

- » Die Bilanzierung und Reduzierung der produktionsintegrierten Wasser- und Stoffströme (Wastewater Mapping) ist vor dem Aufbau einer ZLD-Lösung immer vorzunehmen.
- » Eine Kreislaufführung kann bei der Erhaltung hoher Temperaturniveaus energetisch vorteilhaft sein. ZLD führt in der Regel zu einem erhöhten Energiebedarfverbrauch, kann aber energieeffizient sein, wenn eine Ableitung der Abwärme in den Vorfluter nicht möglich ist.
- » In der Konzeption ist eine energetische Bilanzierung zwingend vorzunehmen. Wie lässt sich ein produktionsintegrierter Ansatz mit konkreten Zielen bzw. Zielwerten belegen?
- » Wertmaßstäbe sind meist ökonomische Parameter auf der Produktionsseite, die mit zusätzlichen Zielen wie Wasserbedarf (m³/kg Produkt), Reststoffaufkommen (Abfallmenge/kg Produkt), max. Konzentrationen, Energiebedarf (kWh/kg Produkt) in Konkurrenz stehen.
- » Die zusätzlichen, häufig ökologisch/nachhaltig motivierten Ziele konkurrieren ebenfalls miteinander.
- » In der Praxis ist eine Zielstellung deshalb komplex aber notwendig.
- » Zukünftige Produktionserweiterungen oder neue Produktlinien müssen einbezogen werden.
- » Produktionsintegrierte Ansätze und/oder ZLD erfordern eine enge Abstimmung zwischen Produktions- und Wasserbehandlungsprozessen.

Folgende Fragen müssen beantwortet werden:

- » Welche unterschiedlichen Qualitätsanforderungen werden an das Prozess-/Kühlwasser gestellt oder können akzeptiert werden?
- » Lässt die bestehende Infrastruktur die Versorgung mit unterschiedlichen Qualitäten zu? Welche baulichen Maßnahmen sind zu berücksichtigen?
- » Ist die Einleitung behandelter Abwässer nach Umsetzung von Wassereffizienzmaßnahmen möglich? Hier müssen Aspekte berücksichtigt werden wie z.B.: Was ändert sich für Genehmigungen? Was sind die Auswirkungen geringerer Mengen und höherer Konzentrationen? Kommt es zu Hemmungen biologischer Prozesse? Bereiten einzelne Abwasserströme Probleme, z.B. fehlt eine Kohlenstoffquelle für die Denitrifikation?
- » Entstehen werthaltige Teilströme? Können beispielsweise hoch belastete organische Teilströme durch Methanisierung verwertet werden?

Prozessanforderungen

- » Edukte, (Zwischen-)Produkte und der Chemikalieneinsatz (Art, Mengen und Konzentrationen) sollten im Wassermanagement optimiert und die Frachten, die einer produktionsintegrierten Wasseraufbereitungs- und/oder einer ZLD-Anlage zugeführt werden, minimiert werden.

IMPRESSUM

Autoren

Dr. Angela Ante
 Dr. Helmut Bennemann
 Dr. Christoph Blöcher
 Dipl.-Ing. Peter Bolduan
 Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen
 Prof. Dr. Harald Horn
 Dr. Matthias Kozariszcuk
 Prof. Dr. Peter M. Kunz
 Dr. Johannes Leonhäuser
 Prof. Dr. Joachim M. Marzinkowski
 Dr. Volker Oles
 Prof. Dr. Stefan Panglisch
 Dr. Hans-Werner Rösler
 Dr. Ursula Schließmann
 Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers
 Prof. Dr. Ulrich Szewzyk
 Dr. Thomas Track
 Dr. Ingolf Voigt
 Dipl.-Ing. Hubert Wienands

SMS group GmbH, Hilchenbach
 Bayer Pharma AG, Bergkamen
 Currenta GmbH & Co. OHG, Leverkusen
 atech innovations gmbh, Gladbeck
 TU Berlin
 Karlsruher Institut für Technologie – KIT
 VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), Düsseldorf
 Hochschule Mannheim
 Bayer Technology Services GmbH, Leverkusen
 Bergische Universität Wuppertal
 EnviroChemie GmbH, Roßdorf
 Universität Duisburg-Essen
 CUT Membrane Technology GmbH, Erkrath
 Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik - IGB, Stuttgart
 CUTEC-Institut GmbH, Clausthal-Zellerfeld
 TU Berlin
 DECHEMA e.V., Frankfurt/Main
 Fraunhofer- Institut für Keramische Technologien und Systeme – IKTS, Hermsdorf
 Wehrle-Umwelt GmbH, Emmendingen

Herausgeber

ProcessNet-Fachgruppe „Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik“

Verantwortlich im Sinne des Presserechts

DECHEMA e.V.
 Dr. Thomas Track
 Theodor-Heuss-Allee 25
 60486 Frankfurt am Main

Erschienen im November 2015
 ISBN: 978-89746-178-9

© Bildcollage Titelseite: Bildteile v.l. © Project Photos, EnviroChemie GmbH, Christoph Fein/Essen 2006



Einordnung von Zero Liquid Discharge (ZLD) im industriellen Wassermanagement

Diskussionspapier der ProcessNet-Fachgruppe
 Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik

PROCESSNET
 EINE INITIATIVE VON DECHEMA UND VDI-GVC



Deutsche Gesellschaft
 für Membrantechnik



1 MOTIVATION

Im Positionspapier zu „Trends und Perspektiven in der industriellen Wassertechnik“ der ProcessNet-Fachgruppe PIWA (Prozessintegrierte Wasser- und Abwassertechnik) werden verschiedene Techniken der Abwasseraufbereitung bezüglich ihrer Fähigkeit diskutiert, eine Rolle bei den zukünftigen Anforderungen an die Wasserverfügbarkeit zu spielen. In Kurzdarstellungen zu einzelnen aktuellen Themen sollen Techniken, die im Fokus stehen, hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit

2 EINLEITUNG

Derzeit wird die Behandlung von industriellen Prozesswässern ohne die Ein- bzw. Ableitung von wasserhaltigen Stoffströmen in der internationalen Fachwelt breit diskutiert. Hierbei wird diesem als „ZLD“ (Zero Liquid Discharge) bezeichnetem Konzept als der vermeintlich weitgehendsten, technologisch ausgereiftesten und ökologisch wertvollsten Behandlung der höchste Rang zugesprochen.

3 ZLD DEFINITIONEN

Strikte Bedingungen

Es erfolgt eine vollständige Wassermengenreduzierung. Wasser verlässt die Systemgrenzen nur als Dampf. Feststoffe werden recycelt oder in trockener Form entnommen.

und Wirtschaftlichkeit unter derzeitigen und zukünftigen Rahmenbedingungen bewertet werden.

In diesem Papier erfolgt seitens der ProcessNet-Fachgruppe in Abstimmung mit dem DGMT-DME Ausschuss Wasser Zukunft (AWZ) die diesbezügliche Einordnung der ZLD-Technik (Zero Liquid Discharge).

Jedoch existiert keine saubere Abgrenzung zu anderen Verfahrensweisen, die ebenfalls Wasser weiter verwenden, auch hängt es von vielen Faktoren ab, ob ZLD im speziellen Einzelfall die beste aller Lösungen darstellt.

Eingeschränkte Bedingungen

Kein Abwasser verlässt das System: sehr wohl jedoch Schlämme, Salzlaken, Aerosole oder Wasser durch Versickerungen.

4 REALISIERUNG

Sinnvolle Voraussetzungen

- + Wenn die Infrastruktur nicht vorhanden, ungenügend oder unsicher ist (Wasserversorgung, Kläranlagenkapazität)
- + Wenn kein nutzbarer Vorfluter vorhanden ist
- + Um Unabhängigkeit von lokalen Gegebenheiten zu gewinnen
- + Wenn Abfallwärmequellen vorhanden sind
- + Wenn ein hoher Wertstoff- oder Energiegehalt im Abwasser vorhanden ist
- + In Gebieten mit hohem Wasserstress
- + Bei administrativen Vorgaben
- + Bei ökologischen Vorgaben
- + Bei Gefährdung des Grundwasserkörpers durch Versickerung

Vorbedingung: Das Stoffstrommanagement lässt keine ressourcen-schonendere Lösung zu und produktionsintegrierte Maßnahmen sind ausgeschöpft.

Nicht sinnvolle Voraussetzungen

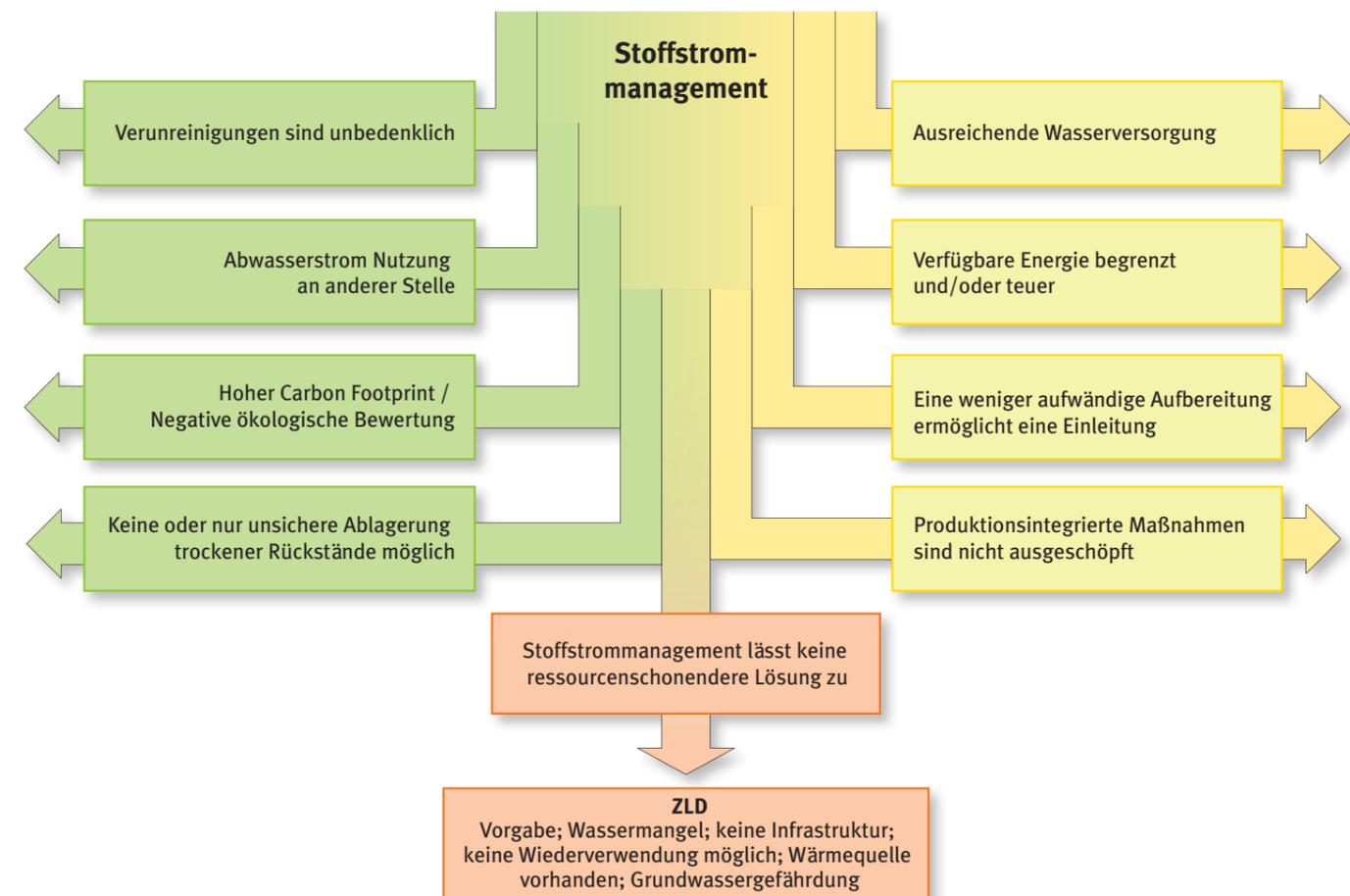
- Bei ausreichender Wasserversorgung
- Wenn verfügbare Energien begrenzt und/oder teuer sind
- Wenn eine weniger aufwändige Aufbereitung eine Einleitung ermöglicht
- Wenn produktionsintegrierte Maßnahmen noch nicht ausgeschöpft sind
- Bei unbedenklichen Verunreinigungen (ubiquitäre Salze in geringer Menge)
- Wenn der Abwasserstrom an anderer Stelle genutzt werden kann (z.B. zum Ausgleich des pH-Wertes; als H-Donator für Denitrifikation)
- Wenn ein hoher Carbon Footprint eine negative ökologische Bewertung bewirkt
- Wenn keine oder nur eine unsichere Ablagerung trockener Rückstände aus der ZLD-Technik möglich ist
- Wenn das aufbereitete Wasser aus ethischen Gründen nicht verwendet werden kann

Anmerkung: Betriebswirtschaftliche Gründe sind gelb hinterlegt, volkswirtschaftliche und ökologische Aspekte grün.

5 ENTSCHEIDUNGSPFADE

Die in der Abbildung dargestellten Entscheidungspfade verdeutlichen, dass ZLD nur dann sinnvoll ist, wenn eine Vielzahl von Randbedingungen erfüllt und das Stoffstrommanagement vollständig ausgeschöpft ist. Für die Entscheidungspfade lässt

sich die Untergliederung in betriebswirtschaftliche Gründe (gelb) sowie volkswirtschaftliche und ökologische Aspekte (grün) fortführen.



6 ÜBERLEGUNGEN FÜR DIE PRAXIS

Umweltschutzbezogene Betrachtung

Der ökologische Nutzen auch einer nur teilweisen Wassermengenreduzierung ist häufig überschaubar, wenn die Zielsetzung nur die Reduzierung der Wassermenge beinhaltet und schwierige, kostenintensiv zu entnehmende Stoffströme in dafür ungeeignete Entsorgungswege geleitet werden.

» Hier müssen eine Systembetrachtung vorgenommen und Wertschöpfungsketten berücksichtigt werden. Ebenso gilt es, die Auswirkungen auf die Indirekteinleitung zu betrachten und den Umgang mit Konzentraten zu berücksichtigen.

Wirtschaftliche Betrachtung

Bei der Konzepterstellung gilt es, mögliche zukünftige Kostensteigerungen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung, der Reststoffentsorgung und/oder des Wertschöpfungspotentials sowie der Energieversorgung mit einzubeziehen.

» In der Konzeption muss auf die Selektion relevanter Stoffgruppen geachtet und die Störstoffproblematik berücksichtigt werden

» Produktionsintegrierte Wassermanagement-Ansätze sind komplexer als ZLD, sie bieten aber ein höheres Effizienz-/Einsparpotential.