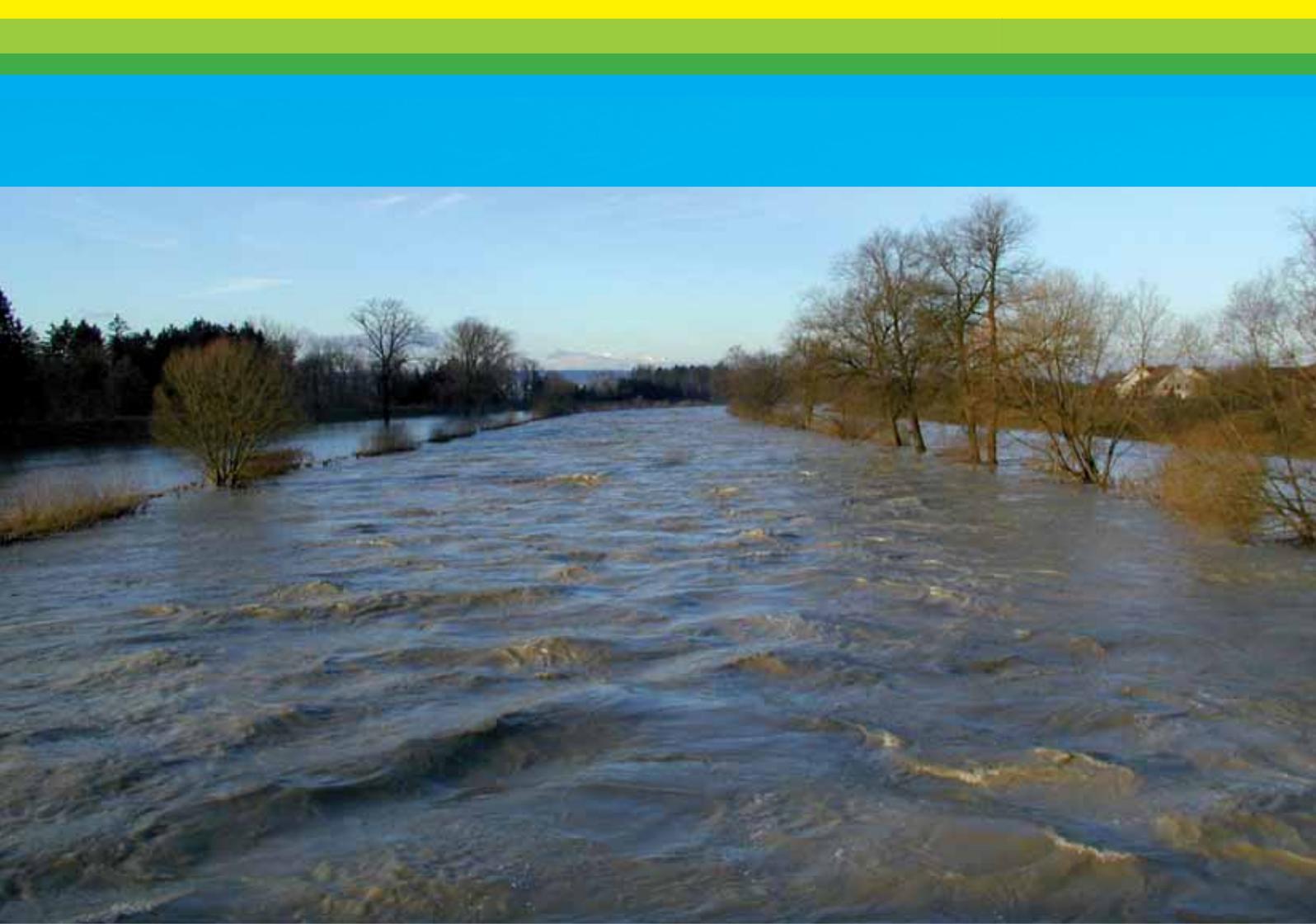
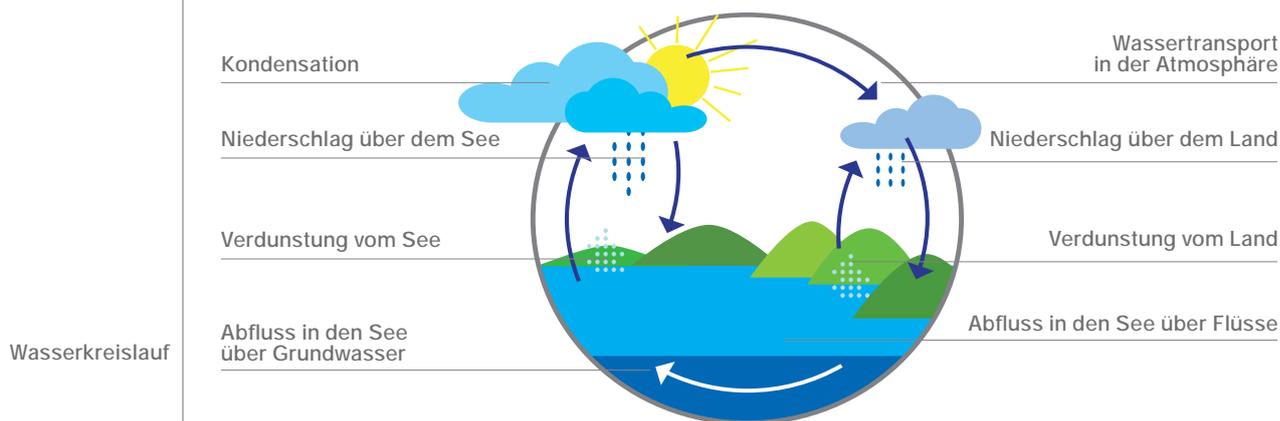


# Grundlagen der Wasserwirtschaft im Thurgau



## Hydrometrie – wozu?

Thema der dritten Broschüre in dieser Reihe zum Thema Wasser ist die Hydrometrie. Hydrometrie ist das mengenmässige Erfassen, Auswerten und Darstellen des Wasserkreislaufes. Das Wort setzt sich aus den beiden griechischen Wörtern Hydros für Wasser und Metron für Mass zusammen.



Die Hydrometrie liefert die Grundlagendaten für die Wasserwirtschaft. Das Ziel ist, die kostbare Ressource Wasser vor schädigenden Einflüssen zu schützen, sie in ihrer Qualität zu erhalten, und gerecht zu verteilen. Wasser ist ein öffentliches Gut. Es wird vom Staat verwaltet. Die Kenntnis darüber, wo wieviel Wasser zur Verfügung steht und darüber, wie sich Wasservorkommen verändern, ist unabdingbare Grundlage der Wasserwirtschaft. Erst die ununterbrochene Beobachtung von Wasserstand, Pegelstand und Niederschlagsmengen lässt langfristig Änderungen erkennen und ermöglicht Prognosen.

Im Kanton Thurgau werden seit 1954 regelmässig hydrologische Daten erhoben und in Zusammenarbeit mit der MeteoSchweiz und dem Bundesamt für Umwelt ausgewertet und dargestellt. Die Messstellen des Bundes am Bodensee sind noch älter, in Berlingen wird seit 1886 gemessen, in Romanshorn seit 1881. An den Messstellen wird entweder in regelmässigen Abständen gemessen oder kontinuierlich, mittels einer elektronischen Sonde, welche die Resultate ständig direkt erfasst und übermittelt.

Heute werden rund 70 Grundwassermessstellen unterhalten, davon 35 mit kontinuierlicher Messung des Wasserspiegels und teilweise der Leitfähigkeit und der Temperatur. Dazu kommen rund 40 Messstellen im Grundwasser, die von Privaten betreut werden (z.B. kleine Wasserversorgungen).

An 43 Stellen in Fließgewässern werden Pegel, Leitfähigkeit und Temperatur gemessen und an 4 Stellen wird der Pegelstand von stehenden Gewässern gemessen.

Auch das Witterungsgeschehen wird beobachtet: An 8 Messstellen werden Temperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit gemessen (Klimamessstationen), an 20 Messstellen wird die Niederschlagsmenge erhoben (siehe Karte Seite 6).

Die erhobenen Daten sind wertvoll für:

- eine nachhaltige Bewirtschaftung der ober- und unterirdischen Gewässer als Energie-, Brauch- und Trinkwasserressourcen
- den quantitativen und qualitativen Erhalt des Grundwassers und der Oberflächengewässer auch als Lebensraum
- die Planung und Dimensionierung von Kanalisations-, Wasserversorgungs-, Wasserbau- und Naturgefahrenprojekten
- die Konzessionierung von Wassernutzungen wie Kraftwerke, Bewässerungen, deren Aufsicht und für die Alarmierung bei Ereignissen

Die erhobenen Daten werden von der Verwaltung der Öffentlichkeit über das Internet zur Verfügung gestellt: [www.wasserbuch.tg.ch](http://www.wasserbuch.tg.ch)

# Einfluss des Klimas

ProClim, das Forum for Climate and Global Change (Forum der Akademie der Naturwissenschaften, scnat) untersucht Klimadaten der Schweiz und erstattet dem Bund jährlich Bericht. Der Bericht 2007 „Klimaänderung und die Schweiz 2050“ prognostiziert bis zur Mitte des Jahrhunderts für die Nordschweiz einen Temperaturanstieg um 1.8°C im Winter und 2.7°C im Sommer. Die Niederschläge im Winter werden um ungefähr 8% zunehmen, im Sommer hingegen um rund 17% abnehmen. Die Auswirkungen auf die Gewässer im Kanton sind unterschiedlich.



Die oben zusammengefassten Befunde machen weitere Anpassungen im Bereich Hochwasserschutz und Anstrengungen im Bereich Niederschlagsmanagement notwendig.

Grundlagendaten sind dafür absolut unerlässlich. Vorsorgemassnahmen umfassen das Erstellen von Gefahrenkarten, und daraus hergeleitet das Verstärken von Dämmen und Bauen von Hochwasserrückhaltebecken, Schutz von Grundwasserfassungen, Bewirtschaftung der Grundwasser-Ressourcen, sowie angepasste Zonen- und Nutzungsplanung auf Gemeindeebene.

Studien der Universität Karlsruhe zeigen für das Einzugsgebiet des Alpenrheins eine interessante Entwicklung. Die Extremwerte für den Alpenrhein, den Bodensee und den Hochrhein gleichen sich an: Die Höchstwerte sinken, die Niederwasserstände steigen. Dies wird seit den 1960er-Jahren beobachtet, als im Einzugsgebiet viele Stauseen erstellt wurden. Obwohl in den vergangenen 30 Jahren keine neuen Stauhaltungen dazu kamen, setzt sich dieser Trend fort. Ob dafür die Klimaveränderung verantwortlich ist, wird noch diskutiert.

Gemäss diesem Bericht werden extreme ein- bis fünftägige Niederschläge im Winterhalbjahr zunehmen. Starkniederschläge, wie sie heute nur alle 8 bis 20 Jahre vorkommen, werden bis Ende des Jahrhunderts alle 5 Jahre auftreten. Extreme Trockenperioden im Sommer werden länger und häufiger auftreten.



Rollmatten für die Bewässerung der Kulturen

Salatsetzerei

## Aufgabenstellung und Messnetz

Die zur Vorbereitung wasserrechtlicher sowie politischer Entscheidungen notwendigen Basisdaten müssen bereit gestellt werden. Einerseits ist das zur Bewirtschaftung zur Verfügung stehende Wasserdargebot zu ermitteln, andererseits sind dessen natürliche und künstliche Einschränkungen zu erfassen. Dies ist gleichzeitig Voraussetzung für die Erkennung von Auswirkungen auf den Naturhaushalt. Um die vielfältigen Fragestellungen beantworten zu können, müssen die Messstellen kontinuierlich über einen hinreichend langen Zeitraum betrieben werden.



Niedrigwasser am Bodensee  
(Altnau 2003)

Die wirtschaftliche und infrastrukturelle Entwicklung unseres Kantons belastet auch den Wasserkreislauf. Diese Belastungen gilt es zu erkennen und wo nötig zu begrenzen.

Die Aufwendungen für die vorsorgende Datenerfassung und -aufbereitung betragen in der Regel nur einen Bruchteil der für allfällige nachsorgende Massnahmen nötigen Mittel.

Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke in der Landwirtschaft, haben folgende Auswirkungen: Bei zu hohen Entnahmeraten aus dem Grundwasser kommt es zu einem Abfall des Grundwasserspiegels. Hohe Pumpraten aus Bächen führen - gerade in heissen Sommern - unter Umständen zu einer Erhöhung der Wassertemperatur im Bach, da der Abfluss unterhalb der Entnahmestelle geringer wird. Das hat Auswirkungen auf den Lebensraum Bach, Fische z.B. sind sehr temperaturempfindlich.

Der Wasserhaushalt kann nicht vollständig erfasst werden, zu vielfältig sind die Einflüsse, zu unterschiedlich ihr räumliches und zeitliches Auftreten. Die Prozesse einschliesslich der sie steuernden Grössen müssen hinreichend bekannt sein. Dies ist Aufgabe von Wissenschaft und Forschung. Die nötigen Daten werden von der Fachstelle Hydrometrie geliefert.



Messeinrichtung zur  
Ermittlung des Grund-  
wasserstandes

## Grundwasser-Messstellen

60% des Trinkwassers im Kanton Thurgau stammen von „aus dem Boden“: 49% werden von Grundwasserpumpwerken gefördert, 11% in Quellen gefasst.

Die systematische Überwachung der Grundwasserstände erlaubt dem Kanton, die quantitative Entwicklung des Grundwassers zu beobachten und nötigenfalls Schutzmassnahmen zu ergreifen. Ausserdem können aus Pegelraten von Grundwassermessstationen wertvolle Informationen für diverse planerische Fragestellungen gewonnen werden. Bei der Festlegung von Bauwerken, deren Fundamente bis in den Grundwasserbereich dringen, sind z.B. Kenntnisse über das langzeitliche Schwankungsverhalten des Grundwassers unentbehrlich. Auch für die Bemessung von Grundwasserentnahmen (Trinkwasser, Brauchwasser, technische Nutzungen), Versickerungsanlagen,

Gewässerrenaturierungen, Erweiterungen oder Neuerrichtung von Kiesgruben etc. sind Planer und Bewilligungsbehörden auf Informationen über Grundwasserstände angewiesen.



Pumpwerk bei Frauenfeld

## Abfluss-Messstellen

Mit wenigen Messstationen sind repräsentative, verlässliche, aussagekräftige und von Menschen möglichst unbeeinflusste Daten über das Abflussgeschehen in den Einzugsgebieten aller grösserer Fliessgewässer oder Gewässersysteme zu erheben.



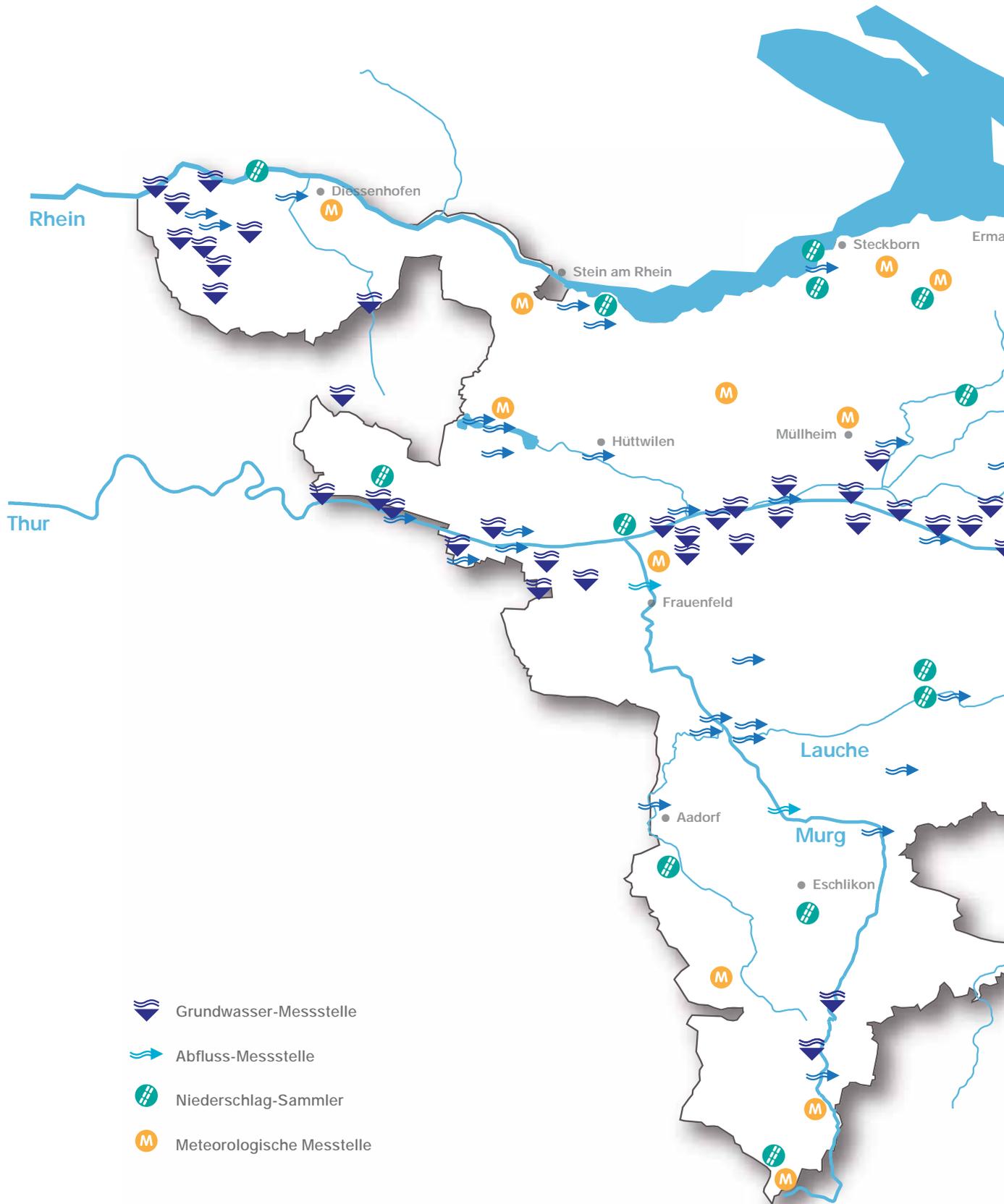
Pegelkasten an der Murg  
mit Datenlogger,  
Stromversorgung  
und Modem

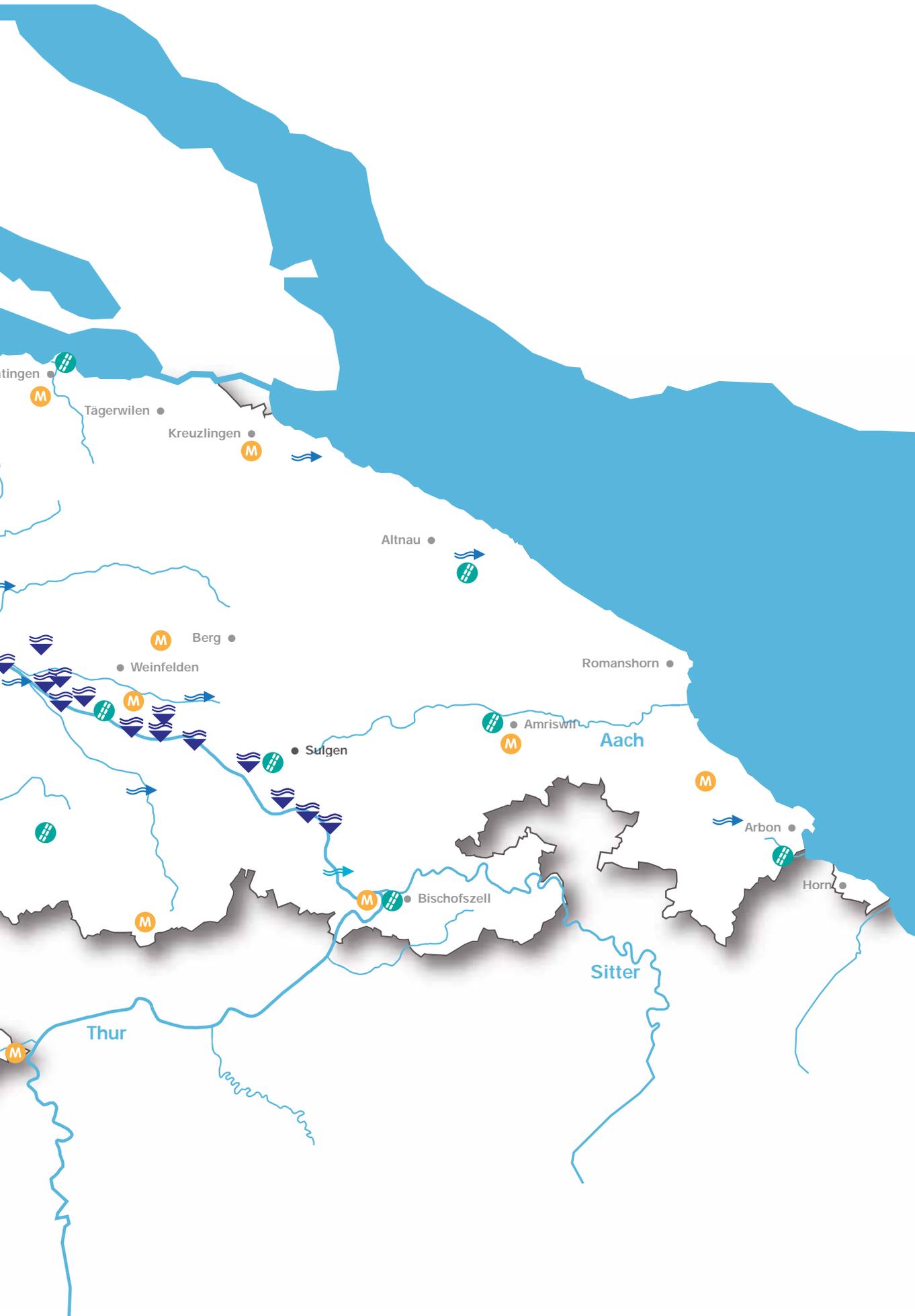
Damit Aussagen über die allgemeinen hydrologischen Verhältnisse sowie zu langfristigen Trends und Entwicklungen in den betreffenden Einzugsgebieten möglich werden, sind in der Regel Messreihen von über 10 Jahren Dauer nötig. Sie bilden das Grundgerüst des gesamten Messnetzes (Langfristmessnetz).

Für die Prävention von Schadensfällen und für die Alarmierung von Hoch- und Niedrigwasser müssen genügend Messstellen online abfragbar sein. Die Möglichkeit der Fernübertragung der Messwerte wird für die Schadenabwehr bei Hochwasser-Ereignissen immer wichtiger (Komplementärmessnetz).

Mit flexibel einsetzbaren Stationen können kurz- und mittelfristige, lokale Überwachungsaufgaben erledigt werden.

# Messstellen im Thurgau





# Niederschlags-Messstellen

Das kantonale Niederschlagsmessnetz wurde in Zusammenarbeit mit der MeteoSchweiz angelegt. Der Fokus lag dabei auf der flächenhaften Abdeckung des Kantons. Heute werden die Niederschlagsdaten an 20 Standorten erhoben.

Niederschlags- und andere Klimadaten (siehe unten) werden erfasst um, in Verbindung mit anderen Informationen, das Wasserdargebot ab-



schätzen zu können. Sie sind auch Grundlage für:

- Modellierungen und Vorhersagen zu allgemeinen klimatologischen und hydrologischen Entwicklungen
- Auswertung langfristiger Zeitreihen
- hoch aktuelle Datenbereitstellung für die Alarmierung und Gefahrenabwehr bei Hochwasser
- Erstellung von Gefahrenkarten

Auf Seite 3 dieser Broschüre wurde der Einfluss der Klimaänderung auf das Niederschlags-Geschehen und damit auf den Wasserhaushalt aufgezeigt. Prognostiziert wird u.a. eine Zunahme lokaler Starkniederschläge. Um diese erfassen zu können, ist ein entsprechend dichtes Messnetz notwendig.

Niederschlags-Sammler mit Windschutz (Allenwinden)

# Klima-Messstellen

Die Auswertung meteorologischer Daten hilft dem Verständnis und dem Erkennen gegenwärtiger und zukünftiger Veränderungen im Lebensraum. Umwelt- und Klimaforschung dienen so der Vorsorge. Ihre Ergebnisse kommen unmittelbar der Gesellschaft zugute.

Für viele umweltrelevante Fragestellungen werden meteorologische Daten beigezogen. Der Kanton Thurgau betreibt ein eigenes Messnetz zur Erfassung einfacher meteorologischer Daten. Die Stationen erfassen die Werte für Temperatur, Wind und Windrichtung. Luftdruck, Feuchtigkeit, Strahlung und andere Parameter hingegen werden an in diesen Stationen nicht gemessen. Die kantonalen Fachstellen greifen auch auf externe, private Messungen zurück.

Im Verlaufe des Jahres 2009 werden die Stationen mit neuen Geräten ausgerüstet. Darüber hinaus wird das kantonale Klimamessnetz verdichtet; 13 neue Stationen werden aufgebaut.



Messstelle (Allenwinden)

# Abflussmessungen



Abflussmessungen mit Abflussmess-Utensilien für die Salzverdünnungsmethode

Um aus den Pegelständen die Abflussganglinie ermitteln zu können, werden in regelmässigen Abständen Messungen durchgeführt. Sie geben die Abflussmenge (l/s) bei einem bestimmten Pegelstand wieder. Die Kenntnis der Abflussmenge bei bestimmten Pegelständen ist wichtig, um z.B. Brücken so zu bauen, dass ein Hochwasser durchfliessen kann. Oder z.B. um zu wissen, wie

viel Wasser dem Bach bei Niedrigwasser entnommen werden darf.

Abflussmessungen werden durchgeführt, indem man die Konzentration des Salzes (Kochsalz, wie im Bild) nach einer gewissen Fließstrecke misst. Daraus kann die Menge des Wassers berechnet werden, die in diesem Moment abfließt.

## Mess- und Übertragungstechnik

Zum Einsatz kommen hauptsächlich Messsonden für die Erfassung des Wasserstandes, aber auch Sonden zur Erfassung von Temperatur und Leitfähigkeit des Wassers. Die Sonde überträgt den Messwert über ein Kabel an einen sogenannten Logger, der die Daten über grössere Zeiträume (Tage, Wochen oder auch Monate) aufzeichnen kann. Diese Daten werden dann vor Ort auf einen Feld-PC übertragen und im Büro in die Datenbank übernommen. Einige Stationen im Kanton Thurgau sind heute schon fernabfragbar.

Die Übertragung der Messdaten für Niederschlag und für meteorologische Daten funktioniert ähnlich wie die für Wasserstände.

Die wichtigsten Messstellen im Kanton Thurgau werden in naher Zukunft auf Fernabfragbarkeit umgerüstet. So stehen zum Beispiel im Hochwasserfall die Daten aktuell zur Verfügung.

Zu diesem Zweck werden die Stationen mit einer Telefonverbindung oder einem Modem ausgestattet. So können die Daten vollautomatisch über das Fest- oder das GSM-Netz übermittelt werden.

Leitfähigkeit:

Die Leitfähigkeit ist eine physikalische Eigenschaft und gibt Auskunft über den Grad der Mineralisation des Wassers



Messsonde

# Datenveröffentlichung

Eine der wichtigsten Aufgaben ist die Veröffentlichung der Daten. Die aufbereiteten Daten sind für die Bearbeitung von Naturgefahren- und Wasserbau-Projekten und für die Planung und Dimensionierung von Bauten im Bereich von Grundwasser und Oberflächengewässern unabdingbar, z.B. in der Siedlungsentwässerung.



Hochwasser am Giessen  
(die Entlastung in das  
Rückhaltebecken ist  
angesprungen)

Bei der Veröffentlichung der Daten wird zwischen aktuellen und historischen Daten unterschieden. Die aktuellen Daten werden unter [www.hochwasser.tg.ch](http://www.hochwasser.tg.ch) veröffentlicht (Wasserstände, Abflüsse, Wassertemperaturen). In naher Zukunft werden auch meteorologische Daten auf dieser Seite dargestellt.

Darüber hinaus wird das Netz online abfragbarer Messstationen derzeit verdichtet. Diese können dann in «Echt-Zeit» im Internet dargestellt werden. Historische Daten sind unter [www.wasserbuch.tg.ch](http://www.wasserbuch.tg.ch) zu finden.

Für laufende Wasserbauprojekte, für Kraftwerksbetreiber, Gemeinden und Katastrophen-Stäbe ist die Aktualität der Daten besonders wichtig, vor allem im Ereignisfall.

Die über Jahre hinweg gesammelten und aufbereiteten historischen Daten erfüllen ganz andere

Zwecke. Die Werte ausgesuchter Messstationen werden sorgfältig geprüft und in Form eines Jahrbuchblattes zusammengestellt. Ein solches Blatt stellt in der Regel einen täglichen Mittelwert des Messparameters über das Jahr dar, sowie statistische Daten, die einen Vergleich des Jahres mit dem langjährigen Durchschnitt erlauben und die Aufschluss über die Zustände an der spezifischen Messstelle geben.

Neben Informationen für den quantitativen und qualitativen Gewässerschutz und den Vollzug der gesetzlichen Aufgaben, geben sie Aufschluss über langfristige Trends. Im Zusammenhang mit der Klimaveränderung wird dies immer wichtiger um eine ausgewogene Bewirtschaftung der ober- und unterirdischen Gewässer gewährleisten zu können.

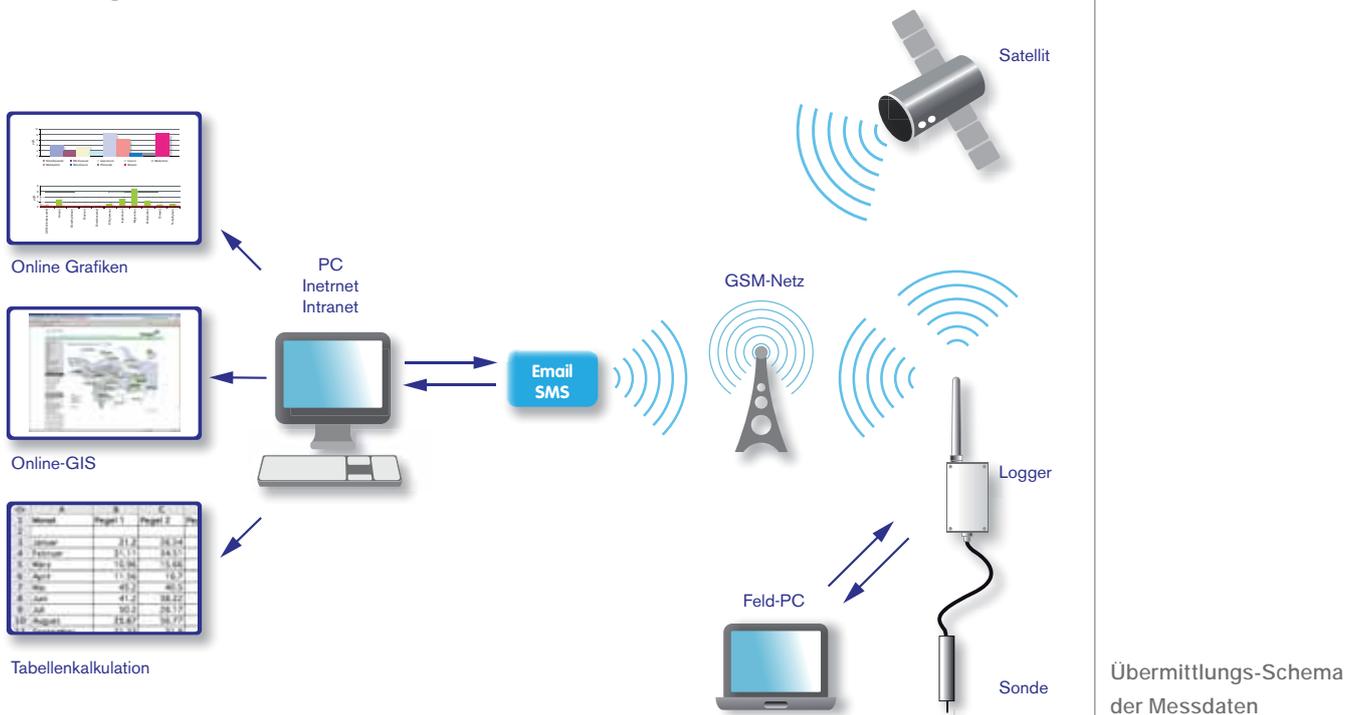
# Ausblick

Im Bereich Hydrometrie ist die zum Einsatz kommende Messtechnik, die Art der Datensammlung, -übertragung, -auswertung und die Publikation der Daten, die Messzyklen und der Umfang der zu messenden Parameter regelmässig den Entwicklungen anzupassen. Potenzial für eine Optimierung ist aber nicht nur im Einsatz moderner Technik zu suchen, sondern auch bei der Optimierung der Untersuchungsprogramme.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Fortführung der Datenerfassung an repräsentativen Standorten – sei es im Bereich Grundwasser, Fließgewässer oder Meteorologie. Nur mit langjährigen Messreihen können Veränderungen erkannt und zuverlässige Aussagen über die Entwicklung getroffen werden.

Eine sehr effektive Massnahme zur Kostenbegrenzung – und der gleichzeitigen Information der Öffentlichkeit über das Internet – ist die online-Abfrage der Daten.

Auch die Zusammenarbeit mit kantonalen, nationalen und privaten Einrichtungen kann unter Umständen den Aufwand für die kantonalen Stellen vermindern, vor allem wenn es um den Austausch von Daten geht. Hier sind als Beispiele die MeteoSchweiz zu nennen, das Bundesamt für Umwelt, aber auch Private, die z.B. eine meteorologische Messstelle betreiben.



Übermittlungs-Schema der Messdaten

## Bundesvorschriften

Auf folgenden gesetzlichen Grundlagen des Bundes basieren die Aufgaben der Fachstelle Hydrometrie im Amt für Umwelt des Kantons:

Art. 2	Bundesgesetz über den Wasserbau	(SR 721.100)
Art. 12 – 14	Bundesgesetz über den Wasserbau	(SR 721.100)
Art. 19 – 21	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 29 – 36	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 43	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 45	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 50, Abs. 1	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 57 und 58, Abschnitt 1	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer	(SR 814.20)
Art. 29, Abs. 6	Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte	(SR 721.80)

## Kantonale Vorschriften

Auf folgenden gesetzlichen Grundlagen des Kantons basieren die Aufgaben der Fachstelle Hydrometrie:

Art. 1	Wassernutzungsgesetz	(RB 721.8)
Art. 6	Wassernutzungsgesetz	(RB 721.8)
Art. 12	Wassernutzungsgesetz	(RB 721.8)
Art. 18	Wassernutzungsgesetz	(RB 721.8)
Art. 8	Gesetz über den Wasserbau	(RB 721.1)
Art. 18	Gesetz über den Wasserbau	(RB 721.1)

## Impressum

**Herausgeber / Bezug:** Amt für Umwelt des Kantons Thurgau

**Gestaltung:** Schreiner Grafik und Design, Frauenfeld

**Erscheinungsjahr:** 2009

**Auflage:** 1000

**Bestellnummer:** AfU 15201

**Internet:** [www.umwelt.tg.ch](http://www.umwelt.tg.ch)