

Aufarbeitung von Konversionsprodukten am Beispiel der n-Butanol-Abtrennung aus Fermentationsbrühen

Julia Hellert · Ulf Prüße · Klaus-Dieter Vorlop

Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig, Germany
Tel: +49 (0)531 596-4264 Email: julia.hellert@ti.bund.de www.ti.bund.de

Einleitung

Der Prozessschritt der Aufarbeitung ist ökonomisch bedeutsam, da dieser alle Schritte der Wertschöpfungskette von Chemieprodukten aus nachwachsenden Rohstoffen beeinflusst.

Die Aufarbeitung kann als eigenständiger Verfahrensschritt (z.B. Extraktion, Adsorption) oder in Kombination mit anderen Schritten durchgeführt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Reaktivextraktion. Dabei wird während der Extraktion eine gleichzeitige Umwandlung in ein anderes Produkt durchgeführt, welches leichter abtrennbar ist oder sogar ein verkaufsfähiges Endprodukt darstellt.

Beispiel: n-Butanol

Produktion und Verwendung:

n-Butanol wird schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts biotechnologisch über die Aceton-Butanol-Ethanol (ABE) Fermentation gewonnen. Zu 60 % wird n-Butanol zur Herstellung von Butylestern als Lösemittel und Weichmacher eingesetzt. Außerdem findet es Verwendung in der Lack- und Farbindustrie sowie als Zusatz in Kraftstoffen für Ottomotoren. Wegen der geringen Wirtschaftlichkeit des Herstellungsprozesses besteht weiterhin Forschungsbedarf insbesondere im Bezug auf die Aufarbeitung.

Probleme der Aufarbeitung:

- Niedrige Konzentration an n-Butanol in der Fermentationsbrühe (15 g/l)
- Löslichkeit von n-Butanol in Wasser bis zu 77 g/l (20°C)
- Azeotropbildung von n-Butanol und Wasser in einem Verhältnis von 55,5 % / 44,5 %

Untersuchte Methoden und Ergebnisse

Extraktion



- Pro:** Kostengünstig und in situ durchführbar
- Contra:** Potentielle Toxizität des Extraktionsmittels auf die Mikroorganismen

Extraktionsmittel	Verteilungskoeffizient	Toxizität
n-Heptan	0,2	☹
n-Decanol	5,6	☹
2-Butyloctan-1-ol	4,1	☺
2-Hexyldecan-1-ol	2,9	☺

Tab. 1: n-Butanol in Wasser (15g/l) und Extraktionsmittel, Verhältnis Wasser/Extraktionsmittel:1/1, RT.

Adsorption

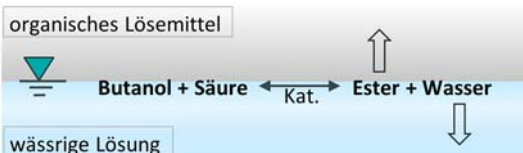


- Pro:** Kostengünstig und in situ durchführbar
- Contra:** Fouling

Adsorber	n-Butanol _{ads.} [%]	Beladung [mg/g]
Elastomer, Hytrel	0	0
Polystyren	0	0
Aktivkohle, Hydrodarco C	59	88
Aktivkohle, Norit PK 1-3	84	126

Tab. 2: 20 ml n-Butanol in Wasser (15 g/l) und 2 g Adsorber, 28 h im Schüttler, 100 rpm, 25°C.

Reaktivextraktion



Die Veresterung von n-Butanol in wässriger Lösung ist hier möglich, da das organische Extraktionsmittel das Reaktionsgleichgewicht in Produktichtung verschiebt.

- Pro:** Hohe Selektivität der Veresterungsreaktion, gleichzeitige Bildung von Endprodukten
- Contra:** Wegen harscher Reaktionsbedingungen keine in situ Durchführung möglich

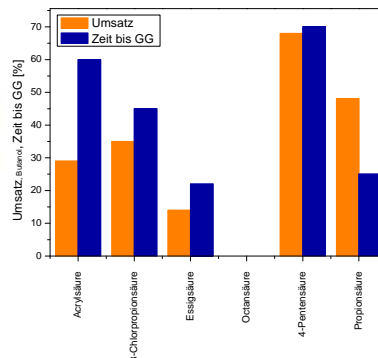


Abb. 1: n-Butanol in Wasser (15g/l) mit n-Heptan, Verhältnis Wasser/n-Heptan:1/1, Kat.:10%-ige Schwefelsäure, 1200 rpm, 75°C.

Zusammenfassung

- Am Beispiel von n-Butanol wurden Möglichkeiten zur Aufarbeitung von Fermentationsprodukten gezeigt.
- Diese Aufbereitungsverfahren können für verschiedene Konversionsprodukte in angepasster Form angewendet werden.
- Die Reaktivextraktion ist u.a. für n-Butanol ein besonders interessantes Trennverfahren, da ohnehin 60% des n-Butanols industriell zu Estern umgewandelt werden.
- Es ist gelungen, bei Veresterungsreaktionen in wässrigen Lösungen sehr gute Umsätze zu erzielen.
- Die Reaktivextraktion erscheint insbesondere zur Aufarbeitung von Alkoholen und organischen Säuren interessant. Dies soll in weiteren Arbeiten an verschiedenen Beispielen untersucht werden.