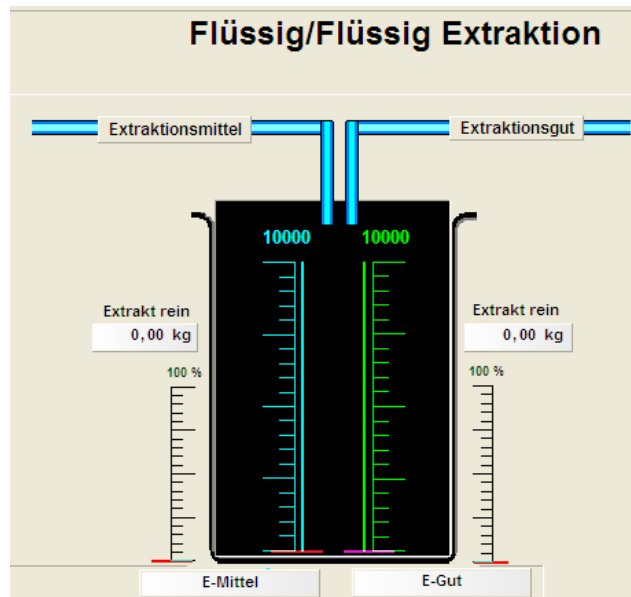


Extraktion - Grundlagen

eine dynamische Simulation
von PE-SOFT ®



Die Simulation **Extraktion – Grundlagen** simuliert die physikalischen Zusammenhänge einer Flüssig/flüssig – Extraktion.

Das Modell veranschaulicht auf einfache verständliche Weise den Stoffübergang vom Extraktstoff sowie dessen anschließende Verteilung in Extraktionsrückstand und Extraktionslösung.

Als Hintergrund wurde ein einfacher „Schüttelversuch“ im Labor nachgebildet. Die Bedienung orientiert sich an gängigen Prozessleitsystemen.

Allgemeine Grundlage zur Funktion

Das Model gibt eine Solventextraktion wieder.

Als Voraussetzung gilt, dass sich der Extraktstoff in beiden Trägerstoffen löst, die Trägerstoffe untereinander jedoch unlöslich sind. Extraktionsgut ist die schwere Phase, mit der größeren Dichte. Dadurch wird sich, nachdem Ex-Gut und Ex-Mittel gemischt wurden, der Extraktstoff in beiden Phasen verteilen. Die unterschiedlich beladenen Phasen (leichte und schwere) lassen sich anschließen, infolge der Nichtmischbarkeit und unterschiedlichen Dichte voneinander abtrennen

Die Simulation stellt ein einfaches Becherglas dar, welches über zwei Zuläufe mit Extraktionsgut und Extraktionsmittel befüllt werden kann.

Beide Ströme können mit Extraktstoff beladen werden.

Die Füllmenge wird für jeden Stoffstrom über einen Vorwahlzähler vorgegeben.

Nach betätigen von „**START**“ beginnt der Füllvorgang und endet automatisch wenn die Füllmenge erreicht ist.

Bei der Vorgabe der Füllmenge ist darauf zu achten, dass der Zähler den Trägerstoff (Lösemittel) und den Extraktstoff als vorliegende Mischung misst. Das bedeutet, wenn man z.B. ein Extraktionsgut haben möchte welches sich aus 2000 g Lösemittel und 20 g Extraktstoff zusammensetzt, dann ist der Vorwahlzähler auf 2020 einzustellen. Die Beladung ist in diesem Fall auf 0,01 einzustellen.

Direkt nach dem Befüllen des Becherglases mit Ex-Gut und Ex-Mittel wird davon ausgegangen, dass noch keine Durchmischung der Phasen, und somit auch noch kein Stoffübergang stattgefunden hat. *(Dies entspricht zwar nicht ganz der Realität, zeigt aber deutlicher den späteren Stoffübergang nach Durchmischung)*

Nachdem beide Phasen (abgebende und aufnehmende) eingefüllt sind muss der Inhalt durchmischt werden. Erst nachdem der Mischvorgang beendet wird, beginnen sich die beiden Phasen wieder zu trennen und es kommt zu einer neuen Einstellung der Trennschicht.

Bedienung der Zähler

Mit dem Zähler können Mengen bis 9999 abgemessen werden.

Über die „**Einsteller**“ (Pfeiltasten) kann die Menge eingestellt werden. Die Tasten verändern jeweils die Tausender-, Hunderter-, Zehner und Einerstelle des Zählers. Es ist nur ein Auswärtstasten möglich.

In das Feld „**Beladung**“ ist die Beladung der Phasen einzugeben.

The screenshot shows a control panel with the following elements:

- Istwert der Füllmenge:** A green digital display showing '0000'.
- Vorgabe der Füllmenge:** A blue digital display showing '0000'.
- Einsteller für Zähler:** Four green arrow buttons (up, down, left, right) for adjusting the counter.
- START STOP RESET:** Three buttons with green text on a light blue background.
- Eingabefeld für Beladung:** A black input field with the number '0' and a small arrow button to its right.

Vor dem Befüllen mit **START** muss der Zähler mit **RESET** zurückgesetzt werden. Der Reset führt gleichzeitig dazu, dass der Inhalt der betreffenden Phase im Becherglas gelöscht wird, was einem entleeren entspricht

Mit **STOP** kann der Befüllvorgang jederzeit unterbrochen und mit **START** wieder fortgesetzt werden.

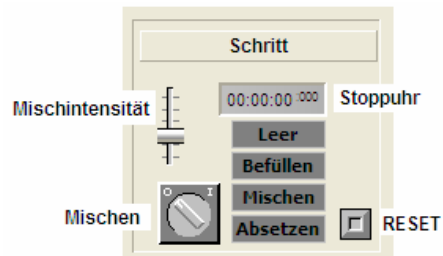
Bedienung im Feld SCHRITT

Mit dem **Schalter** wird ein virtueller Rührer ein- bzw. ausgeschaltet

Mit dem **Schieberegler** wird die Mischintensität zwischen 5 und 100% verändert.

Die **Stoppuhr** zeigt die Mischzeit an

Mit **RESET** kann die Simulation, nach dem Mischen in den Schritt nach dem Befüllen zurückgesetzt werden.

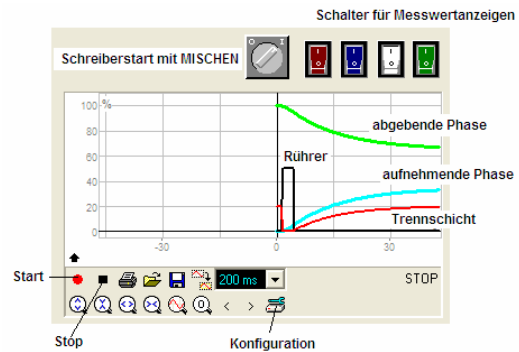


Der Schreiber

Mit dem Schreiber werden die Trends der wichtigen Prozessgrößen erfasst.

Über die Schalter können die Messwerte der einzelnen Prozessgrößen ein- und ausgeblendet werden.

Über den Drehschalter wird die Messwerterfassung mit dem Mischvorgang synchronisiert. Dies bedeutet, dass bei angehaltenem Schreiber dieser mit dem Mischvorgang gestartet wird.



Es besteht die Möglichkeit über das Konfigurationsmenü viele Parameter des Schreibers zu verändern, - gehen Sie damit aber vorsichtig um.

Beim Öffnen des Konfigurationsmenüs kann es zum zeitweisen Ausfall der Simulationsberechnungen kommen.

Ein unsachgemäßes Verstellen mancher Parameter kann zu unsinnigen Darstellungen führen !

Durch einen Klick mit der rechten Mousetaste kann das aktuelle Schreiberdiagramm gespeichert und später wieder zur Ansicht geladen werden. Beim Laden muss der Schreiber auf STOP stehen.

Im Zustand STOP sind weitere Funktionen wie, Zoom, oder verschieben der Zeitachse möglich.

Definitionen

Trägerstoffe sind die Stoffe die den Extraktstoff lösen können.

Eine Beladung ist wie folgt definiert:

Masse des reinen **Extraktstoffes** (Übergangskomponente)
dividiert durch die Masse des reinen **Trägerstoffes**

Beladung des Extraktionsgutes (Feed)

Masse des reinen Extraktstoffes (Übergangskomponente) im Extraktionsgut, dividiert durch die Masse des reinen Trägerstoffes, (Extraktionsgut ohne den Extraktstoff.)

$$X_{EG} = \frac{m_{E,EG}}{m_{EG} - m_{E,EG}}$$

Beladung des Extraktionsmittels (Solvent)

Masse des reinen Extraktstoffes (Übergangskomponente) im Extraktionsmittel, dividiert durch die Masse des reinen Trägerstoffes, (Extraktionsmittel ohne den Extraktstoff.)

$$X_{EM} = \frac{m_{E,EM}}{m_{EM} - m_{E,EM}}$$

Beladung der Extraktionslösung (Solvat)

Masse des reinen Extraktstoffes (Übergangskomponente) in der Extraktionslösung, dividiert durch die Masse des reinen Trägerstoffes, (Extraktionslösung ohne den Extraktstoff.)

$$X_{EL} = \frac{m_{E,EL}}{m_{EL} - m_{E,EL}}$$

Beladung des Extraktionsrückstandes (Raffinat)

Masse des reinen Extraktstoffes (Übergangskomponente) im Extraktionsrückstand, dividiert durch die Masse des reinen Trägerstoffes, (Extraktionsrückstand ohne den Extraktstoff.)

$$X_{ER} = \frac{m_{E,ER}}{m_{ER} - m_{E,ER}}$$

Konzentration

Eine Konzentration ist das Verhältnis Masse(Komponente) dividiert durch Masse(Lösung). Die Masse(Lösung) enthält in diesem Fall den Trägerstoff und den Extraktstoff.

Beispiel für E-Gut $w(E,EG) = \frac{m_{E,EG}}{m_{EG}}$

Verteilungsgesetz nach NERNST

Das Verteilungsgesetz nach Nernst gibt darüber Auskunft wie sich der Extraktstoff in den beiden Trägerstoffen (Phasen) bei konstanter Temperatur und nach genügender Durchmischung verteilt. Die Verteilung ist bei gegebener Temperatur konstant.

$$N = \frac{\text{Beladung der Ex-Lösung}}{\text{Beladung des Ex-Rückstandes}}$$

$$N = \frac{X_{EL}}{X_{ER}}$$

Die aufnehmende Phase steht hierbei immer auf dem Bruchstrich.

Berücksichtigt man die Massen und das Trägerstoffverhältnis, welches wie folgt definiert ist:

$$\text{Trägerstoffverhältnis} = \frac{\text{Masse der Ex-Lösung ohne Extraktstoff}}{\text{Masse Ex-Rückstand ohne Extraktstoff}}$$

$$K = \frac{m_{EL} - m_{E,EL}}{m_{ER} - m_{E,ER}}$$

oder

$$\text{Trägerstoffverhältnis} = \frac{\text{Masse der Ex-Mittel ohne Extraktstoff}}{\text{Masse Ex-Gut ohne Extraktstoff}}$$

$$K = \frac{m_{EM} - m_{E,EM}}{m_{EG} - m_{E,EG}}$$

Da die Massen der reinen Trägerstoffe vor und nach der Extraktion relativ unverändert bleiben, können beide Massen eingesetzt werden.

dann gilt für N auch:

$$N = \frac{m_{E,EL}}{m_{E,ER} \cdot K} \quad \text{oder} \quad N = \frac{X_{EL}}{X_{ER}} = \frac{m_{E,EL} \cdot (m_{ER} - m_{E,ER})}{(m_{EL} - m_{E,EL}) \cdot m_{E,ER}}$$

Der Stofftransport lässt sich für einstufige Extraktionen wie folgt berechnen

für den E-Rückstand

für die E-Lösung

$$m_{E,ER} = \frac{m_{E,EG} + m_{E,EM}}{NK + 1}$$

$$m_{E,EL} = \frac{(m_{E,EG} + m_{E,EM}) \cdot NK}{NK + 1}$$

Beispiel 1

Im ersten Beispiel soll die grundlegende Funktion der Simulation kennen gelernt werden.

Laden Sie hierzu die Einstellungsdatei „**Beispiel-1.EST**“

Die Einstellungsdateien enthalten alle Einstellungen die bei den nachfolgenden Versuchen erforderlich sind.

E-Mittel = 2000, Beladung = 0

E-Gut = 2020, Beladung = 0,01

N = 1

Mischintensität ca. 40%

1. Nur beim Extraktionsgut START drücken und beobachten

Nachdem der Füllvorgang vom E-Gut beendet ist, ist folgendes zu beobachten:

Über der Zulaufleitung des E-Gutes sind die beiden Komponenten als getrennte Massen angezeigt. 20,00 g (E,EG) und 2000,00 g (EG).

E,EG = Extraktstoff im Extraktionsgut

EG = Reiner Trägerstoff im Extraktionsgut, also Gesamtmasse des E-Gutes minus Extraktstoff im E-Gut.

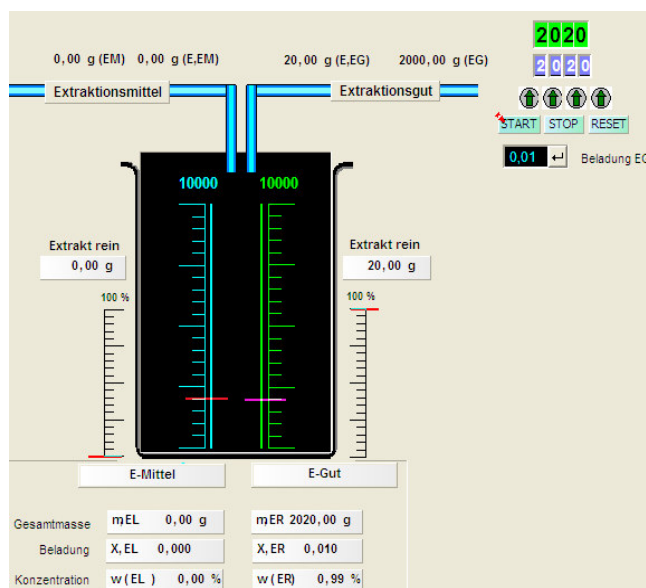
Im Behälter sind zwei Standanzeigen zu sehen. (blau und grün)
Beide Anzeigen haben jetzt den gleichen Wert.
Der Wert entspricht der eingefüllten Menge von E-Gut.

Auf der rechten Seite ist eine %-Anzeige zu sehen, die angibt wieviel % des reinen Extraktstoffes im E-Gut ist.
Da noch kein E-Mittel vorliegt, sind dies 100%.

Unter dem Boden sind zwei Labels mit dem Hinweis auf

„E-Mittel“ und „E-Gut“.

Darunter zu sehen:



m,ER = 2020 g (Masse, Extraktionsrückstand)

X,ER = 0,010 (Beladung des Extraktionsrückstandes)

w(ER) = 0,99 (Konzentration des Extraktstoffes im Extraktionsrückstand)

2. Jetzt beim Extraktionsmittel START drücken und beobachten

Nachdem der Füllvorgang vom E-Mittel beendet ist, ist folgendes zu beobachten:

Über der Zulaufleitung des E-Mittels sind die beiden Komponenten, Trägerstoff und Extraktstoff, als getrennte Massen angezeigt. 0,00 g (E,EM) und 2000 g (EM).
Das E-Mittel ist rein, also nicht beladen.

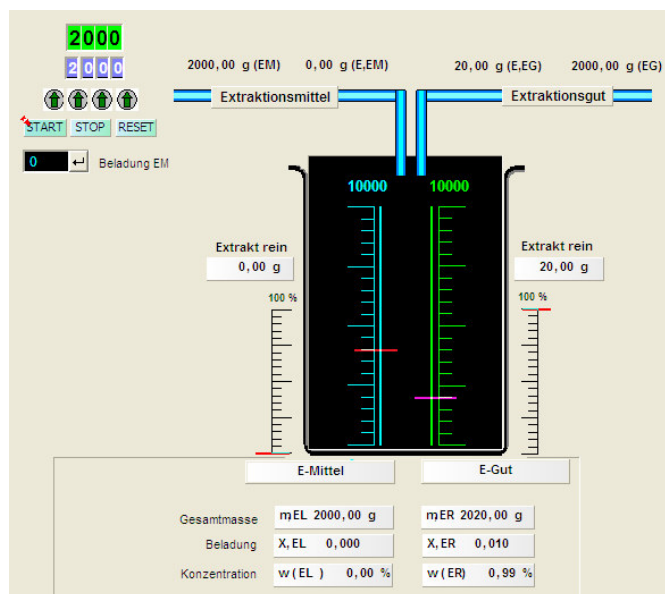
E,EM = Extraktstoff im Extraktionsmittel

EM = Reiner Trägerstoff im Extraktionsmittel, also Gesamtmasse des E-Mittels minus Extraktstoff im E-Mittel.

Die linke Standanzeige (blau) hat nun einen größeren Betrag als die rechte. Jetzt wird ersichtlich, dass die rechte Anzeige eine sog. **Trennschicht-anzeige** ist. Sie zeigt somit den Stand der schweren Phase an. Da die leichte Phase oben aufschwimmt zeigt die linke Anzeige den Stand der beiden übereinanderstehenden Flüssigkeiten an.

Unter dem Label „E-Mittel“

ist nun die Gesamtmasse des E-Mittels zu sehen (mEL)



Selbstverständlich kann man auch beide Stoffströme gleichzeitig zulaufen lassen. Dies spart Zeit. In der Realität würde ein gleichzeitiger Zulauf bereits zur teilweisen Durchmischung und zu einem Stoffübergang führen. Dies wurde in dieser Simulation absichtlich unterdrückt, um die Phasen des Stoffüberganges bewusster zu zeigen. Im Besonderen soll damit die Veränderung der Trennschicht bewusst gemacht werden, welche sich während des Stoffüberganges verändert.

3. MISCHEN

**Verteilungskoeffizient $N=1$ eingeben.
Auf MISCHEN schalten und beobachten**

Nachdem beide Füllvorgänge beendet sind müssen E-Mittel und E-Gut gemischt werden.

Der Mischvorgang dient dazu beide Phasen (abgebende und aufnehmende) in engen Kontakt zu bringen um einen Stoffübergang zu ermöglichen.

Die Statusanzeige zeigt automatisch den **Schritt** des Extraktionsvorganges an.

Solange noch kein Zulauf im Behälter ist, ist dieser „**LEER**“.

Solange ein Füllvorgang läuft ist dies der Schritt **BEFÜLLEN**.

Erst wenn der Schalter zum Mischen auf „I“ gedreht wird, ist das System im Schritt **MISCHEN**.

Wenn der Schalter wieder auf „0“ gestellt wird, ist das System beim **ABSETZEN**.



Erst wenn beide Phasen gemischt werden findet ein Stoffübergang statt.

Sofern der Schreiber eingeschaltet ist, wird der Stoffübergang auf dem Trend geschrieben.

Der Schreiber wird automatisch gestartet wenn **MISCHEN** gestartet wird und der Drehschalter am Schreiber eingeschaltet ist.

(Der Schreiber kann auch permanent gestartet werden.)

Nachdem MISCHEN wieder auf „0“ steht, ist der Absetzvorgang und der Stoffübergang zu beobachten.

Erst wenn das System im Gleichgewichtszustand ist kann der Stoffübergang und damit die Verteilung des Extraktstoffes in den beiden Phasen beurteilt werden.

Da das Trägerstoffverhältnis = 1, und der Verteilungskoeffizient $N = 1$ sind, verteilt sich der Extraktstoff zu gleichen Teilen in den beiden Phasen. $N=1$ bedeutet auch, dass sich der Extraktstoff in der abgebenden Phase genau so gut löst wie in der aufnehmenden Phase.

Schreiberprotokoll

Grün = Extraktstoff in der abgebenden Phase
Blau = Extraktstoff in der aufnehmenden Phase
Schwarz = Mischen Ein/Aus
Rot = Trennschicht

An hand des Schreiberprotokolls kann der Stoffübergang nachvollzogen werden.

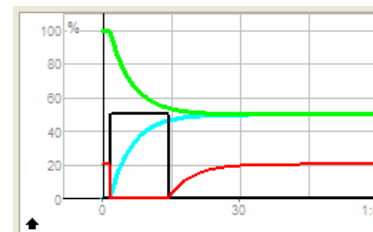
Der grüne und blaue Trend zeigen Stoffübergang des Extraktstoffes vom Extraktionsgut ins Extraktionsmittel.

Da der Verteilungskoeffizient nach Nernst bei „1“ lag, sind nun 50% des Extraktstoffes im Rückstand und 50% des Extraktstoffes in der Lösung enthalten.

Der schwarze Trend zeigt wann und wie lange die Mischphase stattgefunden hat.

Der rote Trend zeigt wie sich die Trennschicht verhalten hat.

Nachdem der Mischer eingeschaltet wurde verschwindet die Trennschicht, weil das System keine Trennschicht mehr aufweist. Erst nachdem der Mischvorgang beendet wird, trennen sich die beiden Phasen wieder und die Trennschicht beginnt langsam wieder anzusteigen.



In realen Systemen hängt der Stoffübergang u.A. von folgenden Kriterien ab:

- Verteilungskoeffizient N
- Temperatur
- Dauer der Durchmischung
- Tropfengröße der beiden Phasen.

Je kleiner die Tropfen, desto größer ist die wirksame Oberfläche für den Stoffübergang.

Die Simulation berücksichtigt Mischzeit und Mischintensität bei gleichbleibender Temperatur. Die Mischintensität kann über ein Schieberegler in der Schrittdarstellung eingestellt werden. Die Mischzeit ist an der Stoppuhr ablesbar. Erst bei einer Einstellung von ca. 30% der Mischintensität und einer Mischdauer von 5 Sekunden findet ein 100%iger Stoffübergang statt. Die Mindestmischdauer kann über das Konfigurationsmenü verändert werden. Eine Erhöhung der Mischintensität, was mit einer höheren Rührerdrehzahl vergleichbar ist, erhöht nicht nur den Stoffübergang sondern gleichzeitig die anschließende Absetzzeit. Nur wenn der $N_{\text{(gemessen)}}$ gleich dem eingestellten „N“ ist sind Mischzeit und Mischintensität richtig eingestellt.

RESET, T bei der Schrittdarstellung, macht den Mischvorgang rückgängig, ohne den Behälter zu entleeren..

Dies erlaubt den Stoffübergang mehrmals bei unterschiedlichen Einstellungen zu beobachten. Probieren Sie dies mit unterschiedlichen Einstellungen bei der Mischintensität und der Mischdauer. Vergleichen Sie hierbei den „gemessenen Verteilungskoeffizienten“ und die Absetzzeit.

RESET bei den Zählern leert den Behälter. Erst wenn der Behälter ganz leer ist, wird die Simulation automatisch zurückgesetzt.

Ergebnis

Nach genügend langer Absetzzeit liegt folgendes Ergebnis vor:

Nach dem Mischen wurde aus dem E-Gut der **Extraktionsrückstand** und aus dem E-Mittel die **Extraktionslösung**.

	E-Lösung	E-Rückstand
Gesamtmasse	mEL 2010,00 g	mER 2010,00 g
Beladung	X,EL 0,00500000	X,ER 0,00500000
Konzentration	c,EL 0,498 %	c,ER 0,498 %
N - gemessen	1,00000000	

Die Übergangskomponente hat sich wie folgt verteilt:

$m_{E,EL} = 10 \text{ g}$

$m_{E,ER} = 10 \text{ g}$

Die Gesamtmasse liegt bei beiden Phasen bei 2010,0 g.
($2000 \text{ g} + 10 \text{ g} = 2010 \text{ g}$)

Die Beladungen von X,EL und X,EG liegen beide bei 0,005.
($10 \text{ g} / 2000 \text{ g} = 0,005$)

Die Konzentrationen liegen in beiden Phasen bei 0,498 %
($10 \text{ g} / 2010 \text{ g} = 0,4975$)

N_{gemessen} liegt bei 1 .
($0,005 / 0,005 = 1$)

Die Gesamtmasse an herausgelöstem Extraktstoff beträgt 10 g

Beispiel 2

Im zweiten Beispiel soll ein anderes Trägerstoffverhältnisse betrachtet werden.

Laden Sie hierzu die Einstellungsdatei „**Beispiel-2.EST**“

Die Einstellungsdateien enthalten alle Einstellungen die bei dem nachfolgenden Versuch erforderlich ist.

E-Mittel = 4000, Beladung = 0, E-Gut = 2020, Beladung = 0,01
N = 1, Mischintensität ca. 40%

1. Bei beiden Zählern START drücken und abwarten bis die Vorgabemengen erreicht sind.

Es wird nun, bei gleichem Verteilungskoeffizienten die doppelte Extraktionsmittelmasse eingesetzt.

**2. Mindestens 5 Sekunden MSICHEN einschalten.
Absetzen lassen, warten bis Gleichgewicht erreicht ist.**

Ergebnis

Nach genügend langer Absetzzeit liegt folgendes Ergebnis vor:

Nach dem Mischen wurde aus dem E-Gut der **Extraktionsrückstand** und aus dem E-Mittel die **Extraktionslösung**.

Die Übergangskomponente hat sich wie folgt verteilt:

mE, EL = 13,33 g

mE, ER = 6,67 g

Die Gesamtmasse liegt bei der E-Lösung bei 4013,33 g.

(4000 g + 13,33 g = 4013,33 g)

Die Gesamtmasse liegt beim E-Rückstand bei 2006,67 g.

(2000 g + 6,67 g = 2006,67 g)

Die Beladungen vom X,EL und X,EG liegen beide bei 0,0033.

(X,EL 13,33 g / 4000 g = 0,0033

(X,EG 6,67 g / 2000 g = 0,0033)

Die Konzentrationen liegen in beiden Phasen bei 0,332 %

(w(EL) 13,33 g / 4013,33 g = 0,332

w(ER) 6,67 g / 2006,67 g = 0,332)

N_{gemessen} liegt bei 1.

(0,0033 / 0,0033 = 1)

Die Gesamtmasse an herausgelöstem Extraktstoff beträgt 13,33 g

Obwohl, gegenüber dem ersten Beispiel die doppelte Menge an E-Mittel verwendet wurde, wurde nicht die doppelte Menge an Extraktstoff herausgelöst.

	E-Lösung	E-Rückstand
	Extraktstoff	Extraktstoff
	13,33 g	6,67 g
Gesamtmasse	mEL 4013,33 g	mER 2006,67 g
Beladung	X, EL 0,00333333	X, ER 0,00333333
Konzentration	c, EL 0,332 %	c, ER 0,332 %
N - gemessen	1,00000000	

Beispiel 3

Im dritten Beispiel soll ein anderer Verteilungskoeffizient bei einem Trägerstoffverhältnis von 1 betrachtet werden.

Laden Sie hierzu die Einstellungsdatei „**Beispiel-3.EST**“

Die Einstellungsdateien enthalten alle Einstellungen die bei dem nachfolgenden Versuch erforderlich ist.

E-Mittel = 2000, Beladung = 0, E-Gut = 2020, Beladung = 0,01
N = 2, Mischintensität ca. 40%

1. Bei beiden Zählern START drücken und abwarten bis die Vorgabemengen erreicht sind.

**2. Mindestens 5 Sekunden MSICHEN einschalten.
Absetzen lassen, warten bis Gleichgewicht erreicht ist.**

Bei N=2 löst sich der Extraktstoff im E-Mittel doppelt so gut wie im E-Rückstand

Ergebnis

Nach genügend langer Absetzzeit liegt folgendes Ergebnis vor:

Nach dem Mischen wurde aus dem E-Gut der **Extraktionsrückstand** und aus dem E-Mittel die **Extraktionslösung**.

Die Übergangskomponente hat sich wie folgt verteilt:

mE, EL = 13,33 g

mE, ER = 6,67 g

Die Gesamtmasse liegt bei der E-Lösung bei 2013,33 g.

(2000 g + 13,33 g = 2013,33 g)

Die Gesamtmasse liegt beim E-Rückstand bei 2006,67 g.

(2000 g + 6,67 g = 2006,67 g)

Die Beladungen verhalten sich wie folgt:

X,EL 13,33 g / 2000 g = 0,0067

X,EG 6,67 g / 2000 g = 0,0033

Die Konzentrationen verhalten sich wie folgt:

w(EL) 13,33 g / 2013,33 g = 0,662

w(ER) 6,67 g / 2006,67 g = 0,332

N_{gemessen} liegt bei 2.

(0,0067 / 0,0033 = 2)

Die Gesamtmasse an herausgelöstem Extraktstoff beträgt 13,33 g

Es wurde die gleiche Masse an Extraktstoff herausgelöst wie im Beispiel 2.

	E-Lösung	E-Rückstand
	Extraktstoff	Extraktstoff
	13,33 g	6,67 g
Gesamtmasse	mEL 2013,33 g	mER 2006,67 g
Beladung	X,EL 0,0067	X,ER 0,0033
Konzentration	w,EL 0,662 %	w,ER 0,332 %
N - gemessen	2,0000	

Beispiel 4

Im vierten Beispiel soll eine Teilbeladung des E-Mittels betrachtet werden.

Laden Sie hierzu die Einstellungsdatei „**Beispiel-4.EST**“

E-Mittel = 2020, Beladung = 0,01, E-Gut = 2040, Beladung = 0,02

N = 1, Mischintensität ca. 40%

**1. Bei beiden Zählern START drücken und gleichzeitig für mind. 5 Sek. MISCHEN.
Abwarten bis die Vorgabemengen erreicht sind und das System im Gleichgewicht ist.**

Bei realen Extraktionen wird des E-Mittel meist über einen weiteren Trennvorgang vom Extraktstoff weitestgehend entladen. Da das E-Mittel nicht 100% rein gewonnen werden kann, hat es beim nächsten Einsatz immer eine Teilbeladung an Extraktstoff, - bringt also ebenfalls Extraktstoff mit ein.

Ergebnis

Nach genügend langer Absetzzeit liegt folgendes Ergebnis vor:

Die Übergangskomponente hat sich wie folgt verteilt:

mE, EL = 30,00 g

mE, ER = 30,00 g

Die Gesamtmasse liegt bei der E-Lösung bei 2030 g.

(2000 g + 30 g = 2030 g)

Die Gesamtmasse liegt beim E-Rückstand bei 2030 g.

(2000 g + 30 g = 2030 g)

Die Beladungen verhalten sich wie folgt:

X,EL 30 g / 2000 g = 0,0015

X,EG 30 g / 2000 g = 0,0015

Die Konzentrationen verhalten sich wie folgt:

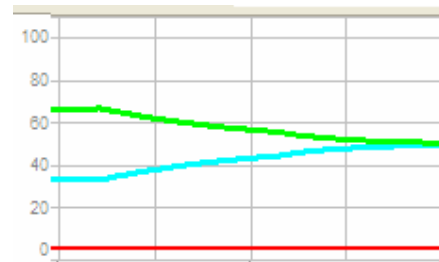
w(EL) 30 g / 2030 g = 1,478 %

w(ER) 30 g / 2030 g = 1,478 %

N_{gemessen} liegt bei 1.

(0,0015 / 0,0015 = 1)

	E-Lösung	E-Rückstand
Extraktstoff	30,00 g	30,00 g
Gesamtmasse	mEL 2030,00 g	mER 2030,00 g
Beladung	X,EL 0,0150	X,ER 0,0150
Konzentration	w,EL 1,478 %	w,ER 1,478 %
N - gemessen	1,0000	



Die Gesamtmasse an, aus dem E-Gut herausgelösten Extraktstoff, beträgt 10,0 g

Da beide Trägerstoffe beladen sind wird sich der gesamte Extraktstoff entsprechend des Verteilungskoeffizienten (N) auf die beiden Phasen verteilen. Insgesamt wurden 60 g Extraktstoff eingetragen, welcher sich auf 4000 g Trägerstoff, zu gleichen Teilen (N=1) verteilte.

Erhöhen Sie den Zulauf vom E-Mittel auf 4040 g und lassen Sie die Menge zulaufen !

Beobachten Sie den Stoffübergang !

Wie verhält sich die aus dem E-Gut herausgelöste Extraktstoffmasse ?

Beispiel 5

Im fünften Beispiel soll eine mehrmalige Extraktion betrachtet werden.

Wechseln Sie auf die Simulation „2-malig“, laden Sie die Einstellungsdatei „**Beispiel-5.EST**“

E-Mittel = 2000, Beladung = 0, E-Gut = 2020, Beladung = 0,01

N = 2, Hahn_(EM) = AUF, Hahn_(EG) ZU

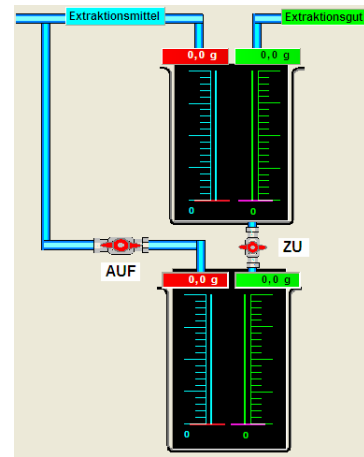
- 1. Bei beiden Zählern START drücken und warten bis die Mengen erreicht sind.**
- 2. beim oberen Behälter MISCHEN drücken.**
(Mischzeit und Intensität haben hier keinen Einfluss)
- 3. Warten bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat.**
- 4. Schwere Phase ablaufen lassen**
- 5. Unterer Behälter mischen**
- 6. Warten bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat.**

Bei nachfolgendem Beispiel soll in Erfahrung gebracht werden wie sich der Stoffübergang verhält, wenn mehrmals mit kleinen Mengen E-Mittel extrahiert wird. Das Ergebnis wird mit dem Ergebnis von Beispiel 3 verglichen.

Im Beispiel 3 wurden 2000 g E-Mittel auf einmal zugegeben und extrahiert. Im folgenden Beispiel werden die 2000 g auf 2 mal 1000 g E-Mittel aufgeteilt und jeweils die gesamte E-Gut – Menge nacheinander extrahiert.

Zunächst wird das gesamte E-Gut im oberen Behälter mit der Hälfte des E-Mittels extrahiert. Nach dem Absetzen wird die schwere Phase in den darunter liegenden Behälter überführt. (Dies geschieht einfach durch öffnen des Ablaufhahnes).

Nachdem die schwere Phase abgelaufen ist, wird auch der untere Behälter gemischt. Nachdem sich das Gleichgewicht eingestellt hat kann der Stoffübergang abgelesen werden.

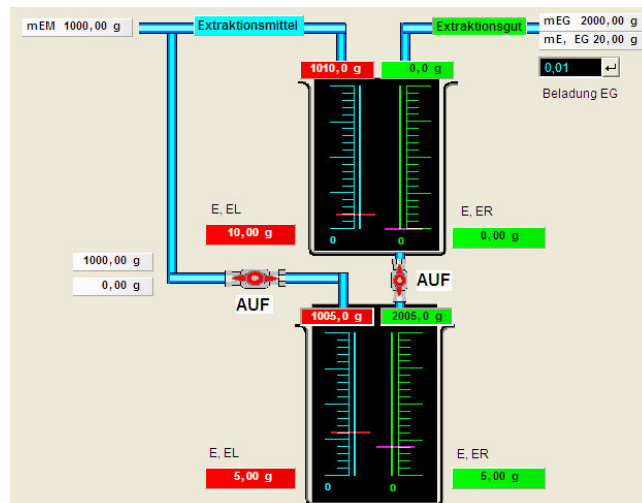


Ergebnis

Im oberen Behälter wurden von anfänglich 20 g Extraktstoff 10 g ins E-Mittel überführt. Im unteren Behälter wurden von den verbliebenen 10 g im E-Rückstand, weitere 5 g ins E-Mittel überführt.

Zusammen wurden 15 g Extraktstoff aus dem E-Gut herausgelöst.
Im E-Rückstand sind 5 g verblieben.

Im Beispiel 3 wurden von 20 g E,EG insgesamt 13,33 g herausgelöst und 6,67 g sind im E-Rückstand verblieben.



Mehrmaliges Extrahieren mit kleinen Mengen E-Mittel erbringt eine höhere Ausbeute an Extraktstoff als einmaliges Extrahieren mit entsprechend großer Menge an E-Mittel.