

FUNKTIONSSICHERHEIT VON ARA

EIN VSA-LEITFADEN FÜR PLANUNG UND BAU

Abwasserreinigungsanlagen sollen auch bei Abweichungen vom Normalbetrieb ihre Reinigungsleistung aufrechterhalten, um die Gewässer zu schützen. Was aber eine Abweichung vom Normalbetrieb ist und welche möglichen Eingriffe und Massnahmen bei solchen ausserordentlichen Ereignissen bereits bei der Planung und dem Bau von Anlagen berücksichtigt werden können, bearbeitet ein Projektteam des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) im Projekt «Funktionssicherheit ARA».

Richard Haueter; Daniel Rensch, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)*

Erich Hungerbühler, Hunziker Betatech AG; Martin Zeindler, BGG Engineering AG; Udo Minneker, Chestonag Automation AG

RÉSUMÉ

SÉCURITÉ DE FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION – UN GUIDE DU VSA POUR LA PLANIFICATION ET LA CONSTRUCTION

La Suisse dispose de stations d'épuration des eaux usées (STEP) intégrant des technologies d'installation de qualité qui sont à même de respecter les exigences en matière d'eaux usées épurées lors de l'exploitation quotidienne. Mais les STEP sont-elles toujours capables de réaliser les opérations d'épuration demandées lorsqu'une rupture de chaîne entraîne une panne du pont racleur du bassin clarificateur? Quelles prestations sont exigées lorsque de tels événements exceptionnels se présentent? Quelles mesures sont appropriées et économiquement supportables? Quels éléments peuvent et doivent être pris en compte dès la planification et la construction des installations? Un groupe de travail du VSA a planché sur ces questions dans le cadre du projet «Sécurité de fonctionnement d'une station d'épuration». Le guide qui en résulte s'adresse aux exploitants et propriétaires de STEP ainsi qu'aux planificateurs et aux autorités d'exécution.

La phase d'élaboration a permis de montrer que la norme SN EN 12255 répondait déjà à une partie des questions ci-dessus, mais qu'elle était peu connue en Suisse. Cette norme comprend des prescriptions de base sur la réalisation des installations et spécifie des prescriptions générales pour les structures et l'équipement relatifs aux STEP pour plus de 50 EH (voir *fig. 1*). Le guide du VSA

HINTERGRUND

Die Schweiz verfügt über einen nahezu flächendeckenden Ausbau von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) mit guter Anlagentechnik. Die Anforderungen an die Einleitung von kommunalem Abwasser in Gewässer entsprechend Anhang 3.1 der Gewässerschutzverordnung (GSchV), die für den Normalbetrieb der Anlage gelten, können mehrheitlich eingehalten werden. Erbringen die ARA aber die geforderte Reinigungsleistung auch, wenn beispielsweise durch einen Kettenriss der Nachklärbeckenräumer nicht mehr läuft? Was muss bei einem solchen ausserordentlichen Ereignis auf einer ARA weiterhin funktionieren?

Der Grossteil der ARA in der Schweiz wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gebaut. Damals standen den Ingenieuren sehr wenige Grundlagen und Normen für den Bau und Betrieb der ARA zur Verfügung. Entsprechend hoch ist die Vielfalt der Anlagenausführungen, mit all ihren Vor- und Nachteilen. Dies gilt auch im Hinblick zur Bewältigung von ausserordentlichen Ereignissen. Entsprechend ergebnisoffen fordert Art. 16 GSchV: «Die Inhaber von Abwasserreinigungsanlagen, die Abwasser in ein Gewässer einleiten, müssen zur Verminderung des Risikos einer Gewässerverunreinigung durch ausserordentliche Ereignisse die geeigneten und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen treffen.»

* Kontakt: richard.haueter@bd.zh.ch

Bei der ersten ARA-Generation war der Betreiberalltag darauf fixiert, dass die Anlagen ihre Funktionen bei Normalbetrieb möglichst aufrechterhalten können. Dies ist nun bei der 2. und 3. Generation grösstenteils eine Selbstverständlichkeit. Entsprechend rückt das Leistungsvermögen der ARA bei ausserordentlichen Ereignissen immer mehr in den Fokus. Was wird vom ARA-Betrieb bei Ereignissen wie Wartungsarbeiten, grösseren Umbauten, aber auch bei Störungen wie Aggregatsausfällen oder stromlosem Betrieb erwartet? Welche Massnahmen sind hier «geeignet und wirtschaftlich tragbar»? Und welche vorsorglichen Massnahmen können, nebst dem situativen Eingriff beim entsprechenden Ereignis, bereits bei der Planung und dem Bau von Anlagen berücksichtigt werden? Diese Fragestellung bearbeitet aktuell ein Projektteam des VSA.

GRUNDLAGEN

Im Sinne eines fachgerechten ARA-Betriebs sollen so wenig gewässerverunreinigende Stoffe wie möglich in die Gewässer eingeleitet werden. Dies bedingt, die Reinigungsprozesse laufend zu optimieren, aber auch den Betrieb der ARA bei ausserordentlichen Ereignissen gesetzeskonform aufrechtzuerhalten [1].

Der Begriff «Ausserordentliche Ereignisse» bezeichnet Vorfälle, die zu einer Abweichung vom Normalbetrieb einer ARA führen können. Dazu zählen Vorfälle im Einzugsgebiet, die die Abwasserzusammensetzung negativ verändern und damit den Betrieb der ARA beeinträchtigen. Aber auch geplante und ungeplante Ereignisse auf der ARA selbst, die zur Folge haben, dass die Anforderungen an den Betrieb der ARA nicht eingehalten werden [1]. Dazu zählen grössere Revisionen und Ausserbetriebnahmen von wesentlichen Anlagenteilen (ausserordentliche Ereignisse müssen der Vollzugsbehörde gemeldet werden).

Von grosser Bedeutung sind dabei vorsorgliche Massnahmen, die ausserordentliche Ereignisse vollständig verhindern bzw. deren Auswirkungen minimieren können. Der Betreiber erhält damit Möglichkeiten, schnell auf eine Situation zu reagieren und sich damit Zeit und Überblick zu verschaffen. Dabei wird zwischen baulichen und organisatorischen Massnahmen unterschieden [1]. Für die Erarbeitung des VSA-Leitfadens stan-

den bauliche Massnahmen im Vordergrund:

- redundante Auslegung von relevanten Anlagenteilen
- Eingriffsmöglichkeiten bei ausserordentlichen Ereignissen
- Umsetzung der verfahrenstechnischen Anforderungen in der EMSRL-Technik

Was soll eine ARA aber bei solchen Ereignissen noch leisten?

DIE NORM SN EN 12255

Die Europäischen Normen der Reihe EN 12255 «Wastewater treatment plants» bestehen aus fünfzehn Normen. Diese haben auch in der Schweiz Gültigkeit (SN EN 12255). Sie enthalten allgemeine Baugrundsätze für Bauwerke und die technischen Ausrüstungen von ARA für mehr als 50 Einwohnerwerte (EW). *Tabelle 1* zeigt den Inhalt des Normenwerks.

In Teil 1 «Allgemeine Baugrundsätze» und Teil 11 «Erforderliche allgemeine Angaben» sind Anforderungen an die Planungsphase formuliert. Im Vordergrund steht auch hier eine hohe Funktionssicherheit der Anlage, um Gefahren und Auswirkungen von Betriebsstörungen

zu begrenzen. Dabei werden Themen wie die Mindestanzahl paralleler Einheiten, Umgehungen, die Erfordernis von Reserveaggregaten oder Anforderungen an die EMSRL-Technik erwähnt. Der VSA-Leitfaden fasst die wichtigsten Punkte der Normen praxisgerecht zusammen.

Seitens Projektteam wurden darüber hinaus weitere Anforderungen formuliert, die bei der Planung als Rahmenbedingungen genutzt werden können. So gibt der VSA-Leitfaden zusätzliche Empfehlungen, welche Anforderungen an das gereinigte Abwasser bei ausserordentlichen Ereignissen noch gelten und welche Abwassermenge in der mechanischen und in der biologischen Reinigungsstufe bei geplanten Ausserbetriebnahmen von Anlagenteilen behandelt werden soll.

LEITFADEN ALS PLANUNGSHILFE

Schwerpunkte des VSA-Leitfadens sind die Formulierung von Rahmenbedingungen und Empfehlungen für die Planung und den Bau von Anlagen. Ausgehend von diesen kann der ARA-Betreiber die möglichen Massnahmen zur Verbesserung der Funktionssicherheit auswählen und

Nummer	Jahr	Titel
VSA-16 SN EN 12255-1	2002	Kläranlagen – Teil 1: Allgemeine Baugrundsätze
VSA-18 SN EN 12255-3	2000	Kläranlagen – Teil 3: Abwasservorreinigung
VSA-19 SN EN 12255-4	2002	Kläranlagen – Teil 4: Vorklärung
VSA-20 SN EN 12255-5	1999	Kläranlagen – Teil 5: Abwasserbehandlung in Teichen
VSA-21 SN EN 12255-6	2002	Kläranlagen – Teil 6: Belebungsbecken
VSA-22 SN EN 12255-7	2002	Kläranlagen – Teil 7: Biofilmreaktoren
VSA-23 SN EN 12255-8	2001	Kläranlagen – Teil 8: Schlammbehandlung und -lagerung
VSA-24 SN EN 12255-10	2000	Kläranlagen – Teil 10: Sicherheitstechnische Baugrundsätze
VSA-25 SN EN 12255-11	2001	Kläranlagen – Teil 11: Erforderliche allgemeine Angaben
VSA-26 SN EN 12255-9	2002	Kläranlagen – Teil 9: Geruchsminderung und Belüftung
VSA-27 SN EN 12255-13	2002	Kläranlagen – Teil 13: Chemische Behandlung – Abwasserbehandlung durch Fällung/Flockung
VSA-36 SN EN 12255-12	2003	Kläranlagen – Teil 12: Steuerung und Automation
VSA-37 SN EN 12255-14	2003	Kläranlagen – Teil 14: Desinfektion
VSA-38 SN EN 12255-15	2003	Kläranlagen – Teil 15: Messung der Sauerstoffzufuhr in Reinwasser
VSA-39 SN EN 12255-16	2005	Kläranlagen – Teil 16: Abwasserfiltration

Tab. 1 Inhalt Normenwerk SN EN 12255

REDUNDANZKONZEPT

Die Erarbeitung eines Redundanzkonzeptes trägt massgeblich zur Funktionssicherheit einer Anlage bei und schafft Betriebssicherheit. Sei es für geplante Ereignisse wie Revisionen von Aggregaten und Ausserbetriebnahme von relevanten Anlagenteilen oder zur Bewältigung von ungeplanten Ereignissen.

Als Rahmenbedingungen für das Redundanzkonzept sind im VSA-Leitfaden Empfehlungen zur behandelnden Abwassermenge und der Reinigungsleistung formuliert. In Abhängigkeit der ARA-Grösse wird pro Verfahrensstufe die minimale Anzahl Aggregate und Anlagenteile aufgeführt. Auswirkungen der verfahrenstechnischen Anforderungen auf die EMSRL-Technik werden beschrieben.

auf seine ARA adaptieren. Für die Vollzugsbehörden ergibt sich eine einheitlichere Basis zur Bewilligung von Bauprojekten. Von einer höheren Funktionssicherheit während der Betriebsphase der Anlage profitiert der ARA-Betreiber und schlussendlich auch das Gewässer.

Die aufgeführten Empfehlungen basieren allesamt auf Ansätzen, die sich in der praktischen Anwendung etabliert haben. Im Rahmen der Erarbeitung wurden ARA-Betreiber und -Planer sowie Vollzugsbehörden angefragt, wie sie mit ausserordentlichen Ereignissen auf den ARA umgehen und welche Vorgehensweisen sich bewährt haben. Die Ergebnisse der Umfragen wurden mit den Vorgaben der SN EN 12255 verglichen und die Erkenntnisse daraus im Projektteam diskutiert. Grossen Diskussionsbedarf gab es einerseits bei den erforderlichen Reinigungskapazitäten und -leistungen während ausserordentlicher Ereignisse und andererseits bei der Berücksichtigung von langanhaltenden Stromausfällen und den entsprechenden Massnahmen. Für beide Themen konnten pragmatische Lösungen gefunden werden. Zudem müssen auch Elektro-, Mess-, Steuerungs-, Regel- und Leittechnik (EMSRL-Technik) gebührend berücksichtigt werden. Eine hohe Verfügbarkeit dieser Elemente trägt massgeblich zu einem funktionstüchtigen Zustand einer Anlage bei.

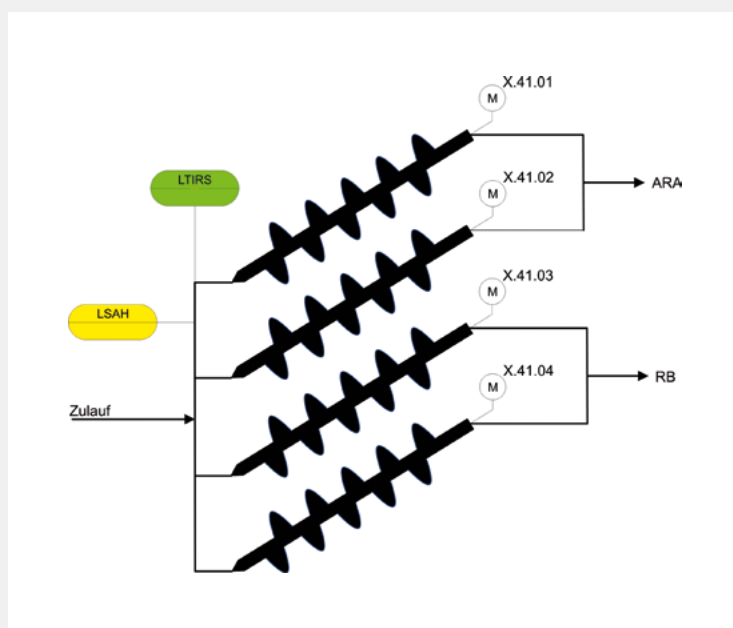


Fig. 1 Redundante Messtechnik bei relevanten Anlagenteilen

Der VSA-Leitfaden bezieht sich ausschliesslich auf die Belange der ARA. Eine Mitberücksichtigung von Massnahmen im Einzugsgebiet, wie beispielweise gezielter Abwasserrückhalt im Kanalsystem oder bei Betrieben, erfolgt nur für die Fragestellung «Auswirkungen eines Stromausfalles auf die Gewässer». Nicht berücksichtigt werden sicherheitsrelevante Themen wie Personen-, Brand- und Explosionsschutz, Cybersicherheit, Hochwasserschutz, Notfall- bzw. Interventionskonzepte der Feuerwehr. Bei vielen dieser Themen gibt es bereits einschlägige Leitfäden und Empfehlungen.

REDUNDANZKONZEPT ALS WICHTIGES INSTRUMENT

Bei der Erarbeitung hat sich sehr schnell gezeigt: Wenn in der Planungsphase keine Überlegungen zur Funktionssicherheit der Anlage angestellt werden, so stellt ein Betriebsausfall oder eine Ausserbetriebnahme den Betreiber vor sehr grosse Herausforderungen. Zur Bearbeitung der für die Funktionssicherheit relevanten Themen wird im VSA-Leitfaden die Erarbeitung eines Redundanzkonzeptes empfohlen (s. Box).

Das Redundanzkonzept liefert Antworten auf betriebliche Fragestellungen wie:

- nutzbare Volumen zur Zwischenstapelung
- Redundanz von Aggregaten und Anlagenteilen
- Vorkehrungen bei Ausfall von Aggregaten und Anlagenteilen (mechanisch und elektrisch)
- Sicherstellung des geforderten hydraulischen Durchsatzes
- Sicherstellung der Reinigungsleistung bei ausserordentlichen Ereignissen
- Möglichkeiten und Grenzen des Anlagenbetriebs

Ein zweckmässiges Redundanzkonzept schafft Sicherheit, sind doch die darin erarbeiteten Lösungsansätze sowohl für geplante Ereignisse als auch zur Bewältigung von ungeplanten Ereignissen hilfreich. Damit kann der Betreiber schnell auf die geeigneten oder möglichen Massnahmen in einer solchen Situation zugreifen.

Im Planungsstadium der Verfahrensauslegung ist frühzeitig das zukünftige Steuerungs- und Automatisierungssystem zu berücksichtigen. Die Anforderungen an die Systemverfügbarkeit und den Betrieb bei ausserordentlichen Ereignissen, wie Ausserbetriebnahme von Aggregaten und Anlagenteilen, müssen unbedingt in das verfahrenstechnische Redundanzkonzept integriert werden. Nur damit besteht Funktionssicherheit auch bezüglich EMSRL-Technik. Beispielhaft aufgeführt ist dazu in *Figur 1* eine redundante Messtechnik beim Hebewerk.

Schliesslich sind Notbedienungen, welche den Betrieb unabhängig vom Steuerungssystem gewährleisten, unabdingbar. Dies kann das Bedienen einzelner Aggregate wie eine Hebeschnecke oder einer ganzen Gebläsestation umfassen. Das Redundanzkonzept gibt auch dazu Auskunft.

BEST PRACTICE ALS RICHTSCHRIN

Heute verfügen ARA unabhängig von Grösse und Reinigungssystem über eine individuelle Anzahl von Aggregaten bzw. Anlagenteilen. Dementsprechend unterschiedlich sind die Reaktionsmöglichkeiten des jeweiligen Betreibers auf ausserordentliche Ereignisse – und die daraus resultierende Leistung der Anlage. Im VSA-Leitfaden werden, aufgeteilt nach Verfahrensstufen und Anlagengrösse (EW), Mindestanzahlen an Aggregaten und Anlagenteilen empfohlen. Systembedingte Eigen-

schaften, wie solche von Festbetтанlagen (Biofilmreaktoren), werden bestmöglich berücksichtigt.

In Kombination mit dem Redundanzkonzept resultieren daraus Anlagen, welche über die entsprechenden Reserven und Möglichkeiten verfügen und damit möglichst optimal die Anforderungen an die Reinigungskapazität und -leistung erbringen – auch bei ausserordentlichen Ereignissen.

SONDERFALL STROMAUSFALL

Die bisher aufgeführten Überlegungen und vorgesehenen Massnahmen erfordern praktisch immer eine Stromversorgung. Was, wenn diese aber nicht gegeben ist?

Vollzugshilfe [1] und Normenwerk weisen darauf hin, dass bei einer Unterbrechung der Stromversorgung verhältnismässige Massnahmen für den Weiterbetrieb vorzusehen sind. Unabhängig von der Ursache des Stromausfalls lässt sich mit einer stromlos betriebenen Abwasserspeicherung vor oder auf der ARA eine Einleitung von ungereinigtem Abwasser in das Gewässer für einen bestimmaren Zeitraum verhindern. Der VSA-Leitfaden empfiehlt deshalb, die Möglichkeiten einer solchen Abwasserspeicherung im Kanalnetz und bei der ARA zu analysieren. Anhand des Speichervolumens im Kanalnetz, auf der ARA und der teilweisen Nutzung von Volumen in der biologischen Reinigungsstufe kann die vorhandene Speicherdauer bei Trockenwetter abgeschätzt werden. Ist diese zu gering, um eine Verunreinigung der Gewässer und deren Auswirkungen zu verhindern, muss ein Teilbetrieb der biologischen Reinigungsstufe in Betracht gezogen werden. Der VSA-Leitfaden enthält eine Empfehlung für die Speicherdauer von Abwasser bei

DANKSAGUNG

Ein grosser Dank für die Mitarbeit im VSA-Projektteam «Funktionssicherheit von ARA» geht an *Erwin Greter*, Prolewa Elektro-Engineering AG, *Roman Kern*, ARA Fehraltorf-Rusikon, *Udo Minneker*, Chestonag Automation AG, *Martin Moos*, ARA Bachwis-Fällanden, *Thomas Morgenthaler*, Pöry Schweiz AG, *Daniel Rensch*, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, *Michael Stampfli*, Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau, und *Jan Suter*, Hunziker Betatech AG (in alphabetischer Reihenfolge), sowie *Erich Hungerbühler*, Hunziker Betatech AG, und *Martin Zeindler*, BGG Engineering AG, die im Auftrag des VSA den Leitfaden erarbeiten.

einem Stromausfall. Diese Erkenntnisse sind Grundlagen für die Konzepterarbeitung zur Ersatzstromversorgung.

AUSBLICK

Der VSA-Leitfaden «Funktionssicherheit von ARA» gibt praxistaugliche Empfehlungen für die Planung und den Bau von Anlagen und richtet sich an ARA-Betreiber und -Inhaber sowie Planer und Vollzugsbehörden. Mit Umsetzung der formulierten Empfehlungen werden Diskussionen zu wirtschaftlich tragbaren Massnahmen bei ausserordentlichen Ereignissen fachlich fundiert belegt. Einzelne Lösungsansätze erscheinen auf den ersten Blick als sehr

teuer. Hier empfiehlt sich ein Jahreskostenvergleich. Die Mehrkosten für die Massnahme zur Funktionssicherheit können in Relation zu den durchschnittlichen Jahreskosten pro Einwohner und Jahr für die Abwasserentsorgung gestellt werden [2]. Nach einer fachlichen sowie redaktionellen Bereinigung folgt im kommenden Jahr die Vernehmlassung und Veröffentlichung.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BAFU (2014): *Betrieb und Kontrolle von Abwasserreinigungsanlagen, Vollzugshilfe für zentrale Abwasserreinigungsanlagen. Nr. 1418*
- [2] VSA, *Kommunale Infrastruktur (2011): Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung*

> SUITE DU RÉSUMÉ

contient des recommandations basées sur la norme et complémentaires pour répondre aux questions fréquentes qui se présentent lors de la phase de planification. Quelle doit être la quantité d'eaux usées à traiter en cas de mise hors service? La prestation d'épuration doit-elle toujours être assurée? Ou bien quel est le nombre minimal de groupes et de parties d'installation par étape de procédure? L'instrument le plus important est le concept de redondance qui permet de structurer et de décrire clairement les possibilités en cas d'événements exceptionnels.

 solidarit'eau suisse

Gemeindesolidarität
für Trinkwasser in
Entwicklungsländern.
Helfen Sie mit!

www.solidariteausuisse.ch

