Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 93 (2001)

Heft: 1-2

Artikel: Rechenreinigungsmaschinen : neue Denkansätze, Entwicklungspotenziale

Autor: Meier, Jürg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939867

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Rechenreinigungsmaschinen – neue Denkansätze, Entwicklungspotenziale

■ *Jürg Meier*

1. Neue Technologien im Bereich der Reinigung von Kraftwerkseinläufen

Unser heutiges Umfeld zeichnet sich durch eine sich rasch wandelnde technologische, politische, wirtschaftliche und soziale Entwicklung aus. Neue Technologien werden laufend präsentiert. Die Anwendungsreife und Wirtschaftlichkeit ist aber nicht immer einfach und klar beurteilbar. Das heisst aber nicht, dass keine erfolgversprechenden Entwicklungspotenziale vorhanden wären, die mit Erfolg auf den Markt gebracht werden könnten. Insbesondere gilt dies, wenn sich mehrere Technologien ergänzen und sich Synergien ergeben.

Die Technologie der Rechenreinigung kann auf den ersten Blick als sehr einfach beurteilt werden. Die Schwierigkeit der maschinellen Rechenreinigung liegt darin, dass sie Teil eines komplexen Gesamtsystems ist mit einem Umfeld, das die Voraussetzungen für eine optimale Funktionsweise unter Umständen gar nicht gewährleistet. Der Rechen und damit auch die Rechenreinigungsanlage stellt aber das optimale Funktionieren der nachfolgenden kostspieligen Einrichtungen der Wasserführung und Energieumwandlung sicher.

Rechenreinigungsanlagen als Teil von Wasserkraftwerksanlagen oder Kanalisationen sollen heute nicht als Hightech-Installationen realisiert werden, sondern zu nachhaltigen Lösungen führen. Dieser moderne Denkansatz zeichnet sich durch hohe wirtschaftliche, ökologische und soziale Qualitäten aus.

Nachhaltige Technologie für Rechenreinigungsanlagen

Wirtschaftlichkeit:

- Einlauf Flusskraftwerk: hoher Wirkungsgrad der Energieumwandlung bei tiefen Gestehungskosten, d.h. möglichst kleine Rechenverluste durch besten Reinigungseffekt
- Gebirgsbachfassung: hohe Betriebssicherheit bei tiefen Personalkosten, d.h. hohe Zuverlässigkeit im fernüberwachten Automatikbetrieb

Ökologie:

- Landschaftsschutz: z.B. Maschine unauffällig, attraktiv gestaltet (Design)
- Schutz von Flora und Fauna: z.B. tiefe Fischmortalität
- Erhaltung von Lebensraum: z.B. Weitergabe von biologischem Geschwemmsel

Soziale Akzeptanz:

- Gesetzgebung: Produktehaftung, Maschinensicherheit, Normung
- Zuverlässigkeit: Verfügbarkeit in allen Situationen
- Bedienung: Komfort, Schutz, Sicherheit

Neue Technologien im Sinne neuer Denkansätze sind bei der Projektierung von Anlagen anzuwenden und werden auch erfolgreich sein.

Denkansatz 1: Abführung von Hochwasser-Geschwemmsel durch Abschwemmen

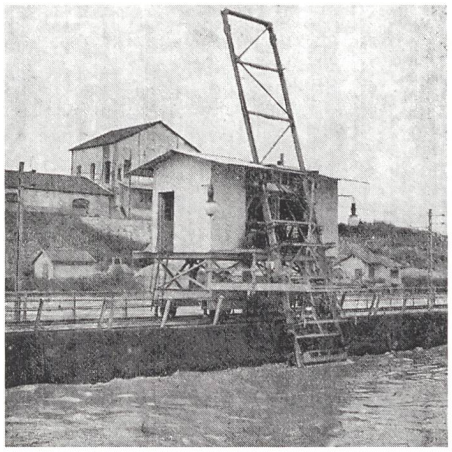
- Schwemmwasser normalerweise bei Hochwasser vorhanden
- Geschwemmselteppiche sind direkt von einem kombinierten maschinellen System nicht sinnvoll bewältigbar (Überlastsituation)
- Voraussetzung:
  - wasserbauliche Anlagen entsprechend konzipiert
  - maschinelle Ausrüstung (Stahlwasserbau, RRM) vorhanden

Denkansatz 2: Rückspülung von Einlaufrechen zusammen mit Entsanderanlage in Wasserfassungen

Denkansatz 3: Geschwemmselabspülung mit Dotierwasser

Diese sanften «Technologien» bedingen aber klare Konzepte, eine gesamtheitliche Projektierung und abgestimmte Realisierungen. Insbesondere Umbauten stellen hier besondere Anforderungen.

Heute sind Software Tools für den Einsatz auf dem PC immer wirtschaftlicher einsetzbar: 3-D CAD, CAE (Strömungsberechnung, FEM), Simulationsprogramme, Visualisierungen. Die Hochschule Rapperswil setzt diese Instrumente ein und lässt sie, wenn nötig, im eigenen Wasserbaulabor verifizieren und optimieren.



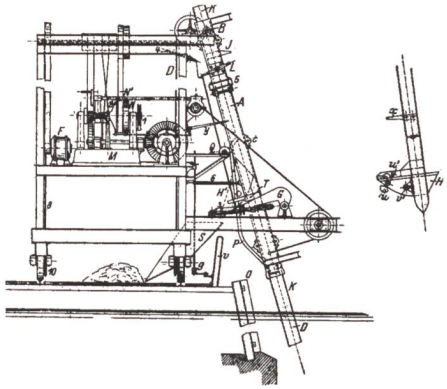


Bild 1. Rechenreinigungsmaschine Chèvres (Genf), Stand 1910. (Aus: A. Ludin, Die Wasserkräfte, 1913)

2. Erfahrungen

Der Betrieb von Wasserkraftanlagen steht heute unter grossem Kostendruck: Betriebskosten und Personalkosten müssen gesenkt werden:

- Abgelegene Wasserfassungen müssen automatisch, d.h. unbemannt, mit möglichst kleinem, planbarem Wartungseinsatz durchgehend betrieben werden können.
- Grosse Rechen in Flusskraftwerken müssen möglichst lange im automatischen Betrieb kleine Rechenverluste aufweisen. Interventionen bei Grossanfall von Geschwemmsel müssen effizient mit wenig und sicherem Personaleinsatz durchgeführt werden können.

Bei der Entwicklung von Turbinen, insbesondere beim Up-rating bestehender Anlagen, wird mit grossem Aufwand (CFD, Modellversuche) um Zehntelprozente Wirkungsgradverbesserung gerungen. Rechen-

Bild 2. Grosse Rechenverluste durch Verstopfung an den Quertraversen.

verluste von 5 cm entsprechen zum Beispiel bei einer mittleren Fallhöhe von 5 m bereits 1% Produktionsausfall! Daraus folgt, dass tiefe Rechenverluste ein wesentlicher Faktor beim Erfolg eines Up-ratings sind.

Rechen werden heute mit wesentlich grösseren Strömungsgeschwindigkeiten betrieben. Gründe sind:

- Leistungserhöhung bei Umbauten ist nicht nur über den Wirkungsgrad, sondern auch durch Durchflusserhöhung zu erreichen.
- Kleinere Einlaufquerschnitte aus Kostengründen (tiefere Baukosten).
- Kleinere Rechenteilungen.

Auch andere Gründe führen zu höheren Strömungsgeschwindigkeiten:

- Hydraulische Probleme: Schräganströmung, Wirbelbildung, Konzentration von Geschwemmsel, Sandablagerungen.

Höhere Strömungsgeschwindigkeiten, insbesondere bei kleiner Rechenstabteilung führen zu massiv erhöhter Schwingungsbelastung mit einer grösseren Anzahl von Traversen mit komplizierten Anschluss- und Verbindungskonstruktionen. Das Zusammenspiel von Reiniger und Rechen für eine optimale Reinigung wird schwieriger.

Rechenreinigungsmaschinen sind Einzelkonstruktionen, die in komplexe Anlagenverhältnisse eingeplant werden. Moderne Steuerungstechnologien setzen dabei praktisch keine Grenzen mehr, auch kostenmässig nicht. Probleme treten aber bei den Fühlern der Steuerung, der Sensorik, auf. Messaufnehmer und Schalter sind mit der benötigten und an und für sich verfügbaren Technologie für den Freiluftbetrieb nicht immer betriebssicher genug.

Die Projektierung einer Rechenreinigungsanlage stellt hohe Ansprüche. Ein Gesamtkonzept über die betrieblichen Abläufe und Randbedingungen ist notwendig, damit der Hersteller von Maschine und Rechen eine nachhaltige Lösung realisieren kann.

Eine Rechenreinigungsmaschine kann extrem einfach und betriebssicher konzipiert werden oder kann unterschiedliche Zusatzaufgaben erfüllen:

- Zusatzausrüstung Rechenreinigung: Geschwemmselrechen, Eisgang
- Zusatzausrüstung Geschwemmselabfuhr: Container, Grobgeschwemmsel, Entwässerung, Transport
- Behandlung von Geschwemmsel: Zerkleinerung, Sortierung Natur – Zivilisationsabfall
- Zusatzausrüstung Projekt: Dammbalkenkran, Kran, Bootumsetzung.

Es gibt Rechenreinigungsanlagen, auch neuere, die aus verschiedenen Gründen heutigen Ansprüchen nicht mehr genügen würden. Gründe dafür sind die Maschinensicherheit auf Grund der neueren Gesetzgebung (Maschinenrichtlinie, Produktehaftung) und der technologische Stand der Gesamtanlage.

3. Stand der Technik

Die wenigen renommierten Hersteller bieten Anlagen an, die durchaus dem Stand der Technik entsprechen.

Rechenreinigungsanlagen werden in einem Umfeld konzipiert, in dem schon früh ökologische Gesichtspunkte diskutiert wurden.

In Rechenreinigungsmaschinen liegt es nahe, Hydraulikkomponenten insbesondere aus der Mobilhydraulik mit Computersteuerungen (SPS, PC) zu kombinieren. Die entsprechenden Schnittstellenprobleme wurden dadurch eigentlich recht früh angegangen.

Entscheidend für eine Rechenreinigungsmaschine ist das optimale Entfernen von Geschwemmsel aus dem Rechen. Dies geschieht mit einem Reiniger, der diese Funktion optimal zu erfüllen vermag. Wie dieser Reiniger bewegt wird, wirkt sich auf die eigentliche Maschine aus, primär aber nicht auf die Hauptfunktion «Rechenreinigen». Der Antrieb des Reinigers elektromechanisch oder hydraulisch, mit einem Hubwerk (Seiltrieb, Kette) oder mit einem Hebel- oder Teleskopmechanismus wurde schon immer diskutiert und mit mehr oder weniger nachhaltigem Erfolg auch realisiert.

Die Rechenreinigung ist kein Hightech-Problem. Die Schwierigkeit liegt im Konzipieren einer Anlage, die auch unter extremen, nicht quantifizierbaren Bedingungen funktioniert. Eine gute Rechenreinigungsmaschine wie auch die Gesamtanlage, in der sie arbeitet, ist gekennzeichnet durch das zuverlässige Zusammenspiel von meist einfachen Komponenten unter widrigen Umständen.

Bild 3. Gesamtanlage Rechenreinigung mit anspruchsvollen Zusatzanforderungen.

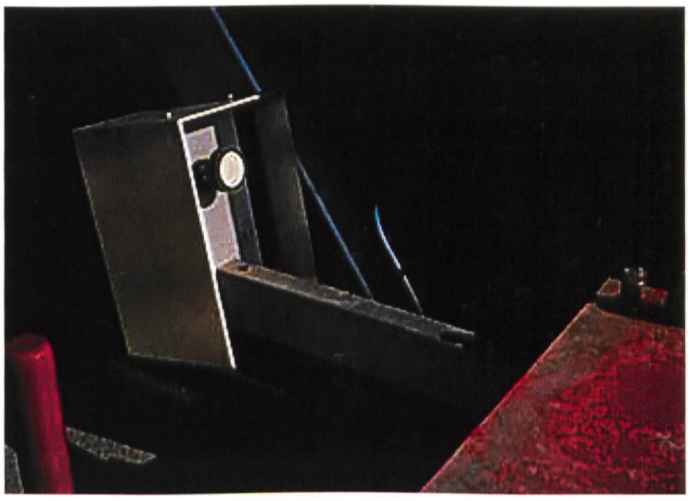


Bild 4. Erfassung von überlangem Geschwemmsel.

Das bedeutet, dass sowohl Planer und Hersteller erfahrene Spezialisten sein müssen als auch der Betreiber sich entsprechend ausbilden muss.

4. Entwicklungspotenziale und neue Technologien

Das Ziel für die Weiterentwicklung und den Einsatz von neuen Technologien muss sein:

- Minimierung der Rechenverluste
- Kostensenkung (Geschwemmselentsorgung, Personal)
- Nachhaltigkeit.

Als entscheidendste Komponente muss die *Reinigerfunktion* laufend weiterentwickelt werden. Ziele sind:

- Minimierung der Rechenverluste
- Minimierung des Rechenverschleisses.

a) Durch Einsatz moderner 3-D-CAD-Systeme können die Geometriedaten und die Kinematik des Reinigerbalkens optimiert werden. Gleichzeitig erfolgt die Optimierung des Zusammenspiels mit dem Rechenstabprofil. Ebenfalls kann die Konstruktion der Rechenfelder mit Anordnung und Ausführung der Quertraversen und Verschraubungen noch verbessert werden.

b) Die Funktionalität des Reinigers kann mit programmierbaren Steuerungen besser unterstützt werden. Die Einbindung in die ganze Anlage kann entscheidende Vorteile bringen.

Kostensenkungen können durch verbesserte Prozessabläufe und Automatisierung erreicht werden. Zu unterscheiden sind hier:

- Kleinanlagen, die abgelegen liegen (Wasserfassungen), oder Kraftwerke, die ohne Personal vor Ort betrieben werden. Fernüberwachung und -steuerung, Weiterbetrieb nach Störungen ohne Ausfall sind Anforderungen;
- Grossanlagen mit hohen Spitzen an Geschwemmselanfall (Flusskraftwerke) mit verschiedenen Zusatzfunktionen.

a) Als neue Technologie muss für beide Anforderungen die BUS-Technologie eingesetzt werden. Dies bedingt einen Philosophiewechsel in der Konzeption der Steuerungen. Dafür resultieren markante Vorteile und neue Möglichkeiten:
   - Sicherheit durch Selbstüberwachung und einfache Installation
   - sichere Übertragung von grossen Datenmengen über verschiedene Medien
   - dezentrale Steuerungen (PC)
   - redundante Steuerungsfunktionen ohne doppelte Hardware
   - geringer Installationsaufwand
   - günstige Wartung, günstige Störungsbehebung durch Auswechseln von kleinen Modulen
   - Einbindung von umfangreicher Sensorik
   - günstige Investitions- und Betriebskosten
   - einfache Programmierung: Störungsbewältigung, unterstützter Handbetrieb, Zustandsüberwachung, Ferndiagnose.

b) Die Sensortechnologie wird laufend weiterentwickelt und kann damit auch als neue Technologie bezeichnet werden. Scannertechnologie wird uns erlauben, Sicherheitsprobleme zu lösen und ist ein vielversprechender Ansatz für die schwierige Erfassung von Geschwemmsel in Behältern und auf Fördermitteln. Fortschritte in der Elektronik, programmierbare Auswertungen und die Schnittstelle zur Kommunikation über BUS mit dezentralen Steuerungen werden die Sensorik für Rechenreinigungsmaschinen zuverlässig machen.

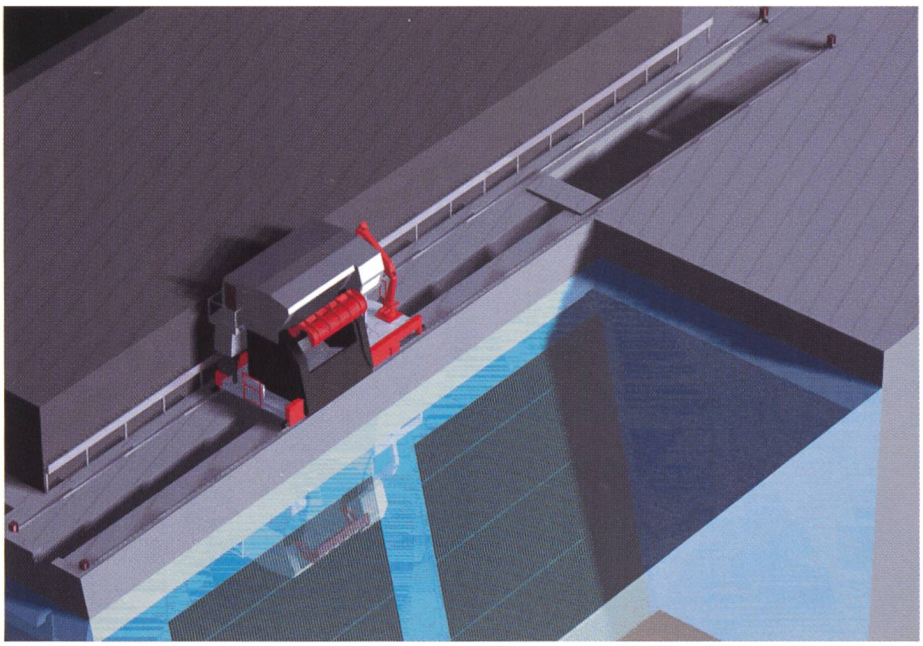


Bild 5. Projektierung, Design, Steuerung, Bedienung, Betrieb, Überwachung computerunterstützt, Stand 2000.

Für die *nachhaltige* Realisierung von Rechenreinigungsanlagen im heutigen technisch-sozialen Umfeld stehen neue, endlich auch einigermassen klare Instrumente zur Verfügung. Vom Gesetzgeber auch in der Schweiz vorgegeben gilt EU-Recht. Bezüglich Produktehaftung und Maschinensicherheit sind die grundlegenden Anforderungen klar. Zur Erfüllung der Anforderungen empfiehlt es sich, auf der Maschinenrichtlinie 98/37/EG (1998) und damit auf den Normengrundlagen nach Eurocode 3 (1992), DIN 18800 (1990) oder SIA 160/161 (1989) zu basieren. Mit der neuen DIN 19704, Stahlwasserbau, von 1998 steht eine aktuelle Fachnorm in einem nahe verwandten Gebiet zur Verfügung.

Für Rechenreinigungsmaschinen besteht somit der Bedarf zur Ausarbeitung von spezifischen ergänzenden Ausführungs- und Dimensionierungsrichtlinien zu DIN 19704 als Grundlage für Ausschreibung, Konzipierung und Abnahme.

Für die Projektierung von gesamten Rechenreinigungsanlagen würde damit ein Verfahren vorliegen, dass für den Planer, Hersteller und Betreiber übergreifend einsetzbar ist und die Verantwortlichkeiten aller Partner klar festlegt.

Damit wird Gewähr gegeben sein, dass auch Rechenreinigungsanlagen nach klaren, vorgegebenen Richtlinien für alle Parteien erfolgreich realisiert werden können. Das Erstellen von Nutzungsplänen, Sicherheitsplänen und entsprechenden Anlagen- und Maschinendokumenten wird Standard werden müssen. Neben dem Nachweis der Tragsicherheit wird der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in einem frühen Projektstadium Klarheit über das Leistungsvermögen der Anlage bringen.

5. Schlussfolgerungen

Rechenanlagen und Rechenreinigungsmaschinen:

- bieten ein grosses Potenzial bei Up-ratings und Modernisationen;
- werden tendenziell eher vernachlässigt;
- kreative Planungsarbeit mit unkonventionellen Konzepten kann sehr erfolgreich sein.

Adresse des Verfassers
Prof. *Jürg Meier,* Hochschule Rapperswil HSR, Anlagen- und Systemtechnik, Postfach 1475, CH-8640 Rapperswil.