

# Die Stellung der Hydrogeologie in der europäischen Wasserwirtschaft

*The Position of the Discipline Hydrogeology within the European Water Management*

H. ZOJER<sup>1)</sup>

## Inhalt

	Seite
1. Einleitung.....	49
2. Entwicklung der Hydrogeologie.....	50
3. Strategischer Ansatz für eine moderne Hydrogeologie.....	51
4. Themenschwerpunkte.....	53
5. Forschungsprogramme.....	55
Zusammenfassung.....	57
Literatur.....	57
Summary.....	58

## 1. Einleitung

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat im Dezember 2003 die Zeitperiode 2005 bis 2015 zu Internationalen Dekade „Wasser Quelle des Lebens“ erklärt. In dieser Dekade sollte das Ziel verwirklicht werden, den Anteil der Menschen, die hygienisch einwandfreies Trinkwasser nicht erreichen oder es sich nicht leisten können, zu halbieren. Dieses ehrgeizige Ziel tangiert auch die Hydrogeologie, die sich als Fachgebiet für das Ressourcenmanagement unterirdischen Wassers sieht. Wir stehen nun nahe dem Ende dieser Dekade, hat sich Wesentliches verändert?

Die Weltbevölkerung wird zwischen 2000 und 2050 um 47% zunehmen. Dies wird einen größeren Bedarf an Trinkwasser und Wasser für die Nahrungsmittelproduktion erfordern und zu einer großen Herausforderung für das Wassermanagement führen:

- Klimaänderungen werden die Instabilität von Ökosystemen verstärken, Hochwässer und Trockenheiten werden sich mit einer höheren Frequenz einstellen.
- Der Wechsel zu einer stark biologisch orientierten Wirtschaft läuft auf eine veränderte Landnutzung hinaus, verbunden mit einem höheren Wasserbedarf für die Landwirtschaft und einer Verminderung der natürlichen Grundwasserneubildung.

---

<sup>1)</sup> Univ.-Prof. Dr. Hans ZOJER, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz, Österreich. E-Mail: hans.zojer@tugraz.at

- Bei der Verwendung von Wasser werden immer mehr die qualitativen Anforderungen der Endnutzer zu berücksichtigen sein, um eine nachhaltige und zukunftsorientierte Nutzung zu gewährleisten. Zwischen Trinkwasser und Wasser für die Industrie, für die Bewässerung und für die Energiegewinnung ist schließlich klar zu unterscheiden.

## 2. Entwicklung der Hydrogeologie

Die Grundwissenschaft der Hydrogeologie ist zweifellos die Geologie mit ihrer Bewertung lithologischer Eigenschaften von Gesteinseinheiten in Verbindung mit der tektonischen Struktur des Gebirgsbaues. Geologische Störungen zeigen dabei oft extreme Voraussetzungen für die unterirdische Wasserbewegung: Auf der einen Seite stellen sie durch ihre großlumigen Öffnungen bevorzugte Wasserbahnen dar, sind sie aber durch die Ausbildung von Sekundärmineralen oder durch Einschwemmungen verfüllt, können sie sich andererseits zu kaum wasserdurchlässigen Gesteinsabschnitten entwickeln. Es ist daher nicht verwunderlich, dass sich noch vor 50 Jahren jeder geologisch ausgebildete Experte auch als Hydrogeologe wähnte. Sein Bezug zur Hydrogeologie lag daher fast ausschließlich in der Geologie selbst und in der reinen Beobachtung der Fließbewegung unterirdischer Wässer. Seine Bewertung war weitgehend eine statische, weil sie auf die starre Struktur des Gebirges und weniger auf die dynamische Bewegung des Wassers in dieser Matrix ausgerichtet war. Erst mit der Einbeziehung von Nachbarwissenschaften im Laufe der nächsten Dezennien entwickelte sich die Hydrogeologie zu einem eigenständigen Fachgebiet, soweit man heute überhaupt noch aufgrund der unscharfen Abgrenzungen von eigenständigen Wissenschaften sprechen darf:

- Die physische Geographie brachte mit ihrer dynamischen Geomorphologie einen Einblick in die Genese einer Landschaft, wodurch das Verständnis für die Entwicklung der unterirdischen Wasserzirkulation enorm verstärkt wurde. Einen weiteren Beitrag lieferte die Witterungsklimatologie zur Erklärung von Niederschlägen und damit als Ausgangspunkt für den Wasserkreislauf.
- Essentiell für die Entwicklung der Hydrogeologie ist zweifellos die Einbeziehung der Hydrologie im weiteren Sinn und nicht nur eingeschränkt als Lehre vom Oberflächenwasser, da die Verbindung von ober- und unterirdischem Wasser als Wissenszweig die natürlichen Verhältnisse der Grundwasserneubildung widerspiegelt und damit als Ausgangspunkt eines Grundwassermanagements anzusehen ist.
- Eng verbunden ist diese Entwicklung mit dem Konnex zur Hydraulik und in weiterem Sinne zur Mathematik. Sie beginnt mit den „einfachen“ Berechnungen der Grundwasserbewegung nach DARCY und erreicht heute komplexe instationäre Grundwassermodelle mit dreidimensionalen Funktionen.
- Wenn den geologischen Grundkenntnissen aufgrund fehlender Aufschlüsse Grenzen gesetzt sind, hilft die Geophysik, um durch innovative Methoden die Form und Ausbreitung von Aquiferen zu bestimmen oder zumindest Ansätzungen durch Inter- und Extrapolationen anzustellen. Bohrlochmessungen führen weiters zu einer besseren Kenntnis der Aquifereigenschaften.
- Einen wesentlichen Fortschritt für die Hydrogeologie brachte die Einbeziehung der Hydrochemie, Physik und Biologie. Die chemischen Reaktionen im Austauschverhalten zwischen Gestein und Wasser führen zu wesentlichen Informationen über unterirdische Speicherung von Wässern und über die Kenntnis von Einzugsgebieten.

Die Wertschätzung der Umweltsotope für diese Fragestellungen ist außerordentlich hoch und bei Weitem noch nicht ausgereizt.

- Auch die Fernerkundung nimmt einen signifikanten Stellenwert ein, sie dient in Festgesteinen der Festlegung von geologischen Störungen, sie unterstützt bei der Bewertung der Landnutzung Berechnungen der Wasserbilanz.

Damit ist die Aufzählung von unterstützenden Wissenschaften in keiner Weise ausreichend, sie würde uns aber doch sehr weit von der Hydrogeologie wegführen. Sozio-ökonomische und technische Aspekte oder das Datenmanagement und das Management einer nachhaltigen Wassernutzung sind interdisziplinäre Ansätze, die weit über den Horizont der Hydrogeologie hinausreichen. Die besten Ergebnisse hydrogeologischer Untersuchungen sind dort zu erwarten, wo unterschiedliche Methoden miteinander verknüpft und kombiniert werden können.

### 3. Strategischer Ansatz für eine moderne Hydrogeologie

Das Weltbild einer modernen Hydrogeologie ist im funktionalen Zusammenwirken von Infiltration und Exfiltration, von Grundwasserneubildung und Grundwasserabstrom zusammengefasst (Fig. 1). Dieses nachvollziehbare Denkmodell (J. TOTĤ, 1988) geht von einer hierarchischen Infiltration-Exfiltration-Beziehung aus und von der Vorstellung, dass jeder in den Untergrund infiltrierte Wassertropfen, nach einer gewissen Zeit und einer gewissen Entfernung, wieder an die Erdoberfläche tritt. In der wassergesättigten Zone ist die Fließbewegung normal auf die Potenzialflächen des

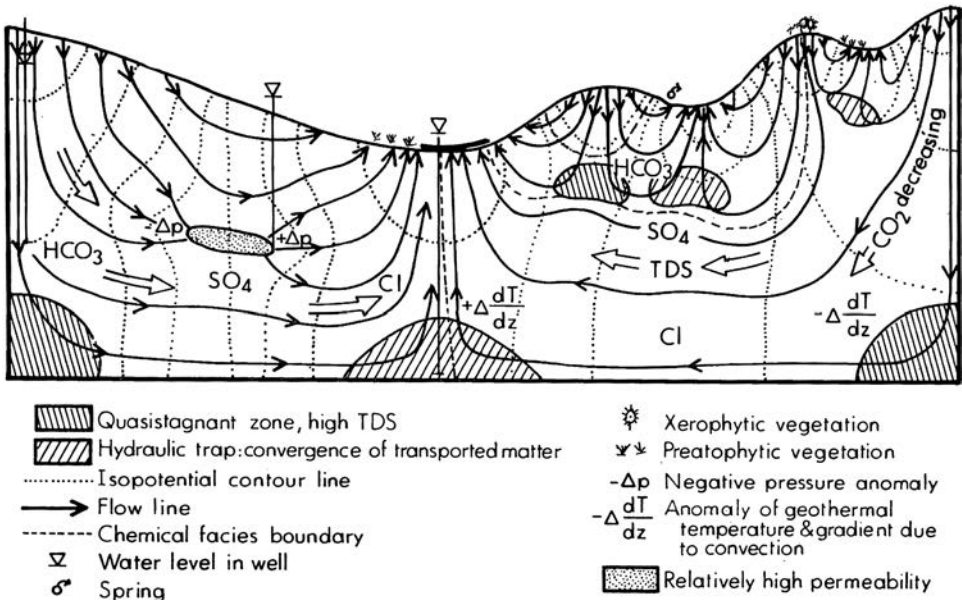


Fig. 1: Die unterirdische Wasserzirkulation (aus: J. TOTĤ, 1988) und ihre hierarchische Gliederung aufgrund des Infiltration-Exfiltration-Verhältnisses.

The subsurface water circulation (taken from J. TOTĤ, 1988) and its hierarchic structure depending on the infiltration-exfiltration relationship.

Grundwassers ausgerichtet. Dadurch entstehen lokale, regionale und überregionale Entwässerungssysteme.

Wichtige Rahmenbedingungen sind das Verstehen von physikalischen und chemischen Prozessen sowie das Erkennen der Landschaftsentwicklung im Hinblick auf aquatische Abläufe. Damit ist einerseits die Genese der Landschaft über Erosions- und Akkumulationsvorgänge gemeint, andererseits in Karbonatgesteinen durch CO<sub>2</sub>-abhängige Lösungsvorgänge und damit die Bildung von Höhlensystemen im Untergrund, aber auch von Karstformen an der Oberfläche.

Wir müssen zur Kenntnis nehmen, dass die mengenmäßige Verfügbarkeit von Wasser begrenzt ist. Wasser ist schon durch die einzelnen Klimabereiche ungleich verteilt, weiters bedingen die natürlichen Verhältnisse, wie Bodenstruktur und geologischer Aufbau, unterschiedliche Voraussetzungen für den Rückhalt und die Speicherung des Wassers an der Erdoberfläche und im Untergrund. Dazu kommt noch, dass die Extreme von Trockenperioden und Hochwasserereignissen immer eklatanter und die damit verbundenen Gefahren für den Lebensraum immer offensichtlicher werden. Nicht zuletzt greift der Mensch immer stärker in den Wasserhaushalt ein und beschwört dadurch die Gefahr herauf, das ökologische Gleichgewicht nicht mehr halten zu können. Die aus der Zivilisation entstandenen Fortschrittsprozesse bedrohen uns selbst, sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht. Einige globale Ursachen für die Umweltbelastung liegen in der fehlerhaften Bewässerungstechnik, der Überdüngung von Böden und einer ineffizienten und nicht ordnungsgemäßen Abwasser- und Abfallentsorgung. In den Industrieländern ist der Schutzgedanke zwar gesetzlich verankert, doch herrscht weitgehend ein Vollzugsdefizit. In den Entwicklungsländern fehlen hingegen größtenteils die gesetzlichen Grundlagen. Es entsteht der Eindruck, dass das Wissen um die Entsorgung von flüssigen und festen Stoffen nicht mit dem Wissen der Produktherstellung Schritt hält.

Trotz der zum Großteil ungelösten Probleme von heute, entstanden aus der Umweltverschmutzung, dem gesteigerten Wasserbedarf und den hydrologischen Extremereignissen, ist es unbedingt notwendig, sich Gedanken über die Probleme von morgen zu machen. Es können Schadstoffflüsse entstehen, die nicht mehr reversibel sind. Auf der anderen Seite werden hydrogeologische Einheiten derart überbeansprucht, dass ihr Potenzial auch durch Langzeitstrategien nicht mehr entsprechend genutzt werden kann. Eine solche Entwicklung kann regional durch Interessenkonflikte in der Wassernutzung noch verstärkt werden.

Der Hydrogeologie kommt im Zuge einer nachhaltigen Nutzung von Wasserreserven eine immer größere Bedeutung zu. Die Trinkwassernutzung sollte bevorzugt auf das Grundwasser ausgerichtet sein, und dies als Konsequenz der Risiken der Luftverschmutzung auf offene Wasserflächen. Dieser Gedankenansatz wird wieder einmal, diesmal durch das Unglück von Fukushima 2011, bestätigt (H. ZOJER, 2011). Dort wurden langlebige radioaktive Isotope in die Atmosphäre freigesetzt, und der Fallout erreichte so die offenen Speicher für die Trinkwasserversorgung. Dies bewirkte eine gefährliche nukleare Belastung des Trinkwassers. Würde man im Gegensatz dazu Grundwasser nutzen, wäre die Gefahr gebannt, weil die radioaktiven Isotope Strontium-90 und Caesium-137 in der Bodenzone zurückgehalten werden.

Eine sinnvolle Bewirtschaftung von Grundwasserreserven für Trinkwasserzwecke setzt die Kenntnis des Wasserkreislaufes in der Beziehung von Infiltration und Exfiltration voraus. Die ungleiche mengenmäßige Verteilung trinkbaren Wassers, bewirkt durch unterschiedliche Niederschläge oder durch differenzierte geologische Verhältnisse, zwingt uns, die Wasserversorgung für gewisse Bereiche in einen überregionalen Raum zu stellen, weil eine lokale Versorgung nicht möglich ist. Die vieldiskutierten Modelle eines Was-

serverbundes sehen den Transport von Trinkwasser in Wassermangelgebiete vor. Leider müssen wir auch zur Kenntnis nehmen, dass sich die wasserhöflichsten Grundwasserzonen in siedlungsintensiven Gebieten befinden. Sie unterliegen sowohl einer Qualitätseinbuße als auch erfahren sie durch die Versiegelung der Landschaft infolge der Errichtung von Hochbauten und Verkehrswegen eine Verringerung der Grundwasserneubildungsrate. Die genaue Erfassung der Ressource durch systematische Untersuchungen ist daher unabdingbar. Die Kenntnis der Wasserbilanz ermöglicht in der Folge eine Bewertung jenes Anteils, der aus dem Aquifer entnommen werden kann, ohne das Ökosystem aus dem Gleichgewicht zu bringen.

#### 4. Themenschwerpunkte

Eine große Herausforderung für den Hydrogeologen stellen zweifellos die **Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt** dar. Um an diese Fragestellung heranzugehen, bestehen zwei Möglichkeiten:

- a) Eine Minimierung von Klimaeinflüssen würde jedenfalls negative Auswirkungen auf die Grundwassernutzung eindämmen.
- b) Adaptierungsmodelle in der Grundwassernutzung sollen den Umgang mit Klimaauswirkungen erleichtern.

Eine Kombination beider Lösungsansätze ist anzustreben. Trockenperioden in alpinen Regionen wirken sich vor allem auf die Trinkwasserreserven und auf das Wasserangebot für die Landwirtschaft aus. Extremereignisse können aber auch außerhalb alpiner Einzugsgebiete Wirkung zeigen, wenn Überflutungen im alpinen Vorland durch Starkniederschläge oder durch die Schneeschmelze aus den Hochgebirgsregionen hervorgerufen werden. Solche Problemstellungen bedingen erhöhte Forschungsanstrengungen, in welcher Form Wasser im Hochgebirge neben der Schaffung oberflächiger Rückhaltebecken durch künstliche Anreicherung auch unterirdisch gespeichert und zurückgehalten werden können.

**Tiefliegende Grundwasservorräte** sind prädestiniert für eine Trinkwassernotvorsorge, da sie wegen ihrer langen Aufenthaltszeit im Untergrund aktuellen Belastungen – wenn überhaupt – lediglich mit großer Zeitverzögerung ausgesetzt sind. Die chemische Evolution der Wässer und ihr Gehalt an den Umweltisotopen des Wasserstoffs, Sauerstoffs, Kohlenstoffs und der Edelgase geben Zeugnis über ihre Neubildung bis in geologische Zeiträume zurück. Erst die Kenntnis ihrer Dynamik eröffnet die Möglichkeit einer nachhaltigen Nutzung.

Die **künstliche Grundwasseranreicherung** ist eine der Schlüsseltechnologien aus globaler Sicht. Sie umschließt ein breites Spektrum von Anwendungen, die eine Grundwasserneubildung unterstützen,

- um ungenutztes überschüssiges Wasser für Zeiten geringen Grundwasservorkommens zu speichern oder
- um eine Grundwasserbelastung durch die Errichtung von unterirdischen Barrieren zu reduzieren.

Diese Technologie soll eine effiziente Nutzung von Wasserressourcen bewirken, indem man den Hochwasserabfluss, sauberes Oberflächenwasser oder gesammeltes Niederschlagswasser in den Untergrund verbringt. In karbonatischen Küstenaquiferen sind

durch eustatische Meeresspiegelschwankungen seit der Eiszeit und einer damit verbundenen Tieferlegung der Karstbasis die jahreszeitlichen Veränderungen der Salinität besonders augenscheinlich (Fig. 2). Salzwassereintrag und Mischungsprozesse verringern dadurch den Vorrat an Süßwasser, dieses kann nur genutzt werden, wenn die Süßwasserkomponente durch starken hydrostatischen Druck aus dem Hinterland das Süßwasser-Salzwasser-Interface in Richtung des Meeres drängt. Das in dieser Zeit ausfließende Süßwasser kann sodann in Aquifere infiltriert werden, die nicht mit dem Meer verbunden sind und schließlich in Zeiten der Trockenheit genutzt werden.

Nicht nur Flüsse, sondern auch Grundwasserkörper können sich in einer **grenzüberschreitenden Lage** befinden. Dies trifft vor allem auf Gebirgsregionen zu, wenn gleich auch im Flachland, in Abhängigkeit von der Vorflutfunktion, „shared aquifers“ ein nennenswertes Nutzungspotenzial aufweisen können. Um Nutzungskonflikte zu vermeiden, ist die Kenntnis der Grundwasserneubildung unerlässlich. Das Problem der grenzüberschreitenden Wassernutzung wird durch die Errichtung von Flussdäm-

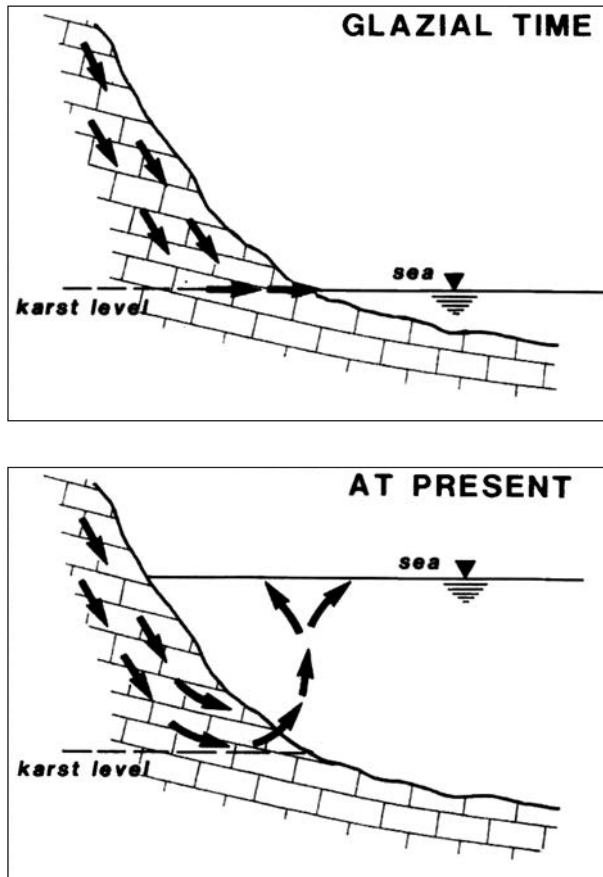


Fig. 2: Tieferlegung der Karstbasis aufgrund eustatischer Meeresspiegelschwankungen in karbonatischen Küsten-aquifere.

*The lowering down of karst drainage basis related to eustatic changes of sea water level at carbonate coastal aquifers.*



men und die Grundwasserverschmutzung noch verstärkt. Die Regelung durch eine internationale Konvention für die Verteilung genutzter Wässer wird notwendig sein. Das Wasser sollte schließlich als Katalysator für eine grenzüberschreitende soziale und wirtschaftliche Kooperation wirken.

Die **Sickerwasser- bzw. Bodenzone** nimmt eine Schlüsselstelle für die Kenntnis von Kausalzusammenhängen der Grundwasserneubildung und der Grundwasserbelastung von der Erdoberfläche ein, das Verstreuen mannigfacher chemischer und physikalischer Reaktionen im Zuge des Wasser- und Stofftransportes bedarf daher erhöhter Forschungsanstrengungen. Die Umsetzung solcher Forschungsarbeiten liegt vor allem in der Landwirtschaft, aber auch im Verkehrswegebau, in der Energiewirtschaft, bei Industrieanlagen und bei der Sanierung von Schadstoffdeponien. Unter dem Aspekt der Ökologisierung der Landwirtschaft sind deren Auswirkungen auf die Menge und Qualität des Grundwassers zu prüfen und Expertensysteme zur Bewertung des Einflusses interaktiver Landbewirtschaftungen aufzubauen. Letztlich ist daraus zu folgern, jegliche Bewirtschaftung an der Landoberfläche so auszurichten, dass das Grundwasser geschont wird. Viele Grundwässer sind qualitativ minderwertig, sie bedürfen einer Sanierung. Ausschlaggebend für eine sinnvolle Vorgangsweise ist der Aufbau von Datenserien qualitativer Parameter, ihre Sichtung und die Setzung von Maßnahmen zur Regenerierung des Aquifers mit einer zeitlichen Voraussage.

In der Hydrogeologie spielt die Beziehung zwischen Infiltration und Exfiltration eine bedeutende Rolle. Fragen der **Vulnerabilität und der Risikoanalyse** stehen daher immer mehr im Mittelpunkt hydrogeologischer Forschungen. Die hierfür entwickelten Methoden lassen sich allerdings nur für spezielle hydrogeologische Einheiten und darüber hinaus auf deren regionales Auftreten sinnvoll anwenden. Die Basis dafür bildet das Verständnis für unterschiedliche Infiltrationsbedingungen und deren Überprüfung durch Beobachtungen der Exfiltration (G. СІНОСКИ et al., 2004). Der Bodenaufbau, die Hangneigung und die unkonsolidierte Überdeckung von Festgesteinen ist dabei ebenso zu berücksichtigen wie die Verweilzeit unterirdischer Wässer. Für die Umsetzung von Vulnerabilität und Risiko für die Wassernutzung ist aber auch entscheidend, dass man von einem punktuellen Grundwasserschutz („source protection“) zu einem flächenhaften Grundwasserschutz („resource protection“) übergeht, was mittelfristig in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie vorgesehen ist.

Österreich hat in vorbildlicher Weise ein Netz für die Qualitätssicherung des Grund- und Quellwassers und von Fließgewässern aufgebaut. Die Wassergüte wird systematisch in entsprechenden Zeitintervallen erhoben, sie geht durch die Einbeziehung quantitativer Aspekte zweifellos über die verbale Definition weit hinaus und stellt ein wesentliches Instrument für die Sicherung der unterirdischen Wässer im Berg- und Flachland dar. Die Verknüpfung von Hydrogeochemie, Schadstoffchemie und Isotopenhydrologie ist dabei ein wertvolles Instrument für einen interdisziplinären Interpretationsansatz. Die Qualitätssicherung des Grundwassers sollte letztlich einem effizienten Emissionsmonitoring gegenübergestellt werden.

## 5. Forschungsprogramme

Auf nationaler Ebene ist der Bereich „Wasser“ in Forschungsprogrammen nur marginal vertreten und es besteht kaum ein Bezug zu einer nachhaltigen sozio-ökonomischen Entwicklung der Gesellschaft. Das trifft natürlich auch die Hydrogeologie, die eigent-

lich in der Evolution des Landschaftsbildes einen bedeutenden Stellenwert einnehmen sollte.

Anders stellt sich die forschungspolitische Position des Wassers im internationalen Rahmen dar, die Hydrogeologie ist dabei in die gesamte Forschungskonstellation rund um das Wasser eingebunden und mit anderen Disziplinen vernetzt. Im Folgenden wird auf die EU-Strategie eingegangen.

Im Jahr 2010 hat die Europäische Kommission die „Europe 2020 Flagship Initiative“ (EUROPEAN COMMISSION, 2010) zur Weiterentwicklung von F&E verabschiedet. Sie nimmt Bezug auf

- eine bessere Abstimmung von nationalen F&E-Systemen mit der EU,
- die Erhebung wissenschaftlicher Exzellenz zum Leitprinzip,
- die Vereinfachung des Zuganges zu EU-Programmen,
- die Unterstreichung innovativer Forschung, besonders in Richtung Wirtschaft,
- eine Beschleunigung der Forschung, um den großen gesellschaftspolitischen Herausforderungen Genüge zu tun,
- eine stärkere Involvierung internationaler Partner.

Auf dieser Basis wurde eine Strategie unter dem Titel „**European Innovation Partnership EIP on Water**“ entwickelt, die im Mai 2012 von der Europäischen Kommission genehmigt wurde und im Herbst 2012 vom Europäischen Parlament zur Durchführung verabschiedet werden soll (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2012). Dieses Instrument soll sodann als Schirm aller europäischen wasserbezogenen Forschungs- und Umsetzungsprogramme eingesetzt werden. Der Umsetzungsplan sieht die Mobilisierung und Vernetzung aller relevanten Interessensgruppen unter Zusammenarbeit mit den Mitgliedsstaaten für eine effiziente Nutzung von Wasser vor. Darüber hinaus soll eine enge Kooperation mit BLUEPRINT, einer im Aufbau begriffenen Zusammenfassung aller wasserbezogenen EU-Direktiven, aufgebaut werden, das sich auf den Schutz europäischer Gewässer bezieht. Auf die Wirtschaft bezogen soll das EIP on Water auf den „Aktionsplan für Öko-Innovationen“ ausgerichtet werden.

Daraus ergibt sich eine Reihe von Herausforderungen für die Hydrogeologie, denn die konkurrierende Nachfrage aus der Trinkwasserwirtschaft, Landwirtschaft und Industrie wird 2030 zu einem Rückgang der Wasservorräte um 40 % führen (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2012). Hinsichtlich der Trinkwasserqualität besteht die Gefahr, dass die Ziele der Rahmenrichtlinie bis 2015 nicht erreicht werden. Bereits heute ist ein Drittel der EU-Gebiete von Wasserknappheit bedroht und der Klimawandel bringt eine steigende Wassernachfrage in der Landwirtschaft mit sich. Der Mehrwert des EIP on Water liegt eindeutig in der Koordinierung von europaweiten Maßnahmen, die bisher innerhalb den von den einzelnen EU-Generaldirektionen ausgeschrieben Programmen vorbehalten blieb. Das EIP on Water hat sich daher neben der Versorgung der Bevölkerung mit sauberem Wasser zum Ziel gesetzt, die Steigerung der Wirtschaftsproduktivität Schritt haltend mit der Steigerung des Wasserverbrauchs zu entwickeln.

Die Umsetzung des EIP on Water wird von drei Arbeitsbereichen getragen:

- der kommunalen Wasserwirtschaft: 2050 werden 80 % der EU-Bevölkerung in Städten leben;
- der Wasserwirtschaft im ländlichen Raum: hier geht es vor allem um die Wasserressourcen für die Landwirtschaft, aber auch die Trinkwasserversorgung von Städten entstammt ländlichen Gebieten;



- der industriellen Wasserwirtschaft: Die Entwicklung neuer Technologien für Industriezweige mit hohem Wasserverbrauch ist unbedingt erforderlich.

Um die Umsetzungsstrategien zu realisieren, wurden im letzten Call des 7. Rahmenprogramms Innovationsstandorte mit Demonstrationscharakter ausgeschrieben. Sie sollen in Strukturmodelle münden, die es erlauben, in der Zukunft Forschungsprojekte und die wirtschaftliche Umsetzung der Ergebnisse aufeinander abzustimmen. Die Steuerung hiezu soll von einem Bottom-up-Ansatz getragen werden und alle relevanten Interessensgruppen einschließen.

## Zusammenfassung

Die Entwicklung der Hydrogeologie wird maßgeblich von der Veränderung der Gesellschaft geprägt, sie ist heute ein integrierter Wissenszweig in den wasserbezogenen Forschungsfeldern mit ihren interdisziplinären Forschungsansätzen. Heute ist die Hydrogeologie von der Wechselbeziehung zwischen Infiltration und Exfiltration getragen, die auf die zukunftsweisenden Arbeiten von J. TOTH (1988) zurückgehen.

Die Themenschwerpunkte werden von der Entwicklung der Gesellschaft vorgegeben. So üben Klimaänderungen bereits heute einen nennenswerten Einfluss auf den Wasserkreislauf aus, die Erhöhung der Frequenz von hydrologischen Extremereignissen ist ein Spiegelbild dieser Entwicklung. Bezogen auf die Überwindung von Dürrekatastrophen gewinnt die künstliche Grundwasseranreicherung für die Sicherung der Trinkwasserversorgung immer mehr an Bedeutung. Auch Nutzungsregelungen grenzüberschreitender Grundwasserkörper haben eine sozio-ökonomische Komponente, wenn neue unabhängige Staaten entstehen (z. B. Länder aus dem ehemaligen Jugoslawien) und dadurch Konfliktpotenziale entstehen können.

Die Entwicklung weitreichender interdisziplinärer Forschungsprogramme obliegt in erster Linie der Europäischen Kommission. Mit der Einrichtung des „European Innovation Partnership EIP on Water“ soll ein Grundstein für eine vernetzte Wasserforschung in Europa gelegt werden. Damit sollen in Zukunft Forschungsprogramme auf die wirtschaftliche Umsetzung der Ergebnisse abgestimmt werden.

## Literatur

- CICHOCKI, G., H. ZOJER & H. ZOJER (2004): Vulnerability applications at Nassfeld, Southern Alps, Austria.– In: ZWAHLEN, F. (Ed.): Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers.– Final report COST action 620, EUR 20912, 230–240, European Commission, Brüssel.
- EUROPEAN COMMISSION (2010): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions for Europe 2020 Flagship Initiative, Innovation Union.– COM (2010) 546 final, 43 S., Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2012): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Europäische Innovationspartnerschaft für Wasser.– COM (2012) 216 final, 12 S., Brüssel.
- TOTH, J. (1988): Groundwater and hydrocarbon migration.– In: BACK, W., J. S. ROSENHEINS & P. R. SEABER (Eds.): Hydrogeology.– The Geology of North America, Vol. 0-2, 36–44, Boulder/Colorado (US-Geological Survey).
- ZOJER, H. (2011): Global Water Vision 2020 – Challenges for Research and Economy.– Global Panorama – Changing World Economy – Global Changes 2020, 58–59, Wien.

## Summary

The development of hydrogeology is mainly impressed by changes of human society, today it is an integrative scientific discipline within the water related research fields and with strong interdisciplinary approaches. Hydrogeology at present is expressed by the interactions of infiltration and exfiltration which are described in future oriented papers by J. Toti (1988).

The thematic focus is defined by the human society as mentioned above. Thus climatic changes are affecting a considerable influence on the water cycle, the increasing frequency of hydrologic extreme events is reflecting this development. In order to overcome droughts the artificial groundwater recharge is getting more and more importance for the assurance of drinking water supply. Also regulations of water utilization in shared trans-boundary aquifers include a socio-economic component, when new independent states have been established (e.g. the countries of former Yugoslavia) and probably creating a conflict potential.

The development of far reaching interdisciplinary research programs is predominantly in the hands of the European Commission. With the approval of the "European Innovation Partnership EIP on Water" an important milestone for a European wide cross-linked water research has been established, in future research programs will be adjusted and coordinated with the economic implementation of the results.

Schlüsselwörter: Partnerwissenschaften, Infiltration/Exfiltration, Klimaänderungen, EIP on Water

Keywords: partner disciplines, infiltration/exfiltration, climate change, EIP on Water