

Einführung Lehrpersonen

Bildungsangebot im Innovationslabor

1 Einführung

Das Innovationslabor des Tiefbauamts der Stadt Winterthur dient unter anderem als Lern- und Austauschplattform für Fragen zu Ökologie, Klimaanpassung und Stadtentwicklung. In diesem Aussen-Labor werden viele verschiedene Tests durchgeführt, welche anschliessend beschrieben werden. Dieses Dokument dient den Lehrpersonen als Anleitung, um die verschiedenen Experimentier- und Wissensstationen durchführen zu können.

2 Experimentierstation Versickerung

2.1 Sickerversuche Substratorgel

In der Substratorgel befinden sich 4 verschiedene Substrate, die wir in einer Stadt vorfinden können. Jedes der Substrate verhält sich bezüglich der Versickerung von Wasser unterschiedlich. Mit der Substratorgel kann aufgezeigt werden, welches Substrat das Wasser wie versickert und/oder zurückbehält.



2.1.1 Experiment

Die Schüler:innen dürfen selbst Wasser in die vier verschiedenen Röhren einfüllen. Mit der Wassermenge wird ein starkes Regenereignis simuliert, das sich so nur etwa alle 10 Jahre wiederholt. Auf die Fläche des Substrats heruntergerechnet bedeutet das, dass jede einzelne Röhre mit 200ml Wasser gefüllt werden muss. So viel Wasser fällt bei einem 10-jährlichen Regenereignis innerhalb von 1 Sekunden auf eine Fläche der Grösse der Substratröhre an. Die 400ml Wasser dürfen also zügig eingefüllt werden.

2.1.2 Erklärung

Strassenkies

Strassenkies wird in der Stadt oft verbaut. Z.B. Wird Strassenkies als Belag für Fusswege oder Parkplätze verwendet.

Versickerung: mittel bis langsam

Strassenkies lässt das Wasser in den groben Poren gut versickern. Jedoch befindet sich auch viele kleine Partikel im Strassenkies. Diese feinen Partikel dienen dazu, dass der Strassenkies mit Fahrzeugen befahren werden kann (man kann sie gut verdichten und so den Kies befestigen).

Diese kleinen Partikel verbinden sich bei Regen zu einer undurchlässigen Schicht. Diese Schicht verhindert das Versickern des Wassers. Der Strassenkies scheint also das Wasser in den Grobporen gut zu versickern, jedoch hält die Feinpartikelschicht das Wasser zurück.

Lehmiger Aushub

Lehm befindet sich in unseren natürlichen Böden, oft bei Gewässern.

Versickerung: sehr langsam bis keine Versickerung

Lehm lässt Wasser kaum versickern, das Wasser bleibt oben in der Substratorgel stehen. Das liegt daran, dass Lehm aus sehr kleinen Partikeln besteht, die dicht zusammenliegen (Tonpartikel). Das Wasser kann da kaum hindurchfliessen und wird zusätzlich an den feinen Lehmteilchen festgehalten. Deshalb kann man aus Lehm auch Tongefässe wie getöpferte Wasserkrüge herstellen in denen das Wasser gehalten wird. Ausserdem kann man Lehm verwenden um einen künstlich angelegten Teich am Boden abzudichten.

Baumsubstrat

Versickerung: gut

Baumsubstrat ist eine spezielle Mischung, die eigens für die Strassenbäume hergestellt wird. Sie enthält viele verschiedene Komponenten, wie z.B. Schotter, Humus und Pflanzenkohle, die alle unterschiedliche Funktionen erfüllen und helfen sollen einem Strassenbaum gute Standortbedingungen zu geben.

Das Baumsubstrat ist gut sickertfähig, da es recht grobporig ist. Damit nicht das ganze Wasser so schnell weg versickert enthält es auch Pflanzenkohle. Die hat sehr feine Poren die das Wasser aufsaugen und speichern können. So hat der Baum mehr Zeit es über die Wurzeln aufzunehmen.

Im Wald oder auf der freien Wiese haben Bäume viel Platz um ihre Wurzeln auszubreiten. Das Wurzelvolumen und das Volumen der Baumkrone stimmen normalerweise in etwa überein, d.h. dass die Bäume ihre Wurzeln ziemlich weit ausstrecken. Steht ein Baum in der Stadt neben einer Strasse, hat er jedoch meist viel weniger Platz als in der Natur. Im Stadtboden verlaufen zahlreiche Leitungen und Rohre, oder es hat Tiefgaragen und Keller. Ausserdem ist der Boden sehr stark verdichtet, damit er beispielsweise schwere Fahrzeuge tragen kann. Das macht es dem Baum sehr schwer seine Wurzeln auszubreiten. Die «Erde» aus der der Baum sich ernährt muss etwas mehr leisten können, als der Boden in der Stadt das könnte. Dafür gibt es das Baumsubstrat. So bleibt der Baum, trotz weniger Platz, gesund.

Humus

Versickerung: mittel

Humus ist unser natürlicher Boden. Wir finden ihn z.B. im Wald (Waldboden), oder als oberste Bodenschicht einer Wiese (Oberboden). Er besteht aus einer Mischung aus organischer Materie (abgestorbene Pflanzenteile) und mineralischer Materie (Gesteinspartikel), und ist in der Regel stark durchwurzelt.

Humus lässt das Wasser langsam, aber kontinuierlich versickern. Eine wichtige Eigenschaft von Humus ist aber auch der Wasserrückhalt. Humus kann das Wasser speichern und den Pflanzen zur Verfügung stellen. Wenn in sehr kurzer Zeit sehr viel Wasser auf Humus fällt, saugt er sich jedoch so stark voll, dass er vorübergehend nicht mehr so gut sickertfähig ist. Ausserdem sollte Humus nicht zu grossem Druck ausgesetzt werden. Die feinen Hohlräume im Boden würden dabei kollabieren, wodurch die Sickerfähigkeit abnimmt.

2.2 Sickermessungen

Im Innovationslabor werden verschiedene wasserdurchlässige Bodenbeläge getestet. Sie bestehen aus unterschiedlich grossen Steinen: Bei manchen ist der Kies gröber, bei anderen feiner. Einige enthalten mehr feines Material als andere. Ziel ist es herauszufinden, welcher Belag das Wasser am schnellsten in den Boden versickern lässt. Dafür sind drei Metallringe dauerhaft im Boden verbaut, mit denen die Versickerungsleistung gemessen werden kann

2.2.1 Experiment

Für das Experiment brauchen wir zunächst Wasser. Dafür wird der Messbecher mit 2.3 L gefüllt, dies simuliert den Niederschlag, welcher innert 1 Sekunden während eines 10-Jährlichen Regenereignisses niederfällt. Sobald das Wasser in die jeweiligen Metallringe eingefüllt wird, wird die Zeit mittels Handys gestoppt. Die Zeit wird dann pro Ring notiert. So finden wir heraus, welcher der 3 Bodenbeläge das Wasser am schnellsten versickern lässt.



Ring 1, Kiesrasen mit Humus	Langsam
Ring 2, Schotterrasen mit grossen Poren	Sehr schnell
Ring 3, Grünfläche	Mittel

2.2.2 Welcher Boden ist jetzt der «Beste»?

Wasser bleibt in kleinen Poren besser hängen als in grossen. Das ist so, weil das Wasser in grossen Poren weniger Haltekraft (weniger Kontakt) zu den Bodenpartikeln hat. Deshalb rauscht das Wasser in Böden mit grossen Poren förmlich einfach durch, während es bei kleinporigen Böden länger braucht bis es durch ist. Für uns sind die Böden interessant, die Wasser zwar versickern lassen, es aber auch für eine gewisse Zeit zurückhalten können. Denn: Dies macht das Wasser für Pflanzen verfügbar, welche das Wasser aufnehmen und dann verdunsten können. Zusätzlich kann das Wasser bei Hitze direkt aus dem Boden verdunsten. So kühlen die Pflanzen und der Boden durch die Verdunstung ihre Umgebung.

Wenn wir also die Hitze in der Stadt reduzieren wollen (mittels Schwammstadt), eignet sich der Boden in der Grünfläche (Nr. 3) am besten dafür. Er versickert das Wasser, lässt es aber nicht komplett durchrauschen. Es kann auch sein, dass wir an einem Standort einen Boden benötigen, der Wasser sehr schnell abführt. In diesem Fall wäre der «beste» Boden ein Schotterrasen mit grösseren Poren. Es hängt also immer davon ab, welches Ziel erreicht werden soll, um den am besten geeigneten Boden auszuwählen.

3 Wissensstation

3.1 Wasser speichern

Wasser kann aber auch auf andere Weise gespeichert werden, als im Boden:

3.1.1 Pocketschwammstadt (PSC)



Im Innovationslabor haben wir die sogenannte Pocketschwammstadt (PSC) gleich beim Eingang. Sie soll aufzeigen, wie Regenwasser genutzt werden kann. Die PSC verfügt über Wassertanks im unteren Teil, in denen das Wasser, welches durch die Bodenschicht versickert, gespeichert werden kann. Über eine Pumpe wird dieses Wasser dann durch das Vertikalflies den Pflanzen wieder zurückgegeben. Damit auch im Sommer genügend Wasser für die PSC zur Verfügung steht, wird zusätzliches Regenwasser vom Dach des Pavillons in der Säule neben der PSC gespeichert. Von diesem Speicher kann die PSC auch in längeren Trockenperioden mit Wasser versorgt werden.

3.1.2 Wassertank Brühlgutpark

Solche Wasserspeicher gibt es auch in grösseren Dimensionen. Im Brühlgutpark beispielsweise wurde einen Wassertank unter der Erde vergraben. Der Grund dafür ist folgender: Etwas oberhalb des Brühlgutparks befindet sich eine Wasserquelle, die eine grosse Menge sauberes Quellwasser führt. Bis vor der Einleitung in den Tank wurde dieses Wasser einfach in die Kanalisation abgeleitet. Das kann man besser nutzen! Daher hat man sich entschieden, das Quellwasser zu sammeln und in einem grossen Wassertank unter der Erde zu speichern. Auf diese Weise wird das Quellwasser nicht verschwendet und kann zur Bewässerung des Parks verwendet werden.



Man kann jedoch nicht nur Quellwasser speichern, sondern auch Regenwasser, das z.B. auf Dächern anfällt. Dabei muss man beachten aus welchem Material das Dach besteht. Dächer mit grossen Kupferflächen verunreinigen das Wasser indem Schwermetallpartikel darin ausgewaschen werden.

4 Experimentierstation Hitze/Regen

4.1 Die Wetterstation

Im Innovationslabor haben wir eine Wetterstation, welche verschiedenen Wetterereignisse misst. Z.B. Die Lufttemperatur, Die Windrichtung & -geschwindigkeit, die Regenintensität etc. Die Daten sind online abrufbar unter: [Weather Conditions - ZHAW](#)

4.1.1 Weshalb haben wir eine Wetterstation?

Damit wir die Tests, welche wir im Innovationslabor durchführen, interpretieren können müssen wir auch wissen wie sich das Wetter verhalten hat. Nur so können wir die Messergebnisse der verschiedenen Testflächen einordnen und verstehen. Beispielsweise messen wir wie feucht der Boden ist. Die Daten zur Bodenfeuchtigkeit sind nur dann aussagekräftig, wenn wir auch die Daten haben wann es wie viel geregnet hat.

4.2 Hitze in der Stadt

In der Stadt haben wir viele verschiedene Oberflächen mit verschiedenen Eigenschaften. Uns interessiert besonders wie heiss die jeweiligen Oberflächen an Hitzetagen werden können. Denn: Wenn sich Oberflächen stark erhitzen, erhitzt sich auch die Umgebungsluft. Für uns Menschen kann das (je nach Oberfläche & Temperatur) dann ziemlich unangenehm werden.

4.2.1 Oberflächentemperatur messen

Mit dem Oberflächentemperaturmessgerät können wir messen, wie stark sich verschiedene Oberflächen erhitzen:

Asphalt
(Trottoir vor dem
Innovationslabor, Achtung
Verkehr!)

Typischerweise erhitzt sich Asphalt in der Sonne extrem. Das Besondere an Asphalt ist, dass er sich nicht nur erhitzt, sondern die Wärme auch über eine lange Zeit speichert. In der Nacht gibt er diese Wärme wieder ab. Das kann problematisch sein, weil wir in der Nacht auf kühlere Temperaturen angewiesen sind, damit der Körperkreislauf zur Ruhe kommen kann. Wenn die Luft in der Nacht nicht abkühlen kann, weil sie noch durch den Asphalt erwärmt wird, kann sich unser Körper nicht richtig erholen.

Schotter

Auch Schotter kann sich erhitzen, speichert jedoch die Wärme weniger. Das hat damit zu tun, dass Strassenschotter hell ist und mehr Wärmestrahlung wieder zurückreflektiert, anstatt sie aufzunehmen (Albedo Effekt). Ausserdem kann der Schotter Wasser aufnehmen, das er bei Hitze verdunsten lässt. Dabei wird die Luft gekühlt. Wenn nichts mehr verdunsten kann wird er trocken und staubig.

Grünfläche

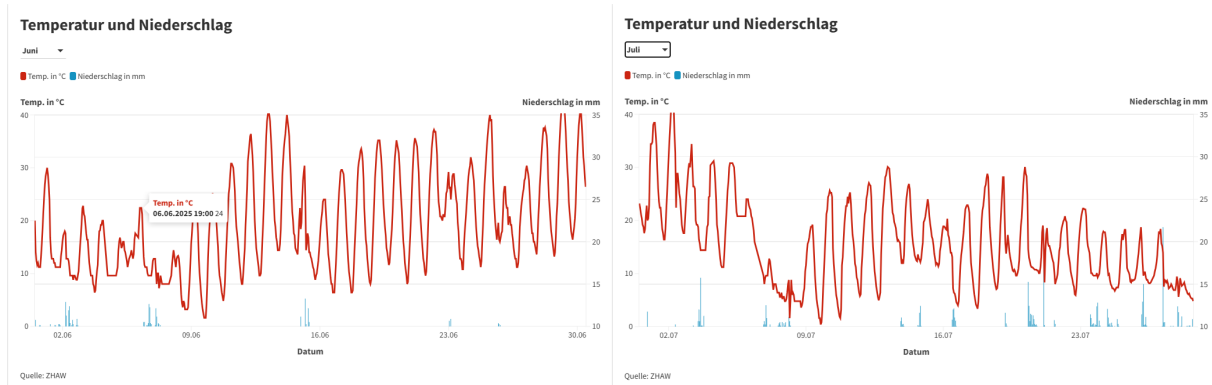
Die Grünfläche erhitzt sich kaum. Grünflächen sind im städtischen Kontext enorm wichtig, um die Lufttemperatur zu regulieren. Sie kühlen die Umgebung nicht nur durch das Verdunsten von Wasser, sondern besonders auch durch die Schattenbildung (z.B. Bäume).

Die Schüler:innen sollen selbst ein paar Oberflächen messen und die jeweiligen Temperaturen vergleichen.

5 Wissensstation Messungen im Innovationslabor

5.1 Temperatur und Niederschlag

Im Innovationslabor messen wir die Umgebungstemperatur und den Niederschlag. Hier sind zwei Grafiken vom Juni und Juli 2025. In der ersten Juni-Woche liegt die Temperatur bei etwa 20 bis 25 °C, also nicht sehr heiss. In den ersten Wochen gibt es auch noch vereinzelte Niederschläge. Mitte Juni wird es wärmer, und die Hitze bleibt bis zur ersten Juli-Woche bestehen, danach nimmt sie wieder etwas ab. Im Juli gibt es zudem etwas mehr Niederschlag.



5.2 Verdunstung

Im Innovationslabor messen wir den Saftfluss von 2 der gepflanzten Bäume. So können wir herausfinden, wie sich die Bäume im städtischen Raum verhalten. Besonders interessant sind für uns die heissen und trockenen Wochen im Sommer.

5.2.1 Wie funktionieren die Saftflussmessungen?

Die mittlere der drei Messnadeln gibt einen Heizimpuls in den Stamm ab. Die beiden Nadeln ober- und unterhalb erfassen den zeitlichen Verlauf der Temperaturkurve. Das bedeutet, die obere und untere Nadel messen jeweils wie schnell es geht, bis das Wasser im Stamm wärmer wird. Je schneller dies geschieht, desto mehr Wasser verdunstet der Baum. Das nennt man dann die Verdunstungsrate.



5.2.2 Saftflussmessungen Graphen

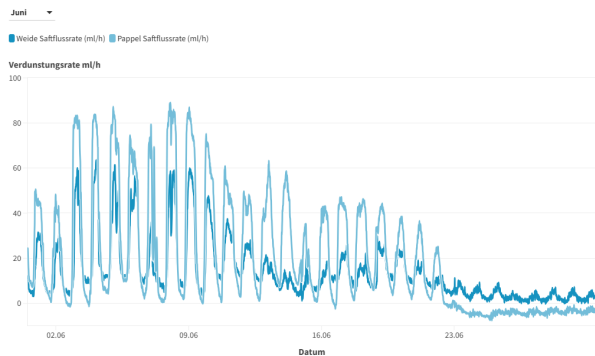
Schauen wir uns zunächst die Graphen zur Verdunstungsrate der Pappel und der Weide an. Die Verdunstungsrate beider Bäume nimmt Ende Juni beträchtlich ab, bleibt tief bis Mitte Juli und steigt dann leicht an. Jedoch nicht so hoch wie Anfang Juni. Woran könnte das liegen? Dazu brauchen wir nochmals die Graphen der Lufttemperatur & des Niederschlags (5.1). Was fällt auf?

Obwohl die Lufttemperatur im Juli etwas abnahm und der Niederschlag zunahm, konnten die Bäume nicht gleich viel Wasser verdunsten wie Anfangs Juni, obwohl wir Anfangs Juni weniger Niederschlag hatten.

Hier ist demnach etwas Spannendes passiert: Die heisse Trockenperiode Ende Juni hat dazu geführt, dass die Bäume in einen sog. Hitzestress kamen. Wenn es den Bäumen über längere Zeit zu heiss und zu trocken ist, werfen sie z.T. ihre Blätter ab. So stellen sie sicher, dass sie nicht vertrocknen. Das erklärt dann, weshalb die Bäume in Juli (mit mehr Niederschlag) weniger verdunsten konnten. Es ist also wichtig, dass unsere Stadtbäume bei solchen Hitzeperioden bewässert werden – zumindest solange

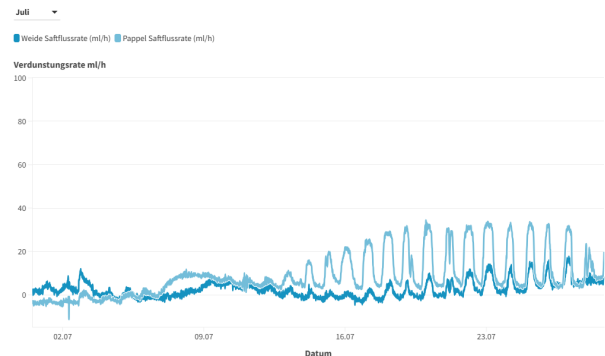
sie wie die beiden Bäume im Innovationslabor noch recht jung sind, und ihre Wurzeln noch nicht so tief gehen, dass sie auch bei Trockenheit an genügend Wasser rankommen.

Verdunstungsrate (ml/h) von Pappel und Weide



Quelle: ZHAW

Verdunstungsrate (ml/h) von Pappel und Weide



Quelle: ZHAW

5.3 Bodenfeuchtigkeit

Wir messen die Bodenfeuchtigkeit verschiedener Böden. Mit Sensoren werden die Temperatur und die Feuchtigkeit in 15 – 20 cm Tiefe gemessen. Die notwendige Elektrizität wird von einem Solarpanel geliefert. So können wir herausfinden, welche Testfläche das Wasser am längsten speichern kann. Das ist eine Wichtige Eigenschaft, wenn es im Sommer sehr heiss ist und wir möglichst viel Wasser verdunsten wollen.

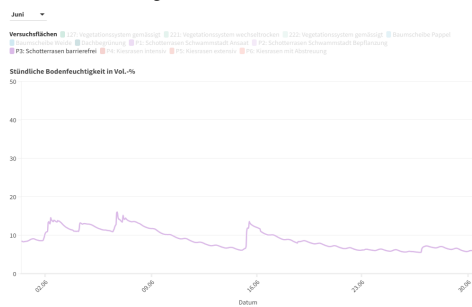
5.3.1 Bodenfeuchtigkeit Graphen

Ein Bsp. wie so eine Messung aussieht, sieht man hier an einem der Schotterrasen. Was fällt auf?

Der Schotterrasen hält die Feuchtigkeit scheinbar gut zurück. Die Begrünung rund um die Pappel scheint das Wasser etwas schneller zu verlieren. Grund dafür ist wohl die Bepflanzung, die das Wasser effizienter verdunstet. Etwas anderes fällt auch auf, bei der Pappel hat es einen Ausschlag, der beim Schotterrasen nicht vorkommt. Woran könnte das liegen?

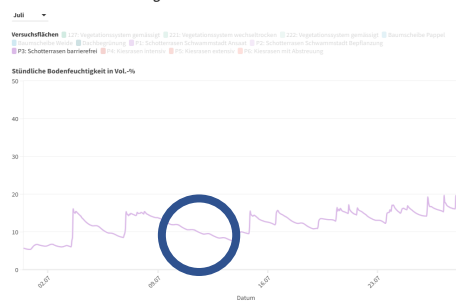
Die Pappel wurde bewässert! Dies zeigt uns nochmals auf, dass es sehr wichtig ist, dass wir mehrere Daten sammeln. Sonst könnte man einen solchen Ausschlag falsch interpretieren. Das ist also ein Grund, weshalb wir so viele verschiedene Messungen im Innovationslabor durchführen.

Stündliche Bodenfeuchtigkeit



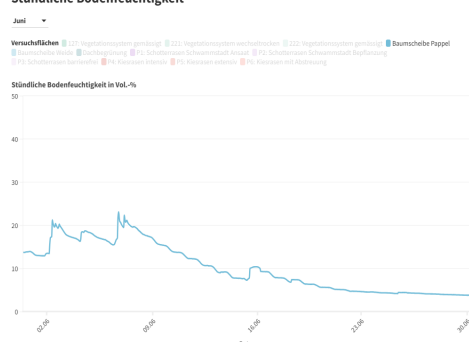
Quelle: ZHAW

Stündliche Bodenfeuchtigkeit



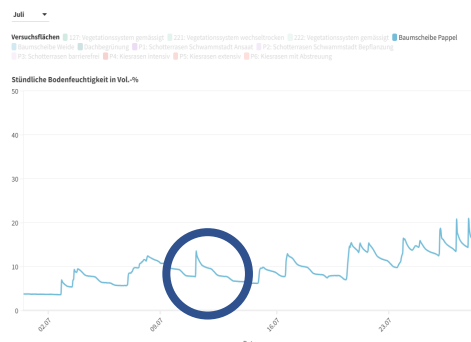
Quelle: ZHAW

Stündliche Bodenfeuchtigkeit



Quelle: ZHAW

Stündliche Bodenfeuchtigkeit



Quelle: ZHAW

6 Anhang Wassertank Brühlgutpark

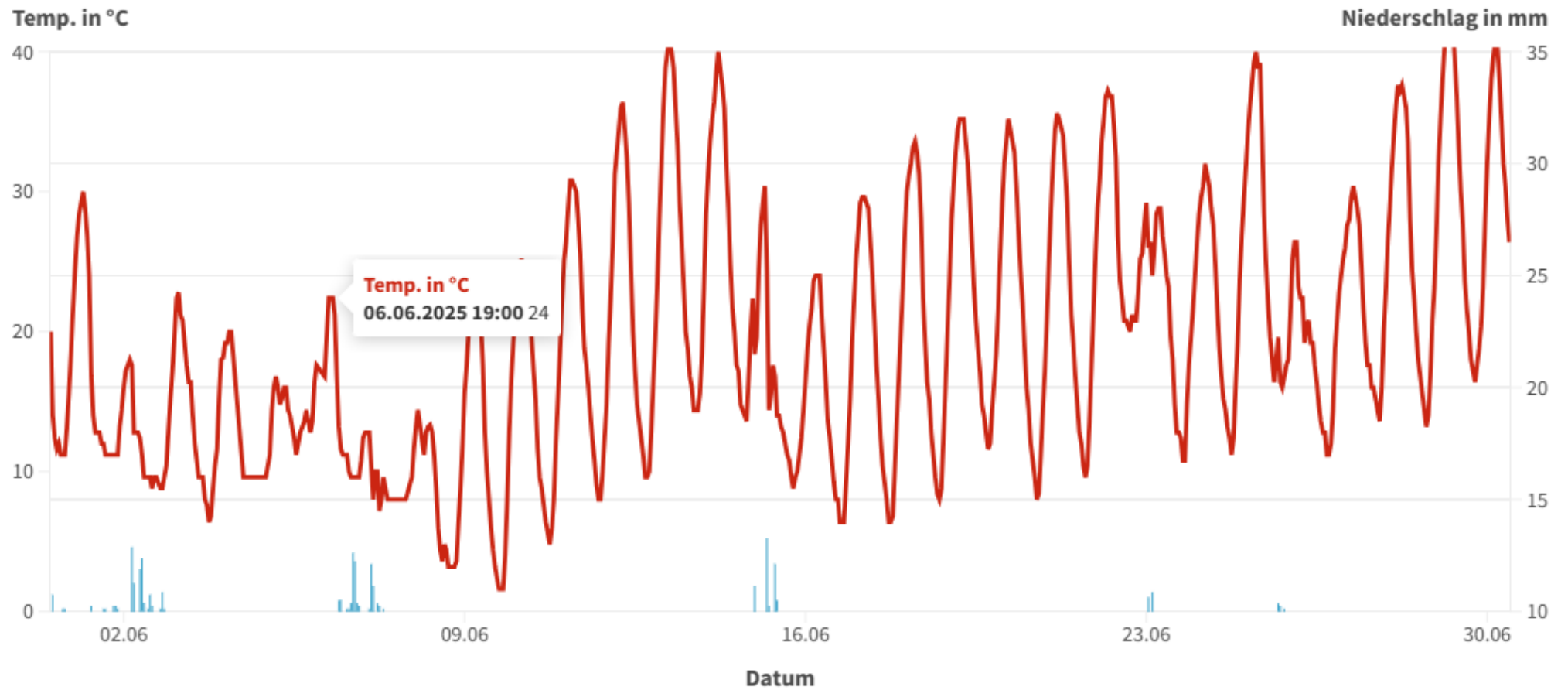
Wassertank Brühlgutpark



Temperatur und Niederschlag

Juni ▼

Temp. in °C Niederschlag in mm

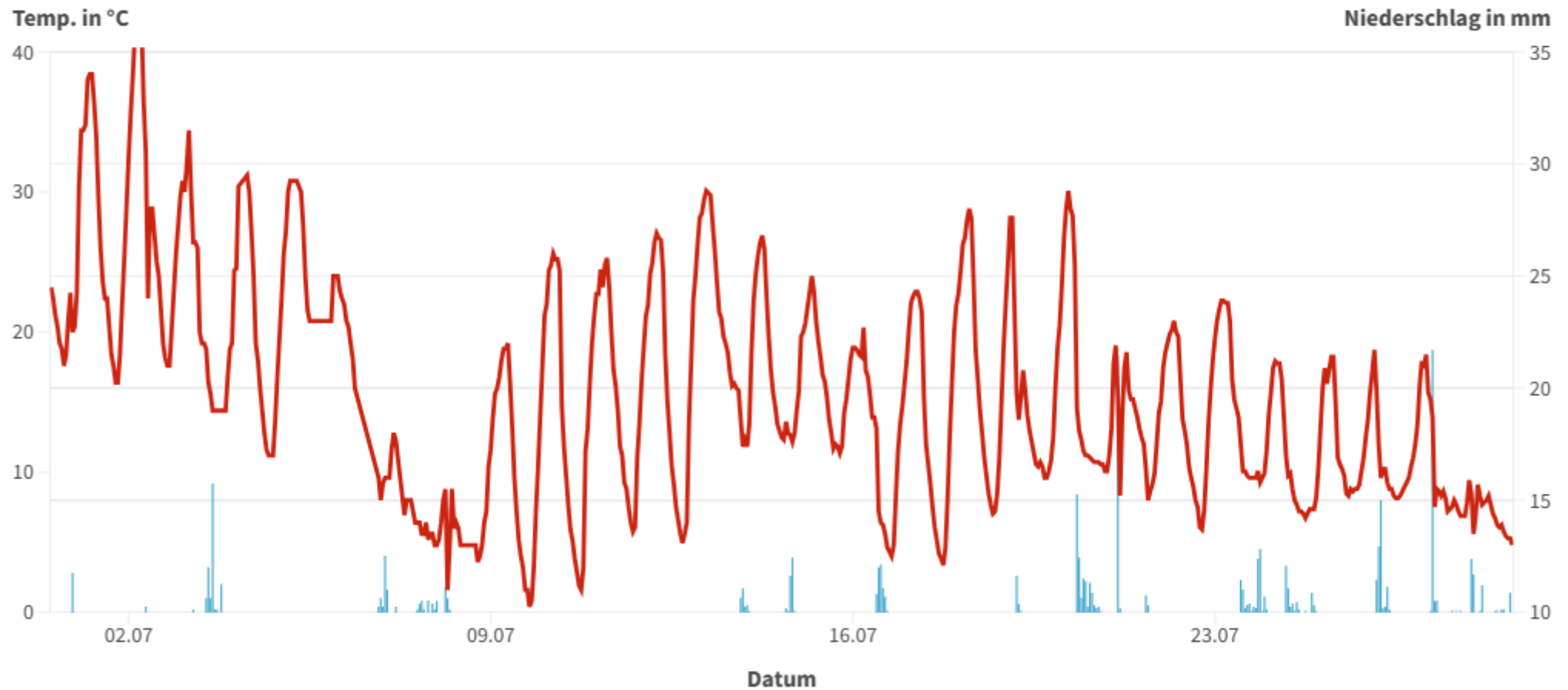


Quelle: ZHAW

Temperatur und Niederschlag

Juli

Temp. in °C Niederschlag in mm



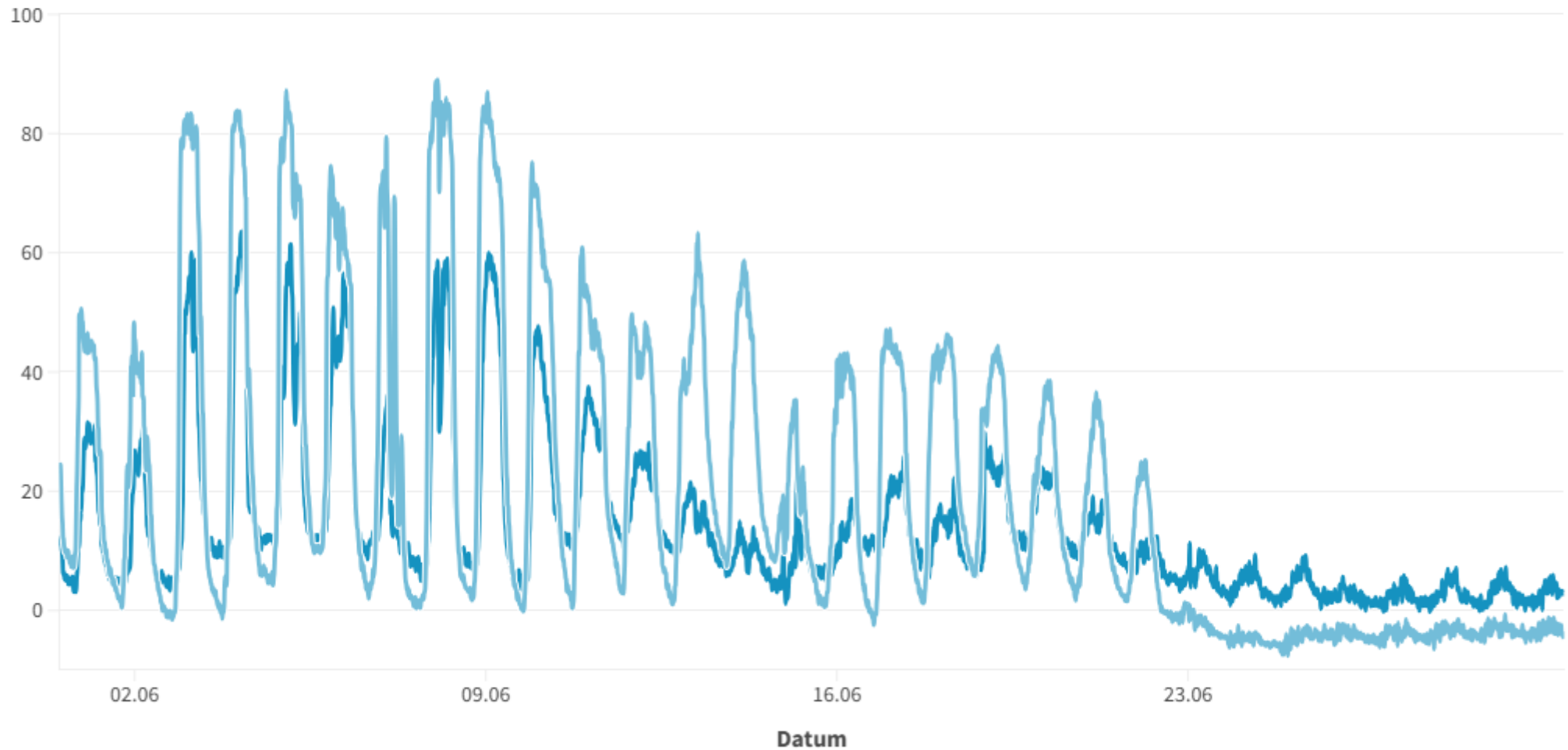
Quelle: ZHAW

Verdunstungsrate (ml/h) von Pappel und Weide

Juni ▼

■ Weide Saftflussrate (ml/h) ■ Pappel Saftflussrate (ml/h)

Verdunstungsrate ml/h



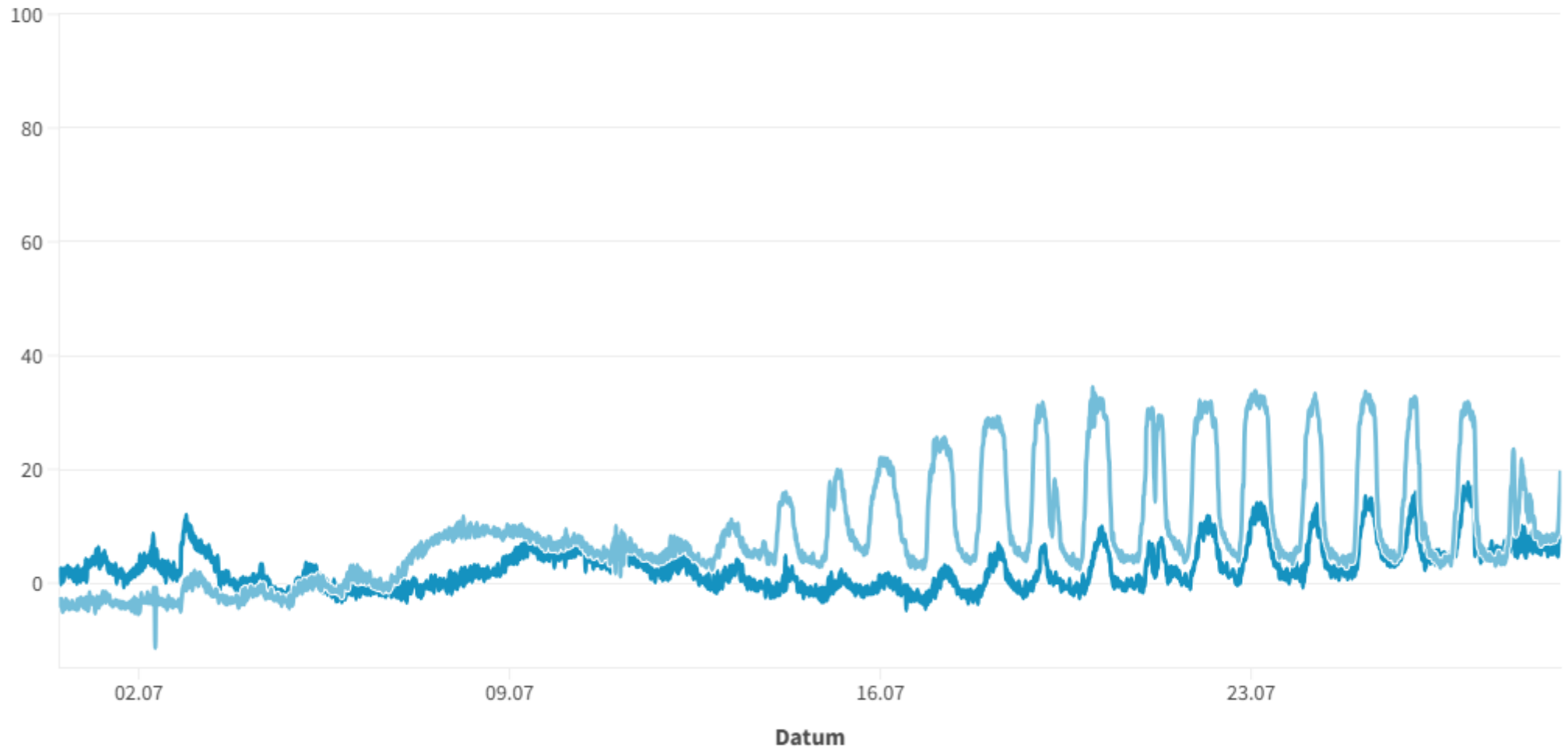
Quelle: ZHAW

Verdunstungsrate (ml/h) von Pappel und Weide

Juli ▼

■ Weide Saftflussrate (ml/h) ■ Pappel Saftflussrate (ml/h)

Verdunstungsrate ml/h



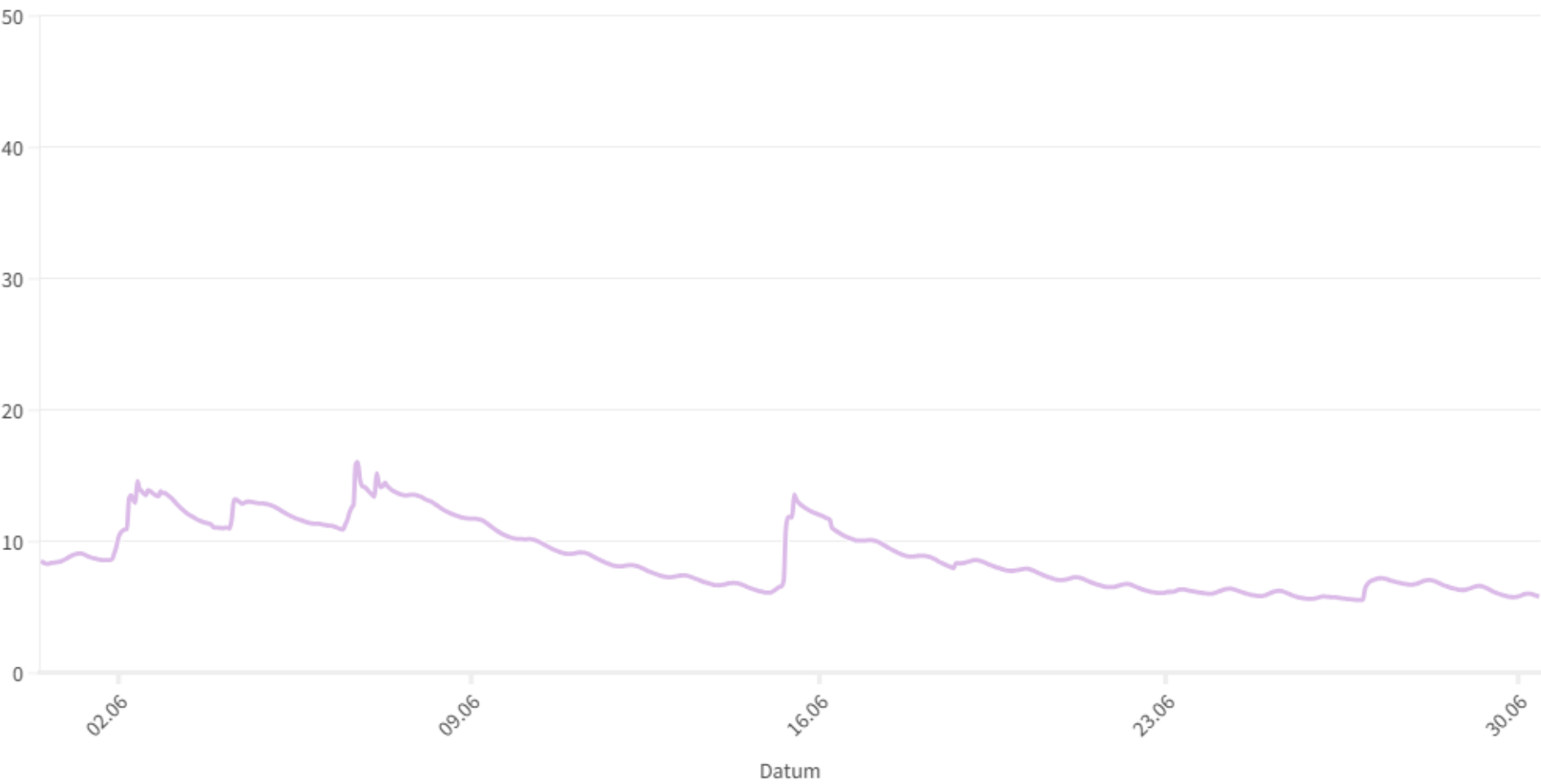
Quelle: ZHAW

Stündliche Bodenfeuchtigkeit

Juni ▼

Versuchsflächen 127: Vegetationssystem gemässigt 221: Vegetationssystem wechsell trocken 222: Vegetationssystem gemässigt Baumscheibe Pappel
Baumscheibe Weide Dachbegrünung P1: Schotterrassen Schwammstadt Ansaat P2: Schotterrassen Schwammstadt Bepflanzung
P3: Schotterrassen barrierefrei P4: Kiesrasen intensiv P5: Kiesrasen extensiv P6: Kiesrasen mit Abstreuerung

Stündliche Bodenfeuchtigkeit in Vol.-%

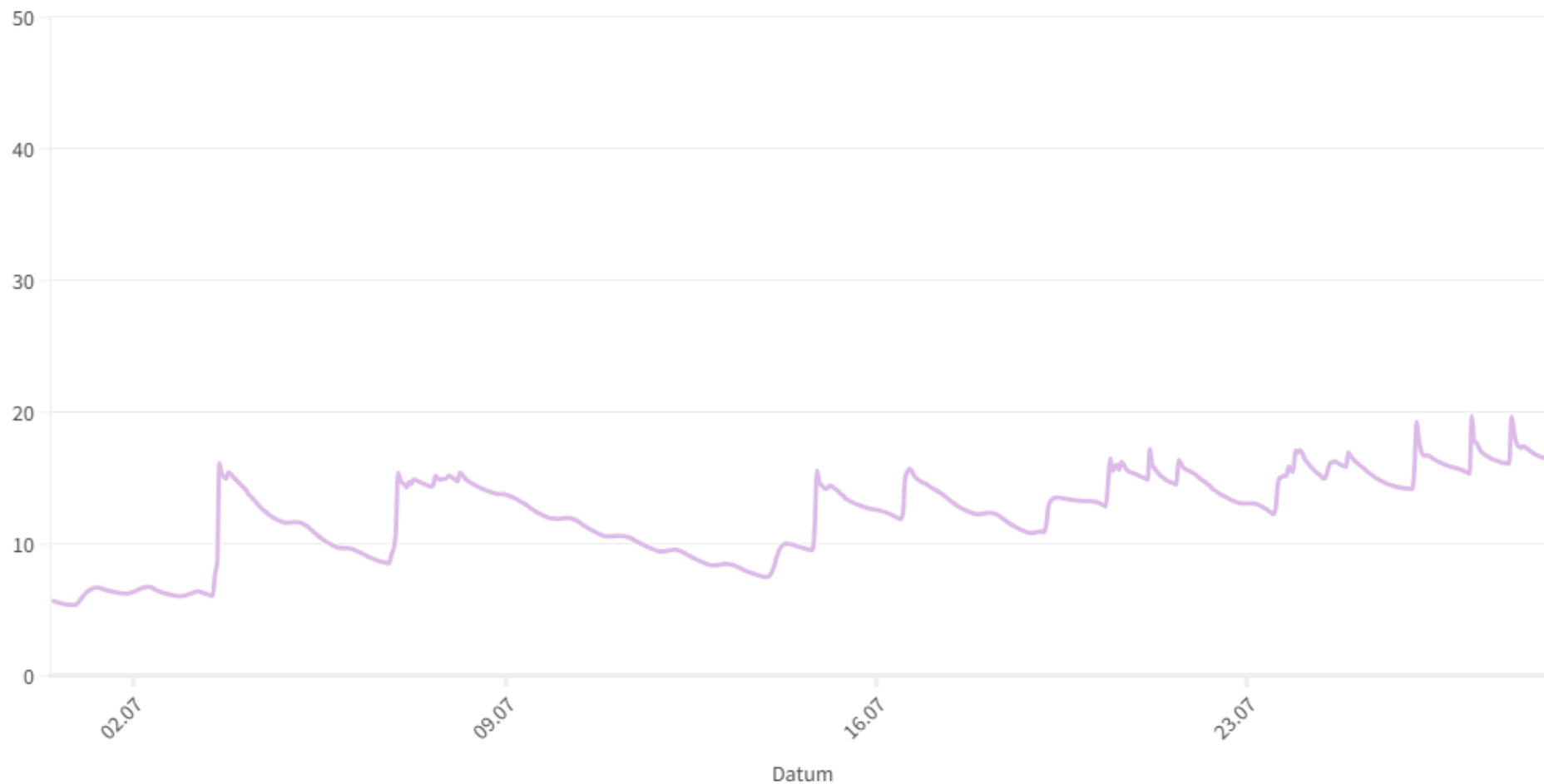


Stündliche Bodenfeuchtigkeit

Juli ▼

Versuchsflächen 127: Vegetationssystem gemässigt 221: Vegetationssystem wechsell trocken 222: Vegetationssystem gemässigt Baumscheibe Pappel
Baumscheibe Weide Dachbegrünung P1: Schotterrasen Schwammstadt Ansaat P2: Schotterrasen Schwammstadt Bepflanzung
P3: Schotterrasen barrierefrei P4: Kiesrasen intensiv P5: Kiesrasen extensiv P6: Kiesrasen mit Abstreuerung

Stündliche Bodenfeuchtigkeit in Vol.-%

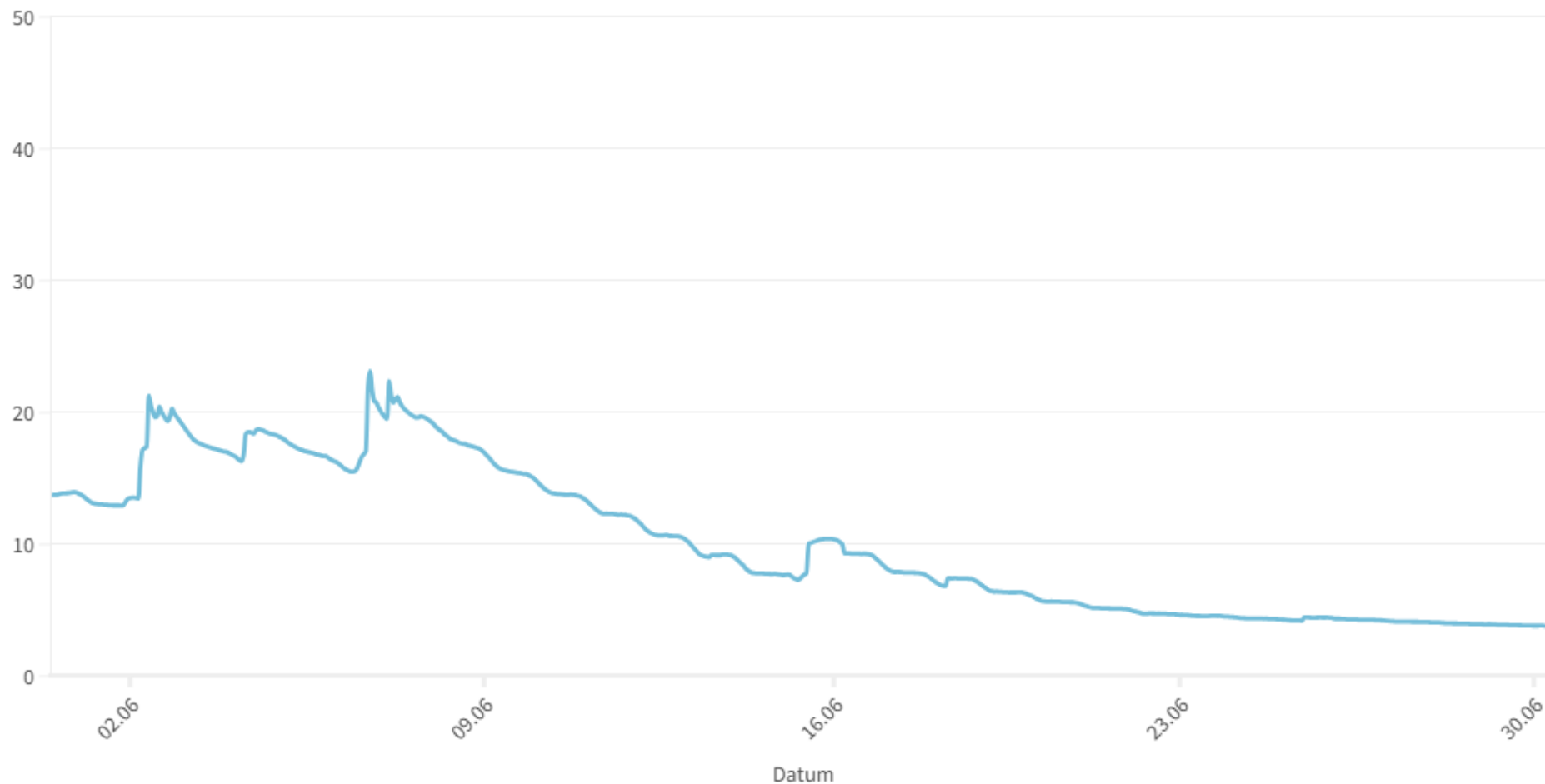


Stündliche Bodenfeuchtigkeit

Juni ▼

Versuchsflächen 127: Vegetationssystem gemässigt 221: Vegetationssystem wechsell trocken 222: Vegetationssystem gemässigt Baumscheibe Pappel
Baumscheibe Weide Dachbegrünung P1: Schotterrasen Schwammstadt Ansaat P2: Schotterrasen Schwammstadt Bepflanzung
P3: Schotterrasen barrierefrei P4: Kiesrasen intensiv P5: Kiesrasen extensiv P6: Kiesrasen mit Abstreuerung

Stündliche Bodenfeuchtigkeit in Vol.-%



Stündliche Bodenfeuchtigkeit

Juli ▼

Versuchsflächen 127: Vegetationssystem gemässigt 221: Vegetationssystem wechsell trocken 222: Vegetationssystem gemässigt Baumscheibe Pappel
Baumscheibe Weide Dachbegrünung P1: Schotterrasen Schwammstadt Ansaat P2: Schotterrasen Schwammstadt Bepflanzung
P3: Schotterrasen barrierefrei P4: Kiesrasen intensiv P5: Kiesrasen extensiv P6: Kiesrasen mit Abstreuerung

Stündliche Bodenfeuchtigkeit in Vol.-%

