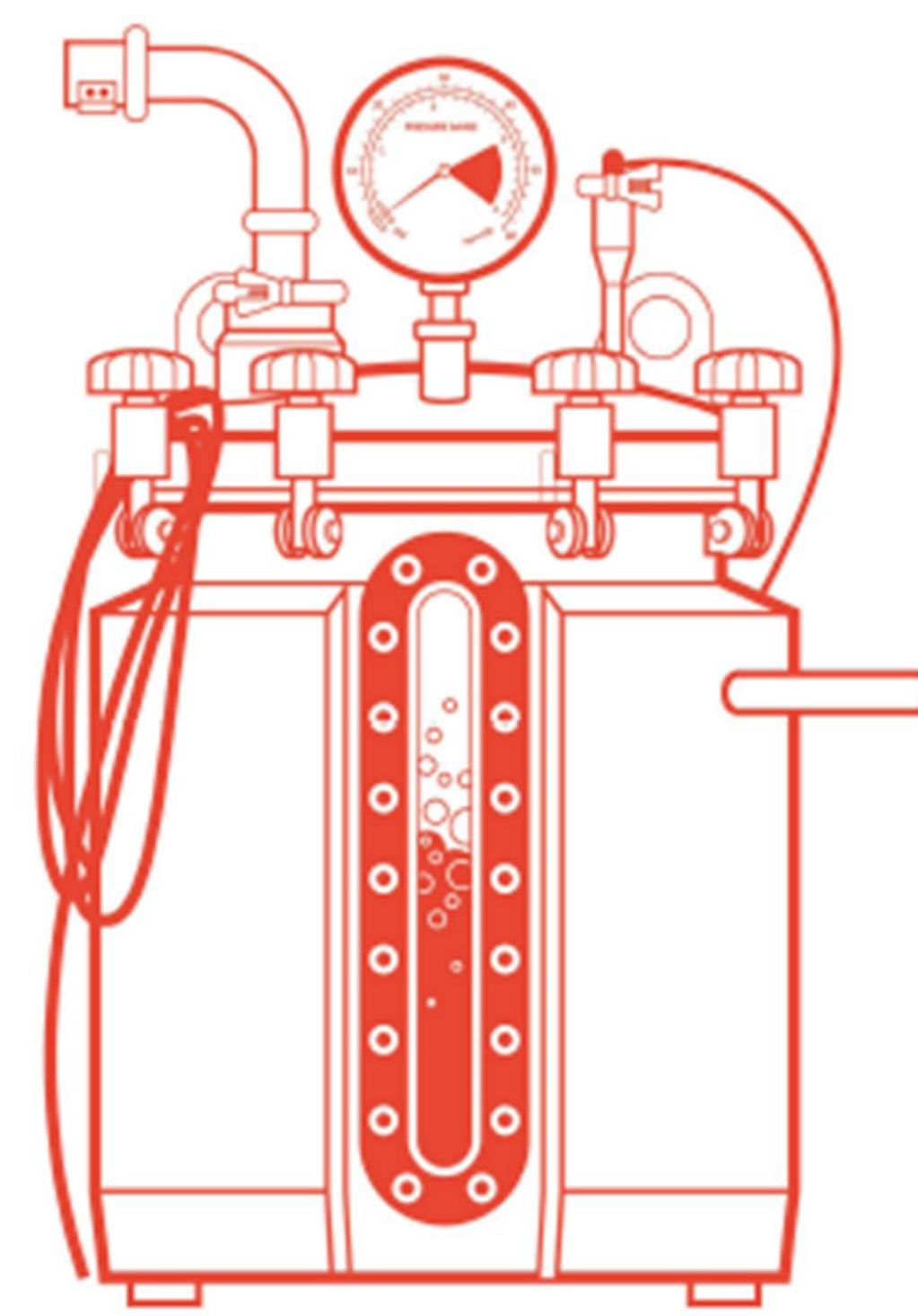


Simulationsbasierte Minimierung des Energieverbrauchs einer Trennwasserstrippkolonne

Christian Vogel

Bachelor-Thesis, Studienrichtung Chemie- und Bioprozesstechnik

Auftraggeber/Betreuer: Dr. Markus Schmid, Benjamin Tschan, Syngenta Crop Protection
Expert/in: Dipl. Ing. Ingolf Gummin, DSM-firmenich; Sebastian Fuchs, Syngenta Crop Protection
Verantwortliche/r: Prof. Dr. Andreas Zogg, FHNW



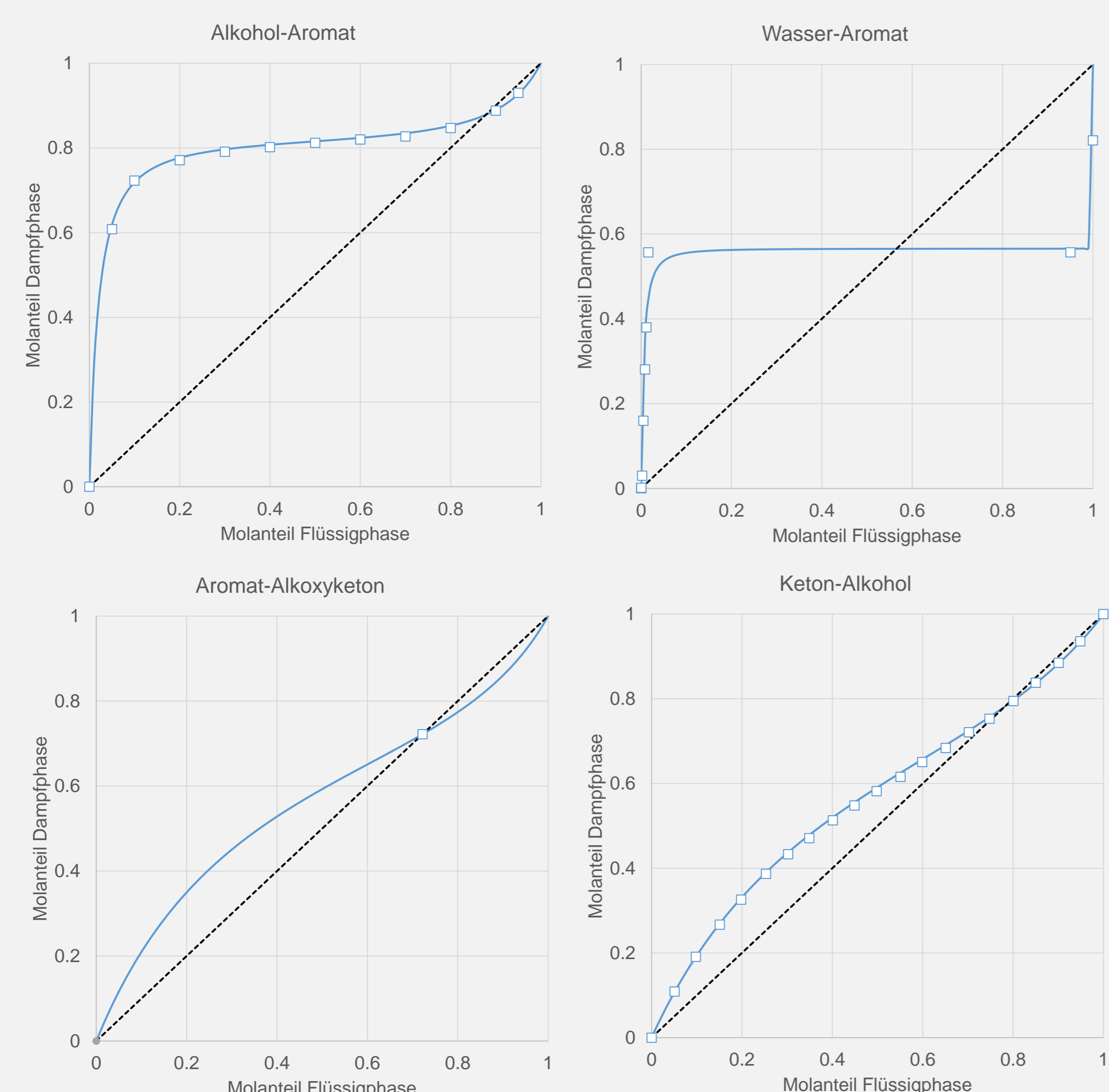
Zusammenfassung

Auf der Basis der Temperaturmessstelle T22 sollte eine verbesserte Regelung für die notwendige Heizdampfmenge implementiert werden mit dem Ziel Energieeinsparung zu realisieren. Zur Entwicklung des neuen Regelkreises wurde ein geeignetes Modell der Kolonne in Aspen Plus ausgewählt und spezifiziert (Gleichgewichtsstufenmodell RadFrac). Verlässliche K-Faktoren wurden durch Anpassung der Phasengleichgewichte erhalten. Die Implementierung der angedachten Regelung für die notwendige Heizdampfmenge auf der Basis der Temperatur unterhalb des Zulaufs war aufgrund von hohen Temperaturschwankungen nicht möglich. Die Ursachenabklärung ergab als wahrscheinlichen Grund der Temperaturschwankungen das regelmässige Entleeren von Abscheidern (Dekantern) im vorgelagerten Prozess. Dabei wurde ein zusätzliches Potential zur Energieeinsparung von 70 kg/h Heizdampf identifiziert und durch Betriebsversuche bestätigt. Dazu ist ein Umbau der Anlage im vorgelagerten Prozess notwendig. Die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit ergab eine Amortisationsdauer von ca. 2 Jahren.

Einleitung

Die Produktion in Kaisten betreibt zwei Trennwasserstrippkolonnen zur Aufbereitung von Prozesswasser, welches beim Herstellungsprozess anfällt. Das aufzutrennende Stoffgemisch besteht aus sechs Komponenten. Die Phasengleichgewichte wurden mit dem Aktivitätskoeffizientenmodell von Wilson beschrieben. Die Simulationen in Aspen Plus wurden mit Ergebnissen aus Betriebsversuchen verglichen. Für eine robuste Regelung des Heizdampfes über die Temperatur unterhalb des Zulaufs (T22) wird ein stabiles Messsignal vorausgesetzt. Die periodisch auftretenden Temperaturschläge von 1-2 °C waren für den Arbeitsbereich der Stellgröße T22 von 1 °C zu hoch.

Ergebnisse

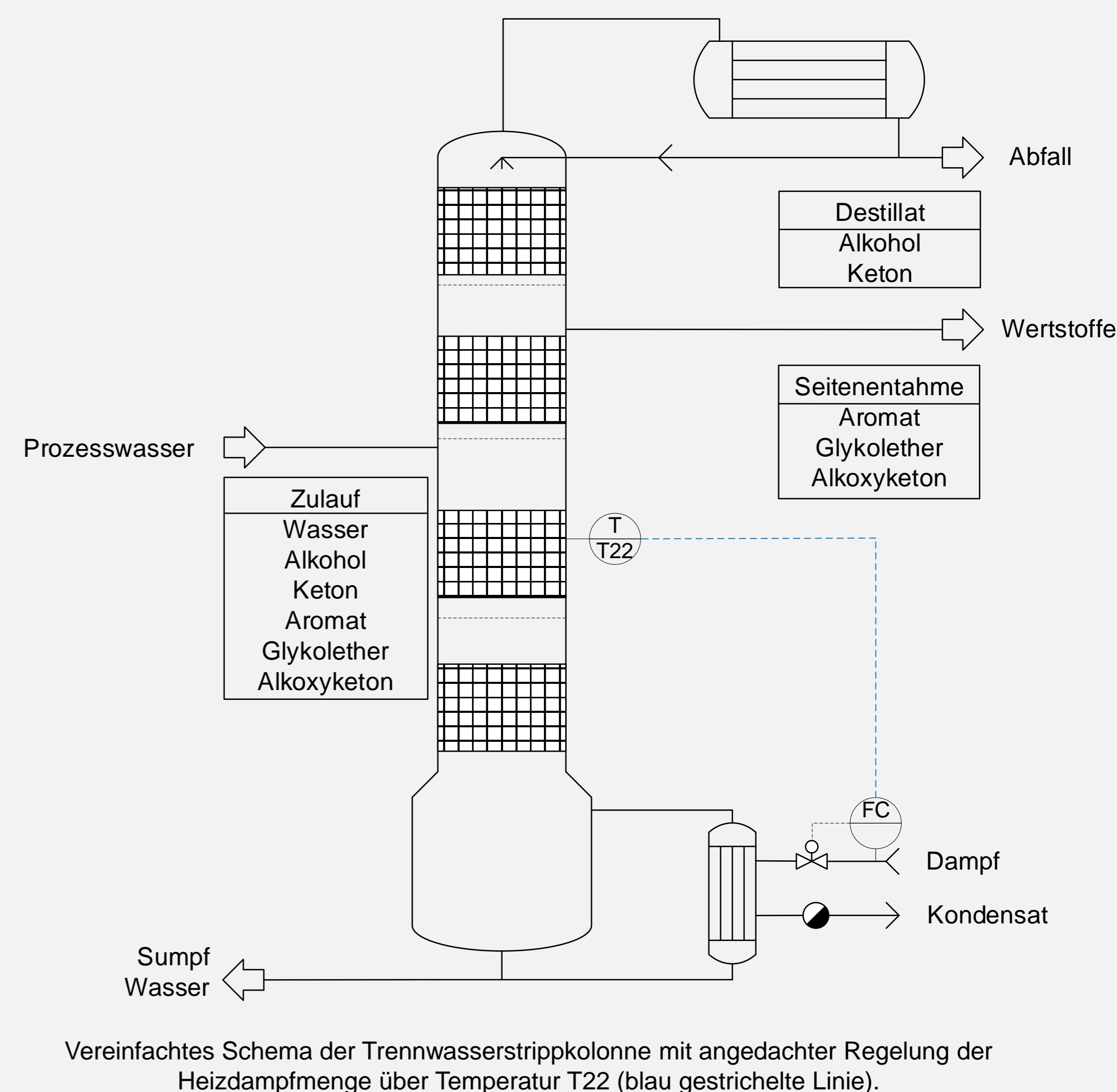


Dampf-Flüssig Gleichgewichte von vier binären Systemen. Vierecke: experimentell, blaue Linie: berechnet, gestrichelte Linie: Diagonale

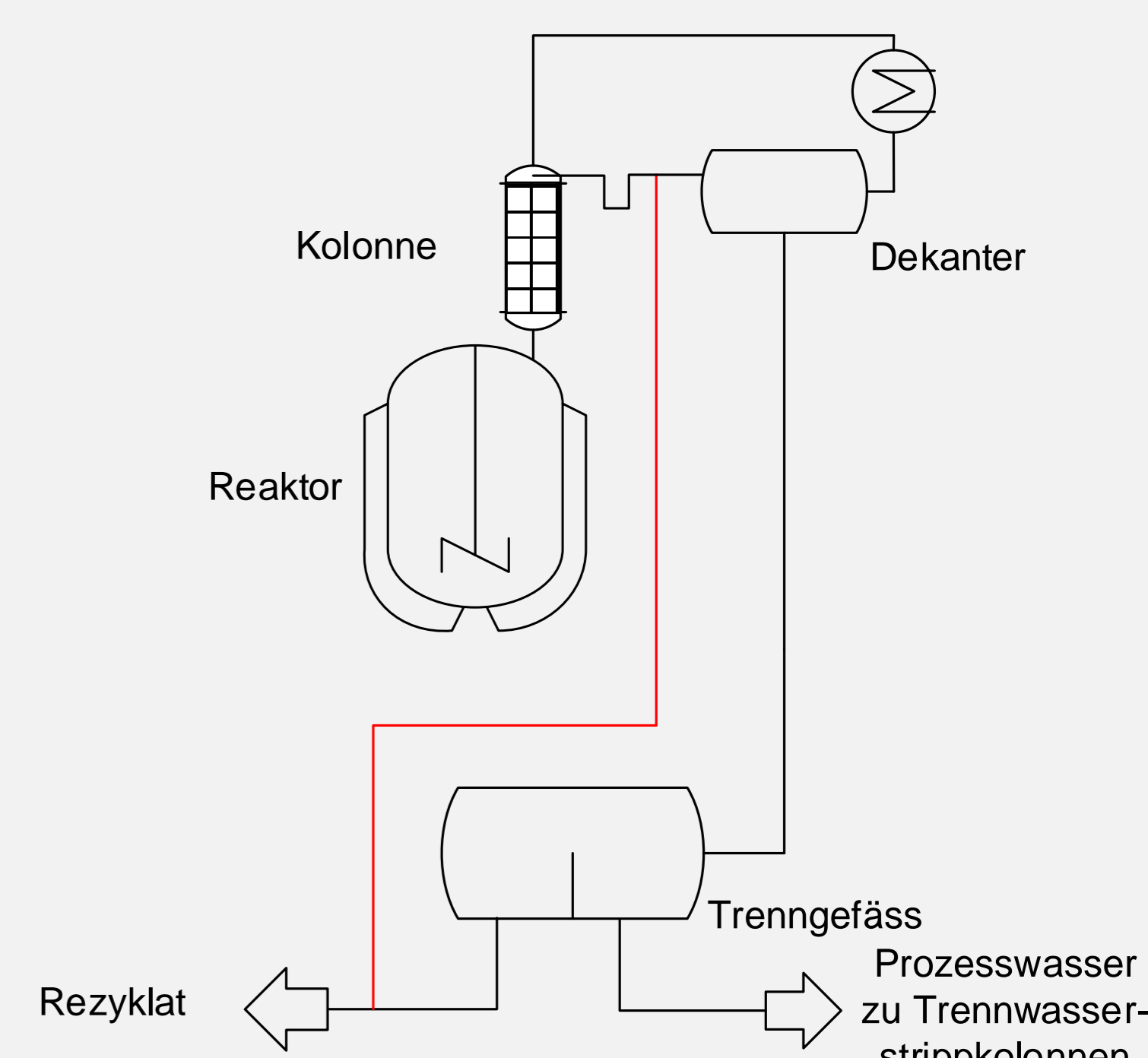
Die K-Faktoren für alle Systeme konnten gut wiedergegeben werden, wie aus 4 der 15 abgebildeten Phasengleichgewichte ersichtlich ist. Zwei Drittel der binären Systeme weisen ein Azeotrop auf.

Die Ergebnisse der Simulation ergaben ein befriedigendes Resultat in Bezug auf den TOC-Gehalt im Sumpf, nachdem Bodenwirkungsgrade eingeführt wurden. Als Ursache für die Temperaturschwankungen in der Kolonne wurde die periodische Entleerung der Dekanter beim vorgelagerten Prozessschritt identifiziert. Die kontinuierlich gemessenen Dichteschwankungen im Zulauf der Trennwasserstrippkolonne bestätigten die Konzentrationsänderungen.

Durch eine neue Leitungsführung (rote Linie rechte Abbildung), wird verhindert, dass Ströme mit unterschiedlichen Konzentrationen gemischt werden. Zusätzlich wird die Kolonne entlastet, weil weniger organische Lösungsmittel destilliert werden müssen.

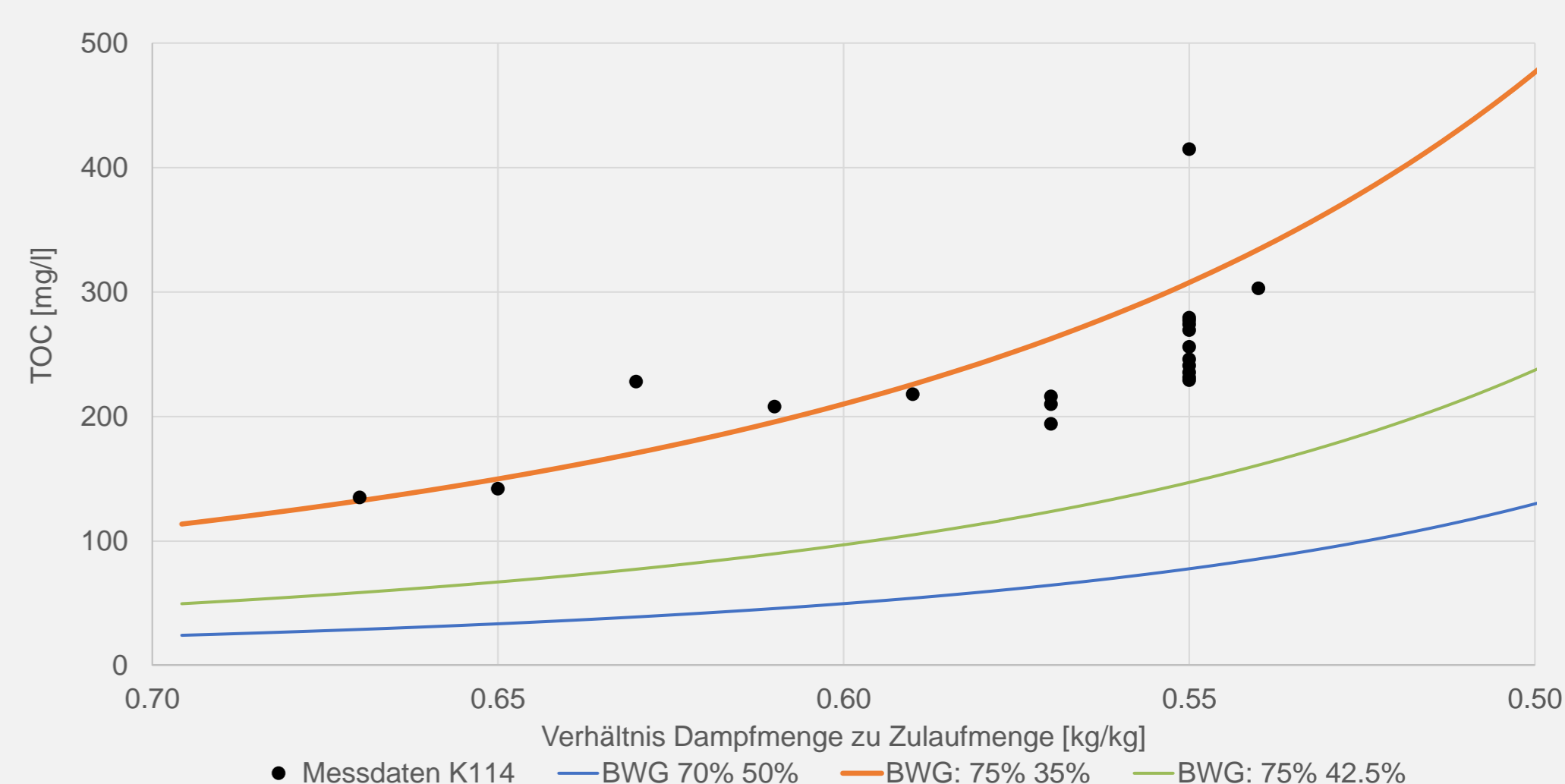


Vereinfachtes Schema der Trennwasserstrippkolonne mit angedachter Regelung der Heizdampfmenge über Temperatur T22 (blau gestrichelte Linie).



Schema eines Reaktors im vorgelagerten Prozess. In Rot ist die zusätzliche Leitungsführung für die Prozessverbesserung eingezeichnet.

In der rechten Abbildung sind die Ergebnisse der gemessenen und simulierten TOC-Werte im Sumpf der Kolonne dargestellt. Die Simulationen wurden mit drei verschiedenen Bodenwirkungsgraden (BWG) durchgeführt. Die prozentualen Anteile beziehen sich hierbei auf die BWG der oberen bzw. unteren beiden Packungssegmente. Die Simulation mit BWG von 75% in den oberen zwei Packungssegmente und 35% in den unteren Packungssegmenten, trifft die Messdaten am genauesten (orange Linie). Die niedrigen BWG der unteren Packungssegmente ist auf den hohen Anteil von Wasser zurückzuführen (hohe Oberflächenspannung).



Vergleich von TOC-Messdaten im Sumpf der Trennwasserstrippkolonne mit Simulationsrechnungen. Rechnungen mit verschiedenen Bodenwirkungsgraden (BWG) für die theoretischen Trennstufen.

Schlussfolgerung

Mit der Identifikation der wahrscheinlichen Ursache für die Temperaturschwankungen wurde ein bisher unbekanntes Energiesparpotential entdeckt. Für die Prozessverbesserung werden geringe Umbauten an der vorgelagerten Prozessstufe nötig sein. Damit werden die Temperaturschwankungen stark verringert und damit ist die angedachte Regelung der Dampfmenge über die Temperatur T22 möglich. Mit der Umsetzung der Prozessverbesserung sowie mit der Implementation der Regelung können pro Jahr 2900 Tonnen Dampf eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung von 30% der laufenden Kosten für die Trennwasserstrippkolonnen.