



### Ziel des Projektes

Ungefähr 7% bis 12% der Erdoberfläche besteht aus Karstgebieten und etwa ein Viertel der Weltbevölkerung ist ganz oder teilweise abhängig von Trinkwasser aus Karstgrundwasserleitern. Trotz immer stärker zum Vorschein tretender Auswirkungen des Klimawandels gibt es nur wenige Studien, die den Einfluss des Klimawandels auf Karstwasserressourcen großskalig abschätzen.

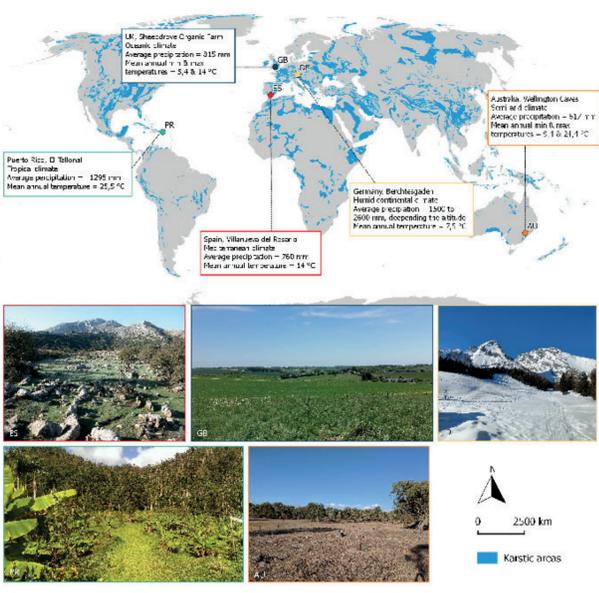
Ziel des durch das Emmy Noether-Programm der DFG geförderten Projektes



ist die Entwicklung eines neuartigen Simulationsmodells zur großskaligen Quantifizierung von Grundwasserressourcen in Karstgebieten. Kontrastierung mit dem sektoralen Wasserbedarf verschiedener Karstregionen soll letztendlich Einblick geben, wo und unter welchen Umständen die Einwohner mit Wassermangel rechnen sollten.

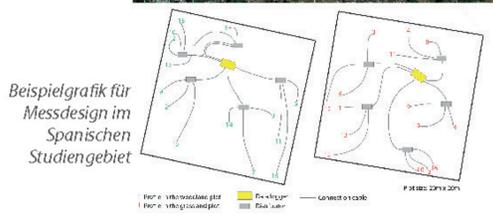
### Ein globales Bodenfeuchte Messprogramm

Ein relativ geringes Verständnis von oberflächennahen hydrologischen Prozessen in Karstgebieten, die sowohl die Verdunstung als auch die Grundwasserneubildung beeinflussen, hat die die regionale Abschätzung von Karstwasserressourcen bisher verhindert.



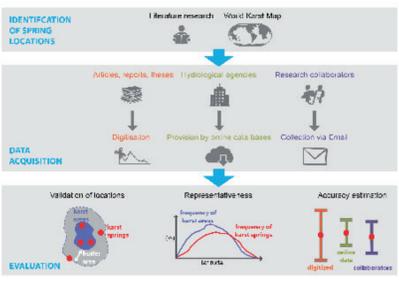
Um besser zu verstehen, wie Heterogenität im Untergrund, Klima und Landnutzung die oberflächennahe Hydrologie in Karstregionen beeinflusst, wurden ~450 Bodenfeuchtesensoren in Studiengebieten in 5 Klimaregionen installiert.

In jedem Studiengbiet wurden die Bodenfeuchtesensoren auf jeweils einer Wald- und einer Wiesenparzelle installiert.



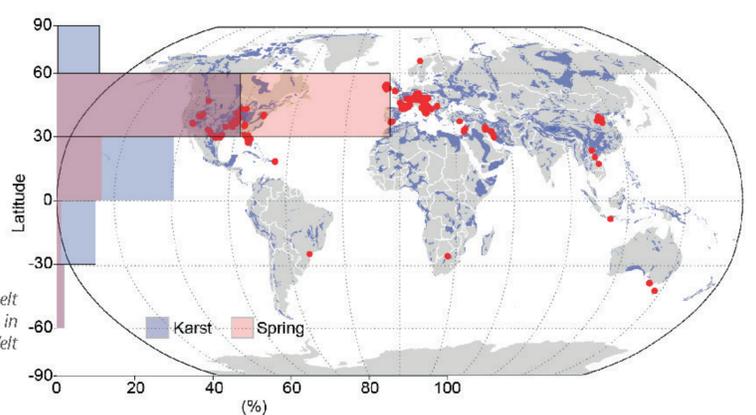
### Die erste internationale Datenbank für Schüttungsdaten von Karstquellen

Karstforschung ist traditionell sehr orts-spezifisch. Der damit einhergehende Mangel an großen Datensätzen vieler verschiedener Karstsysteme hat bisher komparativen Studien zum großskaligen Verständnis der Karsthydrologie verhindert.



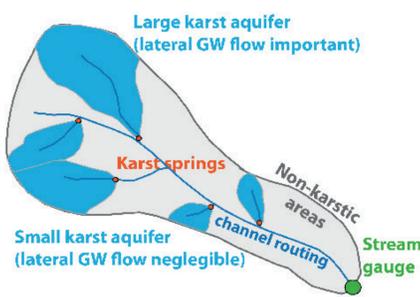
Um eine optimale Grundlage für die Entwicklung großskaliger Modellierungsansätze zur Verfügung zu stellen, wurde in Zusammenarbeit mit der Karst Commission der International Association of Hydrogeologists eine globale Datenbank für Karstquellabflüsse erstellt. Als Datenquellen dienten nationale Datenbanken, von ForscherInnen direkt zur Verfügung gestellte Daten und digitalisierte Daten aus wissenschaftlichen Publikationen und Berichten.

Insgesamt konnten Zeitreihen von ~350 Karstquellen gesammelt werden. Überproportional viele Datensätze finden sich in wohlhabenden Regionen der Welt

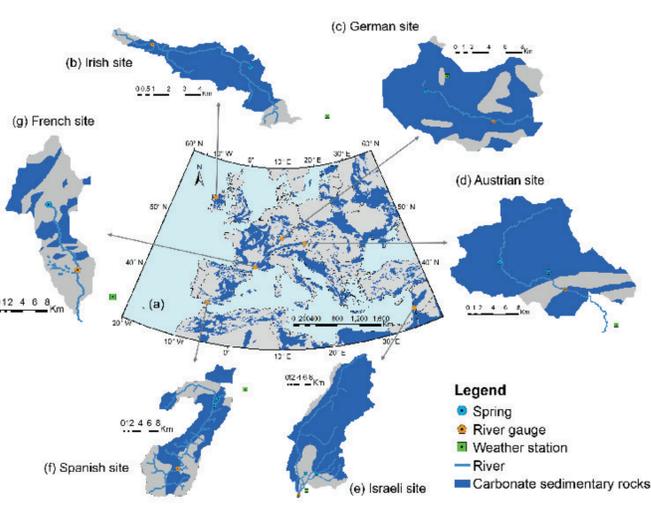


### Vom einzelnen Karstaquifer zur großskaligen Modellierung von Karstwasserressourcen

In der Regel durchgeführt von Hydrogeologen, beziehen sich Modellierungsstudien zur Wasserverfügbarkeit in Karstregionen auf den Karstaquifer. Studien, die sich auf die Wasserverfügbarkeit in meso- bis makroskaligen Flussgebieten mit großem Flächenanteil an Karstgebieten beziehen, vernachlässigen oft dessen spezielle Fließ- und Speichereigenschaften.



Um einer großskaligen Modellierung von Karstregionen den Weg zu bereiten, wird die Skala der Modellierung schrittweise vergrößert (beginnend von der Skala eines Karstaquifers). Somit können skalenabhängige Prozesse wie das laterale Grundwasserströmungsverhalten, die Wellenfortpflanzung im Gerinne, oder die Hydrodynamik von nicht verkarsteten Regionen iterativ hinzugefügt und entsprechende Modellstrukturen mit den vorhandenen Daten getestet und verbessert werden.

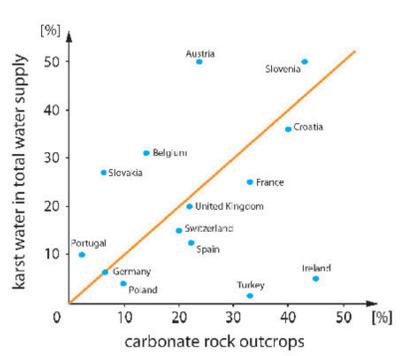


Als Gebiete zur Entwicklung der neuen Modelle wurden 6 Studiengbiete mit sehr guter Datenverfügbarkeit ausgewählt. Sie zeichnen sich aus durch eine Spannweite an klimatischen Bedingungen, EZG-Fläche, Karstbedeckung, Größenordnung der Karstquellschüttung.

### Abschätzung des Wassermangels in Karstregionen

Steht letztendlich ein großskaliges Karst-Wasserressourcenmodell zur Verfügung, kann es zur Abschätzung von Wassermangel in verschiedenen Regionen der Welt benutzt werden. Die dafür nötigen Daten zum sektoralen Wasserbedarf werden vom International Institute for Applied Systems Analysis (Laxenburg, Österreich) bereitgestellt werden.

Um Wassermangel zu identifizieren, werden der zur Verfügung gestellte regionale Wasserbedarf mit den durch das Modell berechneten zur Verfügung stehenden Karst-Wasserressourcen verglichen. Eine Karstregion mit hoher Wasserverfügbarkeit kann trotzdem unter Wassermangel leiden, wenn der sektorale Wasserbedarf entsprechend groß ist. Zukünftiger Wassermangel soll durch die Kopplung von Klimaprojektionen mit dem Modell und Projektionen zum Bevölkerungswachstum abgeschätzt werden.



Anteil von Karstgrundwasser am Gesamtwasserbedarf (Hartmann et al., 2014, Reviews of Geophysics)

### Fazit

Bereits die ersten Daten der Feldkampagne zeigen die großen Unterschiede bezüglich der Bodenfeuchtedynamik unter den Studiengbieten und Landnutzungstypen auf. Mit knapp 350 Zeitreihen übertrifft die Karstdatenbank in ihrer Verfügbarkeit an Karstdaten selbst den Datenschatz des USGS um das 7-fache. Somit ist die Grundlage gelegt, um mit dem ersten großskaligen Karstgrundwassermodell die Chancen und Gefahren, die Karstaquifere für die zukünftige Absicherung der Trinkwasserversorgung darstellen, abzuschätzen.

**Danksagungen** an die Deutsche Forschungsgemeinschaft für die Finanzierung dieses Projektes (DFG Projektnummer HA 8113/1-1). Ebenso Dank an den Projektbeirat, der die Forschungsgruppe bisher (und zukünftig) wissenschaftlich unterstützt: Prof. Andrea (Universität Malaga), Prof. Gleeson (Victoria University), Prof. Goldscheider (KIT), Prof. Kunstmann (KIT), Prof. Wada (IIGASA), Prof. Wagener (University of Bristol) und Prof. Zehe (KIT). Sowie Dank an die Professur für Hydrologie an der Universität Freiburg (Prof. Weiler) für das Mentoring und die strukturelle Unterstützung.