

# Bodendaten sind wichtig für die Hochwasserprognose

Dominik Mösch | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Christophe Lienert | Abteilung Landschaft und Gewässer | 062 835 34 50

**Das Bodenmessnetz Nordwestschweiz liefert im Aargau an 10 Standorten Informationen zum aktuellen Boden- und Witterungszustand. Die Daten werden unter anderem für die Hochwasserprognose verwendet. Je gesättigter ein Boden mit Wasser ist, desto geringer ist sein zusätzliches Speichervermögen und desto höher der Oberflächenabfluss, der schliesslich zu Hochwasserereignissen führen kann.**

Eine der wichtigsten Bodenfunktionen ist die Wasserspeicherung. Boden besteht zu mehr als 50 Prozent aus unterschiedlich grossen Poren. Das Wasser wird in diesem Porensystem im Boden zurückgehalten. Die Gesamtzahl der Poren, das Porenvolumen, ist abhängig von der Bodenart, dem Gehalt an organischer Substanz, der Bodenentwicklung und der Bodenbewirtschaftung. Auch Wurzel- und Tierröhren sowie Schrumpfungsrisse bei sehr

trockenen Böden gehören dazu. Ein Waldboden hat ein höheres Porenvolumen als ein intensiv genutzter Ackerboden bei gleichen Bodeneigenschaften, da die Bewirtschaftungsform die Ausbildung des Porensystems beeinflusst. Ein typischer Boden im Aargauer Mittelland kann 500 Liter Wasser pro Quadratmeter speichern. Dies entspricht in etwa dem halben Jahresniederschlag.



*Infiltrationsversuch in einem Maisfeld. Mit Lebensmittelfarbe eingefärbtes Wasser wird gleichmässig auf die Bodenoberfläche gegeben. In den Grobporen versickert das Wasser relativ rasch. Im Bereich der Pflanzen dienen die Wurzelkanäle als Transportroute in die Tiefe. Links neben den Pflanzen befindet sich eine Fahrspur, in der die Versickerung infolge Verdichtung gehemmt ist.*

Das Wasser kann in den Grobporen (über 10 Mikrometer gross) in den Boden versickern und bleibt in mittelgrossen Poren (0,2 bis 10 Mikrometer) pflanzenverfügbar gespeichert. Das Wasser in den Feinporen (kleiner als 0,2 Mikrometer) ist nicht pflanzenverfügbar. Die Wurzeln können es nicht aufnehmen, da es zu stark gebunden ist.

Je besser das Porensystem ausgeprägt ist, desto mehr Wasser kann gespeichert werden. Bei verdichteten Böden sind vor allem die Grobporen zusammengepresst. Lufthaushalt und Wasserspeicher sind somit stark beeinträchtigt. Stehendes Wasser, das nicht versickern kann, und eingeschränktes Pflanzenwachstum sind typische Merkmale solcher Böden.

## **Bodenfeuchtemessnetz**

An 10 Standorten im Kanton Aargau werden im Rahmen des Bodenfeuchtemessnetzes Nordwestschweiz ([www.bodenmessnetz.ch](http://www.bodenmessnetz.ch)) Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur über der Erde sowie die Bodenfeuchte in Form der Saugspannung und die Bodentemperatur in 20 und 35 Zentimeter Bodentiefe gemessen. Für die Wahl der Messstationen wurde an jedem Standort ein Bodenprofil gegraben. Dadurch sind die Bodeneigenschaften wie Bodenart, Bodengefüge und auch die Lagerung der einzelnen Bodenteilchen zueinander genau bekannt. Anhand dieser Bodengrundlagen ist die theoretische Wasserversickerung und Wasserspeicherung ohne Einfluss von Bewirtschaftung, Vegetation und Entwässerungsmassnahmen (Drainagen) abschätzbar. Für den Zusammenhang zwischen Boden und Hochwasser sind von den Messwerten, die im Bodenmessnetz Nordwestschweiz verfügbar sind, der Niederschlag und die Bodenfeuchte (ausgedrückt durch die Saugspannung) von entscheidender Bedeutung neben den standörtlichen Bodeneigenschaften. Wenn mehr Niederschlags-



*Wird Boden bei nassen Bedingungen befahren, wird er verdichtet und Oberflächenwasser kann nicht mehr versickern. Der Porenraum ist in diesem Bereich massiv geschädigt und das Gras sprichwörtlich ersoffen.*

wasser auf den Boden fällt, als dieser aufnehmen kann, fließt das Wasser als Oberflächenwasser ab. Der Anteil an Oberflächenwasser ist umso höher, je intensiver die Niederschläge sind und je langsamer die Niederschläge vom Boden aufgenommen werden können. Wenn das Wasser den gesam-

ten Porenraum ausfüllt, spricht man von einem wassergesättigten Boden. Bei ton- und schluffreichen Böden ist der Anteil an Oberflächenwasser meist höher als bei sandigen Böden und bei verdichteten Böden höher als bei nicht verdichteten. Wenn der Boden bereits weitgehend wassergesättigt ist, sprich die Saugspannungswerte der Messstationen 0 betragen, ist der Anteil an Oberflächenwasser besonders gross, da der Boden kaum noch zusätzliches Wasser aufnehmen und speichern kann. Im Bodenmessnetz Nordwestschweiz sind die Böden in der vegetationsfreien Zeit und während der Wintermonate ab Oktober bis März meist sehr nass bis wassergesättigt. Aber auch in niederschlagsreichen Perioden während der Vegetationszeit können die Böden rasch wassergesättigt sein (Beispiel Sommer 2014).

### **Niederschlag und Bodenfeuchte sind ausschlaggebend**

Um Hochwasserprognosen und eine umfassende Lagebeurteilung für Hochwassergefahren machen zu können, sind aktuelle und historische Daten

#### **Datenquellen für die Niederschlagsdaten in HydroWeb**

- Kanton Aargau: Bodenmessnetz Nordwestschweiz, Abteilung für Umwelt
- Kanton Aargau: Messnetz an Abwasserreinigungsanlagen und Regenbecken, Abteilung für Umwelt
- Kanton Aargau: Messnetz Strassenmeteo, Abteilung Tiefbau
- Kanton Aargau: Messnetz Agrometeo, Landwirtschaft Aargau
- Kanton Zürich: Messnetz Hydrometrie, ausgewählte kantonale Stationen
- Kanton Luzern: Messnetz Hydrometrie an Abwasserreinigungsanlagen und Regenbecken, Dienststelle Umwelt und Energie
- Kanton Luzern: Messnetz Strassenmeteo, Dienststelle Verkehr und Infrastruktur
- MeteoSchweiz: Messnetz Swissmetnet, Stationen auf Aargauer und benachbartem Kantonsgebiet
- Eidgenössische Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft WSL: Stationen auf Aargauer Kantonsgebiet
- Privater Eigentümer MeteoGroup: Stationen auf Aargauer Kantonsgebiet

#### **Datenquellen für die Abfluss- und Wasserstandsdaten in HydroWeb**

- Kanton Aargau: Messnetz Hydrometrie und Hochwasserrückhaltebecken, Abteilung Landschaft und Gewässer
- Kanton Luzern: Messnetz Hydrometrie, ausgewählte Stationen
- Kanton Zürich: Messnetz Hydrometrie, ausgewählte Stationen und Hochwasserrückhaltebecken
- Bundesamt für Umwelt BAFU: Messnetz Hydrometrie, Stationen auf Aargauer und benachbartem Kantonsgebiet
- Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg, Deutschland: Messnetz der Hochwasservorhersagezentrale, ausgewählte Stationen Zuflüsse Rhein

Die Integration der Niederschlagsdaten des Bodenmessnetzes Nordwestschweiz und weiterer oben erwähnter Messnetze hat erheblich dazu beigetragen, die Datengrundlage bezüglich Niederschlag im Kanton Aargau zu verdichten und zu verbessern. Mit bescheidenem Aufwand können weitere automatisierte Messnetze oder einzelne Stationen bestehender Messnetze in HydroWeb für die online-Visualisierung integriert werden.



von Abflüssen an Gewässern, von Niederschlagsdaten sowie Bodenfeuchteinformationen nötig. Der Niederschlag bildet den Input für den Abfluss in die Gewässer. Die Abflussbildung ist wesentlich vom Wasserspeichervermögen der Böden abhängig. Je nach Sättigungsgrad der Böden wird der Niederschlag schneller oder

langsamer oberflächlich abflusswirksam. Die Bodenfeuchte beeinflusst damit die Abflussbereitschaft eines Einzugsgebiets entscheidend mit. Zusammen mit Niederschlagsdaten und den momentanen Abflüssen kann mit Bodenfeuchteinformationen somit besser eingeschätzt werden, wie sensibel ein Gewässer auf noch weiteren Nie-

derschlag reagiert. Solche Informationen bilden die Grundlage für die Beurteilung von sich anbahnenden Hochwassergefahren. Diese Beurteilungen ihrerseits sind grundlegend für die Arbeit des Hochwasserpikettendienstes des Kantons Aargau.

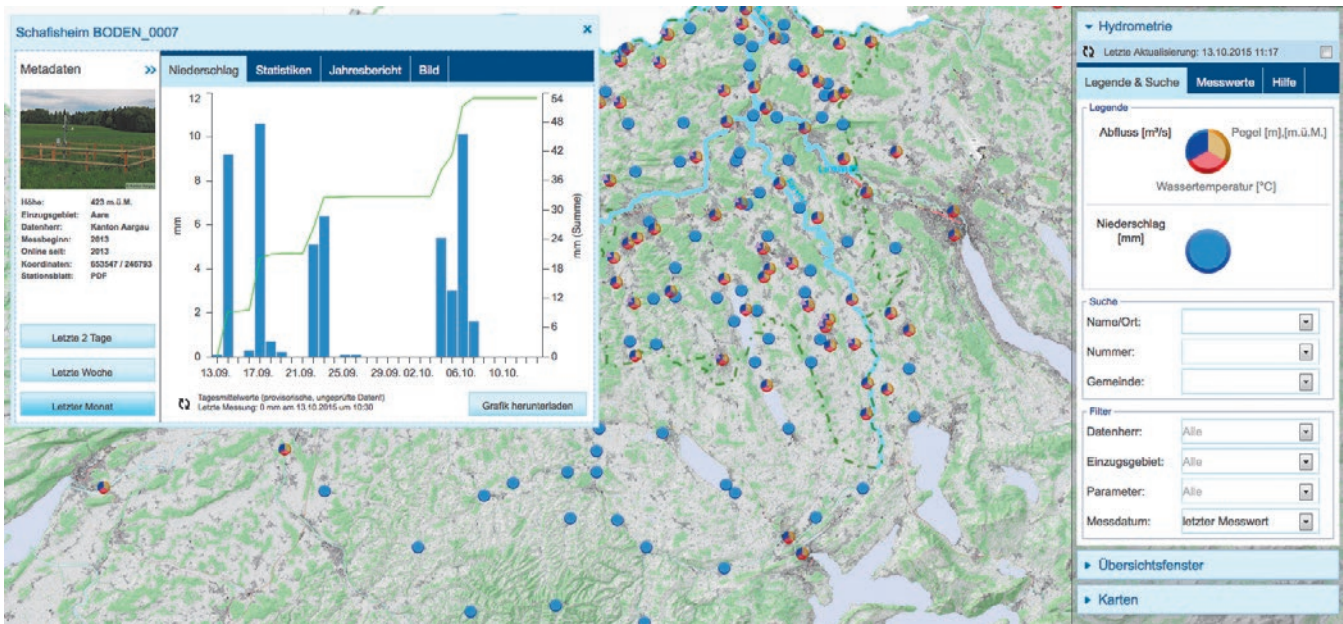
Um einfach und rasch an das gewünschte Datenmaterial zu gelangen, werden relevante Daten online und automatisiert erhoben und sehr zeitnah auf dem Internet publiziert. Vom Bodenmessnetz Nordwestschweiz werden seit Messbeginn (Mitte 2013) die Bodenfeuchte- und Niederschlagsdaten in der zentralen Hydrometrie-Datenbank (WISKI) geführt. Aus dieser Datenbank heraus werden die Niederschlagsdaten des Bodenmessnetzes auf der Web-Plattform HydroWeb des Fachbereichs Hydrometrie integriert und zusammen mit weiteren Niederschlags-, Abfluss- und Wasserstandsdaten seit September 2014 veröffentlicht. Auf HydroWeb werden eine ganze Reihe von Abfluss-, Wasserstands- und Niederschlagsdaten aus unterschiedlichen Datenquellen zusammengeführt und einheitlich im kantonalen AGISviewer visualisiert ([www.ag.ch/hydrometrie/karte](http://www.ag.ch/hydrometrie/karte)).

### Was versteht man unter Saugspannung?

Der Boden besteht aus festen Bestandteilen (Matrix) und dazwischenliegenden Hohlräumen. Diese sind strukturiert und stellen ein zusammenhängendes System für den Gas- und Wasserhaushalt im Boden dar. Bei Wassersättigung (beispielsweise nach starkem Niederschlag oder in der Vegetationsruhe) sind alle Poren mit Wasser gefüllt. Bedingt durch die Schwerkraft entleeren sich grosse Poren aber sehr schnell. In den mittleren und feinen Poren dagegen wird das Bodenwasser aufgrund der hier wirkenden Kapillarkräfte festgehalten.

Diese Kraft, physikalisch gesehen ein Unterdruck, nennt man Saugspannung. Sie entspricht auch der Kraft, welche die Pflanzenwurzeln aufbringen müssen, um dem Boden überhaupt Wasser entziehen zu können.

Die Saugspannung stabilisiert mit zunehmendem Unterdruck die festen Bodenteilchen immer besser und hat damit einen direkten Einfluss auf die mechanische Belastbarkeit des Bodens. Bei hoher Saugspannung ist daher auch die Tragfähigkeit des Bodens viel grösser und die Gefahr von Bodenschäden durch Verdichtung ist klein. Hingegen ist bei feuchtem oder gar nassem Boden und der damit verbundenen geringen Saugspannung die Verdichtungsgefahr viel grösser.



Hier ist die Hochwasserlage von Anfang Mai 2015 aufgezeigt. Abfluss-, Wasserstand- und Wassertemperaturdaten sind mit drei-geteilten Kreissymbolen (blau, grün, rot) und Niederschlagsdaten mit hellblauen Kreissymbolen dargestellt. Bei den Symbolen sind Fähnchen mit den aktuellsten Messdaten eingetragen. Im zusätzlichen Datenfenster in der Mitte der Karte werden das Säulendiagramm und die bemerkenswerte Summenkurve (zirka 50 Millimeter an einem Tag) des Niederschlags von Schafisheim gezeigt. Diese Station ist Teil des Bodenmessnetzes Nordwestschweiz.

Quelle: [www.ag.ch/hydrometrie/karte](http://www.ag.ch/hydrometrie/karte)