



Optimierung einer Flockungsstufe durch Strömungssimulation (CFD)

Modellierung des Absetzverhaltens und der viskosen Eigenschaften von Flockungsschlamm mit Hilfe der Transportgleichung



Abb. 1: Flockungssedimentationsanlage im Wasserwerk Langenau - Vormischer für Flockungsmiteleintrag

Aufgabenstellung

Der Zweckverband Landeswasserversorgung LW erteilte dem Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz der TU Darmstadt sowie der Kessler + Luch Entwicklungs- und Ingenieurgesellschaft den Auftrag mit Hilfe von numerischer Strömungssimulation die Flockungssedimentationsstufe (Abb. 1) zu optimieren.

In der Flockungssedimentationsstufe werden zwischen 400 und 800 l/s Donauwasser aufbereitet.

Um den Durchfluss zu erhöhen wurde eine Variante vorgeschlagen, in der das Flockungsmittel in einem statischen Mischer zudosiert wird und im Vormischer Kontaktschlamm und ggf. Kalkmilch dazu gegeben wird.

Die Sedimentation im sogenannten Accelator soll durch eine Lamellenabscheideanlage beschleunigt werden. Die Machbarkeit dieser Variante soll durch numerische Simulation überprüft werden. zu gelangen.

Vorgehen

Die numerische Simulation wurde mit dem Programmpaket FLUENT durchgeführt. Dabei werden die Grundgleichungen der Strömungsmechanik gelöst (Kontinuitäts- und Navier-Stokes-Gleichung) und die Turbulenz mit dem $k-\epsilon$ Modell approximiert.

Für die Modellierung des Schlamms wird die Transportgleichung gelöst, die einen zusätzlichen Term für die Sinkgeschwindigkeit erhält, die mit Hilfe von Absetzversuchen ermittelt wurde (Abb. 2).

In Abhängigkeit der Konzentration und Scherrate wurde die Viskosität des Schlamms durch das rheologische Modell von Worrall-Tuliani bestimmt, welches über Messungen mit einem Roto-Viskosimeters angepasst wurde (Fließkurven siehe Abb. 3).

Der Diffusionskoeffizient des Schlamms in der Transportgleichung wird durch das Turbulenzmodell errechnet.

Ergebnisse und Empfehlungen

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass im Vormischer keine Schlammablagerungen zu erwarten sind, wenn der Kontaktschlamm bereits im Vormischer zugegeben wird. Die Schlammkonzentration erhöht sich nur leicht in den Zwickeln zwischen den Strömungswalzen. Auch an der Sohle kommt es zu keiner nennenswerten Aufkonzentration (siehe Abb. 4, dunkelblau: 0,5 g/l, rot: 3,0 g/l).

Im Accelator zeigt sich, dass der Einbau von Lamellen die Sedimentation verbessert. Der Schlammpegel ist in der Simulation mit Lamellen 20 cm niedriger als im Ausgangszustand (siehe Abb. 5) und die Schlammkonzentration im Auslauf des Klarwassers ist mit 4 mg/l um 50% geringer als im Ausgangszustand.

Die Simulation des statischen Mixers lässt auch eine bessere Einmischung erwarten als der Vormischer, so dass diese Variante mit dem statischen Mischer und dem Lamellenabscheider aufgrund der Simulationsergebnisse empfohlen werden kann.

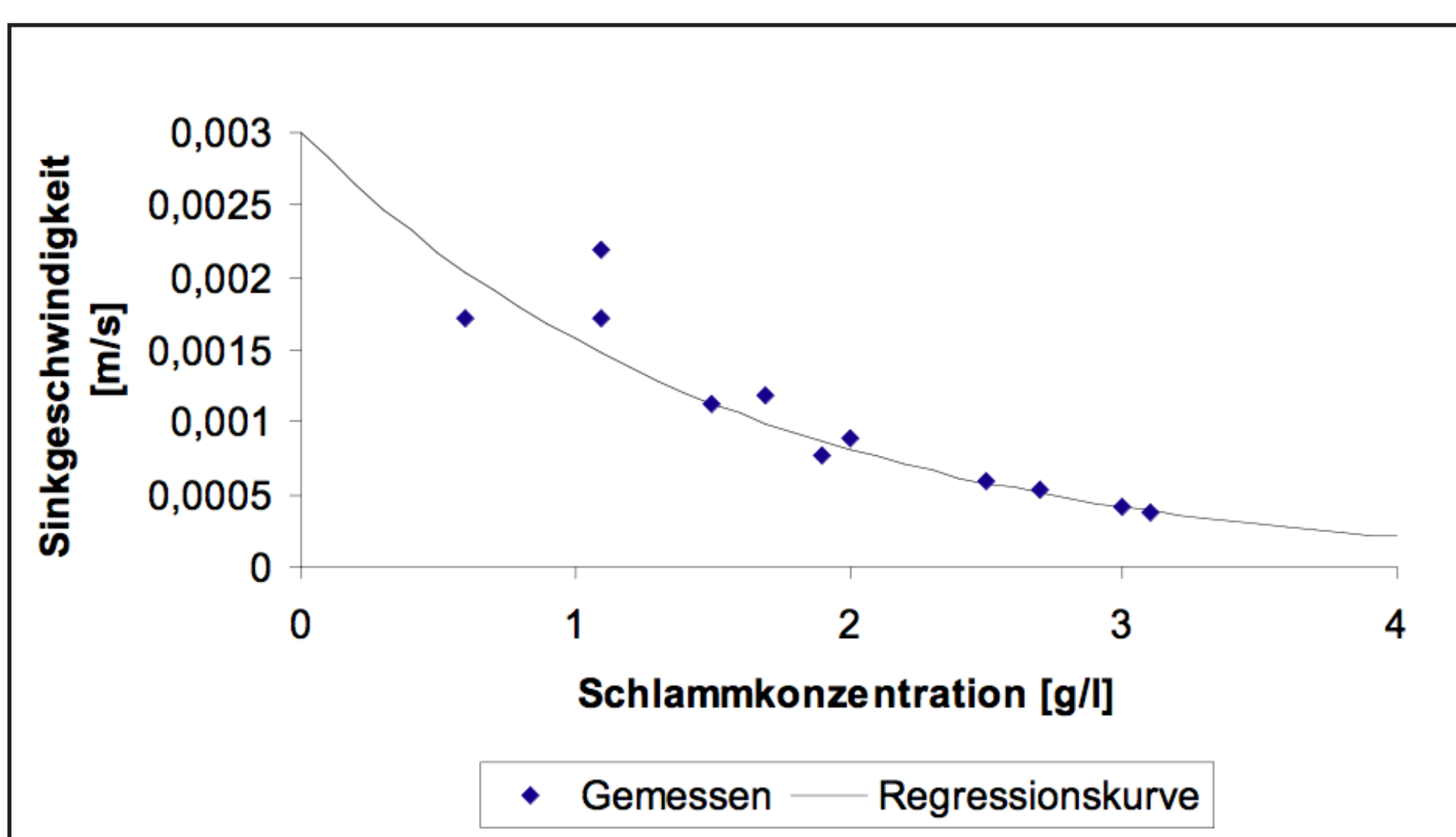


Abb. 2: Sinkgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Konzentration

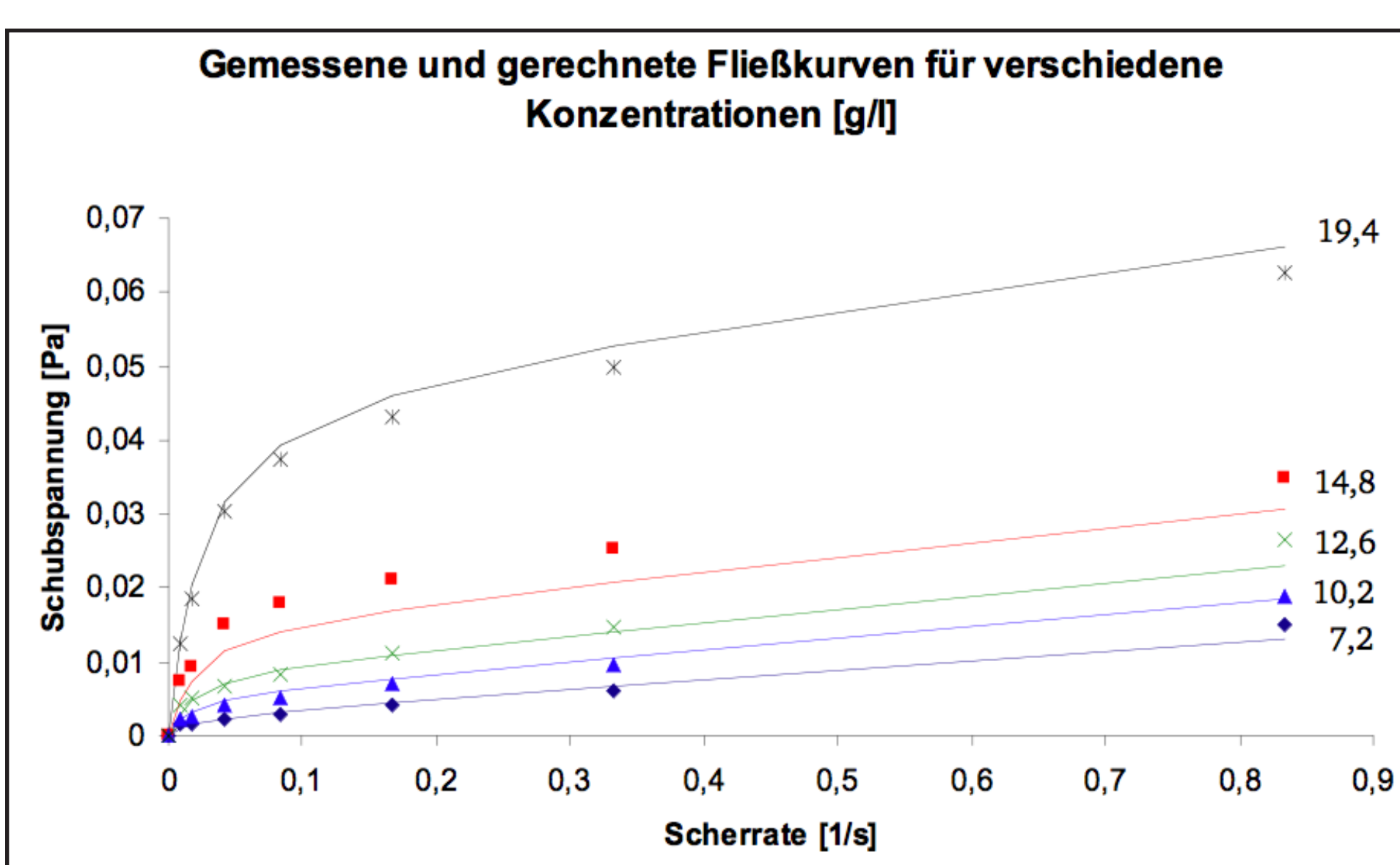


Abb. 3: Fließkurve von Flockungsschlamm

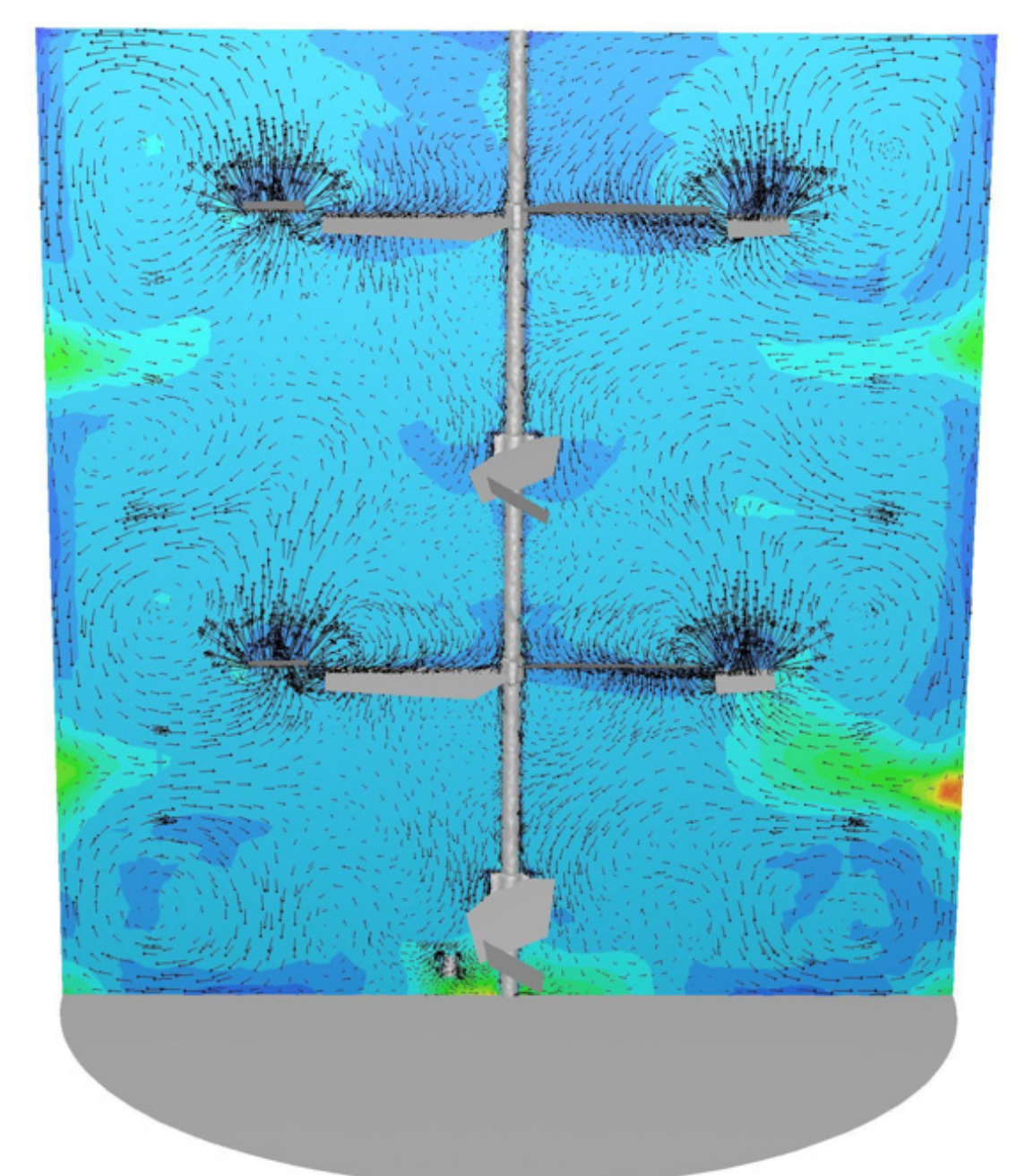


Abb. 4: Vormischer mit Geschwindigkeitsvektoren und Schlammkonzentration

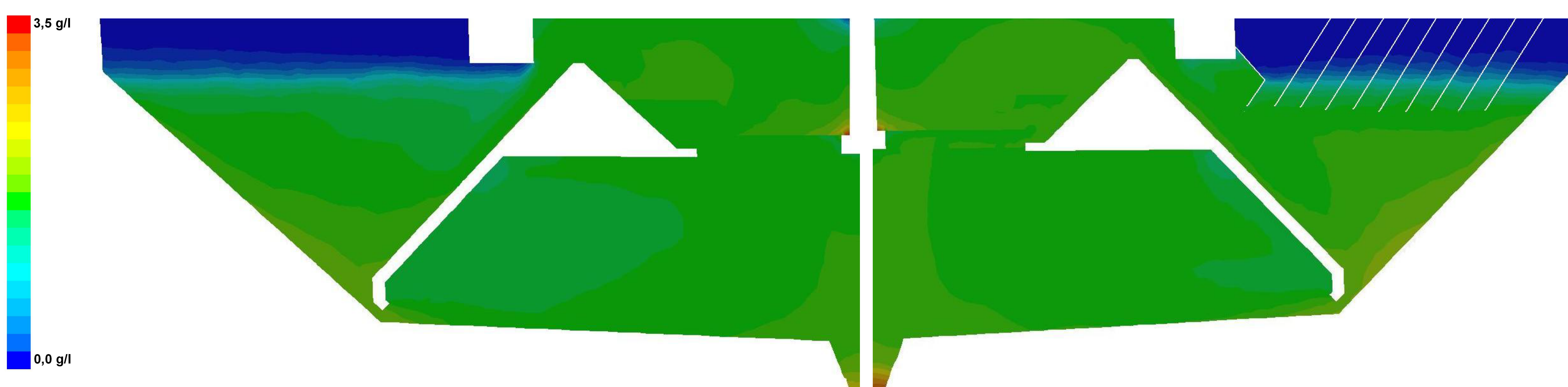


Abb. 5: Linke Bildhälfte: der Accelator im Ausgangszustand ohne Lamellen, rechte Bildhälfte: der Accelator mit Lamellen. Die Klarwasserzone (blau) ist durch die Lamellen (Länge 3,2 m, Abstand 0,59 m, Neigungswinkel 57°) tiefer und die Schlammkonzentration im Ablauf geringer.