



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Landesverband
Baden-Württemberg



**PRAXIS-
LEIT-
FADEN
HEFT 4**

ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ AUF KLÄRANLAGEN

Praxisleitfaden für das systematische Vorgehen zur Nutzung von Einsparpotenzialen

P. BAUMANN | P. MAURER | M. ROTH

Vorwort

Der Klimawandel und die steigenden Energiepreise haben die Energiegewinnung und den Energieverbrauch zu einem der wichtigsten Zukunftsthemen gemacht. Wirtschaft und Gesellschaft sind herausgefordert, sowohl sparsam mit Energie umzugehen, als auch erneuerbare Energien einzusetzen, wo immer dies möglich ist. Diese Herausforderung gilt für alle Einrichtungen, die dem Umweltschutz dienen, in besonderem Maße.

Insofern stehen auch die Betreiber von Kläranlagen in einer herausgehobenen Verantwortung, da Kläranlagen in den Städten und Gemeinden oftmals die größten Stromverbraucher darstellen. Gleichwohl beträgt der Energieverbrauch der Anlagen weniger als 1 % des gesamtdeutschen Verbrauchs. Selbst bei Nutzung aller Einsparpotenziale und der vollständigen Verstromung des Faulgases kann somit kein bedeutender Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Direkt betroffen sind Kommunen bzw. Bürgerinnen und Bürger von der ökonomischen Seite des Energieverbrauchs. Die Energiekosten bei der Abwasserreinigung, weit überwiegend sind dies Stromkosten, machen im Durchschnitt etwa 15 % der Betriebskosten aus, Tendenz steigend. Durch eine deutliche Senkung der Strombezugskosten, die auf den meisten Anlagen durch konsequente Einsparungen bzw. durch Einbindung eines Blockheizkraftwerks oder anderen Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie möglich ist, kann mithin ein wichtiger Beitrag zur Stabilisierung der Abwassergebühren geleistet werden.

Die technischen Prozesse auf unseren Klärwerken werden auch in der Zukunft energieintensiv bleiben. Nichtsdestotrotz kann durch eine konsequente Optimierung der Energieverbrauch gesenkt werden. Verbunden mit einer verbesserten Eigenstromproduktion an den Kläranlagenstandorten ergeben sich für unser Stromnetz positive Effekte, da große Verbraucher direkt mit großen Energieerzeugern gekoppelt werden.

Bei allen Ansätzen zur Energieeinsparung auf Kläranlagen spielt der Betrieb eine Schlüsselrolle. Nachhaltige Erfolge können nur erreicht werden, wenn die Mitarbeitenden begreifen, dass die Minimierung des Energieverbrauchs auch eine betriebliche Aufgabe darstellt, die zudem auf Dauer angelegt ist. In diesem Sinne muss das Personal mit der energetischen Seite des Kläranlagenbetriebs vertraut gemacht, qualifiziert und motiviert werden. Einen Beitrag dazu soll der vorliegende Leitfaden leisten, der bereits in Fassungen von 1999, 2008 und 2014 erschienen ist und auch international Beachtung fand [34, 35]. Die vorliegende 4. Auflage wurde angesichts der Aktualität des Themas mit neuem Titel umfassend überarbeitet, zusätzlich wurden auch Betrachtungen zur Eigenstromerzeugung, der Zentralisierung von Kläranlagen und zur Minimierung von Treibhausgasemissionen mit aufgenommen. Er enthält die notwendigen Instrumente, die es dem Betriebspersonal erlauben, die Energiesituation der eigenen Kläranlage zu bewerten und die vielfältigen Möglichkeiten zur Senkung des Stromverbrauchs im laufenden Betrieb sachkundig in Angriff zu nehmen.

Ich bedanke mich bei den Autoren, Prof. Dr. Peter Baumann, Peter Maurer und Dr. Manfred Roth, für ihre Arbeit und die umfassende und systematische Ausarbeitung der Themen und gleichzeitig bei all jenen, die an der Entstehung des Leitfadens beteiligt waren.

Stuttgart, im Februar 2024



Boris Diehm

Vorsitzender des DWA-Landesverbands Baden-Württemberg

IMPRESSUM

Herausgeber:

DWA-Landesverband Baden-Württemberg

Rennstraße 8 · 70499 Stuttgart

Tel.: 0711 896631-0 · Fax: 0711 896631-111

Mail: info@dwa-bw.de · www.dwa-bw.de

Heft 4, 4. Auflage

© DWA-Landesverband

Baden-Württemberg, Februar 2024

ISBN 978-3-96862-705-2

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Peter Baumann

Dipl.-Ing. Peter Maurer (Universität Stuttgart)

Dr.-Ing. Manfred Roth

Redaktion:

Christina Cott, DWA BW

Verantwortlich im Sinne des Presserechts:

Dr.-Ing. Tobias Reinhardt, DWA BW

Gestaltung und Realisation:

Schröter Werbeagentur GmbH

Mülheim an der Ruhr

Diese Broschüre wurde gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Normung, Beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein.

Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes. Ein zentraler Bereich der DWA-Arbeit sind die Angebote zur beruflichen Bildung. Hier sind besonders die Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften zu erwähnen. Zwei- bis viermal im Jahr kommt das Betriebspersonal wechselseitig auf den Kläranlagen oder Kanalbetrieben zum Erfahrungsaustausch und zur Fortbildung zusammen.

EINFÜHRUNG UND ZIELE

Die Energieeffizienz auf Kläranlagen kann – bezogen auf den Netzbezug – sowohl durch verstärkte Nutzung regenerativer Energien (Verstromung von Faulgas, Photovoltaik, Abwasserwärmenutzung, Wärmerückgewinnung aus Prozessluft, Wasserkraft etc.) als auch durch die Senkung des Energieverbrauchs gesteigert werden.

Der vorliegende Leitfaden setzt auf der Verbrauchsseite an und konzentriert sich dabei auf den Stromverbrauch. Der Wärmeverbrauch, der zwar selten gemessen wird und in der Energiediskussion eine untergeordnete Rolle spielt, wird ebenfalls thematisiert.

Die größten Stromeinsparungen lassen sich zweifellos im Zuge von Sanierungs- und Erweiterungsmaßnahmen erreichen, etwa durch die Bevorzugung energiearmer Verfahren, die Installation von effizienten Flächenbelüftungssystemen in Belebungsanlagen, die geschickte Detailgestaltung und ggf. Nachbesserung der abwassertechnischen Einrichtungen, aber auch durch die sorgfältige Auslegung von Maschinen und Motoren.

Auf den zahlreichen Kläranlagen, die in den letzten Jahren nach dem Stand der Technik ausgebaut und modernisiert wurden, sind die planerischen Möglichkeiten oft weitgehend ausgeschöpft und damit keine großen »Verbrauchssprünge« nach unten mehr möglich. Hier ist das verbliebene Einsparpotenzial vor allem im Betrieb zu suchen und zu nutzen.

Die betrieblichen Möglichkeiten, Strom einzusparen, reichen von veränderten Prozesseinstellungen über den Einbau und die Optimierung einfacher Steuerungen oder Regler bis zum Tausch defekter Maschinen bzw. Antriebe gegen neue Aggregate mit höherem Wirkungsgrad. Durch die ausführlichen Anleitungen, Erläuterungen und Hintergrundinformationen, die in diesem Leitfaden gegeben werden, soll jede Betriebsleitung in die Lage versetzt werden, schrittweise und systematisch

- den Gesamtstromverbrauch ihrer Anlage zu bewerten und das theoretische Einsparpotenzial insgesamt grob abzuschätzen,
- die energetischen Schwachstellen im Betrieb durch vergleichende Betrachtungen bzw. durch einfache Kontrollen und Messungen aufzuspüren sowie
- die erkannten Schwachstellen mit den dazu vorgeschlagenen Mitteln soweit möglich selbst zu beheben oder aber die erforderlichen Maßnahmen dem Dienst-vorgesetzten gegenüber sachlich zu begründen, damit diese möglichst zügig in die Wege geleitet werden.

Auf die Grenzen der Einflussnahme durch das Betriebspersonal wird ebenso hingewiesen, wie auf die Erfordernisse und Möglichkeiten einer energiebewussten Planung und Detailgestaltung abwassertechnischer Einrichtungen. Außerdem werden die Themen der Eigenstromversorgung, Energiemanagementsysteme, bauliche Aspekte und die Problematik der Treibhausgasemissionen in kurzer Form angesprochen.

Tieferegehende Fragestellungen der Eigenstromerzeugung wie auch die Gestaltung von Stromlieferverträgen werden in diesem Leitfaden dagegen nicht behandelt.



Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG UND ZIELE	03	4.3.6	Sonstige Verfahren zur weitergehen- den Abwasserreinigung	25	7.2.10	Sonstige Einrichtungen	59	9	BAULICHE ASPEKTE	78
2	RANDBEDINGUNGEN EINER ENERGETISCHEN BEWERTUNG	06	4.3.6.1	Vorbemerkung	25	7.2.10.1	Allgemeines	59	10	GESCHICKTE DETAILGESTALTUNG IM ZUGE VON SANIERUNGS- UND ERWEITERUNGSMASSNAHMEN	80
2.1	BILANZGRENZEN	07	4.3.6.2	Verfahren zur Abwasserfiltration	25	7.2.10.2	Pufferbecken	59	11	ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME	84
2.1.1	Bilanzgrenzen	07	4.3.6.3	Verfahren zur Spurenstoffelimination	25	7.2.10.3	Rechenanlagen und Siebe	60	11.1	LASTMANAGEMENT	85
2.1.2	Energiebedarf außerhalb der üblichen Bilanzgrenzen	07	4.3.6.4	Sonstige Verfahren	26	7.2.10.4	Absetzbecken	60	11.2	ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME	86
2.1.3	Möglichkeiten einer energetischen Bewertung	07	5	MÖGLICHKEITEN ZUR ERFASSUNG DES STROMVERBRAUCHS EINZELNER ANTRIEBE	28	7.2.10.5	Phosphatfällung	61	12	ENERGETISCHE OPTIMIERUNG UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN	88
3	BEWERTUNG DES GESAMTSTROM- VERBRAUCHS EINER KLÄRANLAGE	10	6	GRENZEN DER EINFLUSSNAHME DURCH DAS BETRIEBSPERSONAL	34	7.2.10.6	Maschinelle Überschussschlamm- eindickung	61	13	ENERGETISCHE BETRACHTUNGEN FÜR DAS KANALNETZ – ERSTE ANSÄTZE	90
3.1	DEFINITION DER BEZUGS- GRÖSSEN	11	7	MASSNAHMEN ZUR SENKUNG DES STROMVERBRAUCHES IM LAUFENDEN BETRIEB	36	7.2.10.7	Belüftete Abwasserteiche	62	14	ZENTRALISIERUNG VON KLÄR- ANLAGEN	92
3.2	ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DEN GESAMTSTROMVERBRAUCH	12	7.1	VORBEMERKUNGEN	37	7.2.10.8	Rotationstauchkörper	62	15	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	94
3.2.1	Idealwert	12	7.2	SOFORTMASSNAHMEN – EIN- SPARUNGEN OHNE BZW. MIT NUR GERINGEM MITTELEINSATZ IM LAUFENDEN BETRIEB	37	7.2.10.9	Biofilter zur Abluftbehandlung	62	16	SCHLUSSBEMERKUNGEN	96
3.2.2	Toleranz und Zielwerte	12	7.2.1	Allgemeines	37	7.2.10.10	Elektroheizungen	63	17	LITERATUR	98
3.3	BENCHMARKING UND LABELING	15	7.2.2	Belüftung von Belebungsbecken	38	7.2.10.11	Infrastruktur (Beleuchtung, Lüftung, Labor, Brauchwasserversorgung)	64		BILDNACHWEISE	104
4	ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DEN STROMBEDARF EINZELNER VERBRAUCHSSTELLEN	16	7.2.3	Abwasserfiltration	46	7.2.10.12	Online-Messgeräte	65			
4.1	VORBEMERKUNGEN	17	7.2.3.1	Unterschiedliche Filtrationsverfahren	46	7.2.11	Allgemeine Anmerkungen zu Elektromotoren	65			
4.2	MITTLERE VERBRAUCHS- WERTE	18	7.2.3.2	Flächenfiltration	46	7.3	ERSATZBESCHAFFUNGEN	67			
4.3	ZIELWERTE	20	7.2.3.3	Raumfiltration	46	7.4	ERGÄNZUNGS-AUSSTATTUNG ZUR GEZIELTEN ENERGIEEIN- SPARUNG	71			
4.3.1	Vorbemerkung	20	7.2.3.4	Membranfiltration	47	7.4.1	Technische Ergänzung	71			
4.3.2	Belüftung	20	7.2.4	Abwasserpumpen	48	7.4.2	Verfahrenstechnische Umstellungen	72			
4.3.3	Rührwerke	21	7.2.4.1	Allgemeines	48	8	EIGENENERGIEERZEUGUNG	74			
4.3.4	Pumpwerke	22	7.2.4.2	Förderschnecken	48	8.1	ALLGEMEINES	75			
4.3.5	Besondere Belastungsverhältnisse	24	7.2.4.3	Kreiselpumpen	49	8.2	EIGENSTROM DURCH INTERNE QUELLEN	75			
			7.2.5	Schlammfäulung	52	8.3	EIGENSTROM DURCH EXTERNE QUELLEN	76			
			7.2.6	Rücklaufschlammförderung	54	8.4	EIGENWÄRME	76			
			7.2.7	Umwälzung von Belebungsbecken	56	8.5	KOMBINATION DER ENERGIEER- ZEUGUNG AUS INTERNEN UND EXTERNEN QUELLEN	77			
			7.2.8	Belüftung von Sandfängen	57	8.6	SYNERGIEEFFEKTE	77			
			7.2.9	Interne Rezirkulation	58	8.6.1	Netzersatzbetrieb	77			
						8.6.2	Kommunale Wärmeplanung	77			
						8.6.3	Wasserstofferzeugung	77			