



Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# Abschlussbericht

## GWStoder

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100525

### Grundwasserneubildungsdynamik im Almökosystem Stoderzinken: Kombinierte Analyse von Infiltrations- und Entwässerungsvorgängen

Groundwater recharge dynamics in the mountain pasture ecosystem  
Stoderzinken: Joined analysis of infiltration and drainage processes

#### Projektleitung:

Dr. Markus Herndl, LFZ Raumberg-Gumpenstein

#### Projektmitarbeiter:

Dr. Andreas Bohner, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Matthias Kandolf, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Martina Schink, LFZ Raumberg-Gumpenstein

#### Projektpartner:

Prof. Dr. Steffen Birk, Uni Graz

Dr. Gerfried Winkler, Uni Graz

#### Projektlaufzeit:

2009 – 2010



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Summary .....</b>	<b>4</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>Material und Methoden .....</b>	<b>6</b>
GEOLOGISCHE UND TEKTONISCHE GRUNDLAGEN .....	6
HYDROGEOLOGISCHE ÜBERSICHT .....	12
HYDROGEOLOGISCHE KARTIERUNG .....	14
HYDROCHEMISCHE BEPROBUNG.....	14
<b>Ergebnisse .....</b>	<b>15</b>
<b>Interpretation und Ausblick.....</b>	<b>20</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>22</b>

## Zusammenfassung

Wasser, das aus Karstaquiferen stammt, trägt in Österreich wesentlich zur Trinkwasserversorgung bei. Die Nördlichen Kalkalpen, mit ihren verkarstungsfähigen Gesteinen, steuern dabei einen erheblichen Beitrag sowohl zur regionalen aber auch zur überregionalen Trinkwasserversorgung bei. Im Juli 2005, wurde am Stoderzinken (1830 m Seehöhe) eine Gebirgsl lysimeterstation errichtet, mit dem Zweck Wasserbilanzparameter und Infiltrationsprozesse für ein repräsentatives Almgebiet in den Nördlichen Kalkalpen quantifizieren zu können. Das Ziel des vorliegenden Projektes war, eine kombinierte Analyse von Infiltrations- und Exfiltrationsvorgängen vorzunehmen, um die Entwässerungscharakteristik des Untersuchungsgebietes Stoderzinken zu erfassen. Dazu wurde in einem ersten Schritt die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen der orographischen Einzugsgebiete des Gebietes charakterisiert und an Quellen Schüttung und die physiko-chemische Parameter der Wässer erhoben. In einem zweiten Schritt, wurde an zwei Oberflächengerinnen (Dürenbach und Gröbmingbach), ein Monitoringsystem eingerichtet, das mittels Datenlogger kontinuierlich die Schüttung erfasst. Die Ergebnisse der ersten Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Einzugsgebiete in zwei Gruppen eingeteilt werden können: Zur ersten Gruppe gehören die großen Einzugsgebiete ( $> 10 \text{ km}^2$ ) Gröbmingbach und Gradenbach, zur zweiten Gruppe die Einzugsgebiete Dürenbach und Feisterbach. Die Einzugsgebiete Dürenbach und Feisterbach im südlichen Bereich des Stoderzinken sind durch zahlreiche Quellen mit geringen Schüttungen gekennzeichnet, wobei die Quellen dezentriert über die Einzugsgebiete verteilt sind. Die Einzugsgebiete Gröbmingbach und Gradenbach sind durch Quellen mit höheren Schüttungsmengen, wobei die Lage der Quellen auf wenige Teilgebiete konzentriert sind. Erste Ergebnisse erster hydrochemischer Analysen bestätigen im Wesentlichen die Gruppierung und lassen Abhängigkeiten der Wässer von ihren geologischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet erkennen.

Zusammengefasst sind in diesem Projekt die Grundlagen für zukünftige Untersuchungen erhoben und ein Monitoringsystem aufgebaut worden, die ein Verständnis der Entwässerungsdynamik des Gebietes Stoderzinken ermöglichen. Die kontinuierliche Fortführung der hydro(geo)logischen, der hydrochemischen, aber auch ergänzender isotopehydrologischer Untersuchungen sind neben den Untersuchungen am Lysimeterstandort Stoderzinken für ein besseres Verständnis der Infiltrations- und Exfiltrationsvorgänge im Almökosystem Stoderzinken von großer Bedeutung und anzustreben.

## Summary

Water from karst aquifers contributes substantially to the drinking water supply in Austria. The Northern Calcareous Alps with their huge karst aquifers, account thereby substantially both, for the regional and for the national drinking water supply. In July 2005, at the mountain Stoderzinken (1830 m a.s.l.) a mountain lysimeter station was established, to quantify water balance parameters and infiltration processes for a representative mountain pasture area in the Northern Calcareous Alps. The goal of the present project was, to compile analyses of infiltration and exfiltration processes in order to get the drainage characteristic of the investigation area Stoderzinken. In a first step, the geological and hydrogeological basics of the test site catchments were determined and the delivery of springs and the physico-chemical parameters of the waters were imposed. In a second step, a monitoring system was installed at two creeks (Dürenbach and Gröbmingbach) recording continuously the discharges of the two catchments. First results point out that the catchments draining the Stoderzinken area can be divided in two groups: The large catchments (> 10 km<sup>2</sup>) Gröbmingbach and Gradenbach and the catchments Dürenbach and Feisterbach with up to 3 km<sup>2</sup> area. The catchment areas Dürenbach and Feisterbach at the south of the Stoderzinken are characterized by numerous springs with small discharges, and the springs are distributed over the whole catchment areas. The springs of the catchments Gröbmingbach and Gradenbach are characterized by higher discharge rates and the spring positions are concentrated to just a few small areas. First results of the hydro-chemical analyses essentially confirm the grouping and show connections of the waters and the different geological conditions in the catchments.

In summary, in this project the basis for future investigations, including the monitoring system, was established to get a better knowledge about the drainage dynamics in the Stoderzinken area. The continuation of the analyses particularly in the hydrologic, hydro-chemical and additional isotopic investigations are essential and provide beside the investigations at the lysimeter Stoderzinken a better understanding of the infiltration and exfiltration processes in the mountain pasture system Stoderzinken.

## Einleitung

Ca. 50 % des Trinkwassers in Österreich wird aus Karstaquiferen entnommen. Besonders die Nördlichen Kalkalpen tragen erheblich zur regionalen, aber auch überregionalen Trinkwasserversorgung bei. Für den Schutz und für die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser ist das Verständnis des Prozesses und der Dynamik der Grundwasserneubildung (Infiltration) unumgänglich.

Mit Hilfe von Lysimetern können die Infiltrationsprozesse qualitativ und quantitativ erfasst werden. Im Juli 2005, wurde an der Westseite des Stoderzinkens (1830 m Seehöhe) eine Gebirgslysimeterstation errichtet, welche einen wägbaren, monolithischen Lysimeter sowie Bodenwassersammler und eine Wetterstation beinhaltet (Herndl *et al.*, 2009). Mit Hilfe der Gebirgslysimeterstation können Sickerwassermengen und damit Grundwasserneubildungsraten punktuell quantifiziert werden. Ein Ziel dieser Forschungsstation ist es, Wasserbilanzparameter wie Grundwasserneubildungsraten und Verdunstung für ein repräsentatives Almgebiet in den Nördlichen Kalkalpen zu quantifizieren.

Für eine kombinierte Analyse von Infiltrations- und Exfiltrationsvorgängen, muss und auch die Entwässerungscharakteristik des Untersuchungsgebietes erfasst werden. Zu diesem Zweck wurden in einem ersten Untersuchungsschritt die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen des Gebiets Stoderzinken erfasst und untersucht, insbesondere hinsichtlich der Grundwasseraustritte an Quellen. An den Quellen wurden Schüttung und die physiko-chemische Parameter der Wässer erhoben. Es wurde ein Monitoringsystem an zwei Oberflächengerinnen (Dürenbach und Gröbmingbach), die Teile des Stoderzinkengebietes entwässern, eingerichtet, um mittels Datenloggern kontinuierliche Schüttungsdaten zu erhalten. Des Weiteren erfolgten bereits zwei Beprobungskampagnen zur hydrochemischen Untersuchung ausgewählter Quellwässer.

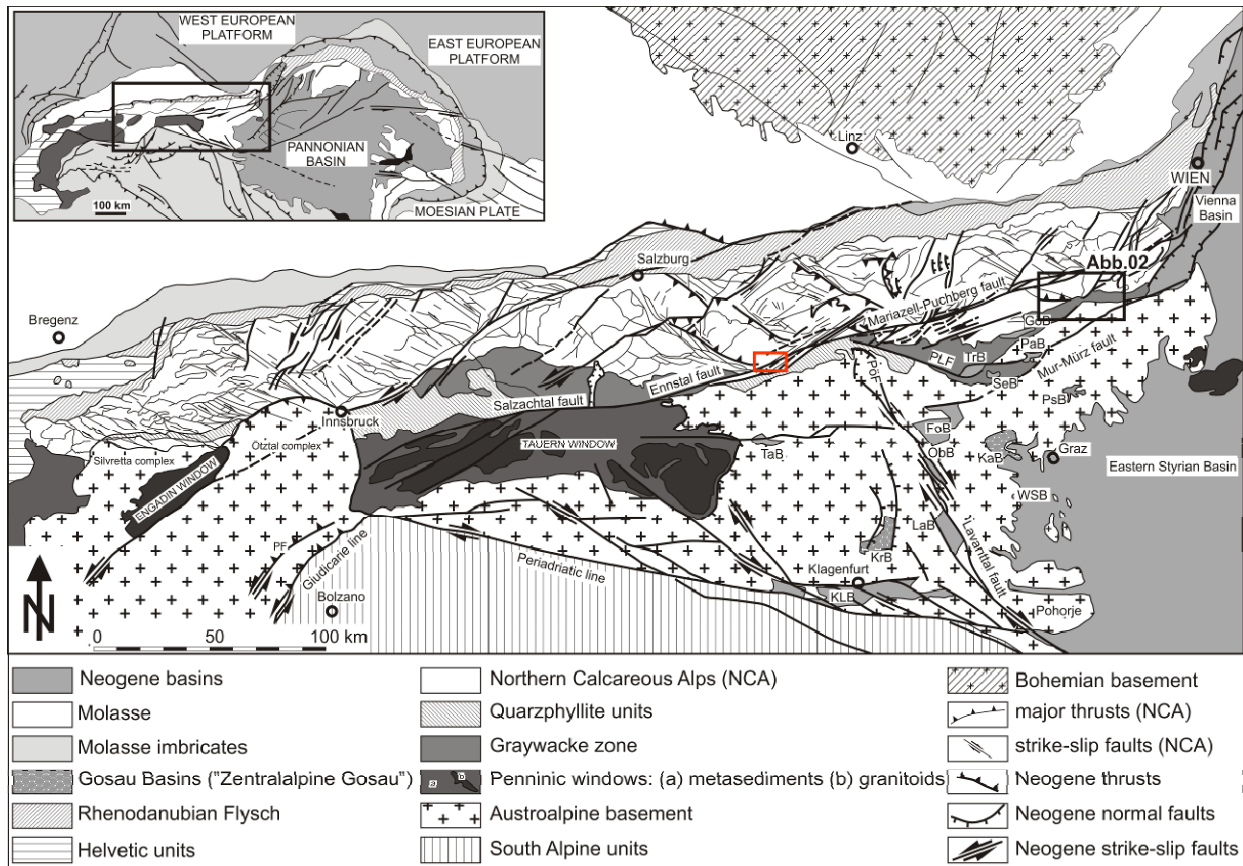
## Material und Methoden

Folgende Untersuchungen wurden bereits im Zuge des Projektes durchgeführt:

- Geologische, tektonischen Grundlagenerhebung
- Hydrogeologische Grundlagenerhebung; Quellkartierung, Erhebung der Schüttungsdaten und physiko-chemischen Parameter an den Quellen
- Auswahl und Installation von Dauerbeobachtungsmessstellen an Oberflächengerinnen (Dürenbach und Gröbmingbach) zur Erfassung der Exfiltrationsbedingungen (kontinuierliche Datenerfassung der Parameter Schüttung, Wassertemperatur), Dauerbeobachtungszeitraum ist allerdings weit über Projektende geplant
- Hydrochemische Beprobung ausgewählter Quellen, Auswertung der hydrochemischen Ergebnisse

### *Geologische und tektonische Grundlagen*

Das Untersuchungsgebiet ist dem südöstlichen Teil der Dachsteinregion zuzuordnen, welches zu den Nördlichen Kalkalpen (Oberostalpin) gehört (Abb. 1). Diese stellen die hangendste tektonische Einheit der Ostalpen aus triassischen und jurassischen Sedimenten dar (z.B. Mandl, 2000). Die südliche Begrenzung des Untersuchungsgebietes Stoderzinken, wird durch ein Teilstück der Salzach- Ennstal- Mariazell-Puchberg Störung (SEMP) gebildet (Abb. 1). Die sinistrale SEMP ist eine der Hauptstörungen der Ostalpen an der Nordbegrenzung eines sich nach Osten öffnenden Keils. Der Keil wird im Wesentlichen durch W-E streichende Seitenverschiebungen begrenzt, die bei der orogen-parallelen ostwärtigen Extrusion der Ostalpen ab dem Oligozän aktiviert wurden (Ratschbacher *et al.*, 1991, Ratschbacher, 1998). Die SEMP weist Verschiebungen im 10er km-Bereich auf. Die heutige Anordnung der geologischen Einheiten wurde durch die alpidische Gebirgsbildung vom Zeitraum Perm bis Eozän geschaffen.



**Abbildung 1: Übersicht der östlichen Ostalpen mit der Lage des Untersuchungsgebietes (modifiziert nach Linzer *et al.*, 2002)** PLF=Palten – Liesing Störung; PöF=Pöls Störung; GöB=Göriacher Becken; PaB=Parschluger Becken; SeB=Seegrabener Becken; PSB=Passailer Becken; FoB=Fohnsdorfer Becken; ObB=Obdacher Becken; LaB=Lavanttaler Becken; TaB=Tamsweger Becken; TrB=Trofaiacher Becken; KLB=Klagenfurter Becken; WSB=Weststeirisches Becken; KrB=Kraupfelder Gosau Becken; KaB=Kainacher Gosau Becken

Über dem metasedimentären, variszischen Basement wurden im Perm im Zuge einer ozeanischen Transgression evaporitische und seichtmarine siliziklastische Sedimente abgelagert. Die Öffnung des Meliata Hallstatt Ozeans (Punkt 1 in Abb. 2), beginnend in der Trias, führte zu einer zunehmenden Karbonatproduktion. Mächtige Karbonatgesteinsplattformen (wie Dachstein Formation, Wetterstein Formation und Hauptdolomit Fazies) und Becken mit lokal terrigenen Einflüssen bildeten sich in der Mittleren und Oberen Trias aus. Im tieferen Schelfbereich (Hallstatt Fazies) lagerte sich pelagischer Kalkstein ab und es kam in Bereichen mit permischen Evaporiten zu einem synsedimentären Diapirismus. Olistolithe konnten sich durch Klippen bilden, welche sich im Zuge der alpidischen Gebirgsbildung formten. In der Jura öffnete sich der Penninische Ozean und es kam zur Stapelung der Bajuvarischen, Tirolischen und Juvarischen Decke des Ostalpins. Mandl (2000) beschreibt, dass zeitgleich Ozean Spreading im Zentralatlantik stattfand. Das Deckenstapelsystem und die Lage im Untersuchungsgebiet sind in Abbildung 2 dargestellt.

Das Juvarische Deckensystem bildete sich nach dem Lösen vom kristallinen Basement zuerst aus. In der Oberen Jura wurden Olistolithe, Deckenteilbereiche und syntektonisches klastisches Material gravitationsbedingt in tiefere Radiolarit Beckenfazies Bereiche transportiert.

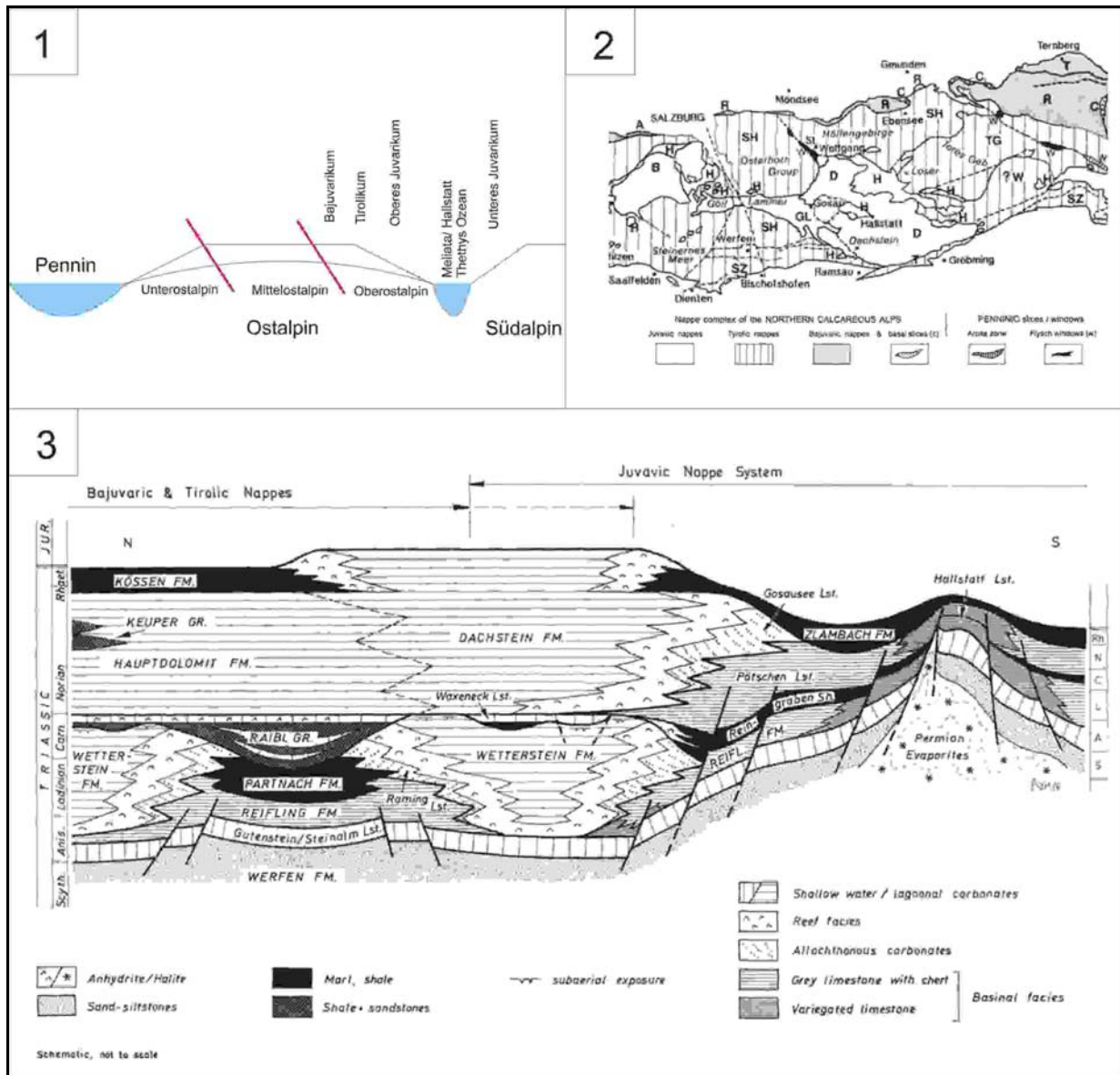


Abbildung 2: 1) Position während der Trias 2) Lage und Differenzierung des Deckensystems 3) Generelle Abfolge der Deckensysteme, modifiziert nach Mandl (2000)

Die sich heute im Hangenden befindenden Decken und Deckenschollen werden als Juvavikum (Mittel-Obertrias) zusammengefasst und als Tiefjuvavikum (Hallstätter Entwicklung) und ein Hochjuvavikum (Dachsteindecke) unterteilt. Jene Seichtwasserkalke aus dem Hochjuvavikum bilden einen Großteil der Masse der Dachsteinregion. Die Gesteine des Tiefjuvavikum setzten sich aus heterogenen, mergeligen oder nur kalkigen, eher geringmächtigen Ablagerungen der tieferen Meeresbereiche zusammen.



Das Juvarikum überschiebt relativ flach die Gesteine des Tirolikums.

Zusammengefasst sind der Wettersteinkalk, Wettersteindolomit, Hauptdolomit und der bis zu 1000m mächtige Dachsteinkalk die wichtigsten Einheiten der Nördlichen Kalkalpen und somit auch der Dachsteinregion. Aufgrund der komplexen Entstehungsgeschichte des Juvarikums und Tirolikums spricht man heute von einem allgemeinen Großschollenmosaik mit isolierten Einzelschollen. Tollmann (1981, 1985) beschreibt, dass gleittektonische Bewegungen ab der Oberjura dafür verantwortlich waren. Mandl (2001) weist auf eine autochthone Ablagerung der Sedimentgesteine und eine Ausprägung von mehreren Bewegungs- und Deformationsphasen hin. Abscherungs- und Überschiebungsbahnen sind demnach für viele heutige Deckengrenzen verantwortlich. Steil stehende Brüche und Blattverschiebungen sind ebenfalls charakteristische Elemente der Dachsteinregion. Während der alpidischen Deformation kam es zu einer bruchtektonischen Zerstückelung der Flachwasserkarbonate, besonders entlang steilstehender Bewegungsflächen mit überwiegend vertikalem Versatz.

Im palinostatischen Modell des Salzkammerguts beschreibt Tollmann (1981) die Dachsteindecke als Seichtwasserschelf, welcher im Norden durch den Mittelkanal (Miohallstätter Kanal) und im Süden durch den Südkanal (Euhallstätter Kanal) begrenzt ist. Lein (1976, 1985) bezeichnet den Mittelkanal als Intraplattform mit pelagisch beeinflusster Fauna. Stratigraphisch wird der Mittelkanal als Mandling Zug angeführt. Über den Zeitraum Trias bis Ende Eozän überschob die Dachsteindecke den Mandling Zug (siehe Abb. 3). Die Gesteine des Mandling- Zuges fallen somit nordwärts unter die Dachsteindecke ein und bilden die tektonisch tiefste Einheit der kalkalpinen Südrandschuppen aus. Der Mandling Zug bildet südlich des Untersuchungsgebietes den Höhenrücken Aichberg – Sonnwendkogel und ist durch ein steilstehendes Lineament der SEMP vom Dachsteinmassiv getrennt. Dies entspricht nicht der normalen tektonischen Position des Mandling Zuges (liegend zur Dachsteindecke) (Mandl, 2000 und Decker, 1994). Der Mandling Zug und die Dachsteindecke differenzieren sich stratigraphisch. Abbildung 3 zeigt die stratigraphische Abfolge der Dachsteindecke im Südabschnitt (der Bereich Grafenbergalm ist für das Untersuchungsgebiet besonders relevant) und des Mandling Zuges.

Der Mandling Zug und die Dachsteindecke werden von altpaläozoischen Schiefen der oberostalpinen Grauwackenzone unterlagert, welche ein Relikt der variszischen Gebirgsbildung sind. Diese sind im Untersuchungsgebiet aufgrund der oben genannten steil stehenden Störungslinie der SEMP nicht aufgeschlossen.

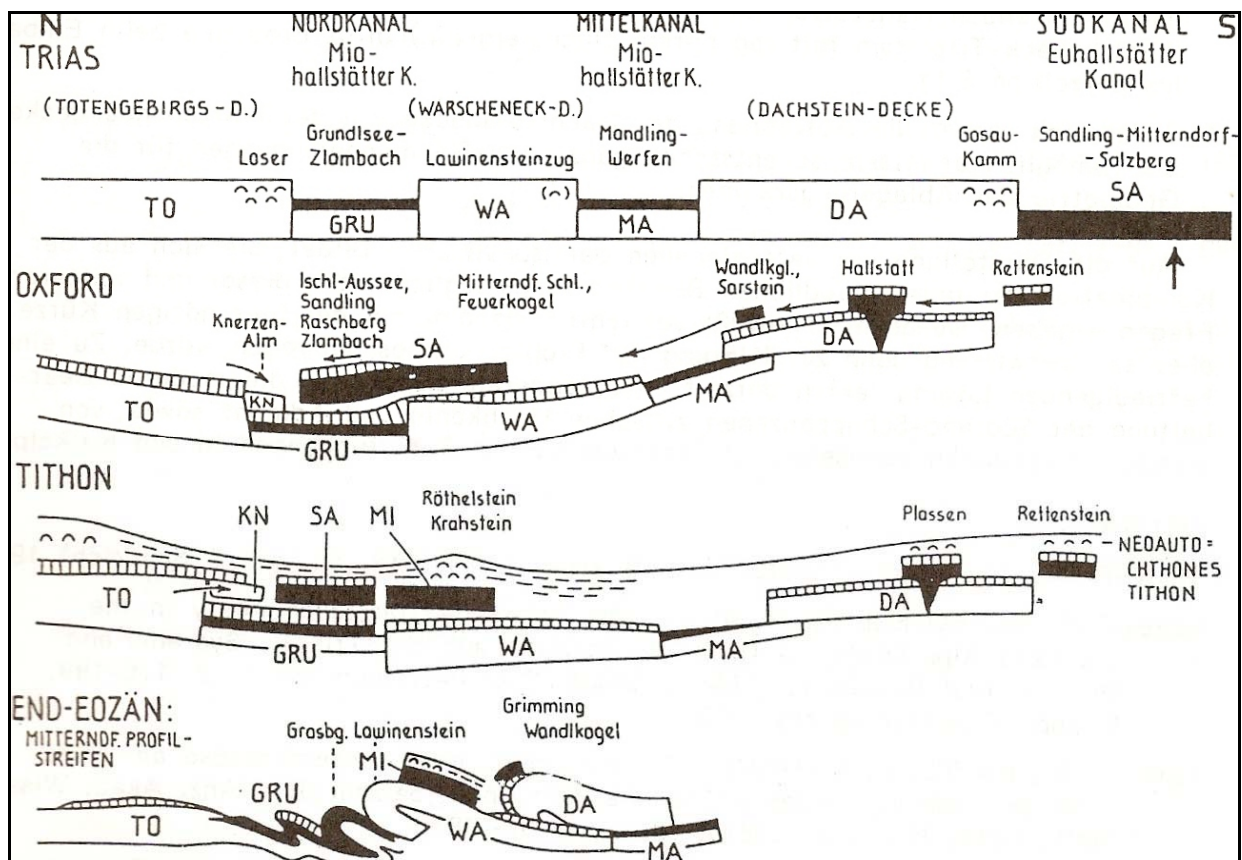


Abbildung 3: Palinspastisches Modell des Salzammergutes (Tollmann, 1981), TO=Totengebirgs Decke, GRU= Grundlsee-Zlambach Decke, WA= Warscheneck Decke, MA= Mandling- Werfen Decke bzw. Mandling Zug, DA= Dachsteindecke, SA= Sandling- Mitterndorf- Salzberg Decke

Die Kohlenserie (Paläogen / Neogen) der Stoderalm stellt das höchstgelegene Kohlevorkommen der Ostalpen dar. Das Vorkommen wurde 1845 entdeckt und bis 1903 mit Unterbrechungen abgebaut. Großflächige Ablagerungen von Augensteinen (2-3 cm großes, quarzreiches Schottersediment) nordwestlich des Stoderzinkens erfolgten durch die Überschotterung der Kalkalpen, die aufgrund der aufsteigenden Zentralalpen bis in das Miozän stattfand. Die Augensteinlandschaft interagiert heute mit der Karstoberfläche.

Quartärgeologisch sind im Untersuchungsgebiet Hangschutt, Schwemmkegel, Moore, Massenbewegungen (vor allem in den Tonschiefern), Eisrandsedimente und diverse Moränen von Bedeutung. Van Husen (1987) teilt die Entwicklung des oberen Ennstales während der Eiszeiten in drei Phasen ein: Die älteste stellt den alten Talboden dar, die Zweite wird durch eine Breccienbildung charakterisiert und die Jüngste stellt die Entwicklung während der letzten Eiszeit dar. Der Talkessel des Gradenbaches beinhaltet mächtige Kieskörper auf beiden Flanken, welche auf Stauwirkung der ehemaligen Eismassen im Ennstal zurückzuführen sind (Van Husen, 1987). Das Ennstal war während der Würmvergletscherung mit einem bis zu 2000 m mächtigen Eisstrom gefüllt. Das Gradenbachtal mit Ahorn-Grafenbergsee wurde durch einen

Seitengletscher des Ennstalgletschers morphologisch überprägt und liegt heute als Hängetal vor. Die Vergletscherung führte zu Gletscherschliffen, Rundhöcker und Zurundungen der Hänge. Massenbewegungen an der Südseite des Feistergrabens und Terrassen am Ausgang des Gradenbaches sind auf den Eisrückzug rückzuschließen. Eisrandsedimente bestehen aus fluviatilen Schottern und Sanden die sich am Rand der abschmelzenden Gletscher bildeten. Die glazialen Moränenablagerungen stammen von der Würmvereisungen, sowie jüngeren Rückzugstadien.

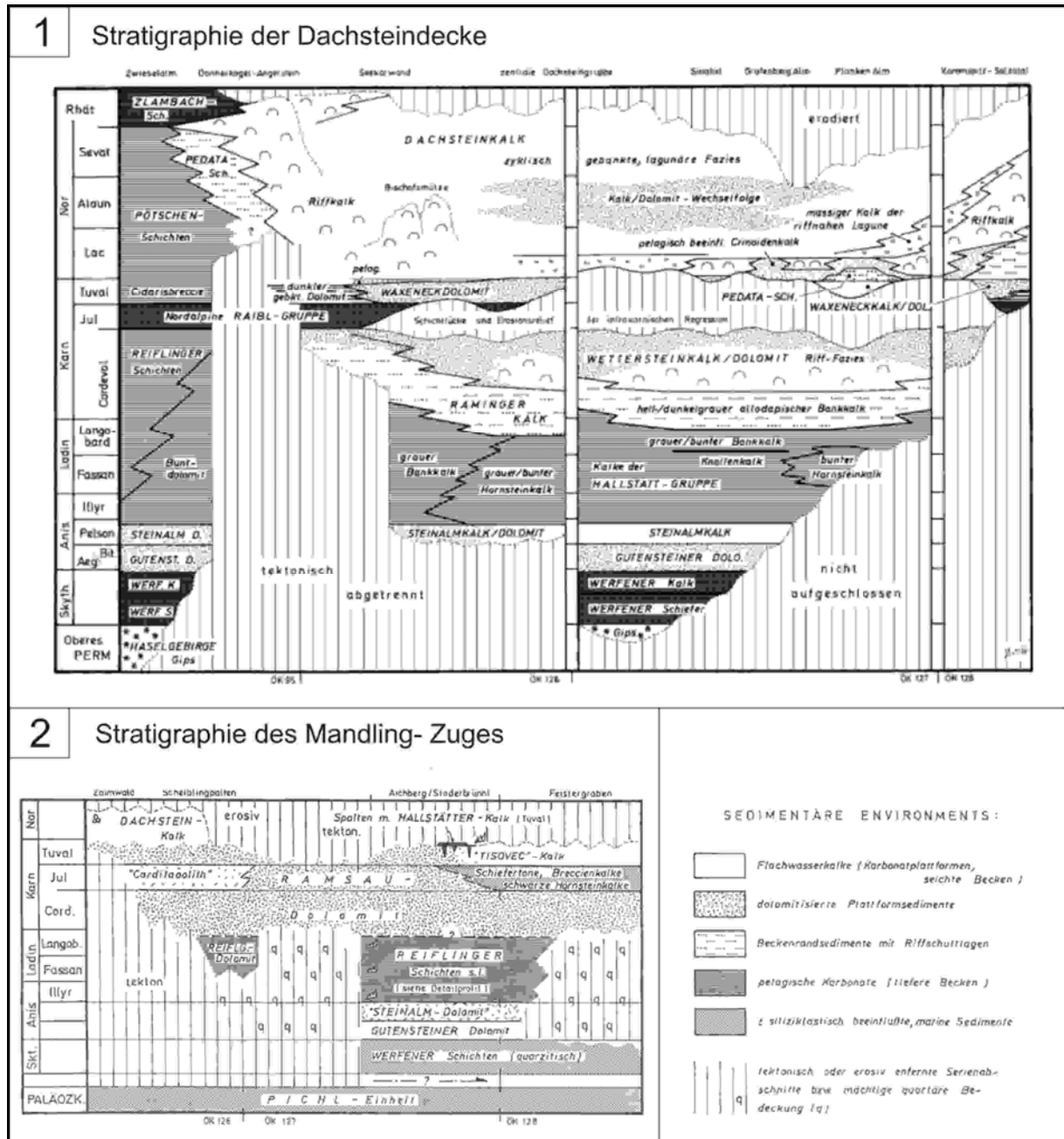


Abbildung 4: 1) Abfolge der Dachsteindecke im Südabschnitt (Mandl, 2001) 2) Abfolge des Mandling-Zuges (Mandl, 1987)

## *Hydrogeologische Übersicht*

Die Dachsteinregion ist hydrogeologisch vorwiegend durch die Flachwasserkarbonate der Dachsteindecke beeinflusst. Der Hauptaquifer wird durch die bis zu 1000 m mächtige und stark verkarstete Dachsteinkalkabfolge gebildet (Mandl, 2001). Die gering verkarstungsfähigen Dolomite agieren als relative Wasserstauer. Zusammengefasst erreichen die beiden karbonatischen Einheiten eine aufgrund der Erosion variierende Mächtigkeit von 1500 bis 2000 m. Im für das Untersuchungsgebiet relevanten Südteil fallen die Flachwasserkarbonate mittelsteil bis flach nordwärts ein. Die Markierungsversuche des „Pilotprojekt: Karstwasser Dachstein 2“ belegen eine nördwärtsgerichtete Hauptentwässerung (Schubert, 2001). Daher sind die Quellen mit den höchsten Quellschüttungen am Nordrand der Dachsteinregion situiert (Abb. 5). Die Spitzenschüttungen der Quellen am Nordrand betragen im Schnitt über 10 m<sup>3</sup> / s (Bauer, 1989). Die am Südrand der Dachsteinregion austretenden Quellen, wie die Quellen des Untersuchungsgebiets, weisen viel geringere Schüttungen auf. Die liegenden, nach Norden einfallenden Werfener Schichten wirken im Untersuchungsgebiet als stauende Basis. Die Grauwackenzone ist im Untersuchungsgebiet nicht aufgeschlossen.

Die Positionen der Quellaustritte werden stark von quartären Ablagerungen wie Hangschutt, Schwemmfächern und vor allem glazialen und periglazialen Ablagerungen wie beispielsweise Terrassensedimente oder Moränenmaterial bestimmt. Verschwemmte Moränen und Grundmoränen wirken aufgrund des hohen Feinfraktionsanteils und der zum Teil hohen Lagerungsdichten wasserstauend. Endmoränen weisen zwar geringere Feinfraktionsanteile auf, sind aber ebenfalls durch geringere Durchlässigkeiten gekennzeichnet (Van Husen, 1977). Eisrand- und Terrassensedimente sowie mächtiger ausgebildete Vorstoßschotter wirken aufgrund ihrer grobkörnigen Zusammensetzung höhere hydraulische Durchlässigkeiten auf und können ergiebige Porenaquifere ausbilden. Karstmorphologische Erscheinungsformen wie Dolinen oder Schwinden sowie großflächige Hangschuttmassen führen zu rascher Versickerung von Niederschlagswässern und somit zu einer höheren Grundwasserneubildungsrate.

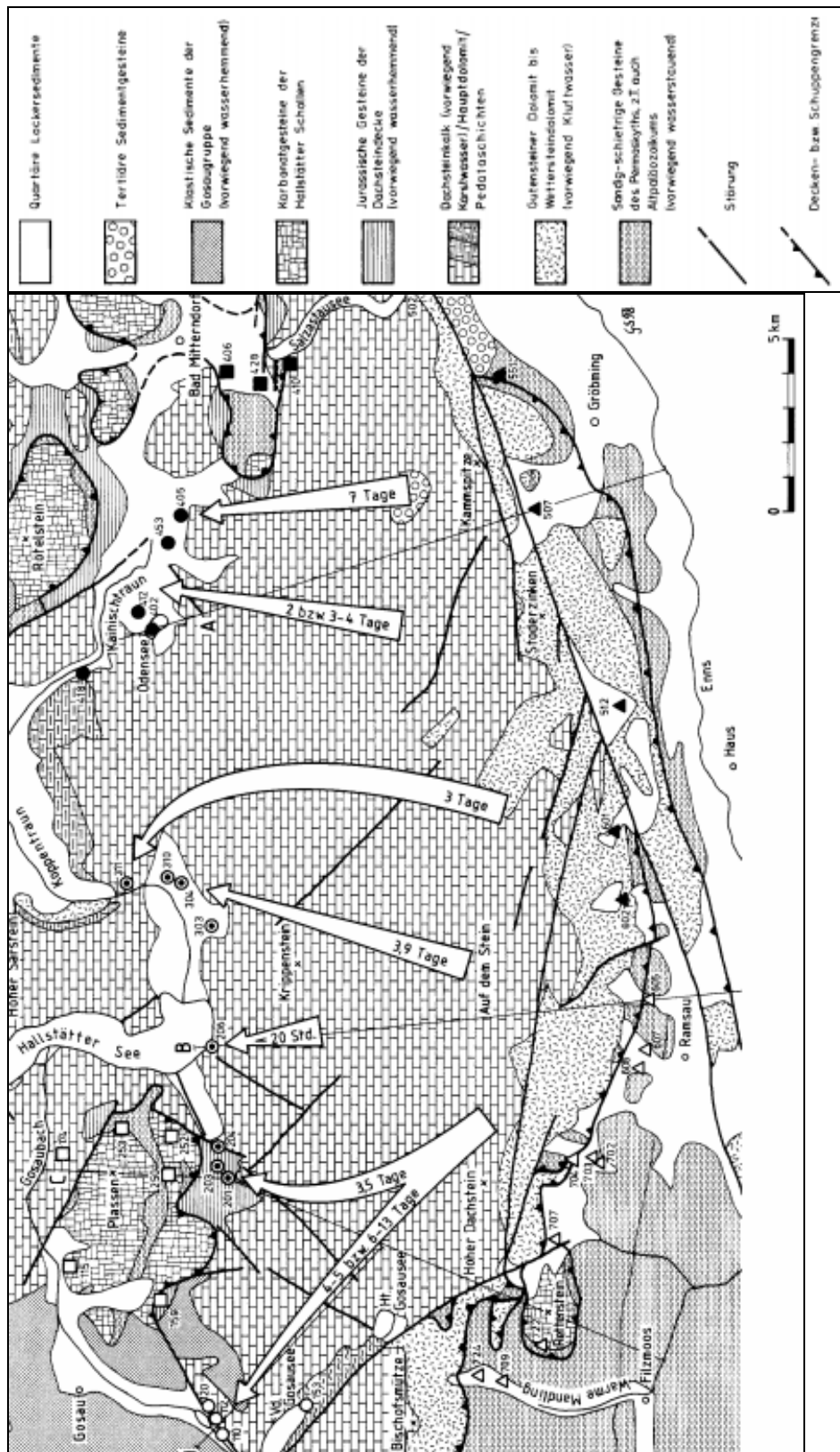


Abbildung 5: Hydrogeologische Übersichtskarte des Dachsteingebiets mit nordwärtsgerichteter Entwässerung im Dachsteinkalk (Schubert, 2001)

### *Hydrogeologische Kartierung*

Die Hydrogeologische Kartierung des Untersuchungsgebiets erfolgte im Zeitraum Juli- August 2009. Eine ergänzende Aufnahme zur Vervollständigung des orographischen Einzugsgebietes des Gröbmingbaches erfolgte im Frühjahr 2010. Das Hauptziel der hydrogeologischen Kartierung war, die Aufnahme von gefassten und ungefassten Quellen, Oberflächengerinne (perennierende, episodische und periodische) und Vernässungszonen. Ergänzend wurden im Gelände morphologische und tektonische Phänomene wie Massenbewegung bzw. Störungen aufgenommen. Die Kartierung wurde bei den Unterläufen der größten Vorflutern (Gröbmingbach und Gradenbach) begonnen und es folgte eine systematische Aufnahme der abzweigenden Gerinne sowie der am Ursprung gelegenen Quellen. Die Lage der Aufnahmeobjekte wurde im Feld in eine topographische Karte (1:10000) eingetragen und als Messstelle ausgewiesen. Im Rahmen der gesamten Kartierung wurden 146 Messstellen aufgenommen. Messstellen mit flächigen Quellaustritten wurden zusätzlich mit Skizzen beschrieben. Bei jeder Quelle wurden Temperatur, elektrische Leitfähigkeit des Wassers mittels Handfeldmessgerät (WTW CON3401) und die Schüttung mit Messbecher (1l oder 3l) und Stoppuhr gemessen.

### *Hydrochemische Beprobung*

Im Zuge der hydrochemischen Untersuchungen wurden neben den Feldparametern Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit pH-Wert die wichtigsten 4 Kationen und Anionen ermittelt. Hierfür wurden an zwei Beprobungskampagnen an ausgewählten Quellen Proben genommen und im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein sowie im Labor des Institutes für Angewandte Erdwissenschaften der Technischen Universität Graz analysiert. Die Parameter sind im Anschluss aufgelistet.

- Wassertemperatur
- elektrische Leitfähigkeit
- Kationen (Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium)
- Anionen (Sulfat, Chlorid, Nitrat, Hydrogencarbonat)

Die Konzentrationen der gelösten Wasserinhaltsstoffe werden infolge entweder in mg/l oder mg/kg (ppm) angegeben.

## Ergebnisse

Das Untersuchungsgebiet Stoderzinken ist der südwestliche Teil des Kemetgebirges, welches in diesem Bereich von vier Oberflächengerinnen in Richtung Süden entwässert wird. Der westliche Teil des Stoderzinkens wird über den Gradenbach entwässert, der südliche Teil alimentiert in die periodisch wasserführenden Bäche Dürenbach und Feisterbach und der östliche bis nordöstliche Teil wird vom Gröbmingbach entwässert. Die orographischen Einzugsgebiete der vier Oberflächengerinne sind in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt. Der Lysimeterstandort (Abb. 6) liegt im Grenzbereich der Einzugsgebiete Gröbmingbach und Gradenbach. Aufgrund der Lage sind die am Lysimeterstandort gewonnenen Niederschlagsdaten für alle vier Einzugsgebiete bei der Wasserbilanz von Bedeutung. Die Wasserbilanzen der Einzugsgebiete Dürenbach und Gröbmingbach werden derzeit erst erstellt.

Im Zuge der hydrogeologischen Kartierung wurden die Einzugsgebiete aller vier Oberflächengerinne hinsichtlich Quellen, Vernässungszonen, Interaktionen zwischen Vorfluter und lokalen begleitenden Grundwasserkörpern erhoben. Die Lage der Quellen ist mit den zur Zeit der Kartierung gemessenen Feldparametern Schüttungen (l/s) und elektr. Leitfähigkeiten in den Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt.

Die Einzugsgebiete können in einem ersten Untersuchungsschritt in zwei Gruppen untergliedert werden. Die Einzugsgebiete Feisterbach und Dürenbach im südlichen Bereich des Stoderzinken (Abb. 6) weisen Einzugsgebietsflächen von ca. einem bzw. ca. drei Quadratkilometern auf. Die Einzugsgebiete des Gradenbachs und des Gröbmingbachs liegen deutlich über zehn Quadratkilometern. Die kleineren Einzugsgebiete (Feisterbach und Dürenbach) weisen eine deutlich höhere Quelldichte (Quellen pro km<sup>2</sup>) auf als die größeren Einzugsgebiete. Des Weiteren sind die Quellen in den Einzugsgebieten Gradenbach und Gröbmingbach auf einige wenige Teilgebiete konzentriert und größere Einzugsgebietsflächen weisen keine Quellen auf. Die Quellen der kleineren Einzugsgebiete sind dezentrierter verteilt und ihre Schüttungsmengen sind deutlich geringer (Tab. 1). Die elektrischen Leitfähigkeitswerte bei den Quellen aus den Einzugsgebieten Feisterbach und Dürenbach sind teilweise wesentlich höher als die der Quellen der beiden anderen Einzugsgebiete. Die erhöhten elektrischen Leitfähigkeiten sind vorwiegend bei Quellen zu beobachten, die im östlichen Teil des Feisterbachs und im südöstlichen Teil des Dürenbaches austreten.

Aufgrund der Ergebnisse der hydrogeologischen Kartierung und der damit verbundenen Erhebung der Feldparameter wurden 20 Quellen ausgewählt, die im Zuge von drei Beprobungskampagnen hydrochemisch untersucht werden. Die Lagen der Quellen und ihre Bezeichnungen sind in Abbildung 7 dargestellt. Die Zwischenergebnisse der ersten zwei Beprobungen zeigen Unterschiede in der hydrochemischen Zusammensetzung zwischen den Quellen der Einzugsgebieten Gröbmingbach und Gradenbach zu den Quellen der Einzugsgebiete Dürenbach und Feisterbach.

Dies könnte im Zusammenhang mit den unterschiedlichen geologischen Untergrundverhältnissen in den verschiedenen Einzugsgebieten stehen. Beispielsweise zeigen die hydrochemischen Ergebnisse der Messstellen Me59, Me077 und Me090 deutlich höhere Sulfatgehalte als die restlichen ausgewählten Quellen (Abb. 8), worauf die hohen elektrischen Leitfähigkeiten dieser Quellen zurückzuführen sind. Dies kann auf die unterschiedlichen geologischen Verhältnisse in den Einzugsgebieten zurückgeführt werden. Diesbezüglich werden derzeit noch Detailanalysen durchgeführt, deren Ergebnisse noch nicht vorliegen.



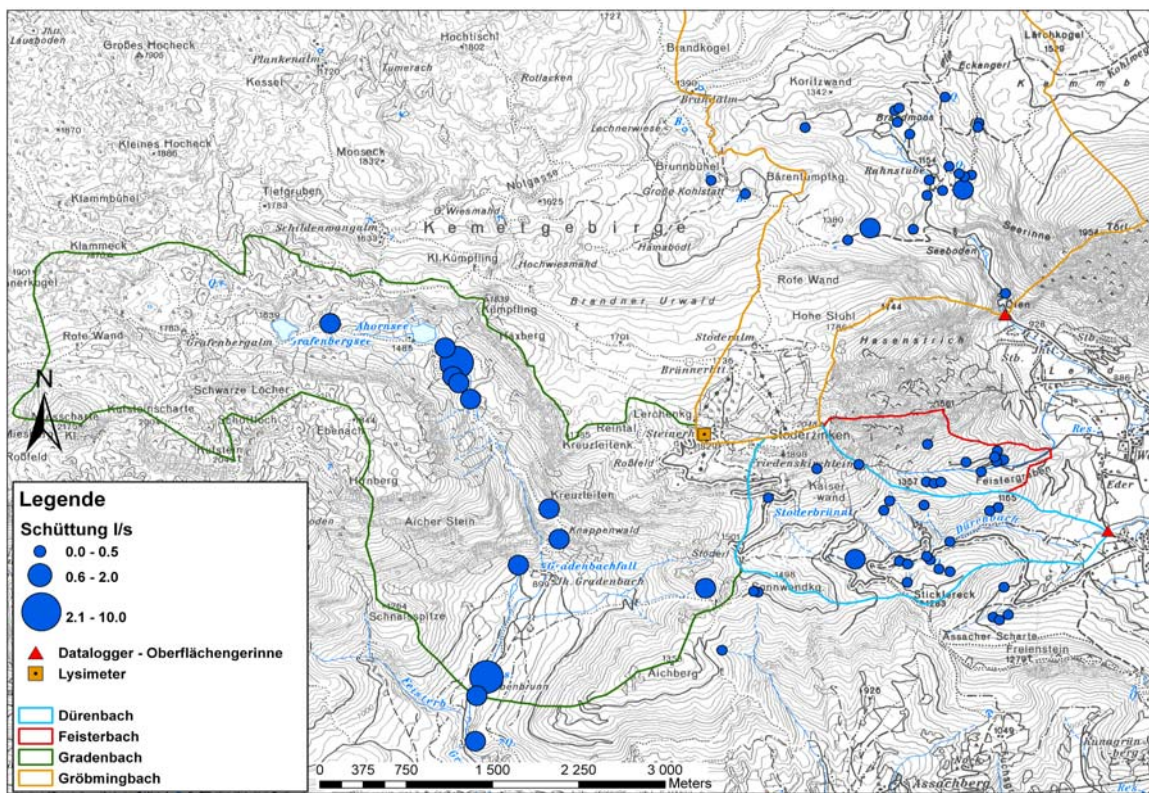


Abbildung 6: Quellenkarte mit den Schüttungsdaten sowie die orographischen Einzugsgebiete der vier nach Süden entwässernden Oberflächengerinne

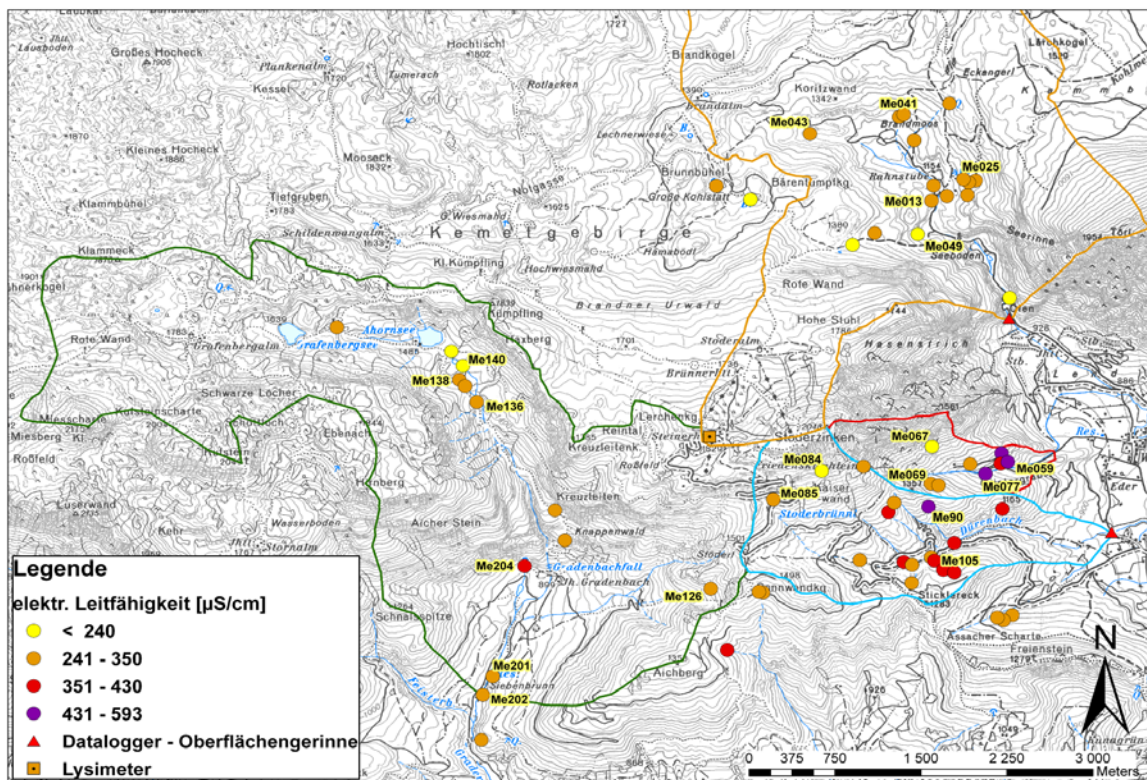


Abbildung 7: Die elektrischen Leitfähigkeiten ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) aller Quellen sowie die für die hydrochemische Beprobung ausgewählten Quellen mit ihren Bezeichnungen

**Tabelle 1: Einzugsgebiete mit den Quelldaten**

Einzugsgebiet	Quellen	Schüttung max.	Schüttung min.	elektr. Leitfähigkeit min.	elektr. Leitfähigkeit max.	Fläche	Quellen pro km <sup>2</sup>
(EZG)	(n)	(l/s)	(l/s)	( $\mu$ S/cm)	( $\mu$ S/cm)	(km <sup>2</sup> )	gerundet
Gröbmingbach	20	2	0,1	221	330	10,6	2
Gradenbach	15	10	0,5	231	315	12,87	1
Dürenbach	14	0,75	0,1	214	593	2,82	5
Feisterbach	9	0,5	0,1	202	468	0,91	10

An zwei hydrologischen Messstellen am Dürenbach bzw. am Gröbmingbach (Abbildung 6) wurden Datenlogger zur kontinuierlichen Erfassung der Wasserstände installiert. Mit Hilfe der Wasserstände und Schlüsselkurven für die jeweiligen Messstationen können die Schüttungswerte (l/s) errechnet werden. Somit liegen kontinuierliche, zeitlich hoch aufgelöste Schüttungsdaten seit Herbst 2009 vor. Erste Analysen der Daten zeigen, dass es sich bei beiden Bächen um periodische Gerinne handelt. Detailanalysen über das Auslaufverhalten der beiden Einzugsgebiete liegen allerdings noch nicht vor. Die Abflussdaten fließen neben den Niederschlagsdaten und den Erkenntnissen über die Grundwasserneubildung/Verdunstung vom Lysimeterstandort Stoderzinken in die Wasserbilanzen zu den jeweiligen Einzugsgebieten ein.

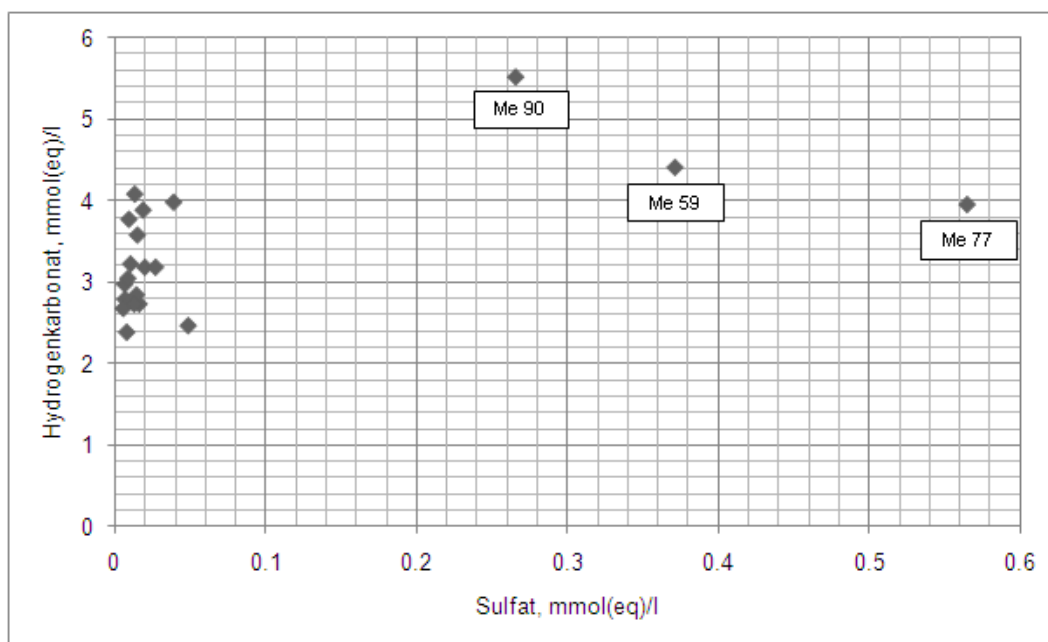


Abbildung 8: Hydrochemische Analyseergebnisse der beprobten Quellen – Hydrogencarbonat vs. Sulfat

## Interpretation und Ausblick

Die Ergebnisse der ersten Untersuchungen weisen darauf hin, dass für die vier Einzugsgebiete unterschiedliche geologische Verhältnisse vorliegen. Die Einzugsgebiete können in zwei Gruppen unterteilt werden, die am Entwässerungssystem selbst, d.h. Anzahl der Quellen, Lage der Quellen, ihre Verteilung über das Einzugsgebiet und ihre Schüttungsmengen, aber auch durch die hydrochemische Charakterisierung unterschieden werden können. Zu einer Gruppe können die großen Einzugsgebiete Gröbmingbach und Gradenbach zusammengefasst werden und die zweite Gruppe bilden die Einzugsgebiete Dürenbach und Feisterbach. Die Einzugsgebiete Dürenbach und Feisterbach sind durch zahlreiche Quellen mit geringen Schüttungen (meistens  $Q < 1$  l/s) gekennzeichnet. Dies weist auf kleinere Quelleinzugsgebiete hin, wo eine oberflächennahe Wasserzirkulation zu erwarten ist, was auf kurze Verweilzeiten des Wassers im Untergrund hinweist. Erste Ergebnisse der hydrochemischen Analysen bestätigen im Wesentlichen die Gruppierung und deuten darauf hin, dass Abhängigkeiten der Wässer und ihrer geologischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet vorliegen, und daher eine geologische und lithologische Differenzierbarkeit der Einzugsgebiete möglich ist. Die elektrischen Leitfähigkeiten der Quellwässer in den Einzugsgebieten Dürenbach und Feisterbach schwanken zwischen ca.  $210 \mu\text{S}/\text{cm}$  und bis zu ca.  $600 \mu\text{S}/\text{cm}$ , wobei die hohen Leitfähigkeiten an erhöhte Sulfatwerte gebunden sind (Abb. 8). Detailuntersuchungen bzgl. der zugrunde liegenden Geologie werden derzeit durchgeführt.

Zusammengefasst sind in diesem Projektsjahr die Grundlagen für zukünftige Untersuchungen erhoben und digital aufbereitet worden. Anhand der hydrogeologischen Kartierung (v.a. Quellkarte) konnten repräsentative Quellen für weitere hydrochemische und isopenhydrologische Untersuchungen ausgewählt werden. Erste hydrochemische Analyseergebnisse zeigen bereits eine Differenzierbarkeit unterschiedlicher geologischer Gegebenheiten in den verschiedenen Einzugsgebieten. Auf Basis der ersten kontinuierlichen Abflussdaten an den Messstationen der Oberflächengerinne Gröbmingbach und Dürenbach werden derzeit in Verbindung mit den Niederschlagsdaten und den daraus berechneten Verdunstungswerten an der Klimastation des Lysimeterstandorts Stoderzinken Wasserbilanzen für die Einzugsgebiete erstellt. In einem nächsten Arbeitsschritt wird das Auslaufverhalten der Wasserspeicher in den Einzugsgebieten näher untersucht und Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildungsdynamik gezogen.

Auf Basis der ersten Auswertungen können weitere Untersuchungsschritte geplant und angestrebt werden. Eine Fortführung der Untersuchungen vor allem der hydrologischen aber hydrochemischen Datenerhebung ist für detailliertere Analysen und einem besseren Verständnis von großer Bedeutung. Die bestehenden Untersuchungsmethoden sollen auch durch weitere Untersuchungen wie beispielsweise isopenhydrologischen Methoden ergänzt werden. Es ist geplant noch einen weiteren Datenlogger für das Einzugsgebiet Gradenbach zu installieren, um auch die westlichen Bereiche von der Entwässerungsdynamik besser erfassen zu können. Von großer Bedeutung sind aber auch die weiterführenden Untersuchungen an der Lysimeterstation Stoderzinken, da diese v.a. Erkenntnisse der Infiltrationsbedingungen von Almstandorten in Karstgebieten liefern. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die aus der Auswertung der Abflussdaten erhaltenen Erkenntnisse bezüglich Grundwasserneubildungsdynamik mit den direkten Beobachtungen an der Lysimeterstation Stoderzinken zu vergleichen.

## Literatur

- BAUER F.; 1989; Die unterirdischen Abflussverhältnisse im Dachsteingebiet und ihr Bedeutung für den Karstwasserschutz; Umweltbundesamt; S. 4-73 ;
- DECKER, K., PERESSON, H. & FAUPL, P.; 1994; Die miozäne Tektonik der östlichen Kalkalpen: Kinematik, Paläospannungen und Deformationsaufteilung während der „lateralen Extrusion“ der Zentralalpen; Jahrbuch Geologische Bundesanstalt; 137/1; S. 5-18;
- HERNDL, M., BOHNER A. & KANDOLF M.; 2009; Gebirgs- Lysimeterstation am Stoderzinken- Erste Ergebnisse; 13. Gumpensteiner Lysimetertagung; S. 111-116;
- LEIN, R.; 1976; Neue Ergebnisse über die Stellung und Stratigraphie der Hallstätter Zone südlich der Dachsteindecke. Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. KL, Abt. I, 184, 197—235;
- LEIN, R.; 1985; Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung; Archiv für Lagerstättenforschung, Geologische Bundesanstalt; S.6, 117-128;
- LINZER H. G., DECKER K., PERESSON H., DELL'MOUR R., FRISCH W.; 2002; Balancing Lateral Orogenic Float of the Eastern Alps. Tectonophysics 354, S. 211-237;
- MANDL, G.W. & MATURA, A.; 1987; Geographisch-geologische Übersicht. In: Arbeitstagung Schladming 1987, 5–8;
- MANDL, G.; 2000; The Alpine sector of the Tethyan shelf - Examples of Triassic to Jurassic sedimentation and deformation from the Northern Calcareous Alps, Mitteilungen der österreichischen Gesellschaft, Band 92; S.61-77;
- MANDL, G.; 2001; Geologie der Dachsteinregion. – In: SCHEIDLEDER, E. [Red.]: Pilotprojekt "Karstwasser Dachstein", Band 2: Karsthydrologie und Kontaminationsrisiko von Quellen. – Archiv f. Lagerstforsch., 21, S 13–37;
- RATSCHBACHER L., FRISCH W., LINZER H., MERLE O.; 1991; Lateral extrusion in the eastern alps, Part II: structural analysis. Tectonics 10, No. 2; S. 257-271;
- RATSCHBACHER, L.; 1998; Laterale Extrusion in den Ostalpen - Antriebsmechanismen, die Verbindung mit den Karpaten und das gravitative Potential eines Orogens: Einsichten aus klassischer Geologie, experimenteller Modellierung und Thermochronologie; Wasserkunde - Festschrift Ralph Benischke, SH. 3; S. 3-8;

- SCHEIDLEDER A., BOROVIČZENY F., GRAF W., HOFMANN T., MANDL G., SCHUBERT G., STICHLER W., TRIMBORN P., KRÁLIK M.; 2001; Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“- Band 2: Karsthydrologie und Kontaminationsrisiko von Quellen; Archiv für Lagerstättenforschung, GBA, Umweltbundesamt; S.11-136;
- SCHUBERT G.; 2001; Hydrogeologie des Dachsteinmassivs. – In: SCHEIDLEDER, E. [Red.], Pilotprojekt "Karstwasser Dachstein". Band 2: Karsthydrologie und Kontaminationsrisiko von Quellen. – Archiv f. Lagerst. forsch., 21, 111–125;
- TOLLMANN, A.; 1981; Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region und neue Daten zur Gesamttektonik der Nördlichen Kalkalpen in den Ostalpen, Mitt. österr. Geol. Ges. 74/75:167-195;
- TOLLMANN, A.; 1985; Geologie von Österreich, Band 2.-710 pp., (Deuticke) Wien;
- TOLLMANN A.; 1986; Geologie von Österreich: Band III; Verlag: Franz Deuticke Wien; S. 100- 200;
- VAN HUSEN D.; 1977; Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal; S.100;
- VAN HUSEN.; 1987; Zur Entwicklung des Oberen Ennstales im Pleistozän; Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, Blatt 127 Schladming; S. 86-92;