

Einleitung

Naturnahe Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen werden in Städten vermehrt als ein Baustein zur Vermeidung oder zumindest zur Dämpfung von Überflutungen angesehen. Darüber hinaus muss sich die Stadtplanung mittlerweile auch dem immer wärmer werdenden Stadtklima widmen. Ein innovatives Beispiel für eine stadt-verträglichere Wasserwirtschaft ist ein Schwammstadtsystem mit integrierten Stadtbäumen, welches einerseits Wasser retentieren kann und andererseits das Mikroklima verbessert. Wir stellen eine hydrodynamische Studie in einem solchen System vor, die auf numerischer Modellierung basiert.

Untersuchungsgebiet

Das bestehende Schwammstadtsystem am Leonhardgürtel in Graz wurde mit dem numerischen Simulationsmodell nachgebildet.



Abb. 1: Leonhardgürtel (@Google Earth).

Methode

Das bestehende Schwammstadtsystem wurde mit dem instationären 3D-Simulationsmodell HYDRUS 3D nachgebildet. Das Modell wurde so genau wie möglich nach dem Bauplan des Systems konstruiert. Es besteht aus den folgenden Schichten: Baumsubstrat, Tragschicht, Tiefbeetsubstrat, Belüftungsschicht, Schwammstadtsubstrat und Sohle. Für die Parametrisierung der einzelnen Schichten wurden Laboruntersuchungen für das Tiefbeetsubstrat, Baumsubstrat und Schwammstadtsubstrat durchgeführt (Rath & Zeiser, 2022). Die anderen Schichten wurden mit Informationen angelehnt an Literaturangaben parametrisiert. Außerdem wurden ein Verteilrohr, ein Drainagerohr und ein Schacht in das Modell eingebaut.

Modellgeometrie

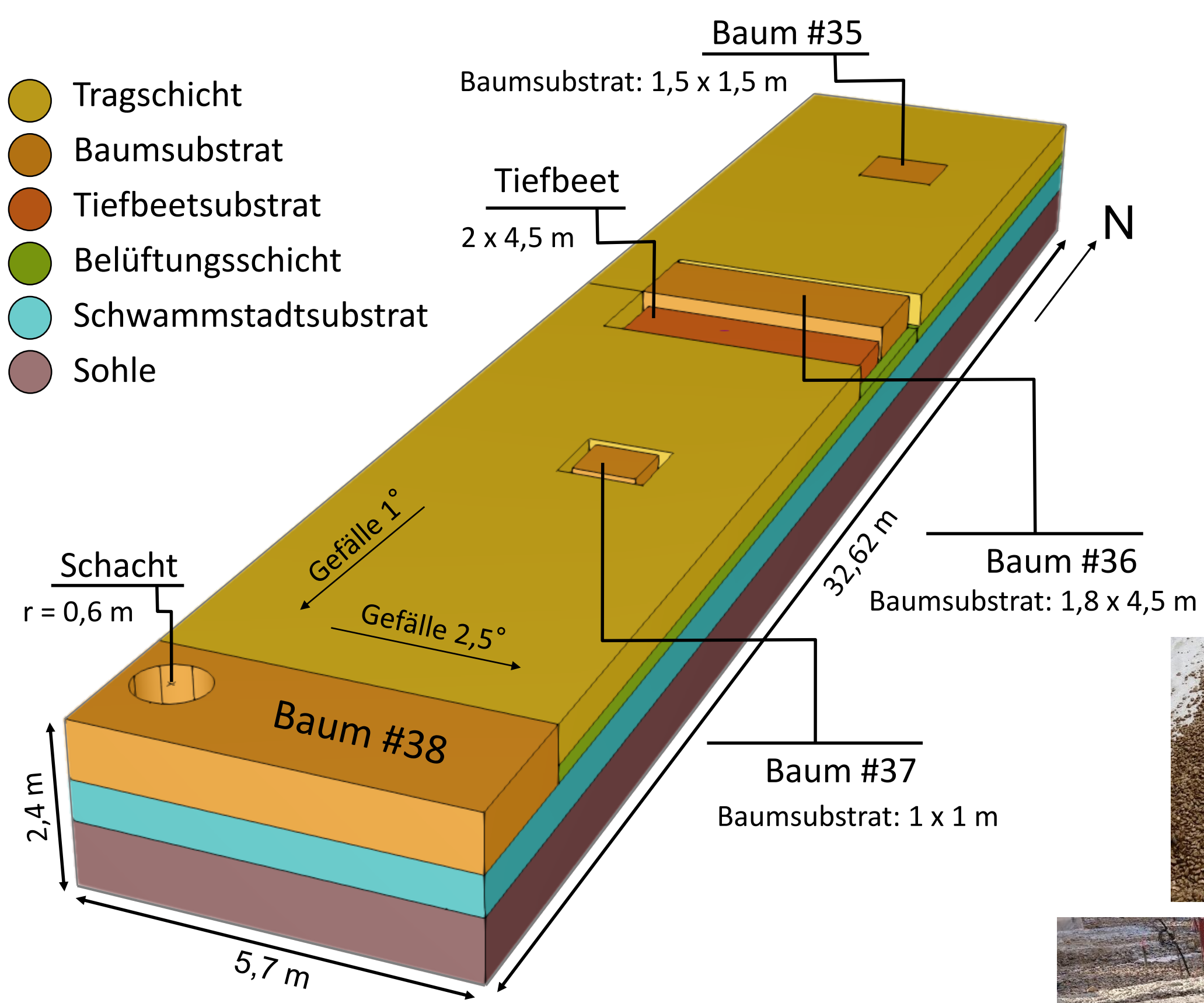


Abb. 2: Modellgeometrie.

Validierung

Das Modell wurde mit folgenden Messungen validiert:

- der Dynamik der Rohdaten der Wasseranteilssensoren in verschiedenen Tiefen und Abständen von drei Bäumen, und
- der Versickerungstrecke des eingeleiteten Wassers im Verteilrohr aus Flutungsversuchen.

Sowohl der volumetrische Wassergehalt als auch die Versickerungstrecke können nicht zu 100% mit den Ergebnissen verglichen werden, weil

- durch die sehr spezielle bodenphysikalische und strukturelle Zusammensetzung des Schwammstadt- und des Baumsubstrates kein valider volumetrischer Wassergehalt aus den Rohwerten der Wasseranteilssensoren abgeleitet werden kann, und
- sich im Verteilrohr eingespülte Blätter und Äste befanden, welche die Wasserausbreitung im Verteilrohr beeinflusst haben.

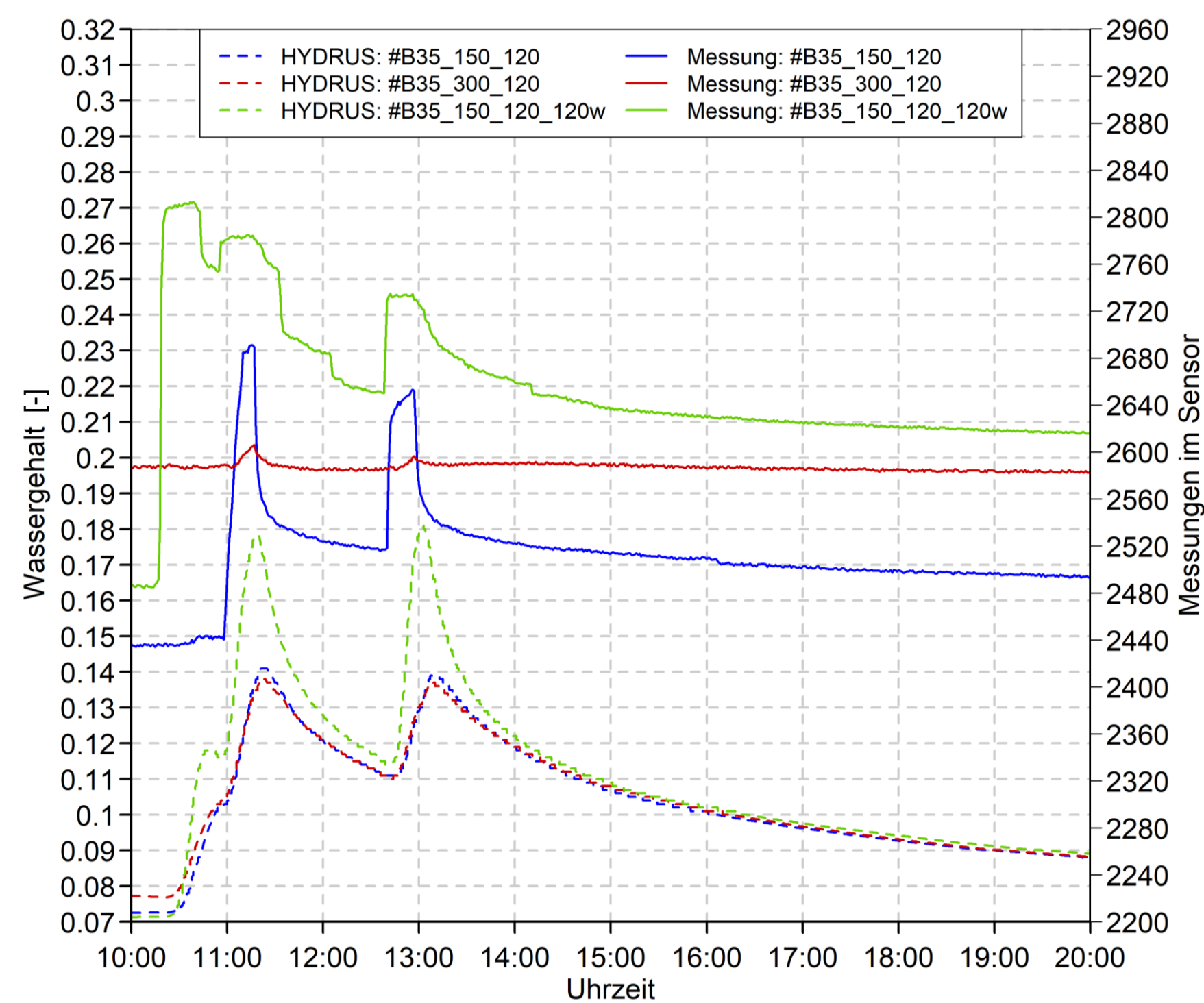


Abb. 4: Gemessene Rohwerte [-] der TEROS 11/12-Sensoren (rechte Y-Skala) und simulierte Wassergehalte [-] bei Baum #35 (linke Y-Skala). Darstellung nur für Sensoren, die während des Flutungsversuchs reagiert haben.

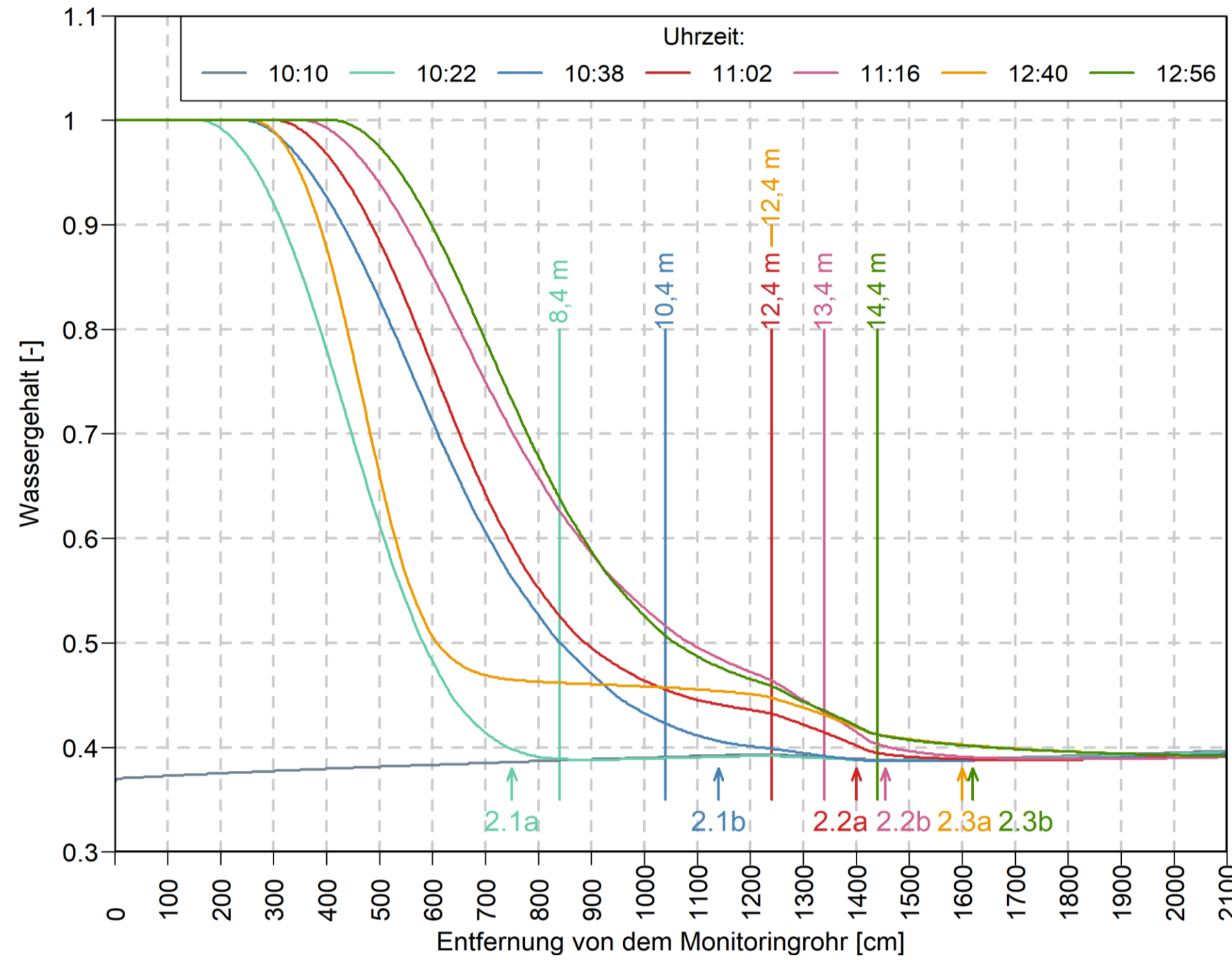


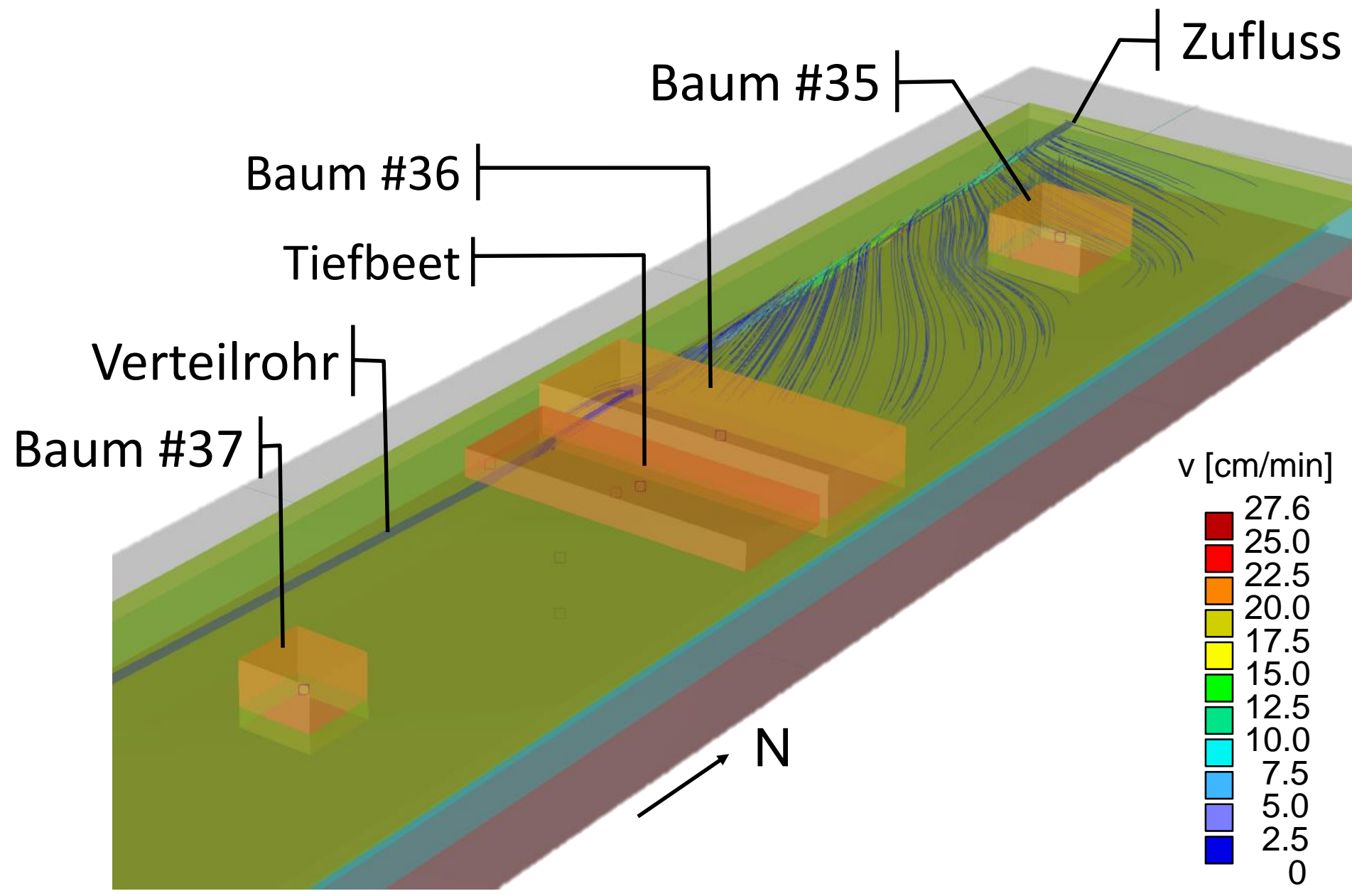
Abb. 5: Berechneter Wassergehalt am Boden des Verteilrohres vor Versuchsstart (10:10 Uhr) bzw. zu den Zeitpunkten mit Zuflusssteigerung in das Verteilrohr (2.1a: 10:22, 2.2a: 11:02, 2.3a: 12:40 Uhr) sowie zu Ende der einzelnen Teilversuche (2.1b: 10:38, 2.2b: 11:16, 2.3b: 12:56 Uhr). Die Pfeile markieren die berechnete Versickerungslänge. Die senkrechten Striche markieren die gemessenen Versickerungslängen aus den einzelnen Teilversuchen.

Ergebnisse

Abbildung 6 zeigt die Wasserausbreitung innerhalb der Belüftungs- und Verteilschicht. Es ist ersichtlich, dass es in der Belüftungs-/Verteilschicht zu einer guten horizontalen Wasserausbreitung über die gesamte Breite des Systems kommt. Ausgenommen sind davon lediglich die Baumscheiben, die aus einem eigenen Baumsubstrat mit unterschiedlicher physikalischer Zusammensetzung aufgebaut sind und die vom Wasser generell umströmt werden. Im Bereich des Wassereinleitungspunktes („Zufluss“) sowie auf den ersten Metern des Verteilrohres kommt es auch verstärkt zu einer vertikalen Versickerung in das darunterliegende Schwammstadtsubstrat. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Wassereinleitung aus dem Dachwasserschacht („Zufluss“) nicht über die ganze Länge des Schwammstadtsystems, sondern eher konzentriert auf den ersten Metern des Verteilrohres stattfindet. Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse, dass das eingeleitete Wasser bereits ca. 30 Minuten nach Ende der Wassereinleitung aus dem System ausgelaufen ist.

Abb. 6: Bahnlinien (blaue Linien) der Wasserausbreitung vom Verteilrohr in die umliegenden Schichten zum Zeitpunkt 10:42 Uhr. Als Startpunkte für die Bahnlinienberechnung wurde der Bereich innerhalb des Verteilrohres zwischen dem Wassereinleitungspunkt und dem Tiefbeet angenommen.

Abb. 3: Verbaute Substrate bzw. Schichten im Schwammstadtsystem am Leonhardgürtel.



Zusammenfassung

Dieses hydrodynamische Modell hilft Schwammstadtsysteme besser zu verstehen und ist somit ein Tool für angewandte Fragestellungen.