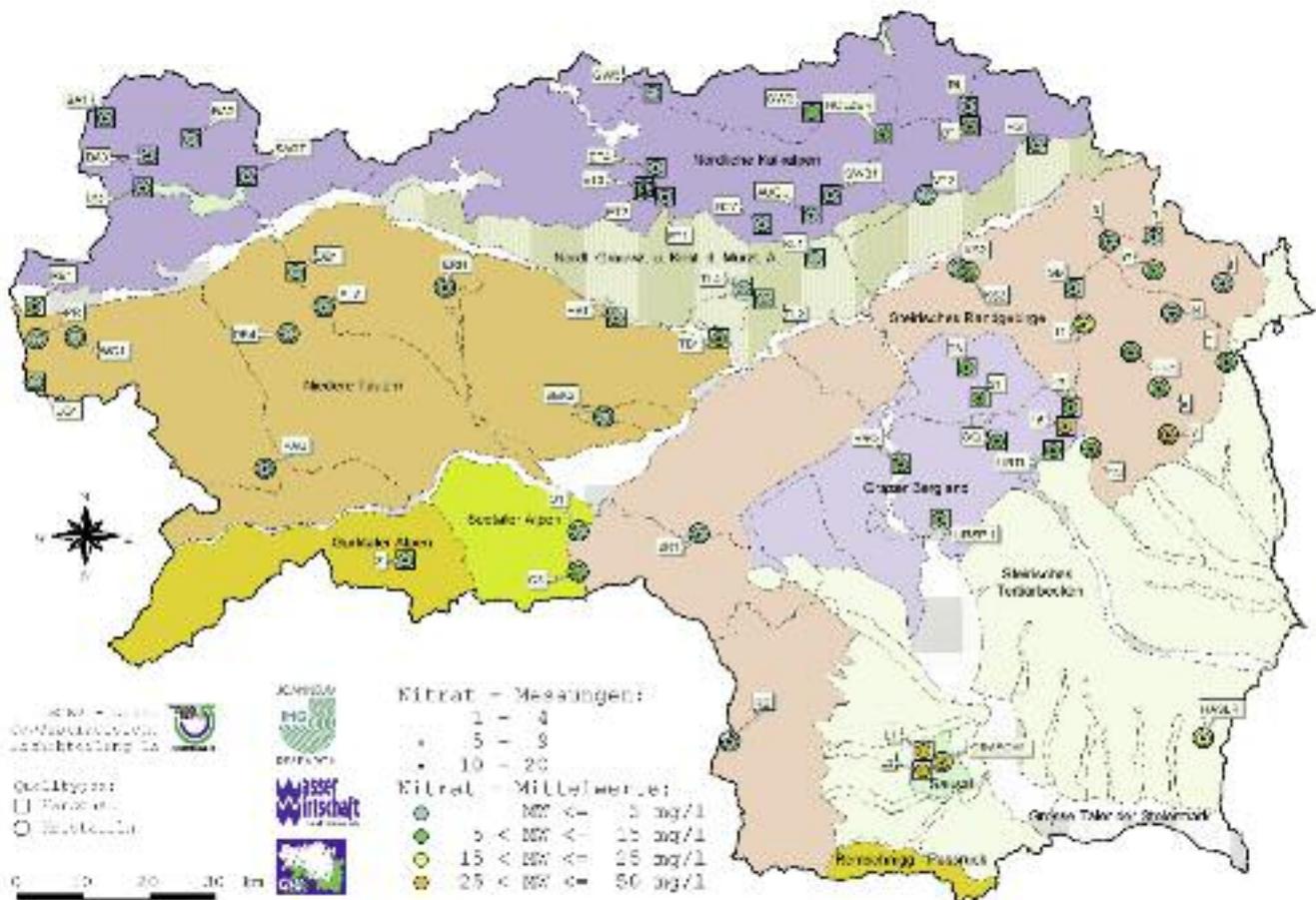


Fig. 22: Mittelwerte der Nitratkonzentration (in mg/l) und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.

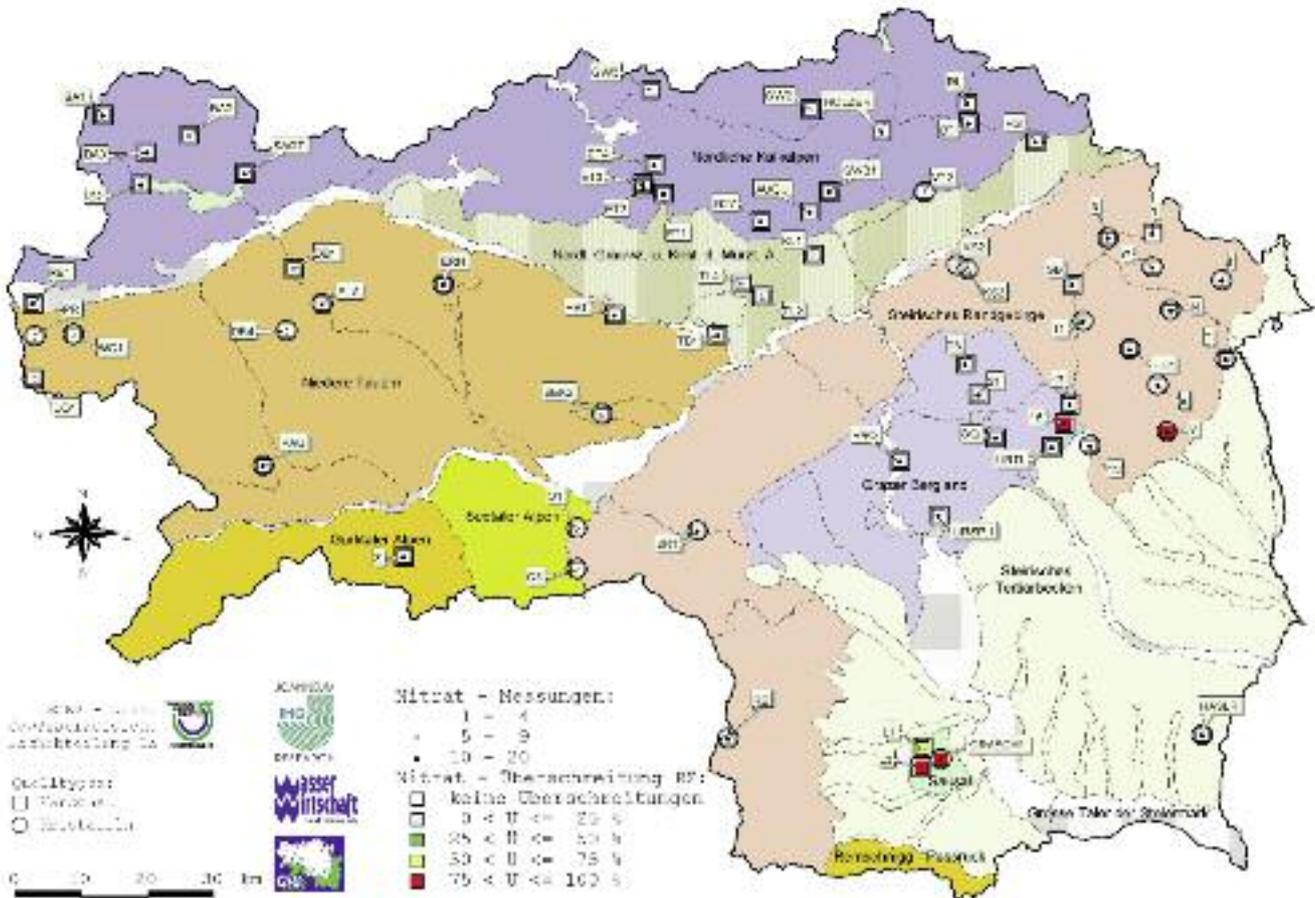


Fig. 23: Überschreitungshäufigkeit der Richtzahl für Nitrat und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.



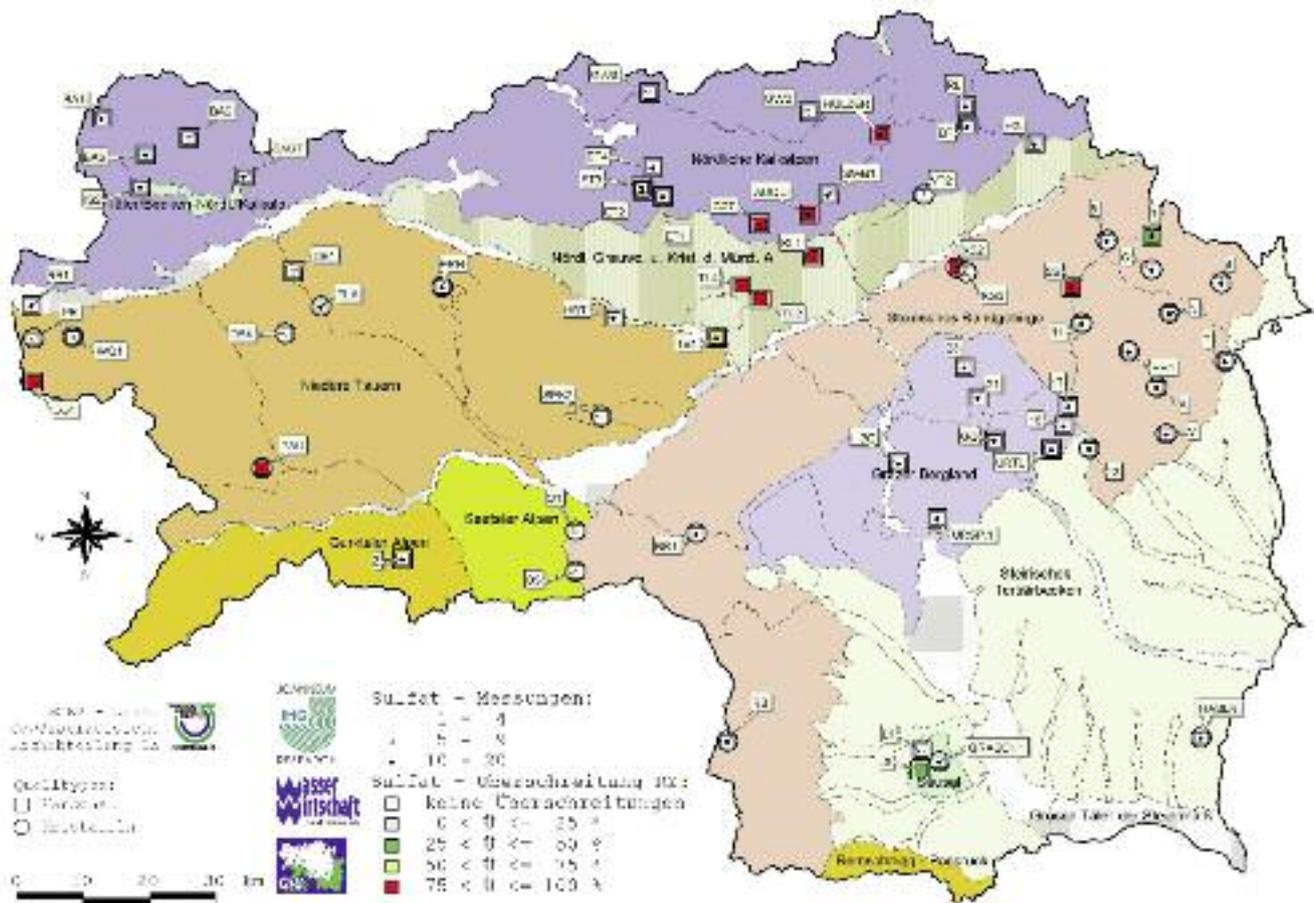


Fig. 25: Überschreitungshäufigkeit der Richtzahl für Sulfat und Anzahl der untersuchten Proben des Quellbeobachtungsnetzes Steiermark.

Völlig anders geartet sind die Fließ- und Transportprozesse in vielen Karstgebieten der Steiermark. Ein Teil der infiltrierenden Meteorwässer gelangt über großlumige Karstgefäße sehr rasch zum Quellaustritt, was einerseits meist sehr hohe Schüttungsschwankungen und andererseits aber auch entsprechende Schwankungen der chemischen Parameter verursacht. Die kurzen Verweilzeiten bewirken das häufige Auftreten bakteriologischer Kontaminationen, selbst wenn im Einzugsgebiet kaum Gefahrenpotentiale existieren.

Als Beispiel für eine typische Karstquelle ist in Fig. 26 der Jahresverlauf der Schüttung und elektrischen Leitfähigkeit des Wassermannsloches (Schwarze Lacke, Erzbachtal) dargestellt, dessen Einzugsgebiet in den intensiv verkarsteten Wettersteinkalken der Kalten Mauer liegt. Der rasche Abfluss von infiltriertem Niederschlagswasser bewirkt sehr hohe Schwankungen der Schüttung und parallel dazu eine starke Verdünnung, was sich in Rückgängen der Leitfähigkeit niederschlägt. Deutlich unterschiedlich sind die Eigenschaften von Aquiferen im Dolomitkarst. Das feine Kluftnetz bewirkt eine deutlich bessere Speicherung, höhere Verweilzei-

ten im Untergrund, geringe Schwankungen der chemischen Parameter und somit kaum das Risiko einer Verkeimung.

Als Beispiel für diesen Quelltyp sind in Fig. 27 die Ganglinien der Schüttung und Leitfähigkeit der Pfannbauernquelle dargestellt, die ein Einzugsgebiet in Wettersteindolomiten der Zeller Staritzen entwässert.

Fig. 26:  
Tagesmittel der Schüttung und elektrischen Leitfähigkeit der Karstquelle Wassermannsloch (Kalte Mauer – Hochschwab).

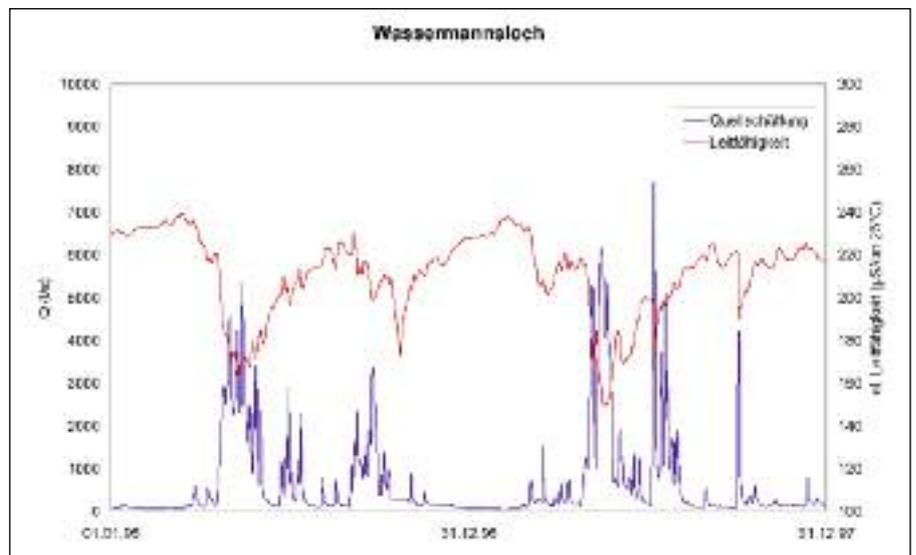
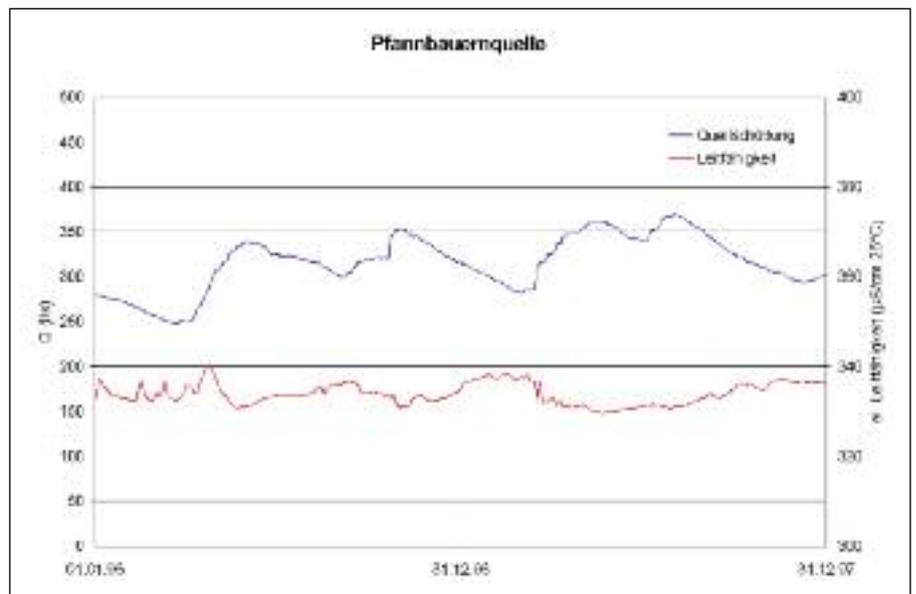


Fig. 27:  
Tagesmittel der Schüttung und elektrischen Leitfähigkeit der Dolomitkarstquelle Pfannbauernquelle (Zeller Staritzen).



Die Porengrundwasservorkommen der Steiermark stellen für die Wasserversorgung der Bevölkerung eine bedeutsame Ressource dar, die aufgrund unterschiedlicher hydrogeologischer Rahmenbedingungen in unterschiedlicher Menge und auch in unterschiedlicher Qualität in den verschiedenen Talandschaften zur Verfügung steht.

Grundsätzlich sind die hier zu diskutierenden Grundwasservorkommen an quartäre Lockersedimente gebundene Aquifere, deren Erschließung aufgrund ihrer meist seichten Lage relativ einfach und kostengünstig und deren Wasserlieferung aufgrund der guten Speicherverhältnisse und der gesicherten Neubildung auch in längeren Trockenwetterperioden als gesichert gelten kann.

Dieser Abschnitt war während der Kaltzeiten vom Murgletscher erfüllt. Die Endmoräne der jüngsten Vereisung ist westlich von Judenburg bei Grünhübl deutlich erkennbar. Bedeutendere Wasservorräte, die aber noch wenig genutzt werden, sind in den nacheiszeitlichen Talschottern unterhalb von Murau zu erwarten. Auf Grund der Wirkung des eiszeitlichen Gletschers treten hier große Grundwassermächtigkeiten auf. Besonders anzuführen sind die Talabschnitte um **Niederwölz** (Bohrung bis 190 m Tiefe ohne die Felsoberkante zu erreichen), im Bereich größerer Taleinmündungen (Kendlbruck, Predlitz, Stadl a.d. Mur und St. Lorenzen ob Murau), im Raum **Scheifling** (Versuchsbohrung bis zu einer Tiefe von 60 m ohne Erreichen der Felsoberkante) und der Raum **Waltersbach** bei Unzmarkt (Bohrung bis 60 m ohne Erreichen der Felsoberkante).

Aus Fig. 28 wird anhand zweier Beispiele die zeitliche Entwicklung der Grundwasserverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Oberen Murtal ersichtlich.

Das Porengrundwassersystem des oberen Murtales wird durch mehrere kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen, wie in Unzmarkt, Murau und Niederwölz genutzt.

---

## 4.2

### Seichtliegende Porengrundwasservorkommen

---

#### 4.2.1

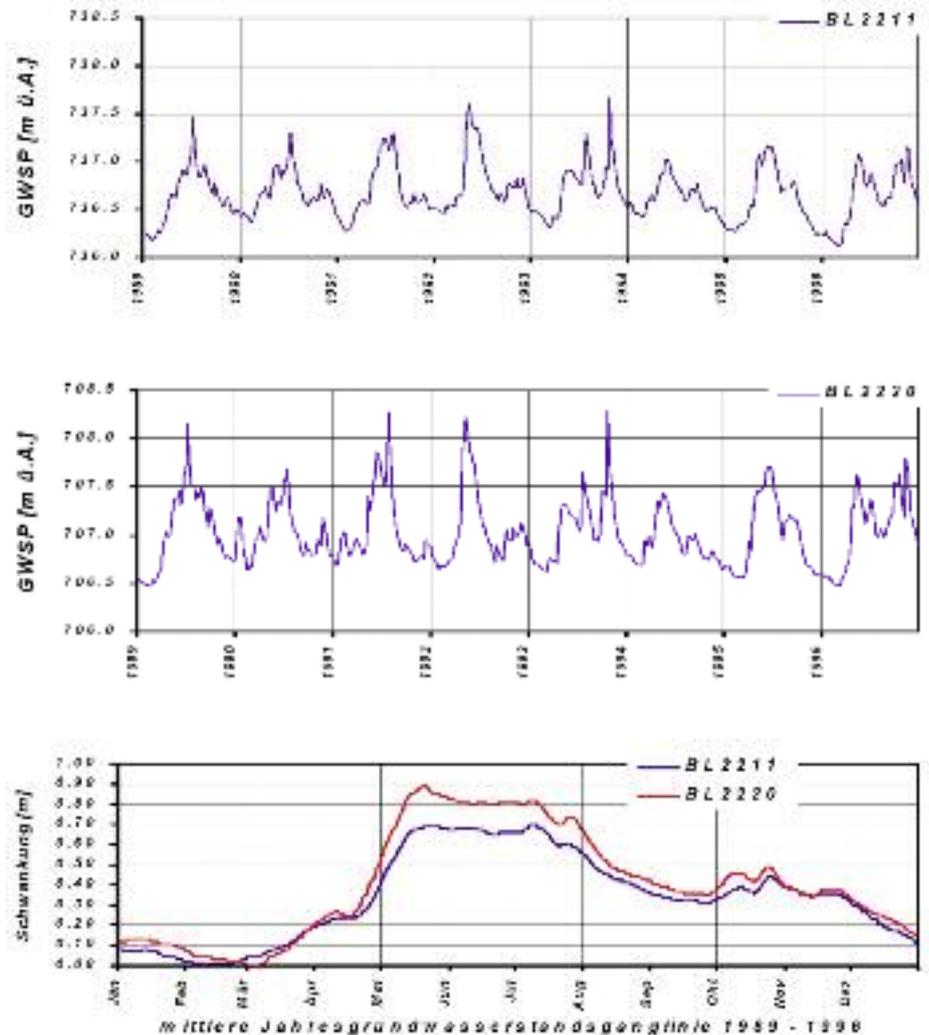
##### Murtal

---

##### 4.2.1.1

##### Oberes Murtal

Fig. 28:  
Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Oberen Murtal anhand der Bohrungen BL2211 in Niederwölz und 2220 in St. Georgen von 1989 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an beiden Messstellen im Vergleich.



#### 4.2.1.2

#### Aichfeld-Murboden

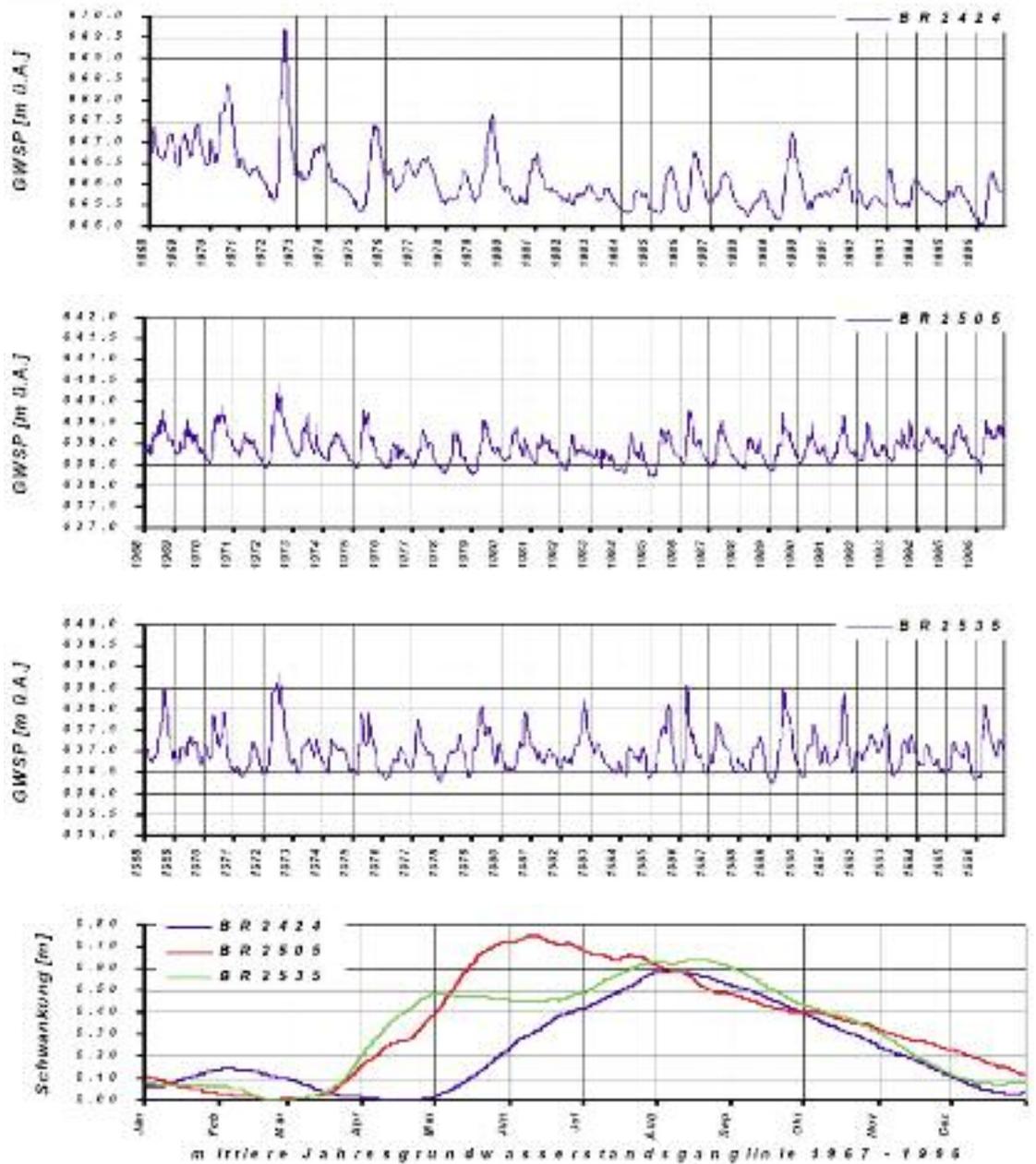
Die **Grundwassersohle** ist durch ein extrem akzentuiertes Relief charakterisiert, das trotz eines umfangreichen Bohrprogrammes nicht genauer flächenhaft erfassbar ist. Die Ergebnisse geoelektrischer Untersuchungen zeigen ein stark ausgeprägtes Relief des Grundwasserstauers mit zwei deutlich ausgeprägten Tiefenrinnen, die durch eine Aufwölbung des Untergrundes im Bereich der Murschlinge im Murwald getrennt sind. Die Reliefunterschiede zwischen der Tertiärhochlage des Murwaldes und den in den teritären Untergrund eingeschnittenen Rinnearmen erreichen Werte bis zu 40 m.

Die flächenhafte Verteilung der **Grundwassermächtigkeiten** im Aichfeld-Murboden ist zur Zeit nur im Bereich Murdorf – Maria Buch – Murwald bekannt. Sie erreichen in Rinnenbereichen Werte bis zu 30 m und gehen im Bereich der Tertiär-

aufwölbung gegen 0 m zurück. Die **Quartärmächtigkeiten** im gesamten Becken liegen zwischen 20 m und mehr als 60 m.

In Fig. 29 sind Beispiele zur zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und zum mittleren jährlichen Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Aichfeld-Murboden dargestellt.

Fig. 29: Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Aichfeld-Murboden anhand der Brunnen BBR2424 in Weisskirchen, BR2505 in Lind und BR2535 in Knittelfeld von 1968 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Das Mittlere Murtal zwischen Knittelfeld und Bruck a.d. Mur gliedert sich durch mehrere Talverengungen in vier größere Teilabschnitte. Es sind dies die Bereiche **Knittelfeld** (östlicher Stadtrand) bis **Preg**, der Abschnitt **Kraubath a.d. Mur – St. Stefan o. Leoben**, der Bereich **St. Michael i. Obersteiermark** und der Abschnitt **Leoben – Bruck a.d. Mur**.

In diesem Abschnitt wurden 1974 im Bereich Ritzendorf bei St. Margarethen b. Knittelfeld hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt. Die Lockergesteine weisen eine Mächtigkeit von ca. 17 m auf, darunter bilden tertiäre Schichten in Form von Schluffton den Grundwasserstauer. Auf Grund der unzureichenden Datenlage (Einfluss von Oberflächengewässern, Randzuflüsse, Aquifergeometrie, flächendeckende hydraulische Parameter) können über die Ergiebigkeit dieses Grundwasserfeldes derzeit keine gesicherten Aussagen getroffen werden. Bei ähnlichen hydrogeologischen Verhältnissen wie ober- und unterhalb des Abschnittes sind größere Grundwasserreserven durchaus möglich.

Das Grundwasservorkommen zwischen **Kraubath a.d. Mur** und **St. Stefan o. Leoben** wurde in den 70er Jahren und Ende der 80er Jahre untersucht. Zwischen der Enge von Preg und der Enge bei Kaisersberg wurde durch Bohrungen eine Mächtigkeit der quartären Lockergesteinsfüllung von rund 33 m festgestellt sowie durch refraktionsseismische Messungen maximale Mächtigkeiten von 40 m erkundet. Die Grundwassersohle besteht überwiegend aus tonigen Schichten des Tertiärs. Das beherrschende Strukturelement im Relief des präquartären Untergrundes ist eine markante Tiefenrinne, die in keinem Zusammenhang mit dem heutigen Murverlauf steht. Schwemmfächer von Seitenbächen stoßen fast bis zur Talmitte vor und sind für die räumliche Lage der Murschlingen verantwortlich. Die Schwemmkegel sind durch äußerst inhomogenen Wildbachschutt aufgebaut. Die Alluvialebenen lassen auf Grund des durchziehenden Flusses die größten Grundwassermengen erwarten. Interaktionen mit der Mur sind wahrscheinlich. Dieses Grundwasservorkommen gestattet eine Nutzung von mindestens 100 l/s. Ein wesentlicher Nachteil gegenüber den günstigen quantitativen Bedingungen besteht in der seichten Lage des Grundwasserspiegels.

Der Bereich **St. Michael i. Obersteiermark** ist durch die Enge von Kaisersberg vom Abschnitt Kraubath a.d. Mur bis St. Stefan o. Leoben begrenzt. Dieses Grundwassergebiet steht im Einfluss des hier ins Murtal einmündenden Liesingtales.

---

#### 4.2.1.3

##### Mittleres Murtal

---

#### 4.2.1.3.1

##### Knittelfeld bis Preg

---

#### 4.2.1.3.2

##### Kraubath a.d. Mur – St. Michael i. Obersteiermark

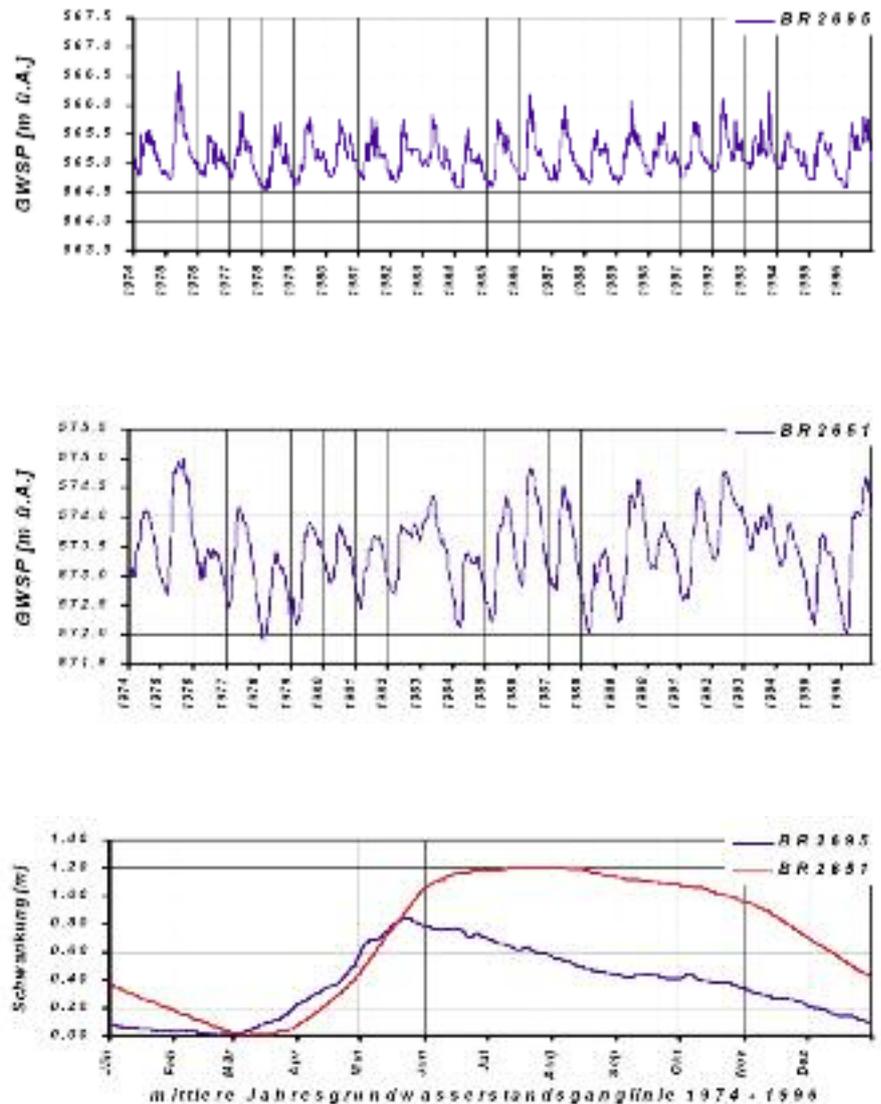
## 4.2.1.3.3

## Leoben bis Bruck a.d. Mur

Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters, einschließlich der ungesättigten Zone, liegt zwischen 12 und 20 m. Der GW-durchströmbare Teil unterliegt noch deutlich geringeren Schwankungen. Die **Durchlässigkeitsverhältnisse** wurden an 30 Aufschlüssen festgestellt. Es handelt sich durchwegs um sehr gute Durchlässigkeiten im Bereich von  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s. Brauchbare Angaben zum **nutzbaren Speichervolumen** wurden an 8 Messstellen gewonnen und liegen zwischen 22 % und 27 %. Die Fig. 30 zeigt beispielhaft die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Mittleres Murtal.

Fig. 30:

Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Mittleres Murtal anhand der Brunnen BR2695 in St. Michael i. O. und BR2651 in Liesingtal von 1974 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Bis Frohnleiten ist das Murtal dem Typus eines schmalen, erosionsbedingten Durchbruchstaes zuzuordnen. Durch die schmale Talbreite ist die Grundwasserspeicherung beschränkt. Die in diesem Raum abgelagerten Talsedimente weisen sehr unterschiedliche Mächtigkeiten auf. Im Uferbereich der Mur beträgt der Flurabstand zwischen 0 und 4 m, im Bereich der Terrassen und Hangschuttablagerungen zwischen 4 und 15 m. Durch die Enge des Durchbruchstaes, Kraftwerksbauten, Verkehrsflächen, Kiesgruben und Siedlungen sind die Möglichkeiten einer Grundwassernutzung weitgehend beschränkt.

Das zwischen Frohnleiten und Badlwand gelegene Murtalbecken umfasst eine Fläche von 10 km<sup>2</sup>. Die in diesem Raum abgelagerten Flussschotter weisen im Allgemeinen eine Mächtigkeit von 15–20 m auf. Die bei Frohnleiten abgelagerten würmeiszeitlichen Schotterterrassen haben eine Mächtigkeit von 20–25 m. Im Grundwasserfeld Murhof in der Murebene zwischen Rabenstein und der Talenge beim Kugelstein konnte mittels refraktionsseismischer Messungen eine von Norden nach Süden ziehende Tiefenrinne nachgewiesen werden, die keinen Zusammenhang mit dem Verlauf der heutigen Mur hat. Die Breite der Rinne liegt in einer Größenordnung von 400 m. Die größten Quartärmächtigkeiten sind im Bereich dieser Tiefenrinne mit 17–25 m zu finden. Im südlichsten Teil des Untersuchungsgebietes treten Grundwassermächtigkeiten von ca. 19 m auf.

Das Murtal zwischen Peggau und Eggenfeld ist durch zahlreiche Bohrungen und refraktionsseismische Messungen zur Erfassung des paläozoischen Untergrundes geologisch gut bekannt. Es wurde eine ca. 7,5 km lange Tiefenrinne im Detail nachgewiesen, deren Achse bei Peggau auf einer Seehöhe von 390 m und am Südende des Messgebietes auf 360 m liegt.

Die Quartärmächtigkeiten betragen im Bereich von Peggau – Deutschfeistritz ca. 8–27 m, zwischen Deutschfeistritz und Kleinstübing zwischen 10–30 m (Tiefenrinne bei Friesach) und zwischen Kleinstübing und Eggenfeld zwischen 8 und 30 m. Im Abschnitt Peggau – Kleinstübing dominiert Tonschiefer als Grundwasserstauer. Nur am Nordostrand reicht der Schöcklkalk etwas unter das Quartär. Interaktionen zwischen Karstwässern und Porengrundwässern haben in diesem Abschnitt eine wesentliche Bedeutung. Der Zustrom dürfte diffus in den Poren-aquifer erfolgen und für den Untersuchungszeitraum bis zu 50 l/s betragen.

---

#### 4.2.1.4

##### **Murdurchbruchstal**

---

#### 4.2.1.4.1

##### **Bruck a.d. Mur bis Frohnleiten-Nord**

---

#### 4.2.1.4.2

##### **Frohnleiten bis Murhof**

---

#### 4.2.1.4.3

##### **Peggau bis Eggenfeld**

## 4.2.1.4.4

**Gratkorner Becken**

Das Gratkorner Becken ist im Norden durch die Enge bei Eggenfeld und im Süden durch die Enge zwischen Kanzel und Gösting begrenzt.

Die quartären Ablagerungen gliedern sich in einen bis über 2 km breiten holozänen Talboden und würm- bzw. risszeitliche Terrassen. Am westlichen Beckenrand ist die Würmterrasse sehr weitläufig, es sind jedoch keine älteren Terrassenreste vorhanden. Am östlichen Beckenrand finden sich kleinräumige würm- und risszeitliche Terrassen.

Die Grundwasservorkommen im Gratkorner Becken werden durch kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen in Gratwein, Judendorf-Straßengel und Gratkorn genutzt

## 4.2.1.5

**Grazer Feld**

Das nördliche Grazer Feld wird im Westen und Norden durch Gesteine des Grazer Paläozoikums, im Osten durch überwiegend tonig-schluffige tertiäre Sedimente begrenzt. Frühere Untersuchungen zeigen, dass Teilbereiche des Westabfalls der meist verkarsteten paläozoischen Schichten des Plabutsch-Buchkogelzuges in das Grazer Feld entwässern. Die tertiären feinklastischen Ablagerungen am Ostrand des gesamten Grazer Feldes sind überwiegend gering durchlässig und daher von untergeordneter Wasserführung.

Die Kaltzeiten waren im Grazer Feld durch wiederholte Phasen der Erosion und Akkumulation gekennzeichnet. Heute ist das Becken mit überwiegend gut durchlässigen quartären sandigen Kiesen aufgefüllt, die einen mengenmäßig bedeutenden Aquifer darstellen. Einen breiten Raum nimmt die höhere Teilflur der Würm-Niederterrasse (Bahnhofsterrasse) mit ihrem markanten Abfall zur etwa 2 km breiten holozänen Austufe ein. In manchen Bereichen sind noch tiefere Teilfluren der Würmterrasse zwischengeschaltet.

Südlich der A2 bilden die Austufe der Mur und die Würm-Hauptterrasse die Haupteinheiten des Grazer Feldes. Begrenzt wird das südliche Grazer Feld im Westen von der Kaiserwaldterrasse und im Osten von geringdurchlässigen tertiären Ablagerungen (Sarmat).

Das Relief des tertiären Untergrundes ist durch eine weitgehend dem heutigen Verlauf der Mur folgende Tiefenrinne geprägt, in die im Raum Kalsdorf und nordwestlich Werndorf von Westen her Seitenrinnen einmünden.

Im Bereich des Stadtgebietes werden die quartären Schotter großteils von tertiären tonig-sandigen Schluffen, untergeordnet auch tertiären Sanden unterlagert. Die Tertiäroberkante ist im gesamten Grazer Feld als Wasserstauer anzusehen.

Im nördlichen Grazer Feld liegen die **Quartärmächtigkeiten** im holozänen Talboden fast durchwegs über 20 m. Die größten Mächtigkeiten betragen bis zu 53 m (Tiefenrinne im tertiären Stauer, westlich der Mur im Bereich des Hauptbahnhofs Richtung Norden). Auf den Hauptterrassen liegen die Quartärmächtigkeiten meist zwischen 10–20 m.

Im südlichen Grazer Feld bewegen sich die Mächtigkeiten in ähnlichen Größenordnungen, nehmen aber tendenziell ab. Bei Höchststand des Grundwassers liegen die **Grundwassermächtigkeiten** im nördlichen Grazer Feld im Bereich der Murauen meist zwischen 15 und 25 m und auf den Hauptterrassen zwischen 1 und 15 m. Die höchste Grundwassermächtigkeit wird im Bereich der tertiären Tiefenrinne mit bis zu 32 m erreicht. Bei Grundwassertiefstand verringern sich die

oben genannten Werte um rund 1–3 m (T. HARUM et al., 1996). Die Grundwassermächtigkeit nimmt gegen Süden hin ab. Im südlichen Grazer Feld betragen die höchsten Mächtigkeiten 16–18 m (Nordteil Bereich der Tiefenrinne).

Die Fig. 31 und Fig. 32 geben anhand von Beispielen Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten für das Grundwassergebiet Grazer Feld/Stadtgebiet sowie das südliche Grazer Feld.

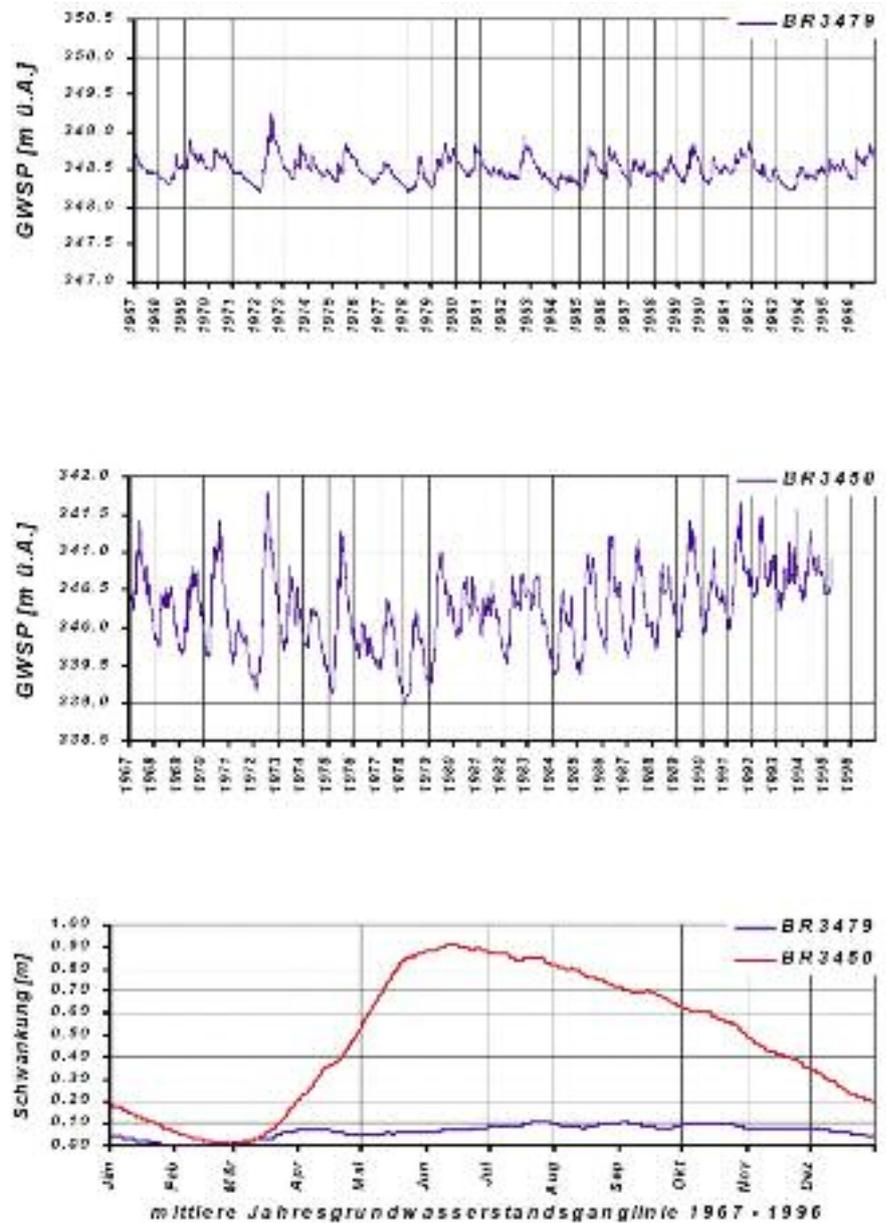
Die Grundwasserneubildung, berechnet aus der klimatischen Wasserbilanz, beträgt im Grazer Feld im Bereich Schwarzl-See im Mittel 200 mm (24 % des mittleren jährlichen Niederschlags). Bei hoher Flächenversiegelung (Stadtgebiet) kann man von einer stark reduzierten Grundwasserneubildung (ca. 100 mm ausgehen). Eine einfache Abschätzung des Grundwasserdargebots im Auenbereich über ein Profil von 1700 m, bei einer mittleren Mächtigkeit von 14 m, einem Gefälle von  $J = 2,2 \cdot 10^{-3}$  m/s und einem  $k_f$ -Wert von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $3 \cdot 10^{-3}$  m/s ergibt eine abströmende Menge von rund 50–150 l/s.

Im Grazer Feld befinden sich mehrere kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen, wie in Andritz, Feldkirchen, Seiersberg, Gössendorf und Kalsdorf.

Bei einer Gesamtfläche von 165 km<sup>2</sup> und einer Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 200 mm/Jahr ergibt sich eine mittlere Jahressumme der Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 33 Mio. m<sup>3</sup> (eine überschlägige Betrachtung der Gesamt-Konsensmengen bedeutender Brunnenanlagen ergibt eine zulässige Entnahmemenge von  $1,2 \text{ m}^3/\text{s} = 37,8 \text{ Mio. m}^3/\text{Jahr}$ ), wodurch die Nutzungsgrenzen bei Betrachtung bestehender maximaler Konsensmengen jedoch erreicht sind.

Fig. 31:

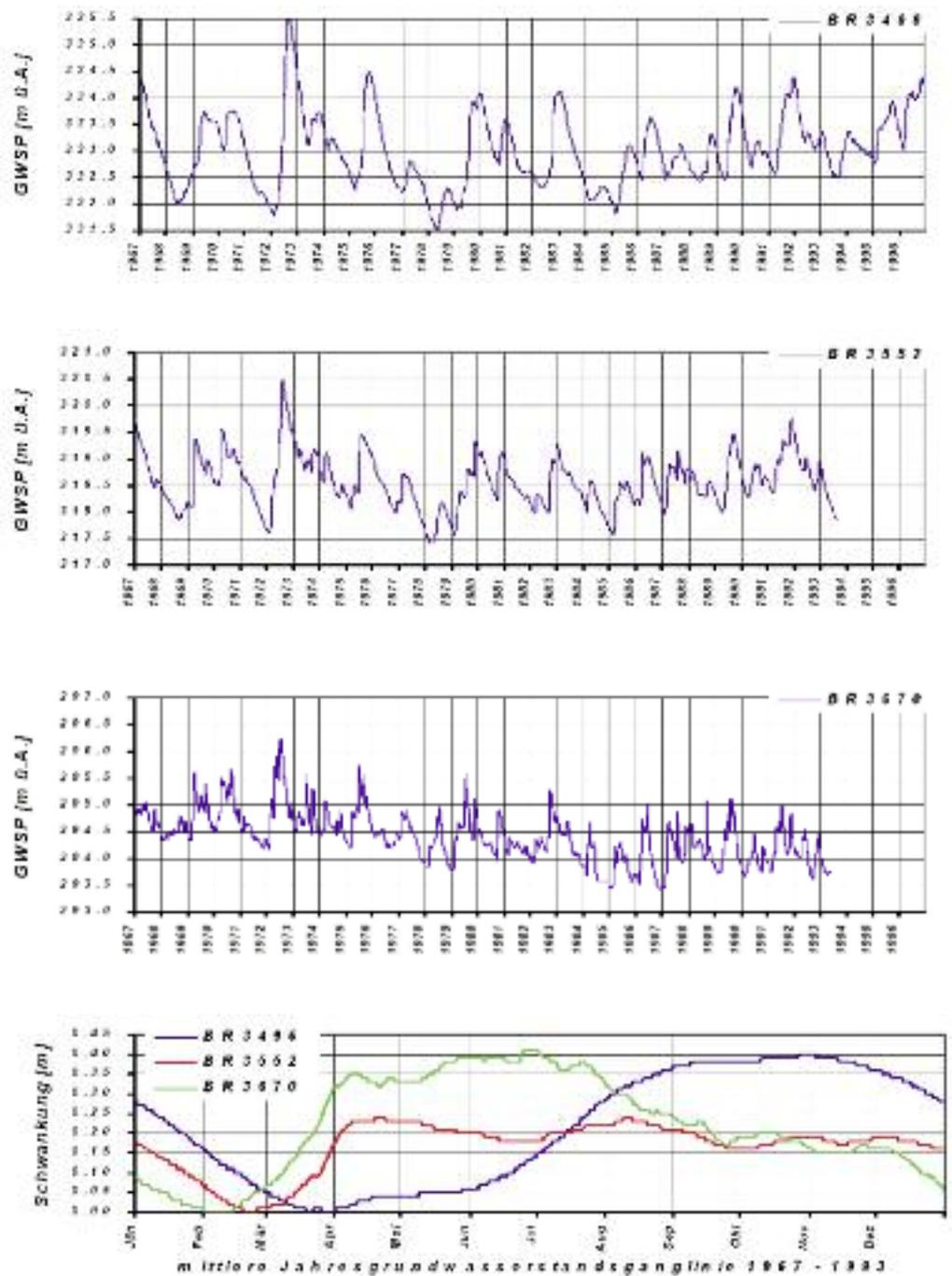
Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Grazer Feld (Stadtgebiet) anhand der Brunnen BR3479 in der Marburgerstraße und BR3450 am Griesplatz von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Der nördlichste Teil des Grazer Feldes ist durch das Wasserwerk Andritz abgedeckt, der westliche und mittlere Teil des Grazer Feldes wird bei Entnahme der Konsensmenge durch die Wasserwerke Feldkirchen, Seiersberg und Kalsdorf zu Gänze genutzt. Ein großer Teil des Grazer Feldes ist auf Grund der dichten Besiedlung als Einzugsgebiet für neue Wasserversorgungsanlagen nicht prädestiniert. Im östlichen Teil verbleiben durch die Entnahmen der WVA Gössendorf nur mehr geringe Reserven, die für überregionale Wasserversorgungen jedoch nicht ausreichen.

Fig. 32:

Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Grazer Feld (südliches Grazer Feld) anhand der Brunnen BR3496 in Seiersberg, BR3552 in Zettling und BR3670 in Wildon von 1967 bis 1993 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



## 4.2.1.6

## Leibnitzer Feld

Die Geologie des Leibnitzer Feldes ist durch Akkumulationen von fluvioglazialen bzw. fluviatilen Sedimenten in einem in tertiären Sedimenten geschaffenen Erosionsrelief geprägt. Diese tertiären Sedimente sind als Stauer für das seichtliegende Talgrundwasser anzusehen.

Die Umrahmung des Leibnitzer Feldes wird von miozänen Tertiärsedimenten aufgebaut, wobei es sich hierbei um vorwiegend klastische Sedimente handelt. Bei den quartären Ablagerungen unterscheidet man die Auzonen, die würmzeitlichen Niederterrassen und risszeitlichen Hochterrassen (z.B. Helfbrunner Flur). Die Niederterrassen sind in zwei Teilfluren untergliedert, wobei der Abfall von der höheren zur tieferen Teilflur meist um die 5 m beträgt. Die Mächtigkeit der beiden Teilfluren beträgt durchschnittlich 6–10 m. Die Niederterrasse wird aus vorwiegend gering schluffigen, sandigen Kiesen mit Steinen aufgebaut. Die Auzonen an der Mur zeigen ebenfalls einen Aufbau aus schwach schluffigen, sandigen Kiesen, über denen im Gegensatz zur Niederterrasse eine 1,5–3 m mächtige Aulehmdecke liegt. Die Mächtigkeit der Sedimente der Austufe liegt meist zwischen 4 und 6 m.

Bei mittlerem Grundwasserstand weist der seichtliegende quartäre Grundwasserkörper Mächtigkeiten zwischen weniger als 2 m in grundgebirgsnahen Randlagen und mehr als 8 m in kleinen Teilbereichen in der Nähe der Mur (Raum Lebring) auf. Grundwassermächtigkeiten von mehr als 4 m werden nur in den schon wasserwirtschaftlich genutzten Bereichen im nordöstlichen Leibnitzer Feld sowie im Bereich von Kaindorf und Tillmitsch, im westlichen Leibnitzer Feld, erreicht.

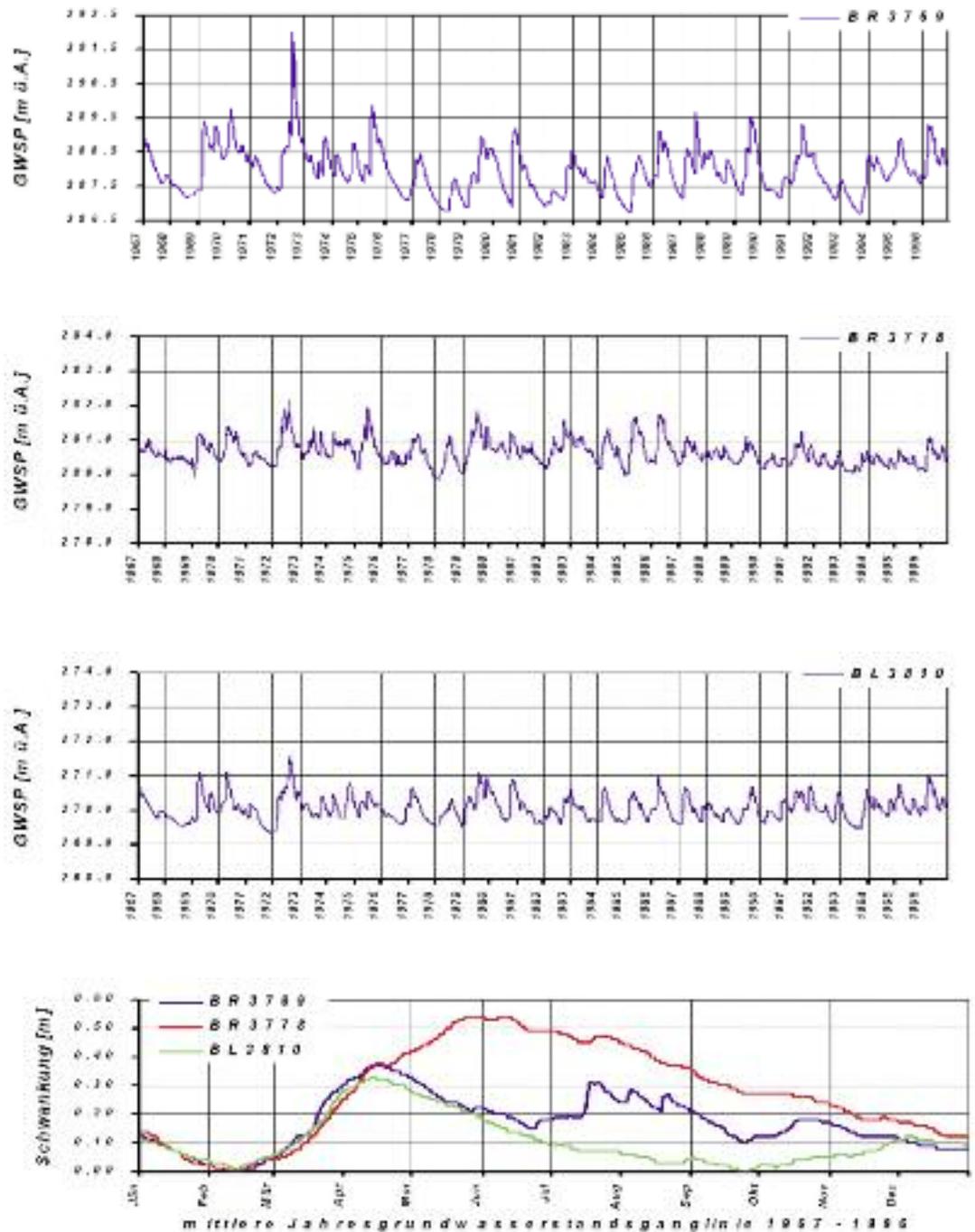
Die Fig. 33 zeigt die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Leibnitzer Feld anhand der Beispiele St. Georgen a.d. Stiefing, Lebring und Untergralla.

Im Rahmen einer **Bilanzierung** der wesentlichen Einflussgrößen auf das Grundwassersystem kann für den Simulationszeitraum 1987 erkannt werden, dass auf Seite der **Zuflüsse** die Grundwasserneubildung mit etwa 28 Mio. m<sup>3</sup> den größten Anteil (71 %) aufweist, gefolgt von den Interaktionen mit den kommunizierenden Oberflächengewässern (18 %). Die Randzuflüsse machen mit 4,4 Mio. m<sup>3</sup> etwa 11 % aus. Bei den **Abflüssen** weist die Vorflutfunktion der Oberflächengewässer mit 32,8 Mio. m<sup>3</sup> (93 %) den größten Anteil auf. Die Entnahmen von Trink- und Nutzwasser werden für das Jahr 1987 mit 2,4 Mio. m<sup>3</sup> angegeben (ca. 7 % des Gesamtabflusses).

Insgesamt handelt es sich beim Leibnitzer Feld um ein sehr ergiebiges quartäres Porengrundwasserfeld, in welchem die günstigen Entnahmebereiche großteils bereits für die Trinkwassergewinnung genutzt werden. Die bestehenden Schongebiete der Wasserversorgungsanlagen von Lebring, Kaindorf, Leitring, Wagna und Retznei umfassen den überwiegenden Teil des westlichen Leibnitzer Feldes. Der östliche Teil wird durch die WVA St. Georgen a.d. Stiefing, Ragnitz und Haslach im Nordosten und durch die WVA Ehrenhausen im Südosten bereits zu großen Teilen genutzt. In den verbleibenden Teilen sind keine größeren Ergiebigkeiten zu erwarten, mit denen eine überregionale Wasserversorgung möglich wäre.

## Bilanzierung

Fig. 33:  
Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Leibnitzer Feld anhand der Brunnen BR3769 in St. Georgen a.d. Stiefing, BR3778 in Lebring und BL3810 in Untergralla von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Das in West-Ost-Richtung streichende Murbecken ist von mächtigen jungtertiären Ablagerungen des Karpat und Baden in mariner Fazies erfüllt. Diese wurden im Untersuchungsgebiet durch die mäandrierende Mur oberflächennah erodiert und quartäre Sedimente abgelagert, die man von Süd nach Nord nach folgendem **Terrassenschema** gliedert: Austufe – Niederterrasse (= letzteiszeitliche Talfüllung) – Helfbrunner Terrasse – Schweinsbachwald- und Rosenbergterrasse – Höhere Terrassenreste des Altpleistozän bzw. Pliozän.

Die Quartärablagerungen des Unteren Murtales werden durchwegs von fluvioglazialen bzw. fluviatilen Sedimenten aufgebaut. Die **Austufe** besteht überwiegend aus Sanden und Schottern, die von i.a. geringmächtigen Lehmdecken überlagert werden, wobei hinsichtlich der Korngrößenverteilung eine räumliche Gliederung nachgewiesen werden kann. Bis in den Raum Gosdorf überwiegen Schotteranteile, von Radkersburg ostwärts hingegen Sande.

Die **Niederterrasse** wird vorwiegend aus gering schluffigen, sandigen Kiesen mit Steinen aufgebaut, die sich hauptsächlich aus kristallinen Geröllen (Quarz, Gneis, Amphibolit, Schiefer) und Kalken zusammensetzen. Die Grabenlandbäche, welche die Niederterrasse queren, haben zwar eine Au entwickelt, diese liegt jedoch auf weiten Strecken der Niederterrasse auf.

Die nördlich an die Niederterrasse anschließende **Helfbrunner Terrasse**, die als bestimmendes flächenhaft ausgebildetes Element entlang des gesamten Unteren Murtales auftritt, setzt sich durch einen markanten Geländesprung mit einem Höhenunterschied von bis zu 10 m von der Niederterrasse ab. Am Aufbau dieser Terrasse sind an der Basis bis zu 9 m mächtige Schotter mit einem höheren Verwitterungsgrad und darüber eine bis zu 9 m mächtige Lehmdecke beteiligt.

Die jungquartären Lockergesteinsablagerungen bilden den Hauptaquifer. Die südliche Begrenzung des Grundwasserfeldes wird durch die Mur gebildet, welche auf den Grundwasserkörper durch Infiltrations- und Exfiltrationsstrecken einwirkt. Die Sohle des Grundwasserkörpers wird durch Sedimente des Jungtertiärs in Form von Sanden, Sandsteinen, Schluffen, Tonen, Kalken und Schottern gebildet.

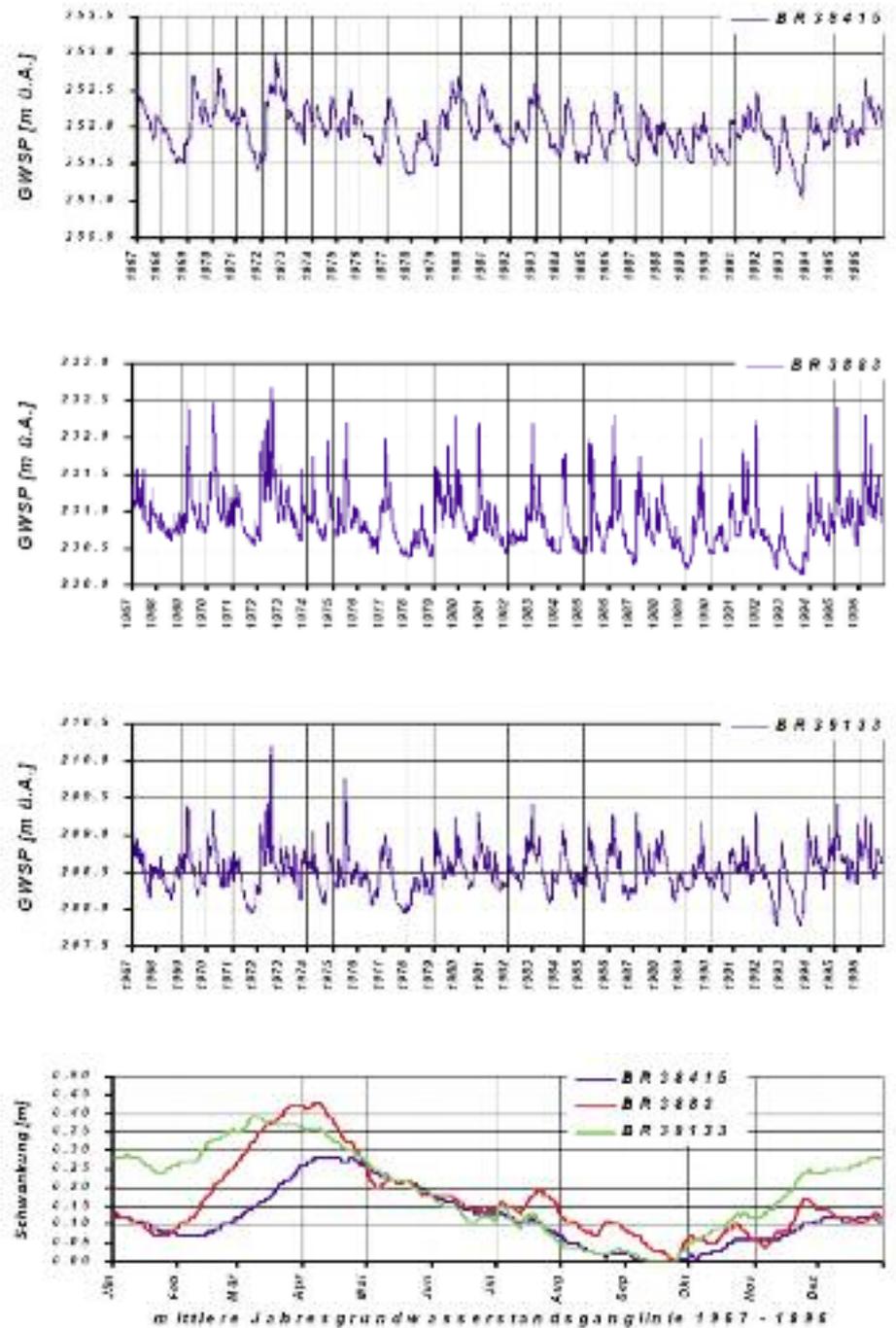
Die **Quartärmächtigkeiten** nehmen entsprechend der Oberfläche des Grundwasserstauers und der Geländeoberfläche durchwegs von den pleistozänen Terrassen zu Mur hin ab. Die größten Quartärmächtigkeiten liegen bei mehr als 12 m im Bereich Helfbrunn und Seibersdorf und weniger als 4 m in der Austufe der Mur.

Die geringsten Grundwassermächtigkeiten zeigen sich im Aubereich der Mur oberstrom von Diepersdorf (1–3 m). Im Raum Radkersburg – Sieldorf sind die Grundwassermächtigkeiten mit Werten zwischen 2 und 4 m auch im Muraubereich um etwa 1–2 m höher. Im Raum Seibersdorf, südlich von Helfbrunn und südlich von Halbenrain erreichen die Grundwassermächtigkeiten mit mehr als 7 m die höchsten Werte. In Fig. 34 ist die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Unteres Murtal anhand von Brunnen in Strass, Gosdorf und Altneudörfel dargestellt.

Durch die weit verbreitete Landwirtschaft im Unteren Murtal sowie durch die bestehenden Brunnen der öffentlichen Wasserversorgung und die Brunnen für die landwirtschaftliche Bewässerung ist die Errichtung weiterer Brunnen ohne Nutzungskonflikte nur mehr an wenigen Standorten möglich.

Fig. 34:

Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Unteres Murtal anhand der Brunnen BR38415 in Strass, BR3883 in Gosdorf und BR39133 in Altneudörfel von 1967 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Im Oberen Mürztal strömen beträchtliche Wassermengen von Seiten des Kalkgebirges zu. Trotzdem sind nur geringe Entnahmen von jeweils 5–10 l/s möglich, da die Wässer großteils oberflächlich zufließen.

Das Grundwasserdargebot im mittleren und unteren Mürztal ist auf Grund der wesentlich größeren Talbreite höher einzuschätzen. Die Grundwassermächtigkeiten in beiden Abschnitten werden mit 3–15 m angegeben. Die Überdeckung ist mit Ausnahme einiger erhaltener Terrassenreste allgemein gering.

Neun Bohrungen zwischen Krieglach und Hafendorf zur Bestimmung der Schottermächtigkeiten förderten Mischkiese und Sande bis in Tiefen zwischen 14–18 m (W. TRONKO, 1962).

Im Raum Kapfenberg – Oberpötschach wurden im Zuge von Untersuchungen deutliche Inhomogenitäten des Grundwasserleiters aufgezeigt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass auf Grund der günstigen Durchlässigkeiten und der vielerorts relativ hohen Grundwassermächtigkeiten das mittlere und untere Mürztal als ergiebige Grundwasserfelder zu bezeichnen sind.

Die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Unteres Mürztal wird in Fig. 35 am Beispiel zweier Bohrungen in Hafendorf und Scheibigraben dargestellt.

Inwieweit neben den bereits bestehenden kommunalen Wasserversorgungsanlagen noch überregionale Grundwasserreserven vorhanden sind, ist bei momentanem Kenntnisstand nicht zu beantworten. Neben flächendeckenden Informationen zur Aquifergeometrie und Grundwasserströmung fehlen Untersuchungen über den Einfluss von Oberflächengewässern und Randzuflüssen auf den Grundwasserstrom im Mürztal.

---

#### 4.2.2

#### Mürztal

---

##### 4.2.2.1

#### Oberes Mürztal (bis Mürzzuschlag)

---

##### 4.2.2.2

#### Mittleres Mürztal (Mürzzuschlag – Wartberg)

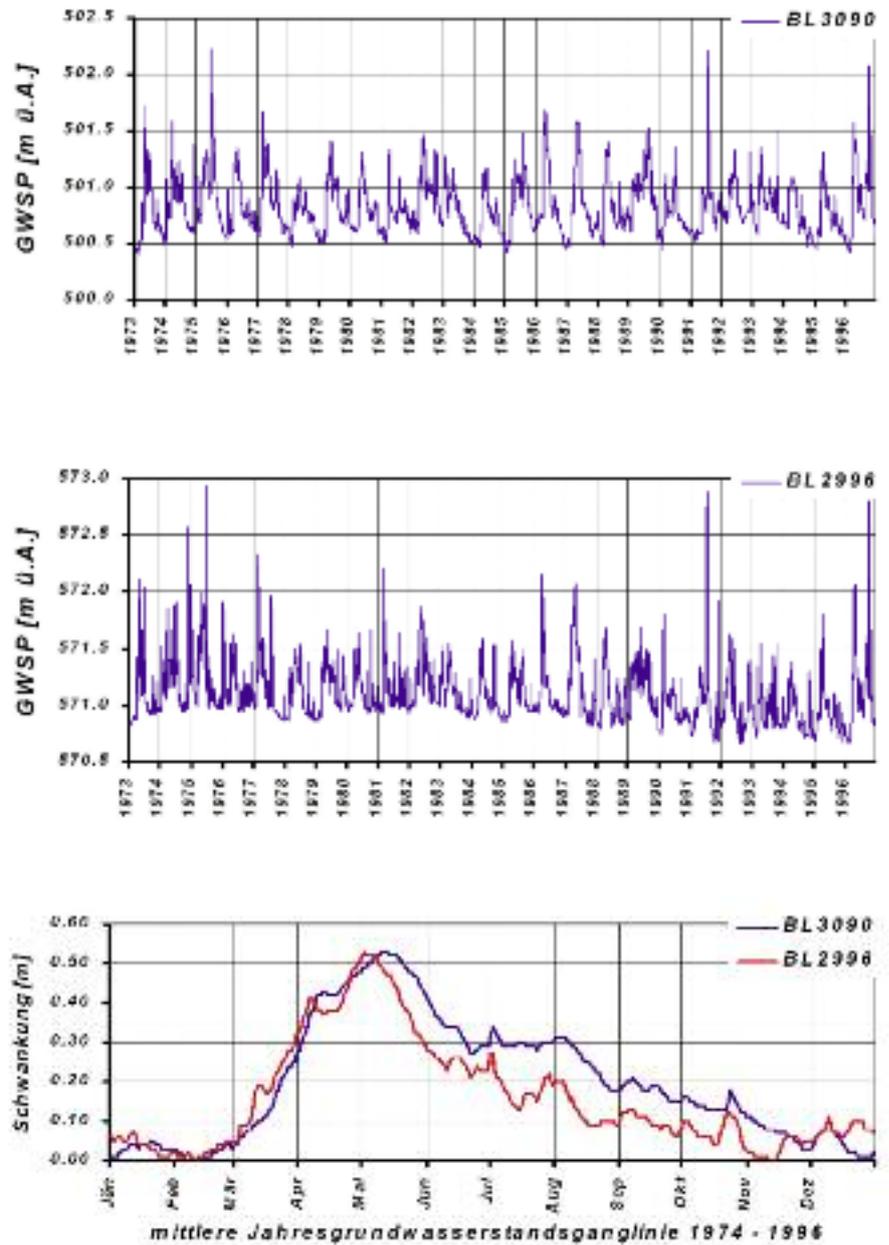
---

##### 4.2.2.3

#### Unteres Mürztal (Wartberg – Einmündung in die Mur)

---

Fig. 35:  
Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Unteres Mürztal anhand der Bohrungen BL3090 in Hafendorf und BL2996 in Scheibsbaben von 1974 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Das steirische Ennstal gliedert sich in das obere Ennstal (Enge von Mandling bis Stainach), das Mitterennstal (Stainach bis Gesäuseeingang), das Gesäuse und das untere Ennstal (Hieflau bis Altenmarkt). Neben dem oberen Murtal und dem Palental stellt das Ennstal im oberen und mittleren Abschnitt ein glazial überformtes Tal dar.

Der Taluntergrund des Ennstales wurde durch eine 1903 am Talrand bei Wörschach niedergebrachte Bohrung in 189 m Tiefe erreicht und dürfte demnach durchschnittlich tiefer als 200 m unter dem heutigen Talboden liegen.

Das obere Ennstal unterscheidet sich vom Mitterennstal deutlich durch seine geringere Breite. In diesem Talabschnitt westlich von Stainach-Irdning wurden bis 80 m Tiefe durchgehend wasserführende Kiese und Sande nachgewiesen (Niederöblarn 77 m und Niederstuttern 80 m). Die Ergiebigkeit des quartären Porengrundwasserleiters ist trotz fehlender Kenntnisse über seitliche Zuströme und Interaktionen mit Oberflächenwässern auf Grund der hohen glazialen Übertiefung als hoch einzuschätzen. Sichere Aussagen sind jedoch nur durch zusätzliche Untersuchungen möglich.

Die Fig. 36 gibt Auskunft über die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Ennstal am Beispiel zweier Bohrungen in Haus und Niederöblarn.

Seichtliegendes ungespanntes Grundwasser spielt im Mitterennstal eine untergeordnete Rolle. Grund dafür ist, dass unmittelbar unter den jüngeren Ablagerungen der Enns und den Moorschichten eine von Stainach bis zum Gesäuseeingang verfolgbare 2–3 m mächtige Schluffschichte als Aquiclude fungiert. Darunter konnten bis 120 m Tiefe durchgehend sandige Kiese nachgewiesen werden. Talab von Wörschach folgt nach einer geringmächtigen Kiesschichte eine zweite, ab Liezen in 25–35 m Tiefe eine dritte, bis zum Gesäuse durchgehende, Schluffschichte. Ab Selzthal werden die Schluffschichten gegen das Gesäuse hin mächtiger und die Kiese feinkörniger. Ab einer Tiefe von 40–45 m gehen die Kiese in Feinsande über. Der Druckspiegel der gespannten Grundwässer steigt je nach Horizont von Wörschach (1,5 m) lokal bis über 14 m zum Gesäuseeingang hin an.

Eine Gewinnung von einigen 10 l/s gespannten Grundwassers im Mitterennstal ist sowohl von der Qualität als auch vom Durchfluss her wahrscheinlich. Für eine genauere Abschätzung der Ergiebigkeiten wären zusätzliche Untersuchungen notwendig (Grundwasserneubildungsmechanismen).

Auf Grund der sehr engen Talform ist das Grundwasserdargebot des **Gesäuses** als wasserwirtschaftlich nicht interessant einzustufen. Über Interaktionen mit der Enns als entscheidenden Mechanismus für das Grundwassersystem dieses Abschnittes liegen keine Untersuchungen vor.

---

#### 4.2.3

##### Ennstal

---

#### 4.2.3.1

##### Oberes Ennstal (Mandling – Stainach)

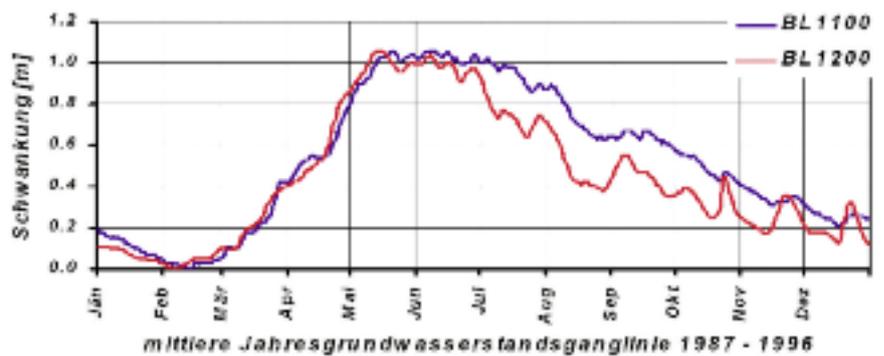
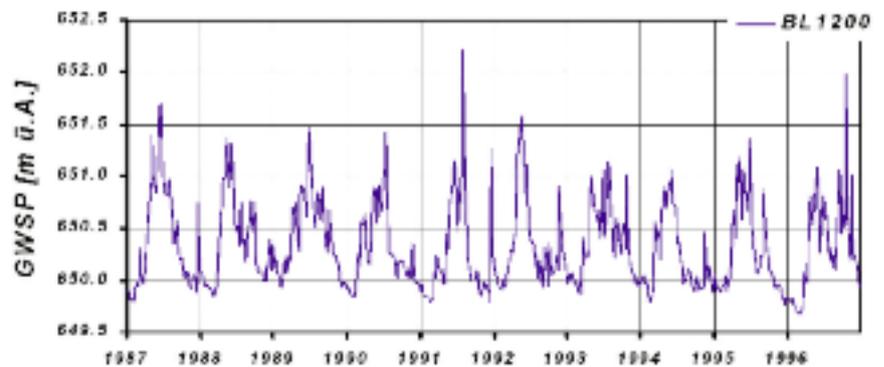
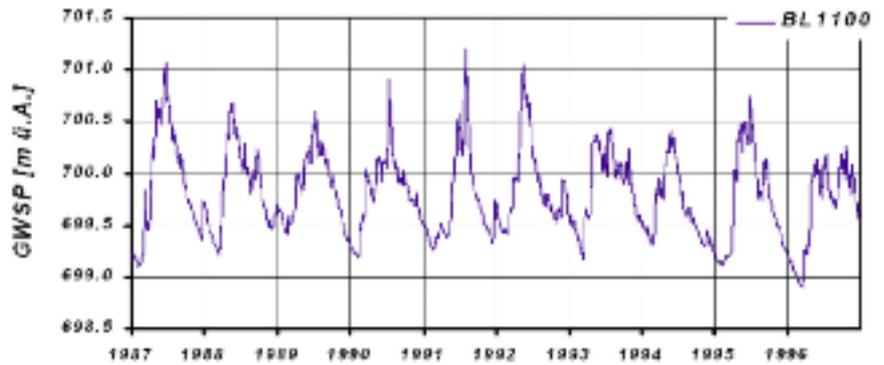
---

#### 4.2.3.2

##### Mittleres Ennstal (Stainach – Gesäuseeingang)

Fig. 36:

Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Ennstal anhand der Bohrungen BL1100 in Haus und BL1200 in Niederöblarn von 1987 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Die Basis der quartären Talfüllung (meist Kalke und Dolomite) liegt im Talbodenbereich zwischen 20–35 m unter dem Niveau der Flusssohle. Die Terrassen überragen den Talboden im Schnitt um rund 50–60 m.

Erwähnt werden muss, dass sich zwischen Hieflau und Altenmarkt mehrere Wehre befinden (Wandaubücke, Großreifling, Eßling), die naturgemäß auf das quartäre seichtliegende Grundwassersystem Einfluss nehmen.

Im unteren Ennstal wird der quartäre Porengrundwasserkörper durch keine kommunalen WVA genutzt.

Nur der unterste Abschnitt ab der Einmündung des Gföllbaches bei Unterzeiring verfügt über einen rund 1 km breiten mit quartären Lockerablagerungen verfüllten Talboden. Es handelt sich dabei hauptsächlich um würmeiszeitliche Kiese, Sande und Schluffe.

Die Mächtigkeit der quartären Schotterfüllungen, bekannt aus den Bohrungen in Pöls, Gasselsdorf, Ritzersdorf und Fohnsdorf, weist Werte von 2,4–41 m auf.

Pumpversuche bei Gasselsdorf erbrachten einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s. Die nutzbare Porosität abgeleitet nach MAROTZ beträgt 17 %, die mittlere Abstandsgeschwindigkeit 4,7 m. Weiters wurde der maximale Grundwasserabstrom mit 42 l/s angegeben.

Kommunale Wasserversorgungsanlagen bestehen in Pöls (14 l/s), Fohnsdorf (59 l/s) und Zeltweg (53 l/s). Um Aussagen über noch verbleibende Grundwasserreserven treffen zu können, wären weitere hydrogeologische Untersuchungen notwendig.

Auf Grund der breiten Talfläche, des wasserreichen Einzugsgebietes und einer über zahlreiche Schwemmkegel möglichen Infiltration ist mit einem hohen Grundwasserdargebot zu rechnen. Während etwa bis Mautern sehr unterschiedliche Verhältnisse mit einem Wechsel von seichtliegenden Grundwasservorkommen und mächtigen Schwemmkegeln herrschen, folgt gegen das Murtal hin mit Einschneiden der Liesing und zunehmender Überdeckung des Grundwasserspiegels eine breitflächige Entwicklung des Tales.

Zahlreiche Grundwasseraustritte bei St. Michael in die Mur deuten auf einen Grundwasserüberschuss hin. Schottergruben zeigen einen sich in das Murtal fortsetzenden, teilweise grobschottrigen Aufbau des Liesingschwemmfächers.

---

#### 4.2.3.3

### Unteres Ennstal (Hieflau – Altenmarkt)

---

#### 4.2.4

### Weitere bedeutende Täler in der Obersteiermark

---

#### 4.2.4.1

### Pölstal

---

#### 4.2.4.2

### Liesingtal

## 4.2.4.3

**Paltental**

Die Entwicklung des Paltentales im Quartär ist auf Grund der Ausbreitung des Ennsgletschers mit jener des Ennstales eng verbunden. Der Würmgletscher überfuhr das Ennstal bis zum Gesäuse und teilte sich in drei Arme, dessen südlichster über die Senke von Lassing in das Paltental floss und dieses bis Furth erfüllte, jedoch den Schoberpaß nicht mehr überschritt.

Generell kann davon ausgegangen werden, dass die Talfüllungen im Wesentlichen aus einer intensiven Wechsellagerung von grob- und feinklastischen Sedimenten bestehen, die in Abhängigkeit von ihrer Korngrößenverteilung unterschiedliche Wasserleitsysteme darstellen.

Spezielle Untersuchungen über die ungespannten Grundwasservorkommen im Paltental liegen nicht vor. Auf Grund der vielerorts seichtliegenden Schluffschichten ist die Verbreitung ungespannten Grundwassers, ähnlich wie im Mitterrennstal, vermutlich gering.

## 4.2.4.4

**Täler des südlichen  
Hochschwabmassives**

In den Kaltzeiten konnten sich in vier nach Süden bzw. Westen entwässernden Tälern des südlichen Hochschwabmassives (**Seebachtal, Ilnertal, Lamingtal, Seebachtal**; von Ost nach West) 4–12 km lange Talgletscher entwickeln, welche trotz ihres relativ bescheidenen Ausmaßes zu einer Übertiefung von 80–200 m unter den heutigen Talböden führten.

Wesentlich ist, dass die Übertiefung dieser Täler teilweise innerhalb verkarstungsfähiger Kalke erfolgte. Die Kalke liegen über undurchlässigen, eine langgestreckte Mulde bildenden Schiefen und werden durch diese übertiefen Täler einerseits gleichsam drainiert, andererseits ist durch die mächtigen Lockersedimentfüllungen der Täler eine gute Speicherung und Filterung gegeben. Ausdruck dieser Funktionen sind ergiebige und sehr gleichmäßig schüttende Grundwasserquellen im Bereiche dieser Becken. Der Aufbau der Beckenfüllungen in diesen Tälern ist sehr unterschiedlich.

Das östlichste Tal, das **Seebachtal**, weist eine nur 60–80 m mächtige Talfüllung durch teils gut durchlässige, teils jedoch auch schluffige Kiese auf. Durchlässigkeit und Ergiebigkeit sind somit recht unterschiedlich. Die Quellaustritte am Ende des glazialen Troges lassen auf ein Dargebot von minimal 500 l/s, im Durchschnitt etwa 1000 l/s schließen.

Im **Ilnertal** konnte ein nur 6 km langer Talgletscher eine Übertiefung des Tales von mehr als 200 m bewirken. Eine Bohrung im Bereich des Talschlusses verblieb in 122 m Tiefe in Kiesen, eine Bohrung in der Mitte des Tales durchörterte bis 200 m Tiefe durchgehend teils konglomerierte Kiese.

Im **Lamingbachtal** (Tragöß) erweist sich der erwartete Grundwasserspeicher der Talfüllung als nur beschränkt nutzbar.

In der **Seeau bei Eisenerz**, wo der **Leopoldsteinersee** als noch nicht verschütteter Rest eines ehemaligen Gletscherbeckens erhalten ist, wurden im Talschluss bis 120 m Kiese und von dort bis 150 m Endteufe Moränen und Schluff erbohrt. Eine in Talmitte angesetzte Bohrung ergab bis 160 m Tiefe gut durchlässige Kiese.

Der zwischen 600 und 6000 l/s schwankende Abfluss des Leopoldsteinersees lässt auf ein gutes Grundwasserdargebot schließen.

Das **Vordernbergertal** verfügte über keinen größeren Talgletscher. Auf Grund eines Zusammenhanges mit lokalen eiszeitlichen Vergletscherungen und dem Rückstau durch das Murtal erreichen die gut durchlässigen Schotter im unteren Talabschnitt Mächtigkeiten von 18 bis über 26 m. Der 10–13 m mächtige Grundwasserkörper wird nicht nur durch Oberflächengewässer im Bereich des Talbeckens von Trofaiach, sondern vermutlich auch im Bereich St. Peter-Freienstein durch Karstwässer reichlich alimentiert.

Ein Teil des Grundwasserdargebots in den Tälern des südlichen Hochschwabmassives wird durch den Wasserverband Hochschwab-Süd genutzt.

Die wichtigsten Porengrundwassergebiete der Oststeiermark sind das Raabtal (Porengrundwasserfeld von 110 km<sup>2</sup>; kleiner Teil im Burgenland), das Feistritztal (50 km<sup>2</sup>), das Lafnitztal (155 km<sup>2</sup>; Großteil Burgenland), das Ilztal (25 km<sup>2</sup>), das Rittschein- und das Safental.

In den Einzugsgebieten der Täler der Oststeiermark gab es in den Kaltzeiten so gut wie keine Vergletscherungen. Die deshalb geringere Transportkraft der Flüsse führte dazu, dass die quartären Ablagerungen in den Tälern vergleichsweise geringmächtig sind und einen höheren Schluff- und Tonanteil aufweisen. Der hohe Feinanteil in den Ablagerungen bedingt einen geringen nutzbaren Speicherkoeffizienten und ungünstige Durchlässigkeiten. Die Grundwasserüberdeckung ist im Talboden meist gering.

Die Fig. 37 zeigt die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Raabtal anhand zweier Brunnen in Mühldorf und Fehring.

Die quartären Ablagerungen des Feistritztales, mit seinem periglazialen Einzugsgebiet, weisen einen vergleichsweise hohen Anteil an Tonen und Schluffen auf. Dies bedingt allgemein geringere nutzbare Porenvolumina, Durchlässigkeiten und Fließgeschwindigkeiten.

Die **Quartärmächtigkeit** zeigt starke Inhomogenitäten (3–14 m), die, wie aus anderen Bohrprofilen ober- und unterhalb dieses Talabschnittes ersichtlich, vermutlich im gesamten Unteren Feistritztal gegeben sind. Die **Grundwassermächtigkeit** schwankt im Talboden meist zwischen 2 und 6 m.

Aus Fig. 38 wird die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse und das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten im Grundwassergebiet Feistritztal anhand zweier Brunnen in Obgrün und Großwilfersdorf ersichtlich.

Die **Grundwasserneubildung** erfolgt im Unteren Feistritztal im überwiegenden Maße aus dem Niederschlag. Die mittlere Jahressumme der Grundwasserneubildung (1980 bis 1996) beträgt im Bereich der Grundwassermessstelle BR5823 (Altenmarkt) 221 mm und bei BR5699 (Großwilfersdorf) 226 mm (im Nahbereich dieser Messstellen kommt es zu keinem Oberflächenabfluss). Grundwasserganglinien an Messstellen nahe der Feistritz weisen auf Interaktionen des Grundwassers mit der Feistritz hin.

---

#### 4.2.5

#### Haupttäler der Oststeiermark

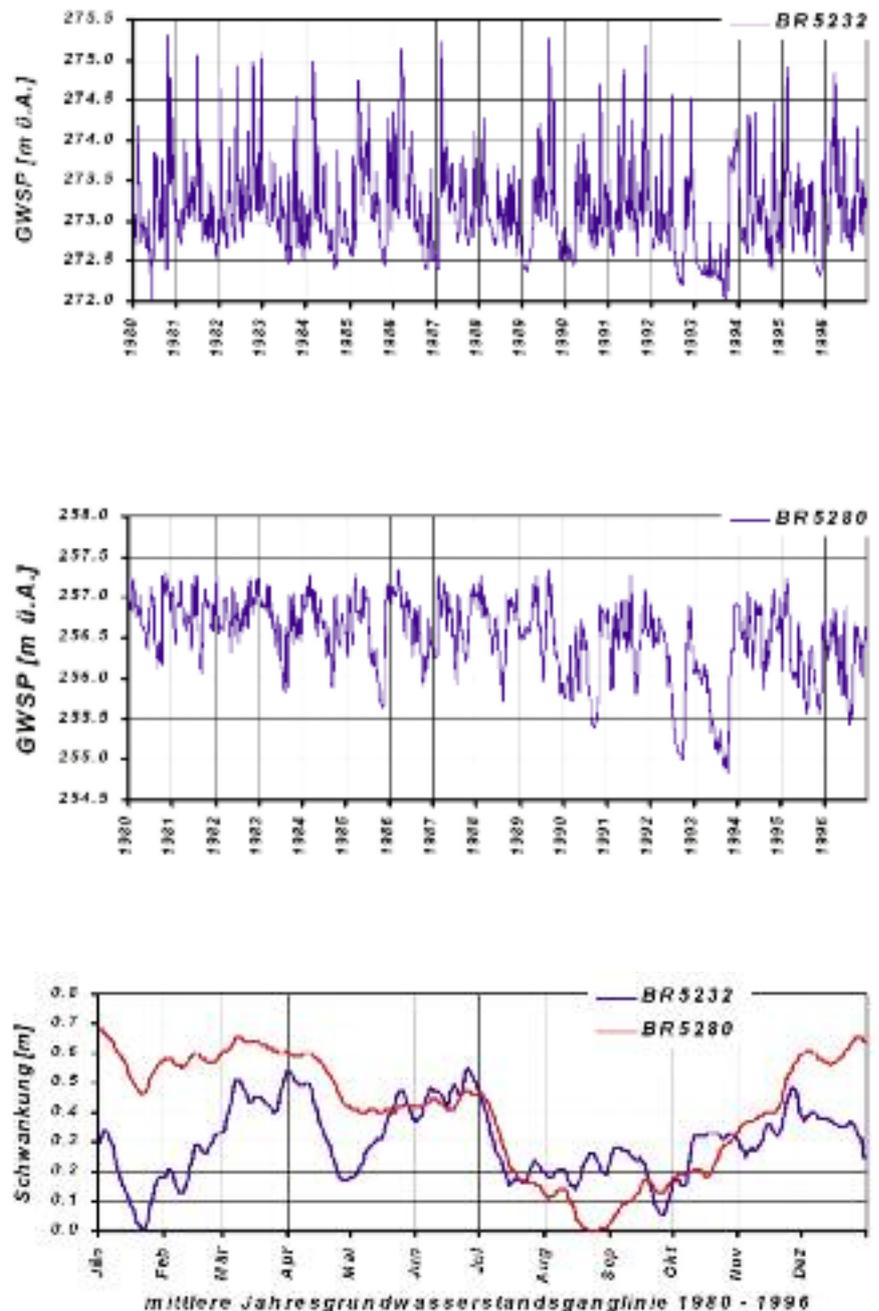
---

##### 4.2.5.1

#### Unteres Feistritztal (St. Johann b. Herberstein – Landesgrenze)

Das quartäre seichtliegende Grundwasser des Unteren Feistritztales wird durch mehr als 650 private Hausbrunnen genutzt, die jedoch nur teilweise zu Trinkwasserzwecken verwendet werden. Bei einer angenommenen Entnahme von 0,5 m<sup>3</sup>/Tag (3 Personen á 165 l/Tag) beträgt die Gesamtentnahme 325 m<sup>3</sup>/Tag bzw. 3,76 l/s.

Fig. 37:  
Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Raabtal anhand der Brunnen BR5232 in Mühldorf und BR5280 in Fehring von 1980 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.

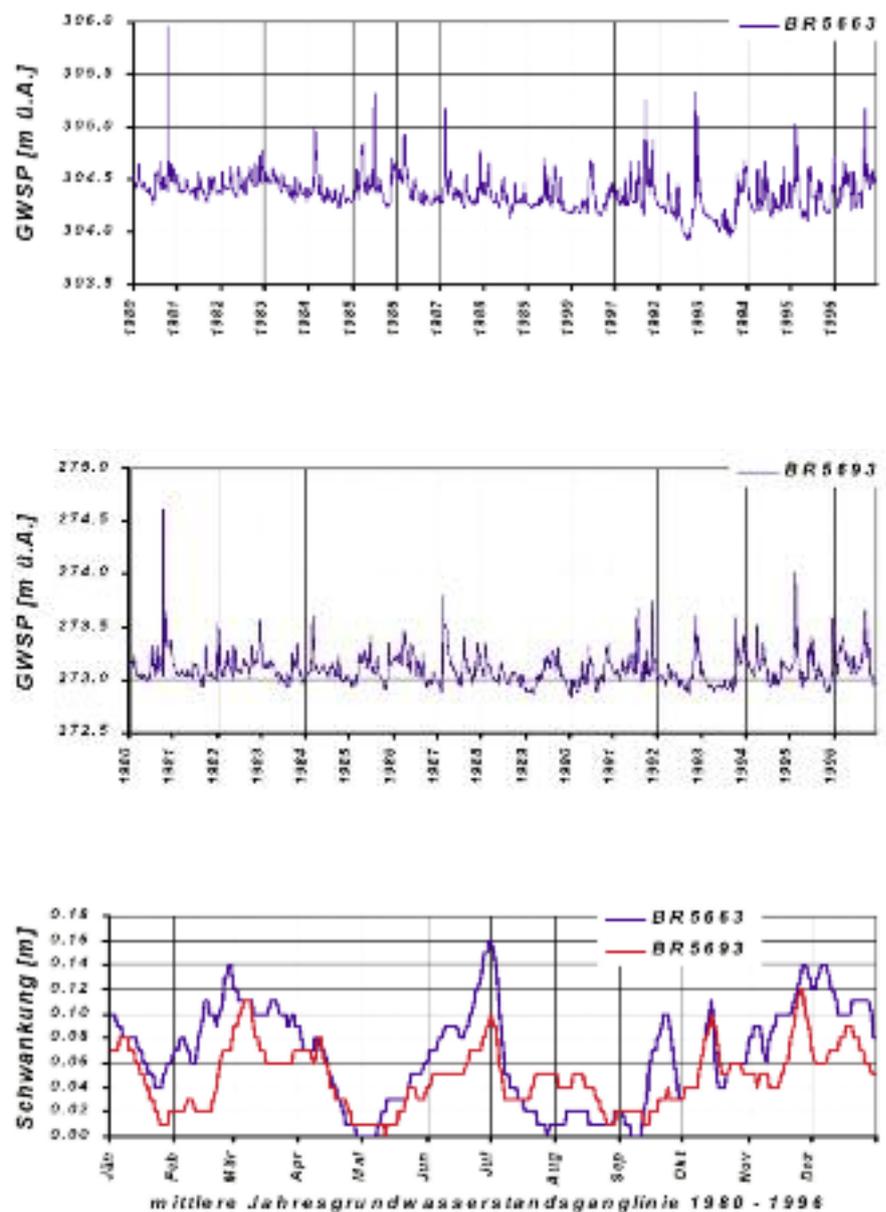


Öffentliche Wasserversorger greifen im Feistritztal und anderen Tälern der Oststeiermark wegen der vielerorts nicht entsprechenden Qualität (Eisen, Mangan, Nitrat) des seichtliegenden Grundwassers auf tieferliegende artesische Wässer und teils auch Quellen zurück.

**Zusammenfassend** sei festgestellt, dass die Ergiebigkeiten der Porengrundwasserfelder in der Oststeiermark (vgl. Unteres Feistritztal) vergleichsweise gering sind und auch qualitative Probleme gegen eine überregionale Nutzung sprechen.

Fig. 38:

Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstandsverhältnisse im Grundwassergebiet Feistritztal anhand der Brunnen BR5663 in Obgrün und BR5693 in Großwilfersdorf von 1980 bis 1996 sowie das mittlere jährliche Grundwasserschwankungsverhalten an den Messstellen im Vergleich.



Der Grundwasserleiter wird vor allem aus Schottern und Sanden aufgebaut, die im allgemeinen von einer feinklastischen Deckschicht überlagert werden.

Die bedeutendsten Zuflüsse ins Kainachtal stammen vom **Liebochbach**, vom **Södingbach** und vom **Gradenbach**. Im Gradenbachtal befinden sich mehrere kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen, die aus der karbonatischen Talsohle Karstwasser fördern, welches mit einer nicht trennbaren Menge von Talgrundwasser vermischt ist.

Ein aus vier Bohrungen bestehendes Querprofil im **Laßnitztal**, im Bereich Freidorf – Frauental, zeigt einen sehr inhomogenen Aufbau der quartären Ablagerungen. Sand- und Kiesschichten mit einer Mächtigkeit zwischen 4 und 6 m wurden in allen Bohrungen angefahren. Diese waren in zwei Fällen von 1–6 m mächtigen Lehmschichten überlagert. Weiterführende wasserwirtschaftliche Planungen wurden auf Grund der minderen Qualität des Grundwassers nicht realisiert.

Der Grundwasserleiter im **Sulmtal** setzt sich aus sandig-schluffigem Kies mit einzelnen Grobgeröllen zusammen. Der Grundwasserstauer, der nur im Bereich von St. Peter i.S. mittels eines Brunnens erschlossen ist, befindet sich in einer Tiefe von 5,2 m. Bohrungen im **Saggautal** (Günderfbrücke) zeigten Sand-Kies-Wechsellaagerungen mit einer Mächtigkeit von rund 11 m. Im Saggautal selbst befinden sich die kommunalen Wasserversorgungsanlagen von Arnfels, St. Johann i. S. und Großklein. Im **Pößnitztal**, welches bei Saggau in das Saggautal einmündet, besteht eine kommunale Wasserversorgungsanlage in Leutschach.

Das Grundwasserdargebot der weststeirischen Haupttäler ist im Vergleich zu Mur-, Enns- und Mürztal gering, obgleich zahlreiche kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen bestehen. Durch das Angebot an Quellen im Einzugsgebiet ist man hier weniger auf Talgrundwasser angewiesen. Inwieweit und wo zusätzliche Nutzungen von Talgrundwasser möglich sind, wäre nur durch weitere hydrogeologische Untersuchungen zu klären.

---

#### 4.2.6

### Haupttäler der Weststeiermark

---

#### 4.2.6.1

### Kainachtal

---

#### 4.2.6.2

### Laßnitz- und Stainzbachtal

---

#### 4.2.6.3

### Sulm- und Saggautal

### **Numerische Modellierung von Porengrundwassersystemen als Prognoseinstrument**

Die Verwendung von mathematischen Grundwassermodellen zur Untersuchung von Grundwassersystemen ist heute weit verbreitet. Das mathematische Grundwassermodell beschreibt die im Grundwassersystem stattfindenden Prozesse mit Hilfe von mathematischen Gleichungen.

Die drei wesentlichen Komponenten eines Modells sind (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1990):

- das Erkennen der maßgeblichen Prozesse
- das zu lösende Gleichungssystem
- der Modelloutput

Erst durch die Verwendung der problemspezifischen Daten wird das Modell an das zu untersuchende Objekt angepasst. Notwendige Daten sind:

- Angaben bezüglich Form und Geometrie des Gebietes
- Parameter des Gleichungssystems
- modellspezifische Kontrollparameter

Die Grundwassermodellierung beschäftigt sich mit der dynamischen Simulation von Aquifersystemen, wobei der Zusammenhang zwischen Aquifer und äußeren Einflüssen (Umgebung) von Interesse ist. Im Grundwassermodell werden fragmentarisches Wissen über Teile des Aquifersystems und bekannte anthropogene Einflüsse (Nutzungen) zu einem Gesamtsystem zusammengefasst.

Mit Hilfe der numerischen Modellierung von Grundwassersystemen wird versucht, folgende Hauptziele zu erreichen:

- Erkennen der Zusammenhänge in einem Grundwassersystem und Verbindung der physikalischen Prozesse mit quantitativen Aussagen
- Identifizierung von Bereichen, die weiterer theoretischer oder Felduntersuchungen bedürfen
- Erklärung und Illustration von Problemen für fachlich nicht intensiv befasste Personen (Modelloutput)
- Simulation von vergangenen oder zukünftigen Ereignissen als Reaktion von geänderten Randbedingungen oder Nutzungen
- Selektion eines optimalen Standortes für weitere Untersuchungen

Einige ausgeprägte Besonderheiten von Grundwasserleitern machen die Anwendung von Modellen erforderlich:

- 1 Die relative **Unzugänglichkeit**. Der Untergrund ist meist nur „nadelstichweise“ aus wenigen Bohrungen und Aufschlüssen bekannt. Die Rekonstruktion des vollständigen Grundwasserleiters ist wegen dieses Informationsmangels nicht ohne Modellvorstellungen und Hypothesen möglich. Jede die Bohrdaten interpolierende Vorstellung über die Beschaffenheit des Untergrundes ist ein Modell, das Züge der Wirklichkeit inkorporiert, ohne je den Anspruch auf absolute Wahrheit stellen zu dürfen. Dies gilt auch für mathematische Aquifermodelle. Diese bauen auf dem strukturellen Konzeptmodell des Hydrogeologen auf und belegen es mit quantitativen Angaben z.B. zur Durchlässigkeit oder Grundwasserneubildungsrate. Auf dieser Basis ist dann die Simulation von Strömungs- und Transportvorgängen im Grundwasserleiter möglich. Ohne Modellvorstellungen gibt es in den Geowissenschaften keine Dateninterpretation. Oft werden Modellvorstellungen unbewusst verwendet, ohne dass man über deren Beschränkungen Rechenschaft ablegt. So verwendet der Hydrogeologe, der einen Pumpversuch nach dem Verfahren von THEIS auswertet, implizit die Modellvorstellung, dass der betreffende Aquifer zweidimensional, homogen, isotrop und unendlich ausgedehnt ist. Ein numerisches Aquifermodell kann kompliziertere Topographie und Randbedingungen, Heterogenität, vertikale Struktur etc. berücksichtigen.
- 2 Die relative **Langsamkeit von Prozessen** im Untergrund. Die langen Zeitskalen schränken die Möglichkeit für Experimente stark ein und erfordern für praktische Entscheidungen Aussagen und Prognosen, die, wenn überhaupt, nur über Modelle gewonnen werden können.
- 3 Die für wasserwirtschaftliche und ökologische Fragestellungen interessierenden Größen wie Fließgeschwindigkeit oder Abfluss sind nicht direkt messbar. Sie müssen indirekt aus den messbaren Größen wie Piezometerhöhen bzw. Grundwasserhöhen bestimmt werden. Das numerische Modell vermittelt zwischen messbaren und benötigten Größen.
- 4 Die Errichtung von Grundwassermessstellen ist in den meisten Fällen sehr teuer und rechtfertigt deshalb einen größeren Aufwand in der Auswertung der erhaltenen Messergebnisse. Eine alleinige Auswertung mittels analytischer Modelle reicht im allgemeinen aufgrund der dabei angenommenen einfachen Bedingungen nicht aus.

Grundwassermodelle werden eingeteilt in **Strömungsmodelle**, die die Wasser- bzw. Fluidbewegung im Boden beschreiben und **Transportmodelle**, die hingegen die Verfrachtung und Vermischung von im Wasser gelösten Stoffen beschreiben. Jedes Transportmodell hat ein Strömungsmodell als Grundlage. Physikalische Modelle von Aquiferen aufgrund der Elektroanalogie zur Potentialströmung spielen heute nur noch eine untergeordnete Rolle. In der Regel versteht man unter Grundwassermodellen numerische Modelle.

### Grundwassermodellierung in Porengrundwassergebieten der Steiermark

In der Steiermark wurde die Notwendigkeit der Anwendung numerischer Modelle als Hilfsmittel bei der Prognose von Auswirkungen geplanter Maßnahmen seitens der wasserwirtschaftlichen Planung frühzeitig erkannt und deren Einsatz seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts bei der Erstellung von technischen Projekten aber auch bei der Abgrenzung von Schutz- und Schongebieten forciert. In den 90er Jahren wurde die numerische Modellierung verstärkt auch zur Erfassung regionaler Grundwasserströmungs- und -qualitätsverhältnisse eingesetzt.

Die in der Steiermark bisher gerechneten numerischen Grundwasserströmungsmodelle lassen sich im Großen in 3 Gruppen gliedern:

- **Grundwasserströmungsmodelle** zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen

In dieser Gruppe haben die Modelle, die im Rahmen der Prognose von Auswirkungen durch Errichtung von Kraftwerken auf die Grundwasserströmungssituation erstellt wurden, besondere Bedeutung. Auch für die Prognose der Auswirkung geplanter Nassbaggerungen auf die Grundwasserstands- und Strömungsverhältnisse werden in der Steiermark verstärkt numerische Grundwassermodelle zum Einsatz gebracht. Bei sehr spezifischen Fragestellungen, wie z.B. der Auswirkung von Versickerungsanlagen auf das räumlich zeitliche Verhalten des Grundwasserspiegels liefern numerische Modelle die Entscheidungsgrundlagen. Eine Koppelung von Modellen der ungesättigten und gesättigten Strömung wurde erfolgreich auch bei der Frage der Bilanzierung von Wasser- und Stickstoffaustrag aus der ungesättigten Zone und deren Auswirkungen auf die Grundwasserqualitätssituation z.B. im Leibnitzer Feld angewandt.

- **Regionale Grundwasserströmungsmodelle** als wasserwirtschaftliche Planungsgrundlage

Zielsetzung der Erstellung regionaler Strömungsmodelle ist die Aufarbeitung und Dokumentation von Datengrundlagen für gesamte Grundwasserfelder und andererseits die Verknüpfung der Datenbestände unterschiedlicher fachlicher Bereiche und regionaler Teilgebiete zu einem in sich geschlossenen komplexen Gesamtbestand über ein numerisches Modell.

Durch derartige Modelle können auftretende gegenseitige Beeinflussungen von Maßnahmen mit großen Wirkradien (z.B. Wasserentnahmen für regionale und überregionale Wasserversorgungen) erkannt und in Planung und Betrieb von Anlagen berücksichtigt werden. Durch regionale Grundwasserströmungsmodelle kann damit auch eine außerordentlich gute Grundlage für die Abgrenzung von Grundwasserschongebieten bzw. von besonders schützenswerten Bereichen zur Verfügung gestellt werden.

### ● Transportmodelle

In den bisherigen Arbeiten im Bereich der Steiermark wurden ausschließlich Fälle beleuchtet, die den Stofftransport über die Verlagerung von konservativen Tracern nachbilden, d.h. Adsorption und Abbau von Stoffen werden nicht berücksichtigt. Desgleichen wurden in den bisherigen Anwendungen ausschließlich 2D-tiefengemittelte horizontale Strömungsmodelle entweder stationär oder instationär kalibriert als Grundlage für die Transportmodelle herangezogen. Diese Vorgangsweise ist für punktuelle oder lineare Eintragsquellen und Aussagen über die Konzentrationsverteilung in großer Entfernung vom Eintragsherd durchaus zulässig weil eine entsprechende Durchmischung über die Aquifermächtigkeit aufgrund dispersiver Prozesse angenommen werden kann. Bei Fragen der Modellierung diffuser Stoffeinträge und Prognosen der Veränderung der Stoffverteilung in Abhängigkeit von der Veränderung der Inputverteilungen im Prognosegebiet erscheint aus heutiger Sicht aber möglicherweise ein 3D-Ansatz notwendig zu sein. Dies betrifft jedenfalls die numerische Modellierung des flächenhaften Eintrages von Stoffen aus der Landwirtschaft (Nitrat, Chlorid) und der Auswirkung von Landnutzungsänderungen auf die Grundwasserqualität.

Transportmodelle bieten grundsätzlich folgende zielführende Lösungsansätze:

- Interpretation und Interpolation von Schadstoffkonzentrationen
- Prognose des zukünftigen Verhaltens von Kontaminationsherden und -fahnen
- Folgeabschätzungen von aktuellen und potentiellen Schadstoffeinträgen
- Planung und Bemessung von Abwehr- und Sanierungsmaßnahmen
- Planung von Bewirtschaftungs- und entsprechenden Schutzmaßnahmen
- Planung von Mess- und Überwachungsnetzen.

## 4.2.8

**Qualitätssituation der  
Porengrundwässer**

Die Grundwasserbeschaffenheit wird durch natürliche und eine Vielzahl von anthropogenen Einflüssen bestimmt. Negative Veränderungen der Grundwasserqualität in Form von Verunreinigung und Belastung des Grundwasserkörpers resultieren in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten in erster Linie aus dem flächenhaften Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln bzw. den damit verbundenen Prozessen. Neben dem Eintrag von Stoffen aus landwirtschaftlicher Nutzung gibt es noch weitere Eintragspfade für Verunreinigungen des Grundwassers. Diese resultieren im Wesentlichen aus gewerblich-industriellen Produktionsprozessen einschließlich der Lagerung und Entsorgung anfallender Abfallstoffe (Deponien und Altlasten). In vielen Grundwassergebieten ist es durch die dominierende Überprägung des Grundwassers durch landwirtschaftliche Einflüsse schwierig, aus anderen Quellen stammende anthropogene Verunreinigungen abzugrenzen. Durch eine methodische Erweiterung des Bewertungsalgorithmus kann bei Vorliegen detaillierter Analysenbefunde (WGEV) jedoch eine bedingte Zuordnung der anthropogenen Belastungen zu nicht landwirtschaftlichen Emittenten vorgenommen werden.

Hinsichtlich einer Bewertung der Qualitätssituation des Porengrundwassers in der Steiermark sind mehrere Belastungsquellen von Bedeutung: einerseits eher punktuelle und lineare Quellen – in erster Linie aus dem Bereich der Besiedlung, der Industrie und des Verkehrs, andererseits flächenhaft-diffuse Belastungen, die in erster Linie aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung stammen. Eine dritte Quelle der Belastungen stellen auch geogene Besonderheiten dar, die sich bei einigen Parametern durchschlagen. Basierend auf der Zielsetzung des Messnetzes der WGEV sind naturgemäß Belastungssituationen aus punktuellen oder linearen Quellen eher zufällig detektiert, die flächenhafte Belastungssituation aus diffusen Einträgen und auch die geogene Hintergrundbelastung sind aber sehr gut erfassbar.

Im Folgenden sollen daher die Auswertergebnisse für die Parameter *Nitrat*, *Atrazin*, *Desethylatrazin* – als beispielhaft für flächenhaft-diffusen Eintrag in erster Linie aus der Landwirtschaft – *Eisen*, *Mangan* – als beispielhafte Parameter für geogene Hintergrundbelastungen – und die flächenhafte Bewertung der *Gesamthärte* – als Summenparameter für die Gesamtmineralisierung des Grundwassers aufgezeigt werden.

Die Tab. 6 fasst die Anzahl aller WGEV-Messstellen, die Zahl der insgesamt durchgeführten Nitrat-, Atrazin- und Desethylatrazinanalysen und den jeweiligen prozentuellen Anteil derjenigen Analysen, an denen die zulässige Höchstkonzentration (ZHK) überschritten wurde, nach Porengrundwassergebieten zusammen.

Grundwassergebiet	Messstellen	Nitrat- messungen	Nitrat- anteil > ZHK	Atrazin- messungen	Atrazin- anteil > ZHK	Desethylatrazin- messungen	Desethylatrazin- anteil > ZHK
Oberes Ennstal	11	215	0 %	139	0 %	139	0 %
Mittleres Ennstal	7	158	1 %	105	0 %	105	4 %
Unteres Ennstal	3	63	0 %	39	0 %	39	0 %
Oberes Murtal	10	177	0 %	110	0 %	110	0 %
Aichfeld Murboden	31	877	3 %	875	5 %	875	5 %
Mittleres Murtal	16	353	2 %	353	6 %	353	6 %
Murdurchbruchstal	12	365	1 %	365	6 %	365	12 %
Grazer Feld	43	1191	28 %	1189	57 %	1189	71 %
Leibnitzer Feld	29	887	41 %	887	42 %	887	64 %
Unteres Murtal	24	765	35 %	752	45 %	752	72 %
Mürztal	16	487	0 %	487	1 %	487	5 %
Dobreintal	1	12	0 %	8	0 %	8	0 %
Seckau – Rachau	4	52	0 %	52	2 %	52	2 %
Katsch Mur	2	26	0 %	26	38 %	26	46 %
Pölstal	9	237	0 %	237	1 %	237	0 %
Liesingtal	8	187	0 %	123	0 %	123	2 %
Vordernbergerbachtal	6	124	1 %	77	0 %	77	0 %
Tragöss	1	13	0 %	9	0 %	9	0 %
Paltental	5	70	0 %	70	0 %	70	0 %
Olsabach	1	13	0 %	8	0 %	8	0 %
Lainsach – Schladnitz	3	39	0 %	38	0 %	38	0 %
Raabtal	17	309	5 %	308	28 %	308	37 %
Feistritztal	25	381	22 %	381	47 %	381	58 %
Ilztal	4	127	11 %	127	6 %	127	28 %
Lafnitztal	15	251	1 %	249	6 %	249	9 %
Pinkatal	3	73	0 %	73	5 %	73	3 %
Lendvatal	3	71	20 %	71	51 %	71	54 %
Grabenland	4	55	20 %	55	49 %	55	47 %
Kainachtal	13	251	2 %	239	11 %	239	20 %
Lassnitztal	12	236	4 %	236	11 %	236	19 %
Sulmtal	13	280	19 %	280	19 %	280	35 %
Saggautal	8	190	3 %	190	5 %	190	16 %
Steiermark-Gesamt	359	8535	14 %	8158	24 %	8158	34 %

Tab. 6: Anzahl der Messungen der Parameter Nitrat, Atrazin und Desethylatrazin und der jeweilige prozentuelle Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK: Nitrat 50 mg/l, Atrazin 0,1 µg/l und Desethylatrazin 0,1 µg/l) an WGEV-Messstellen von 1992 bis 2000, zusammengefasst nach Porengrundwassergebieten.

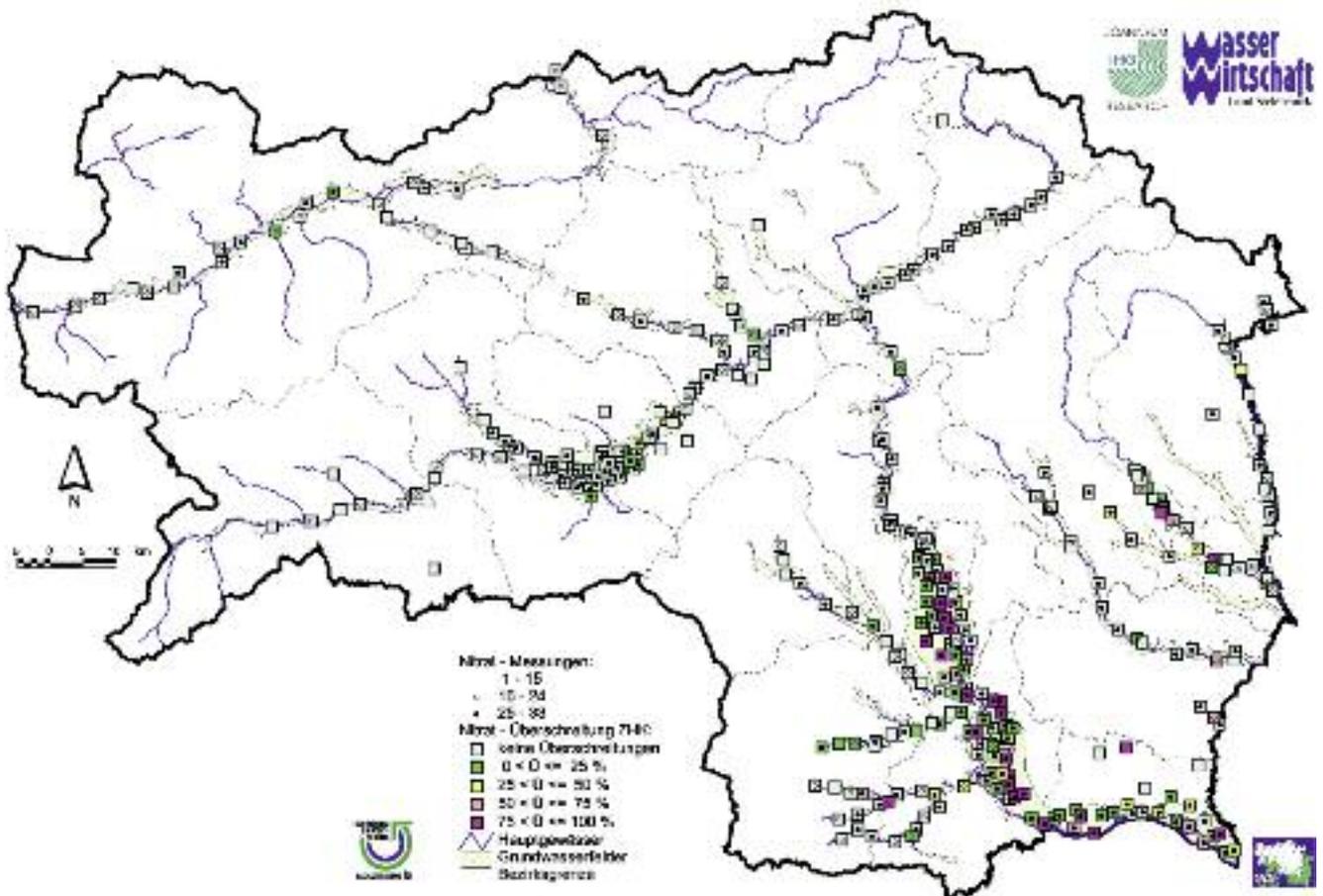


Fig. 39: Grundwasserqualität: Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentration von Nitrat (50 mg/l) an den WGEV-Messstellen im Porengrundwasser (1992 bis 2000).

Die Nitratkonzentrationen im Porengrundwasser divergieren. In den untersuchten Tälern der Obersteiermark gibt es nur eine Messstelle (Mittleres Murtal) an der die mittlere Nitratkonzentration von 1992 bis 2000 über 50 mg/l lag. Außer im östlichen Bereich von Aichfeld-Murboden befinden sich in der Obersteiermark auch keine größere Zahl von Messstellen, an denen die mittlere Nitratkonzentration über der Richtzahl von 25 mg/l lag.

Die Porengrundwasserfelder mit den höchsten Nitratkonzentrationen sind das Leibnitzer Feld und Grazer Feld, das Untere Murtal und das Feistritztal. Im Grazer Feld wurde im Rahmen der WGEV bei 28 % aller Nitratanalysen eine Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration festgestellt. An 11 von 43 WGEV-Messstellen liegt die mittlere Nitratkonzentration über der ZHK, an 24 weiteren Messstellen über der Richtzahl.

In Fig. 39 und Fig. 40 ist die räumliche Verteilung der WGEV-Messstellen mit dem prozentuellen Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentration an Nitrat und Atrazin an allen Messterminen im Zeitraum 1992 bis 2000 dargestellt.

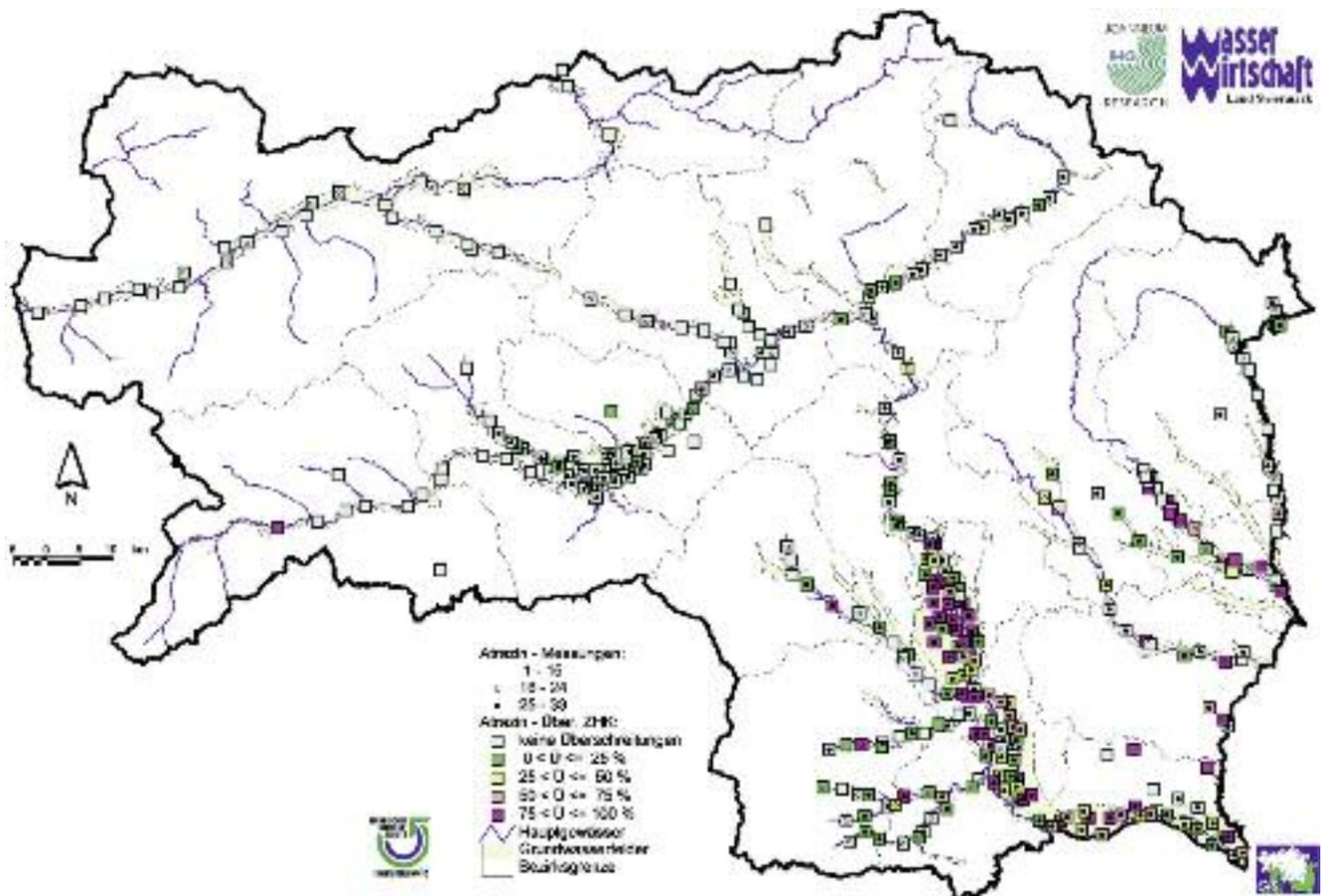


Fig. 40: Grundwasserqualität: Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentration von Atrazin ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ) an den WGEV-Messstellen im Porengrundwasser (1992 bis 2000).

Die räumliche Verteilung der Messstellen mit dem prozentuellen Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen an Atrazin (Fig. 40) zeigt eine ähnliche Verteilung wie bei Nitrat.

In den intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten, wie dem Grazer Feld, dem Leibnitzer Feld, dem Unteren Murtal und Feistritztal, sowie in den übrigen untersuchten Gebieten der Ost- und Weststeiermark wurde am überwiegenden Teil der Messstellen an mehr als einem Viertel der Untersuchungen die zulässige Höchstkonzentration überschritten (vgl. Tab. 6).

In den oben angesprochenen Grundwassergebieten ist die Nitratbelastung des Grundwassers auch heute noch ein zentrales Thema bezüglich der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung. Es zeigt sich jedoch sehr deutlich die Wirkung der zur Sanierung des Nitratproblems gesetzten Maßnahmen (Fig. 41). Die Einrichtung von Schutz- und Schongebieten und die Umsetzung der darin enthaltenen Bewirtschaftungseinschränkungen im Zusammenhang mit begleitenden wissenschaftlichen Programmen führten dazu, dass in den meisten Trinkwassergewin-

nungsanlagen heute einwandfreie Trinkwasserqualität unter Einhaltung der Trinkwassergrenzwerte gewonnen werden kann.

Noch eindeutiger als die Gehalte des Grundwassers an Nitrat sind die Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln in den Analyseergebnissen der intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zuzuordnen. Die zulässige Höchstkonzentration bei Atrazin (für Trinkwasser) beträgt 0,1 µg/l. Aufgrund des Verbotes von Atrazin zeigen die Zeitreihen der Atrazinkonzentration naturgemäß in den meisten Fällen eine deutlich rückläufige Tendenz (Fig. 42).

Fig. 41:

Entwicklung der Nitratkonzentration im Wasser der Wasserversorgungsanlagen Kalsdorf (Grazer Feld), Kaindorf a.d. Sulm (Leibnitzer Feld) und Mureck (Unteres Murtal) von 1987 bis 2000.

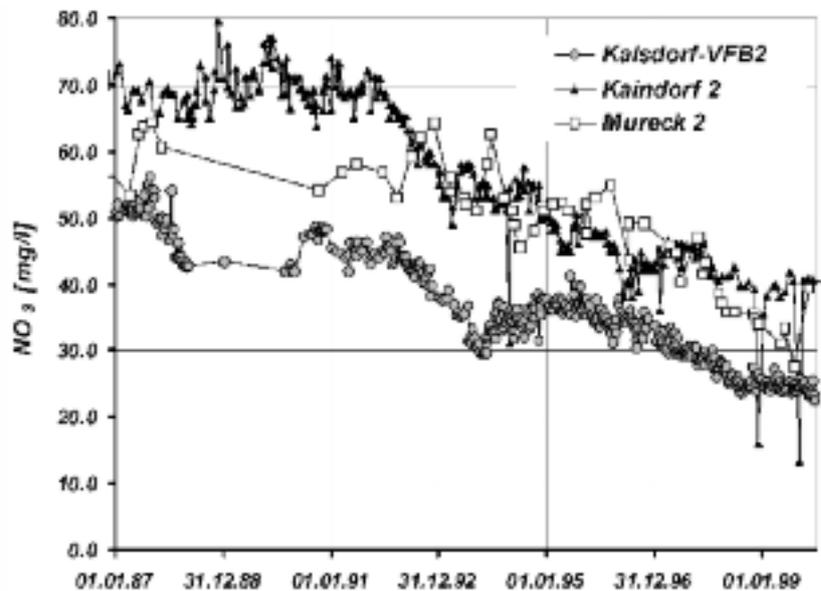
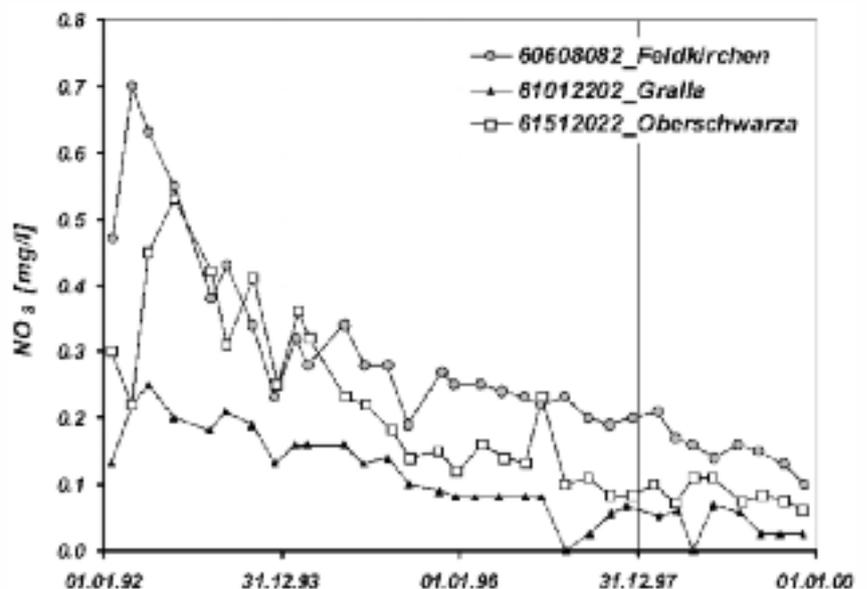


Fig. 42:

Entwicklung der Atrazinkonzentration im Grundwasser des Grazer Feldes (60608082\_Feldkirchen), des Leibnitzer Feldes (61012202\_Gralla) und des Unteren Murtales (61512022\_Oberschwarza) von 1992 bis 2000.

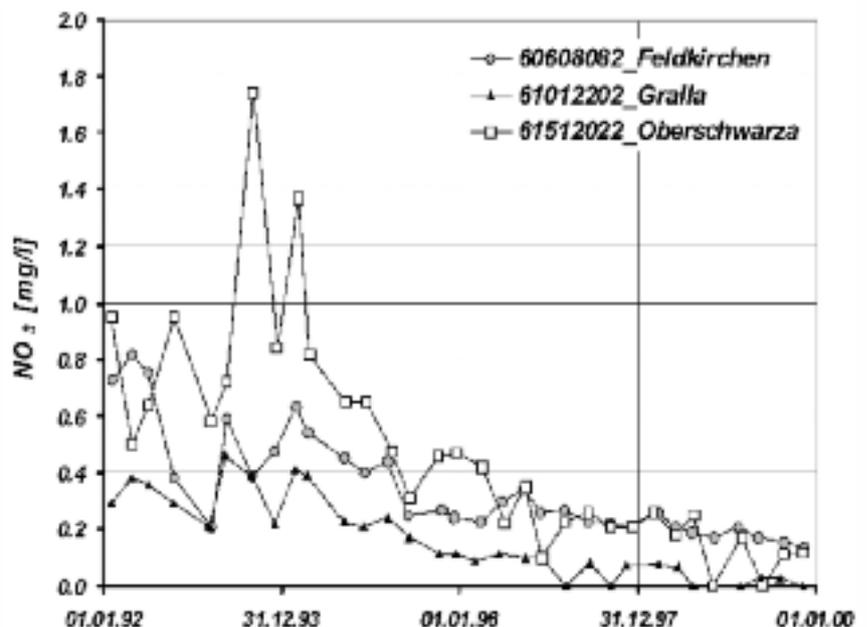


In Teilbereichen wird auch in den zentralen Bereichen der Grundwasserfelder mit intensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung die ZHK bereits unterschritten.

Wie bei Atrazin beträgt die zulässige Höchstkonzentration von Desethylatrazin, 0,1 µg/l. Da es sich bei Desethylatrazin um ein Abbauprodukt von Atrazin handelt, ist eine beinahe deckungsgleiche räumliche Verteilung der mit diesem Herbizid belasteten Messstellen zu erwarten. Die Anzahl der Analysen auf Desethylatrazin und der prozentuelle Anteil der Analysen, an denen der Gehalt am angesprochenen Wirkstoff über der ZHK im Zeitraum 1992 bis 2000 gelegen war, geordnet nach den Grundwassergebieten der Steiermark, ist aus Tab. 6 ersichtlich.

Wie aus Fig. 43 deutlich erkennbar, ist auch die zeitliche Entwicklung der Belastungssituation des Grundwassers im Grazer Feld, im Leibnitzer Feld und im Unteren Murtales bezüglich des Parameters Desethylatrazin sehr gut mit derjenigen von Atrazin vergleichbar, allerdings sind hier in größeren Teilbereichen auch heute noch Werte über der ZHK anzutreffen.

Fig. 43:  
Entwicklung der Desethylatrazinkonzentration im Grundwasser des Grazer Feldes (60608082\_Feldkirchen), des Leibnitzer Feldes (61012202\_Gralla) und des Unteren Murtales (61512022\_Oberschwarza) von 1992 bis 2000.



Eisen und Mangan liegen im Untergrund als weitgehend unlösliche Fe III- und Mn III- bzw. Mn IV-Verbindungen vor. Bei der Eisen- und Manganreduktion und Oxidation sind Eisen- und Mangan-Mikroben beteiligt. Die Tab. 7 gibt die Anzahl der WGEV-Messstellen, untergliedert nach Grundwassergebieten, mit deren prozentuellen Anteil an Überschreitung der ZHK von 0,2 mg/l Eisen bzw. der ZHK von 0,05 mg/l Mangan wieder.

Grundwassergebiet	Messstellen	Eisen-Messungen	Eisen-Anteil > ZHK	Mangan-Messungen	Mangan-Anteil > ZHK
Oberes Ennstal	11	214	17 %	214	18 %
Mittleres Ennstal	7	158	13 %	158	13 %
Unteres Ennstal	3	63	0 %	63	0 %
Oberes Murtal	10	168	5 %	168	5 %
Aichfeld Murboden	31	823	7 %	823	4 %
Mittleres Murtal	16	351	7 %	351	4 %
Murdurchbruchstal	12	346	8 %	346	8 %
Grazer Feld	43	1117	3 %	1117	4 %
Leibnitzer Feld	29	835	3 %	835	5 %
Unteres Murtal	24	717	16 %	717	21 %
Mürztal	16	453	7 %	453	2 %
Dobreintal	1	12	8 %	12	0 %
Seckau – Rachau	4	52	12 %	52	15 %
Katsch Mur	2	26	46 %	26	50 %
Pölstal	9	225	2 %	225	11 %
Liesingtal	8	187	1 %	187	3 %
Vordernbergerbachtal	6	124	2 %	124	2 %
Tragöss	1	13	8 %	13	0 %
Paltental	5	70	20 %	70	19 %
Olsabach	1	13	8 %	13	0 %
Lainsach – Schladnitz	3	39	0 %	39	0 %
Raabtal	17	309	30 %	309	42 %
Feistritztal	25	358	33 %	358	42 %
Ilztal	4	119	28 %	119	33 %
Lafnitztal	15	251	51 %	251	54 %
Pinkatal	3	73	7 %	73	29 %
Lendvatal	3	71	1 %	71	1 %
Grabenland	4	55	5 %	55	51 %
Kainachtal	13	251	15 %	251	25 %
Lassnitztal	12	233	6 %	233	30 %
Sulmtal	13	279	13 %	279	20 %
Saggautal	8	189	6 %	189	9 %
Steiermark-Gesamt	359	8194	11 %	8194	14 %

Tab. 7: Anzahl der Messungen der Parameter Eisen und Mangan und der jeweilige prozentuelle Anteil der Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK: Eisen 0,2 mg/l und Mangan 0,05 mg/l) an WGEV-Messstellen von 1992 bis 2000, zusammengefasst nach Porengrundwassergebieten.

Erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen sind meist geogen bedingt und treten im Grundwasser vor allem bei reduzierenden Verhältnissen auf. Dies ist vor allem dort der Fall, wo dichte und mächtige Böden die Sauerstoffzufuhr ins Grundwasser verringern, besonders in den Tälern der Oststeiermark mit seinen periglazialen Einzugsgebieten. Die durch das feinere Sedimentdargebot dichtere Bodenmatrix (Pseudogleye, Gleye, Auböden) führt zu reduzierenden Verhältnissen im Grundwasser und die wiederum zu erhöhten Eisen- und Mangankonzentrationen.

Im Feistritz-, Ilz-, Raab- und Lafnitztal lag der Anteil der Überschreitungen der ZHK von Eisen zwischen 28 und 51 %. Auch die Seetonablagerung im Oberen und Mittleren Ennstal sowie im Paltental schaffen reduzierende Verhältnisse, die vielerorts zu erhöhten Eisen- und Mangankonzentrationen führen.

Die Betrachtung der Verteilung der Gesamthärte im Porengrundwasser der Steiermark als Maß für die Gesamtmineralisierung – eruiert als Mittelwert der Beobachtungen an den WGEV-Messstellen – ergab flächenhaft die höchsten Gesamthärten im Grazer- und Leibnitzer Feld (Mittelwerte zwischen 14 und 26° dH). In den Tälern der Obersteiermark, aber auch in den Tälern der Ost- und Weststeiermark liegt die Wasserhärte deutlich darunter.

Die Ablagerungen aus dem Neogen und Pliozän im Steirischen Becken weisen einen Wechsel von minderdurchlässigen (tonig-schluffigen) und durchlässigen (sandig-kiesigen) Sedimenten auf. Durch die stärker marin betonten Ablagerungen in der Südweststeiermark und den damit verbundenen feinklastischen Sedimenten ist dort das Vorkommen gespannter Grundwasserhorizonte sowohl von der lateralen Ausdehnung als auch von der Mächtigkeit begrenzt. Das Interesse auf artesische Aquifere ist daher in erster Linie auf die Oststeiermark (Flussgebiete der Raab, Feistritz und Lafnitz) ausgerichtet. Eine Sonderstellung nimmt das Grabenland ein, wo durch den miozänen und pliozänen Vulkanismus die Tiefenwässer örtlich hoch mineralisiert, durch CO<sub>2</sub> angereichert und dadurch für die Trinkwasserversorgung nur beschränkt geeignet sind.

Eine Bewertung der Vorkommen gespannter Grundwässer im Steirischen Becken muss nach dem heutigen Kenntnisstand noch sehr unvollständig sein, wiewohl in den letzten Jahren große Anstrengungen über die Abteufung neuer Erschließungsbohrungen, geophysikalische Struktur- und Bohrlochmessungen sowie chemisch-isotopenhydrologische Einzelanalysen unternommen wurden. Generell ist dazu auszuführen, dass eine Vielzahl von ineinander verzahnten Horizonten vorliegt, wobei deren Einzugsgebiet und Grundwasserneubildung nur in lokalem oder regionalem Rahmen bekannt ist (Raum Grafendorf – Seibersdorf bei Hartberg, unteres Safental).

---

## 4.3

### Tiefengrundwasser

---

#### 4.3.1

#### Überblick

## 4.3.2

## Versuchsbohrungen

Die für Versuchs- und Untersuchungszwecke abgeteuften Bohrungen sind in erster Linie im nördlich der Raab gelegenen Anteil des Oststeirischen Beckens situiert. Für das Weststeirische Becken weisen bereits die bestehenden Unterlagen auf die äußerst geringe Höffigkeit gespannter Grundwässer hin, ein Ausdruck vornehmlich mariner Verhältnisse im unteren und mittleren Miozän. In diesem Teil des Beckens wurden daher keine neuen Aufschlüsse angesetzt.

Der Untersuchungsansatz für den südlichen Teil des Oststeirischen Beckens beschränkt sich auf einige wenige Bohrungen im Weizbachtal (St. Ruprecht), im Rabnitztal (Kumberg) und im Raabtal (St. Margarethen, Höflach). Eine Korrelation von Horizonten ist trotz des Vorliegens einiger Bohrprofile aus kommunalen Versorgungsbohrungen nicht möglich. Es existieren wohl einige chemische Analysen, diese sind aber nicht aussagekräftig, wohl auch, weil die analytische Parameterreihe zum großen Teil unvollständig ist.

Unter Berücksichtigung der Sedimentationsgenese, in mehreren Abhandlungen ausführlich beschrieben, der vorliegenden geologischen Bohrprofile an den Erkundungsaufschlüssen und der chemischen Zusammensetzung der Tiefenwässer ist es lokal und regional möglich, die Verbreitung von Leithorizonten nachzuvollziehen (Fig. 44).

Die tiefer gelegenen Aquifere wurden wahrscheinlich alle im Sarmat angelegt. Sie neigen im Gegensatz zu den seichteren zu einer stärker flächenhaften Verbreitung. In der Grafendorfer Bucht sind die tieferen Aquifere durch eine NNW-SSE-Erstreckung gekennzeichnet, wahrscheinlich durch die Anreicherung aus dem Reibersbach, der vom Masenberg kommend, Sarmatsande quert und dort Wasser verliert.

Die nächsten Ansätze für Tiefenaquifere sind am Übertritt großer Flusstäler in das Vorland zu suchen. Im Tal der Pöllauer Safen ist an Bohrungen bei Kaindorf ein Grundwasserkörper in 270–250 m Sh aufgeschlossen, der nach Südosten geneigt ist. Beim Austritt des Feistritztales aus dem Grundgebirge ist bei Hirnsdorf ein Aquifer in 300–290 m Sh angefahren worden, der weiter im Südosten bei Kroisbach, Großsteinbach und Großhartmannsdorf in 270–260 m Sh anzutreffen ist. Aus der Sedimentationsanalyse erweitert er sich von hier nach Osten, im Safental bei Waltersdorf und Leitersdorf liegt er in 220–210 m Sh und noch weiter im Osten, bei Neudau in 205–195 m Sh. Ob er sich in diesem Raum mit dem Tiefenaquifer von Kaindorf vereinigt, ist nicht nachweisbar.

Schließlich ist es auch möglich, die Sedimentation der „Urfeistritz“ zwischen dem alluvialen Becken von Unterfeistritz und dem oberen Ilztal zu hinterfragen. In Unterfeistritz besteht ein Horizont in 370–360 m Sh, der in seiner Süderstreckung bei Puch/Weiz etwa 20 m tiefer liegt. Bei Rollsdorf im oberen Ilztal wurde er bei 330 m Sh angefahren, er senkt sich ilzabwärts bis Neudorf auf ca. 300 m Sh ab.

Die seichteren gespannten Grundwasserhorizonte in diesem Großraum sind (gemäß dem fluviatilen Sedimentationszyklus im Pannon) großteils rinnenförmig angelegt. Das bekannteste Rinnensystem liegt zwischen dem unteren Feistritz- und Safental, das auf einer Länge von etwas mehr als 5 km durch drei Bohrungen in der Längsachse aufgeschlossen ist. Aus einer Aquiferteufe von 240–235 m Sh in Blumau und einem Gefälle von ca. 4 ‰ lässt sich das Infiltrationsgebiet in Großwilfersdorf deutlich ausmachen. Etwas überraschend ist die Richtung des Aquifers nach Nordosten, sie weist auf ein Senkungsfeld im unteren Lafnitztal hin. Ähnli-

ches gilt für den Horizont von Obgrün, im Feistritztal in 280–275 m Sh gelegen. Die Rinne erstreckt sich ENE in Richtung Waltersdorf (240–230 m Sh). Der seicht gespannte Aquifer von Kaindorf (310–300 m Sh) dürfte sich etwas weiter im Osten, im Bereich von Wörth – Neudau, in etwa 280–270 m Sh wiederfinden. Weiter im Norden sind auch die seichteren Aquifere durch sarmatische Ablagerungen geprägt. Rund um den Hartberger Ringkogel bestehen lokale Grundwasserkörper. Aus dem Masenberg, im Einzugsgebiet von Grein- und Stambach, haben sich auch lokale und kleinregionale Aquifere gebildet (etwa 330–310 m Sh), die durchwegs zum Beckentieferen nach Osten einfallen.

Generell ist der **Chemismus** der Wässer nicht auffallend. Signifikante Unterschiede bietet von den gemessenen Stoffen lediglich das Natrium. Die seichtliegenden gespannten Wässer der pannonen Schichtfolge erreichen die Grenze von 10 mg/l durchwegs nicht, während der größte Aquifer, der sich vom Feistritztal nach Osten über das Safen- zum Lafnitztal erstreckt, einen Na-Gehalt von örtlich über 100 mg/l aufweist. Die meisten Wässer liegen zwischen 70 und 90 mg/l.

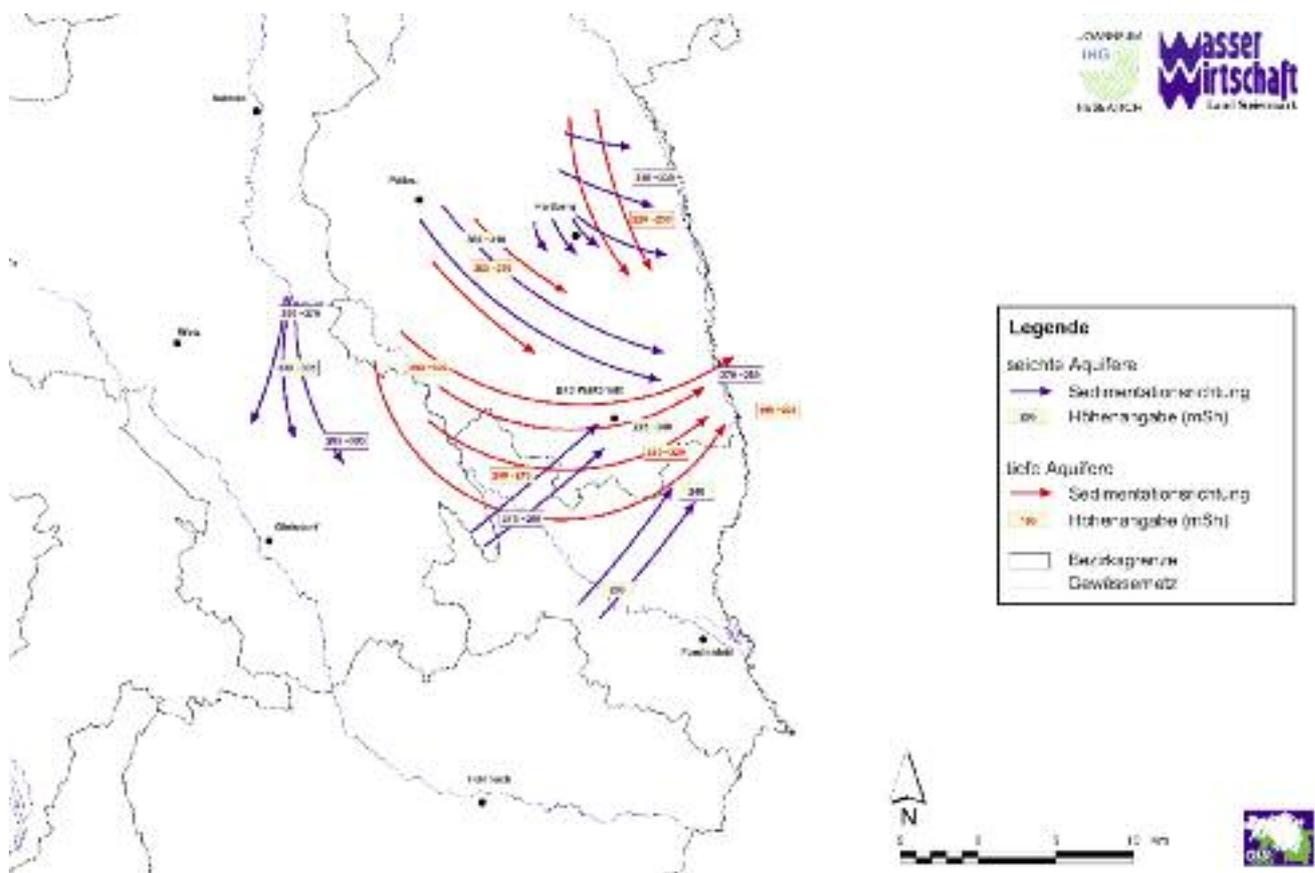


Fig. 44: Tiefengrundwässer im Oststeirischen Becken.

Die **Ergiebigkeit** im nördlichen Abschnitt ist durch die Auslaufversuche im Grafendorf und Seibersdorf einigermaßen bekannt, sie dürfte im Osten und Südosten in der Größenordnung von mehreren l/s liegen. Der Raum Wörth – Neudau ist durch eine beachtliche Ergiebigkeit gekennzeichnet. Eine Dauerentnahme von mehr als 10 l/s ist durchaus denkbar, zumal hier in der Tiefenverteilung beide Systeme, sowohl das seichte Rinnensystem als auch das tiefere Flächensystem nachgewiesen sind. Auch grundwasserstromaufwärts könnten z.B. im Safental 7–8 l/s und im Feistritztal etwa 10 l/s entnommen werden. Kaum ergiebig sind die Rinnenaquifere des Pannon, weniger wegen einer geringen Permeabilität sondern wegen ihrer Kleinräumigkeit. Als Beispiel hierfür dient Blumau, wo kaum 1 l/s entnommen werden kann. In dasselbe Bild passt auch der Aquifer von Obgrün und die unterirdische Verbindung zwischen dem mittleren Feistritz- und dem oberen Ilztal.

#### 4.3.3

#### Wasserwirtschaftliche Bedeutung von Tiefengrundwässern

Die Neubildung von Tiefengrundwässern erfolgt entweder über die direkte flächenhafte Infiltration aus dem Niederschlag, über seichtliegende Talgrundwässer, wenn diese in Kontakt mit auskeilenden wasserführenden Schichten stehen, oder über Oberflächengerinne, wenn diese in einen abtauchenden Horizont Wasser abgeben. Wenngleich alle diese drei Möglichkeiten im Steirischen Becken bestehen, bieten die letzten beiden Ansätze die Garantie einer laufenden Grundwasseralimentation, während die Neubildung aus der Versickerung von Niederschlägen den stark schwankenden meteorologischen Bedingungen ausgesetzt ist. Einen Nachweis hierfür bieten Druckspiegelmessungen, die bei der flächenhaften Infiltration größere Spiegelschwankungen mit sich bringen als bei der Versickerung von Oberflächen- und seichtliegendem Grundwasser.

Aus diesen Gründen wird eine wasserwirtschaftliche Relevanz für die Nutzung von Tiefengrundwässern dort zu suchen sein, wo Einzugsgebiet und Neubildungsrate bekannt sind und die Gewähr für eine laufende Auffüllung eines genutzten Horizontes gegeben ist. Es ist daher dafür zu sorgen, Tiefengrundwässer sowohl in qualitativer als auch in mengenmäßiger Hinsicht zu schützen. Bei einer starken quantitativen Beanspruchung von Tiefengrundwässern ist ein Schutz des Druckgebietes vorzusehen. Mit der Einrichtung eines Schongebietes über das flächenhaft ausgedehnte Druckgebiet könnte eine Übernutzung des Vorkommens verhindert werden. Die Einrichtung von Schongebieten wird als geeignetes Instrument zum Schutz der Tiefengrundwässer sowie zur Sicherung der künftigen Wasserversorgung angesehen. Die besonderen Eigenschaften der Wässer, vor allem ihre lange Verweildauer im Untergrund und die Abdeckung nach oben mit minder durchlässigen Schichten eignen sie zwar vortrefflich für eine Nutzung als Trinkwasser, doch sind die Kenntnisse über ihre Neubildung aufgrund der komplizierten geologischen und hydraulischen Verhältnisse vielerorts noch nicht ausreichend, um eine gesicherte Wasserversorgung zu betreiben. Trotzdem haben die in den letzten Dezennien abgeteufte und getesteten Aufschlussbohrungen gezeigt, dass örtlich und auch regional Ressourcen nutzbar sind und die Trinkwasserversorgung in der Oststeiermark durchaus substituiert und eine Notwasserversorgung voll abgedeckt werden kann.

## 4.4

## Zusammenfassung und Bewertung der Wasservorkommen

Den überwiegenden Anteil der **Karstwasservorkommen** in der Steiermark bilden schon aufgrund der flächenmäßigen Verbreitung der Aquifergesteine die Vorkommen der Obersteiermark nördlich der Enns bzw. die Vorkommen des Hochschwabmassivs. In diesen Bereichen gibt es fast ausschließlich Quellwasserversorgung und hier wiederum in vielen Fällen Karstwassernutzung, wobei das Beispiel der II. Wiener Hochquellenleitung aus dem Salztal bzw. die später errichteten Nutzungseinrichtungen des Wasserverbandes Hochschwab-Süd besonders hervorzuheben sind. Die großen Quellen sind meistens genutzt oder sie bieten sich für eine Verwendung als Trinkwasser wegen qualitativer Probleme oder großer Schüttungsschwankungen (bis zum Trockenfallen bei Niederwasser) nicht an. Nur wenige Unterlagen in Form von Publikationen und anderen Studien bei vergleichsweise hoher Regenerierung aufgrund der Untersuchung der Abflusspende bei MoMNQ liegen für nachstehende Karstwasserbereiche vor:

- Haller Mauern und Buchstein: Karstwasserneubildung 600–800 mm/a
- Veitschalpe und Tonion: Karstwasserneubildung 500–600 mm/a

Entsprechend der Reihenfolge ihrer Bedeutung sind dann alle Karstwasservorkommen aus den paläozoischen Karbonatgesteinen zu nennen und schließlich mit im Vergleich untergeordneter Bedeutung die an tertiäre Karbonatgesteine gebundenen Vorkommen. Eine nähere nutzungsorientierte Betrachtung ist nur für lokale Problemstellungen zielführend.

Die **Kluftwasservorkommen** der Steiermark sind meist sehr stark mit der guten Speicherung im darüberliegenden Verwitterungsmantel oder in quartären Lockersedimenten verknüpft. Bezüglich der Wasserhöflichkeit sind hier vor allem die Blockgletscherquellen der Niederen Tauern und Seetaler Alpen zu nennen, die allerdings mit großen Schüttungsschwankungen behaftet sind. Es ist allerdings auffallend, dass die Kammbereiche der Niederen Tauern mit Neubildungsraten von örtlich über 1000 mm/a ausgestattet sind und auch in den Talregionen 300 mm/a kaum unterschritten werden. Es empfiehlt sich daher, neben den Blockgletscherquellen auch andere Bereiche hinsichtlich der Nutzbarkeit ihrer Quellen und Grundwässer zu überprüfen.

Im Bogen des Steirischen Randgebirges ist gegen Nordosten eine Abnahme der Neubildung unterirdischen Wassers aus der Betrachtung der MoMNQ unverkennbar. Die höchste Versickerungsrate ist der südlichen Koralpe eigen, einem Gebiet mit mächtigem Verwitterungsmantel und örtlichen Marmorzügen. Nimmt man die Gebirgsstöcke als Ganzes, so liegt die mittlere Neubildung auf der Koralpe bei etwa 300 mm/a, in den Fischbacher Alpen sinkt sie auf ca. 200 mm/a. Am Nordostrand des Randgebirges sind nennenswerte unterirdische Wasservorräte nur im Bereich des Hochwechsels gespeichert.

In qualitativer Hinsicht kann für den Großteil der Karst- und Kluftwässer aufgrund der extensiven Landnutzung in den Gebirgen und Mittelgebirgen von einem weitgehend befriedigenden Zustand gesprochen werden, in den tieferen Lagen ist naturgemäß der anthropogene Einfluss höher. Eine bakteriologische Gefährdung im Kristallin ist meist fassungsbedingt, bzw. in manchen Fällen durch Anreicherung aus einem Oberflächengerinne gegeben. Im Karst hingegen können sogar im Hochgebirge durch rasche Infiltration und Durchfluss zum Quellaustritt

Verkeimungen auftreten. Eine Ausnahme stellt der Dolomitkarst dar, in dem meist eine gute Speicherung gegeben ist.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand lassen sich die Ressourcen der bedeutendsten **seichtliegenden Porengrundwassergebiete** der Steiermark in drei Gruppen (Fig. 45) zusammenfassen:

### 1. Bereiche mit geringen Reserven:

In diese Bereiche fallen die Tallandschaften der Ost- und Weststeiermark und das Paltental in der Obersteiermark, in denen sich aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse keine geeigneten Speicher zur Retention größerer Grundwasserreserven ausgebildet haben. Die Grundwassernutzung erfolgt hier in erster Linie in Form von Einzelwasserversorgungen und nur zum Teil durch kommunale Wasserversorgungen.

### 2. Porengrundwassergebiete mit großer Ergiebigkeit aber kaum verbleibenden Reserven:

In diese Gruppe fallen die größten und ergiebigsten Porengrundwasserfelder der Steiermark, wie Aichfeld-Murboden, das Grazer Feld, das Leibnitzer Feld und das Untere Murtal.

Während in den südlichen Landesteilen (im Murtal südlich von Graz bis Radkersburg) die Grundwasserreserven heute bereits an die Grenze der erschotbaren Mengen stoßen und dieses Trinkwasser zur überregionalen Versorgung der westlichen, östlichen und südlichen Bereiche der Steiermark genutzt wird, erscheinen in den Tallandschaften des Murtales nördlich von Graz unter Berücksichtigung konsentrierter Entnahmemengen im Vergleich zur Bedarfssituation in der Region noch größere erschotbare Wassermengen vorhanden zu sein. Im Gegensatz zu den südlichen Landesteilen ist in diesen Gebieten auch die qualitative Situation des Porengrundwassers als ausgezeichnet zu bezeichnen.

### 3. Porengrundwassergebiete, in denen noch Reserven möglich erscheinen:

Zu dieser Gruppe gehört in erster Linie das Ennstal, das Mürztal, das obere Murtal und Seitenzubringer zum Murtal aus der Obersteiermark (Pölstal, Liesingtal, Vordernbergerbachtal, Lamingbachtal) sowie einzelne inneralpine Tallandschaften, die durch Porengrundwasserleiter gefüllt sind (Ilgnerbachtal, Seebachtal).

Aufgrund der geologischen Situation und der bisher bekannten hydrogeologischen Kenngrößen wären hier durchaus noch weitere Trinkwasserentnahmen größerer Quantität bei hervorragender Qualität möglich. Zur Erfassung dieser Ressourcen sind aber durchwegs noch zusätzliche umfassende und flächendeckende Untersuchungen notwendig (vgl. auch Fig. 46).

Eine nachhaltige Nutzung von **Tiefengrundwässern** ist nur im Oststeirischen Becken möglich. Aufschlussbohrungen wurden hier vor allem im Einzugsgebiet der Feistritz und Lafnitz abgeteuft, was in lokalen und regionalen Abschnitten die Korrelation von Grundwasserhorizonten zulässt. Unter Berücksichtigung von Durchlässigkeit, Schichtmächtigkeit und Entnahmeversuchen liegen die größten Ergiebigkeiten im Raum

- Grafendorf
- Kaindorf – Ebersdorf
- Waltersdorf – Leitersdorf
- Wörth – Neudau

Diese Bereiche sollten durch Detailuntersuchungen hinsichtlich ihrer Ergiebigkeit quantifiziert werden. Weiters wird empfohlen, das Aufschlussprogramm der FA 3a (nunmehr FA 19A) weiterzuführen und im Einzugsgebiet der Raab zu intensivieren.

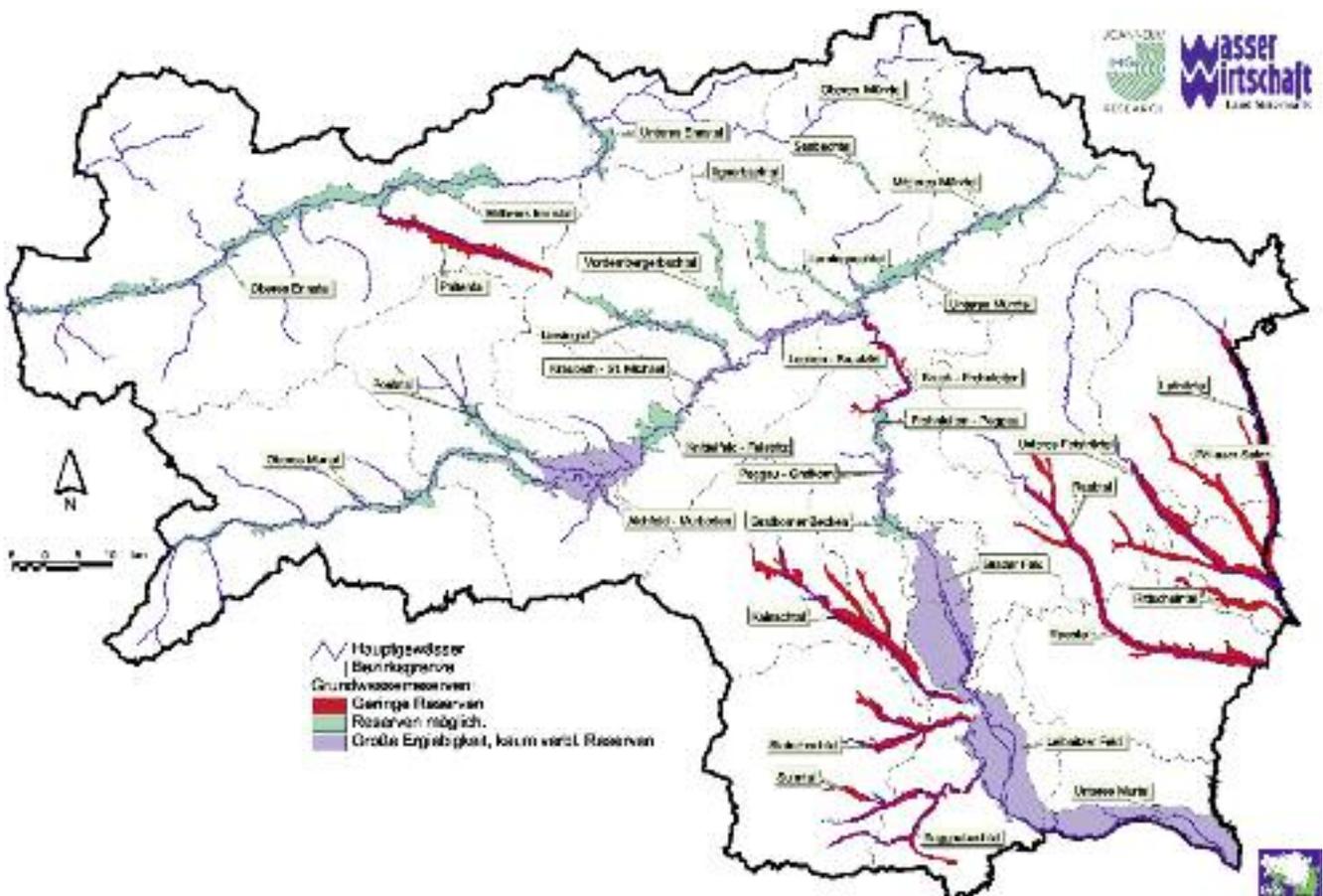


Fig. 45: Porengrundwasser: Grundwasserressourcen der bedeutendsten Porengrundwasserfelder der Steiermark.

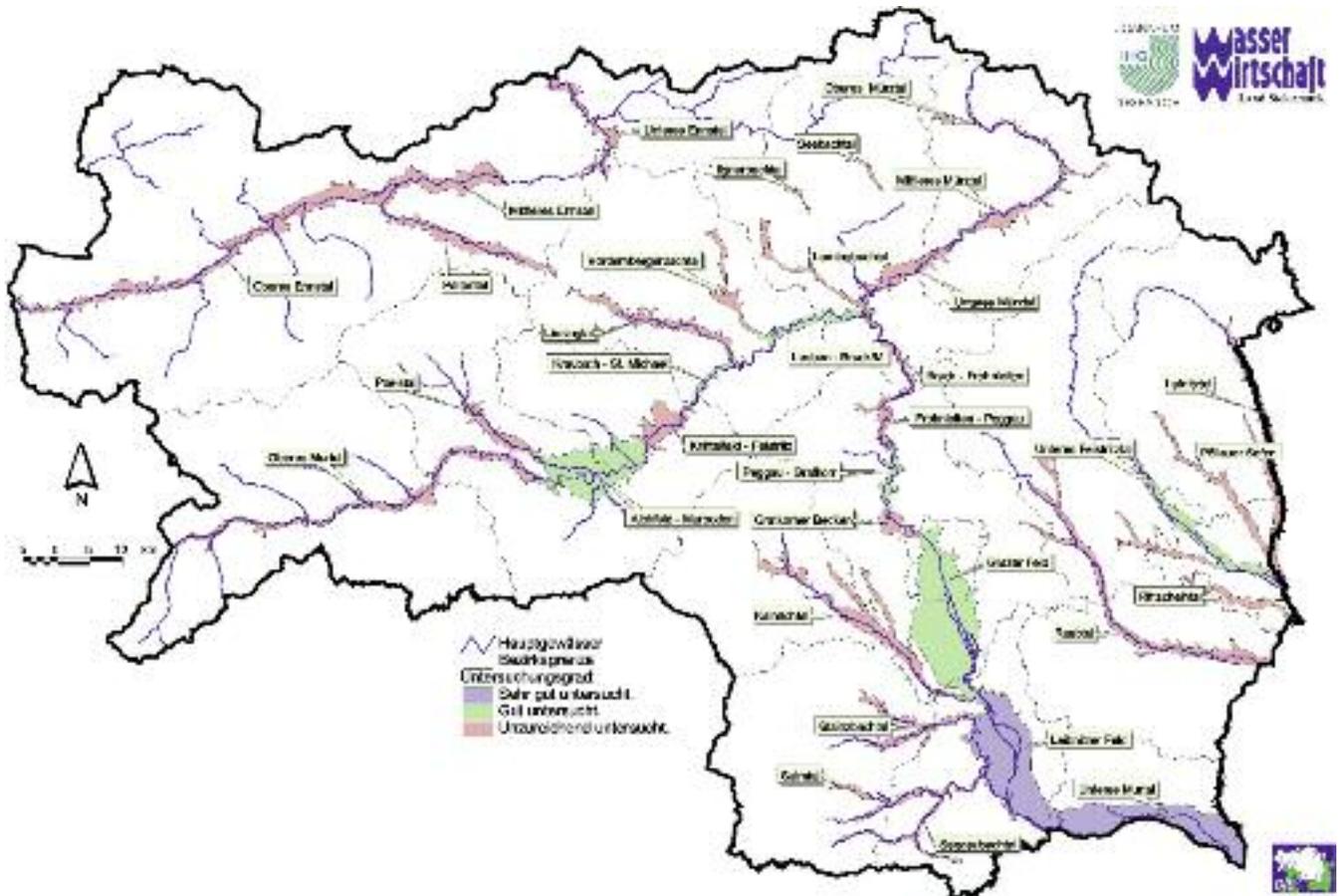


Fig. 46: Porengrundwasser: Untersuchungsgrad der bedeutendsten Porengrundwasserfelder der Steiermark.

- AMBACH, W. & P. KIRCHLECHNER (1986): Nomographs for the determination of meltwater from ice- and snow surfaces by sensible and latent heat.– *Wetter und Leben*, **38**, 181–189.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1988): Die nutzbaren Wasservorkommen der Steiermark.– *Steiermark-Information*, 8., Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung & Institut f. Umweltgeologie und Angewandte Geographie, Graz.
- ANDERLE, N. (1964): Schlußbericht über die Quellenuntersuchungen im Tauplitz-Gebiet und in den angrenzenden Tälern des Salzabach-, Riesenbach-, Zauchenbach- und Grimmingbachgrabens.– Unveröff. Bericht, 21 S., Anh. Quellenkataster, Ktn., Wien.
- BATLOGG, N. (1995): Niederschlag und Verdunstung im Einzugsgebiet der oberen Ill. – Diplomarbeit, Universität Innsbruck.
- BAUER, F. (1989): Die unterirdischen Abflußverhältnisse im Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz.– Umweltbundesamt, Reports, UBA-89-28, 73 S., 7 Beil., Wien.
- BAUER, F., A. BERNHART, R. GUSCHLBAUER, Ch. KAISER, H. STADLBAUER, G. SUETTE & H. ZETINIGG (1995): Die neuen Grundwasserschutzgebiete 1990–1995.– *Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung*, **77**, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- BAUMGARTNER, A., E. REICHEL (1983): Der Wasserhaushalt der Alpen.– Oldenburg.
- BENISCHKE, R. & PILZ., A. (1993): Endbericht Totes Gebirge – Vordernbachalm. Untersuchung von Quelleinzugsgebieten.– Unveröff. Bericht, 57 S., Anh., Graz.
- BERGMANN, H., A. LETTOWSKY, E. NIESNER, C. SCHMID, J. SCHÖN & F. ÜBERWIMMER (1993): Untersuchungen der gespannten Grundwasservorkommen im Feistritz- und Safental, Oststeiermark.– *Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung*, **75**, 112 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- 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, Wien/New York (Springer).
- 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).
- BIZEK, P. (1974): Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden der Verdunstung mit dem Ziel Verdunstungskarten für Österreich zu erstellen.– Diss. Universität Wien, Inst. f. Met. u. Geoph.
- BLODNIG, M. J. (1906): Die Bauschwierigkeiten beim Bosrucktunnel.– *Zeitschr. D. Österr. Ing.- u. Architektenver.*, **LVIII (25)**, Wien.
- BOURJOT, L., J.M. BOISSIER, J.F. DOBREMEZ, J. FANK, J.C. FOURNEAUX, C. GALLET, C. HABSURG-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.
- BRADEN, H (1990): Modellierung der Wasser- und Stoffdynamik in Agrarökosystemen mit Hilfe des agrarmeteorologischen Modells AMBETI.– *Landw. Jb.* **1**, Sonderheft, 145–156. BRECHTEL, H.M. (1990): Interzeption.– In: BAUMGARTNER & LIEBSCHER (1990): *Lehrbuch der Hydrologie.*– Bd. **1**, 313–326, Berlin.

- BROOKS, R. H. & A. T. COREY (1966): Properties of porous media affecting fluid flow.– J. Irrig. Div., Am. Soc. Civ. Eng. **92 (IR2)**, 61–88.
- BRUTSAERT, W.H. (1982): Evaporation in the Atmosphere. Theory, History and Applications.– D. Reidl Publ. Comp.
- BURDINE, N.T. (1953): Relative permeability calculations from pore-size distribution data.– Petrol. Trans., Am. Inst. Min. Eng., **198**, 71–77.
- CEPUDER, P & H. SUPPERSBERG (1991): Erfahrungen mit der Lysimeteranlage Gross-Enzersdorf.– Bericht der BAL über die Lysimetertagung „Art der Sickerwassergewinnung und Ergebnisinterpretation“, 25–35, Gumpenstein.
- CEPUDER, P. (1993): Versuchsergebnisse von Kleinlysimetern an unterschiedlichen Standorten.– Bericht der BAL über die 3. Gumpensteiner Lysimetertagung „Lysimeter und ihre Hilfe zur umweltschonenden Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen“, 35–48, Gumpenstein.
- CHOISNEL, E., O. DE VILLELE & F. LACROZE (1990): Rapport Final – Une approche uniformisée du calcul de l'évapotranspiration potentielle pour l'ensemble des pays de la Communauté Européenne.– Direction de la Météorologie Nationale, 69 pp+Appendix, Paris.
- DARCY, H. (1856): Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon.– Dalmont, Paris.
- DECKER, K., PERESSON, H. & FAUPL, P. (1993): Die miozäne Tektonik der östlichen Kalkalpen: Kinematik, Paläospannungen und Deformationsaufteilung während der „lateralen Extrusion“ der Zentralalpen.– Jb. Geol. B.-A., **137 (1)**, 5–18, Wien.
- DOBESCH, H. (1980): Die Parametrisierung der atmosphärischen Gegenstrahlung im Ostalpenraum.– Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. **A 29**.
- DOBESCH, H. & E. KOCH (1992): MARGRID an areal evaporation model for operational use in the Austrian agrometeorological service.– Proc. of Conf. on Met. for Agriculture, 61–65, Ljubljana.
- DOBESCH, H. (1993a): Die Abschätzung der Regionalverdunstung in Ostösterreich.– Arch. f. Lagerstättenforsch., Geol. B. A., Bd. **14**, 71–80.
- DOBESCH, H. (1993b): The Estimation of Areal Evapotranspiration Using Certain Land Surface Informations.– WMO Proc. Sympos. on Precipitation and Evaporation, Bratislava.
- DOBESCH, H. (1995): Gebietsverdunstung unter Berücksichtigung des Bodenwasserhaushaltes im Leibnitzer Feld.– Österr. Wasser u. Abwasserwirtschaft. Heft **7/8**, 47, 135–141.
- DOMMERMUTH, H., TRAMPF W. (1995): Potentielle und tatsächliche Evapotranspiration, Bodenfeuchte und Wasserstressindex.– In: DEUTSCHER WETTERDIENST: Daten zu Bodenwasserhaushalt in Deutschland, Offenbach/Main (Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes).
- DOORENBOS, J. & W.O. PRUITT (1977): Crop water requirements.– FAO Irrig. and Drain, Paper **24**.
- DVWK (1995): Ermittlung der Verdunstung von Land und Wasserflächen.– Merkblätter zur Wasserwirtschaft, 192 S., Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Bonn.
- EICHER, H. (1975): Hydrographische Studien im Gebiet St. Lambrecht – Neumarkt.– Unveröff. Diss., KF-Universität Graz.
- EISENHUT, M., J. NOVAK, H. ZOJER, H. KRÄINER, H. ERTL & H. ZETINIGG (1979): Die Grundwasserhältnisse im Kainachtal (St. Johann o.H. – Weitendorf).– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **43**, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- ERHART-SCHIPPEK, W. (1998): Grundwassermodell Schongebietsentwurf für die WVA Hafendorf der Stadtwerke Kapfenberg.– INTERNET: Homepage von DI W. Erhart-Schippek.

- FANK J. (1998): Nassbaggerung Mureck. Hydrogeologische Bewertung der Auswirkung auf die Grundwasserspiegellage.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 11 S., Graz.
- FANK J. (1998): Grundwasserströmungs- und Nitrattransportmodell für das westliche Leibnitzer Feld.– In: KLAGHOFER, E. & H. ZOJER (Eds.): Modelle für die gesättigte und ungesättigte Bodenzone.– Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 7, 131–154, Wien.
- FANK, J. (1999): Die Bedeutung der ungesättigten Zone für Grundwasserneubildung und Nitratbefruchtung des Grundwassers in quartären Lockersediment-Aquiferen am Beispiel des Leibnitzer Feldes (Steiermark, Österreich).– Beiträge zur Hydrogeologie, 49/50, 101–388, Graz.
- FANK J., B. YEHDEGHO & D. SCHEWIG (1993): Endbericht: Forschungsvorhaben Baggerseen und deren Wechselbeziehung zum Grundwasser.– Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 109 S., 9 S. Anhang, Graz.
- FANK, J., A. JAWECKY, H.P. NACHTNEBEL & H. ZOJER (1993): Hydrogeologie und Grundwassermodell des Leibnitzer Feldes.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 74/I und 74/II, 1–255, Anhang A bis I, 90 Abb., 119 Tab., 35 Kartenbeilagen, Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Wasserwirtschaft und Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft – Wasserwirtschaftskataster, Graz, Wien.
- FANK, J. & G. ROCK (1994): Hydrogeologie und Grundwassermodell Kalsdorf.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 76, 3–114, Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Wasserwirtschaft und Wasserverband Umland Graz, Graz, Hausmannstätten.
- FANK, J. & G. ROCK (1995): Grundwassermodell „Haslacher Au“; Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch die Entnahme „Haslach II“.– Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 26 S., Graz.
- FANK, J. & T. HARUM (1996): Agri-environmental measures and water quality in mountain catchments; report AGREAUALP (Austria) January 1995–December 1995.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 79 S., Graz.
- FANK, J. & T. HARUM (1997): Stoffaustausch aus einem extensiv genutzten Einzugsgebiet.– Bericht der BAL über die 7. Lysimetertagung „Lysimeter und nachhaltige Landnutzung“ vom 7. bis 9. April 1997, 65–69, Gumpenstein.
- FANK, J., W. POLTNIG, G. ROCK & E. STENITZER (1998): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach – Grundwassersimulation (Endbericht).– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, der JOANNEUM RESEARCH und Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 139 S., Graz/Petzenkirchen.
- FANK, J. & G. ROCK (1999): Freizeitanlage mit sanfter Badenutzung St. Veit am Vogau. Hydrogeologische Bewertung der Auswirkung auf die Grundwasserspiegellage.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 15 S., Graz.
- FANK J., W. POLTNIG & A. LEIS (1999): Terminal Werndorf (Bauplanungsphase). Endbericht.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 60 S., Graz.
- 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, Institut für Hydrogeologie und Geothermie und Institut für Technologie und Regionalpolitik der JOANNEUM RESEARCH, 55 S., Graz.
- FANK, J. & G. ROCK (2000): Grundwasserströmungs- und -transportmodell „Unteres Murta“ zur Erfassung der regionalen Strömungsverhältnisse und der Interaktion von Oberflächengewässern mit dem Grundwasser in einem rezenten Auegebiet. Proj. STA 28C/96. Endbericht 3. Projektsjahr, Teil 1.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 110 S., Graz.
- FAO (1991): Report on the Expert Consultation on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements.– United Nations, Rome.

- FEICHTINGER, F. (1992): Erste Erfahrungen beim Einsatz eines modifizierten Feldlysimeters.– Bericht der BAL über die 2. Gumpensteiner Lysimetertagung „Praktische Ergebnisse aus der Arbeit mit Lysimetern“, 59–62, Gumpenstein.
- FEICHTINGER, F. (1997): Bericht über die Parametrisierung der stickstoffbezogenen Inputdaten und Stofftransportkennwerte für die Simulation mit STOTRASIM für 24 Bodenformen einer bodenkundlichen Detailkartierung aus dem Leibnitzer Feld.– Unveröff. Bericht, 21 S., Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.
- FREDE, H.-G., P. HUGENROTH & B. MEYER (1978): Eine Grundwasser-Lysimeteranlage zur Erfassung der Bodenwasserhaushaltsbilanz und pflanzlichen Wasserversorgung bei unterschiedlichem Grundwasserstand.– Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, **26**, 83–92.
- FRIEDRICH, W. & H. FRANZEN (1960): Ein neuer Versickerungsmesser (Lysimeter).– Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, **4**, 105–111, Koblenz/Rhein.
- GAMERITH, W. & H. STADLER (1997): Hydrologische Untersuchungen an der Hochreichartquelle, eine der größten Blockgletscherquellen in den Niederen Tauern.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, **81**, 81–89, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- GATTINGER, T. (1969): Hydrogeologische Karte der Republik Österreich, 1:1,000.000.– Geolog. Bundesanstalt, Wien.
- GEOTEAM (2001): Darstellung der Grundwasserverhältnisse im Murtal zwischen St. Stefan ob Leoben und Leoben-Göß.– Unveröff. Bericht, Gleisdorf.
- GOLDBRUNNER, J. & G. ROCK (1992): Neubau KW Krempf – Hydrogeologie – EDV-Grundwassersimulation.– Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Graz.
- GOLF, W., K. LUCKNER & A. MÜNCH (1993): Berechnung der Waldverdunstung im Wasserhaushaltsmodell AKWA.– Meteorologische Zeitschrift, N.F. **2**, 99–107.
- GRIMM, F. (1968): Das Abflussverhalten in Europa – Typen und regionale Gliederung.– Wiss. Veröff. d. Inst. f. Länderk., N.F. **25/26**, 18–180.
- GUTKNECHT, D. (1996): Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „Kleine Einzugsgebiete“.– Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, **48** (1/2), 1–5, Wien.
- HARUM, T. & F. GRAF (1991): Hydrogeologische Kartierung Winterleitenseen – Ochsenboden (Seetaler Alpen).– Unveröff. Bericht, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, 7 S., Anhang, Graz.
- HARUM, T. & J. FANK (1992): Hydrograph separation by means of natural tracers.– In: HÖTZL, H. & A. WERNER (Eds., 1992): Tracer Hydrology. Proceedings of the 6th International Symposium on Water Tracing, Karlsruhe, 21–26 September 1992, 143–148, Rotterdam (Balkema).
- 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 Oxygen-18-Content.– In: GÜNAY, G., L. TEZCAN & Ö. ATTILA (Eds., 1995): Abstracts of the International Symposium and Field Seminar on Karst Waters & Environmental Impacts, September 10–20, 1995, 40–41, Antalya (Turkey).
- HARUM, T., G. ROCK & G. DOMBERGER (1996): Brunnen Wöllmerdorf, Pumpversuch und Neueichung des Grundwassermodells, April 1996.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- HARUM, T., G. ROCK, I. ENTNER, H.P. LEDITZKY & H. ZOJER (1996): Kraftwerk Puntigam Machbarkeits-, Standortstudie, Gutachten Geologie und Grundwasser – Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der 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**, Supplement 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: KRANJC, A. (Ed., 1997): Tracer Hydrology 97.– Proceedings of the 7th International Symposium on Water Tracing in Portorož (Slovenia), 153–160, Rotterdam (Balkema).
- HARUM, T., G. ROCK & P. SACCON (1997): Unterwassereintiefung KW Deutschfeistritz. Überprüfung geplanter Maßnahmen zum Schutz des Wasserwerks Friesach.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- HARUM, T., G. ROCK & H.P. LEDITZKY (1997): Zum Einfluss der großen Murregulierung 1874–1891 auf das Grundwasser im Stadtgebiet von Graz – eine historisch-hydrologische Betrachtung.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, **81**, 125–154, Graz. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- HARUM, T. & A. LEIS (2000): Untersuchung der prinzipiellen Eignung der Fuchsqellen für eine erweiterte Nutzung.– Unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 36 S., Graz.
- HARUM, T., C. HOLLER, P. SACCON, I. ENTNER & J. HOFRICHTER (2001): Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Quellwasserdargebots im alpinen Raum Österreichs.– Wasserwirtschaftskataster, 77 S., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- HARUM, T. & M. PROBST (2001): Untersuchung des Speichervermögens verschiedener Gesteinskomplexe in ausgewählten Typuseinzugsgebieten der Steiermark.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- HAUDE, W. (1955): Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise.– Mitt. d. Deutschen Wetterdienstes, Nr. **11**, Offenbach.
- HERLICKSKA, H. & G. LORBEER (Red., 1994): Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“, Bd. 1: Karstwasserqualität.– Monographien, **41**, 233 S., Umweltbundesamt, Wien.
- HÖTZL, H. (1992): Grundwasserabstrom im westlichen Grazer Feld. Neubewertung des Schongebietes für das Wasserwerk Feldkirchen.– Unveröff. Bericht, Institut für Angewandte Geologie, Universität Karlsruhe.
- HOFMANN, G. (1963): Zum Abbau der Schneedecke.– Arch. Met. Geoph. Biokl. B, Bd. **13**, H. **1**, 1–20.
- HOYNIGEN-HUENE, J.V. (1983): Die Interzeption des Niederschlags in landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen.– DVWK-Schriften, H. **57**, Teil **1**, 1–53.
- HUBBERT, M. K. (1940): The theory of groundwater motion.– J. Geol. **4**, 785–944.
- JENSEN, M.E., R.D. BURMAN & R.G. ALLEN (Eds., 1990): Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.– Am. Soc. of Civil Engineers, ASCE-Manuals and Reports on Engineering Practices No.70, ISBN 0-87262-763-2.
- KLAGHOFER, E. (1991a): Bodenphysikalische Aspekte bei der Erfassung von gelösten Stoffen mit Hilfe von Lysimetern.– Bericht der BAL über die Lysimetertagung „Art der Sickerwassergewinnung und Ergebnisinterpretation“, 19–23, Gumpenstein.
- KLAGHOFER, E. (1991b): Grundwasserbelastungen durch flächenhafte Nitrateinträge. In: Grundwassersanierung und Nitrat – Wasserwirtschaftliche Fachtage 1991.– Sonderausgabe der Zeitschrift „Förderungsdienst“, 29–42, Wien.
- KÖHNLEIN, J. & M. ÖHRING (1965): Zur Problematik der Wasserbewegung in Ackerkrumenlysimetern.– Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, **109**, 1–17.
- 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.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **66**, 298 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).

- KRIEGL, Ch., HEISS, H.P. & J.E. GOLDBRUNNER (1999): Hydrogeologie des Semmeringmesozokums zwischen Fuschgraben und Veitschtal.– Unveröff. Bericht, 30 S., Ktn., Geoteam G.m.b.H., Gleisdorf.
- KÜPFER, T. & H.P. WEISS (1983): Kraftwerk Rabenstein – Wasserversorgung Frohnleiten. Hydrogeologie II.– Geotechnisches Institut, Bern.
- KUPFERSBERGER, H. (1999): Hydrogeologische Beurteilung der Auswirkungen durch die vertikale Umschließung der Altlast Jöb.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- KUPFERSBERGER H. & M. RESCH (2001): Bewirtschaftungsplan mit Grundwasserpumpen für das Demonstrationsgebiet westliches Leibnitzer Feld (Grundwassermodell-Wärmetransportmodell).– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH sowie PLAN.T, Graz.
- LECHNER, J. (1947): Quellengeologische Beobachtungen aus dem Ostrand des Toten Gebirges. – Verh. Geol. B.- A., **1945**, Wien.
- LEDITZKY, H.P. (1991): Kraftwerk Pöls: Erneuerung der bestehenden Anlage – Hydrogeologisches Gutachten.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- LEDITZKY, H.P. (1992): Brauchwasser KW Pöls I und II – Hydrogeologischer Zwischenbericht über den Pumpversuch im März 1992.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- LEDITZKY, H.P. & R. BENISCHKE (1993): Hydrogeologische Untersuchungen im Bereich der Baugrube des KW Pöls der Stadtwerke Judenburg.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- LEDITZKY, H.P. (1995): KW Ritzersdorf – Hydrogeologische Vorstudie.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- LINZER, H.-G., RATSCHBACHER, L. & W. FRISCH (1995): Transpressional collision structures in the upper crust: the fold-thrust belt of the Northern Calcareous Alps.– *Tectonophysics*, **242**, 41–61, Amsterdam.
- LÖPMEIER, F.J. (1983): Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung.– Beiträge zur Agrarmeteorologie, Deutscher Wetterdienst, Braunschweig.
- LÖPMEIER, F.J. (1991): Die Bestimmung der realen Evapotranspiration unter besonderer Berücksichtigung von Fernerkundungsmethoden.– Beiträge zur Agrarmeteorologie, **6/91**, Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- MADER, H., T. STEIDL & R. WIMMER (1996): Abflussregime österreichischer Fließgewässer – Beitrag zu einer bundesweiten Fließgewässertypologie.– Monographien, **82**, 192 S., Umweltbundesamt, Wien.
- MAILLET, E. (1905): Mécanique et physique du globe. Essais d'hydraulique souterraine et fluviale.– 218 S., Paris.
- MATHERON, G. (1965): La Theorie des Variables Regionalisees et ses Applications.– Paris (Masson).
- MATTHESS, G. & K. UBELL (1983): Allgemeine Hydrogeologie. Grundwasserhaushalt.– Lehrbuch der Hydrogeologie, Bd. 1, 438 S., Berlin/Stuttgart (Borntraeger).
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1959): Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **1959 (1/2)**, 111–137, Graz.
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1964): Hydrogeologie und Verkarstung der Steiermark.– Atlas der Steiermark, 1:300.000, Graz.
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1964): Karsthydrologische Untersuchungen im Toten Gebirge mit besonderer Berücksichtigung der versorgungswasserwirtschaftlichen Belange im Tauplitzgebiet.– Österr. Wasserwirtschaft, **16 (5/6)**, 112–123, Wien.
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1969): Hauptverkarstungsgebiete der Steiermark. – Atlas der Steiermark, 1:120.000, Graz.

- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1972): Der Andritzursprung.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **24**, 111–137, Graz.
- MAYR, A. (1953): Blütenpollen und pflanzliche Sporen als Mittel zur Untersuchung von Quellen und Karstwässern.– Anz. d. math.-naturwiss. Kl., Österr. Akad. Wiss., **1953** (6), Wien.
- MAYR, A. (1954): Neue Wege zur Erforschung von Quellen und Karstwässern. – Mitt. d. Höhlenkommission, **1953** (1), 90–96, Wien.
- MEINZER, O. E. (1942): Hydrology.– Dover/New York.
- MORITZ, C., G. SÄMISCH & R. SPENGLER (1991): Die Basislysimeterstation Brandis bei Leipzig – Einrichtung und erste Untersuchungsergebnisse.– Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, **35**, H. 5/6, 149–160.
- MUALEM, Y. (1976): A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media.– Water Resour. Res., **12**, 513–522.
- MÜLLER, W. (1967): Ergebnisse zehnjähriger Beobachtungen der potentiellen Verdunstung mit der US-Weather-Bureau Class-A Wanne in Österreich.– Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. **A 16**, 344–370.
- NACHTNEBEL, H.P., J. FÜRST, S. HAIDER & G. STORCH (1984): Grundwassermodell Unteres Murtaal.– Unveröff. Bericht der Universität für Bodenkultur, Wien.
- NACHTNEBEL, H.P. & J. FÜRST (1986): Grundwasserstudie Mittleres Murtaal.– Unveröff. Bericht der Universität für Bodenkultur, Wien.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1990): Ground Water Models, Scientific and Regulatory Applications.– Water Science and Technology Board, Committee on Ground Water Modelling Assessment, Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Resources, National Research Council, National Academy Press.
- NEMES, F., PAVLIK, W. & M. MOSER (1995): Geologie und Tektonik im Salztal (Steiermark) – Kinematik und Paläospannungen entlang des Ennstal-Mariazell-Blattverschiebungssystemen in den Nördlichen Kalkalpen.– Jb. Geol. B.-A., **138** (2), 349–367, Wien.
- NEUWIRTH, F. (1973): Die Bestimmung der Verdunstung aus einer Class-A-Wanne durch empirische Verdunstungsformeln.– Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. **B 22**, 47–70.
- NEUWIRTH, F. (1978a): Messungen der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen in Österreich.– Wetter und Leben, Jg. **30**, 87–92.
- NEUWIRTH, F. (1978b): Die Bestimmung der Verdunstung einer freien Wasserfläche aus längerfristigen Mittelwerten.– Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. **B 25**, 337–344.
- NEUWIRTH, F. (1982): Beziehung zwischen den kurzwelligen Strahlungskomponenten auf die horizontale Fläche und der Bewölkung an ausgewählten Stationen in Österreich.– Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. **B 30**, 29–43.
- NOWY, W. & R. LEIN (1984): Zur Geologie des Bosruck-Autobahntunnels (Pyhrnautobahn, Österreich).– Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **30/31**, 45–94, Wien.
- OBERHAUSER, R. (Red., 1980): Der geologische Aufbau Österreichs.– 700 S., Wien (Springer).
- OTT, R. & G. SCHICKOR (1990): Quantifizierung der Ausbreitung von leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) im Grundwasser mit Hilfe eines numerischen Modells, erläutert am Beispiel des Grazer Feldes.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **41**, 149–178, Graz.
- OTTO, R. (1978): Quellenaufnahmen im Gebiet des Toten Gebirges (Südbfälle des Tauplitzplateaus und des Röthelsteins, Einzugsgebiet der Salza N' Bad Mitterndorf).– Unveröff. Bericht f. Ref. f. wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, Quellenkataster, Graz.
- PANNATIER, Y. (1996): Variowin – Software for Spatial Data Analysis in 2D.– 91 S., New York/Berlin/Heidelberg (Springer).
- PARDÉ, M. (1947): Fleuves et rivières.– 3. Aufl., Paris.
- PENMAN, H.L. (1948): Natural evaporation from open water, bare soil and grass.– Proc. Roy. Soc. London.

- PENMAN, H.L. (1956): Evaporation: An introductory survey.– Neth. J. Agr. Sc. 4.
- PLASS, N. (1996): Der Quellkataster der Steiermark, zusammenfassende Darstellung.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 79/2, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- PRENCK, J. (1959): Überblick über den Stand der Lysimetermessungen in Deutschland.– Int. Assoc. Sci. Hydrol. Publ., 49, 166–169.
- PRENCK, J. & A. FLENDER (1965): Die Großlysimeteranlage St. Arnold bei Rheine.– Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, 9, 132–135.
- RAMSPACHER, P. (1993): Erste Erfahrungen mit tensiometergesteuerten Unterdrucklysimetern zur Erstellung von Sickerwasserbilanzen (Lysimeterstation Wagna).– Bericht der BAL über die 3. Gumpensteiner Lysimetertagung „Lysimeter und ihre Hilfe zur umweltschonenden Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen“, 67–72, Gumpenstein.
- REICHL, P. & H. ZOJER (1999): Hydrogeologischer Bericht über die Dauerbeobachtung 1998 Projekt „Semmering Basistunnel“.– Unveröff. Bericht, Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, 47 S., Graz.
- RENGER, M. & G. WESSOLEK (1990): Auswirkung der Grundwasserabsenkung und Nutzungsänderung auf die Grundwasserneubildung.– Mitt. Inst. f. Wasserwesen, Univ. d. Bundeswehr München, H. 386, 295–307.
- RICHARDS, L. A. (1931): Capillary Conduction of liquids through porous mediums.– Physics., 1, 318–333.
- RIESS, F. (1993): Untersuchungen zur Nitratauswaschung nach mineralischer und organischer Düngung von Acker- und Grünland mittels der Saugkerzen-Methode.– Diss., TU München-Weihenstephan, 211 S.
- ROTH, D., R. GÜNTHER & S. KNOBLAUCH (1994): Technische Anforderungen an Lysimeteranlagen als Voraussetzung für die Übertragbarkeit von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftliche Nutzflächen.– Bericht der BAL über die 4. Lysimetertagung „Übertragung von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen und Regionen“, 9–22, Gumpenstein.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.-P. BLUME, G. BRÜMMER, K.-H. HARTGE & U. SCHWERTMANN (1992): Lehrbuch der Bodenkunde.– 491 S., Stuttgart (Enke).
- SCHICKOR, G. (1983): Hydrogeologie und Hydrochemie von Graz-Nord.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 34/35, Graz.
- SCHICKOR, G. (1988): STEWEAG-Kraftwerk Deutschfeistritz. Unterwassereintiefung Auswirkungen und Maßnahmen.– Bericht, Geotechnisches Institut, Bern.
- SCHROEDER, M. (1989): Interzeptionsmessungen an der Großlysimeteranlage St. Arnold in den Jahren 1984 bis 1987 und die Extrapolation der Meßwerte mit Hilfe eines Rechenmodells.– Deut. Gewässerkundl. Mitt., 33, H. 2, 56–64.
- SCHRÖDTER, H. (1985): Verdunstung. Anwenderorientierte Messverfahren.– Hochschultext (Springer).
- SPONAGEL, H. (1980): Zur Bestimmung der realen Evapotranspiration landwirtschaftlicher Kulturpflanzen.– Geologisches Jahrbuch, Reihe F, H. 9.
- 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.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 73, 148 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- STAMPLER, J. & E. HANDEL (1989): Grundwassermodell KW Fischen/Farrach, Teil 1: Horizontales Grundwassermodell.– Unveröff. Bericht, TDV G.m.b.H., Graz.
- STEIDL, T. (1991): Typologie und Abflussverhalten österreichischer Fließgewässer – Hydrologisch-hydrographische Einteilung und regionale Gliederung.– Dipl.-Arb., Institut für Wasserwirtschaft, BOKU Wien.

- STENITZER, E. (1996): Simulation der Grundwasserneubildung an der Lysimeteranlage in Wagna (Steiermark). Zwischenbericht zum Projekt KB 2.4/95 Modellierung von Transportprozessen in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone, Teilbereich: Bodenwasserhaushalt.– Unveröff. Bericht, Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.
- STENITZER, E. (1988): SIMWASER – Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes.– Mitteilungen aus der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, **31**, Petzenkirchen.
- STENITZER, E. (1988a): Irrigation scheduling with gypsum blocks to save water and prevent leaching of nitrate.– Proc. of the 5<sup>th</sup> European Regional Conf. on Agr. Water Management, Vol. **4**, Dubrovnik (Yugoslavia).
- STRAUSS, R. (1969): Energiebilanz und Verdunstung eines Fichtenwaldes.– Münchner Universitätschriften, Nr. **22**.
- SUETTE G. & H. ZETINIGG (1988): Beiträge zur Kenntnis der gespannten Grundwässer im Mitternental und Paltental.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **69**, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- TAJCHMAN, S. (1967): Energie- und Wasserhaushalt verschiedener Pflanzenbestände bei München.– Wiss. Mitt. d. Met. Inst. Univ. München, Nr. **12**.
- TERZAGHI, K. (1925): Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage.– Wien (Deuticke).
- THOMPSON, N., I.A. BARRIE & M. AYLES (1981): The meteorological office rainfall and evaporation calculation system.– Morec. Hydrological Memorandum, No. **45**.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich (Außerzentralalpiner Teil).– Bd. **2**, 680 S., Wien (Deuticke).
- TRONKO, W., 1962: Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Mürztal. Ein Bericht über die Vorarbeiten zur Gründung des Mürzverbandes und der Beitrag der Hydrogeologie zur Erstellung dieser Planung.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, N.F. **1962 (14)**, Graz.
- UNTERSWEIG, Th. & A. SCHWENDT (1995): Die Quellen der Blockgletscher in den Niederen Tauern.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, **78**, 76 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- UNTERSWEIG, Th., H. BERGHOLD, N. PLASS, H. PROSKE, M. PÖSCHL & A. SCHWENDT (2000): Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Blockgletscher in den Niederen Tauern.– Unveröff Bericht, Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung der JOANNEUM RESEARCH, 127 S., Graz.
- VAN DER HEIJDE, P.K.M. (1993): Identification and Compilation of Unsaturated/Vadose Zone models.– Robert S. Kerr Environ. Res. Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environ. Protection agency.
- VAN GENUCHTEN, M. Th. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.– Soil Sci. Soc. Am. J. **44**, 892–898.
- WAKONIGG, H. (1970): Witterungsklimatologie der Steiermark.– Dissertationen der Universität Graz 3, Wien (Verlag Notring).
- WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark.– Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, H. **23**, 473 S., Graz.
- WALTON, W. C. (1991): Principles of Groundwater Engineering.– Lewis Publishers.
- WESSOLEK, G. (1989): Einsatz von Wasserhaushalts- und Photosynthesemodellen in der Ökosystemanalyse.– Schriftenreihe des FB Landschaftsentwicklung der TU Berlin, Nr. **61**, 170 S.
- WITTICH, K.P. (1994): Zur Abschätzung des Pflanzenbedeckungsgrades mit Hilfe von NOAA-Satellitendaten.– Beiträge zur Agrarmeteorologie, **5/94**, 21 S., Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- WMO TECHNICAL NOTE No. 83 (1966): Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration.– WMO, No. **201**.

- 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. (1982): Die artesischen Brunnen im steirischen Becken.– Mitt. Abt. Geol., Paläont. u. Bergbau, Landesmuseum Joanneum, **45**, 211 S., Graz.
- ZETINIGG H. (1988): Grundwasserschutz und -nutzung in der Steiermark.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Sonderband **1**, 29 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- ZETINIGG, H. (1999): Die Bedeutung artesischen Wassers für die Wasserversorgung in Österreich.– Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, **51**, **11/12**, 320–332, Wien.
- ZETINIGG, H., W. GRIEBLER, Th. UNTERSWEIG, V. WEIßENSTEINER & Ch. MEIDL (1982): Die Quellen des Schöcklgebietes.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **60**, 121 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- ZETINIGG, H., W. AICHELSIEDER, H. DUSCHEK, M. EDER-PAIER, G. FIGALA, H. FRISCHHERZ, P. GORTAN, E. HEMMERS, F. HOHENSINN, M. KANATSCHNIG, H. KRAINER, C. MILOTA, R. PHILIPPITSCH, C. SCHMID, P. SCHURL, F. ÜBERWIMMER, O. VOLLHOFER, T. WEIHS, A. ZODERER & H. ZOJER (2000): Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer.– ÖWAV-Regelblatt **211**, 60 S., Wien.
- ZETINIGG, H., E. FABIANI & H. STADLBAUER (1996): Der Quellkataster der Steiermark, die systematische Kartierung von Quellen.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, **79/1** 155 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Planung).
- ZOJER, H. (1981): Abflusspendenkarte der Koralpe.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **29**, 202 S., Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).
- ZOJER, H. & H. ZETINIGG (1987): Beiträge zur Kenntnis der artesischen Wässer im Steirischen Becken.– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **68**, 181 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, Wien/New York (Springer).
- ZOJER, H., J. FANK, T. HARUM, W. PAPESCH & D. RANK (1996): Erfahrungen mit dem Einsatz von Umwelttracern in der Abflußanalyse.– Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, **48**, H. **5/6**, 145–156, Wien/New York (Springer).
- ZÖTL, J. (1957): Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet.– Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk., **87**, 182–205, 2 Taf., 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.
- ZÖTL, J. (1974): „Die meteorologischen Verhältnisse der Steiermark“.– In: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973).– Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **29**, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung).

# Abschnitt C





<b>1</b>	<b>Erhebung des Status der Wasserversorgung</b>	<b>137</b>
1.1	Fragebogenaktion 1996	137
1.2	Auswertung der Gemeindefragebögen	141
1.2.1	Eigene Wasserversorgungsanlage (Kommunale Wasserversorgung)	141
1.2.2	Einzelwasserversorgungsanlagen	142
1.2.3	Wassergenossenschaften und Wassergemeinschaften	143
1.2.4	Fremdbezug	143
1.2.5	Fremdversorgung	144
1.2.6	Förderung von Quellwasser, Grundwasser bzw. artesischem Wasser	145
1.2.7	Anlagenstand der gemeindeeigenen Wasserversorgung	145
1.2.8	Wasserabgabe der Gemeinde, Netzeinspeisung	146
1.2.9	Wasserabgabe der Gemeinde, Abgabe an andere Versorgungsgebiete	146
1.2.10	Wasserabgabe von Gemeinden, Abgabe an Nachbargemeinden im eigenen Versorgungsgebiet	147
1.2.11	Versorgungssicherheit	148
1.2.12	Abgabestatistik, Anzahl der Anschlüsse, versorgte Einwohner	150
1.2.13	Abgabestatistik, Abrechnung, Preise	150
1.3	Auswertung der Verbandsfragebögen	152
1.3.1	Art der Wassergewinnung, Fördermengen	154
1.3.2	Anlagenstand der verbandseigenen Wasserversorgung	156
1.3.3	Wasserabgabe	161
1.3.4	Versorgungssicherheit	162
1.3.5	Abgabestatistik	164
1.3.6	Abrechnung, Preise	164
1.4	Berechnung verbrauchsspezifischer Kenndaten	167

## Figurenverzeichnis

Fig. 1-1:	Erhebungsinhalte des Gemeindefragebogens	138
Fig. 1-2:	Erhebungsinhalte des Verbandsfragebogens	139
Fig. 1-3:	Erläuterung der Begriffe Kommunale Versorgung, Fremdversorgung, Fremdbezug	141
Fig. 1-4:	Kommunale Versorgung in der Steiermark, Stand 1995	142
Fig. 1-5:	Versorgung durch Einzelwasserversorgungsanlagen in der Steiermark, Stand 1995	142
Fig. 1-6:	Versorgung durch Wassergenossenschaften und Wassergemeinschaften in der Steiermark, Stand 1995	143
Fig. 1-7:	Kommunale Versorgung in der Steiermark (Fremdbezug und eigene Versorgungsanlage), Stand 1995	144
Fig. 1-8:	Versorgung durch Fremdversorgung in der Steiermark, Stand 1995	144
Fig. 1-9:	Kennzahlen über kommunale Behälter in der Steiermark, Stand 1995	145
Fig. 1-10:	Kommunale Aufbereitungsanlagen in der Steiermark, Stand 1995	146
Fig. 1-11:	Kennzahlen über Netzeinspeisemengen der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995	146
Fig. 1-12:	Versorgungssicherheit, Engpässe in den Jahren 1991-1995	148
Fig. 1-13:	Versorgungssicherheit, getroffene Maßnahmen in den Jahren 1991-1995	148
Fig. 1-14:	Versorgungssicherheit, geplante Maßnahmen, Stand 1995	149
Fig. 1-15:	Versorgungssicherheit, Art der notwendigen Maßnahmen, Stand 1995	149
Fig. 1-16:	Kennzahlen der kommunalen Versorgung, Abgabestatistik 1995	150
Fig. 1-17:	Kennzahlen über m <sup>3</sup> -Preise der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995	150
Fig. 1-18:	Kennzahlen über Zählermieten der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995	150
Fig. 1-19:	Kennzahlen über Grundgebühren der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995	150
Fig. 1-20:	Kennzahlen über Mindestabnahmemengen der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995	151
Fig. 1-21:	Wasserverbände und Gesellschaften der Steiermark, Stand 2001	152
Fig. 1-22:	Art der Wassergewinnung der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	154
Fig. 1-23:	Wasserverbände und Gesellschaften mit der höchsten Quellwasseraufbringung in der Steiermark, Stand 1995	155
Fig. 1-24:	Wasserverbände und Gesellschaften mit der höchsten Grundwasseraufbringung in der Steiermark, Stand 1995	155
Fig. 1-25:	Wasserverbände und Gesellschaften mit Angaben zur Aufbringung von artesischem Wasser in der Steiermark, Stand 1995	155
Fig. 1-26:	Wasseraufbringung der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	156

Fig. 1-27:	Anzahl der Gewinnungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	157
Fig. 1-28:	Kennzahlen über die verbandseigenen Behälter der Steiermark, Stand 1995	157
Fig. 1-29:	Behälter der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	158
Fig. 1-30:	Aufbereitungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	159
Fig. 1-31:	Aufbereitungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	159
Fig. 1-32:	Kennzahlen über Leitungslängen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	160
Fig. 1-33:	Leitungslängen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	160
Fig. 1-34:	Kennzahlen über Anzahl der Anschlüsse bei Lieferung von Verbänden an Endabnehmer, Stand 1995	161
Fig. 1-35:	Jahresabgabemengen von Wasserverbänden und Gesellschaften an Gemeinden und Verbände, Stand 1995	161
Fig. 1-36:	Versorgungssicherheit, Gründe für Engpässe in den Jahren 1991-1995	162
Fig. 1-37:	Versorgungssicherheit, Art der getroffenen Maßnahmen, Stand 1995	162
Fig. 1-38:	Versorgungssicherheit, Art der geplanten Maßnahmen, Stand 1995	163
Fig. 1-39:	Versorgungssicherheit, notwendige Maßnahmen, Stand 1995	163
Fig. 1-40:	Kennzahlen über m <sup>3</sup> -Preise von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Gemeinden, Stand 1995	164
Fig. 1-41:	Kennzahlen über Zählermieten von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Gemeinden, Stand 1995	164
Fig. 1-42:	Kennzahlen über m <sup>3</sup> -Preise von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995	165
Fig. 1-43:	Preis pro m <sup>3</sup> Wasser bei Lieferung durch Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995	165
Fig. 1-44:	Kennzahlen über Zählermieten von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995	166
Fig. 1-45:	Kennzahlen über Grundgebühren von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995	166

#### Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Kommunale Versorgung	169
Abb. 2:	Anzahl der kommunal genutzten Quellen	170
Abb. 3:	Anzahl der kommunal genutzten Brunnen	171
Abb. 4:	Anzahl der kommunal genutzten artesischen Brunnen	172
Abb. 5:	Versorgungsgebiete der Wasserverbände und Gesellschaften	173
Abb. 6:	Spezifischer Wasserbedarf in [l/EW*d]	174



## Erhebung des Status der Wasserversorgung

Einen wesentlichen Teil des Wasserversorgungsplanes Steiermark stellt die Erhebung und Beschreibung des Status der aktuellen Wasserversorgung mit Stand 1.1.1996 dar. Dadurch wird die Möglichkeit eröffnet Defizite in der Versorgung zu erkennen und zu beschreiben und in weiterer Folge Strategien und Lösungsvorschläge aufzubauen.

Die Erhebung erfolgte im Zuge einer Fragebogenaktion mit den Erhebungsgegenständen Gewinnung und Verbrauch aller durch eine öffentliche Wasserversorgungsanlage versorgten Abnehmer, gleichgültig, ob sie zu privaten Haushalten, Kleingewerbe, Großindustrie oder Landwirtschaft gehören.

Eigenversorgte private Haushalte, Industrie und landwirtschaftliche Betriebe wurden definitionsgemäß nicht erfasst und blieben sowohl bei der Erhebung, als auch bei der Auswertung unberücksichtigt.

Auf der anderen Seite wurden Gewerbe- und Industriebetriebe, soweit sie durch eine öffentliche Wasserversorgungsanlage versorgt werden, durch die Erhebung erfasst und in der Auswertung berücksichtigt. Eine Ausscheidung der industriellen Versorgung erfolgte nicht, weil die Abtrennung einen für die Versorgungsunternehmen nicht zumutbaren Aufwand bedeutet hätte. Da aber der Anteil eigenversorgter Industriebetriebe bei weitem überwiegt und nur eine geringe Anzahl von Betrieben aus der öffentlichen Wasserversorgung Wasser bezieht, konnte ohne wesentliche Verringerung der Aussagequalität auf eine Abtrennung des industriellen Verbrauches verzichtet werden.

Im Herbst 1996 wurde der Fragebogen vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA 3a Wasserwirtschaft (ab 1. 1. 2002 Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung und Hydrographie) an die steirischen Gemeinden und Wasserverbände versandt. Anfang 1997 wurde begonnen, die rückgesendeten Fragebogen auszuwerten. Auf der Basis von Fehlerprotokollen erfolgten zusätzliche Nacherhebungen zur Aufklärung von Widersprüchlichkeiten bzw. zur Ergänzung von Daten durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

Nach Ende der Nacherhebungen wurden von 543 versandten Gemeindefragebögen 538 zurückerhalten, was einer Rücklaufquote von 99,1 % bezogen auf die Gemeinden bzw. 99,3 % bezogen auf die Gesamteinwohnerzahl entspricht. Schlussendlich wurde aber von allen steirischen Gemeinden der Fragebogen retourniert, wodurch sich wie bei den Verbandsfragebögen ein 100 %iger Rücklauf ergab.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die hohe Rücklaufquote nicht auch auf eine entsprechend hohe Beantwortungsquote der gestellten Fragen schließen lässt. Der Anteil tatsächlich beantworteter Fragen liegt teilweise deutlich darunter und musste bei der Auswertung dementsprechend berücksichtigt werden.

### 1.1

#### Fragebogenaktion 1996

Im Zuge der Fragebogenaktion wurden Fragen zu nachstehenden Themen gestellt:

Kapitel des Verbandsfragebogens	Angaben
<i>Allgemeine Angaben</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Einwohnerzahl (Hauptwohnsitze)</li> <li>● Zweitwohnsitze</li> <li>● verantwortlicher Ansprechpartner</li> </ul>
<i>Wasserversorgung der Gemeinde</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Art der Trinkwasserversorgung der Gemeinde (z.B. eigene Wasserversorgungsanlage, Einzelwasserversorgungsanlagen, Wassergenossenschaften, Wassergemeinschaften mit eigener Gewinnung, Fremdbezug, Fremdversorgung)</li> </ul>
<i>Wasseraufbringung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gesamtfördermenge der Jahre 1991-1995, aufgeschlüsselt nach Quellwasser, Grundwasser, artesischem Wasser</li> <li>● Liefermengen bei Fremdbezug der Jahre 1991-1995, aufgeschlüsselt nach einzelnen Lieferanten, Art der Erfassung, Abrechnung der gelieferten Mengen</li> </ul>
<i>Anlagenstand der eigenen Wasserversorgung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anzahl und Lage von Objekten und Bauwerken der Wasserversorgungsanlage (z.B. Brunnen, Quellfassungen, Behälter, Aufbereitungsanlagen)</li> <li>● Bewilligungsbescheid mit Datum</li> <li>● Jahr der Inbetriebnahme</li> <li>● grundlegende technische Daten des Bauwerkes</li> </ul>
<i>Wasserabgabe der Gemeinde</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Einspeisemenge in das gemeindeeigene Netz in den Jahren 1991-1995</li> <li>● Abgabe an andere Versorgungsgebiete in den Jahren 1991-1995 (z.B. Gemeinden, Verbände)</li> <li>● Wasserabgabe innerhalb des eigenen Versorgungsgebietes an Nachbargemeinden in den Jahren 1991-1995</li> </ul>
<i>Versorgungssicherheit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gründe, Zeitpunkt und Häufigkeit von Engpässen bei der Wassergewinnung</li> <li>● Maßnahmen zur Behebung der Engpässe</li> <li>● in Planung befindliche Maßnahmen</li> <li>● subjektive Notwendigkeit für zusätzliche Maßnahmen</li> </ul>
<i>Abgabestatistik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anzahl der Anschlüsse im gesamten Versorgungsgebiet</li> <li>● Anzahl der Anschlüsse im gemeindeeigenen Versorgungsgebiet</li> <li>● Anzahl der Anschlüsse in Nachbargemeinden</li> <li>● Anzahl der versorgten Einwohner im eigenen Gemeindegebiet</li> <li>● Art und Häufigkeit der Abrechnung</li> <li>● Abgabepreise</li> </ul>
<i>Wasserbeschaffenheit in den Gewinnungsanlagen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Häufigkeit von Routineuntersuchungen</li> <li>● Schwankung der Trinkwasserqualität</li> </ul>
<i>Wasserbedarf</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tagesbedarf</li> <li>● Fremdbezug für die Jahre 1991-1995</li> <li>● maximaler, minimaler und mittlerer Tagesbedarf</li> </ul>

Fig. 1-1: Erhebungsinhalte des Gemeindefragebogens

Kapitel des Verbandsfragebogens	Angaben
<i>Allgemeine Angaben zum Versorgungsunternehmen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Name</li> <li>● Rechtsform</li> <li>● Adresse</li> <li>● Gründungsjahr</li> <li>● verantwortlicher Ansprechpartner</li> <li>● Mitglieder und Gesellschafter des Verbandes</li> </ul>
<i>Deckung des Wasserbedarfes</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Deckung des Wasserbedarfes (z.B. eigene Wassergewinnung, Fremdbezug)</li> <li>● bei Fremdbezug Lieferanten, Beginn der Lieferung, Art der Abrechnung, Liefermengen für die Jahre 1991-1995</li> </ul>
<i>Wasseraufbringung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gesamteigenförderung in den Jahren 1991-1995</li> </ul>
<i>Anlagenstand der eigenen Wasserversorgung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anzahl und Lage von Objekten und Bauwerken der Wasserversorgungsanlage (z.B. Brunnen, Quelfassungen, Behälter, Aufbereitungsanlagen)</li> <li>● Bewilligungsbescheid mit Datum</li> <li>● Jahr der Inbetriebnahme</li> <li>● grundlegende technische Daten des Bauwerkes</li> </ul>
<i>Wasserabgabe</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abnehmer, getrennt nach Gemeinde und Endabnehmer</li> <li>● Art der Abrechnung</li> <li>● Lieferbeginn</li> <li>● Liefermengen für die Jahre 1991-1995</li> </ul>
<i>Versorgungssicherheit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gründe, Zeitpunkt und Häufigkeit von Engpässen bei der Wassergewinnung</li> <li>● Maßnahmen zur Behebung der Engpässe</li> <li>● in Planung befindliche Maßnahmen</li> <li>● subjektive Notwendigkeit für zusätzliche Maßnahmen</li> </ul>
<i>Abgabestatistik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anzahl der privaten Hausanschlüsse im gesamten Verbandsgebiet</li> <li>● Anzahl der direkt versorgten Einwohner im Verbandsgebiet</li> <li>● Anzahl der zentralen Übergabestellen</li> <li>● Art und Häufigkeit der Abrechnung</li> <li>● Preise und Gebühren, getrennt nach Gemeinden und Endabnehmer</li> </ul>
<i>Wasserbeschaffenheit in den Gewinnungsanlagen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Häufigkeit von Routineuntersuchungen</li> <li>● Schwankung der Trinkwasserqualität</li> </ul>
<i>Wasserbedarf</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tagesbedarf</li> <li>● Fremdbezug für die Jahre 1991-1995</li> <li>● maximaler, minimaler und mittlerer Tagesbedarf</li> </ul>

Fig. 1-2: Erhebungsinhalte des Verbandsfragebogens

Die im Zuge der Fragebogenaktion verwendeten Begriffe werden nachstehend erklärt.

*Eigene Wasserversorgungsanlage:* Die Gemeinde betreibt eine eigene Gewinnungsanlage in Form eines Brunnens oder einer Quelfassung, transportiert und verteilt das Wasser in gemeindeeigenen Leitungen und rechnet mit den Endabnehmern direkt ab.

*Einzelwasserversorgungsanlagen:* Sind sämtliche Anlagen, die nicht als Genossenschaften oder Gemeinschaften deklariert sind und ein oder mehrere Häuser versorgen.

*Wassergenossenschaften und -gemeinschaften mit eigener Gewinnung:* Die Genossenschaft oder Gemeinschaft betreibt eine eigene Gewinnungsanlage in Form eines Brunnens oder einer Quelfassung, transportiert und verteilt das Wasser in eigenen Leitungen und rechnet mit den Endabnehmern direkt ab.

*Fremdbezug:* Die Gemeinde oder der Wasserverband (= Bezieher) bezieht zur Gänze oder teilweise Wasser von Dritten (= Lieferant), z.B. Wasserverbänden, Gesellschaften, Gemeinden oder Sonstige. Die Verteilung und Abrechnung mit den Endabnehmern erfolgt aber im Wirkungsbereich des Beziehers. Eine Sonderform sind die Wassergenossenschaften und -gemeinschaften ohne eigene Wassergewinnung nur mit Verteilungsfunktion. Diese treten fast ausschließlich in Graz auf und werden ebenfalls unter dieser Versorgungsart subsumiert.

*Fremdversorgung:* Die Gemeinde bzw. Ortsteile (= Fremdversorgter) werden teilweise oder gänzlich von Dritten (= Fremdversorger), z.B. Wasserverbänden, Gesellschaften, Gemeinden oder Sonstigen versorgt, wobei die Fremdversorger auch die Verteilung und den Transport übernehmen und direkt mit den Endabnehmern abrechnen. Das Gemeindegebiet liegt somit im Versorgungsgebiet Dritter.

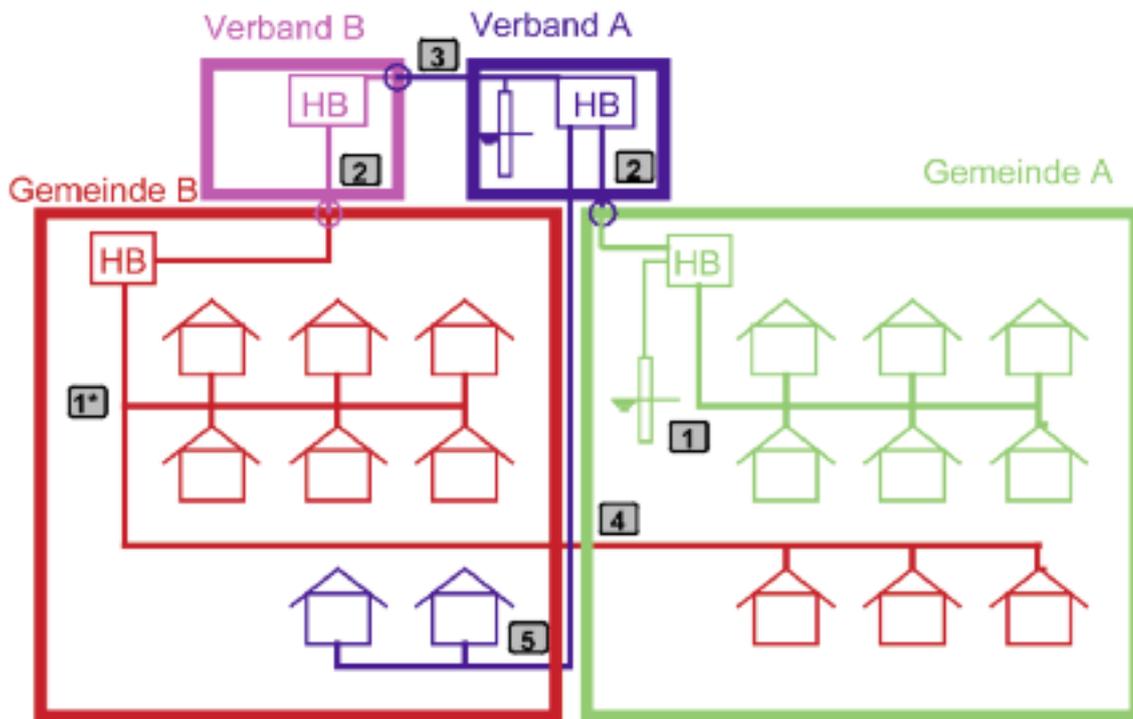
*Kommunale Wasserversorgungsanlage:* Wasserversorgungsanlage im Eigentum der Gemeinde

*Öffentliche Wasserversorgungsanlage:* Gesamtheit aller Wasserversorgungsanlagen, die nicht zur Einzelwasserversorgung dienen (eigene Wasserversorgungsanlagen, Wasserverbände, Wassergenossenschaften und -gemeinschaften, Fremdbezug, Fremdversorgung).

*Versorgungsgebiet:* Abgeschlossener Bereich, der durch eine öffentliche Wasserversorgungsanlage versorgt wird.

*Versorgungsart:* Art der Wasserversorgung (eigene Wasserversorgungsanlage, Einzelwasserversorgungsanlage, Wassergenossenschaft, Wassergemeinschaft, Fremdbezug, Fremdversorgung)

*Versorgungsgrad:* Anteil an Personen, die durch eine bestimmte Versorgungsart versorgt werden, geteilt durch die Gesamtanzahl der Personen im Versorgungsgebiet.



- 1 Kommunale Versorgung einer Gemeinde mit eigener Gewinnung
- 1\* Kommunale Versorgung einer Gemeinde ohne eigene Gewinnung
- 2 Fremdbezug einer Gemeinde von einem Verband
- 3 Fremdbezug eines Verbandes von einem Verband
- 4 Fremdversorgung einer Gemeinde durch eine andere Gemeinde
- 5 Fremdversorgung einer Gemeinde durch einen Verband

Fig. 1-3: Erläuterung der Begriffe Kommunale Versorgung, Fremdversorgung, Fremdbezug

## 1.2

### Auswertung der Gemeindefragebögen

#### 1.2.1

#### Eigene Wasserversorgungsanlage (Kommunale Wasserversorgung)

In der Steiermark verfügen 290 Gemeinden (ca. 54 %) über gemeindeeigene Anlagen zur Gewinnung und Verteilung des Wassers (Betrieb einer Gewinnungsanlage, Transport, Verteilung und Abrechnung durch die Gemeinde). Hierbei ist zu beachten, dass jene Gemeinden, die über ein eigenes Verteilungsnetz, aber über keine eigene Wassergewinnung (Brunnen, Quellen) verfügen, in diesen Zahlen nicht berücksichtigt sind. Diese Gemeinden decken ihren Bedarf durch Fremdbezug und werden dort berücksichtigt.

Die räumliche Verteilung der Gemeinden mit eigenen Wasserversorgungsanlagen (kommunale Versorgung) sowie die Versorgungsdichte sind in der Abb. 1, Seite 169: Kommunale Versorgung dargestellt.

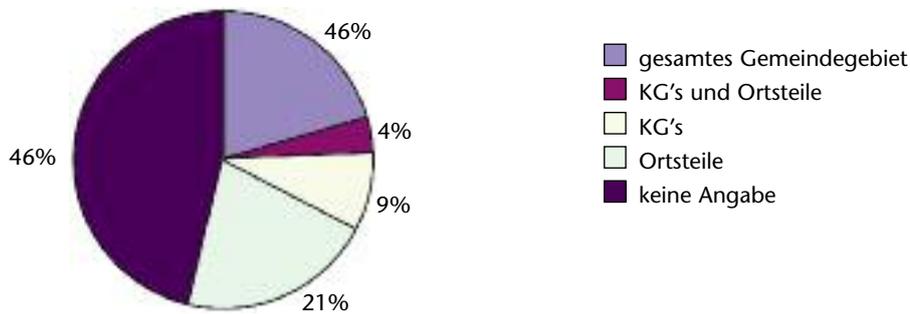
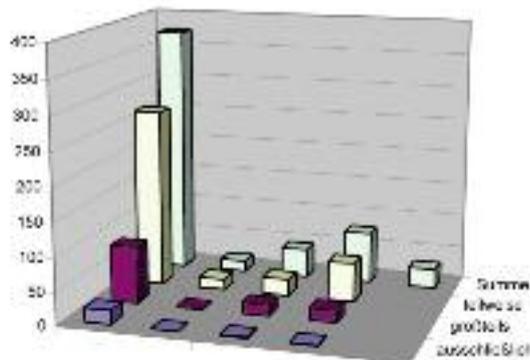


Fig. 1-4:  
Kommunale Versorgung in der  
Steiermark, Stand 1995

In insgesamt 509 Gemeinden (95 %) der Steiermark werden zumindest teilweise Einzelwasserversorgungsanlagen zur Wasserversorgung herangezogen. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um sehr entlegene und deshalb für eine öffentliche Versorgung nur schwer erreichbare Liegenschaften. Lediglich 21 Gemeinden (4 %) verfügen im gesamten Gemeindegebiet über keine öffentliche Versorgung, sondern versorgen sich ausschließlich durch Einzelwasserversorgungsanlagen.

Fig. 1-5:  
Versorgung durch Einzelwasser-  
versorgungsanlagen in  
der Steiermark, Stand 1995



	gesamtes Gemeindegebiet	Ortsteile und KG's	KG's	Ortsteile	keine Angabe
■ ausschließlich	21	0	2	1	
■ größtenteils	85	0	16	18	
□ teilweise	267	16	25	58	
□ Summe	373	16	43	77	29

## 1.2.2

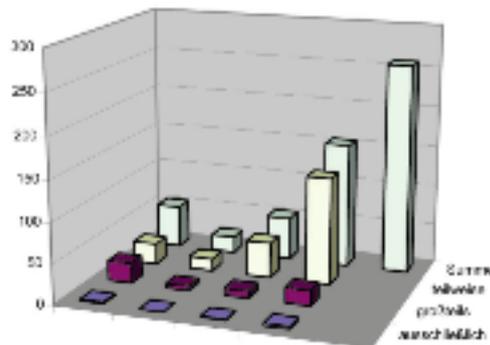
### Einzelwasserversorgungsanlagen

## 1.2.3

**Wassergenossenschaften und Wassergemeinschaften**

In 280 Gemeinden der Steiermark erfolgt eine zumindest teilweise Versorgung mittels Wassergenossenschaften bzw. Wassergemeinschaften. Eine Besonderheit stellen die Wassergenossenschaften im Stadtgebiet von Graz dar (rund 60, ca. 7 % aller Wassergenossenschaften und -gemeinschaften), die vorrangig der Wasserverteilung dienen und somit über keine eigene Wassergewinnung verfügen.

Fig. 1-6:  
Versorgung durch Wassergenossenschaften und Wassergemeinschaften in der Steiermark, Stand 1995



	gesamtes Gemeindegebiet	Ortsteile und KG's	KG's	Ortsteile	keine Angabe
■ ausschließlich	2	0	1	3	
■ großteils	25	5	8	19	
□ teilweise	26	15	44	132	
□ Summe	53	20	53	154	258

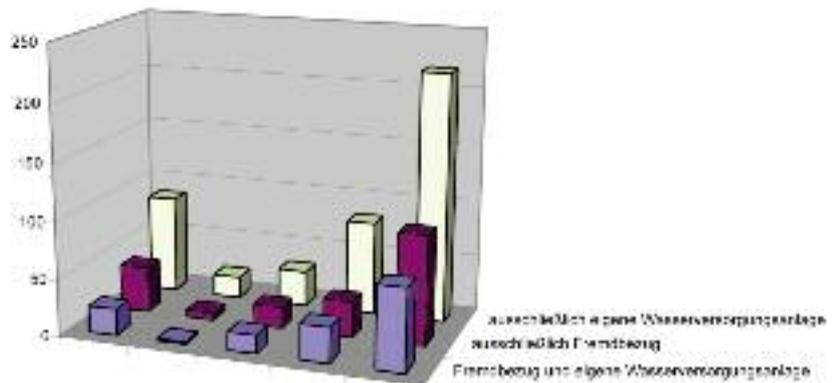
## 1.2.4

**Fremdbezug**

Insgesamt konnten 197 Lieferverhältnisse im Sinne eines Fremdbezuges ausgewiesen werden, wobei folgende Bezugsverhältnisse zu differenzieren sind:

- 125 Lieferverhältnisse mit Wasserverbänden als Lieferanten
- 65 Lieferverhältnisse mit Gemeinden als Lieferanten
- 7 Lieferverhältnisse mit sonstige Lieferanten  
(z.B. Wassergenossenschaften, Magistrat Wien, STEWEAG)
- 13 Bezugsverhältnisse mit Wasserverbänden als Bezieher  
(8 verschiedene Verbände)
- 184 Bezugsverhältnisse mit Gemeinden als Bezieher  
(168 verschiedene Gemeinden)

Fig. 1-7:  
Kommunale Versorgung in  
der Steiermark (Fremdbezug  
und eigene Versorgungsanlage),  
Stand 1995



	gesamtes Gemeindegebiet	Ortsteile und KG's	KG's	Ortsteile	Summe
Fremdbezug und eigene Wasserversorgungsanlage	23	2	16	31	72
ausschließlich Fremdbezug	40	6	19	31	96
ausschließlich eigene Wasserversorgungsanlage	86	19	31	82	218

### 1.2.5

#### Fremdversorgung

Insgesamt konnten 308 Lieferverhältnisse im Sinne einer Fremdversorgung ausgewiesen werden, wobei folgende Bezugsverhältnisse zu differenzieren sind:

- 83 Bezugsverhältnisse mit Wasserverbänden als Fremdversorger
- 158 Bezugsverhältnisse mit Gemeinden als Fremdversorger
- 67 Bezugsverhältnisse mit Sonstigen als Fremdversorger (z.B. Wassergenossenschaften, Bundesforste, etc.)

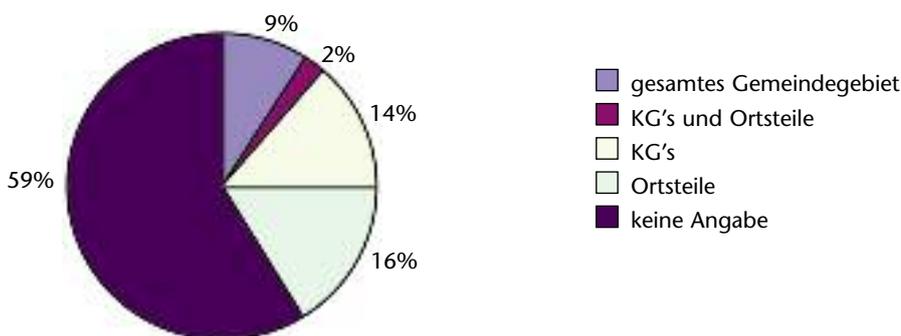


Fig. 1-8:  
Versorgung durch Fremdversorgung in  
der Steiermark, Stand 1995

Die steiermarkweiten Fördermengen von Quell-, Grund- und artesischem Wasser sind aufgrund der geringen Angabehäufigkeit und des grundsätzlichen Problems der Mengenaufzeichnung bei der Fassung von Quellwasser als Richtwerte anzusehen und spiegeln keinesfalls die tatsächlichen Förderungen wider.

- Quellwasser (1995; 38,3 % Angabehäufigkeit): 16,5 Mio m<sup>3</sup>
- Grundwasser (1995; 61,3 % Angabehäufigkeit): 26,0 Mio m<sup>3</sup>
- artesisches Wasser (1995; 65,8 % Angabehäufigkeit): 3,3 Mio m<sup>3</sup>

### Quellen

Es ergibt sich eine Gesamtzahl von **1241 Quellfassungen in 222 Gemeinden** in der Steiermark (siehe Abb. 2, Seite 170: Quellwasserversorgung).

### Brunnen (Grundwasser)

Aufgrund der Angaben ergibt sich eine Gesamtzahl von **160 Grundwasserbrunnen in 80 Gemeinden** der Steiermark (siehe Abb. 3, Seite 171: Versorgung mit Grundwasser, kommunale Brunnen).

### Brunnen (artesisches Wasser)

Insgesamt werden **86 artesische Brunnen** zur kommunalen Versorgung in **38 Gemeinden** herangezogen (siehe Abb. 4, Seite 172: Versorgung mit artesischem Wasser, kommunale artesische Brunnen).

### Behälter

Insgesamt gibt es in **303 Gemeinden 696 kommunale Behälter** zur Wasserspeicherung.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [m <sup>3</sup> ]	Maximum [m <sup>3</sup> ]	Mittelwert [m <sup>3</sup> ]	Median [m <sup>3</sup> ]	Summe [m <sup>3</sup> ]
Behältervolumen	661	2	6000	235	100	155.478

Fig. 1-9: Kennzahlen über kommunale Behälter in der Steiermark, Stand 1995

### 1.2.6

#### Förderung von Quellwasser, Grundwasser und artesischem Wasser

### 1.2.7

#### Anlagenstand der gemeindeeigenen Wasserversorgung

## Wasseraufbereitung

Insgesamt werden in **84 Gemeinden 114 kommunale Aufbereitungsanlagen** betrieben. Eine Aufbereitungsanlage kann mehrere Verfahren der Aufbereitung umfassen.

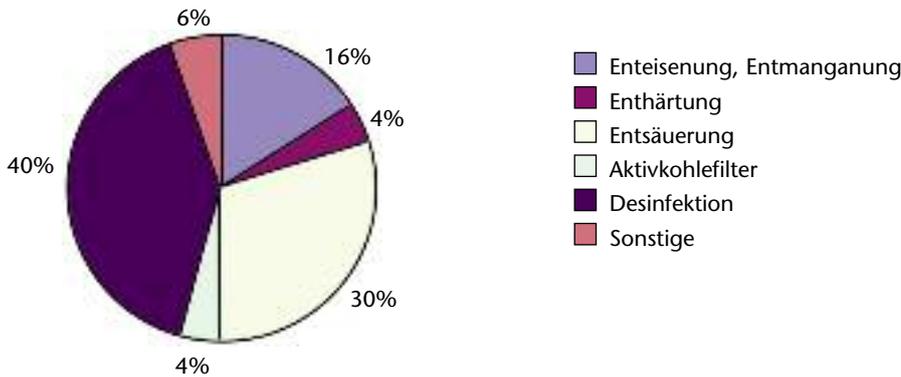


Fig. 1-10:  
Kommunale Aufbereitungsanlagen  
in der Steiermark, Stand 1995

Die Breite der Angaben zum Punkt Netzeinspeisung reicht von der Übernahme der Fördermengen über tatsächlich ermittelte Einspeisemengen bis zur Summe der mit den Endabnehmern verrechneten Liefermengen. Daher sind diese Angaben in Einzelfällen mit einer entsprechenden Unschärfe behaftet. Bei Umlegung auf Einzugsgebiete bzw. auf die Steiermark ist jedoch von einer großen Vertrauenswürdigkeit der Daten auszugehen.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [m <sup>3</sup> ]	Maximum [m <sup>3</sup> ]	Mittelwert [m <sup>3</sup> ]	Median [m <sup>3</sup> ]	Summe [m <sup>3</sup> ]
Einspeisemenge 1995	323	12	17.140.803	161.222	35.015	52.074.741

Fig. 1-11: Kennzahlen über Netzeinspeisemengen der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995

### 1.2.8

#### Wasserabgabe von Gemeinden, Netzeinspeisung

### 1.2.9

#### Wasserabgabe von Gemeinden, Abgabe an andere Versorgungsgebiete

Von den Gemeinden wurden sowohl Lieferungs- als auch Bezugsverhältnisse angegeben. Je nach Art der Beteiligten können unterschiedliche Szenarien eintreten:

#### Fremdbezug einer Gemeinde von einer anderen Gemeinde

- 50 Lieferverhältnisse zwischen Gemeinden;  
dabei erfolgte 49 mal eine Angabe der Abgabemenge für das Jahr 1995, insgesamt 727.749 m<sup>3</sup>
- 56 Bezugsverhältnisse zwischen Gemeinden;  
dabei erfolgte 50 mal eine Angabe der Bezugsmenge für das Jahr 1995, insgesamt 1.080.977 m<sup>3</sup>
- 39 Übereinstimmungen zwischen Liefer- und Bezugsverhältnis

**Fremdbezug einer Gemeinde von einem Verband**

- 117 Lieferverhältnisse von Verbänden an Gemeinden;  
dabei erfolgte 117 mal eine Angabe der Abgabemenge für das Jahr 1995, insgesamt 10.468.524 m<sup>3</sup>
- 122 Bezugsverhältnis zwischen Gemeinden und Verbänden  
dabei erfolgte 116 mal eine Angabe der Bezugsmenge für das Jahr 1995, insgesamt 10.833.346 m<sup>3</sup>
- 107 Übereinstimmungen zwischen Liefer- und Bezugsverhältnis

**Fremdbezug von Sonstigen****(Wassergenossenschaften, privaten Unternehmen, etc.)**

- 6 Bezugsverhältnisse zwischen Gemeinden und sonstigen Lieferanten;  
dabei erfolgte 5 mal eine Angabe der Bezugsmenge für das Jahr 1995, insgesamt 131.818 m<sup>3</sup>

**1.2.10****Wasserabgabe von Gemeinden,  
Abgabe an Nachbargemeinden im  
eigenen Versorgungsgebiet****Fremdversorgung einer Gemeinde durch eine andere Gemeinde**

- 158 Bezugsverhältnisse mit einer Gemeinde als Fremdversorger  
dabei erfolgte in 119 Fällen eine Angabe der Bezugsmenge im Jahre 1995, insgesamt 694.222 m<sup>3</sup>
- 243 Lieferverhältnisse mit einer Gemeinde als Fremdversorgtem;  
dabei erfolgte in 217 Fällen eine Angabe der Abgabemenge im Jahre 1995, insgesamt 993.185 m<sup>3</sup>
- 142 Übereinstimmungen zwischen Liefer- und Bezugsverhältnis

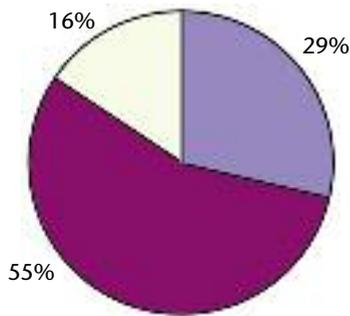
**Fremdversorgung einer Gemeinde durch einen Verband**

- 83 Bezugsverhältnisse mit einem Verband als Fremdversorger  
dabei erfolgte in 66 Fällen eine Angabe der Bezugsmenge im Jahre 1995, insgesamt 3.443.138 m<sup>3</sup>
- 78 Lieferverhältnisse zwischen einem Verband und einer Gemeinde als Fremdversorgtem;  
dabei erfolgte in 78 Fällen eine Angabe der Abgabemenge im Jahre 1995, insgesamt 5.103.337 m<sup>3</sup>
- 67 Übereinstimmungen zwischen Liefer- und Bezugsverhältnis

**Fremdversorgung einer Gemeinde durch Sonstige (z.B. Bundesforste, etc.)**

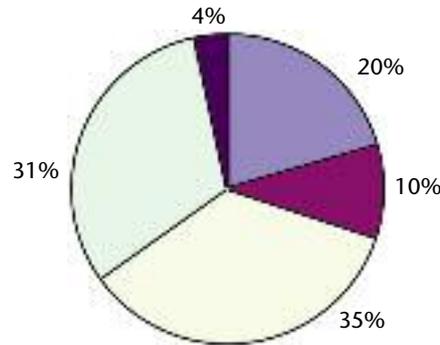
- 67 Bezugsverhältnisse mit Sonstigen als Fremdversorger  
dabei erfolgte in 22 Fällen eine Angabe der Bezugsmenge im Jahre 1995, insgesamt 2.000.590 m<sup>3</sup>

## Engpässe bei der Wasserförderung, Versorgungsschwierigkeiten

Engpässe in den Jahren  
1991-1995

- Ja
- Nein
- keine Angaben

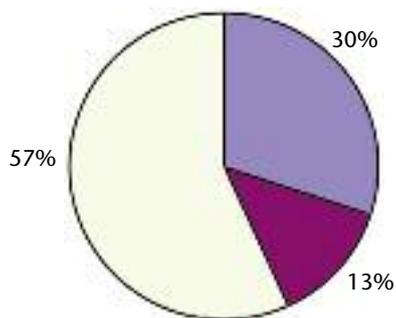
Grund für den Engpaß



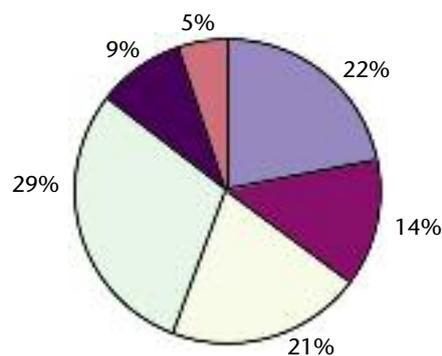
- Anstieg der Zahl der Endabnehmer
- Anschluss neuer Versorgungsgebiete
- Technisches Gebrechen (z. B. Pumpenausfall, Rohrbruch)
- Rückgang der Ergiebigkeit von Brunnen oder Quellen
- Nicht ausreichende Wasserqualität

Fig. 1-12:  
Versorgungssicherheit, Engpässe  
in den Jahren 1991-1995

## Versorgungssicherheit, getroffene Maßnahmen

Getroffene Maßnahmen  
Stand 1995

- Ja
- Nein
- keine Angaben

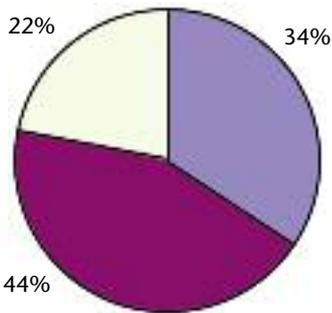
Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995

- Errichtung zusätzlicher Wassergewinnungsanlagen (z. B. neuer Brunnen)
- Erweiterung/Verbesserung der Wasserförderung (z. B. neue Pumpe)
- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung (z. B. neuer Hochbehälter)
- Netzsanierung
- Zukauf von Wasser
- Sonstige Maßnahmen

Fig. 1-13:  
Versorgungssicherheit, getroffene Maß-  
nahmen in den Jahren 1991-1995

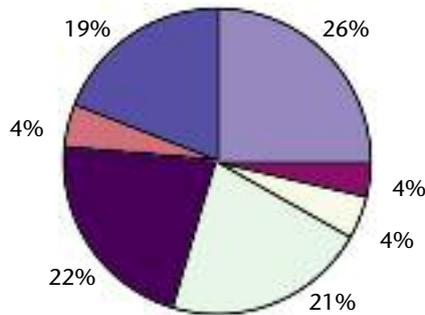
**Versorgungssicherheit, Maßnahmen in Planung**

Maßnahmen in Planung  
Stand 1995



- Ja
- Nein
- keine Angaben

Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995



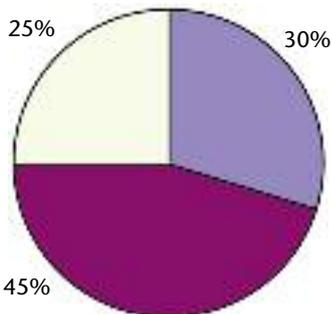
- Errichtung/Erweiterung der Wassergewinnung, Errichtung neuer Brunnen, Quellfassungen
- Konsenserhöhung bestehender Anlagen
- Erweiterung der Wasserförderung
- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung (z. B. neuer Hochbehälter)

Fig. 1-14:  
Versorgungssicherheit, geplante  
Maßnahmen, Stand 1995

- Errichtung/Erweiterung der Wasserverteilung
- Errichtung/Erweiterung der Wasseraufbereitung
- Sanierung der Anlagen

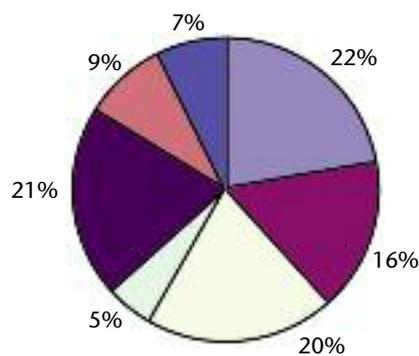
**Versorgungssicherheit, zusätzliche Maßnahmen notwendig**

Maßnahmen notwendig  
Stand 1995



- Ja
- Nein
- keine Angaben

Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995



- Errichtung/Erweiterung der Wassergewinnung, (z. B. Brunnen, Quellfassung)
- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung (z. B. neuer Hohbehälter)
- Errichtung/Erweiterung der Wasserverteilung
- Errichtung/Erweiterung der Wasseraufbereitung
- Sanierung von Anlagenteilen

Fig. 1-15:  
Versorgungssicherheit, notwendige  
Maßnahmen, Stand 1995

- Ausweisung von Schutz- oder Schongebiet
- Sonstige Maßnahmen

## 1.2.12

**Abgabestatistik, Anzahl der Anschlüsse, versorgte Einwohner**

	Häufigkeit der Angabe	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Summe
Anschlüsse im Gemeindegebiet	380	2	25.656	394	196	149.627
Anschlüsse in Nachbargemeinden	143	1	506	40	10	5.697
Anschlüsse im Versorgungsgebiet	380	4	25.656	409	206	155.324
Versorgte Einwohner im Gemeindegebiet	339	7	230.000	2207	800	748.149

Fig. 1-16: Kennzahlen der kommunalen Versorgung, Abgabestatistik 1995

## 1.2.13

**Abrechnung, Preise****Preis pro m<sup>3</sup> Wasser**

In 365 Gemeindefragebögen wurde der Preis pro Kubikmeter Wasser exklusive Mehrwertsteuer angegeben.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€]	Maximum [€]	Mittelwert [€]	Median [€]
Preis/m <sup>3</sup>	365	0,15	1,49	0,73	0,72

Fig. 1-17: Kennzahlen über m<sup>3</sup>-Preise der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995**Zählermiete**

In 312 Gemeindefragebögen wurden Angaben zu Zählermieten gemacht.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€/Monat]	Maximum [€/Monat]	Mittelwert [€/Monat]	Median [€/Monat]
Zählermiete	312	0,22	8,72	1,10	0,85

Fig. 1-18: Kennzahlen über Zählermieten der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995

**Grundgebühr**

In 67 Gemeindefragebögen erfolgten Angaben zu Grundgebühren.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€/Monat]	Maximum [€/Monat]	Mittelwert [€/Monat]	Median [€/Monat]
Grundgebühr	67	0,22	7,27	3,05	3,03

Fig. 1-19: Kennzahlen über Grundgebühren der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995

**Mindestabnahmemenge**

In 100 Gemeindefragebögen wurden Angaben zu Mindestabnahmemengen gemacht.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [m <sup>3</sup> /Jahr]	Maximum [m <sup>3</sup> /Jahr]	Mittelwert [m <sup>3</sup> /Jahr]	Median [m <sup>3</sup> /Jahr]
Mindestabnahmemenge	100	12	150	52	50

Fig. 1-20: Kennzahlen über Mindestabnahmemengen der Gemeinden in der Steiermark, Stand 1995

Die mittleren Preise, umgelegt auf die Art des gefördert Wasser (Quellwasser, Grundwasser, artesisches Wasser), ergibt folgendes Bild:

Gruppe Grundwasser	€ 0,70 pro m <sup>3</sup> , exkl. Mwst. (77 Gemeinden mit Angaben) Gemeinden mit Grundwasser oder Grund- und Quellwasser, oder Grundwasser und artesischem Wasser, oder Grund-, Quellwasser und artesischem Wasser
Gruppe Quellwasser	€ 0,61 pro m <sup>3</sup> , exkl. Mwst. (191 Gemeinden mit Angaben) Gemeinden mit Quellwasser oder Quell- und Grundwasser, oder Quellwasser und artesischem Wasser, oder Quell-, Grundwasser und artesischem Wasser
Gruppe artesisches Wasser	€ 0,89 pro m <sup>3</sup> , exkl. Mwst. (35 Gemeinden mit Angaben) Gemeinden mit artesischem Wasser oder artesischem Wasser und Grundwasser, oder artesischem Wasser und Quellwasser, oder artesischem Wasser, Grund- und Quellwasser

## 1.3

Auswertung der  
VerbandsfragebögenBefragung von 24 Wasserverbänden  
und 2 Gesellschaften

Lfd. Nr.	Name	Adresse Telefon Telefax	Kontaktperson
1	WRV Weststeiermark	mit Bescheid der RA3 vom 23.3.1998 aufgelöst	
2	WV Aichfeld- Murboden	8720 Knittelfeld, Anton-Regner-Str. 31a Tel. 03512/82641-124 Fax. 03512/82641-125	Ing. Gerald Schmid
3	WV Leibnitzer- feld Süd	8472 Strass, Murweg 10 Tel. 03453/3399 Fax. 03453/4462	Ing. Edmund Kohl
4	WV Eibiswald- Wies	8552 Eibiswald 390 Tel. 03466/42920 Fax. 03466/42920-9	Ing. Anton Schmidbauer
5	WV Feistritztal	8222 St. Johann/Herberstein 110 Tel. 03113/2308 Fax. 03113/3122	Gerhard Kopitsch
6	WV Floing-Puch	Gemeindeamt Floing, 8183 Floing Tel. 03177/2234	Bgm. Johann Gratzner, Johann Hofer
7	WV Grazerfeld Südost	8071 Hausmannstätten, St. Peter Str. 52 Tel. 03135/46260 Fax. 03135/46260/22	Erich Höfer
8	WV Grenzland Südost	8350 Fehring, Bahnhofstraße 20 B Tel. 03155/5104-0 Fax. 03155/5104-44	Franz Glanz
9	WV Hochschwab- Süd	8600 Bruck/Mur, Grabenfeldstraße 12	Bgm. Bernd Rosenberger
10	WV Köflach- Voitsberg	8580 Köflach, Stadtwerkergasse 2 Tel. 03144/3470-32 Fax. 03144/3550-27	Josef Monsberger
11	WV Koralm	8530 Deutschlandsberg, Hauptplatz 35 Tel. 03462/2011/258 Fax. 03462/2011/262	Adolf Bauer
12	WV Lannach- St. Josef	Mooskirchnerstraße 20 Tel. 03136/82875 Fax. 03136/82875-19	Josef Schaller
13	WV Oberes Raabtal	Stadtamt Weiz, 8160 Weiz, Hauptplatz 7 Tel. 03172/2319 Fax. 03172/2319-29	Ing. Walter Ederer
14	WV Rantental	Krakauhintermühlen 71 B Tel. 03535/237	Oswald Tockner
15	WV Raum Reinischkogel	Gemeindeamt 8511 St. Stefan ob Stainz Tel. 03463/81221 Fax. 03463/81221-6	Bgm. Franz Ninaus

Lfd. Nr.	Name	Adresse Telefon Telefax	Kontaktperson
16	WV Safental	8271 Bad Waltersdorf 2 Tel. 03333/3228	Bgm. Helmut Pichler
17	WV Schöckl Alpenquell	8044 Graz, Mariatroster Straße 255 Tel. 0316/391361-21 Fax. 0316/391361-37	Johann Thosold
18	WV Söding-Lieboch	8561 Söding, Alte Bundesstraße 4 Tel. 03137/2346 Fax. 03137/2346-6	Klaus Reiter
19	WV Stainztal	8522 Gr. St. Florian 9 Tel. 03464/2468 Fax. 03464/2468-4	Ing. Wolfgang Hatzi
20	WV Steinberg	8151 Rohrbach-Steinberg, Peter Rosegger-Siedlung 7 Tel. 0316/586900 Fax. 0316/586900-4	Ing. Horst Lorenz
21	WV Totes Gebirge	8940 Liezen, Rathaus, Hauptstr.	Ludwig Bretterebner
22	WV Umland Graz	8071 Hausmannstätten, St. Peter Str. 52 Tel. 03135/46260 Fax. 03135/46260-22	Erich Höfer
23	WV Wasserver- sorgung Bezirk Radkersburg	8482 Gosdorf 180 Tel. 03472/2403 Fax. 03472/2403-4	Bgm. Alois Domittner
24	WV Weizberg- Jaritzberg	8113 St. Bartholomä 77 Tel. 03123/2227 Fax. 03123/2227-25	Bgm. Erich Gogg
25	Zentral-Wasser- versorgung Hochschwab-Süd GmbH (ZWHS)	8010 Graz, Körösisstraße 29 Tel. 0316/887-284 Fax. 0316/887-325	Dr. Karl Zimmermann
26	Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH	8430 Leibnitz, Wasserwerkstraße 33 Tel. 03452/82522 Fax. 03452/82522-25	Ing. Walter Ultes

Fig. 1-21: Im Jahr 1996 befragte Wasserverbände und Gesellschaften  
(Aktuelle Liste der Wasserverbände und Gesellschaften siehe Seite 231)

Die befragten Wasserverbände wurden zwischen den Jahren 1959 und 1990 gegründet. Es handelt sich um Verbände gemäß Wasserrechtsgesetz bzw. zwei Gesellschaften (ZWHS GmbH und Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH).

20 Wasserverbände treten als Versorger auf, die Aufgabe von zwei Wasserverbänden ist vorrangig die Sicherung und der Schutz der Wasservorkommen. Ein Wasserverband verfügt über keine eigene Gewinnungsanlage. Der Verband der Steirischen Wasserversorgungsunternehmen vertritt die Interessen von Verbänden, Stadtwerken und Gemeinden mit insgesamt 39 Mitgliedern.

Die Versorgungsgebiete der Verbände sind in Abb. 5, Seite 173: Versorgungsgebiete dargestellt.

## 1.3.1

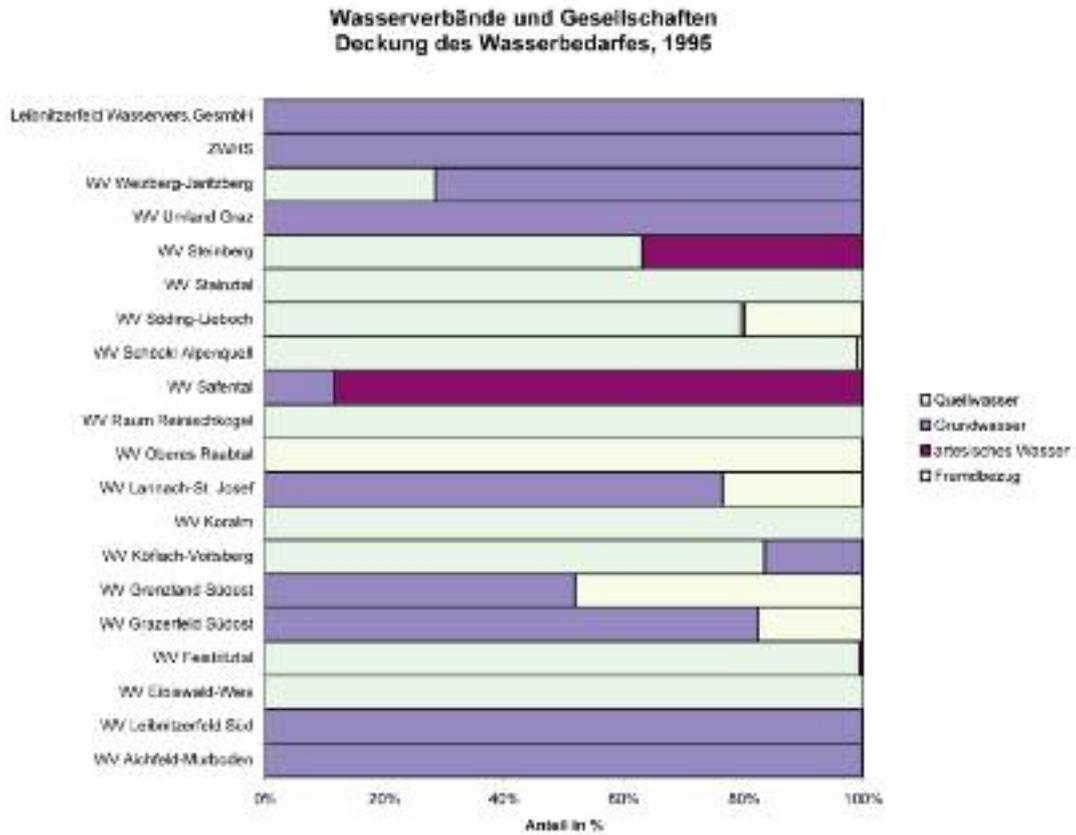
Art der Wassergewinnung,  
Fördermengen

Fig. 1-22: Art der Wassergewinnung der Wasserverbände und Gesellschaften  
in der Steiermark, Stand 1995

Der Großteil der steirischen Wasserverbände deckt seinen Wasserbedarf durch eigene Gewinnung, sieben Verbände beziehen zusätzlich zur Eigengewinnung Wasser von Dritten (Gemeinden, Verbänden, Sonstigen). Der Wasserverband Oberes Raabtal deckt seinen Bedarf ausschließlich durch Fremdbezug.

	Verbandsnummer	Verbandsbezeichnung	Fördermengen Quellwasser 1995 [m <sup>3</sup> ]
1	10	WV Köflach-Voitsberg	757.120
2	4	WV Eibiswald Wies	738.308
3	11	WV Koralm	709.546
4	19	WV Staintal	690.000
5	5	WV Feistritzal	468.590
	Summe aller Verbände und Gesellschaften		4.266.603

Fig. 1-23: Wasserverbände und Gesellschaften mit der höchsten Quellwasseraufbringung in der Steiermark, Stand 1995

	Verbandsnummer	Verbandsbezeichnung	Fördermengen Grundwasser 1995 [m <sup>3</sup> ]
1	25	ZWHS	6.010.028
2	26	Leibnitzerfeld Wasservers. GmbH.	1.911.138
3	22	WV Umland Graz	832.303
4	2	WV Aichfeld-Murboden	747.000
5	7	WV Grazerfeld Südost	746.919
	Summe aller Verbände und Gesellschaften		11.570.550

Fig. 1-24: Wasserverbände und Gesellschaften mit der höchsten Grundwasseraufbringung in der Steiermark, Stand 1995

	Verbandsnummer	Verbandsbezeichnung	Fördermengen artesisches Wasser 1995 [m <sup>3</sup> ]
1	16	WV Safental	161.347
2	20	WV Steinberg	111.710
3	5	WV Feistritzal	2.641
	Summe aller Verbände und Gesellschaften		275.698

Fig. 1-25: Wasserverbände und Gesellschaften mit Angaben zur Aufbringung von artesischem Wasser in der Steiermark, Stand 1995

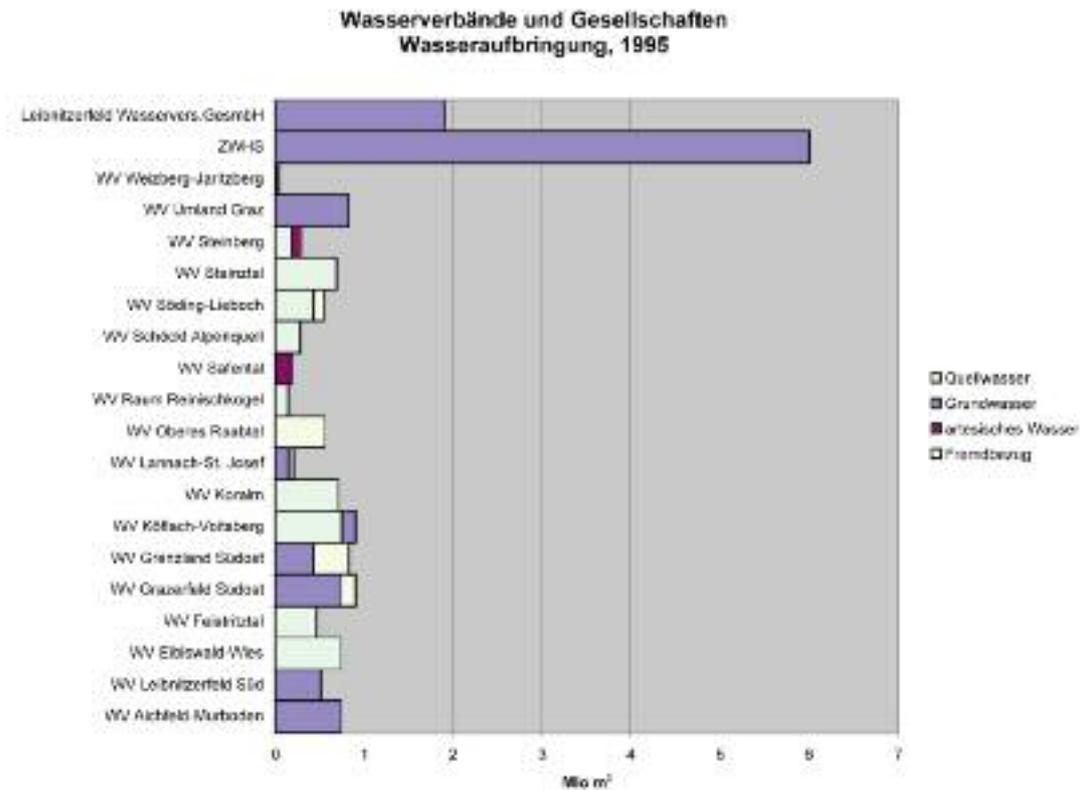


Fig. 1-26: Wasseraufbringung der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

### Brunnen (Grundwasser)

13 Wasserverbände betreiben 33 Grundwasserbrunnen in der Steiermark.

### Brunnen (artesisches Wasser)

Insgesamt werden 10 artesische Brunnen zur Versorgung in 5 Wasserverbänden herangezogen.

### Quellen

Insgesamt werden 270 Quellfassungen zur Versorgung in 12 Wasserverbänden herangezogen.

## 1.3.2

### Anlagenstand der verbandseigenen Wasserversorgung

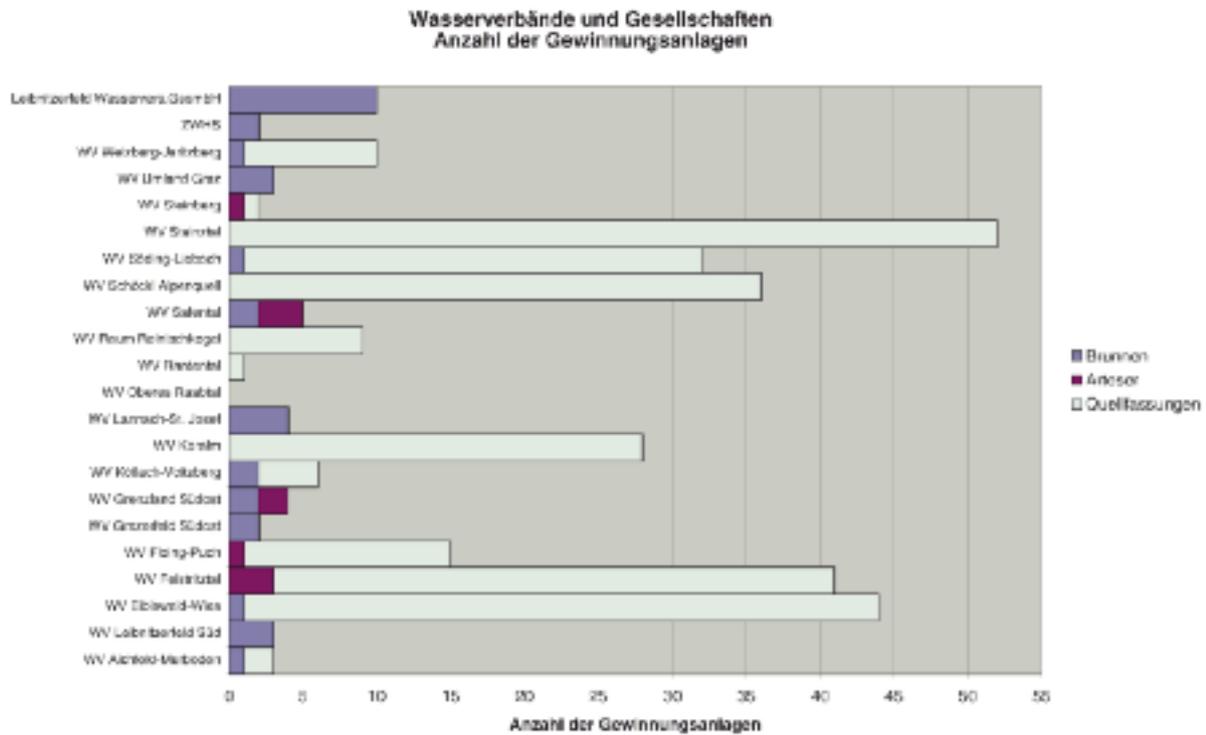


Fig. 1-27: Anzahl der Gewinnungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

### Behälter

Insgesamt werden von **20 Wasserverbänden 128 Behälter** zur Wasserspeicherung genutzt.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [m <sup>3</sup> ]	Maximum [m <sup>3</sup> ]	Mittelwert [m <sup>3</sup> ]	Median [m <sup>3</sup> ]	Summe [m <sup>3</sup> ]
Behältervolumen	127	10	5.000	512	200	65.112

Fig. 1-28: Kennzahlen über die verbandseigenen Behälter der Steiermark, Stand 1995

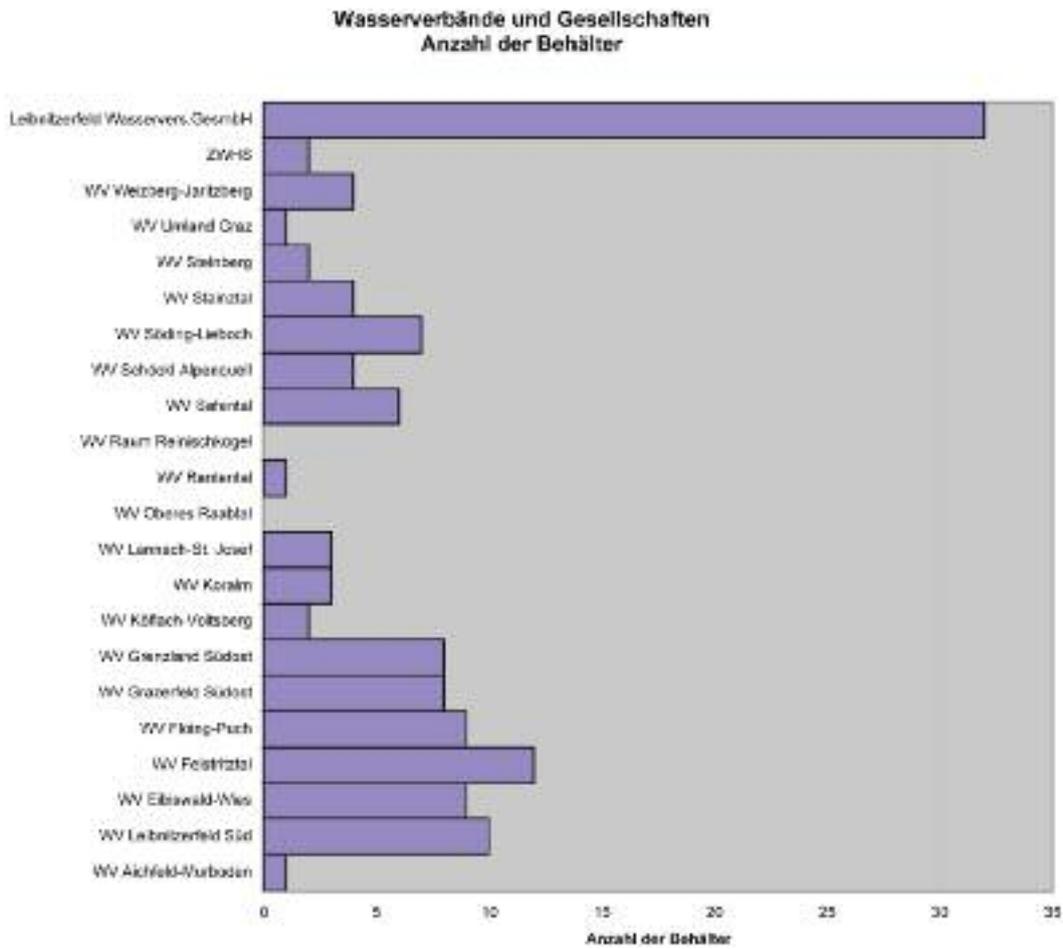


Fig. 1-29: Anzahl der Behälter der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

### Wasseraufbereitung

Insgesamt stehen in **10 Wasserverbänden 21 Aufbereitungsanlagen** in Verwendung. Eine Aufbereitungsanlage kann mehrere Verfahren zur Aufbereitung umfassen.

Art der Aufbereitung	Anzahl der einzelnen Aufbereitungsarten	Anteil der einzelnen Aufbereitungsarten in %
Enteisenung, Entmanganung	5	15,2
Enthärtung	0	0,0
Entsäuerung	11	33,2
Aktivkohlefilter	2	6,1
Desinfektion	13	39,4
Sonstige	2	6,1
Summe	33	100,0

Fig. 1-30: Kennzahlen über Aufbereitungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

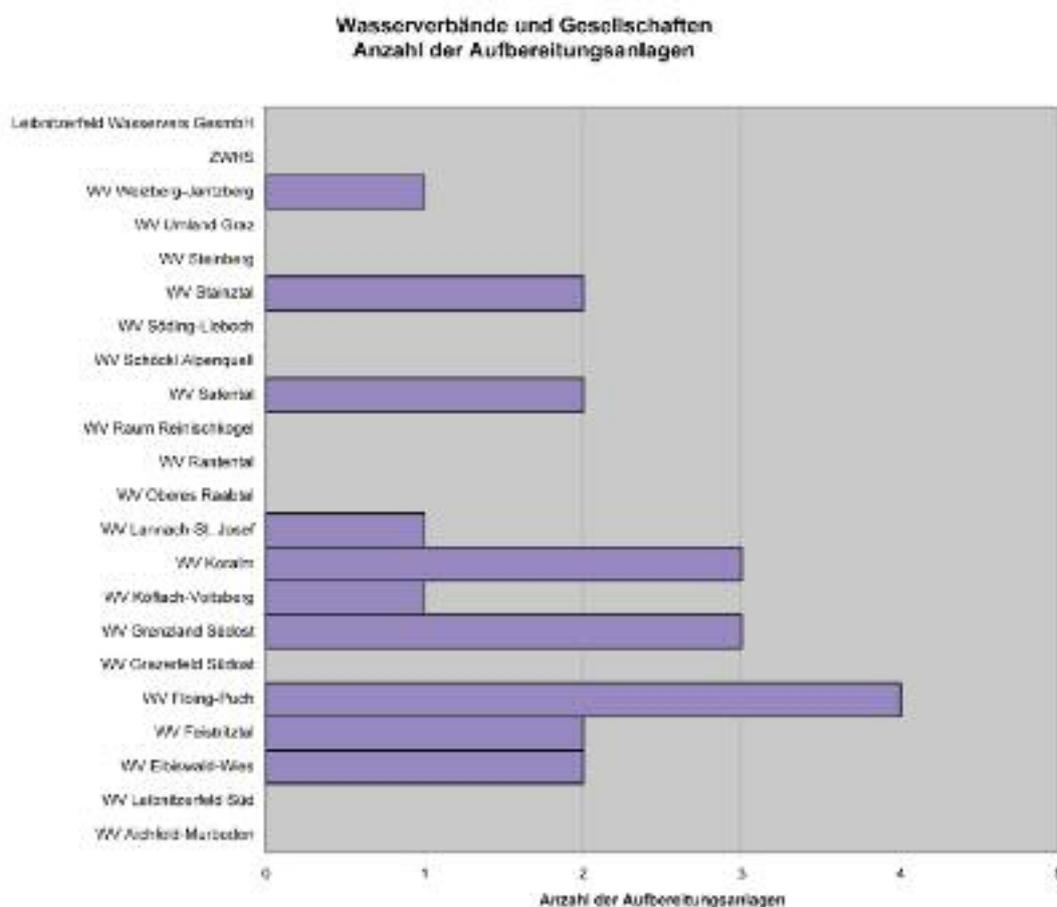


Fig. 1-31: Anzahl der Aufbereitungsanlagen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

## Leitungslängen

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [km]	Maximum [km]	Mittelwert [km]	Median [km]	Summe [km]
Leitungslänge	22	15	950	197	141	4.343

Fig. 1-32: Kennzahlen über Leitungslängen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

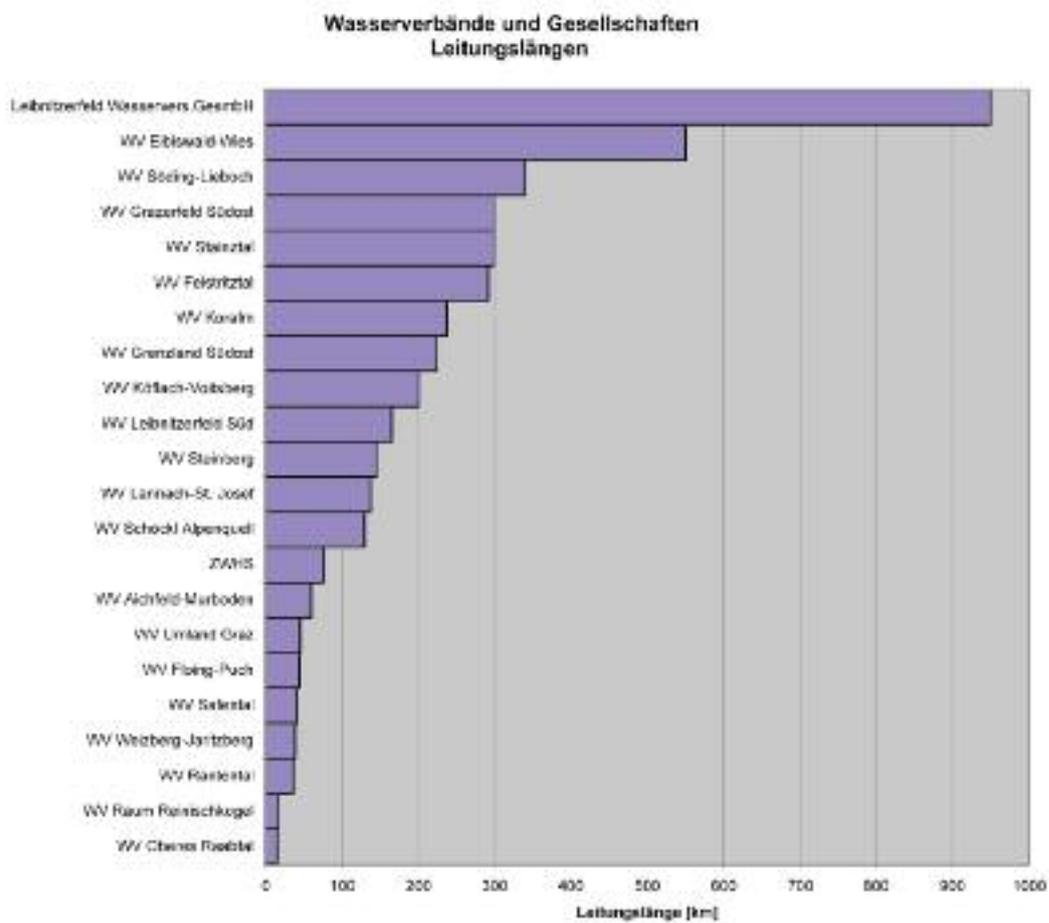


Fig. 1-33: Leitungslängen der Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

## 1.3.3

## Wasserabgabe

**Abgaben an Endabnehmer**

Von den 14 Verbänden, die Trinkwasser an Endabnehmer abgeben, wurden insgesamt 78 Lieferverhältnisse angegeben. In allen Fällen wird das Wasser mengenmäßig abgerechnet, die Wasserzähler werden jährlich abgelesen.

In 65 Fällen (83,3 %) konnte die Anzahl der Anschlüsse in den jeweilig belieferten Gemeinden angegeben werden.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Summe
Anzahl der Anschlüsse	65	5	3.457	364	231	23.691

Fig. 1-34: Kennzahlen über die Anzahl der Anschlüsse bei Lieferung von Verbänden an Endabnehmer, Stand 1995

**Abgaben an Gemeinden, Wasserverbände und Sonstige**

Von den 14 Verbänden die Wasser mittels Übergabeschacht an Gemeinden, Wasserverbände oder Sonstige abgeben, wurden insgesamt 124 Lieferverhältnisse angegeben. Je nach Kunde lassen sich folgende Lieferverhältnisse unterscheiden:

- 117 Lieferverhältnisse mit Gemeinden
- 5 Lieferverhältnisse mit Verbänden
- 2 Lieferverhältnisse mit sonstigen Abnehmern (Wassergenossenschaften)

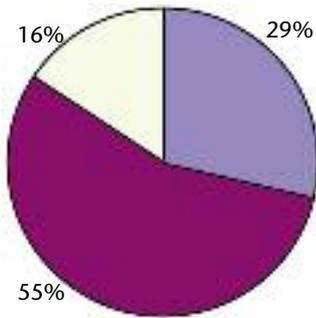
	1995 [Mio m <sup>3</sup> ]	1994 [Mio m <sup>3</sup> ]	1993 [Mio m <sup>3</sup> ]	1992 [Mio m <sup>3</sup> ]	1991 [Mio m <sup>3</sup> ]
Summe der Abgaben von Wasserverbänden an Gemeinden, Verbände und Sonstige	11,0	10,8	10,0	4,9	4,8

Fig. 1-35: Jahresabgabemengen von Wasserverbänden und Gesellschaften an Gemeinden und Wasserverbände, Stand 1995

## 1.3.4

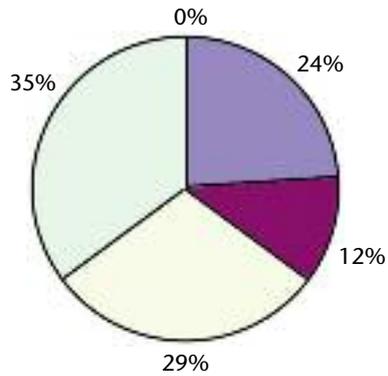
## Versorgungssicherheit

## Engpässe bei der Wasserförderung, Versorgungsschwierigkeiten

Engpässe in den Jahren  
1991-1995

- Ja
- Nein
- keine Angabe

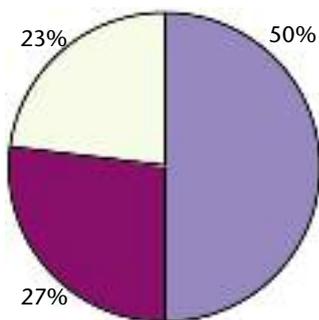
Grund für den Engpaß



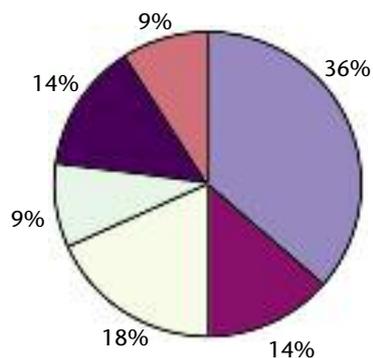
- Anstieg der Zahl der Verbraucher
- Anschluss neuer Versorgungsgebiete
- Technische Gebrechen (z. B. Pumpenausfall, Rohrbruch)
- Rückgang der Ergiebigkeit von Brunnen oder Quellen
- Nicht ausreichende Wasserqualität

Fig. 1-36:  
Versorgungssicherheit, Engpässe in den  
Jahren 1991-1995

## Versorgungssicherheit, getroffene Maßnahmen

Getroffene Maßnahmen  
Stand 1995

- Ja
- Nein
- keine Angabe

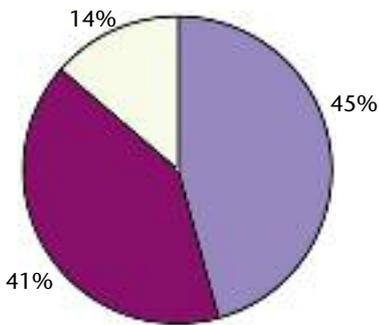
Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995

- Errichtung zusätzlicher Wassergewinnungsanlagen
- Erweiterung/Verbesserung der Wasserförderung
- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung
- Netzanierung
- Zukauf von Wasser (Fremdbezug)
- Sonstige Maßnahmen

Fig. 1-37:  
Versorgungssicherheit, getroffene  
Maßnahmen in den Jahren 1991-1995

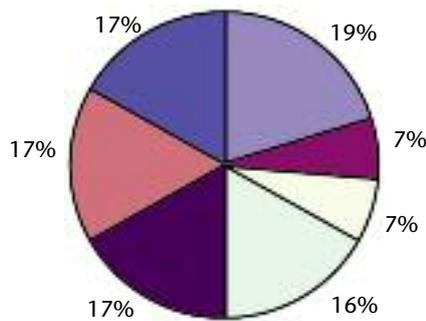
**Versorgungssicherheit, geplante Maßnahmen**

Maßnahmen in Planung  
Stand 1995



- Ja
- Nein
- keine Angabe

Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995



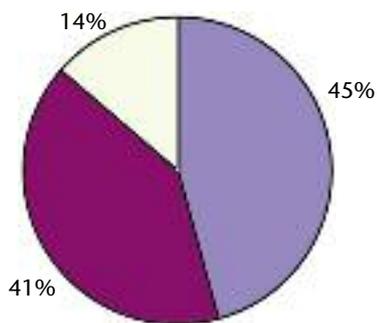
- Errichtung/Erweiterung der Wassergewinnung, Errichtung neuer Brunnen, Quellfassungen
- Konsenserhöhung bestehender Anlagen
- Erweiterung der Wasserförderung (z. B. Pumpen)

Fig. 1-38:  
Versorgungssicherheit, geplante  
Maßnahmen, Stand 1995

- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung (z. B. neuer Hochbehälter)
- Errichtung/Erweiterung der Wasserverteilung
- Errichtung/Erweiterung der Wasseraufbereitung
- Sanierung von Anlagenteilen

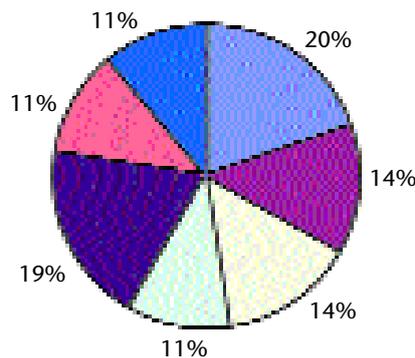
**Versorgungssicherheit, notwendige Maßnahmen**

Maßnahmen notwendig  
Stand 1995



- Ja
- Nein
- keine Angabe

Art der getroffenen Maßnahmen  
Stand 1995



- Errichtung/Erweiterung der Wassergewinnung
- Errichtung/Erweiterung der Wasserspeicherung
- Errichtung/Erweiterung der Wasserverteilung
- Errichtung/Erweiterung der Wasseraufbereitung
- Sanierung von Anlagenteilen
- Ausweisung von Schutz- oder Schongebiet
- Sonstige Maßnahmen

Fig. 1-39:  
Versorgungssicherheit, notwendige  
Maßnahmen, Stand 1995

## 1.3.5

## Abgabestatistik

Die Anzahl der **direkt versorgten Einwohner** in den Verbandsgebieten beträgt **ca. 111.000**.

Die Lieferung an Gemeinden bzw. Verbände erfolgt über insgesamt **144 Übergabeschächte**.

## Abrechnung mit Gemeinden bzw. Verbänden

## 1.3.6

## Abrechnung, Preise

Preis pro m<sup>3</sup> Wasser

Von 12 Verbänden wurde der Preis pro Kubikmeter Wasser exklusive Mehrwertsteuer bei Abgabe an Gemeinden angegeben.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€]	Maximum [€]	Mittelwert [€]	Median [€]
Preis/m <sup>3</sup>	12	0,25	1,03	0,61	0,53

Fig. 1-40: Kennzahlen über m<sup>3</sup>-Preise von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Gemeinden, Stand 1995

## Zählermiete

5 Verbände gaben die Zählermieten bekannt.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€/Monat]	Maximum [€/Monat]	Mittelwert [€/Monat]	Median [€/Monat]
Zählermiete	5	0,97	55,38	24,42	21,80

Fig. 1-41: Kennzahlen über Zählermieten von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Gemeinden, Stand 1995

## Grundgebühr

Mit Ausnahme eines Wasserverbandes wird keine Grundgebühr bei der Lieferung an Gemeinden bzw. Verbände verrechnet.

## Mindestabnahmemenge

Zwei Verbände haben in ihren Lieferbedingungen Mindestabnahmemengen festgelegt. Die Werte liegen zwischen 4.600 m<sup>3</sup> (WV Umland Graz) und 100.000 m<sup>3</sup> (WV Köflach-Voitsberg) pro Jahr und Kunde.

## Abrechnung mit Endabnehmern

### Preis pro m<sup>3</sup> Wasser

15 Verbände geben einen Preis pro Kubikmeter Wasser exklusive Mehrwertsteuer bei Abgabe an Endabnehmer an.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€]	Maximum [€]	Mittelwert [€]	Median [€]
Preis/m <sup>3</sup>	15	0,51	1,38	0,86	0,86

Fig. 1-42: Kennzahlen über m<sup>3</sup>-Preise von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995

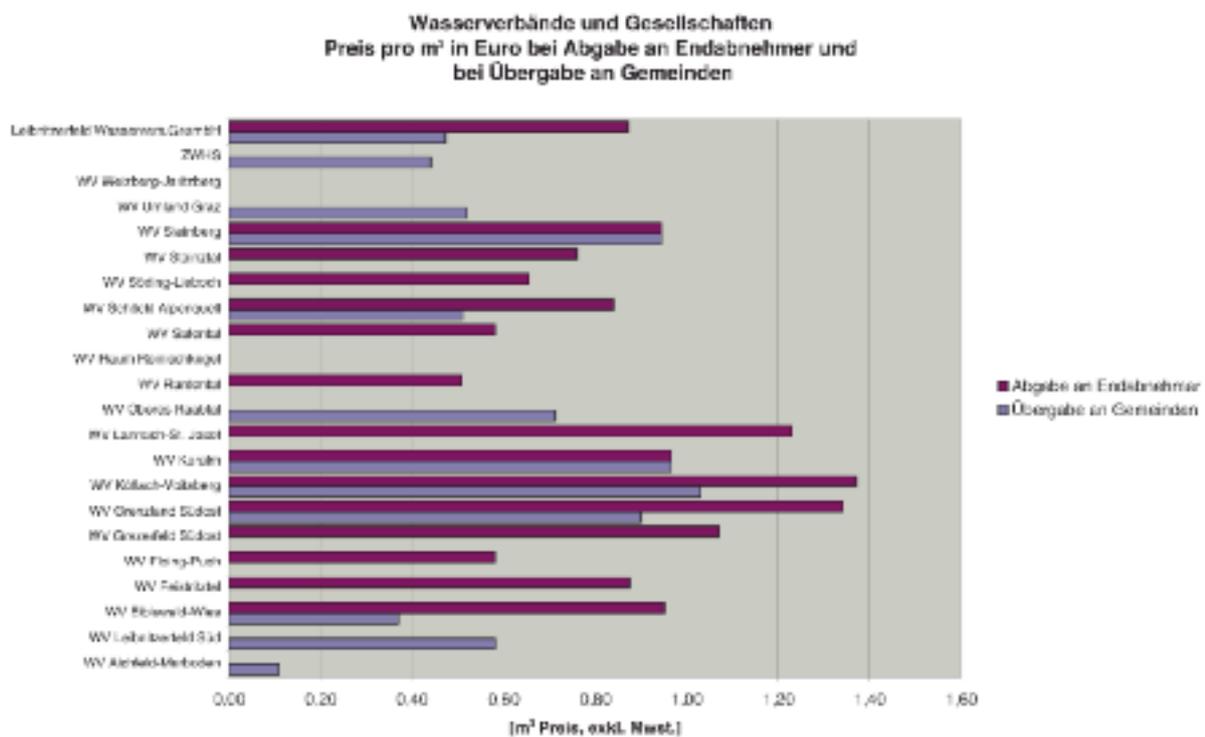


Fig. 1-43: Preis pro m<sup>3</sup> Wasser bei Lieferung durch Wasserverbände und Gesellschaften in der Steiermark, Stand 1995

### Zählermiete

9 Verbände verrechnen eine Zählermiete bei Abgabe an Endabnehmer.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€/Monat]	Maximum [€/Monat]	Mittelwert [€/Monat]	Median [€/Monat]
Zählermiete	9	0,68	5,81	1,81	0,97

Fig. 1-44: Kennzahlen über Zählermieten von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995

### Grundgebühr

8 Verbände stellen bei Abgabe an Endabnehmer eine Grundgebühr in Rechnung.

	Häufigkeit der Angabe	Minimum [€/Monat]	Maximum [€/Monat]	Mittelwert [€/Monat]	Median [€/Monat]
Grundgebühr	8	0,15	8,36	4,00	3,45

Fig. 1-45: Kennzahlen über Grundgebühren von Wasserverbänden und Gesellschaften in der Steiermark, Abgabe an Endabnehmer, Stand 1995

### Mindestabnahmemenge

Ein Verband legt eine Mindestabnahmemenge bei Lieferung an Endabnehmer fest.

## 1.4

Berechnung verbrauchsspezifischer  
Kenndaten

Neben der unmittelbaren Auswertung der Fragebögen wurden die Kennzahlen der Wasserversorgung mittelbar auf rechnerischem Wege unter Verwendung von Daten der siedlungswasserwirtschaftlichen Erhebung im Rahmen der Volkszählung 1991 ermittelt (siehe Abb. 6, Seite 174: Verbrauch [l/EW\*d])

Durch Umlegung der Erhebungs- und Berechnungsergebnisse auf das gesamte Landesgebiet ergeben sich nachstehende Kennzahlen der öffentlichen Wasserversorgung der Steiermark.

Grad der kommunalen Versorgung	<b>65,2 %</b> Basis Einwohner
	<b>59,0 %</b> Basis Summe Haupt- und Nebenwohnsitze
Grad der Versorgung durch Wassergenossenschaften und -gemeinschaften	<b>8 %</b> Basis Einwohner
	<b>7 %</b> Basis Summe Haupt- und Nebenwohnsitze
Grad der Fremdversorgung durch Verbände	<b>9,2 %</b> Basis Einwohner
	<b>7,7–8,7 %</b> Basis Summe Haupt- und Nebenwohnsitze
Grad der Fremdversorgung durch Gemeinden und	<b>1,0 %</b> Basis Einwohner
	<b>3,0 %</b> Basis Summe Haupt- und Nebenwohnsitze
Grad der öffentlichen Versorgung	<b>83,4 %</b> Basis Einwohner
	<b>77 %</b> Basis Summe Haupt- und Nebenwohnsitze
Gesamteinwohnerzahl 1996	<b>1.207.000</b>

Der Grad der öffentlichen Versorgung entspricht einer öffentlich versorgten Einwohnerzahl von rd. 1 Million.

	<b>KOMMUNALE VERSORGUNG</b>	<b>VERBÄNDE &amp; GESELLSCHAFTEN</b>	<b>ÖFFENTLICHE VERSORGUNG</b>
<b>Rücklauf</b>	543 von 543 Fragebögen (100%)	26 von 26 Fragebögen (100%)	
<b>kommunale Versorgung</b>	386 Gemeinden mit eigenem Netz ca. 780.000 versorgte Einwohner	.....	.....
<b>Wassergenossenschaften u. -gemeinschaften</b>	<b>824 Wassergenossenschaften bzw. -gemeinschaften in 280 Gemeinden ca. 95.000 versorgte Einwohner</b>		
<b>Einzelwasserversorgung</b>	<b>21 Gemeinden verfügen ausschließlich über Einzelwasserversorgung, in 509 Gemeinden existieren Einzelwasserversorgungsanlagen, ca. 200.000 versorgte Einwohner</b>		
<b>Fremdbezug</b>	<b>in 168 Gemeinden 184 Lieferverhältnisse 13,4 Mio. m<sup>3</sup> /Jahr (1995)<sup>1)</sup></b>	<b>14 Verbände geben Wasser ab 124 Lieferverhältnisse 11,0 Mio. m<sup>3</sup> /Jahr (1995)<sup>1)</sup></b>	.....
<b>Fremdversorgung</b>	<b>in 221 Gemeinden 243 Lieferverhältnisse 6,1 Mio. m<sup>3</sup> /Jahr (1995)<sup>1)</sup></b>	<b>14 Verbände geben Wasser ab 78 Lieferverhältnisse 5,1 Mio. m<sup>3</sup> /Jahr (1995)<sup>1)</sup></b>	<b>ca.130.000 – 145.000 versorgte Einwohner</b>
<b>Hausanschlüsse</b>	<b>159.000</b>	<b>24.000</b>	<b>211.000<sup>2)</sup></b>
<b>Anlagen</b>			
Brunnen	160 in 180 Gemeinden	33 bei 13 Verbänden	193 Brunnen <sup>3)</sup>
Quellfassungen	1241 in 222 Gemeinden	270 bei 12 Verbänden	1511 Quellfassungen <sup>3)</sup>
Artesische Brunnen	86 in 38 Gemeinden	10 bei 5 Verbänden	96 Artesische Brunnen <sup>3)</sup>
Behälter	696 in 303 Gemeinden	128 bei 10 Verbänden	824 Behälter <sup>3)</sup>
Nutzinhalt in m <sup>3</sup>	155.000	65.000	220.000
<b>Förder- mengen (1995)</b>			
Grundwasser	..... <sup>4)</sup>	11,6 Mio. m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	..... <sup>4)</sup>
Quellwasser	..... <sup>4)</sup>	4,3 Mio. m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	..... <sup>4)</sup>
Artesisches Wasser	..... <sup>4)</sup>	0,3 Mio. m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	..... <sup>4)</sup>
<b>Netzeinspeisung (1995)</b>	<b>52 Mio. m<sup>3</sup> <sup>4)</sup></b>	<b>5,1 Mio. m<sup>3</sup> <sup>4)</sup></b>	<b>57,1 Mio. m<sup>3</sup> <sup>4)</sup></b>
<b>Spezifischer Bedarf [l/d*EW]</b>	<b>187</b>		
<b>Engpässe in den Jahren 1991-1995</b>	<b>156 Gemeinden</b>	<b>8 Verbände</b>	.....
<b>Preise [mittlerer m<sup>3</sup>-Preis in €, exkl. Mwst., Zählermiete, Grund- gebühr etc.]</b>	Quellwasser: 0,61 Grundwasser: 0,70 artesisches Wasser: 0,89	Lieferung an Gemeinden: 0,61 Lieferung an Endverbr.: 0,86	.....
<b>Schwankungen der Trink- wasserqualität</b>	<b>18 Gemeinden</b>	<b>4 Verbände</b>	.....

Tabelle 2: Zusammenstellung der Ergebnisse der Fragebogenaktion 1996

- 1) Mindestmengen aus den Angaben in den Fragebögen
- 2) inklusive Wassergenossenschaften und -gemeinschaften
- 3) exklusive Wassergenossenschaften und -gemeinschaften
- 4) unzureichende Angaben in den Fragebögen









Abb 4: Anzahl der kommunal genutzten artesischen Brunnen

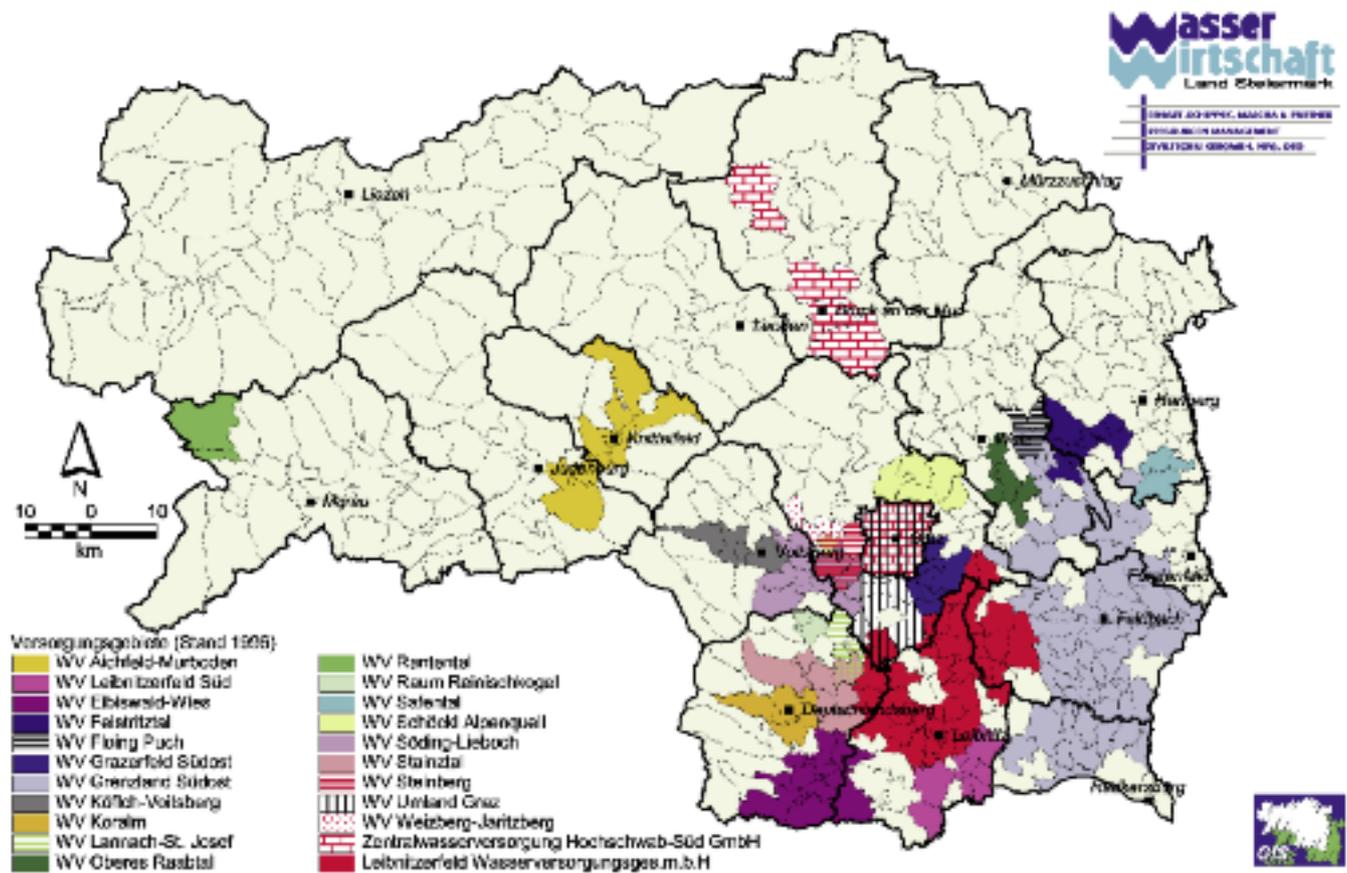


Abb 5: Versorgungsgebiete der Wasserverbände und Gesellschaften

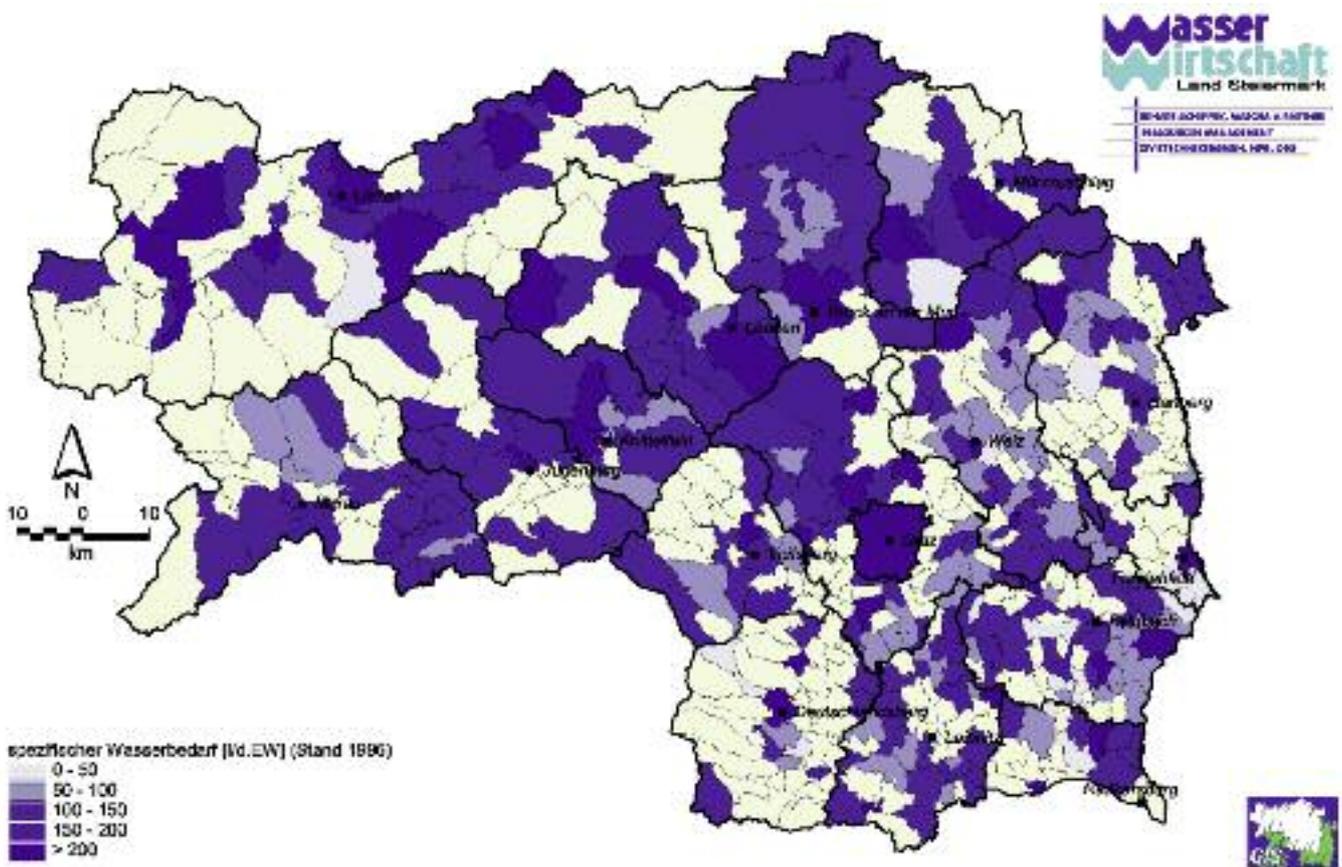


Abb 6: Spezifischer Wasserbedarf in [l/EW\*d]

# Abschnitt D



D

<b>1</b>	<b>Wasserbedarfsprognose</b>	<b>3</b>
1.1	Einflussfaktoren	3
1.2	Gruppierung von Gemeinden nach demografischen Daten	3
1.2.1	Cluster 1	4
1.2.2	Cluster 2	4
1.2.3	Cluster 3	4
1.2.4	Cluster 4	4
1.2.5	Cluster 5	5
1.2.6	Cluster 6	5
1.2.7	Cluster 7	5
1.3	Verbrauchsmodell	6
1.3.1	Cluster 1	6
1.3.2	Cluster 2	7
1.3.3	Cluster 3	7
1.3.4	Cluster 4	8
1.3.5	Cluster 5	8
1.3.6	Cluster 6	9
1.3.7	Cluster 7	9
1.4	Prognose des spezifischen Verbrauchs	10
1.4.1	Prognose mittels Extrapolation der Einflussgrößen auf Basis der Werte 1971–1991 (Verfahren 1)	10
1.4.2	Validierung auf Basis von Daten ausgewählter Modellgemeinden (Verfahren 2)	10
1.5	Zusammenstellung und Vergleich der Ergebnisse der Prognoseberechnung	11
	<b>Figurenverzeichnis</b>	
Fig. 1-1:	Prognostizierter spezifischer Verbrauch	185
Fig. 1-2:	clusterweise Zusammenstellung der hochgerechneten spezifischen Verbräuche	186
Fig. 1-3	Hochgerechneter spezifischer Verbrauch für die gesamte Steiermark	187
Fig. 1-4	Hochgerechneter Wasserbedarf der gesamten Steiermark	187
Fig. 1-5:	Hochgerechneter Wasserbedarf der öffentlichen Versorgung in der Steiermark bei gleichbleibendem Versorgungsgrad	188
Fig. 1-6	Hochgerechneter Wasserbedarf der öffentlichen Versorgung in der Steiermark bei kontinuierlichem Anstieg des Anteils der öffentlichen Versorgung	188
	<b>Abbildung</b>	
Abb. 1-1:	Clusterzugehörigkeit der Gemeinden	189

## Wasserbedarfsprognose

Zur Abschätzung des künftigen landesweiten Wasserbedarfes der privaten Haushalte wurde im Rahmen der Erstellung des Wasserversorgungsplanes Steiermark ein Prognosemodell für die gesamte Steiermark entwickelt, in das sowohl demografisch-statistische Daten der Volkszählungen 1971, 1981 und 1991, als auch die Ergebnisse der Fragebogenaktion 1996 und erweiterte Erhebungen in ausgewählten Modellgemeinden als Grundlage einfließen.

Im Unterschied zu den auf spezifischen Verbrauchswerten basierenden Prognosemodellen wurde in der gegenständlichen Bedarfsprognose, ausgehend vom tatsächlichen Wasserverbrauch und von wasserverbrauchsrelevanten Parametern (z.B. Einwohner, Lebensstandard, etc.), mittels multipler Regressionsanalyse ein stochastisches Modell erstellt, welches den Zusammenhang zwischen verbrauchsrelevanten Parametern als unabhängige Variable und der Wasserförderung bzw. -abgabe als abhängige Variable für definierte Versorgungsgebiete herstellt.

Hierbei wurden Daten der Bevölkerungswanderung, Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten sowie externe Einflüsse (politische Ordnungsmaßnahmen, Seuchen, Umstellung der Wirtschaftsformen z.B. Agenda 2000) nicht berücksichtigt.

Dem gegenständlichen Prognosemodell wurde eine Kausalanalyse zugrundegelegt, das heißt, es wird die Abhängigkeit des Wasserbedarfes von seinen Einflussfaktoren mittels multipler Regressionsanalyse bestimmt. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserverbrauch der privaten Haushalte nicht monokausal erklärt werden kann. Vielmehr beeinflussen neben den wasserverbrauchenden Einrichtungen der Wohnungsausstattung (Bad, WC) gegebenenfalls auch die Landwirtschaft mit den Viehbeständen und in manchen Gemeinden der Fremdenverkehr mit der Zahl der Übernachtungen als Erklärungsvariable den Wasserbedarf. Weiters müssen auch die Größe der Haushalte, gemessen an der Zahl der Personen, und durch Wohlstandsdisparitäten hervorgerufene Verhaltensunterschiede zwischen Verbrauchern berücksichtigt werden.

Aus den demografischen Daten der Volkszählungen (1971, 1981, 1991) wurden mögliche Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf entnommen. Diese Einflussfaktoren stellen die unabhängigen Variablen im Sinne der Regressionsanalyse dar. Ihre Vorauswahl erfolgt primär mit der Maßgabe, dass sie hypothetisch die Höhe des spezifischen Wasserverbrauches direkt oder indirekt mitbestimmen. Um die ausgewählten Einflussvariablen möglichst weit gefächert zu erfassen, dabei aber Ungleichgewichte weitgehend zu vermeiden, empfiehlt es sich erfahrungsgemäß, die Variablen nach Einflussbereichen zu systematisieren.

### 1.1

#### Einflussfaktoren

Eine Analyse der Kausalzusammenhänge führte zur Auswahl folgender Einflussbereiche:

- GEBÄUDE/WOHNUNGEN
- HAUSHALTSSTRUKTUR
- ERWERBSTÄTIGKEIT
- FREMDENVERKEHR
- WOHLSTAND/BILDUNG
- VIEHHALTUNG

Ein wesentlicher Bestimmungsfaktor des Wasserbedarfes privater Haushalte ist in jedem Fall die **Wohnungsausstattung**. Im Zeitraum zwischen 1971 und 1991 war ein deutlicher Anstieg von Wohnungen der Ausstattungskategorie A auf Kosten von Wohnungen ohne Badezimmer zu beobachten. Ohne Zweifel beeinflusst dieser erhöhte Anspruch auf Komfort und Hygiene den Pro-Kopf-Verbrauch.

Betrachtet man die **Haushaltsstruktur**, so ist seit geraumer Zeit ein Trend zu kleinen Haushalten feststellbar. Durch in Deutschland durchgeführte statistische Untersuchungen tatsächlich gemessener Wasserverbrauchszahlen wird die Zunahme des Trinkwasserbedarfes durch diesen Trend nachgewiesen. In einem großen Haushalt können viele Arbeiten wie Waschen, Spülen, Putzen und Kochen rationeller durchgeführt werden, als in kleinen Haushalten. Der Pro-Kopf-Verbrauch für diese Tätigkeiten, die zusammen rund ein Drittel des Wasserverbrauches in Haushalten ausmachen, wird stark von der Haushaltsgröße beeinflusst.

Im Sektor der **Erwerbstätigkeit** ist der Einfluss auf den Wasserbedarf mannigfaltig. So ist in Gemeinden mit vergleichsweise hohem Anteil an Beschäftigten im Dienstleistungsbereich und bei stark entwickeltem Kleingewerbe der Wasserverbrauch oftmals relativ hoch. Augenscheinlich sind auch die Auswirkungen des Pendelns auf den Wasserbedarf.

Die Bedeutung des **Fremdenverkehrs** für den Pro-Kopf-Wasserverbrauch ist evident.

Die durch Wohlstandsdisparitäten und **Bildung** hervorgerufenen Unterschiede im Verbraucherverhalten sind bei einer Prognose des Wasserbedarfes ebenfalls zu berücksichtigen.

Des weiteren wird der Zusammenhang zwischen dem Anteil der **Viehhaltung** und dem Wasserbedarf betrachtet. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der Steiermark eine relativ große Anzahl von landwirtschaftlichen Betrieben über eine eigene Wasserversorgung in Form eines Hausbrunnens oder einer Quelle verfügt.

Ausgehend von diesen Einflussbereichen wurden einzelne repräsentative Variable zur Typisierung und Gruppierung der Gemeinden ausgewählt (z.B. Anteil der Kategorie A Wohnungen, Anzahl der Personen pro Haushalt, Einpendlerzahl, Erwerbsquote, Großvieheinheiten, etc.).

Das Spektrum der Gemeinden der Steiermark reicht von Großstadt über Industriestandort bis zur ländlich beeinflussten Streusiedlung. Der Wasserverbrauch pro Einwohner unterscheidet sich beträchtlich und wird durch jeweils verschiedene Einflussfaktoren bestimmt. Aus diesen Gründen wird die Steiermark im ersten Arbeitsschritt in möglichst homogene Gruppen eingeteilt. Als Gruppierungsinstrument diente die Clusteranalyse.

Die Clusteranalyse fasst eine Gruppe von statistischen Verfahren zusammen, deren gemeinsames Ziel es ist, eine umfangreiche Probenmenge in möglichst einheitliche, homogene Gruppen zu untergliedern, d.h. ähnliche Proben zusammenzufassen. Die Ähnlichkeit wird anhand der Variablen definiert.

In diesem Cluster konnten 153 Gemeinden mit einer Einwohnerzahl von rund 208.000 zusammengefasst werden. Eine Gemeinde dieses Clusters ist z.B. Stallhofen im Bezirk Voitsberg.

#### Charakteristische Merkmale:

- Durchschnittliche Werte bei sämtlichen Variablen

Im Cluster 2 konnten 90, überwiegend ländlich beeinflusste, steirische Gemeinden mit ca. 70.000 Einwohnern zusammengefasst werden. Zu diesem Cluster zählt z.B. die Gemeinde Garanas im Bezirk Deutschlandsberg.

#### Charakteristische Merkmale:

- hoher Anteil an Personen, die in Land- und Forstwirtschaft beschäftigt sind
- niedriger Anteil an Kategorie A Wohnungen
- geringe Nächtigungszahlen

Zu diesem Cluster gehören 40 steirische Gemeinden mit rund 390.000 Einwohnern. Dieser Cluster ist gekennzeichnet von einem hohen Beschäftigungsgrad im Dienstleistungsbereich sowie durch eine hohe durchschnittliche Bevölkerungszahl. Zu diesem Cluster gehören die Landeshauptstadt Graz sowie die Bezirkshauptstädte Murau, Fürstenfeld, Deutschlandsberg, Hartberg, Leibnitz, Judenburg, Weiz, Bad Radkersburg, Leoben, Bruck an der Mur und Feldbach.

#### Charakteristische Merkmale:

- geringer Landwirtschaftsanteil (Zahl an Großvieheinheiten, Beschäftigte in Land- und Forstwirtschaft)
- geringe Anzahl von Personen pro Haushalt
- hoher Beschäftigungsgrad im Dienstleistungsbereich
- hohe Einpendlerzahl
- hoher Anteil an Hochschulabsolventen

## 1.2

### Gruppierung von Gemeinden nach demographischen Daten

#### 1.2.1

##### Cluster 1

#### 1.2.2

##### Cluster 2

#### 1.2.3

##### Cluster 3

Im Cluster 4 wurden Fremdenverkehrsgemeinden zusammengefasst. Dieser Cluster enthält lediglich 8 Gemeinden mit rund 8.000 Einwohnern. Für die steiermarkweite Prognose ist dieser Cluster aufgrund seiner geringen Größe nur von untergeordneter Relevanz. Eine typische Gemeinde dieses Clusters ist z.B. die Gemeinde Ramsau am Dachstein.

**Charakteristische Merkmale:**

- sehr hoher Anteil von Beschäftigten im Dienstleistungsbereich
- sehr hohe Nächtigungszahlen

In diesem überwiegend ländlich (Viehwirtschaft) beeinflussten Cluster wurden 100 steirische Gemeinden mit ca. 116.000 Einwohnern zusammengefasst. Diesem Cluster gehören z.B. die Gemeinden Paldau, Kornberg und Eichkögl des Bezirkes Feldbach an.

**Charakteristische Merkmale:**

- sehr hohe Zahl an Großvieheinheiten
- sehr hohe Anzahl von Personen pro Haushalt
- hoher Anteil an Personen, die in Land- und Forstwirtschaft beschäftigt sind
- niedriger Anteil von Hochschulabsolventen
- niedrige durchschnittliche Bevölkerungszahl pro Gemeinde

In diesem Cluster konnten 77 Gemeinden mit rund 224.000 Einwohnern zusammengefasst werden. Im Durchschnitt ist ein gegenüber den anderen Clustern geringerer Ausstattungsstandard der Wohnungen festzustellen. Diesem Cluster werden beispielsweise die Gemeinden Kalwang und Niklasdorf im Bezirk Leoben zugeordnet.

**Charakteristische Merkmale:**

- geringe Zahl an Großvieheinheiten
- niedriger Anteil an Kategorie A Wohnungen
- geringe Anzahl von Personen pro Haushalt
- hoher Einpendleranteil

Im Cluster 7 wurden 75 Gemeinden mit ca. 167.000 Einwohnern zusammengefasst. In überwiegendem Maße handelt es sich hierbei um Umlandgemeinden. Zu diesem Cluster gehören z.B. die Gemeinden Fernitz und Gössendorf des Bezirkes Graz-Umgebung.

**Charakteristische Merkmale:**

- geringe Zahl an Großvieheinheiten
- hoher Anteil an Kategorie A Wohnungen
- geringe Nächtigungszahlen
- geringer Anteil an Pflichtschulabsolventen

---

1.2.4

**Cluster 4**

---

1.2.5

**Cluster 5**

---

1.2.6

**Cluster 6**

---

1.2.7

**Cluster 7**

Ausgehend von den mittels Clusteranalysen ermittelten Gemeindegruppen werden nun clusterspezifisch die Zusammenhänge zwischen Wasserverbrauch und Einflussfaktoren ermittelt, d.h. es wird nach der Abhängigkeit des Wasserbedarfes von seinen Bestimmungsfaktoren gesucht. Als statistische Methode bietet sich hierfür die multiple Regressionsanalyse an. Als Eingangsdaten für den Wasserbedarf stehen die Ergebnisse der Fragebogenaktion 1996 zur Verfügung.

Im Rahmen der multiplen Regressionsanalyse wird für jede Gemeindegruppe (Cluster) der Wasserbedarf als eine Funktion der Einflussfaktoren betrachtet. Für jeden Gemeindecluster wird somit berechnet, welche Einflussfaktoren in welchem Ausmaß (Gewichtung) für den Wasserverbrauch bestimmend sind. Aus der multiplen Regressionsanalyse ergibt sich das quantitative Gerüst für die eigentliche Prognose des Wasserbedarfes. Ergebnis sind clusterspezifische Regressionsgleichungen, die Auswahl, Intensität und Wirkungsrichtung der Einflussfaktoren ausdrücken.

Für diesen Cluster errechnet sich ein mittlerer Wasserbedarf von **119 l pro Einwohner und Tag**. Der multiple Korrelationskoeffizient beträgt 0,43.

Der mittlere Wasserbedarf im Cluster 2 beträgt **116 l pro Einwohner und Tag**, bei einem multiplen Korrelationskoeffizienten von 0,57.

Der Cluster 3 wurde aufgrund unzureichender Ergebnisse bei einer gesamtheitlichen Regressionsanalyse nochmals unterteilt. Als Teilungsparameter diente die Einwohnerzahl der Gemeinden. So wurde für den Teilcluster 3.1 mit allen Gemeinden, deren Einwohnerzahl unter 3000 liegt, ein mittlerer Wasserbedarf von **199 l pro Einwohner und Tag** berechnet. Der diesbezügliche multiple Korrelationskoeffizient liegt bei 0,81. Für den Teilcluster 3.2, der alle Gemeinden mit mehr als 3000 Einwohnern beinhaltet, ergibt sich ein mittlerer Wasserbedarf von **266 l pro Einwohner und Tag**. Der multiple Korrelationskoeffizient für den Teilcluster 3.2 liegt bei 0,87.

Im Cluster 4 war aufgrund der geringen Anzahl von Gemeinden (8 Gemeinden), davon jedoch nur 3 Gemeinden mit einer Angabe zum Wasserverbrauch, keine multiple Regressionsrechnung möglich. Da es sich bei der sich in diesem Cluster befindlichen Einwohnerzahl von rund 8.000 (ca. 0,7 % der Bevölkerung der Steiermark) um keine maßgebliche Einflussgröße betreffend des Wasserbrauches der gesamten Steiermark handelt, wurde der aus den 3 Werten ermittelte mittlere Wasserbedarf von **151 l pro Einwohner und Tag** für die weitere Bearbeitung herangezogen.

Der mittlere Wasserbedarf im Cluster 5 beträgt **102 l pro Einwohner und Tag**, bei einem multiplen Korrelationskoeffizienten von 0,67.

### 1.3

#### Verbrauchsmodell

##### 1.3.1

#### Cluster 1

##### 1.3.2

#### Cluster 2

##### 1.3.3

#### Cluster 3

##### 1.3.4

#### Cluster 4

##### 1.3.5

#### Cluster 5

Der Cluster 6 musste nach gesamtheitlicher Betrachtung ebenfalls unterteilt werden, da die Regressionsanalyse nur unzureichende Ergebnisse lieferte. Als Teilungsparameter diente wiederum die Einwohnerzahl der Gemeinden. Im Teilcluster 6.1 wurden all jene Gemeinden zusammengefasst, deren Einwohnerzahl unter 1500 liegt. Für diesen Teilcluster wurde ein mittlerer Wasserbedarf von **137 l pro Einwohner und Tag** berechnet. Der diesbezügliche multiple Korrelationskoeffizient liegt bei 0,39. Dem Teilcluster 6.2 wurden Gemeinden, deren Einwohnerzahlen zwischen 1.500 und 5.000 liegen, zugeordnet. Der mittlere Wasserbedarf im Teilcluster 6.2 liegt bei **151 l pro Einwohner und Tag**. Der multiple Korrelationskoeffizient für diesen Teilcluster liegt bei 0,54. Im Teilcluster 6.3 befinden sich die Gemeinden mit einer Einwohnerzahl von mehr als 5.000. Für den Teilcluster 6.3 ergibt sich ein mittlerer Wasserbedarf von **195 l pro Einwohner und Tag**, bei einem multiplen Korrelationskoeffizienten von 0,81.

Für diesen Cluster errechnet sich ein mittlerer Wasserbedarf von **146 l pro Einwohner und Tag**. Der multiple Korrelationskoeffizient beträgt 0,67.

Für die Hochrechnung des spezifischen Verbrauches stehen grundsätzlich nachstehende Verfahren zu Verfügung.

- Die Gewichtung der Einflussgrößen  $e_1, \dots, e_n$  bleibt konstant, die Einflussgrößen selbst werden auf Grundlage der Daten von 1971, 1981 und 1991 extrapoliert (Verfahren 1, siehe Kapitel 1.4.1).
- Die Gewichte  $g_1, \dots, g_n$  und die Einflussgrößen  $e_1, \dots, e_n$  werden variiert.
- Der spezifische Verbrauch wird auf Basis der Modellgemeinden als Funktion der Zeit betrachtet und extrapoliert (Verfahren 2, siehe Kapitel 1.4.2).

Nachdem die für die Variation der Gewichte notwendigen Daten nicht in der erforderlichen Genauigkeit (Daten auf Gemeindeebene) vorlagen, erfolgte die Prognose des spezifischen Wasserbedarfes demnach mittels Extrapolation der Einflussgrößen auf Basis der Werte 1971–1991. Eine Validierung der prognostizierten Werte erfolgte durch den Vergleich mit den in den Modellgemeinden ermittelten Werten.

Festzuhalten ist, dass der hochgerechnete Wasserverbrauch ausschließlich auf zeitliche Änderungen der Einflussfaktoren beruht und unabhängig von einer allfälligen Bedarfssteigerung der öffentlichen Wasserversorgung durch Erhöhung des Ausbaugrades zu sehen ist.

---

### 1.3.6

#### Cluster 6

---

### 1.3.7

#### Cluster 7

---

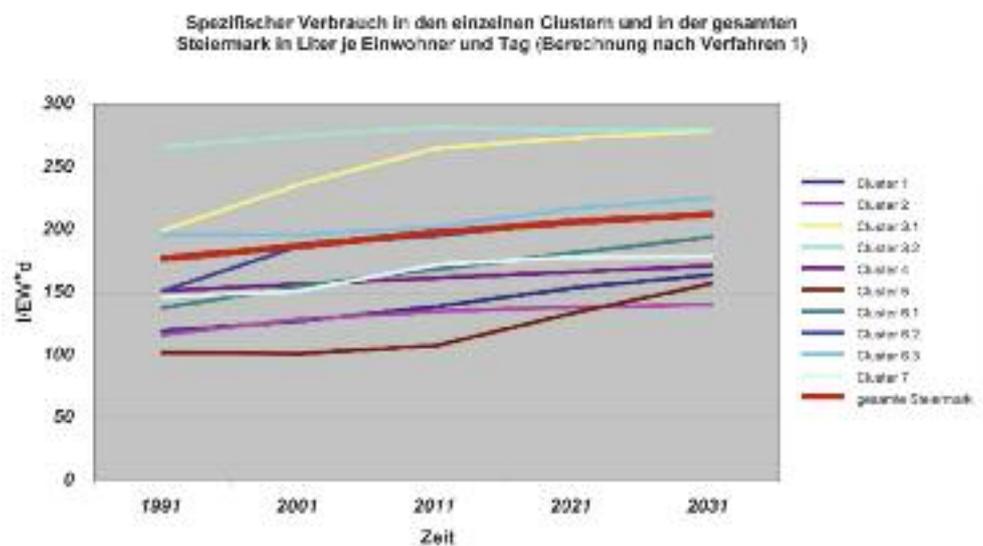
### 1.4

#### Prognose des spezifischen Verbrauches

Für die 7 ausgewiesenen Cluster wurden jene Variablen, die sich im Rahmen der Regressionsanalysen als maßgebend herausstellten, aufgrund ihres Verlaufes zwischen 1971 und 1991 mittels Trendanalyse extrapoliert. Aus den angepassten Kurven wurden die Einflussgrößen für die Jahre 2001, 2011, 2021 und 2031 in die jeweiligen clusterspezifischen Regressionsgleichungen eingesetzt.

Es zeigt sich grundsätzlich eine geringfügige stetige Zunahme des spezifischen Verbrauches, der für die gesamte Steiermark von 187 l/EW\*d im Jahr 2001 auf 212 l/EW\*d im Jahr 2031 anwächst.

Fig. 1-1:  
Prognostizierter spezifischer  
Verbrauch



#### 1.4.2

#### Validierung auf Basis von Daten ausgewählter Modellgemeinden (Verfahren 2)

Zur Überprüfung des hochgerechneten spezifischen Verbrauches wurden für jeden Cluster in ausgewählten Modellgemeinden Verbrauchswerte, berechnet aus der angeschlossenen Einwohnerzahl und der Netzeinspeisemenge (Gesamtwasserverbrauch), für die Jahre 1971 bis 1991 erhoben. Folgende Kriterien führten zur Auswahl der Modellgemeinden:

- Die Gemeinde musste im Fragebogen des Jahres 1996 angegeben haben, dass Daten zur Wasserversorgung bis in das Jahr 1971 zurück vorliegen.
- Die Gemeinde musste möglichst nahe am Clusterzentrum des jeweiligen Clusters liegen (Typusgemeinde).

Ausgehend vom Verlauf der personenbezogenen Verbräuche zwischen 1971 und 1991 wurden die von 16 Gemeinden und 8 Verbänden erhobenen Daten für den Prognosezeitraum (2001–2031) mittels einfacher, nicht linearer Regressionsanalyse extrapoliert.

Auffallend ist, dass bei einigen Modellgemeinden eine Abnahme des spezifischen Verbrauches festzustellen ist, was im Gegensatz zu den Prognosen auf Basis extrapolierter Einflussgrößen steht. Hier dürften lokale Besonderheiten wie Rückgang des gewerblichen bzw. industriellen Verbrauches eine Rolle spielen.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass durch die willkürliche Auswahl der Modellgemeinden aufgrund der definierten Kriterien die Grundgesamtheit aller steirischen Gemeinden nicht repräsentativ wiedergegeben werden kann. Dies ist insbesondere bei der Interpolation der Ergebnisse zu beachten.

## 1.5

### Zusammenstellung und Vergleich der Ergebnisse der Prognoseberechnung

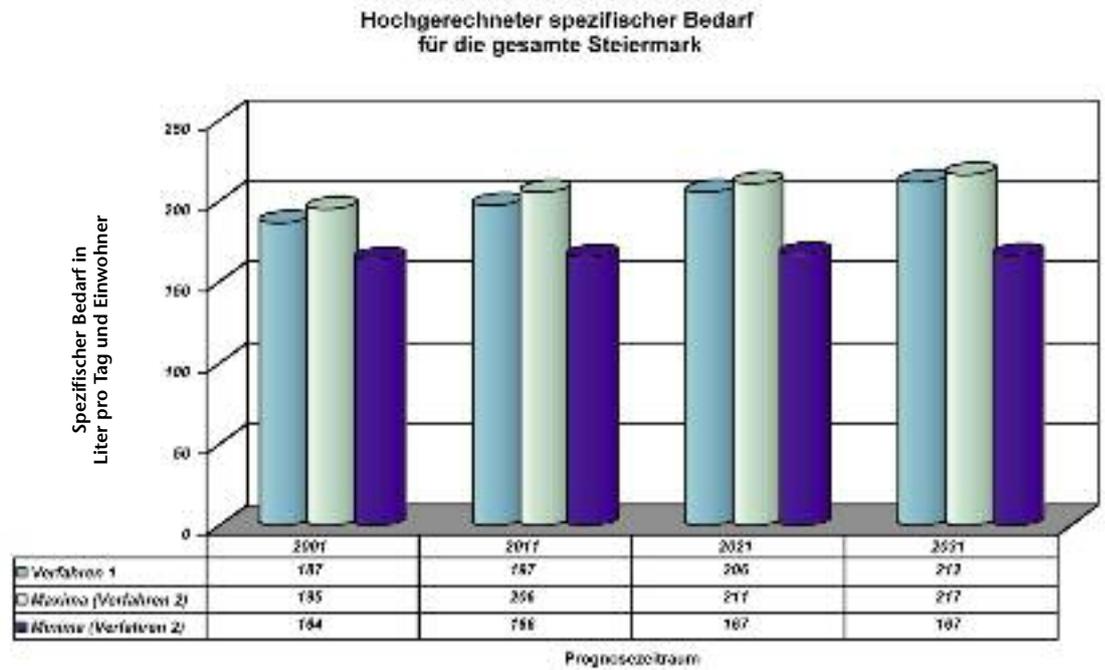
Nachstehend sind zum Vergleich die maximalen bzw. minimalen spezifischen Verbrauchswerte der Modellgemeinden aus der Befragung 1998, ermittelt nach Verfahren 2, den hochgerechneten spezifischen Verbrauchswerten auf Basis extrapolierter Einflussgrößen (Verfahren 1) gegenübergestellt.

JAHR	hochgerechneter spez. Bedarf (Verfahren 1)				hochgerechneter max. spez. Bedarf (Verfahren 2)				hochgerechneter min. spez. Bedarf (Verfahren 2)			
	[Liter pro Tag und Einwohner]				[Liter pro Tag und Einwohner]				[Liter pro Tag und Einwohner]			
	2001	2011	2021	2031	2001	2011	2021	2031	2001	2011	2021	2031
Cluster 1	127	138	153	163	144	156	167	179	121	129	137	145
Cluster 2	128	135	138	140	—	—	—	—	—	—	—	—
Cluster 3.1	236	265	273	278	—	—	—	—	—	—	—	—
Cluster 3.2	274	282	279	280	—	—	—	—	216	197	180	164
Cluster 4	156	161	166	171	—	—	—	—	—	—	—	—
Cluster 5	101	107	133	156	128	144	160	176	—	—	—	—
Cluster 6.1	155	168	181	194	—	—	—	—	—	—	—	—
Cluster 6.2	187	195	206	212	—	—	—	—	110	108	106	103
Cluster 6.3	196	202	217	225	223	216	—	—	—	—	211	207
Cluster 7	151	172	178	179	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Gesamte Steiermark</b>	<b>187</b>	<b>197</b>	<b>206</b>	<b>212</b>	<b>195</b>	<b>206</b>	<b>211</b>	<b>217</b>	<b>164</b>	<b>166</b>	<b>167</b>	<b>167</b>

— keine Daten verfügbar

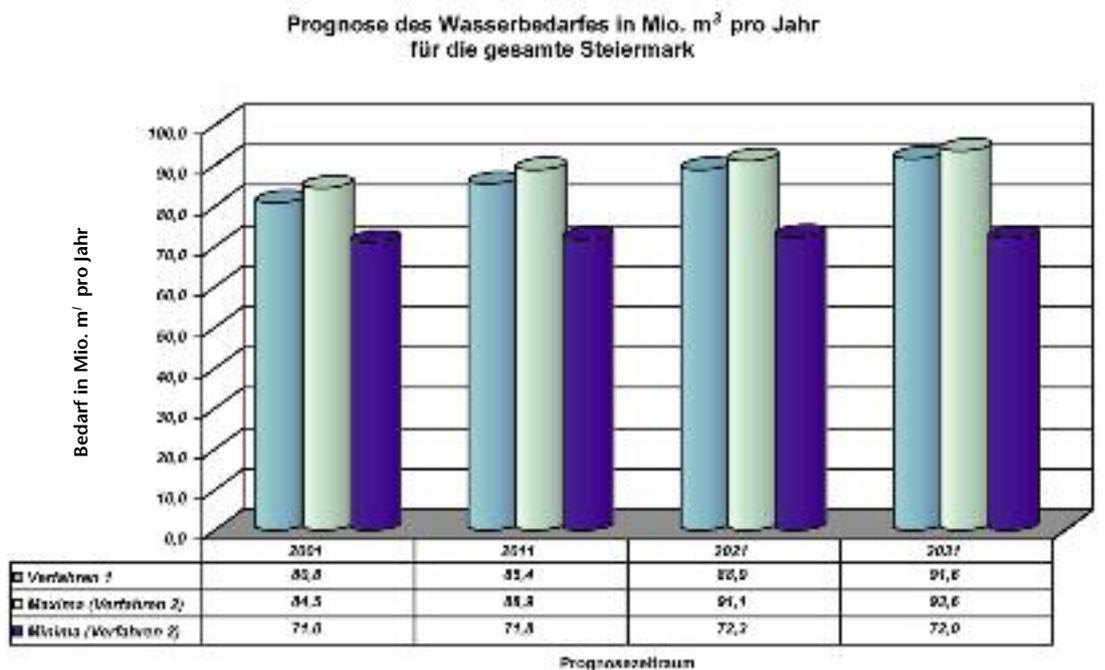
Fig.1-2: clusterweise Zusammenstellung der hochgerechneten spezifischen Verbräuche

Fig. 1-3:  
Hochgerechneter spezifischer Bedarf für die gesamte Steiermark



Zur Abschätzung des steiermarkweiten Wasserbedarfes wurden die derart ermittelten spezifischen Verbrauchsdaten mit den jeweiligen Einwohnerzahlen multipliziert.

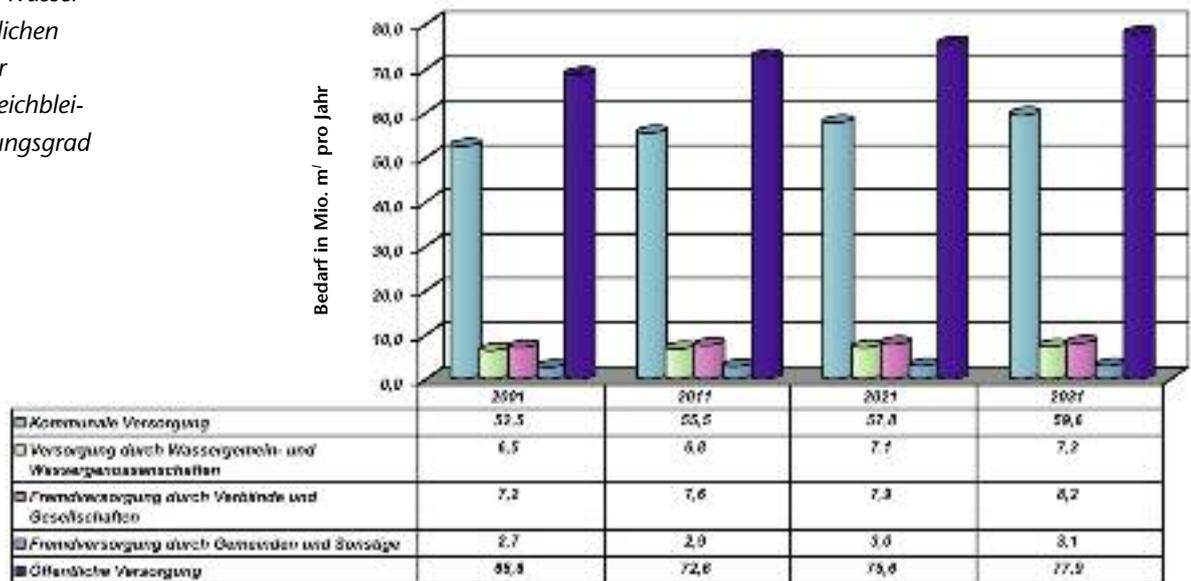
Fig. 1-4:  
Hochgerechneter Wasserbedarf der gesamten Steiermark



Unter Berücksichtigung der aktuellen, auf der Fragebogenaktion des Jahres 1996 basierenden Versorgungssituation der Steiermark ergeben sich durch Multiplikation des hochgerechneten spezifischen Verbrauches mit der Anzahl der angeschlossenen Einwohner die nachfolgend zusammengestellten Bedarfsmengen für den Zeitraum 2001 bis 2031.

Fig. 1-5:  
Hochgerechneter Wasserbedarf der öffentlichen Versorgung in der Steiermark bei gleichbleibendem Versorgungsgrad

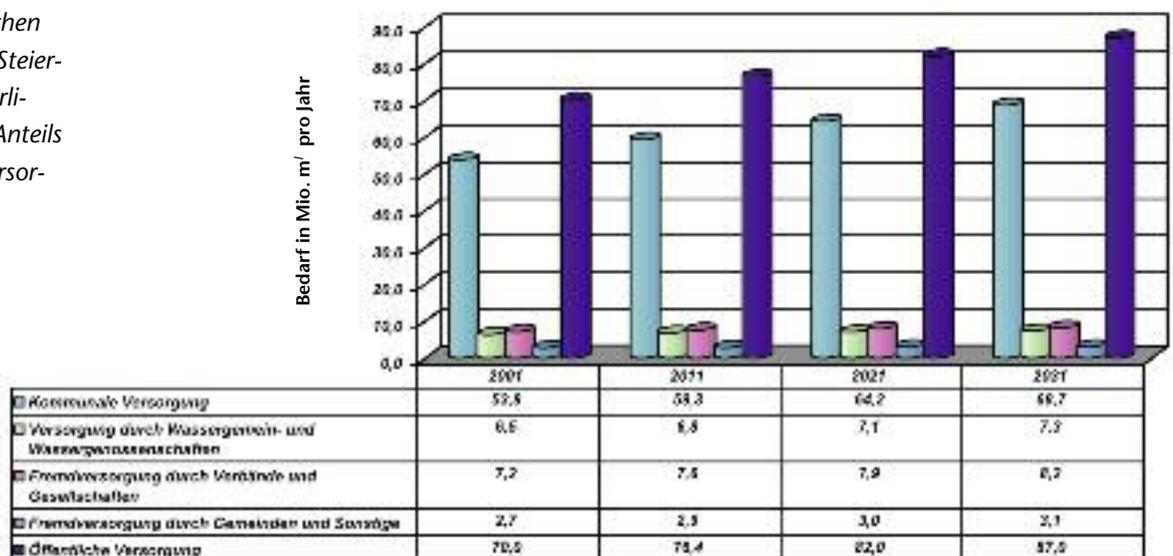
Prognose des Wasserbedarfes der öffentlichen Versorgung in Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bei gleichbleibendem Versorgungsgrad für die gesamte Steiermark



Nimmt man hingegen an, dass der Grad der öffentlichen Versorgung bis zum Jahr 2031 kontinuierlich von 85 % auf 95 % ansteigt, wobei dieser Anstieg der kommunalen Versorgung zugeschrieben wird (dies inkludiert den Fremdbezug von Wasserverbänden), so ergeben sich die Bedarfsmengen wie im folgenden Diagramm dargestellt.

Fig. 1-6:  
Hochgerechneter Wasserbedarf der öffentlichen Versorgung in der Steiermark bei kontinuierlichem Anstieg des Anteils der öffentlichen Versorgung

Prognose des Wasserbedarfes der öffentlichen Versorgung in Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bei kontinuierlichem Anstieg des Versorgungsgrades von 85% auf 95 % bis zum Jahr 2031 für die gesamte Steiermark



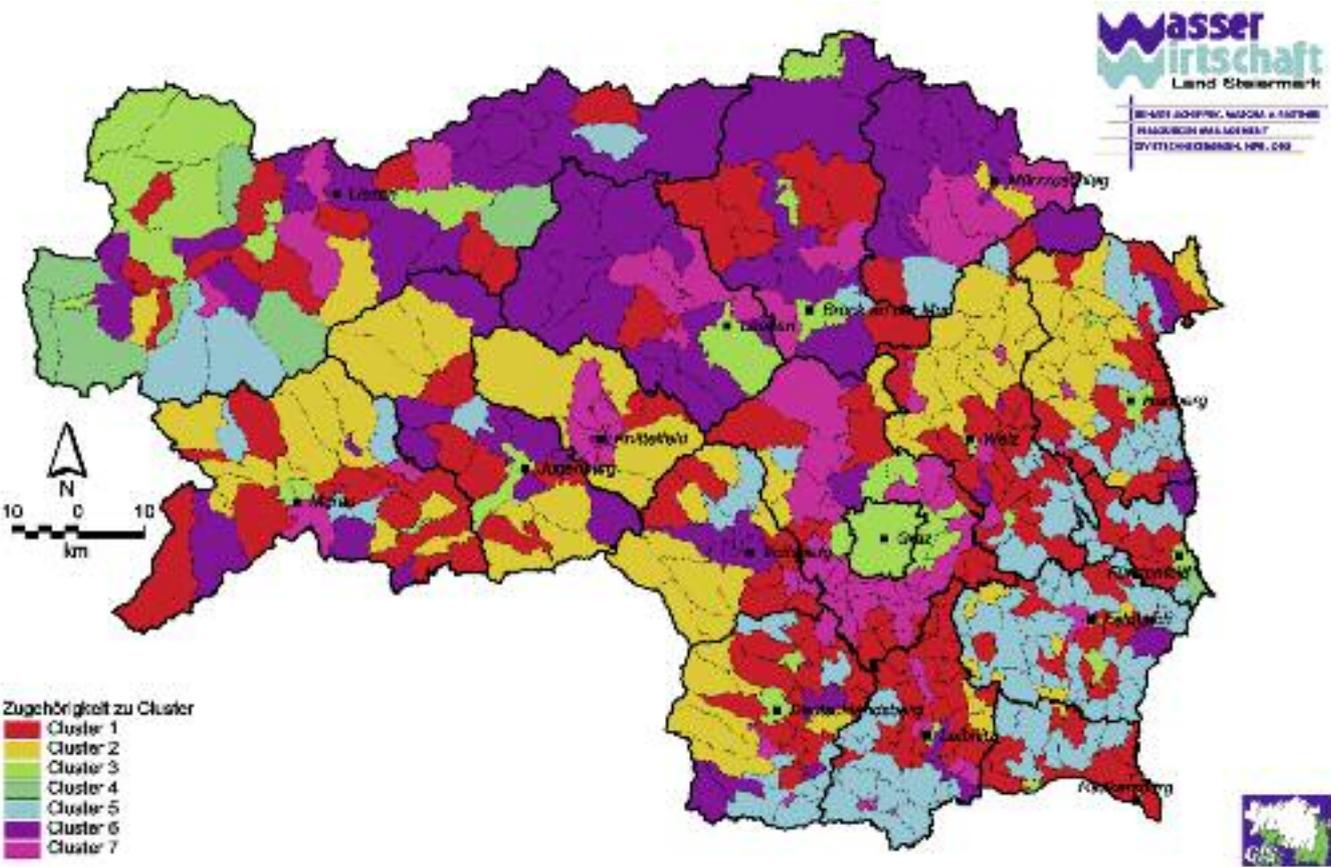
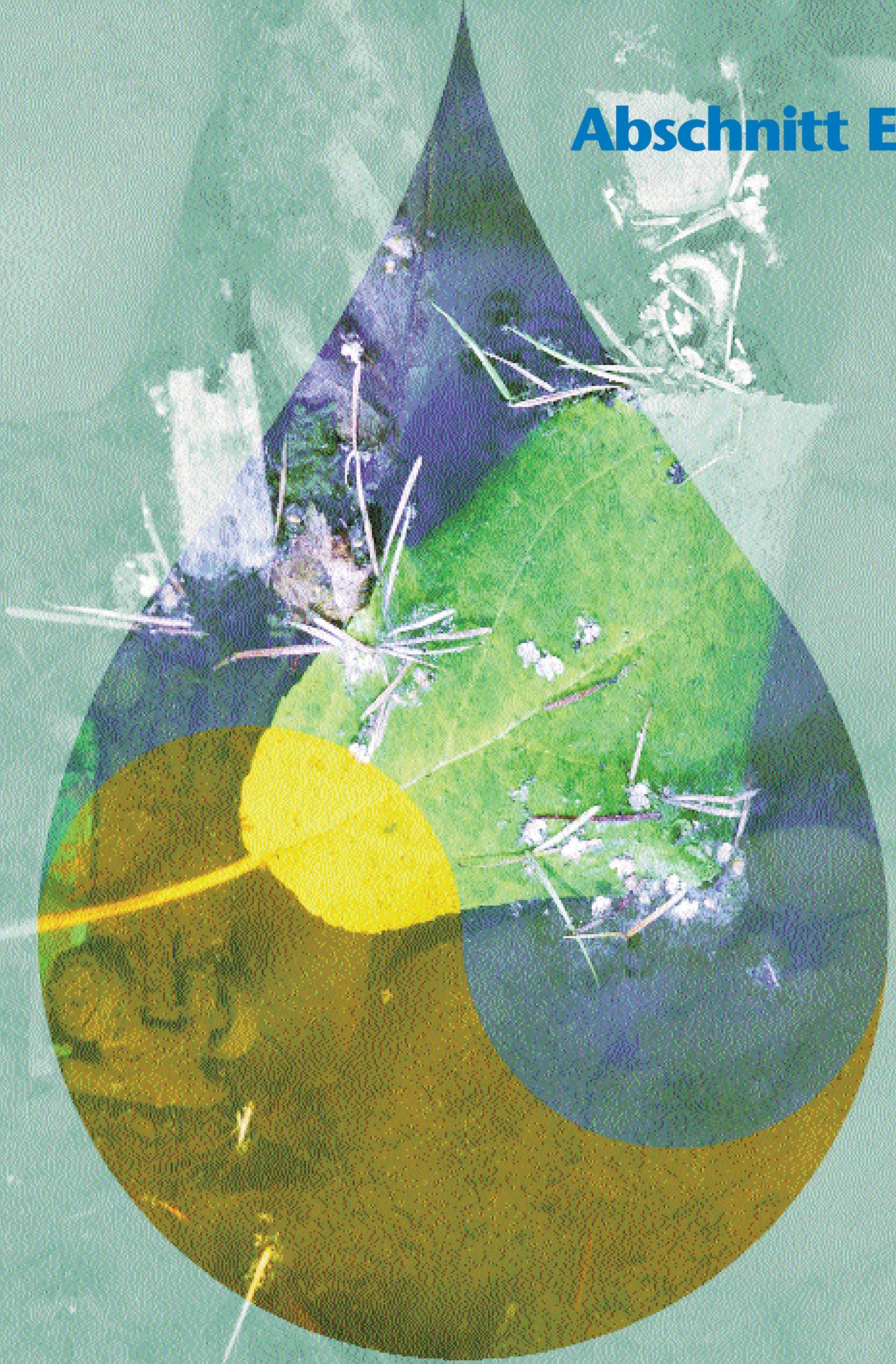


Abb 1-1: Clusterzugehörigkeit der Gemeinden

# Abschnitt E



	ABKÜRZUNGEN UND BEGRIFFSDEFINITION	195
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>195</b>
1.1	VERANLASSUNG DES PROJEKTES	195
1.2	ZIELSETZUNG	195
<b>2</b>	<b>Bestehende Wasserversorgungsanlagen</b>	<b>197</b>
2.1	OBERSTEIERMARK – RAUM KAPFENBERG, BRUCK A. D. MUR UND LEOBEN	197
2.1.1	Stadtwerke Leoben	197
2.1.2	Stadtwerke Bruck a. d. Mur	197
2.1.3	Stadtwerke Kapfenberg	198
2.2	ZENTRALRAUM GRAZ UND SÜDSTEIERMARK	198
2.2.1	Zentral - Wasserversorgung Hochschwab - Süd GmbH (ZWHS)	198
2.2.2	Grazer Stadtwerke AG	199
2.2.3	Wasserverband Schöckl Alpenquell	199
2.2.4	Wasserverband Grazerfeld Südost	200
2.2.5	Wasserverband Umland Graz	200
2.2.6	Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH (LFWV GmbH)	201
2.2.7	Wasserverband Leibnitzerfeld Süd	202
2.3	WESTSTEIERMARK	202
2.3.1	Wasserverband Steinberg	202
2.3.2	Wasserverband Weizberg-Jaritzberg	203
2.3.3	Wasserverband Söding – Lieboch	203
2.3.4	Wasserverband Köflach – Voitsberg	204
2.3.5	Wasserverband Lannach – St. Josef	204
2.3.6	Wasserverband Raum Reinischkogel	205
2.3.7	Wasserverband Staintal	205
2.3.8	Wasserverband Koralm	206
2.3.9	Wasserverband Eibiswald – Wies	206
2.4	OSTSTEIERMARK	208
2.4.1	Wasserverband Grenzland Süd-Ost	208
2.4.2	Wasserverband Safental und Stadtwerke Hartberg	209
2.4.3	Wasserverband Oberes Raabtal	209
2.4.4	Wasserverband Floing–Puch	210
2.4.5	Wasserverband Feistritzal	210

E1

E2

E3

E4

<b>3</b>	<b>Wasserbedarf und Dargebot</b>	<b>211</b>
3.1	WASSERNUTZUNG	211
3.1.1	Wassergewinnung	211
3.1.2	Wasserqualität	212
3.2	WASSERBEDARF	213
3.3	WASSERDARGEBOT	213
3.4	SCHLUSSFOLGERUNG	214

<b>4</b>	<b>Lösungsansätze</b>	<b>215</b>
4.1	NÖRDLICHE OSTSTEIERMARK	215
4.1.1	Transportleitung Graz – Gleisdorf – Hartberg	215
4.1.2	Regionale Verbindungsleitungen	218
4.2	WESTSTEIERMARK	220
4.2.1	Regionale Verbindungsleitungen	220
4.3	OBERSTEIERMARK	222
4.3.1	Transportleitung Leoben – Bruck a. d. Mur	222
4.3.2	Transportleitung Trofaiach - Leoben	222
4.4	ZUSAMMENFASSUNG	223
4.5	Verzeichnis der Wasserverbände und Gesellschaften	229

#### Figurenverzeichnis

Fig. 1:	Konsensmengen kommunaler Wassergewinnungsanlagen pro 1.000 Einwohner	224
Fig. 2:	Grad der öffentlichen Versorgung	225
Fig. 3:	Gegenüberstellung nativer und aufbereiteter Quell- und Grundwässer in der Steiermark	225
Fig. 4:	Übersichtslageplan Bereich – Nord	226
Fig. 6:	Legende	227
Fig. 5:	Übersichtslageplan Bereich – Süd	228–229

## ABKÜRZUNGEN UND BEGRIFFSDEFINITION

BEH	Behälterbauwerk (Hoch-, Tief-, Zwischen- oder Ausgleichsbehälter)
DEA	Druckerhöhungsanlage, Pumpwerk
DN	Rohrinnenweite, Angabe in Millimeter
EW	Einwohner
GIS	Geographisches Informationssystem
HA	Hausanschlüsse
Konsensmenge	wasserrechtlich bewilligte Maximalentnahmemenge in Liter pro Sekunde
LFVV GmbH	Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH
l/s	Liter pro Sekunde
l/EW*d	Liter pro Einwohner und Tag – Maßeinheit des spezifischen Wasserbedarfes
mm	Millimeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
m <sup>3</sup> /a	Kubikmeter pro Jahr
m <sup>3</sup> /d	Kubikmeter pro Tag
Q <sub>k</sub>	Konsensmenge, wasserrechtlich bewilligte Maximalentnahmemenge in Liter pro Sekunde
Q <sub>d,max</sub>	Maximaler Tagesbedarf, Wasserbedarf an verbrauchsreichen Tagen
Q <sub>min</sub>	Minimale Ergiebigkeit einer Wasserspende
Q <sub>spez.</sub>	Spezifischer Wasserbedarf oder Pro-Kopf-Verbrauch in Liter pro Einwohner und Tag
∑	Summe
ÜGS	Übergabeschacht
V	Behälterspeichervolumen im Kubikmetern [m <sup>3</sup> ]
Versorgungsgrad	Anschluss der Einwohner an eine öffentliche Wasserversorgung bezogen auf die Gesamteinwohnerzahl in Prozent
WV	Wasserverband
WVA	Wasserversorgungsanlage
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WV GSO	Wasserverband Grenzland Südost
ZWHS	Zentral - Wasserversorgung Hochschwab - Süd GmbH

## Einleitung

Schon in den 70er und 80er Jahren erkannte das Land Steiermark die Notwendigkeit einer großräumigen Betrachtung der Wasserversorgung in der Steiermark. Nach zahlreichen "Detailstudien" über die wasserversorgungswirtschaftliche Planung in der Weststeiermark, der Südoststeiermark sowie im Grazer Raum wurde erstmals 1982 ein "Wasserverbundmodell" für die gesamte Steiermark ausgearbeitet. Primäres Ziel der Arbeit von 1982 war es, ein Konzept für die technischen Maßnahmen zu erstellen, welche zur Ein- und Durchleitung des Wassers aus dem Bereich des Hochschwabs in die Verbände der West-, Ost- und Südsteiermark notwendig sind. Der WASSERVERSORGUNGSPLAN STEIERMARK stellt eine Überarbeitung der Ideen und Konzepte von 1982 auf Basis der geänderten Situation fast 20 Jahre später dar.

Vergleicht man den Stand der Versorgungsanlagen, insbesondere jenen des Leitungsnetzes, von 1983 mit jenem von 2000, so wird eine Zunahme von regionalen Transportleitungen deutlich. Bei genauerer Betrachtung ist allerdings auch erkennbar, dass die Leitungen meist an den Grenzen der Versorgungsgebiete der einzelnen Verbände enden. Ein "überregionaler" Wassertransport zwischen Verbänden ist nur bei einigen wenigen Verbänden gegeben und wird meist zur Abdeckung des Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen genutzt.

Mit Hilfe des GIS ArcView® wurden die bestehenden Versorgungsanlagen der Wasserverbände und einzelner Städte erhoben und dargestellt. Neben der geografischen Lage von Transportleitungen, Brunnen bzw. Quellen, Behältern, Pump- und Übergabestationen werden im GIS auch die wesentlichen Kenndaten (Attribute) der Versorgungsanlagen wie z.B. Konsensmengen, Speichervolumen oder geodätische Höhen gespeichert und verwaltet.

Für eine Analyse der Versorgungssicherheit unter Berücksichtigung der zukünftigen Bedarfssituation wurden die Ergebnisse der Fragebogenaktion 1996 (siehe Abschnitt C) sowie des Bedarfsprognosemodells (siehe Abschnitt D) im GIS analysiert, um den zukünftigen Bedarf für Erweiterungen der Wasserversorgungsunternehmen abzuschätzen. Die Studie über das vorhandene Wasserdargebot der Steiermark (siehe Abschnitt B) gibt Aufschluss über die Verteilung der Wasserreserven für die zukünftige Nutzung als Trinkwasser.

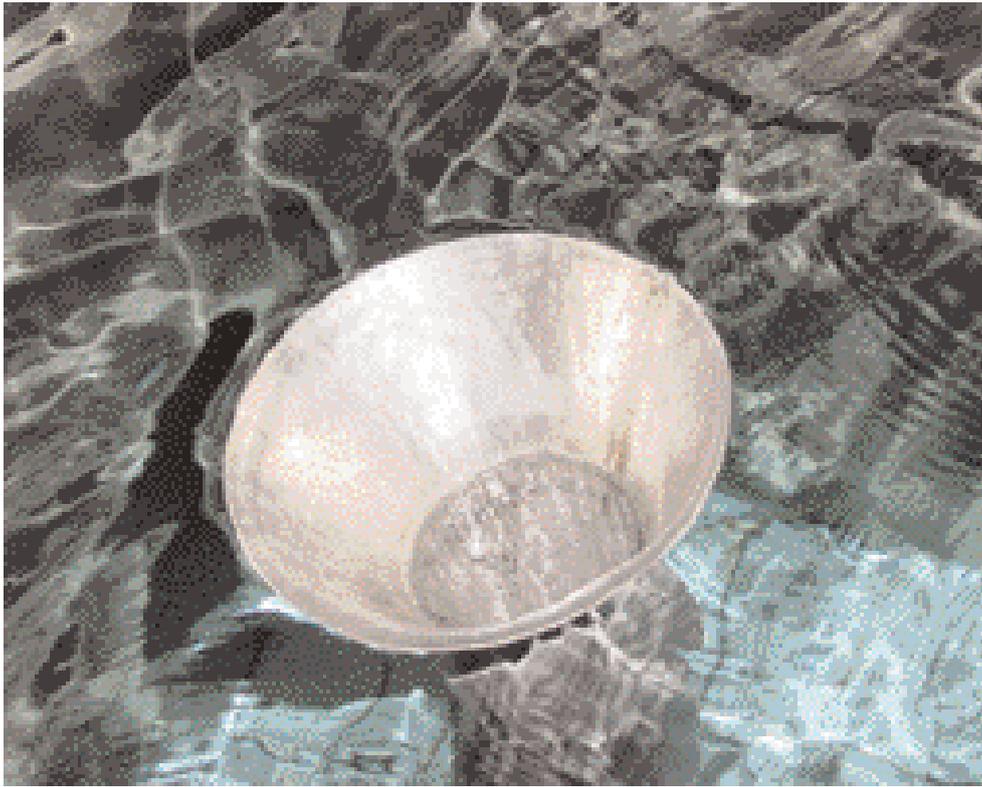
Eine gemeinsame Betrachtung der bestehenden Anlagen, des zukünftigen Bedarfes sowie des Wasserdargebotes dient schlussendlich als Entscheidungsgrundlage für die Errichtung von zukünftigen Wasserversorgungsanlagen. Entsprechende Vorschläge für die Errichtung von Transportleitungen, Wassergewinnungsanlagen und Behältern wurden insbesondere unter dem Aspekt einer überregionalen Nutzung der Ressource Wasser vorgenommen.

### 1.1

#### Veranlassung des Projektes

### 1.2

#### Zielsetzung



*Wasserversorgungsanlage Gemeinde Schöder: Überlauftrichter in der Quellsammelstube  
(Bildquelle: © Büro Kaiser, 2001)*

## Bestehende Wasserversorgungsanlagen

In Kapitel 2 werden die Kenndaten und die Versorgungsanlagen der einzelnen Wasserversorgungsunternehmen der Steiermark angeführt.

### ● Eckdaten

Versorgte Einwohner	28.441 EW	2.624 HA
Versorgungsgrad durch WWU	87 %	
Wasserförderung	3.750.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 119 l/s
Quellen	19	ΣQ <sub>k</sub> ≅ 10 l/s
Brunnen	8	ΣQ <sub>k</sub> ≅ 480 l/s
Behälter	7	ΣV = 9.560 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Die Stadt Leoben hat mit den 3 Brunnenanlagen und den Quellfassungen ein mehr als ausreichendes Wasserdargebot von nahezu 500 l/s. Dem gegenüber steht ein maximaler Tagesbedarf von etwa 110 l/s (≅ 9500 m<sup>3</sup>/d). Die Wasserreserven sind groß genug um auch bei einem Ausfall des Wasserwerkes Winkl die Versorgung aufrecht erhalten zu können.

### ● Eckdaten

Versorgte Einwohner	14.795 EW	1.936 HA
Versorgungsgrad durch WWU	95 %	
Wasserförderung	820.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 26 l/s
Fremdbezug	337.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 10 l/s
Brunnen	2	ΣQ <sub>k</sub> ≅ 160 l/s
Wasserbezugsrechte	ZWHS	10 l/s
Behälter	6	ΣV = 5.180 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Die Versorgungssicherheit der Stadtwerke Bruck a. d. Mur ist aufgrund der eigenen Wassergewinnungsanlagen sowie durch eine Verbindungsleitung zur Zentral-Wasserversorgung Hochschwab - Süd GmbH bzw. zur Stadt Kapfenberg sehr hoch. Bei einem derzeit mittleren Wasserbedarf von 35 l/s sind die erschlossenen Wasserressourcen nur zu ca. 20 % genutzt. Der Wasserbezug von der ZWHS GmbH wird derzeit mit 10 l/s voll ausgeschöpft.

## 2.1

### Obersteiermark – Raum Kapfenberg, Bruck a. d. Mur und Leoben

#### 2.1.1

##### Stadtwerke Leoben

#### 2.1.2

##### Stadtwerke Bruck a. d. Mur

### ● Eckdaten

Versorgte Einwohner	24.000 EW	3.548 HA
Versorgungsgrad durch WWU	93 %	
Wasserförderung	1.800.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 57 l/s
Fremdbezug	500.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 16 l/s
Brunnen	2	ΣQ <sub>k</sub> ≅ 156 l/s
Wasserbezugsrechte	ZWHS	15 l/s
Behälter	8	ΣV = 5.630 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Ähnlich wie die Stadt Bruck weist Kapfenberg einen sehr hohen öffentlichen Versorgungsgrad sowie eine hohe Versorgungssicherheit auf. Im Falle eines Ausfalls der eigenen Gewinnungsanlagen kann die Versorgung der Bevölkerung durch Wasserbezug von Bruck a. d. Mur sowie von der ZWHS GmbH aufrecht erhalten werden.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	12	4
<b>Wasserabgabe an:</b>	<b>Jahreslieferung</b>	<b>Wasserbezugsrecht</b>
Grazer Stadtwerke AG	5.200.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 166 l/s
Bruck a. d. Mur	337.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 10 l/s
Kapfenberg	500.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 15 l/s
Pernegg	5.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 1 l/s
Frohnleiten	-	≅ 1 l/s
Wasserförderung	6.010.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 190 l/s
Brunnen	2	ΣQ <sub>k</sub> = 200 l/s
Behälter	2	ΣQ = 6.000 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Die ZWHS wurde als Kapitalgesellschaft 1981 gegründet. In einer 67,5 Kilometer langen Transportleitung wird Hochschwabwasser, welches aus dem Sedimentkörper des Ilgener Tales gewonnen wird, bis zum Wasserwerk Friesach transportiert. Die Leitung hat bis St. Katharein a. d. Laming einen Durchmesser DN 500 und im weiteren Verlauf bis zur Übergabestelle Friesach einen Durchmesser DN 700. Derzeit werden aus den Vertikalfilterbrunnen I+II (Moarhof) bis zu 200 l/s gewonnen. Die Kapazität der Transportleitung ist allerdings mit ca. 800 l/s wesentlich höher.

Neben der Transportleitung St. Ilgen – Friesach betreibt die ZWHS noch eine Leitung zwischen Arndorf und Kapfenberg. Die Transportleitung DN 500 bzw. DN 400 beginnt beim Dürrnbergstollen, führt auf einer Länge von ca. 10 km Richtung Osten und endet in Kapfenberg im Hochbehälter Paarsiedlung.

## 2.1.3

### Stadtwerke Kapfenberg

## 2.2

### Zentralraum Graz und Südsteiermark

## 2.2.1

### Zentral - Wasserversorgung Hochschwab - Süd GmbH (ZWHS)

### ● Eckdaten

Versorgte Einwohner	230.000 EW	
Versorgungsgrad durch WWU	95%	
Wasserförderung	12.000.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 380 l/s
Fremdbezug	5.200.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 165 l/s
Wasserwerke	3	$\Sigma Q_k = 1.470$ l/s
Wasserbezugsrechte	ZWHS	≅ 166 l/s
	WW Umland Graz	65,61 l/s
Behälter	19	$\Sigma V = 34.000$ m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Seit 1993 steht der Grazer Stadtwerke AG neben dem Trinkwasser aus den eigenen Gewinnungsanlagen der Wasserwerke Friesach, Andritz und Feldkirchen auch Wasser der beiden Brunnen der ZWHS zur Verfügung. Die Summe der Konsensmengen (ausgenommen jene des Wasserwerkes Feldkirchen, welches zur Zeit nur zur Notversorgung dient) beträgt 1.215 l/s. Die Trinkwasserreserven der Stadt Graz liegen demnach selbst an verbrauchsreichen Tagen mit einem Bedarf von 725 l/s in der Höhe von etwa 500 l/s.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	4	3
Versorgte Einwohner	4.000 EW	1.052 HA
Versorgungsgrad durch WWU	58 %	
Wasserförderung	290.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 9,2 l/s
Fremdbezug	2.500 m <sup>3</sup> /a	≅ 0,1 l/s
Quellen	36	$\Sigma Q_k = 73,8$ l/s
Behälter	5	$\Sigma V = 1.760$ m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Bei einer jährlichen Netzeinspeisung von 290.000 m<sup>3</sup> errechnet sich ein mittlerer Pro-Kopf-Verbrauch von knapp 200 l/EW.d der 4000 versorgten Einwohner. Zur Deckung des maximalen Tagesbedarfes von 1.200 m<sup>3</sup>/d (≅ 13,9 l/s) steht mit der bewilligten Gesamtkonsensmenge der 12 Quellen somit mehr als die 5-fache Wassermenge zur Verfügung. Selbst bei einer Versorgung aller Einwohner in den Gemeinden Kumberg, Weinitzen, Purgstall b. Eggersdorf und St. Radegund b. Graz hat der Wasserverband ausreichende Wasserreserven.

## 2.2.2

### Grazer Stadtwerke AG

## 2.2.3

### Wasserverband Schöckl Alpenquell

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	7	7
Versorgte Einwohner	13.520 EW	3.863 HA
Versorgungsgrad durch WWU	81 %	
Wasserförderung	750.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 24 l/s
Fremdbezug	160.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 5 l/s
Brunnen	2	ΣQ <sub>k</sub> = 32 l/s
Wasserbezugsrechte	WV Umland Graz	15,8 l/s
Behälter	8	ΣV = 5.600 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Das Netz der Transportleitungen DN 250 sowie DN 200 des Wasserverbandes Grazerfeld Südost erschließt die Ortsnetze der Mitgliedsgemeinden. Verbindungen zu anderen Verbänden bzw. Gemeinden liegen am Ende des Netzes in Fernitz (Übergabeschacht WV Umland Graz) sowie in der Gemeinde Hart b. Graz. Berechnet man den maximalen Tagesverbrauch mit einem spezifischen Verbrauch von  $Q_{s,max} = 250 \text{ l/EW} \cdot d$ , so ergibt sich ein Spitzentagesbedarf von etwa 40 l/s. Dieser Spitzenbedarf wird durch Wasserbezug vom WV Umland Graz gedeckt. Das Wasserbezugsrecht liegt bei  $Q = 15,8 \text{ l/s}$  und ist derzeit ausreichend den zusätzlichen Bedarf an Spitzentagen abzudecken.

Durch die steigende Zahl der Anschlüsse im Verbandsgebiet könnte der erhöhte Bedarf zukünftig durch einen höheren Wasserbezug vom WV Umland Graz gedeckt werden, vorausgesetzt, dass das Bezugskontingent aufgestockt werden kann.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	13	10
Versorgte Einwohner	keine direkt vers. EW	
Versorgungsgrad durch WWU	60 %	
Wasserförderung	830.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 26,3 l/s
Brunnen	3	ΣQ <sub>k</sub> = 100 l/s
Behälter	1	ΣV = 5.000 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband betreibt ein ca. 50 km langes Netz von Transportleitungen mit den Durchmessern DN 400, DN 250 und DN 200. Das Leitungsnetz des Wasserverbandes Umland Graz hat Verbindungsleitungen

- zur Grazer Stadtwerke AG (über HB Seiersberg DN 400),
- zum WV Lannach – St. Josef (über Weinzettl DN 200 bzw. über Tobisegg DN 200),
- zum WV Staintal (über Lannach bis Stainz DN 200),
- zur Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH (ab Werndorf DN 300)
- sowie zum WV Grazerfeld Südost (zwischen Kalsdorf und Fernitz DN 250).

## 2.2.4

### Wasserverband Grazerfeld Südost

## 2.2.5

### Wasserverband Umland Graz

1995 wurden im Mittel etwa 26 l/s aus den Vertikalfilterbrunnen Kalsdorf gewonnen, an verbrauchsreichen Tagen bis zu 53 l/s. Durch die starke Entwicklung in den Mitgliedsgemeinden ist in den letzten Jahren der Wasserbedarf gestiegen. Da die Grazer Stadtwerke ihr Wasserbezugsrecht von 65 l/s nicht nutzen, wäre eine Umschichtung dieser Konsensmengen an die übrigen Mitglieder des Wasserverbandes sinnvoll. Durch die geografisch günstige Lage südlich von Graz könnte der Wasserverband zukünftig als Drehscheibe für eine Verteilung von Trinkwasser im südlichen Teil der Steiermark fungieren. Insbesondere eine Wasserabgabe in die West-, Süd- und Oststeiermark (über die Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH) wäre möglich.

Durch die bereits fertiggestellte Transportleitung in der Tunnelröhre des Plabutschunnels könnte zukünftig auch Wasser aus dem obersteirischen Raum auf direktem Wege in die Region südlich von Graz gebracht werden.

## 2.2.6

## Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH (LFWV GmbH)

## ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	36
Versorgte Einwohner	direkt <sup>1</sup> 17.915 EW	
	indirekt <sup>2</sup> 16.999 EW	3.585 HA
Versorgungsgrad durch WVU	60 %	
Wasserförderung	1.900.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 60 l/s
Brunnen	10	ΣQ <sub>k</sub> = 150 l/s
Behälter	32	ΣV = 9.600 m <sup>3</sup>

## ● Analyse des IST-Zustandes

Die Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH betreibt mit 950 km das längste Leitungsnetz der steirischen Wasserversorgungsunternehmen. Die Länge des Transportleitungsnetzes beträgt ca. 150 km. Das Unternehmen versorgt in 5 Gemeinden ca. 18.000 EW und beliefert derzeit weitere 29 Gemeinden mit Trinkwasser.

1995 wurden etwa 36.000 Einwohner (60 %) direkt bzw. indirekt durch die Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH versorgt. Die Gesamtabgabe von 1999 ist mit 1.980.000 m<sup>3</sup>/a gegenüber 1995 in etwa gleich geblieben. An verbrauchsreichen Tagen mussten in den letzten Jahren allerdings bis zu 150 l/s in das Versorgungsnetz gespeist werden.

Das Versorgungsunternehmen hat Verbindungsleitungen zu den Wasserverbänden Umland Graz, Leibnitzerfeld Süd sowie Grenzland Südost. Im Bereich der Gemeinden Pistorf bzw. Preding könnten Transportleitungen zu den Wasserverbänden Eibiswald-Wies bzw. Stainztal errichtet werden, um die Versorgungssicherheit dieser Verbände bzw. der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH (Versorgungsbereich West) zu erhöhen.

<sup>1</sup> Die Versorgung der Endabnehmer erfolgt durch die Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH

<sup>2</sup> Die Versorgung der Endabnehmer erfolgt durch die jeweilige Gemeinde, welche von der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH beliefert wird.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	7	8
Versorgungsgrad durch WVU	keine direkt vers. EW	
Versorgungsgrad	64 %	
Wasserförderung	520.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 16,5 l/s
Brunnen	3	ΣQ <sub>K</sub> = 25 l/s
Wasserbezugsrechte	LFWW GmbH	8 l/s
Behälter	6	ΣV = 950 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Der mittlere Tagesbedarf des Wasserverbandes lag zwischen 1991 und 1995 bei etwa 1.400 m<sup>3</sup>/d der maximale Tagesbedarf bei etwa 1.950 m<sup>3</sup>/d. Da die maximalen Konsensmengen der Gewinnungsanlagen mit 25 l/s (≅ 2.160 m<sup>3</sup>/d) den maximalen Tagesbedarf nur knapp decken, verfügt der Verband über eine Verbindung zur Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH, um im Bedarfsfall Fremdwasser beziehen zu können. Das derzeitige Wasserbezugsrecht von der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH liegt bei 8 l/s.

Zwischen 1991 und 1995 kam es in den Gemeinden Ehrenhausen, Berghausen und Ratsch zu Versorgungsengpässen. Die Ursachen lagen in technischen Gebrechen, steigenden Endabnehmerzahlen, bei Problemen in der Wasserqualität sowie im Rückgang der Ergiebigkeit von Wassergewinnungsanlagen.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	5	5
Versorgte Einwohner	3.500 EW	1.002 HA
Versorgungsgrad durch WVU	40%	(gesamt 71%)
Wasserförderung	130.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 4,12 l/s
Fremdbezug	500 m <sup>3</sup> /a	≅ 0,02 l/s
Quellen	2	ΣQ <sub>K</sub> = 3,5 l/s
Arteser	2	ΣQ <sub>K</sub> = 16 l/s
Wasserbezugsrechte	Grazer Stadtwerke AG	4 l/s
Behälter	2	ΣV = 600 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband gewinnt sein Trinkwasser im Wesentlichen aus dem 1983 errichteten Vertikalfilterbrunnen in Rohrbach, welcher aus einer Tiefe von 130 m artesisches Wasser zu Tage bringt. 40 % der Einwohner der 5 Mitgliedsgemeinden werden vom Wasserverband versorgt. Der tatsächliche Versorgungsgrad in den Gemeinden liegt aber zwischen 60 und 85 %, da Teile der Gemeinden Hitzendorf und Attendorf vom Wasserverband Söding-Lieboch bzw. Teile der Gemeinde St. Oswald b. Plankenwarth vom Wasserverband Weizberg-Jaritzberg versorgt werden. An verbrauchsreichen Tagen wurden 1995 ca. 8 l/s über das Leitungsnetz des Wasserverbandes an mehr als 1.000 Hausanschlüsse abgegeben. Aufgrund der geringen Reserven wurden 1996 die Ritz-Dulnigquelle mit einer Konsensmenge von 2,5 l/s und 2000 der Arteser Rohrbach 2 mit einer Konsensmenge von 8 l/s in Betrieb genommen. Zur Not-

## 2.2.7

### Wasserverband Leibnitzerfeld Süd

## 2.3

### Weststeiermark

## 2.3.1

### Wasserverband Steinberg

wasserversorgung stehen dem Wasserverband 4 l/s von der Grazer Stadtwerke AG (Verbindungsleitung DN 200 bzw. DN 300) zur Verfügung. Eine Verbindung zum Wasserverband Söding-Lieboch besteht über das Ortsnetz von Hitzendorf.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	3
Versorgte Einwohner	990 EW	330 HA
Versorgungsgrad durch WWU	32 %	(gesamt 56 %)
Wasserförderung	50.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 1,6 l/s
Quellen	9	$\Sigma Q_k = 3,6 \text{ l/s}$
Brunnen	1	$\Sigma Q_k = 2 \text{ l/s}$
Behälter	2	$\Sigma V = 300 \text{ m}^3$

#### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband versorgt die Gemeinden Stiwoll und St. Bartholomä sowie einen Teil der Gemeinde St. Oswald b. Plankenwarth. Mit ca. 1.000 versorgten Einwohnern zählt er zu den kleinsten Wasserverbänden in der Steiermark. Versorgungsengpässe in Stiwoll sowie in St. Bartholomä traten infolge von Rückgängen der Ergiebigkeiten von Quellen bzw. Brunnen auf.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	9	9
Versorgte Einwohner	15.502 EW	3.448 HA
Versorgungsgrad durch WWU	75 %	
Wasserförderung	450.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 14,3 l/s
Fremdbezug	110.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 3,5 l/s
Quellen	31	$\Sigma Q_k \approx 22 \text{ l/s}$
Brunnen	1	$\Sigma Q_k = 10 \text{ l/s}$
Wasserbezugsrecht	WW Köflach - Voitsberg	20 l/s
Behälter	7	$\Sigma V = 5.000 \text{ m}^3$

#### ● Analyse des IST-Zustandes

Bei einem spezifischen Wasserbedarf von 150 l/EW\*d ergibt sich ein maximaler Tagesbedarf von etwa 40 l/s. Dieser kann nur durch zusätzlichen Fremdbezug vom Wasserverband Köflach – Voitsberg gedeckt werden.

#### 2.3.2

##### Wasserverband Weizberg-Jaritzberg

#### 2.3.3

##### Wasserverband Söding – Lieboch

## 2.3.4

## Wasserverband Köflach – Voitsberg

## ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	4	4
Versorgte Einwohner	25.000 EW	9.918 HA
Versorgungsgrad durch WWU	87 %	
Wasserförderung	900.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 28,5 l/s
Quellen	4	ΣQ <sub>k</sub> = 40 l/s
Brunnen	4	ΣQ <sub>k</sub> = 96 l/s
Behälter	2	ΣV = 2.060 m <sup>3</sup>

## ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband beliefert über rund 10.000 Hausanschlüsse etwa 25.000 Einwohner in den Gemeinden Köflach, Voitsberg, Maria Lankowitz und Rosental. Der maximale Tagesbedarf zwischen 1991 und 1995 lag bei 4.900 m<sup>3</sup>/d, das entspricht einer Menge von ca. 57 l/s. Die Gesamtkonsensmenge der Wassergewinnungsanlagen des Verbandes und der Gemeinden liegt bei ca. 200 l/s und bietet eine ausreichende Reserve, um die Wasserversorgung auch bei Ausfall einzelner Gewinnungsanlagen zu gewährleisten.

Trotz dieser großen Reserven gab es zwischen 1991 und 1995 Versorgungsengpässe in den Gemeinden Maria Lankowitz (neue Versorgungsgebiete und steigende Zahl der Endabnehmer), Rosental (steigende Zahl der Endabnehmer) und Bärnbach (neue Versorgungsgebiete, steigende Zahl der Endabnehmer, Rückgang der Ergiebigkeit von Gewinnungsanlagen sowie technische Gebrechen).

Über eine Verbindungsleitung DN 200 wird der Wasserverband Söding–Lieboch je nach Bedarf mit 100.000 bis 200.000 m<sup>3</sup>/a (≅ 3 - 6,5 l/s) beliefert. Die maximale Abgabemenge ist mit 20 l/s festgelegt.

## 2.3.5

## Wasserverband Lannach – St. Josef

## ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	3
Versorgte Einwohner	5.000 EW	1.241 HA
Versorgungsgrad durch WWU	94 %	
Wasserförderung	160.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 5,1 l/s
Fremdbezug	50.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 1,6 l/s
Brunnen	4	ΣQ <sub>k</sub> = 10,7 l/s
Wasserbezugsrechte	WV Umland Graz	Q <sub>k</sub> = 2,43 l/s
Behälter	3	ΣV = 1.150 m <sup>3</sup>

## ● Analyse des IST-Zustandes

Dem Wasserverband stehen aus den 4 Vertikalfilterbrunnen insgesamt 10,7 l/s zur Verfügung. Zusätzlich bezieht der Verband Wasser vom benachbarten Wasserverband Umland Graz. Das Wasserbezugsrecht liegt derzeit bei 2,4 l/s. Die daraus resultierende Jahresmenge von 75.000 m<sup>3</sup>/a wird etwa zu 2/3 genutzt. Berechnet man den maximalen Tagesbedarf auf Basis eines spezifischen Wasserbedarfes von 130 l/EW.d, so erhält man ein Q<sub>d,max</sub> von 11,3 l/s. Betrachtet man das vorhandene Wasserdargebot (Eigengewinnung plus Fremdbezug) von 13,1 l/s so sind die Reserven mit 1,8 l/s relativ gering. Gründe für Versor-

gungseingänge in der Gemeinde Lannach waren technische Gebrechen bzw. die steigende Zahl von Endabnehmern.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	3
Versorgte Einwohner	3.000 EW	900 HA
Versorgungsgrad durch WVU	85 %	
Wasserförderung	140.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 4,4 l/s
Quellen	9	ΣQ <sub>k</sub> = 6 l/s

#### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband Raum Reinischkogel gewinnt jährlich ca. 140.000 m<sup>3</sup> Wasser aus den Quellen beim Aibelwirt am Westhang des Schusterkogels und verteilt das Wasser über eine ca. 14 km lange Transportleitung zu 50 % an die Gemeinde St. Stefan o. Stainz, zu 40 % an die Wassergenossenschaft Stierhämmer und zu 10 % an die Wassergenossenschaft Gundersdorf. Der Verband betreibt keine eigenen Speichieranlagen. Ein maximaler Tagesbedarf von 600 m<sup>3</sup>/d (≅ 6,9 l/s) kann nicht durch die verbandseigenen Quellen gedeckt werden. Zwischen 1991 und 1995 traten in allen 3 Gemeinden Versorgungsengpässe auf. Unter anderem lag die Ursache im Rückgang der Quellschüttungen. Laut Aussagen des Verbandes werden daher neue Wassergewinnungsmöglichkeiten gesucht. Ebenso wäre ein Fremdbezug vom Wasserverband Umland Graz über die Transportleitung DN 200 von Dobl nach Stainz denkbar. Hierfür müsste eine Verbindungsleitung zwischen St. Stefan o. Stainz und Gerorgsberg errichtet werden.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	6	6
Versorgte Einwohner	8.000 EW	1.595 HA
Versorgungsgrad durch WVU	70%	
Wasserförderung	220.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 7 l/s
Quellen	52	ΣQ <sub>k</sub> = 18,4 l/s
Wasserbezugsrechte	WV Umland Graz	6,08 l/s
Behälter	4	ΣV = 2.480 m <sup>3</sup>

#### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband bezieht durchschnittlich 7 l/s Wasser aus insgesamt 52 Quellen im Bereich des Rosenkogels und deckt somit einen jährlichen Bedarf von ca. 220.000 m<sup>3</sup> zur Gänze aus Quellwasser. Für die Verteilung der Wassermengen im Versorgungsgebiet betreibt der Verband ein Netz aus Transportleitungen mit einer Länge von ca. 85 km. Die Speicherung erfolgt in 4 Behältern mit einem Gesamtvolumen von 2.480 m<sup>3</sup>. Aufgrund der Schüttungsschwankungen der Quellen (Jahresschüttungen zwischen 370.000 m<sup>3</sup>/a und 690.000 m<sup>3</sup>/a) sowie aufgrund aufgetretener Versorgungsengpässe in den Gemeinden Stainz und Unterbergla wurde eine Versorgungsleitung DN 200 zwischen

#### 2.3.6

##### Wasserverband Raum Reinischkogel

#### 2.3.7

##### Wasserverband Staintal

Weinzettl (Gemeinde Dobl) und Stainz in den Jahren 1999-2000 errichtet. Die ca. 14 km lange Leitung führt durch die Gemeinden Lannach, Georgsberg und Stainz und ging Ende des Jahres 2001 in Betrieb. Sie wird zur Notwasserversorgung betrieben, wobei aus hygienischen Gründen ein dauerhafter Durchfluss von 0,5 bis 1 l/s aufrechterhalten wird. Bei Versorgungsengpässen sollen zukünftig bis zu 15 l/s vom Wasserverband Umland Graz bezogen werden können, wobei das Wasserbezugsrecht mit einer Jahresmenge von ca. 200.000 m<sup>3</sup> ( $\approx 6$  l/s) begrenzt ist.

Zusätzliche Anschlüsse an die neue Transportleitung wären für die Gemeinden Mooskirchen, Lannach und St. Stefan ob Stainz denkbar.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	3
Versorgte Einwohner	10.350 EW	2.750 HA
Versorgungsgrad durch WWU	93 %	
Wasserförderung	710.000 m <sup>3</sup> /a	$\approx 22,5$ l/s
Quellen	28	$\Sigma Q_k \approx 40,1$ l/s
Wasserbezugsrecht	WV Staintal	5 l/s
Behälter	3	$\Sigma V = 5.550$ m <sup>3</sup>

#### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband gewinnt sein Trinkwasser aus 28 Quellen auf der Koralpe am Fuße der Brandhöhe bzw. des Großen Speikkogels und transportiert es in einer ca. 17 km langen Leitung DN 250 in das Hauptversorgungsgebiet Deutschlandsberg. Mit einer Gesamtkonsensmenge der Quellen von 40 l/s verbleiben dem Wasserverband an verbrauchsreichen Tagen ( $Q_d$ , max  $\approx 2.800$  m<sup>3</sup>/d = 32,3 l/s) ca. 8 l/s. Stellt man allerdings den maximalen Tagesverbrauch den minimalen Quellschüttungen gegenüber, so sind mehr oder weniger keine Reserven mehr vorhanden. Der Wasserverband hat über die Gemeinde Frauental eine Verbindungsleitung zum Wasserverband Staintal mit einem Wasserbezugsrecht von 5 l/s.

#### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	9	12
Versorgte Einwohner	12.000 EW	2.713 HA
Versorgungsgrad durch WWU	61 %	
Wasserförderung	560.000 m <sup>3</sup> /a	$\approx 17,6$ l/s
Quellen	45	$\Sigma Q_k = 41,3$ l/s
Brunnen	1	$\Sigma Q_k = 2,2$ l/s
Behälter	9	$\Sigma V = 4.000$ m <sup>3</sup>

### 2.3.8

#### Wasserverband Koralpe

### 2.3.9

#### Wasserverband Eibiswald – Wies

### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband gewinnt sein Trinkwasser hauptsächlich aus Quellen. Zu den wesentlichen Gewinnungsanlagen zählen das Quellgebiet Hadernigg mit einer durchschnittlichen Entnahme von ca. 15 l/s sowie die Quelle Diepolt mit einer mittleren Schüttung von ca. 21 l/s. Weitere Quellen werden zur Zeit in Krumbach (17 l/s) gefasst, um die zukünftige Versorgung der Verbandsgemeinden sicherzustellen.

Das Netz der Transportleitungen (DN 80 – DN 200) verbindet auf einer Länge von ca. 120 km die Quellgebiete mit den 12 zu versorgenden Gemeinden. Die Wasserspeicherung erfolgt über insgesamt 9 Behälter mit einem Gesamtvolumen von 4.000 m<sup>3</sup>.

Laut Umfrage von 1996 traten in den Gemeinden Eibiswald, Oberhaag, Wernersdorf und Limberg b. Wies aufgrund von Rückgängen der Ergiebigkeit von Quellen sowie aufgrund neuer Anschlüsse Versorgungsengpässe auf. Durch die Erschließung der neuen Quellen in Krumbach sowie die Errichtung eines neuen Hochbehälters mit einem Volumen von 1.500m<sup>3</sup> in Striegel dürften diese Engpässe weitgehend kompensiert werden.

Zwischen St. Martin im Sulmtal und Unterbergla könnte zum Wasserverband Stainztal eine ein Kilometer lange Verbindungsleitung die vorhandene Lücke zwischen den beiden Verbänden schließen. Eine Verbindung zwischen Gleinstätten bzw. Pistorf und Kitzeck i. Sausal zur Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH könnte eine Notversorgung bei Ausfall eigener Gewinnungsanlagen gewährleisten. Laut Aussagen des Geschäftsführers sind die Verbindungen zum Wasserverband Stainztal bzw. zur Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH aufgrund der ausreichenden Reserven zur Zeit nicht in Planung.

Die Gemeinden Schwanberg (2.163 EW), Hollenegg (2.160 EW) und St. Peter im Sulmtal (1.262 EW) werden derzeit über gemeindeeigene Wasserversorgungsanlagen versorgt. Alle 3 Gemeinden hatten allerdings in den letzten Jahren Versorgungsengpässe zu verzeichnen. Auch wenn der Wasserverband Eibiswald-Wies derzeit eine Erweiterung seines Versorgungsgebietes ausschließen will, ist dennoch ein Netzzusammenschluss für eine Notversorgung anzustreben.

### ● Eckdaten<sup>3</sup>

Mitglieder / versorgte Gem.	72	70
Versorgte Einwohner	ca. 50.000 EW	
Versorgungsgrad durch WVU	ca. 50 %	
Wasserförderung	1.530.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 48,5 l/s
Fremdbezug	170.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 5,4 l/s
Arteser	5	ΣQ <sub>k</sub> = 23,3 l/s
Brunnen	4	ΣQ <sub>k</sub> = 55 l/s
Wasserbezugsrechte <sup>1</sup>	LFWV GmbH	40 l/s
	Feldbach	~ 3 l/s
	Nestelbach i. Ilztal	1 l/s
Behälter	8	ΣV = 9.150 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Der Wasserverband Grenzland Südost verzeichnete in den letzten Jahren eine jährliche Steigerung des Wasserbedarfes um ca. 15 %. Betrug die jährliche Abgabemenge 1995 noch 834.000 m<sup>3</sup> so wurden 2001 bereits mehr als das 2-fache der Menge von 1995 abgegeben. Grund dafür ist die Mitgliedschaft neuer Gemeinden beim Wasserverband sowie die steigende Zahl der Hausanschlüsse in den Mitgliedsgemeinden. Waren während der Fragebogenaktion 1996 lediglich 52 Gemeinden Mitglied des Wasserverbandes, so sind es Ende 2001 schon 70 Gemeinden sowie die Wasserverbände Floing-Puch und Safental. Von den 70 Mitgliedsgemeinden werden etwa 50 Gemeinden zur Gänze durch den Wasserverband versorgt, die übrigen Gemeinden verfügen noch zusätzlich über eigene Wassergewinnungsanlagen bzw. dient der Anschluss nur zur Abdeckung von Verbrauchsspitzen und zur Notversorgung. Derzeit liegt der Spitzenbedarf des Wasserverbandes bei etwa 8.640 m<sup>3</sup>/d (≅ 100 l/s). Das heißt, der zusätzliche Bedarf an verbrauchsreichen Tagen wird über Wasserbezug von der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH gedeckt.

Will der Wasserverband alle derzeitigen Mitgliedsgemeinden zur Gänze versorgen (angenommener Versorgungsgrad 80 %), so müssen neue Wassergewinnungsanlagen mit einer Gesamtkonsensmenge von mindestens Q<sub>k</sub> = 80 l/s, sowie neue Speicheranlagen zur Deckung der Stundenspitzen errichtet werden.

Aus der Fragebogenaktion 1996 geht hervor, dass 15 Mitgliedsgemeinden zwischen 1990 und 1995 Engpässe zu verzeichnen hatten. Dabei fällt auf, dass bei 11 der 15 Gemeinden u. a. ein Engpass aufgrund von Rückgängen der Ergiebigkeit der eigenen Gewinnungsanlagen auftrat sowie bei zwei Gemeinden eine nicht ausreichende Wasserqualität zu Engpässen führte.

Der Wasserbezug von der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH ist zwischen 1991 und 1998 von 437.000 auf 70.000 m<sup>3</sup>/a zurückgegangen und stieg im Jahr 2001 wieder auf 170.000 m<sup>3</sup>/a.

## 2.4

### Oststeiermark

#### 2.4.1

### Wasserverband Grenzland Südost

<sup>3</sup> Stand 2001, Quelle: Wasserverband Grenzland Südost

### ● Eckdaten

	Wasserverband Safental		Stadtwerke Hartberg	
Mitglieder / versorgte Gem.	4	3		
Versorgte Einwohner	2.580	645 HA	5.800 EW	1.190 HA
Versorgungsgrad durch WWU	72 %		94 %	
Wasserförderung	185.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 6 l/s	440.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 14 l/s
Quellen			18	ΣQ <sub>k</sub> = 2,30 l/s
Arteser	3	ΣQ <sub>k</sub> = 7,5 l/s	6	ΣQ <sub>k</sub> = 7,00 l/s
Brunnen	2	ΣQ <sub>k</sub> = 1,3 l/s	4	ΣQ <sub>k</sub> = 4,25 l/s
Wasserbezugsrechte	WW GSO	ohne Kontingent		
Behälter	6	ΣV = 728 m <sup>3</sup>	7	ΣV = 2.500 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Sowohl beim Wasserverband Safental als auch bei den Stadtwerken Hartberg sind die Reserven an verbrauchsreichen Tagen mit ca. 2 l/s bzw. 0,5 l/s sehr gering. Insbesondere in trockenen Monaten kann die Stadt Hartberg den Wasserbedarf schwer decken. Bei einem Ausfall aller Quellen würden die Stadtwerke Hartberg zusätzliche Wassermengen in der Größenordnung von 7 bis 10 l/s benötigen, um den Spitzenverbrauch decken zu können.

### ● Eckdaten

	7	6
Mitglieder / versorgte Gem.		
Versorgte Einwohner	keine direkt vers. Einwohner	
Wasserförderung	0 m <sup>3</sup> /a	
Fremdbezug	565.000 m <sup>3</sup> /a	(≅ 18 l/s)
Wasserbezugsrecht	Stadtgemeinde Weiz	39 l/s

### ● Analyse des IST-Zustandes

Im Besitz des Wasserverbandes liegen weder eigene Quellen und Brunnen noch Speicheranlagen. Das gesamte Wasser wird von der Stadt Weiz (Quellen in der Weizbachklamm) bezogen und an die 6 Mitgliedsgemeinden über eine ca. 12,5 km lange Transportleitung (DN 250) verteilt.

Seit 1995 sank die Wasserabgabe des Wasserverbandes von ca. 18 l/s auf 10 l/s. Grund für den Rückgang ist die Inbetriebnahme zweier neuer Brunnen zwischen 1996 und 1998 durch die Stadtwerke Gleisdorf, die dadurch ihren Wasserbezug vom Wasserverband von 10,4 auf 1,6 l/s reduzierten. Die Stadtwerke Gleisdorf bringen somit 90 % des Wasserbedarfes aus den eigenen Brunnen auf, der Rest wird vom Wasserverband Oberes Raabtal bezogen. Die Stadt Weiz speist etwa 28 l/s in das eigene Versorgungsnetz ein.

Durch die großen Quellschüttungen in der Weizklamm kann der derzeitige maximale Wasserbedarf von ca. 53 l/s (Q<sub>d,max</sub> ≅ 4.600 m<sup>3</sup>/d) selbst bei einer minimalen Schüttung von 86 l/s mit ausreichender Reserve gedeckt werden.

## 2.4.2

### Wasserverband Safental und Stadtwerke Hartberg

## 2.4.3

### Wasserverband Oberes Raabtal

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	3	3
Versorgte Einwohner	1.532 EW	383 HA
Versorgungsgrad durch WVU	35 %	
Wasserförderung	36.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 1,2 l/s
Fremdbezug	26.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 0,8l/s
Quellen	14	ΣQ <sub>k</sub> = 8,6 l/s
Arteser	1	ΣQ <sub>k</sub> = 0,3 l/s
Wasserbezugsrecht	WV GSO	ohne Kontingent
Behälter	9	ΣV = 1.110 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

60 % des Jahresbedarfes des Wasserverbandes werden aus den verbandseigenen Brunnen und Quellen gewonnen, der Rest wird von den Naintscher Talkumwerken bezogen. Bei einer Gesamtkonsensmenge von 8,6 l/s wird selbst an verbrauchsreichen Tagen lediglich ein Viertel der vorhandenen Konsensmenge genutzt. Bei 13 von 14 Quellen handelt es sich um sehr kleine Gewinnungsanlagen mit Konsensmengen zwischen 0,17 und 0,66 l/s. Alle gewonnenen Wässer werden einer Trinkwasseraufbereitung mit Entsäuerung und Desinfektion zugeführt.

Die Gemeinde Puch bei Weiz wird mit etwa 35.000 m<sup>3</sup>/a durch den Wasserverband Floing-Puch versorgt, die restlichen 15 % werden vom Wasserverband Grenzland Südost bezogen.

### ● Eckdaten

Mitglieder / versorgte Gem.	10	10
Versorgte Einwohner	8.412 EW	2.103 HA
Versorgungsgrad durch WVU	88 %	
Wasserförderung	407.000 m <sup>3</sup> /a	≅ 13 l/s
Quellen	41	ΣQ <sub>k</sub> = 14,7 l/s
Arteser	5	ΣQ <sub>k</sub> = 14,5l/s
		ΣQ <sub>k,max</sub> = 19,5 l/s
Wasserbezugsrecht	WV GSO	10 l/s
Behälter	11	ΣV = 2.000 m <sup>3</sup>

### ● Analyse des IST-Zustandes

Die Konsensmengen der zur Verfügung stehenden Gewinnungsanlagen setzen sich zu je 50 % aus Quellwasser und artesischem Grundwasser zusammen. Die Konsensmengen der einzelnen Quellen liegen zwischen 0,1 l/s und 2,2 l/s. In trockenen Monaten geht die Schüttung der Quellen auf etwa 50 % zurück und ein maximaler Tagesbedarf<sup>4</sup> von 26 l/s (≅ 2.300 m<sup>3</sup>/d) kann gerade noch gedeckt werden. Der Wasserverband erweitert sein Versorgungsgebiet und strebt eine möglichst flächendeckende Versorgung im Verbandsgebiet an. Eine Verbindungsleitung zum Wasserverband Grenzland Südost wurde im Frühjahr 2002 fertiggestellt.

## 2.4.4

### Wasserverband Floing-Puch

## 2.4.5

### Wasserverband Feistritzal

<sup>4</sup> Wasserbedarfsangaben aus den Fragebögen: Q<sub>d,max</sub> = 2.300 m<sup>3</sup>/d ≅ 273 l/EW\*d, Q<sub>d,mit</sub> = 1.800 m<sup>3</sup>/d ≅ 214 l/EW\*d, Q<sub>d,min</sub> = 1.300 m<sup>3</sup>/d ≅ 155 l/EW\*d.

## Wasserbedarf und Dargebot

Eine Analyse der Wassernutzung, des Wasserbedarfes sowie des Dargebotes wurde zunächst auf Basis der Flusseinzugsgebiete der Steiermark durchgeführt. Hierfür wurden im Weiteren folgende Regionen zusammengefasst:

- **Obersteiermark:** Traun, Enns, Salza, Mürz, Gurk, Mur I und Mur II
- **Zentralraum Graz**  
u. **Südsteiermark:** Mur III und Mur IV
- **Weststeiermark:** Kainach, Laßnitz, Sulm und Drau
- **Oststeiermark:** Lafnitz, Feistritz, Raab, Rittschein und Mur V

Die Zusammenfassung der einzelnen Einzugsgebiete eignete sich insoferne, da innerhalb dieser Regionen sowohl das Wasserdargebot als auch die Versorgungsstrukturen und das Verbraucherverhalten eine ähnliche Charakteristik aufweisen.

Für eine Analyse der derzeit genutzten Wasservorkommen im Landesgebiet Steiermark wurden die aus der Fragebogenaktion 1996 erhobenen kommunalen Wassergewinnungsanlagen für die 18 Flusseinzugsgebiete zusammengefasst. Für jedes Einzugsgebiet können die Konsensmengen bezogen auf 1.000 Einwohner dargestellt werden (*siehe Anhang Fig. 1*). Die Karte gibt einerseits Aufschluss über das Maß der erschlossenen Wasservorkommen, andererseits über die ungleichmäßige Verteilung der Wasservorkommen in der Steiermark und damit indirekt über den Grad der öffentlichen Wasserversorgung in der jeweiligen Region.

Die Einzugsgebiete der **Obersteiermark** weisen mit Konsensmengen  $> 5 \text{ l/s} \cdot 1.000 \text{ EW}$  aufgrund des sehr hohen Wasserdargebotes auf deutliche Wasserüberschüsse hin. In den Einzugsgebieten der Traun, Enns, Salza und Gurk wird das Trinkwasser nahezu ausschließlich aus Quellwasser gewonnen. Hingegen wird in den Beckenlagen der Mur und Mürz mehr als die Hälfte des Trinkwassers aus dem Grundwasser gewonnen. Obwohl die Region offensichtlich über genügend erschlossene Wasservorkommen besitzt, traten dennoch bei  $\frac{1}{3}$  aller 174 Gemeinden Versorgungsengpässe auf, wovon bei 23 Gemeinden der Grund für die Engpässe u.a. auch in Rückgängen der Ergiebigkeit von Quellen lag. Der Grad der öffentlichen Wasserversorgung liegt bei 78 % (*siehe Anhang Fig. 2*).

In den Beckenlagen der Mur zwischen Graz und Leibnitz (**Zentralraum Graz und Südsteiermark**) überwiegt die Wassergewinnung aus Brunnen. Die Region verfügt über vergleichsweise wenige Brunnen, jedoch mit Konsensmengen durchschnittlich über 20 l/s. Insbesondere die Wasserwerke der Grazer Stadtwerke AG weisen Konsensmengen zwischen 400 und 650 l/s auf. Mit weniger als 8 % aller kommunalen Gewinnungsanlagen in der Steiermark könnten nahezu 60 % des gesamten Wasserbedarfes gedeckt werden. In der Region werden mehr als 75 % der Bevölkerung durch die Gemeinden, Wassergenossenschaften und Wasserverbände versorgt. Die Versorgungssicherheit ist sehr hoch. Engpässe wurden meist durch technische Gebrechen an den Versorgungsanlagen hervorgerufen.

### 3.1

#### Wassernutzung

##### 3.1.1

#### Wassergewinnung

Die **Weststeiermark** gewinnt 40 % des Wassers aus 223 Quellen sowie zu 60 % aus 44 Brunnen. Während die Quellen eine mittlere Konsensmenge von nur einem Liter pro Sekunde verzeichnen, ist die mittlere Konsensmenge bei den Brunnen mit fast 9 l/s deutlich höher. Betrachtet man die Konsensmengen pro 1.000 Einwohner in den Einzugsgebieten Laßnitz und Sulm mit 2,5 bzw. 2,1 l/s\*1.000EW so wird deutlich, dass die Wasserreserven für die Versorgung an verbrauchsreichen Tagen sehr gering sind (siehe Tabelle 3.1). Der Grad der öffentlichen Versorgung liegt knapp unter 70 %. Die Versorgungssicherheit kann u. a. aufgrund von Rückgängen der Ergiebigkeit der Wasserspenden in 30 % der Gemeinden nicht immer gewährleistet werden.

In jenen Bereichen der **Oststeiermark**, die Konsensmengen zwischen 1,0 – 3,5 l/s\*1.000EW aufweisen, könnte der Wasserbedarf an verbrauchsreichen Tagen ( $Q_{d,max}$ ) nicht gedeckt werden. Die mittleren Konsensmengen der Wassergewinnungen liegen zwischen 0,5 und 2,0 l/s. Das heißt, die Oststeiermark wird durch eine Vielzahl von sehr kleinen Wassergewinnungsanlagen versorgt, obwohl das Leitungsnetz durchaus eine überregionale Wasserverteilung ermöglichen würde. Betrachtet man die Gemeinden, die in den Jahren zwischen 1991 und 1995 Versorgungsengpässe zu verzeichnen hatten, so fällt auf, dass in 35 Gemeinden der Oststeiermark Versorgungsengpässe aus Rückgängen der Ergiebigkeiten von Brunnen oder Quellen hervorgerufen wurden. Aus den Ergebnissen der Fragebogenaktion 1996 kann ein öffentlicher Versorgungsgrad von 55 % errechnet werden.

Tabelle 3.1:  
Erforderliche Konsensmengen  
in Liter pro Sekunde pro 1.000 EW  
zur Deckung des  $Q_{d,max}$

$Q_{spezifisch}$ [l/EW*d]	EW	$Q_{d,max}^5$ [l/d]	$Q_{k, erf.}$ [l/s]
150	1.000	225.000	2,60
200	1.000	300.000	3,47
250	1.000	375.000	4,34

Bezogen auf die Konsensmengen werden in der Steiermark durchschnittlich 22 % des Trinkwassers aufbereitet. Dabei liegt der Anteil der aufbereiteten Quellwässer (meist Sicherheitsdesinfektion über UV-Anlagen) mit 44 % deutlich über jenem Wert der Grundwässer (14 %) aus Brunnen und Artesern. Vergleicht man die einzelnen Regionen der Steiermark so ist ein erhöhter Bedarf an Wasseraufbereitung in der Oststeiermark auffallend (siehe Fig. 3). Das Grundwasser weist teilweise sehr hohe Konzentrationen an Eisen und Mangan auf, die Quellwässer werden durch Desinfektion und teilweise durch Entsäuerung aufbereitet.

### 3.1.2

#### Wasserqualität

<sup>5</sup> Berechnung bei Annahme des Spitzenfaktors  $Q_d/Q_{d,max} = 1,50$

Zur Abschätzung des zukünftig landesweiten Wasserbedarfes der privaten Haushalte wurde im Rahmen der Erstellung des Wasserversorgungsplanes Steiermark ein Prognosemodell (siehe Abschnitt D) für die gesamte Steiermark entwickelt, in welches demografische Daten der Volkszählungen als auch die Ergebnisse der Fragebogenaktion 1996 mit erweiterten Erhebungen in ausgewählten Modellgemeinden einfließen. Der spezifische Wasserbedarf wurde für jede Gemeinde mittels multipler Regressionsanalyse, ausgehend vom tatsächlichen Wasserbedarf sowie von wasserverbrauchsrelevanten Parametern, ermittelt. Eine Prognose bei gleichbleibendem Versorgungsgrad für die nächsten Jahre zeigt einen Anstieg des Wasserbedarfes bis 2011 im Mittel von 5 % und bis 2031 im Mittel bis knapp 12 %.

Der berechnete Pro-Kopf-Verbrauch für die einzelnen Gemeinden und Regionen liegt teilweise über bzw. auch unter dem zur Zeit vorhandenen Wasserbedarf. Würde der Bedarf an verbrauchsreichen Tagen auf Basis des berechneten spezifischen Wasserbedarfes ermittelt werden, so wären einzelne Verbände in der Vergangenheit nicht in der Lage gewesen ihre Bedarfsspitzen zu decken. Aus diesem Grund wurde für die Analysen der Versorgungssituation der einzelnen Verbände in Kapitel 2 der aus den Fragebögen errechnete Bedarf herangezogen bzw. wenn dieser nicht plausibel schien, mit einem Pro-Kopf-Bedarf zwischen 130 und 200 l/EW\*d gerechnet.

In der Studie über das Wasserdargebot (siehe Abschnitt B), wurde unter anderem die Grundwasserneubildungsrate für das gesamte Landesgebiet der Steiermark ermittelt. Nach W. WUNDT (1958) entspricht das langjährige monatliche Mittel des Niedrigwasserabflusses MoMNQ der Grundwasserneubildung. Als „abflussärmste“ Gebiete sind das West- und Oststeirische Tertiärbecken mit Neubildungsraten zwischen 50 und 100 mm erkennbar. Dies entspricht einem Wert von etwa 1,5 bis 3 l/s\*km<sup>2</sup>. Neben den geringen Neubildungsraten weisen die Grundwasserkörper in der Ost- und Weststeiermark auch sehr geringe Speichervolumina mit kurzen Ausflusszeiten auf. Daraus ergibt sich, dass während längerer Trockenperioden sehr schnell extreme Niedrigabflüsse auftreten.

Zu den Gebieten mit großer Grundwasserneubildung zählen die höheren Regionen der Koralpe, Gleinalm und der Niederen Tauern. In den Niederen Tauern steigen die Grundwasserneubildungsraten bis über 1.000 mm (entspricht 31,7 l/s\*km<sup>2</sup>) an.

In einer Bewertung der Wasservorkommen wurde insbesondere auf die Blockgletscherquellen der Niederen Tauern und der Seetaler Alpen sowie auf die noch nicht bzw. kaum genutzten Porengrundwässer im Pölstal, Liesingtal, Vordernbergbachtal, Lamingbachtal, Ilgenerbachtal und Seebachtal hingewiesen.

### 3.2

#### Wasserbedarf

### 3.3

#### Wasserdargebot

Die Analyse der derzeitigen Situation zeigt primär einen ausgezeichneten Zustand der öffentlichen Wasserversorgung, die sowohl von Gemeinden, Stadtwerken, Wasserverbänden und Gesellschaften sowie von Wassergenossenschaften und –gemeinschaften betrieben wird. Allerdings deuten auch die aufgetretenen Versorgungsengpässe in den letzten Jahren in nahezu 30 % aller steirischen Gemeinden auf gewisse Probleme hin. Insbesondere wird ein Rückgang der Ergiebigkeiten von Wassergewinnungsanlagen in 78 steirischen Gemeinden vermerkt.

Die **Obersteiermark** und der **Zentralraum Graz** verfügen über ausreichende und noch nicht erschlossene Wasserreserven, um einerseits den zunehmenden Wasserbedarf und andererseits den Spitzenbedarf auch während längerer Trockenperioden abdecken zu können.

In der **Oststeiermark** ist allerdings die Erschließung neuer Wassergewinnungen schwierig bzw. an der Grenze der vorhandenen Ressourcen angelangt. Generell ist die Oststeiermark durch eine Vielzahl von Wassergewinnungsanlagen mit sehr kleinen Konsensmengen (teilweise kleiner 1 l/s) gekennzeichnet. Eine Erschließung weiterer Vorkommen ist aus wirtschaftlicher, insbesondere aber aus ökologischer Sicht nicht sinnvoll. Betrachtet man die Verteilung der Wasserpreise innerhalb der Steiermark so wird deutlich, dass speziell in der Oststeiermark die Abgabepreise an den Endabnehmer 0,87 bis 1,31 €/m<sup>3</sup> betragen und somit über dem durchschnittlichen Wasserpreis in der Steiermark liegen. Dieser resultiert einerseits aus dem höheren Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung und mancherorts Verteilung, andererseits ist er auch auf die Kosten für den Betrieb und die Instandhaltung der Vielzahl von kleinen Wassergewinnungsanlagen zurückzuführen. Mittelfristig lässt sich eine wirtschaftliche und sichere Versorgung nur durch Errichtung einer Transportleitung von Graz über Gleisdorf bis nach Hartberg sicherstellen.

In der **Weststeiermark** wären verschiedene regionale Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Wasserverbänden für eine Notversorgung notwendig, um damit eine Erhöhung der Versorgungssicherheit bei kurzzeitigem Ausfall einzelner Gewinnungsanlagen gewährleisten zu können.

## Lösungsansätze

Aus Kapitel 2 und 3 wurde bereits deutlich, dass das Dargebot der Versorgungsunternehmen in der Oststeiermark ausgeschöpft ist und an verbrauchsreichen Tagen während der trockenen Jahreszeiten eine Versorgungssicherheit in ausreichendem Maße nicht immer überall gewährleistet werden kann. Um zukünftig eine Optimierung hinsichtlich des Betriebes und der Erhaltung der Wassergewinnungsanlagen erzielen zu können, wäre eine Stilllegung bestehender Gewinnungsanlagen mit sehr kleinen Ergiebigkeiten bzw. jener Anlagen, die einen erhöhten Aufwand für eine Wasseraufbereitung erfordern, überlegenswert.

Für eine Transportleitung zwischen Graz und Hartberg, mit welcher die Wasserverbände Oberes Raabtal, Grenzland Südost, Floing-Puch, Feistritztal und Safental sowie die Stadtwerke Hartberg und allenfalls auch der Raum bis Friedberg mit Wasser beliefert werden könnten, werden im Folgenden die zukünftigen Fehlmengen ermittelt.

### 1. Wasserverband Oberes Raabtal mit den Städten Weiz und Gleisdorf:

Die Region des oberen Raabtales ist das wasserreichste Gebiet in der Oststeiermark. An verbrauchsreichen Tagen werden in der Region derzeit etwa 66 l/s benötigt. Ermittelt man bei einer Erhöhung des derzeitigen öffentlichen Versorgungsgrades von 84 % auf 90 % und bei einer Steigerung des mittleren Pro-Kopf-Verbrauches von 204 auf 227 l/EW\*d den zukünftigen Spitzenbedarf, so ergibt dies 80 l/s. Dies bedeutet, dass bei minimalen Quellschüttungen in der Weizklamm und bei einer 30 %igen Reduzierung der Entnahme artesischer Wässer keine Reserve verbleibt.

### 2. Wasserverband Grenzland Südost:

Der Wasserverband versorgt derzeit ca. 50 % der 100.000 Einwohner in den Mitgliedsgemeinden. Neben den verbandseigenen Wassergewinnungsanlagen mit Konsensmengen von 78 l/s gibt es in der Region im Wesentlichen noch 23 artesische Brunnen mit Gesamtkonsensmengen von 62 l/s. Will der Wasserverband zukünftig 80 % der Einwohner versorgen, so wird der Spitzenbedarf von 100 l/s auf knapp 200 l/s steigen. Bei Übernahme der derzeit noch gemeindeeigenen Versorgungsanlagen und gleichzeitiger Reduktion der Entnahme von artesischen Grundwässern wären zukünftig **Fehlmengen** von ca. **100 l/s** aufzubringen.

### 3. Wasserverband Floing-Puch:

Der zusätzliche Bedarf des Wasserverbandes Floing-Puch würde selbst bei einer Verdoppelung des Versorgungsgrades von derzeit 35 % lediglich **zwischen 2,5 und 5 l/s** betragen.

## 4.1

### Nördliche Oststeiermark

#### 4.1.1

### Transportleitung Graz – Gleisdorf – Hartberg

#### 4.1.1.1

### Bedarfsermittlung Transportleitung Graz – Gleisdorf – Hartberg

#### 4. Wasserverband Feistritztal:

Bei einer Reduktion der ohnedies schwachen Quellen mit hohen Schüttungsschwankungen sowie bei einer geringeren Nutzung der artesischen Wässer würden zukünftig ca. 12,5 l/s aus verbandseigenen Quellen und Artesern genutzt werden können. Hieraus ergibt sich, dass zukünftig eine **Fehlmenge von 10 l/s** aufgebracht werden muß.

#### 5. Wasserverband Safental und Stadtwerke Hartberg:

Ähnlich wie beim Wasserverband Feistritztal wird bei den Stadtwerken Hartberg ein Teil des derzeitigen Wasserbedarfes aus sehr kleinen Quellen gewonnen. Bei einer Stilllegung von schüttungsarmen Quellen und einer 30 %igen Reduktion der Wassergewinnung aus artesischem Grundwasser, würde die Region eine **Fehlmenge** von etwa **15 l/s** abzudecken haben, um die Versorgung sicherstellen zu können.

#### 6. Anliegende Gemeinden an der Trasse der Transportleitung:

Entlang der möglichen Trasse der Transportleitung liegen 18 Gemeinden deren Wasserbedarf derzeit durch gemeindeeigene Gewinnungsanlagen gedeckt wird. Bei einer Steigerung des öffentlichen Versorgungsgrades von 60 auf 75 % bei gleichzeitiger Auflösung von kleinen Gewinnungsanlagen würde sich ein **zusätzlicher Bedarf** von etwa **30 l/s** ergeben.

#### 7. Zusammenstellung der Fehlmengen:

Die Fehlmengen, welche zukünftig in der Oststeiermark zu decken sind, ergeben sich nach einer ersten Ermittlung mit ca. 160 l/s (*siehe Tabelle 4.1*), wobei etwa  $\frac{2}{3}$  auf den Wasserverband Grenzland Südost entfallen würden. Die Ermittlung stellt eine Schätzung aufgrund der zur Zeit vorhandenen Unterlagen dar. Für eine genauere Ermittlung der zukünftigen Fehlmengen wäre eine detaillierte Betrachtung der bestehenden Versorgungsanlagen notwendig, um unter wasserwirtschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten über den Weiterbestand kleinerer, starker Schüttungsschwankungen unterworfenen Gewinnungsanlagen befinden zu können.

Verband/Gemeinden	Bedarfs- mengen [l/s]	Stilllegung bestehender Gewinnungsanlagen bzw. Drosselung der Wasserentnahme bzw. Minimalschüttungen	
		Quellen [%]	Arteser [%]
WV Oberes Raabtal / Weiz / Gleisdorf	Keine	54 <sup>6</sup>	30
WV Grenzland Südost	100	100	30
WV Floing-Puch	5	50	30
WV Feistritztal	10	70	30
WV Safental und Stadtwerke Hartberg	15	50	30
Gemeinden an der möglichen Leitungstrasse	30	50	30
Summe	160		

Tabelle 4.1: Zusammenstellung des zusätzlichen Wasserbedarfes für die Oststeiermark<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Reduzierung entspricht der minimalen Schüttung der Quellen in der Weizklamm (Tiefstand Frühjahr 2002  $Q_{\min} = 68$  l/s)

<sup>7</sup> Hinsichtlich der Weiterführung einer Transportleitung über St. Johann in der Haide, Grafendorf bei Hartberg, Rohrbach an der Lafnitz bis in den Raum Friedberg sind in Anbetracht der Trockenperiode 2001/2002 zusätzliche Überlegungen anzustellen. Mit dieser Leitung könnte umgekehrt auch Wasser aus dem Wechselgebiet in den Raum Hartberg gefördert werden.

## 4.1.1.2

**Dimensionierung Transportleitung  
Graz – Gleisdorf – Hartberg**

Die Gesamtlänge der Leitung beträgt ca. 55 km. Ausgehend vom Leitungsnetz der Grazer Stadtwerke AG führt die Transportleitung mit einem Durchmesser von DN 400 unter Zwischenschaltung einer Drucksteigerungsanlage nach Gleisdorf. In Gleisdorf besteht die erste Abgabemöglichkeit in das Leitungsnetz des Wasserverbandes Grenzland Südost. Der Wasserverband Grenzland Südost plant derzeit eine Verbindungsleitung DN 250 zwischen Gleisdorf und St. Margarethen a.d. Raab. Nach weiteren 8 km besteht für den Wasserverband Grenzland Südost die zweite Anbindungsstelle an die bestehende Versorgungsleitung DN 150 in der Gemeinde Ilztal, welche den nördlichsten Teil des Wasserverbandes bis Puch b. Weiz versorgt. Die Versorgungsleitungen des Wasserverbandes Feistritztal queren in Pischelsdorf und Kaindorf die geplante Transportleitungstrasse. Nach der letzten Teilstrecke zwischen Kaindorf und Hartberg endet die Leitung und speist in das Leitungsnetz der Stadtwerke Hartberg bzw. des Wasserverbandes Safental ein. Eine Verkleinerung des Leitungsquerschnittes könnte ab Gleisdorf auf einen Durchmesser von DN 300 und ab Pischelsdorf auf DN 200 vorgenommen werden. Die Durchmesser der Leitungsabschnitte und die Situierung von Pumpstationen und Behältern müssen detailliert betrachtet und optimiert werden.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
55	$Q_{\max} = 160$	400/300/200	BEH/DEA/ÜGS	13.808.000

Tabelle 4.2: Kenndaten über die Transportleitung Graz-Gleisdorf-Hartberg

	Länge [m]	Kosten [€/m]	Kosten [€]
DN 400	23.200	218	5.058.000
DN 300	16.700	182	3.034.000
DN 200	14.800	109	1.613.000
Summe Leitung	54.700		9.705.000
Bauwerke			4.003.000
<b>Gesamtkosten</b>			<b>€ 13.808.000</b>

Tabelle 4.3: Kostenzusammenstellung über die Transportleitung  
Graz-Gleisdorf-Hartberg

Eine ausführliche Untersuchung über die Möglichkeiten einer überregionalen Versorgung in der Oststeiermark wurde 2001 vom Büro DDI Depisch durchgeführt. Dabei wurden in insgesamt 16 Bereichen Verbindungsleitungen zwischen Gemeinden bzw. Wasserverbänden vorgeschlagen, um zukünftig die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Die daraus resultierenden Kosten liegen bei € 6,25 Millionen.

Die im Folgenden angeführten Verbindungen beschränken sich im Wesentlichen auf regionale Verbindungsleitungen, welche einen Wassertransport zwischen verschiedenen Verbänden bzw. Gemeinden gewährleisten.

#### Transportleitung Gleisdorf – St. Margarethen a. d. Raab:

Die Leitung ist bereits wasserrechtlich bewilligt und soll 2002/03 realisiert werden. Wie im Abschnitt E3 angeführt wurde, sind die Reserven der Region Oberes Raabtal während längerer Trockenperioden beschränkt. Mittelfristig gesehen könnte ein Wasserbezug des Wasserverbandes Grenzland Südost über die Transportleitung Graz – Gleisdorf – Hartberg erfolgen.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
9,50	40	250	ÜGS	1.807.000

Tabelle 4.4: Kenndaten über die Transportleitung Gleisdorf – St. Margarethen a.d. Raab

#### Zusammenschluss Kulm b. Weiz – Puch b. Weiz:

Die bereits vorhandene Verbindungsleitung DN 80 zwischen dem Wasserverband Grenzland Südost und dem Wasserverband Floing–Puch ist zur Zeit noch nicht mit dem Hochbehälter Puch zusammengeschlossen. Ein Zusammenschluss würde zukünftig einen Wasserbezug des Wasserverbandes Floing–Puch ermöglichen.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
Bestand	10	80	Umbau und Adaptierung	43.500

Tabelle 4.5: Kenndaten über die Transportleitung Kulm b. Weiz – Puch b. Weiz

### Transportleitung Pöllauertal

Diese Verbindungsleitung muss über eine ausreichende Kapazität verfügen, um genügend Wasser für eine Notversorgung der Gemeinde Pöllau und in weiterer Folge der Gemeinde Saifen-Boden transportieren zu können. Die maximal notwendige Menge beträgt lt. Studie Depisch (2001) mit 7,5 l/s. Ein Wasserbezug könnte derzeit über den Wasserverband Feistritztal erfolgen, dieser hat jedoch in Trockenperioden selbst keine ausreichenden Reserven. Die Verbindungsleitung ist daher nur bei einer Realisierung der Transportleitung von Graz sinnvoll.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
5,4	7,5	125	DEA/ÜGS	312.500

Tabelle 4.6: Kenndaten über die Transportleitung Dienersdorf – Pöllau

### Transportleitung Geiseldorf - Sebersdorf:

Bei einer Verbindung zwischen Hartberg und dem Wasserverband Safental würde das Trinkwasser nicht wie in der Studie Depisch (2001) vom Wasserverband Richtung Hartberg transportiert werden, sondern in umgekehrter Richtung von Norden nach Süden. Es müsste daher überprüft werden, ob die vorhandene Pumpstation im Tiefbehälter Geiseldorf für eine Einspeisung in das Ortsnetz Sebersdorf über ausreichende Kapazitäten verfügt. Ein Wasserbezug des Wasserverbandes Safental könnte jedoch auch über die Transportleitung Großhart – Bad Waltersdorf über das Versorgungsnetz des Wasserverbandes Grenzland Südost erfolgen.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
4,45	12,5	150	DEA/ÜGS	461.500

Tabelle 4.7: Kenndate über die Transportleitung Geiseldorf – Sebersdorf

### Transportleitung Großhart - Bad Waltersdorf:

Die bereits 2001 hergestellte Verbindung zwischen dem Wasserverband Safental und dem Wasserverband Grenzland Südost stellt ein zweites Standbein für den Wasserverband Safental zur Erhöhung der Versorgungssicherheit im Verbandsgebiet dar. Die Leitung könnte gegebenenfalls bei Errichtung der Transportleitung Graz – Hartberg zur Absicherung der Versorgung des Wasserverbandes Grenzland Südost in Form einer Ringleitung dienen, wenn der Zusammenschluss des Wasserverbandes mit den Stadtwerken Hartberg über die o.a. Leitung zwischen Geiseldorf und Sebersdorf erfolgt.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
0,8	10	100/150	ÜGS und Adaptierung	129.000

Tabelle 4.8: Kenndaten über die Transportleitung Großhart – Bad Waltersdorf

### Transportleitung Riegersdorf – Bad Blumau:

Mit der Errichtung einer Verbindungsleitung zwischen Riegersdorf und Bad Blumau würde sich die Versorgungssicherheit der Gemeinde Bad Blumau erhöhen, welche einen Wasserbezug vom Wasserverband Grenzland Südost ermöglichen würde.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
3,0	10	150	BEH/DEA/ÜGS	341.500

Tabelle 4.9: Kenndaten über die Transportleitung Riegersdorf – Bad Blumau

### Transportleitung Halbenrain – Bad Radkersburg:

Die Errichtung einer Transportleitung zwischen Unterpurkla und Bad Radkersburg stellt eine Verbindung des Wasserverbandes Grenzland Südost mit der Stadtgemeinde Bad Radkersburg dar. Mit dieser Leitung könnte einerseits der steigende Verbrauch in der Thermenregion Bad Radkersburg gedeckt werden, andererseits könnten noch nicht erschlossene Ortsteile, insbesondere in der Gemeinde Radkersburg Umgebung, an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen werden. Eine genaue Wasserbezugsmenge wurde noch nicht festgelegt, ein maximaler Wassertransport bis zu 40 l/s sollte jedoch möglich sein.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
8,60	~ 40	250	DEA/ÜGS	972.500

Tabelle 4.10: Kenndaten über die Transportleitung Halbenrain – Bad Radkersburg

### Transportleitung Dobl –Lieboch

Eine Transportleitung von Dobl nach Lieboch würde für den Wasserverband Söding – Lieboch in Notsituationen einen Wasserbezug vom Wasserverband Umland Graz ermöglichen. Bei den ohnehin sehr geringen Reserven, insbesondere in Trockenperioden, wäre ein Wasserbezug bis zu 10 l/s denkbar.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
2,90	10	150	DEA/ÜGS	254.500

Tabelle 4.11: Kenndaten über die Transportleitung Dobl – Lieboch

## 4.2

### Weststeiermark

#### 4.2.1

### Regionale Verbindungsleitungen

### Transportleitung Preding – Groß St. Florian bzw. Preding – Wasserverband Staintal

Eine Verbindungsleitung zwischen dem Wasserverband Staintal bzw. der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH für eine Notwasserversorgung wäre aufgrund der Nähe der beiden Leitungsnetze denkbar. Ein Wasseraustausch sollte in beide Richtungen gewährleistet sein. Die Verbindung wäre zwischen Preding und Mettersdorf bzw. Groß St. Florian möglich.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
4,80	10	150	DEA/ÜGS	400.000

Tabelle 4.12: Kenndaten über die Transportleitung Preding – Wasserverband Staintal

### Transportleitung St. Stefan o. Stainz

Die Versorgungssituation des Wasserverbandes Raum Reinischkogel bzw. der Gemeinde St. Stefan o. Stainz könnte durch einen zukünftigen Wasserbezug vom Wasserverband Staintal verbessert werden. Aus Kapitel 2.3.6 wird deutlich, dass bei Rückgang der Quellschüttungen Versorgungsengpässe auftreten können. Ein Anschluss an die Transportleitung des Wasserverbandes Staintal zum Wasserverband Umland Graz mit einem Wasserbezug von etwa 5 l/s könnte zukünftig die Versorgungssicherheit im Verbandsgebiet gewährleisten.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
4,50	5	150	DEA/ÜGS	363 .500

Tabelle 4.13: Kenndaten über die Transportleitung St. Stefan o. Stainz

### Verbindungsleitung Unterbergla – St. Martin i. Sulmtal

Die Leitungsnetze der Wasserverbände Staintal und Eibiswald – Wies liegen in der Gemeinde St. Martin i. Sulmtal weniger als einen Kilometer voneinander entfernt. Ein Zusammenschluss der beiden Leitungen ermöglicht bei auftretenden Versorgungsengpässen einen geringen Wasseraustausch zwischen den Verbänden.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
0,60	5	100	ÜGS	36.500

Tabelle 4.14: Kenndaten über die Transportleitung Unterbergla – St. Martin i. Sulmtal

### Transportleitung Kitzreck – Pistorf – Gleinstätten

Eine Verbindung zwischen Kitzreck und Gleinstätten ermöglicht einen Wasseraustausch zwischen der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH und dem Wasserverband Eibiswald–Wies bei auftretenden Versorgungsengpässen. Für den Wasserverband Eibiswald–Wies würde diese Verbindung als zweites Standbein einen wesentlichen Beitrag für eine höhere Versorgungssicherheit – insbesondere bei Ausfall bzw. Rückgang der Ergiebigkeit eigener Gewinnungsanlagen – bedeuten. Für die Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH würde sich die Versorgungssicherheit für den westlichen Versorgungsbereich zwischen Kitzreck und Preding erhöhen.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
7,20	20	200	DEA/ÜGS	945.000

Tabelle 4.15: Kenndaten über die Transportleitung Kitzreck – Pistorf – Gleinstätten

Bei einem zukünftigen Wassertransport aus dem Grazer Raum in die West-, Süd- bzw. Oststeiermark müssten zusätzliche Wassermengen aufgebracht werden. Hierfür könnten vor allem die großen Wasserreserven der Städte Leoben, Bruck a. d. Mur sowie Graz dienen. Die Transportkapazität der Leitung zwischen Bruck a. d. Mur und Graz ist derzeit nur zu etwa 25 % ausgeschöpft. Um einen Teil der benötigten Mengen durch Wasserbezug von der Stadt Leoben zu decken, müsste eine Transportleitung zwischen Leoben und Bruck a. d. Mur errichtet werden.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
12,00	100	300	ÜGS	2.180.000

Tabelle 4.16: Kenndaten über die Transportleitung Leoben – Bruck a. d. Mur

Neben Leoben könnte auch die Stadt Trofaiach bis zu 50 l/s Trinkwasser in die o.a. Leitung von Leoben bis Bruck a. d. Mur und in der Folge in die Transportleitung der ZWHS einspeisen. Hierfür wäre eine Verbindungsleitung zwischen Trofaiach und dem Brunnen St. Peter-Freienstein mit einer Länge von etwa 5 km erforderlich. Ob diese Leitung erforderlich ist, hängt primär von den Wasserreserven der Städte Bruck a. d. Mur, Kapfenberg und Leoben ab.

Länge [km]	Durchfluss [l/s]	DN [mm]	Bauwerke	Kosten [€]
5,00	50	200	ÜGS	582.000

Tabelle 4.17: Kenndaten über die Transportleitung Leoben – Bruck a. d. Mur

## 4.3

### Obersteiermark

#### 4.3.1

#### Transportleitung Leoben – Bruck a. d. Mur

#### 4.3.2

#### Transportleitung Trofaiach – Leoben

## 4.4

## Zusammenfassung

Die Gesamtkosten der in den *Kapiteln 4.1 bis 4.3* beschriebenen **regionalen** und **überregionalen Versorgungsanlagen** liegen laut Tabelle 4.18 etwa bei **€ 22,65 Mio.**. Ermittelt man die Kosten für eine Lösung der zukünftigen Versorgung über **Einzelanlagen**, so ergeben sich demgegenüber Gesamtkosten von etwa **€ 24,70 Mio.** (siehe Tabelle 4.19). Neben den Einsparungen von etwa **€ 2,18 Mio.** für die Errichtung der Anlagen bei einer überregionalen Lösung, kommt auch der geringere Aufwand für die Instandhaltung und den Betrieb zu tragen.

Transportleitung bzw. Netzzusammenschlüsse	Kosten in €	Teilsummen in €
<b>OSTSTEIERMARK</b>		
TL Graz – Gleisdorf – Hartberg	13.808.000	
TL Gleisdorf – St. Margarethen a. d. Raab	1.807.000	
TL Kulm b. Weiz – Puch b. Weiz	43.500	
TL Pöllauertal	312.500	
TL Geiseldorf – Sebersdorf	461.500	
TL Großhart – Bad Waltersdorf	129.000	
TL Riegersdorf – Bad Blumau	341.500	
TL Halbenrain – Bad Radkersburg	972.500	<b>17.875.500</b>
<b>WESTSTEIERMARK</b>		
TL Dobl – Lieboch	254.500	
TL Preding – WV Stainz	400.000	
TL St. Georgen – St. Stefan o. Stainz	363.500	
TL Unterbergla – St. Martin i. Sulmtal	36.500	
TL Pistorf – Gleinstätten	945.000	<b>1.999.500</b>
<b>OBERSTEIERMARK</b>		
TL Leoben – Bruck a. d. Mur	2.180.000	
TL Trofaiach – Leoben	582.000	<b>2.762.000</b>
<b>GESAMTSUMME</b>		<b>22.637.000</b>

Tabelle 4.18: Gesamtkosten bei Verbundlösungen für eine Bedarfsdeckung von 200 l/s

	Menge	Spez. Kosten	Gesamtkosten in €
Speicheranlagen	10.000 m <sup>3</sup>	1.100 €/m <sup>3</sup>	10.900.000
Gewinnungsanlagen	50 zu je 4 l/s	218.000 €/Anlage	10.900.000
Transportleitungen	40 km	73 €/m	2.907.000
<b>Gesamtkosten für Einzellösungen</b>			<b>24.707.000</b>

Tabelle 4.19: Schätzkosten bei Einzellösungen für eine Bedarfsdeckung von 200 l/s



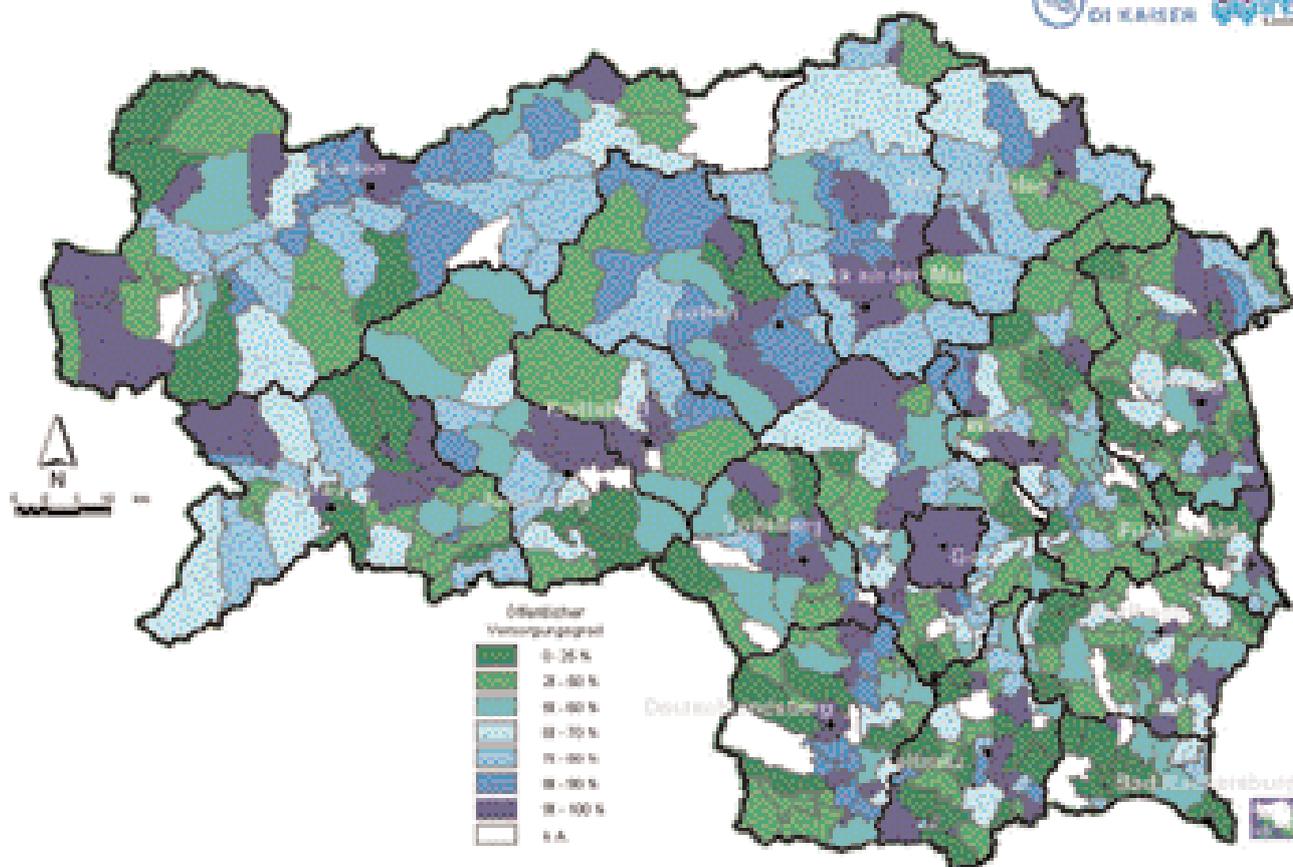


Fig. 2: Grad der öffentlichen Wasserversorgung (Quelle: Fragebogenaktion 1996)

#### Häufigste Arten der Aufbereitung:

1. Desinfektion (z. B. UV-Bestrahlung)
2. Entsäuerung (CO<sub>2</sub>-Entfernung und Aufhärtung)
3. Enteisung, Entmanganung

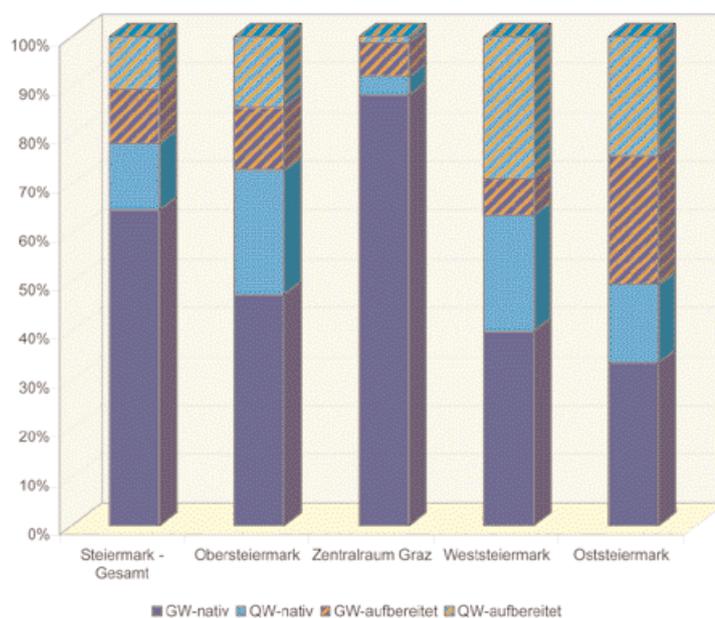


Fig. 3: Gegenüberstellung nativer und aufbereiteter Quell- und Grundwässer in der Steiermark

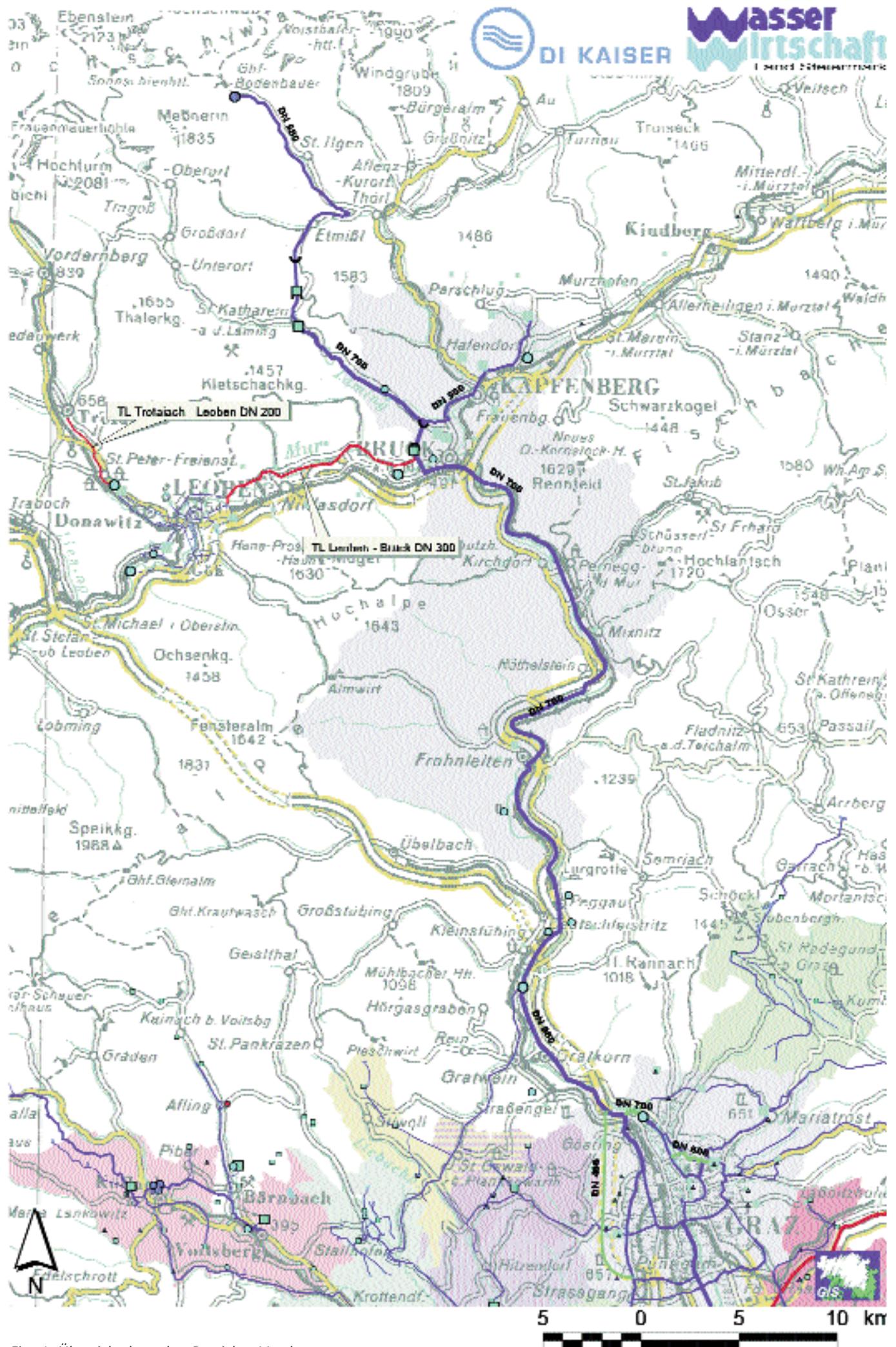


Fig. 4: Übersichtslageplan Bereich – Nord

## LEGENDE:

### Bestehende Leitungen

	k. Angaben
	DN <= 100
	100 < DN <= 200
	200 < DN <= 300
	300 < DN <= 400
	400 < DN <= 500
	500 < DN <= 600
	600 < DN <= 700
	DN > 700
	Leitung in Bau bzw. wasserrechtlich bewilligt
	Leitung geplant
	Leitungsverbindung Wasserversorgungsplan

### Wassergewinnung

	Arteser Q >= 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Arteser Q = 10 - 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Arteser Q <= 10 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Brunnen Q >= 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Brunnen Q = 10 - 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Brunnen Q <= 10 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Quelle Q >= 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Quelle Q = 10 - 100 l/s Wasserverband / Gemeinde
	Quelle Q <= 10 l/s Wasserverband / Gemeinde
	geplante Wassergewinnung

### Behälter

	V >= 1000 m <sup>3</sup> Wasserverband / Gemeinde
	500 < V < 1000 m <sup>3</sup> Wasserverband / Gemeinde
	V < 500 m <sup>3</sup> Wasserverband / Gemeinde
	V >= 1000 m <sup>3</sup> geplant / wasser. bew.
	500 < V < 1000 m <sup>3</sup> geplant / wasser. bew.
	V < 500 m <sup>3</sup> geplant / wasser. bew.

### Drucksteigerungsanlagen

	DEA bestehend
	DEA wasser. bew.
	DEA geplant

### Übergabeschächte

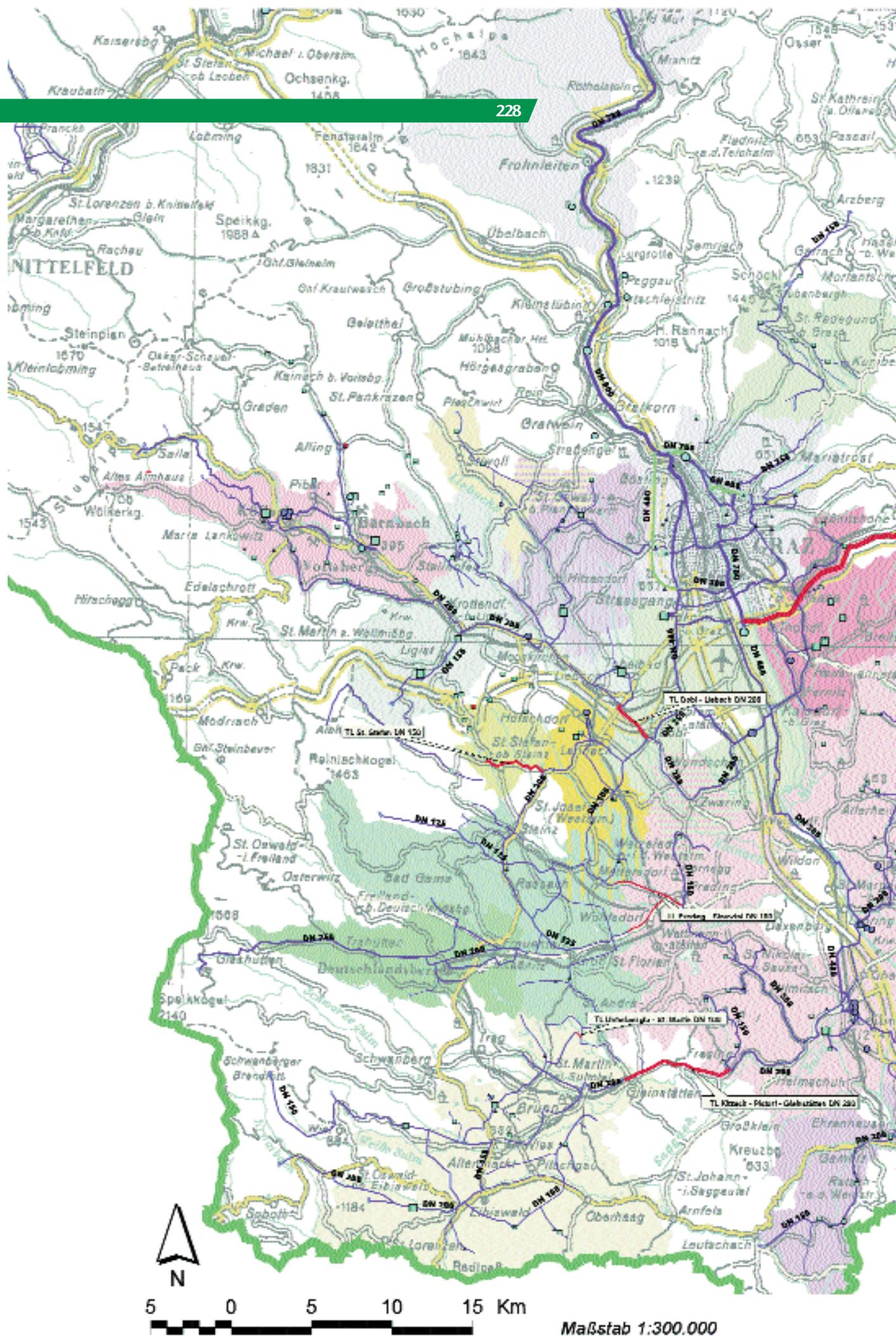
	ÜS - regional
	ÜS - überregional

### Wasserverbände - Versorgungsgebiet

	Leibnitzerfeld Wasservers. GesmbH.
	WV Aichfeld-Murboden
	WV Eibiswald-Wies
	WV Feistritzal
	WV Floing-Puch
	WV Floing-Puch, WV Grenzland Südost
	WV Grazerfeld Südost
	WV Grenzland Südost
	WV Köfing-Vollberg
	WV Koralm
	WV Lannach-St. Josef
	WV Lannach-St. Josef, WV Stainzthal
	WV Leibnitzerfeld Süd
	WV Oberes Raabtal
	WV Rantental
	WV Raum Feinschkegel
	WV Safental
	WV Schöckl Alpenquell
	WV Soding-Lieboch
	WV Soding-Lieboch, WV Steinberg
	WV Stainzthal
	WV Steinberg
	WV Steinberg, WV Weizberg-Jaritzberg
	WV Umland Graz
	WV Umland Graz, Leibnitzerfeld
	WV Weizberg-Jaritzberg
	Zentral-Wasserversorgung Hochschwab-Süd-GesmbH

### Hintergrundkarten

	Österreichkarte ÖK 500.000
	Landesgrenze Steiermark



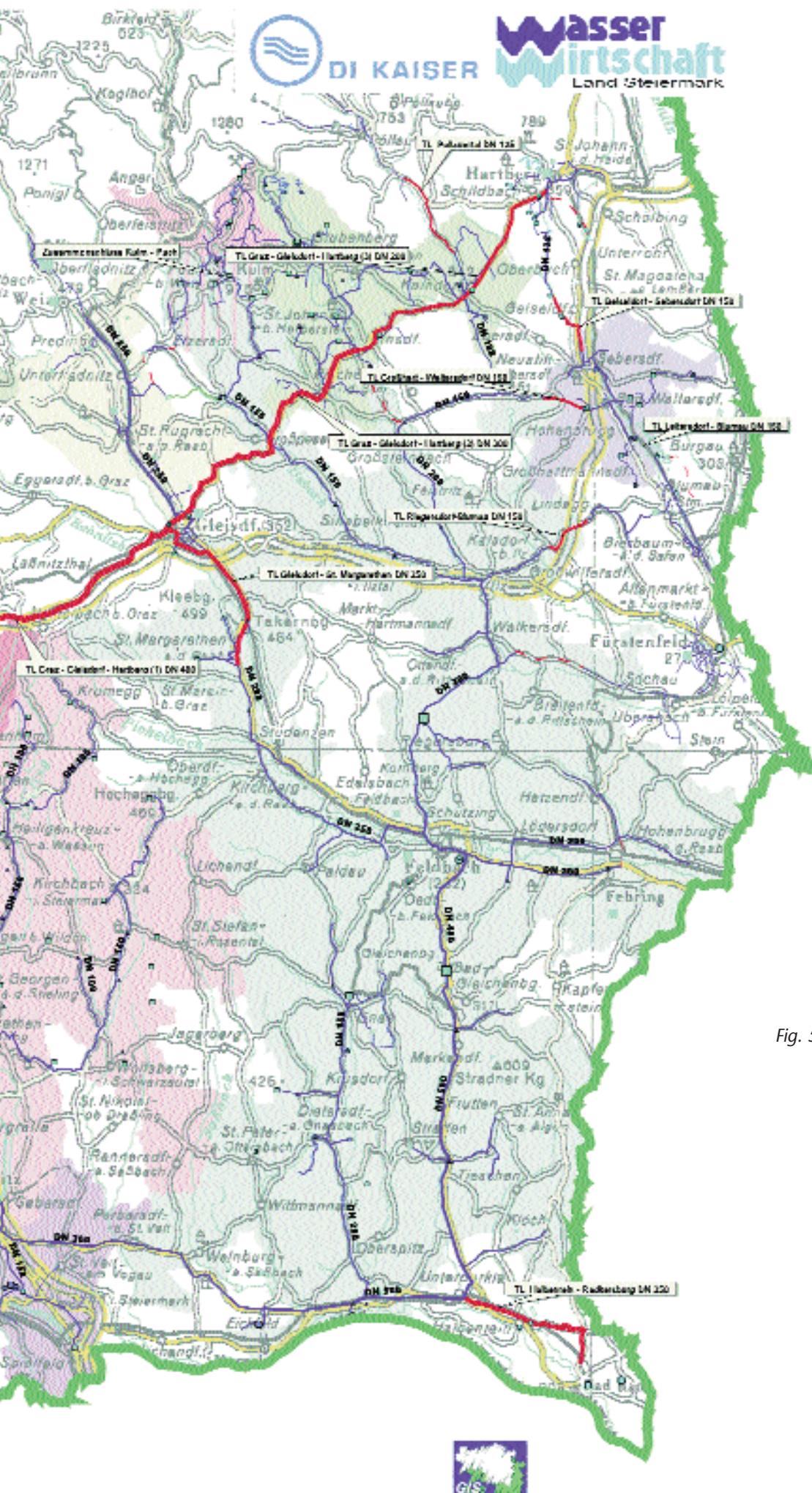


Fig. 5: Übersichtslageplan Bereich – Süd  
(Legende: Seite 227)

## WASSERVERBÄNDE UND GESELLSCHAFTEN IN DER STEIERMARK

Stand: November 2002

231

WASSERVERBAND	ADRESSE	TELEFON	OBMANN	GESCHÄFTSFÜHRER
<b>WV Aichfeld - Murboden</b>	Anton-Regner-Str. 31a 8720 Knittelfeld	03512 / 82 6 41-124	Bgm. F. Kaufmann	Ing. G. Schmid
<b>WV Leibnitzerfeld Süd</b>	Murweg 10 8472 Straß	03453 / 33 99	Bgm. J. Rauscher	Ing. E. Kohl
<b>WV Eibiswald - Wies</b>	8552 Eibiswald 390	03466 / 42 9 20	Bgm. K. König	Ing. A. Schmidbauer
<b>WV Feistritztal</b>	8222 St.Johann/H. 110	03113 / 23 08	Bgm. E. Schrott	G. Kopitsch
<b>WV Floing - Puch</b>	Gemeindeamt 8183 Floing	03177 / 22 34	J. Hofer	Bgm. J. Gratzner
<b>WV Grazerfeld Südost</b>	St.-Peter-Str. 52 8071 Hausmannstätten	03135 / 46 2 60	Bgm. G. Payer	Mag. P. D. Wakonig
<b>WV Grenzland Südost</b>	Bahnhofstraße 20 b 8350 Fehring	03155 / 51 04-12	LAbg. Bgm. Ing. J. Ober	F. Glanz
<b>WV Hochschwab - Süd</b>	Kolomann-Wallisch-Platz 21 8600 Bruck an der Mur	03862 / 890-111	Bgm. B. Rosenberger	—
<b>WV Köflach - Voitsberg</b>	Stadtwerkestraße 2 8580 Köflach	03144 / 34 70-32	Bgm. W. Skrabitz	J. Monsberger
<b>WV Koralm</b>	Hauptplatz 35 8530 Deutschlandsberg	03462 / 20 11-238	Ing. Mag. J. Wallner	A. Bauer
<b>WV Lannach - St. Josef</b>	Mooskirchner Straße 20 8502 Lannach	03136 / 82 8 75	Vzbgm. M. Pinter	J. Schaller
<b>WV Oberes Raabtal</b>	Hauptplatz 7 8160 Weiz	03172 / 23 19-26	Bgm. H. Kienreich	Ing. W. Ederer
<b>WV Rantental</b>	8854 Krakauhintermühlen 71b	03535 / 82 37	Bgm. G. Siebenhofer	O. Tockner
<b>WV Raum Reinischkogel</b>	8511 St. Stefan o. St. 19	03463 / 80 2 21	Bgm. F. Ninaus	-
<b>WV Safental</b>	8271 Bad Waltersdorf 2	03333 / 32 28	Bgm. H. Pichler	DI. H. Köberl
<b>WV Schöckl Alpenquell</b>	Mariatroster Str. 255 8044 Graz	39 13 61-21	Bgm. H. W. Tüchler	M. Boschitsch
<b>WV Söding - Lieboch</b>	Alte Bundesstr. 4 8561 Söding	03137 / 23 46	LAbg. Bgm. E. Dirnberger	K. Reiter
<b>WV Stainztal</b>	8522 Groß Sankt Florian 9	03464 / 24 68	Bgm. J. Tomberger	Ing. W. Hatzi
<b>WV Steinberg</b>	Peter-Rosegger-Siedlung 7 8151 Hitzendorf	0316 / 58 69 00	Ing. H. Lorenz	—
<b>WV Totes Gebirge</b>	Hauptstraße 12 8940 Liezen	03612 / 23 9 25	Bgm. Mag. R. Hakel	L. Brettereberner
<b>WV Umland Graz</b>	St.-Peter-Str. 52 8071 Hausmannstätten	03135 / 46 2 60-0	Bgm. G. Payer	Mag. P. D. Wakonig
<b>WV Wasserversorgung Bezirk Radkersburg</b>	8492 Halbenrain 125	03476 / 22 05-0	Bgm. A. Domittner	Dr. A. Majcan
<b>WV Weizberg - Jaritzberg</b>	8113 St. Bartholomä 77	03123 / 22 27	Bgm. E. Gogg	—
<b>Leibnitzerfeld Wasser- versorgung GesmbH.</b>	Wasserwerkstr. 33 8430 Leibnitz	03452 / 82 5 22	—	Ing. W. Ultes
<b>Zentral-Wasserversorgung Hochschwab-Süd GesmbH.</b>	Körösstraße 29 8010 Graz	0316 / 887-202	—	Dr. K. Zimmermann
<b>Verband Steirischer Wasser- versorgungsunternehmen</b>	Wasserwerkstr. 33 8430 Leibnitz	03452 / 82 5 22	Ing. W. Ultes	—

betreibt Wasserversorgungsanlage  
 Schutz und Sicherung von Wasservorkommen  
 Interessensvertretung ("Dachverband")



