

**Abschlußbericht BMBF-Forschungsvorhaben Projekt-Nr. 03KIS024**

**KÜSTENBRUNNEN: INSTALLATION, AUSBAU UND BETRIEB EINES SUBMARINEN  
BRUNNENS UND UNTERSUCHUNG EINES GRUNDWASSERAUSTRITTES IN DER  
ECKERNFÖRDER BUCHT**

**Durchführung:**

Nilmini Silva-Send, Andreas Dahmke, Sibylle Grandel, CAU Kiel  
Peter Hempel, Geologisches Büro Dr. Hempel

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Andreas Dahmke

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Inst. für Geowissenschaften, Angewandte Geologie,  
Ludewig-Meyn-Str. 10, 24118 Kiel

Juli 2002

## **1. Aufgabenstellung**

Die Qualität und Zusammensetzung des Oberflächenwassers ist sowohl ein wichtiger ökologischer Faktor wie auch ein entscheidender Standortfaktor für die Entwicklung, Bewirtschaftung und Nutzung der meerseitigen und landseitigen Küstengebiete. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang beispielsweise die traditionellen Wirtschaftszweige, wie die Fischerei und insbesondere natürlich die Tourismusbranche. In den vergangenen Jahren wurden aus diesen Gründen in zahlreichen Forschungsprojekten die Hauptbelastungsquellen und Belastungspfade für die Nord- und Ostsee ausführlich untersucht, deren Ergebnisse zum Teil bereits die Basis für gesetzgeberische sowie technologische Gegenmaßnahmen, wie den Bau von Kläranlagen im Bereich der Einzugsgebiete der Flüsse erbrachten. Andere Belastungspfade und Belastungsquellen, wie z.B. der atmosphärische Eintrag von Schadstoffen, die Freisetzung von Schadstoffen an der Sediment/Wasser-Grenzfläche oder auch der direkte Eintrag durch die Schifffahrt sind schwerer zu quantifizieren, jedoch existieren auch hierzu verschiedene Untersuchungsprogramme, die eine Abschätzung und gegebenenfalls auch entsprechende Gegenmaßnahmen erlauben.

Bisher wurde hingegen kaum der Eintrag von Stoffen aus submarinen Quellen untersucht, die entweder diffus und großflächig verteilt, sog. seeps, oder aber als deutlich wahrnehmbare Grundwasseraustritte, sog. vents, in den küstennahen marinen Sedimenten auftreten können. Zwar sind diese Grundwasserzutritte seit geraumer Zeit bekannt, doch wurde bisher davon ausgegangen, dass der Massenfluss vernachlässigbar gegenüber den anderen Belastungspfaden ist. Neuere Untersuchungen deuten jedoch daraufhin (CHURCH, 1996; MOORE, 1996), dass bis zu 40 % Prozent des Süßwassereintrags in bestimmten küstennahen Abschnitten durch derartige submarine Quellen erfolgt. Falls sich diese Zahlen für weitere Regionen bestätigen, stellt dies möglicherweise auch einen relevanten Nähr- und Schadstoffpfad in die küstennahen Meeresgebiete dar. In Untersuchungen konnte so z.B. der Eintrag von Pestiziden und  $\text{NO}_3^-$  in die Chesapeake-Bay nachgewiesen werden (GALLAGHER et al., 1996). Zum Schutz der Wasserqualität ist in derartigen Gebieten nicht nur eine Kontrolle und gegebenenfalls Behandlung der Vorflut notwendig, sondern

möglicherweise auch ein vorsorgendes Bewirtschaftungskonzept der Grundwassereinzugsgebiete, die den submarinen Grundwasseraustritt speisen.

Neben den landseitig beeinflussten Einträgen eluieren durch advective Stoffströme weitere Substanzen aus den marinen Ablagerungen und transportieren diese in die offene Wassersäule. Ein gut untersuchtes Beispiel ist hierfür der CH<sub>4</sub>-Ausstrag an Grundwasseraustritten in der Eckernförder Bucht, die einen bedeutenden Eintragspfad für die Ostsee darstellen (BUSSMANN et al., 1994). Insgesamt sind die geochemischen Wechselwirkungen bei der Passage des Grundwassers durch marine Sedimente jedoch relativ wenig untersucht.

Neben diesen weithin quantitativ unbekanntem Effekten der submarinen Grundwasseraustritte auf die Qualität des Küstenwassers müssen zudem mögliche Qualitätsveränderungen des Grundwassers bei modifizierten hydrogeologischen Randbedingungen in Betracht gezogen werden. So kann aufgrund einer zu hohen Grundwasserentnahme oder bei Meeresspiegelveränderungen infolge von Sturmfluten oder als Folge klimatischer Veränderungen der seewärtsgerichtete hydraulische Gradient umgekehrt werden, so dass an "vent"-Regionen Meerwasser in den Grundwasserleiter eintreten kann. Die Verschiebung der Süß-/Salzwassergrenze bei derartigen Randbedingungen ist seit langer Zeit ein bekanntes und gefürchtetes Phänomen, das aufgrund seiner großen wirtschaftlichen Bedeutung schon Gegenstand großer Forschungsprojekte war und ist (DE BREUCK, 1991). Behandelt wurde in diesen Studien und numerischen Strömungs- und Transportmodellen jedoch vornehmlich eine großräumige Verschiebung der Salz-/Süßwassergrenze, während das punktuelle Eindringen von Meerwasser über bevorzugte Transportwege bisher kaum berücksichtigt wurde, aber bedeutende Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität bedingen kann.

Ein weiterer bisher wenig beachteter Punkt ist der "Verlust" von Grundwasser durch den submarinen Abstrom. Wahrscheinlich sind für großflächige Wasserhaushaltsbetrachtungen die submarinen GW-Flüsse nicht bedeutend, in kleineren Einzugsgebieten können diese Abflüsse im Hinblick auf das Grundwasserdargebot aber wichtig sein.

Ein Großteil der in der Problemstellung definierten Fragestellungen wurde bereits von mehreren Arbeitsgruppen im Rahmen des EU-Projektes SUB-Gate (SAUTER, 2002)

innerhalb der Eckernförder-Bucht bearbeitet. Ziel des SUB-Gate-Projektes war dabei die multidisziplinäre Untersuchung der Rolle submariner Süßwassereinträge in Küstengebiete unter Einbeziehung der Fachrichtungen Hydrogeologie, Grundwasser Fließmodellierung, Porenwassergeochemie und Biologie/Biogeochemie. In diesem Projekt wurde allein die Installation und Erprobung eines submarinen Brunnens zum Monitoring von submarinen Grundwasser-Austritten bearbeitet, besonders der damit verbundene technologische Aspekt. Dabei sollen sowohl Fragen nach der technischen Umsetzung und der Funktionstüchtigkeit derartiger submariner Brunnen behandelt wie auch die ersten hydraulischen und geochemischen Ergebnisse vorgestellt werden. Das Projekt ist somit als notwendige Ergänzung zu SUB-Gate zu verstehen.

## **2. Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Ein Großteil der in der Problemstellung definierten Fragestellungen wurde von mehreren Arbeitsgruppen im Rahmen des EU-Projektes SUB-Gate bearbeitet. Im Rahmen dieses Projektes war die Installation eines Brunnens vorgesehen, die jedoch aufgrund der zu geringen finanziellen Mittel nicht realisiert wurde. Die Zielsetzung dieses Projektes war somit die Installation und Erprobung eines submarinen Brunnens zum Monitoring von submarinen Grundwasser-Austritten, die als notwendige Ergänzung zur Bearbeitung der Fragestellungen im Rahmen des SUB-Gate Projektes anzusehen ist. Der Schwerpunkt dieses Projektes liegt auf der Technologieentwicklung und der praxisorientierten Anwendung der Technologie im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb eines submarinen Brunnens.

Die Projektdurchführung erfolgte unter Beteiligung der bereits in SUB-Gate involvierten Partner, wobei im Rahmen dieses vergleichsweise kleinen Projektes nur die Universität Kiel, das GEOMAR und als Co-Antragsteller das Geologische Büro Dr. Hempel beteiligt waren. Die an dem Projekt beteiligten Partner waren durch Ihre Tätigkeiten innerhalb des SUB-Gate Projektes bereits hervorragend mit dem Standort und der wissenschaftlichen Thematik vertraut.

### **3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Im Rahmen der Projektplanung waren für die Aufgabengebiete Standortauswahl, Entwicklung des Brunnens (z.B. Probenahmeports) und Beprobung des Brunnens die Universität Kiel und das GEOMAR verantwortlich, während die Beauftragung, Überwachung und Abnahme des Brunnenbaus Aufgabe des Geologischen Büros Dr. Hempel war. Um eine langfristige Nutzung des submarinen Beobachtungsbrunnens zu gewährleisten, wurde bei der Planung besonders auf Eignung der Baumaterialien geachtet. Die Arbeiten erfolgten in Abstimmung und Kooperation mit der Projektleitung von SUB-Gate (Prof. Dr. M. Schlüter, Dr. E. Sauter, AWI) sowie der Arbeitsgruppe am GEOMAR (Dr. P. Linke).

Der zeitliche Ablauf des Projektes gliedert sich in eine zweimonatige Standorterkundungs-, Vorbereitungs- und Planungsphase. Der Brunnenbau erfolgte am 21.11.2000, er wurde in 24,5 m Wassertiefe von einem Schwimmponton aus im Trockenbohrverfahren bis zu einer Teufe von ca. 8 m niedergebracht. Nach Abschluss des Brunnenbaus erfolgte in den verbleibenden 8 Monaten der Projektlaufzeit in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum GEOMAR eine regelmäßige Beprobung des Brunnens im 2-monatigen Turnus (12.12.2000, 26.2.2001, 4.4.2001, 17.6.2001, 6.9.2001), gefolgt von einer kurzen Auswertungsphase.

### **4. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde**

Im Rahmen des Großprojektes SUB-Gate erfolgte eine landseitige Untersuchung des oberflächlichen Einzugsgebietes der Eckernförder Bucht, dazu wurden Daten aus ca. 700 Bohrungen, meteorologische Daten, Pegelstände, Pumpversuchsergebnisse und geochemische Untersuchungsbefunde der Grundwasserleiter sowie Rohwasseranalysen dieses Gebietes zusammengetragen und ausgewertet. Grundsätzlich können drei unterschiedliche Aquifertypen im Untersuchungsgebiet voneinander unterschieden werden, die voneinander durch bindigen Geschiebemergel getrennt sind. Die oberen Braunkohlesande werden zudem weiträumig von einer geringmächtigen Ablagerung des oberen miozänen Glimmertones überlagert. Lokal stehen die Aquifere im hydraulischen Kontakt zueinander. Großräumig kann davon ausgegangen werden, dass das Wasser sowohl in den pleistozänen Wasserleitern wie auch in den oberen Abschnitten der Braunkohlesande der Eckernförder Bucht zufließt.