

Sabine Geyer, Martin Geyer, Bernd Linke und Erhard Pille, Potsdam-Bornim

# Gemüsewaschwasseraufbereitung durch Elektrolyse

*Zur Aufbereitung von Schmutzwasser aus der Kartoffel- und Gemüsewäsche erweist sich das elektrochemische Verfahren gegenüber herkömmlichen Sedimentationsverfahren als vorteilhaft, da das zu klärende Wasser nach entsprechendem Einsatz an elektrischer Energie innerhalb kurzer Zeit klar ist.*

**S**chmutzwasser aus der Kartoffel- und Wurzelgemüsewäsche enthält überwiegend Erde und Pflanzenreste. Ein Problem ist, dass durch herkömmliche mechanische Verfahren feine organische, aber insbesondere die anorganischen Schmutzpartikel wie Ton und Schluff nicht in kurzer Zeit aus dem Wasserschwamm entfernt werden können [1].

Mit Hilfe der elektrochemischen Wasseraufbereitung wird aus trübem Schmutzwasser in kurzer Zeit klares Brauchwasser. Dieses Verfahren war bisher für Industriebetriebe der Galvanotechnik, der Lackfabrikation und der Metallindustrie konzipiert. Ein vom BMBF gefördertes Vorhaben setzte sich zum Ziel, die Anwendung des elektrochemischen Aufbereitungsverfahrens auf die Gemüsewaschwasseraufbereitung zu übertragen.

## Verfahrensprinzip der Elektrolyse

Bei der elektrochemischen Wasserreinigung wird zwischen zwei Elektroden, die sich in Schmutzwasser oder der zu reinigenden Flüssigkeit befinden, Gleichstrom angelegt, wodurch mehrere elektrochemische Prozesse hervorgerufen werden [2, 3, 4] (Bild 1). Zunächst wird durch das elektrische Feld im Gemüsewaschwasser der Ladungszustand der Schmutzpartikel und der kolloidalen Suspension geändert. Die zumeist negativ geladenen kolloidalen Teilchen werden neutralisiert und aggregieren untereinander durch Adhäsion. Gemäß dem Faraday'schen Gesetz werden Metallionen in Abhängigkeit von der Höhe des elektrischen Stroms und der Prozesszeit aus der Anode freigesetzt, die sich mit den Hydroxidionen des Wassers

zu großflockigen ungeladenen Metallhydroxidkomplexen umsetzen. Weiterhin werden Wasserstoff- und Sauerstoffgase an den Elektroden gebildet. Durch Adhäsion aggregieren die entladenen Schmutzpartikel an den Metallhydroxidflocken. Aufgrund ihres vergrößerten Durchmessers sedimentieren die Agglomerate aus Schmutzpartikeln und Metallhydroxiden innerhalb kurzer Zeit (Stoke'sches Gesetz) [5].

## Material und Methoden

### Modellwaschwasser

Das Modellwaschwasser wurde aus 1,7 g Siggrano Quarzmehl Type SP13, 1,0 g Möhrentrockenpulver auf 1 l Leitungswasser hergestellt.

### Elektrolyse-Batchreaktor

Der Batch-Kleinreaktor bestand aus einem Glasgefäß mit einem Fassungsvermögen von 100 ml. In den Reaktorraum wurden Elektrodenpaare unterschiedlicher Materialzusammensetzung eingebracht. Der Abstand zwischen den glatten Elektroden mit der Größe 30•30 mm betrug 3 mm.

Das Modellwaschwasser wurde im Reaktor mit definierten Elektrolysespannungen zwischen 3,5 V und 25 V elektrolytisch behandelt.

Der Klärprozess galt zu dem Zeitpunkt als beendet, wenn mit dem Trübungsmessgerät etwa 50 Formazineinheiten (TE/F) gemessen wurden. Nach einer Absetzzeit der ausgeflockten Partikel von etwa 20 Minuten wurde der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) der geklärten Flüssigkeit bestimmt.

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zasko); Dr. Bernd Linke ist Leiter der Abteilung „Bioverfahrenstechnik“ am Institut für Agrartechnik Bornim e.V.; Dr. Sabine Geyer war wissenschaftliche und Erhard Pille technischer Mitarbeiter in beiden Abteilungen (Gemeinschaftsprojekt); e-mail: geyer@atb-potsdam.de

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 02 WA9749/0 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

## Schlüsselwörter

Wasseraufbereitung, Elektrolyse, Verfahrensparameter, Gemüsewäsche

## Keywords

Waste water clarification, electrolysis, processing parameter, washing of vegetables

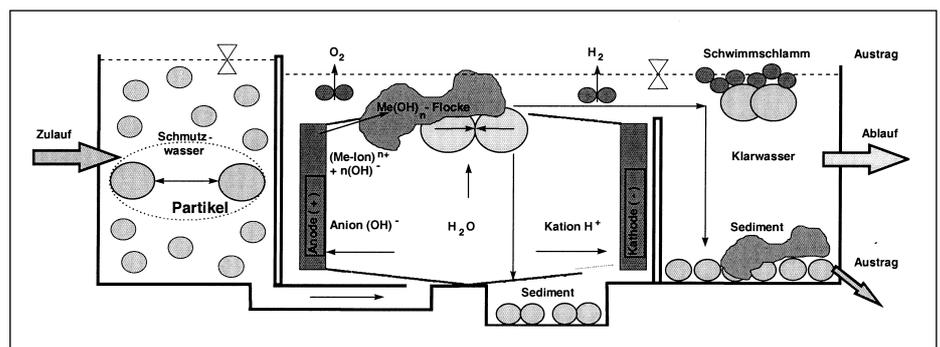


Bild 1: Verfahrensprinzip der elektrolytischen Klärung

Fig.1: Scheme of electrolytic clarification

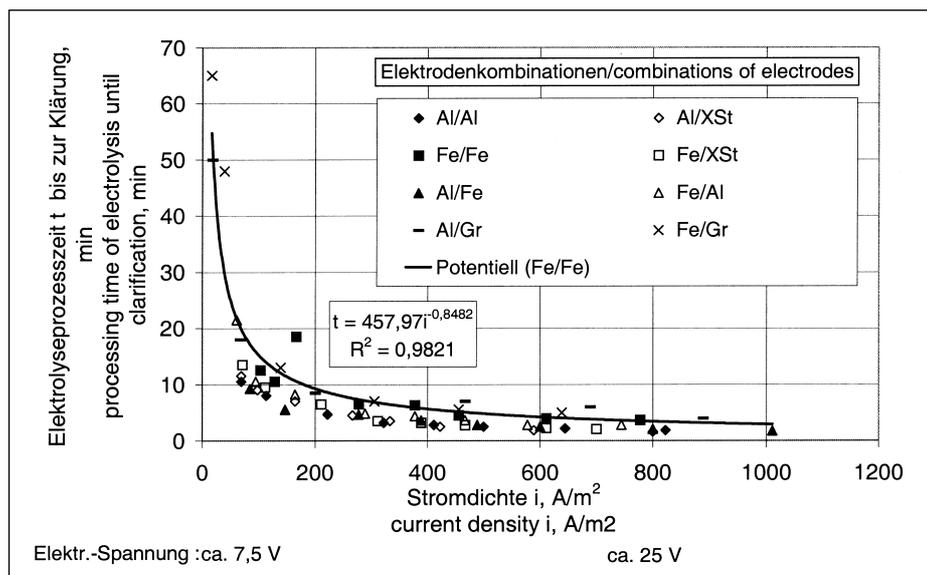


Bild 2: Elektrolyseprozesszeit zur Klärung von Modellwaschwasser in Abhängigkeit von der Stromdichte bei verschiedenen Elektrodenkombinationen

Fig. 2: Processing time of clarification of model washing water depending on current density and different combinations of electrodes

### Versuchsergebnisse

Der Zusammenhang zwischen Stromdichte (= Höhe des Stroms bezogen auf die Elektrodenfläche) und Prozesszeit ist in Bild 2 dargestellt. Dabei lässt sich ein potenzieller Zusammenhang für alle getesteten Elektrodenkombinationen feststellen: Mit zunehmender Elektrolysespannung verringert sich die Elektrolyseprozesszeit für die Klärung des Modellwaschwassers. Die Elektrolysedauer mit Aluminiumanoden war kürzer als die mit Eisenanoden.

Um den Effekt einer verstärkten Gasbildung von Sauerstoff und Wasserstoff bei höheren Elektrolysespannungen auszuschließen, wurden Versuche zur elektrolytischen Klärung von Modellwaschwasser bei niedrigen Elektrolysespannungen und verdoppelten Prozesszeiten unternommen (Tabelle 1).

Sowohl bei 5 V als auch bei 15 V konnte durch eine Verdoppelung der Elektrolyseprozesszeit der CSB-Wert im Modellwaschwasser um weitere 9% beziehungsweise 7% reduziert werden. Die mit 5,5% deutlich höhere CSB-Reduzierung bei niedrigen Elektrolysespannungen und verlängerten Elektrolysezeiten wird mit etwa der Hälfte der elektrischen Arbeit wie mit hohen Spannungen und verkürzten Prozesszeiten erreicht.

### Fazit

Das elektrochemische Verfahren bietet sich an, um Erde und andere kolloidal gelöste Stoffe, die im Wesentlichen für die Trübung

von Gemüsewaschwasser verantwortlich sind, vollständig und in kurzer Zeit aus dem Waschwasser zu entfernen. Dadurch lässt sich die Oberfläche von Absetzbecken reduzieren. Gelöst vorliegende organische Substanzen (CSB-Wert) werden kaum abgetrennt.

Durch entsprechende Auswahl der Parameter wird die elektrolytische Klärung des Gemüsewaschwassers beeinflusst: Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Elektrolyse-Strom und Elektrolyse-Prozesszeit. Das Produkt aus beiden Parametern setzt eine definierte Menge an Elektrodenmaterial zur Ausfällung einer bestimmten Schmutzfrachtmenge frei, wobei dieser Prozess insgesamt durch parallel laufende chemische und thermische Vorgänge sehr komplex ist. Die Höhe des Elektrolysestroms ist weiterhin von der eingestellten Elektrolysespannung, Beschaffenheit und Abmessung der Elektrolyseeinheit und der Leitfähigkeit der zu behandelnden Flüssigkeit abhängig.

Tab. 1: Ergebnisse der elektrochemischen Behandlung von Modellwaschwasser bei 5 V und 15 V bei einfacher und doppelter Elektrolyseprozesszeit mit Aluminium/Graphit-Elektroden; Ausgangs-CSB: 1162 mg O<sub>2</sub>/l

Table 1: Results of electrolytic treatment of model washing water at 5 V and 15 V and single and double processing time with aluminium/graphite-electrodes

Spannung (V)	Prozesszeit (min)	Elekt. Arbeit zur Klärung (kWh/m <sup>3</sup> )	CSB nach d. el. Behndl. (mg O <sub>2</sub> /l)	CSB-Minderung (%)
5	12	0,80	673	42,1
5	24	1,60	569	51,0
15	4	2,90	633	45,5
15	8	5,80	557	52,0

Hohe Elektrolysespannungen, die sehr kurze Prozesszeiten zur Klärung bewirken, verursachen eine hohe Gasentwicklung, so dass die eingesetzte Elektrizitätsmenge nicht vollständig in chemisches Fällungsmaterial umgesetzt werden kann. Dadurch erhöhen sich die Kosten für die elektrische Arbeit überproportional [6].

### Literatur

Bücher sind mit • gekennzeichnet

- [1] Geyer, M.: Wasseraufbereitung bei Gemüsewaschmaschinen. Forschungsberichte des ATB, 1996/6
- [2] • Hartinger, L.: Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik für die metallverarbeitende Industrie. 2. Aufl., Carl Hanser Verlag, München Wien, 1991
- [3] Dohse, D.: Elektrolytisches Reinigen von Industrieabwasser. farbe + lack, 101 (1995), H. 3, S. 313-314
- [4] Beaujean, H.W.: Die Elektroflotation bei der Abwasserreinigung in der Papierindustrie. Vortrag anlässlich der Tagung „Depollution des eaux de papeteries“ vom 12.-14.11.1997 in Lamotte beuvron, Sonderdruck A.D.E.R., 1997
- [5] Hörber, G.: Mechanische Reinigungsverfahren zur Kreislaufführung von Abwässern, Reinigung von Gemüse und Kartoffeln. KTBL Arbeitspapier 257, KTBL Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1998
- [6] Geyer, S., B. Linke, M. Geyer und E. Pille: Labortechnische Entwicklung eines elektrochemischen Verfahrens zur oxidativen Reinigung von Waschwässern bei gleichzeitiger Frischwassereinsparung für das Kartoffel- und Wurzelgemüse verarbeitende Gewerbe, Bornimer Agrartechnische Berichte, 2000/5