

Stand und Zukunft des Benchmarkings auf österreichischen Kläranlagen

Stefan Lindtner, Julia Haslinger

Ingenieurbüro kaltesklareswasser

Abstract: Nach Abschluss des Benchmarking-Forschungsprojekts im Jahr 2001 wurde eine Methode für den technisch-wirtschaftlichen Vergleich von Kanal- und Kläranlagen vorgestellt. Auf Basis der entwickelten Methode wurde 2003 eine Benchmarking-Internetplattform für den kontinuierlichen Vergleich von Kanal- und Kläranlagen in Betrieb genommen. Seither wurde die Plattform von 81 kommunalen und 3 industriellen Kläranlagen zur Betriebsoptimierung genutzt. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den Stand des vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) organisierten Benchmarkings, zeigt den organisatorischen Ablauf des Abwasserbenchmarkings auf und fasst die wesentlichsten Ergebnisse nach acht Jahren Kläranlagenbenchmarking zusammen. Aufbauend darauf werden Benchmarking-Kostenkurven vorgestellt, die eine bereits umgesetzte methodische Weiterentwicklung darstellen. Abschließend werden zukünftig mögliche Weiterentwicklungen des Kläranlagenbenchmarkings diskutiert.

Key Words: Benchmarking, Betriebsoptimierung, Betriebskosten, Kennzahlen

1 Einleitung

Benchmarking in der Abwasserwirtschaft hat in Österreich mit einem Forschungsprojekt, bei dem 76 Kanal- und Kläranlagen analysiert wurden, begonnen. Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes (die Datenbasis waren die Zahlen des Geschäftsjahres 1999) entwickelte Benchmarking-Methode wird, beginnend mit den Zahlen des Geschäftsjahres 2003, nun schon das achte Jahr mithilfe einer Internetplattform umgesetzt. Einige Anlagen nützen das Angebot zur einmaligen Standortbestimmung, andere schätzen die detaillierten

Auswertungen, die Fachgespräche im Zuge der Berichtsbesprechung und der Workshops und nehmen das Angebot jährlich in Anspruch.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die seit 2003 am Kläranlagenbenchmarking teilgenommenen kommunalen Kläranlagen und stellt diese allen in Österreich betriebenen Kläranlagen, nach Ausbaugröße gruppiert, gegenüber. Wie der Tabelle entnommen werden kann, weist der Großteil der Teilnehmer eine Kapazität von mehr als 10.000 EW-Ausbau auf. Die größte Repräsentanz ist mit rund 40 Prozent aller österreichischen Kläranlagen bei den Größengruppen zwischen 20.000 und 50.000 EW-Ausbau sowie bei den Kläranlagen zwischen 100.000 und 1.000.000 EW-Ausbau gegeben. Aber auch bei den Größengruppen 10.000 bis 20.000 EW-Ausbau und 50.000 bis 100.000 EW-Ausbau hat bereits jede fünfte Kläranlage am Benchmarking teilgenommen. Bezogen auf die Größengruppe mit einer Ausbaupazität zwischen 10.000 und 1.000.000 EW-Ausbau, die beim Kläranlagenbenchmarking bisher im Mittelpunkt stand, wurden in den vergangenen Jahren (2003 bis 2010) 37 Prozent der österreichischen Kläranlagenkapazität bzw. 29 % der Anzahl an Kläranlagen beim ÖWAV-Kläranlagenbenchmarking analysiert.

Tabelle 1: Anteil der Benchmarkingteilnehmer an allen kommunalen Kläranlagen Österreichs *) Lebensministerium (2010)

Kläranlagengröße	ARAs in Österreich *)		Benchmarking		Teilnehmer in % der	
	EW-Ausbau	Anzahl	EW-Ausbau	Anzahl	EW-Ausbau	Anzahl
≥ 2.000 bis < 10.000	1.597.654	355	7.500	2	0%	1%
≥ 10.000 bis < 20.000	1.160.042	86	220.200	16	19%	19%
≥ 20.000 bis < 50.000	3.861.228	124	1.525.225	46	40%	37%
≥ 50.000 bis < 100.00	2.265.720	34	495.500	7	22%	21%
≥ 100.000 bis < 1.000.000	7.210.650	32	3.077.500	12	43%	38%
≥ 1.000.000	4.000.000	1	0	0	0%	0%
Summe	20.095.294	632	5.325.925	83	27%	13%
≥ 10.000 bis 1.000.000	14.497.640	276	5.318.425	81	37%	29%

Das bis dato verwendete Prozessmodell für das ÖWAV-Kläranlagenbenchmarking ermöglicht es, Anlagen unterschiedlicher Verfahrensweisen miteinander vergleichen zu können. Dabei werden vier Hauptprozesse und zwei Hilfsprozesse (vergleiche Tabelle 2) definiert, die bei großen Kläranlagen wiederum in Teilprozesse untergliedert werden. Durch die klare Definition von Prozessen können unterschiedliche Anlagen zumindest auf Prozessebene miteinander verglichen werden.

Tabelle 2: Prozessmodell der Abwasserreinigungsanlage

Kläranlage					
Prozess 1	Prozess 2	Prozess 3	Prozess 4	Hilfsprozesse I	Hilfsprozesse II
mechanische Vorreinigung	mechanisch-biologische Abwasserreinigung	Schlamm-eindickung & -stabilisierung	weitergehende Schlammbehandlung	Labor Verwaltung Infrastruktur	Fuhrpark Werkstätte

Für jeden dieser sechs Prozesse werden prozessorientierte Kennzahlen berechnet, wobei der Fokus gegenwärtig auf der Berechnung von spezifischen Kostenkennzahlen liegt. Für jeden Prozess bzw. Hilfsprozess sowie für die Gesamtkläranlage werden die spezifischen Kosten der in Tabelle 3 angeführten sechs Hauptkostenarten berechnet.

Tabelle 3: Berechnung von sechs Hauptkostenarten der einzelnen Prozesse

Gesamtkläranlage, Prozesse 1-4 und Hilfsprozesse					
Material- und Stoffkosten	Personal-kosten	Leistungen durch Dritte	Energie-kosten	Reststoff-kosten	sonstige Kosten

Diese grundsätzlich bewährte Methode und die Gestaltung der Berichte wurden in den vergangenen acht Jahren nicht verändert bzw. nur auf Anregung von Benchmarkingteilnehmern geringfügig modifiziert.

Die in den vergangenen Jahren gewonnenen Erfahrungen und die über Jahre gewonnene Datenfülle erlauben es nun, methodische Weiterentwicklungen durchzuführen. Im Folgenden wird die gegenwärtige organisatorische Praxis dargelegt und die wesentlichsten Ergebnisse des Kläranlagenbenchmarkings zusammengefasst und bereits umgesetzte und mögliche Weiterentwicklungen werden vorgestellt.

2 Organisatorischer Ablauf des Kläranlagenbenchmarkings

2.1 Anmeldung und Vor-Ort-Besuch

Neue Teilnehmer erhalten nach erfolgter Anmeldung die Zugangsdaten zur Benchmarking-Internetplattform. Für neue Teilnehmer ist sowohl ein Vor-Ort-Besuch vom kaufmännischen Benchmarking-Plattform-Verantwortlichen als auch von einem Techniker vorgesehen. Der kaufmännische Experte (Fa. Quantum) definiert die Schnittstellen, sodass die Buchhaltungsdaten automatisiert in die Datenbank der Benchmarking-Internetplattform (BM-IP) übernommen werden können.

Vor dem Besuch des Technikers sollten die Stamm- und Betriebsdaten vom Kläranlagenbetreiber via BM-IP eingegeben worden sein. Beim Vor-Ort-Besuch werden die Daten vervollständigt und das Verfahrensschema der Kläranlage aufgenommen, um genug Informationen für die darauffolgende Plausibilitätsprüfung mittels Massenbilanzen zu haben. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Erläuterung des Prozessmodells (vier Hauptprozesse und zwei Hilfsprozesse; bei großen ARAs Untergliederung in Teilprozesse) und die Aufteilung der Personalstunden sowie des Energieverbrauchs auf die Prozesse.

2.2 Plausibilitätsprüfung

Darunter versteht man die Prüfung der technischen Stamm- und Betriebsdaten je Teilnehmer mithilfe eines Exceltools, wobei die zur Plausibilitätsprüfung notwendigen Daten direkt aus der Datenbank der BM-IP abgerufen werden. Dieses Exceltool dient der Prüfung der Daten auf Vollständigkeit, berechnet technische Kennzahlen und vergleicht diese mit Erfahrungswerten und erstellt für TS/oTS, CSB, GesN und GesP jeweils eine Massenbilanz der Gesamtanlage. Das Ergebnis der Plausibilitätsprüfung wird dem Kläranlagenbetreiber in einem Evaluierungsprotokoll mitgeteilt und um Änderung bzw. falls notwendig um Ergänzung der betreffenden Daten gebeten.

2.3 Erstellung des Rohberichtes

Erst nach Abschluss der Plausibilitätskontrolle werden die technischen Daten mit den kaufmännischen Daten verknüpft und die Berechnung eines umfangreichen Kennzahlensets (spezifische Kosten, aber auch andere Kennzahlen) mithilfe der BM-IP durchgeführt. Wurde von allen Teilnehmern die Kennzahlenberechnung durchgeführt, können die Benchmarks je Gruppe und Prozess vergeben werden und die automatisierte Erstellung der Rohberichte kann erfolgen.

2.4 Besprechung des Rohberichtes

Aufgrund des Umfangs und der Komplexität des Rohberichtes hat es sich bewährt, dass der Rohbericht mit den Geschäftsführern und/oder Betriebsleitern der Kläranlage im Detail besprochen wird. Vor der Besprechung der spezifischen Kosten werden die Ergebnisse der technischen Datenprüfung und die Bilanzergebnisse erläutert. Beim wirtschaftlichen Vergleich ist zumeist die Positionierung des Teilnehmers innerhalb der Gruppe von zentralem Interesse. Deshalb haben sich als zentrales Element bei der Rohberichtsbesprechung die sogenannten Box-Charts bewährt, da diese einen sehr raschen Überblick der Positionierung innerhalb der Gruppe erlauben.

Box-Charts werden für die sechs Hauptkostenarten der Gesamtkläranlage und für die sechs, beim Benchmarking untersuchten, (Hilfs-)Prozesse der Kläranlage ausgewiesen. Mithilfe dieser Darstellungsform der spezifischen Kosten je Prozess können Abweichungen vom Gruppenergebnis identifiziert werden. Bei Abweichungen werden mögliche Gründe mit der Betriebsleitung besprochen und Maßnahmen zur Verbesserung diskutiert. Die konkrete Umsetzung und die Ausgestaltung von Maßnahmenplänen bleiben in der Verantwortung der Betreiber.

Die Besprechung des Rohberichtes gibt auch die Gelegenheit, mögliche Irrtümer und Unklarheiten richtig zu stellen. Es hat sich daher bewährt, bereits den Rohbericht zu besprechen, da zumeist dieser erste Bericht von den Anlagenbetreibern sehr genau durchgearbeitet wird und noch die Möglichkeit besteht, vor dem Endbericht Korrekturen vorzunehmen.

2.5 Workshop und Endbericht

Nach der Besprechung aller Rohberichte Vor-Ort werden die Kläranlagenbetreiber zur Teilnahme an nach Größengruppen organisierten Workshops eingeladen. Da die Workshops zumeist auf den Benchmarkkläranlagen durchgeführt werden, besteht die Möglichkeit, die besten Kläranlagen kennen zu lernen und den Betreibern dieser Anlagen Fragen zu stellen. Zusätzlich werden bei den Workshops jedes Jahr andere Schwerpunktthemen (z.B. Energie, Schlamm Entsorgung, Personal etc.) behandelt.

Abschließend, zumeist mit Jahresende, erhält jeder Teilnehmer einen dreiteiligen Endbericht. Der Endbericht besteht aus einem Individualbericht, einem Kennzahlenbericht und den individuellen Interpretationen. Der Individualbericht und der Kennzahlenbericht werden automatisiert mit der BM-IP erstellt und stellen die Ergebnisse des Teilnehmers im Vergleich mit der Benchmark bzw. der Gruppe dar. Bei den individuellen Interpretationen erhält jede Kläranlage eine Zusammenfassung der technischen Datenprüfung und eine Interpretation der Ergebnisse je Prozess in kurzer und übersichtlicher Form.

3 Ergebnisse der Datenauswertung 2003 bis 2010

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse des ÖWAV-Kläranlagenbenchmarkings basieren auf Daten von 81 kommunalen Kläranlagen aus den Geschäftsjahren 2003 bis 2010. Bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurden die Zahlen von drei Industriekläranlagen, welche ebenfalls am Benchmarking teilgenommen haben. Für einen korrekten Vergleich wurden alle Kosten auf das Geschäftsjahr 2010 hochgerechnet, wobei ein Mischindex aus Großhandels- und Tariflohnindex verwendet wurde. Bei Kläranlagen, die in mehreren Jahren am Benchmarking teilgenommen haben, wurde ein Mittelwert der indexierten Kosten gebildet.

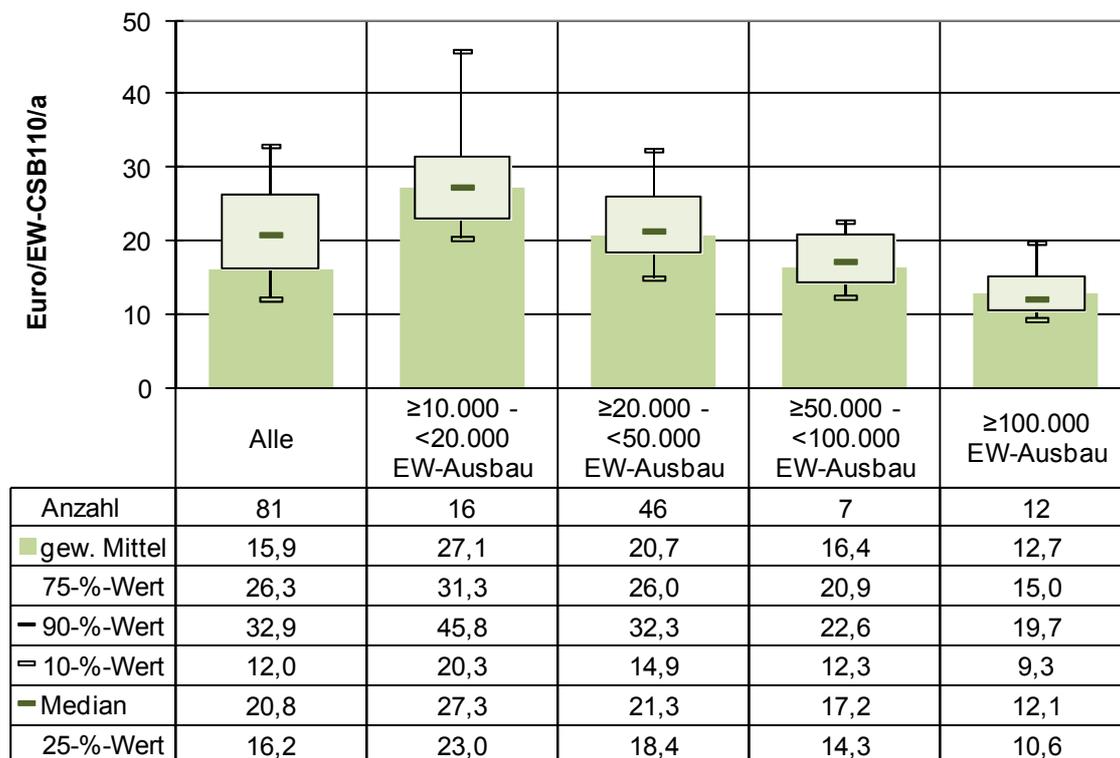


Abbildung 1: Spezifische Betriebskosten der Kläranlagen gruppiert nach der Ausbaugröße

Der hellgrüne Box-Körper wird begrenzt durch den 75%-Perzentilwert (oben) und den 25%-Perzentilwert (unten). Die dunkelgrüne horizontale Linie im Box-Körper entspricht dem Median der Gruppe. Schwarze, vertikale Antennen zeigen 90%-Perzentilwert (oben) und 10%-Perzentilwert (unten). Die mittelgrünen Säulen repräsentieren den gewichteten Mittelwert je Gruppe.

Abbildung 1 zeigt die Kläranlagenbetriebskosten der vier Größengruppen sowie aller Kläranlagen. Neben den Perzentilwerten und dem Median wurde auch der gewichtete Mittelwert je Gruppe berechnet. Der gewichtete Mittelwert der spezifischen Betriebskosten wurde aus der Summe aller Betriebskosten je Gruppe, dividiert durch die Summe der Einwohnerwerte je Gruppe, berechnet. Im Gegensatz dazu ist der Median der Gruppe der mittlere Wert der spezifischen Betriebskosten der Gruppe. Da der Median der vier Größengruppen und das gewichtete Mittel in etwa gleich sind, kann von jeweils homogenen Gruppen und einer guten Wahl der Gruppengrenzen ausgegangen werden. Im Vergleich dazu liegt das gewichtete Mittel aller Kläranlagen bei 15,9 €/EW-CSB110/a, der

Median jedoch bei 20,8 €/EW-CSB110/a. Diese Zahlen zeigen, dass die niedrigeren spezifischen Betriebskosten der großen Kläranlagen bei der Berechnung des gewichteten Mittelwertes entsprechend zum Tragen kommen. Abbildung 1 belegt die ohnedies mehrfach veröffentlichte Tatsache, dass bei Kläranlagen ≥ 100.000 EW-Ausbau im Mittel 12,7 €/EW-CSB110/a an Betriebskosten anfallen. Bei den Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 20.000 und 50.000 EW-Ausbau fallen mit 20,7 €/EW-CSB110/a um 8 €/EW-CSB110/a höhere Betriebskosten an. Die Daten dieser Gruppe sind aufgrund der Teilnehmeranzahl von 46 Kläranlagen am besten abgesichert. Die Daten der Gruppe zwischen 50.000 und 100.000 EW-Ausbau sind aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl von nur 7 Teilnehmern wenig repräsentativ.

Tabelle 4: Gewichteter Mittelwert der spezifischen Betriebskostenarten je Gruppe

Euro/EW-CSB110/a	Alle	≥ 10.000 - < 20.000 EW-Ausbau	≥ 20.000 - < 50.000 EW-Ausbau	≥ 50.000 - < 100.000 EW-Ausbau	≥ 100.000 EW-Ausbau
Personalkosten	5,3	9,8	7,4	5,9	3,9
Leistungen Dritter	2,6	3,8	2,8	2,7	2,3
sonstige Kosten	1,1	1,5	1,3	1,3	0,9
Materialkosten	2,2	3,2	2,7	2,8	1,8
Energiekosten	1,9	5,6	3,2	1,6	1,0
Reststoffkosten	2,9	3,2	3,2	2,0	2,8
Betriebskosten	15,9	27,1	20,7	16,4	12,7

In Tabelle 4 sind die spezifischen Kosten der sechs Hauptkostenarten je Gruppe als gewichtete Mittelwerte dargestellt. Abbildung 2 zeigt die aus Tabelle 4 abgeleitete prozentuelle Verteilung der Kosten auf die Hauptkostenarten je Gruppe sowie aller untersuchten Kläranlagen. Aus den Zahlen der Tabelle 4 kann abgeleitet werden, dass mit zunehmender Kläranlagengröße vor allem die spezifischen Personalkosten sinken. Bei den Kläranlagen zwischen 50.000 und 100.000 EW-Ausbau muss hinzugefügt werden, dass von den 7 Kläranlagen dieser Gruppe 2 Anlagen eine eigene Klärschlammkompostierung betreiben und daher die Personalkosten dementsprechend höher und die Entsorgungskosten geringer ausfallen. Aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl in dieser

Größengruppe schlagen die Ergebnisse dieser beiden Anlagen auf die Gruppenergebnisse durch. Dies ist auch in der prozentuellen Verteilung in Abbildung 2 deutlich sichtbar. Neben den spezifischen Personalkosten tragen vor allem die geringeren spezifischen Energiekosten zur Betriebskostenreduktion mit zunehmender Kläranlagengröße bei. Vergleicht man Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 20.000 und 50.000 EW-Ausbau mit Kläranlagen ≥ 100.000 EW-Ausbau, so weisen große Kläranlagen etwa halb so hohe spezifische Personalkosten auf und die spezifischen Energiekosten liegen bei rund einem Drittel der Energiekosten kleinerer Anlagen. Der Personalbedarf steigt nicht linear mit der Ausbaugröße an. Dieser Erfahrungswert lässt sich beim Benchmarking vor allem durch sinkende spezifische Personalkosten für Labor und Verwaltung erklären. Bei den Energiekosten spielt einerseits die Tatsache, dass kleine Kläranlagen vermehrt eine aerobe Schlammstabilisierung aufweisen eine Rolle, andererseits kommen bei größeren Kläranlagen BHKWs mit zumeist höherem elektrischen Wirkungsgrad zur Eigenstromerzeugung zum Einsatz.

In Abbildung 2 wurden die von der Ausbaugröße abhängigen Kostenarten (= Personalkosten, Kosten für Leistungen Dritter und sonstigen Kosten) als ein Block der Torte dargestellt und die von der Zulauffracht abhängigen drei Kostenarten als einzelne Stücke. Da die Kostenartenverteilung der 7 Kläranlagen zwischen 50.000 und 100.000 EW-Ausbau nicht repräsentativ ist, werden diese in der Diskussion der Kostenartenverteilung nicht weiter berücksichtigt.

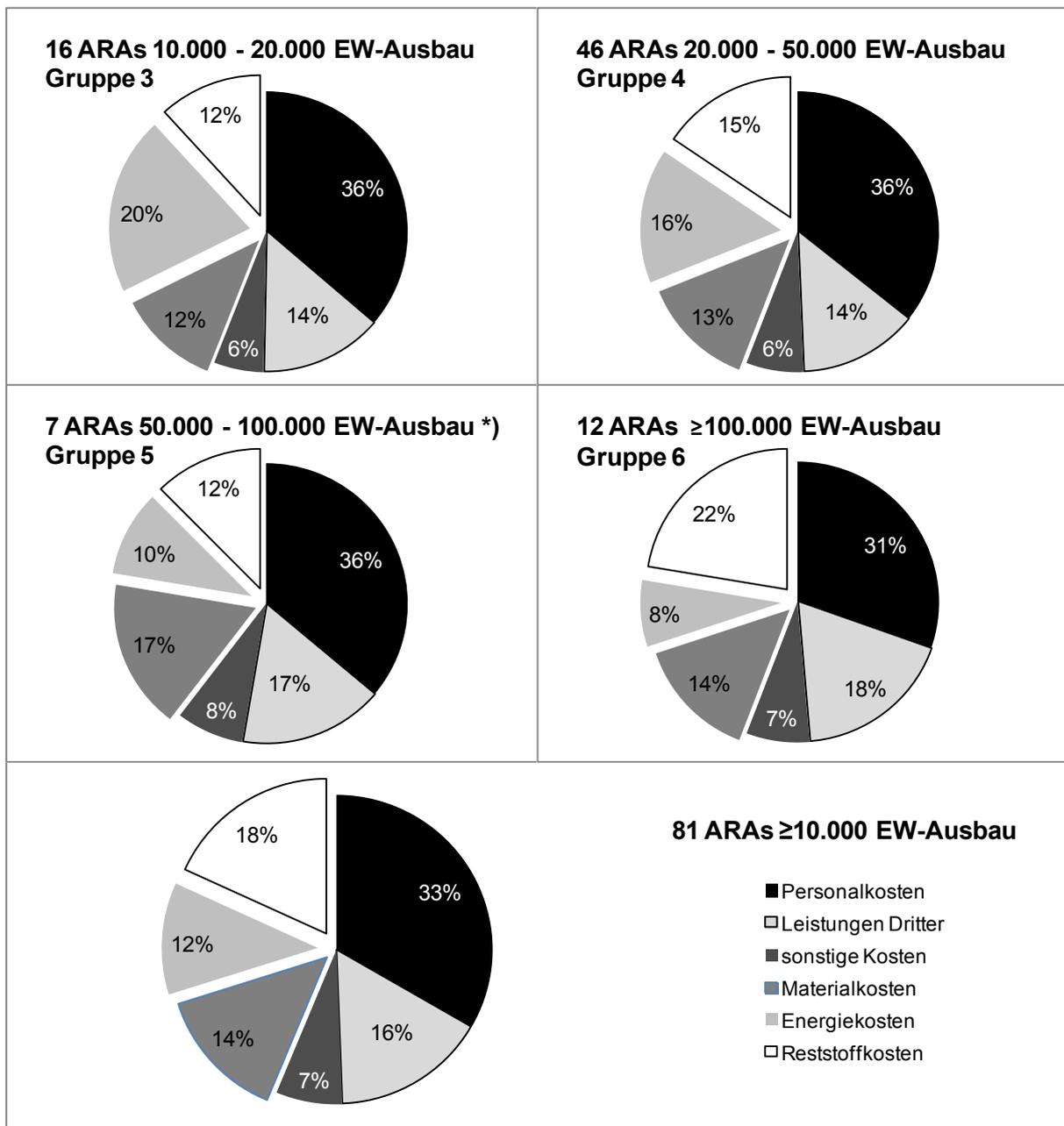


Abbildung 2: Verteilung der Kostenarten gruppiert nach der Ausbaugröße

*) Aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl und der Besonderheit (Klärschlammkompostierung) von zwei Kläranlagen dieser Gruppe ist die Verteilung der Kostenarten nicht repräsentativ

Der prozentuelle Anteil der von der Ausbaukapazität abhängigen Kostenarten liegt bei den Größengruppen 3, 4 und 6 bei 56 Prozent der Betriebskosten. Bei der nicht repräsentativen Größengruppe 5 liegt dieser prozentuelle Anteil bei 61 Prozent. Bei einem prozentuell etwa gleichen Anteil der sonstigen Kosten (6

bis 8 Prozent) und sinkendem Personalkostenanteil steigt der prozentuelle Anteil der Kosten für Leistungen durch Dritte mit steigender Kläranlagengröße. Analog dazu liegen die Material- und Stoffkosten unabhängig von der Kläranlagengröße bei 12 bis 17 Prozent, der prozentuelle Anteil der Energiekosten sinkt und jener der Reststoffkosten steigt mit der Kläranlagengröße. In Summe liegt der prozentuelle Anteil der von der Zulauffracht abhängigen Kostenarten bei den Größengruppen 3, 4 und 6 bei 44 Prozent, bei der Größengruppe 5 liegt dieser Anteil bei 39 Prozent.

3.1 Energiekosten und –verbrauch

Die elektrischen Energiekosten von Kläranlagen werden von den drei Faktoren Energieverbrauch, Eigenstromerzeugung und Kosten je Kilowattstunde bestimmt.

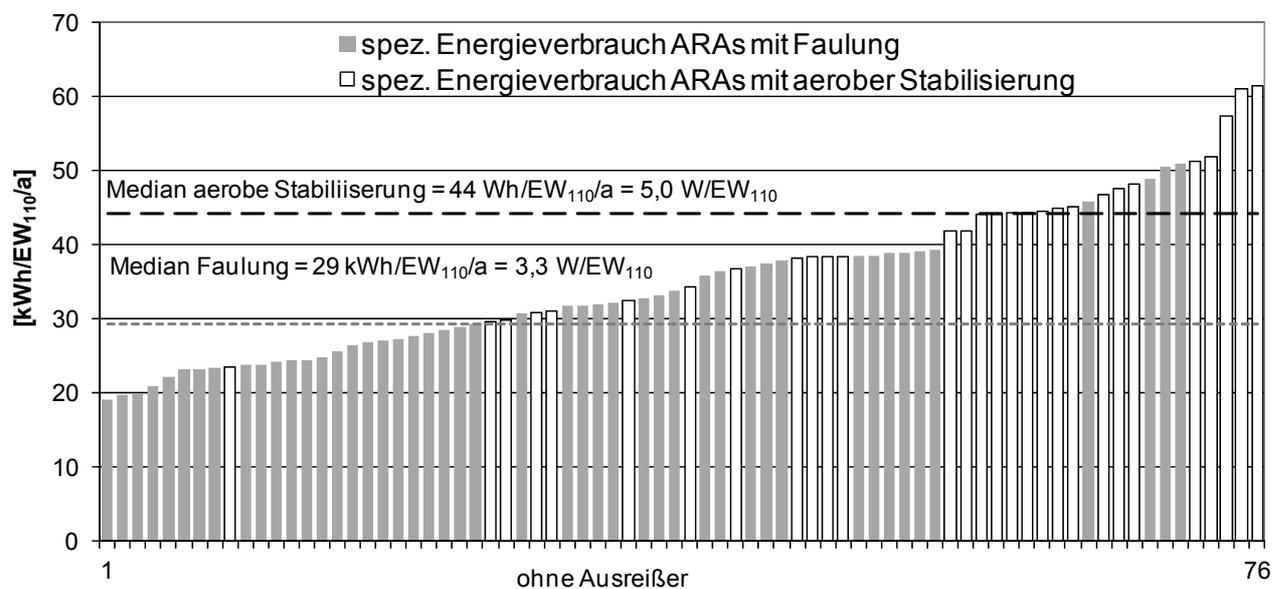


Abbildung 3: spezifischer Energieverbrauch der Benchmarkingteilnehmer

Abbildung 3 zeigt den spezifischen Energieverbrauch der Benchmarkingteilnehmer, wobei auch hier wieder bei Kläranlagen, die in mehreren Jahren teilgenommen haben, ein Mittelwert gebildet wurde. Zusätzlich wurden Kläranlagen mit einem spezifischen Energieverbrauch von weniger als 19 kWh/EW-CSB110/a und mehr als 80 kWh/EW-CSB110/a als Ausreißer ausgeschieden.

Da sich der spezifische Energieverbrauch von Kläranlagen mit Faulung und von Kläranlagen mit aerober Stabilisierung systembedingt unterscheidet, wurden die Balken in Abbildung 3 je nach Art der Stabilisierung unterschiedlich gekennzeichnet. Zusätzlich wurde in Abbildung 3 der Median der beiden Gruppen eingezeichnet. Der Median von Kläranlagen mit Faulung liegt bei rund 30 kWh/EW-CSB110/a, jener von Kläranlagen mit aerober Stabilisierung bei rund 44 kWh/EW-CSB110/a. Der niedrigste Energieverbrauch als Mittelwert über mehrere Jahre liegt bei rund 19 kWh/EW-CSB110/a.

Im vorangegangenen Kapitel wurde bereits beschrieben, dass die spezifischen Energiekosten mit zunehmender Kläranlagengröße sinken. Der Grund dafür ist, dass mit zunehmender Kläranlagengröße vorwiegend Kläranlagen mit Faulung betrieben werden, welche einerseits weniger Energie benötigen und andererseits aufgrund von effizienteren BHKWs mehr elektrische Energie auf der Anlage erzeugen. Die Benchmarkanlage des vergangenen Jahres (Zahlen aus dem Geschäftsjahr 2010) erzeugte im Jahresmittel mehr elektrische Energie, als sie verbraucht hat. Dies wurde mit einem sehr niedrigen elektrischen Energieverbrauch von 19 kWh/EW-CSB110/a, einem hohen Faulgasanfall von 37 Liter/d (inklusive Cofermentation) und einem hohen Wirkungsgrad des BHKWs von 37 % erreicht.

3.2 Material- und Stoffkosten

Bei den in Tabelle 5 dargestellten Material und Stoffkosten fällt auf, dass diese mit rund 3 Euro/EW-CSB110/a von der Kläranlagengröße weitgehend unabhängig sind. Nur bei Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 100.000 EW-Ausbau liegen die Kosten bei rund 2 Euro/EW-CSB110/a.

Tabelle 5 fasst die wesentlichsten Chemikalienkosten gruppiert nach Kläranlagengröße zusammen. Die Chemikalienkosten sind für rund 80 Prozent der Kosten der Hauptkostenart Material- und Stoffkosten verantwortlich. Die Chemikalienkosten der Gesamtanlage untergliedern sich in Chemikalienkosten für den Prozess 1, Fällmittelkosten (Prozess 2), Konditionierungsmittelkosten für MÜSE und Faulung (Prozess 3), Konditionierungsmittelkosten für die Schlammmentwässerung (Prozess 4) und Chemikalienkosten für das Labor (Hilfsprozess I).

Tabelle 5: Material- und Stoffkosten gruppiert nach Ausbaugröße

€/EW-CSB110/a	≥10.000 - <20.000 EW- Ausbau	≥20.000 - <50.000 EW- Ausbau	≥50.000 - <100.000 EW- Ausbau	≥100.000 EW- Ausbau
Material- u. Stoffkosten	3,0	2,7	2,8	1,8
Chemikalienkosten ARA	2,6	2,2	2,1	1,5
Fällmittelkosten	1,3	0,8	0,6	0,3
Konditionierungsmittelkosten MÜSE	0,0	0,2	0,3	0,3
Konditionierungsmittelkosten Presse	1,1	0,9	1,0	0,8
Chemikalienkosten Labor	0,2	0,1	0,1	0,0

Abbildung 4 zeigt die prozentuelle Verteilung der Chemikalienkosten auf die Prozesse der untersuchten Größengruppen. Dabei zeigt sich, dass die Konditionierungsmittelkosten für die Schlammmentwässerung bei fast allen Größengruppen den prozentuell größten Anteil - 41 bis 55 Prozent je nach Größengruppe - ausmachen. Nur bei den Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 10.000 und 20.000 EW-Ausbau liegen die Fällmittelkosten mit 49 Prozent über den Kosten für die Konditionierungsmittel der Schlammmentwässerung. Mit zunehmender Kläranlagengröße nimmt der prozentuelle Anteil der Fällmittelkosten sowie diespezifischen Fällmittelkosten, die bei Kläranlagen ≥ 100.000 EW-Ausbau bei 0,3 €/EW-CSB110/a liegen, deutlich ab. Der Grund dafür ist ein weites P/CSB-Verhältnis mehrerer großer Kläranlagen aufgrund von großen Indirekteinleitern und dem damit verbundenen geringeren Fällmitteleinsatz je Einwohnerwert. Der prozentuelle Anteil der Konditionierungsmittelkosten für MÜSE und Faulung steigt hingegen mit der Kläranlagengröße an. Bei den Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 20.000 und 50.000 EW-Ausbau (in dieser Gruppe gibt es auch noch Kläranlagen ohne MÜSE) liegen die Konditionierungsmittelkosten für die MÜSE bei 0,2 €/EW-CSB110/a und bei Kläranlagen zwischen 50.000 und 100.000 EW-Ausbau bei 0,3 €/EW-CSB110/a. Die Chemikalienkosten Labor verlieren mit der Kläranlagengröße an Bedeutung, liegen jedoch auch bei den kleineren Benchmarkingteilnehmern bei weniger als 10 Prozent der Chemikalienkosten.

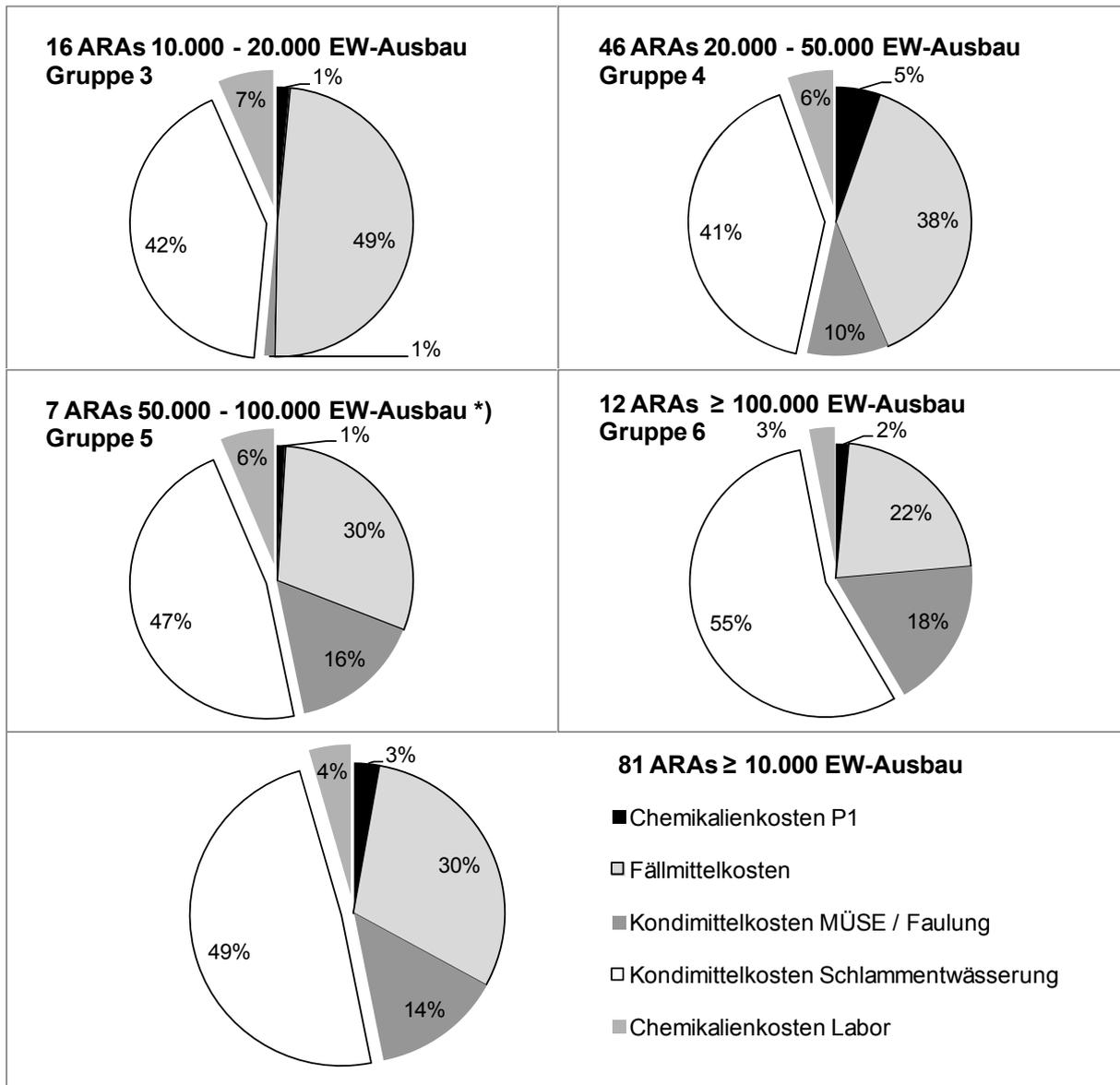


Abbildung 4: Verteilung der Chemikalienkosten gruppiert nach Ausbaugröße

3.3 Entsorgungskosten

Bei den in Tabelle 6 zusammengefassten Entsorgungskosten je Tonne Klärschlamm wurden die von den Kläranlagenbetreibern angegebenen Kosten je Pfad gemittelt. Da manche Kläranlagen mehrere Entsorgungspfade für den Klärschlamm haben, übersteigt die Summe an einzelnen Entsorgungspfade die Anzahl an untersuchten Kläranlagen.

Als mittlerer Preis über alle Kläranlagen, Jahre und Pfade muss mit 53 Euro je Tonne Klärschlamm gerechnet werden. Der häufigste Entsorgungspfad ist jener über einen Entsorger ohne nähere Angabe, wohin der Entsorger den Schlamm bringt. Die dabei anfallenden Kosten liegen, wie auch bei den Entsorgungspfaden Kompostierung und Verbrennung, bei 60 Euro je Tonne. Interessant ist, dass der zweithäufigste Entsorgungspfad der Benchmarkingteilnehmer die Landwirtschaft darstellt, wobei mittlere Kosten von 34 Euro je Tonne berechnet wurden.

Tabelle 6: Klärschlammentsorgungskosten

Entsorgungspfad	Anzahl	Median Kosten [Euro/t]
Entsorger	35	60
Landwirtschaft entwässert	28	34
Kompostierung	18	60
Verbrennung	14	59
Landwirtschaft nass	4	22
Landschaftsbau	3	27
Deponie	2	68
Alle	104	53

4 Weiterentwicklung des Kläranlagenbenchmarkings

Das vom ÖWAV organisierte und durchgeführte Kläranlagenbenchmarking stellt eine österreichweit einheitlich verwendete und anerkannte Analysemethode von Abwasserreinigungsanlagen dar. Um Benchmarking noch attraktiver zu gestalten, sind folgende Weiterentwicklungen in Planung bzw. bereits umgesetzt:

- Entwicklung und Anwendung von Benchmarking-Kostenkurven
- Berücksichtigung der jeweiligen Kläranlagenkennzahlen in der Zeitreihe
- Gruppenvergleich unter Einbeziehung historischer Daten
- Transparentere Untergliederung von abwassertechnischen und wirtschaftlichen Kennzahlen
- Benchmarkingmethode für kleinere Kläranlagen

Die im Folgenden beschriebenen Weiterentwicklungsmöglichkeiten sollen zeigen, dass das Potential und der Nutzen des Kläranlagenbenchmarkings noch erweitert werden kann. Welche der vorgestellten Ideen tatsächlich in die Praxis umgesetzt werden können, wird die Diskussion mit den am Benchmarkingprozess beteiligten Kläranlagen zeigen. Ziel könnte es sein, nach 10 Jahren kontinuierlichem ÖWAV-Abwasserbenchmarking (also mit dem Geschäftsjahr 2014) das Kläranlagenbenchmarking zu gestalten.

4.1 Benchmarking-Kostenkurven

Die beim ÖWAV-Kläranlagenbenchmarking verwendete Methode beruht auf dem Vergleich von Abwasserreinigungsanlagen innerhalb einer Gruppe, wobei jedes Jahr aus dem Teilnehmerkreis Benchmarks festgelegt werden. Der Vergleich mit einer Benchmarkanlage je Gruppe hat den Vorteil, dass man die tatsächlich in der Praxis erreichten Kosten mit einer konkreten Kläranlage im

Detail vergleichen kann. Die Gruppengrenzen wurden grundsätzlich so gewählt, dass die Kläranlagen innerhalb der Gruppe vergleichbar sind. Die in den vergangenen Jahren gesammelte Erfahrung zeigt jedoch, dass nicht nur die Kläranlagengröße in EW-Ausbau, sondern vor allem auch die tatsächliche Belastung einer Kläranlage einen entscheidenden Einfluss auf die spezifischen Betriebskosten hat. Auf Basis dieser Erfahrungen wurde daher nun eine methodische Weiterentwicklung vorgenommen, die es erlaubt, die spezifischen Kosten jedes einzelnen Teilnehmers mit Best-Practice-Kostenkurven (Benchmark-Kostenkurven) zu vergleichen. Es wurden für die Gesamtbetriebskosten und für die sechs Hauptkostenarten (Energiekosten, Material- und Stoffkosten, Leistungen durch Dritte, Personalkosten, Reststoffkosten sowie sonstige Kosten) Benchmarking-Kostenkurven entwickelt, die einerseits die organische Belastung als auch die tatsächliche Zulauffracht, ausgedrückt in EW-CSB110, berücksichtigen. Unter organischer Belastung wird das Verhältnis der mittleren CSB-Zulauffracht bezogen auf die CSB-Bemessungsfracht, ausgedrückt in Prozent, verstanden.

Der Vergleich der individuellen Kläranlagenkosten mit den festgelegten Benchmarking-Kostenkurven ermöglicht eine realistische Einschätzung im Vergleich mit einem erreichbaren Bestwert unter Berücksichtigung der Kläranlagenbelastung. Der Vergleich mit Best-Practice-Kostenkurven hat zusätzlich den Vorteil, dass die Teilnehmer unmittelbar nach Abschluss der Dateneingabe und -prüfung erste Ergebnisse erhalten können und nicht der Abschluss der Dateneingabe aller Teilnehmer abgewartet werden muss.

4.1.1 Vorgangsweise bei der Entwicklung der BM-Kostenkurven

Für die Ermittlung der Benchmarking-Kostenkurven (=BM-Kostenkurven) wurden alle bisher in der Benchmarking-Internetplattform vorhandenen Kostendaten ausgewertet. Es wurden die Daten von Kläranlagen mit einer Ausbaupkapazität zwischen 10.000 und 200.000 EW-Ausbau verwertet. Wie bereits beschrieben, wurden die Kosten aus den Geschäftsjahren 2003 bis 2009 auf das Geschäftsjahr 2009 hochindexiert. Bei Kläranlagen, die mehrere Jahre am Benchmarking teilgenommen haben, wurde ein Mittelwert gebildet. Die indexierten und gemittelten Kosten (Gesamtbetriebskosten und die Kosten der sechs Hauptkostenarten) wurden dann in einem Diagramm - blaue Punkte im Beispiel der Abbildung 5 - dargestellt.

Zusätzlich wurde von jenen acht Kläranlagen, die im Zeitraum 2003 bis 2009 als Benchmark ausgewiesen wurden, je Kostenart ein Mittelwert gebildet. Zur Mittelwertbildung wurden nur jene Jahre herangezogen, in denen die Kläranlagen als Benchmark ausgewiesen waren. Diese Mittelwerte der spezifischen Kosten der Benchmarkanlagen wurden ebenfalls im Diagramm (rote Quadrate im Beispiel der Abbildung 5) eingezeichnet.

Die BM-Kostenkurve entspricht grundsätzlich einer Ausgleichsfunktion der Kosten der Benchmarkinganlagen, welche als rote Linie in Abbildung 5 eingetragen ist. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge ist es jedoch nicht möglich, die BM-Kostenkurven ausschließlich auf Basis statistischer Methoden zu berechnen. Die nun beim ÖWAV-Benchmarking verwendeten Kostenkurven wurden vielmehr unter Einhaltung der beschriebenen Vorgangsweise empirisch ermittelt.

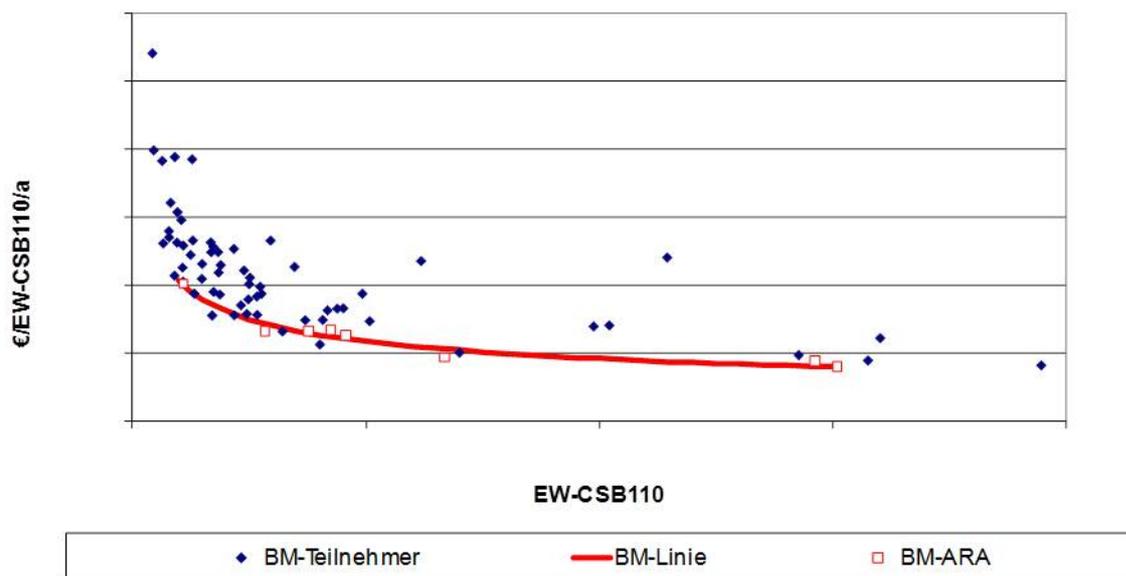
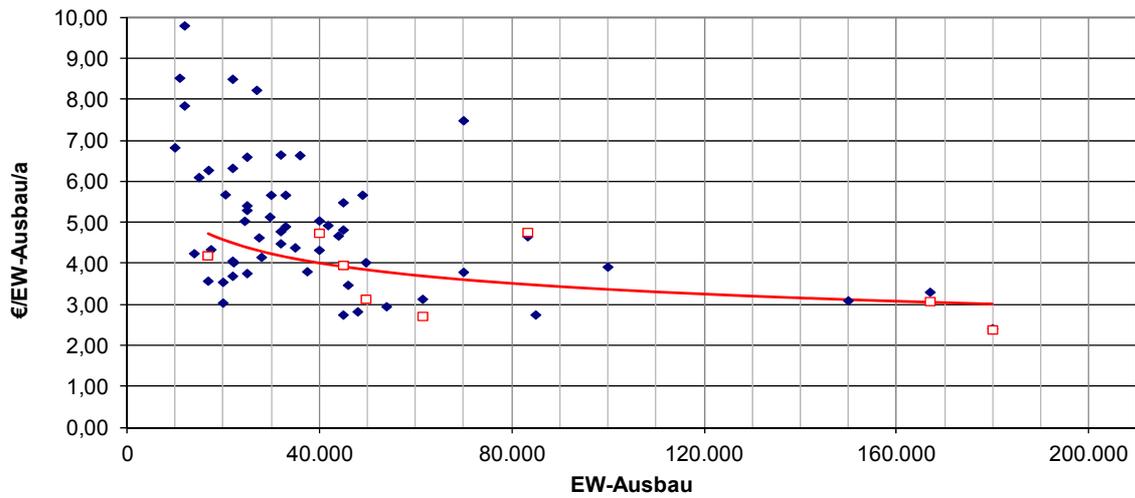


Abbildung 5: Beispiel für die Ermittlung von Benchmarking-Kostenkurven

Neben der Festlegung der einzelnen BM-Kostenkurven für die sechs Hauptkostenarten wurde auch eine BM-Kostenkurve für die Gesamtbetriebskosten ermittelt, wobei die Summe der sechs BM-Kostenkurven der Hauptkostenarten die BM-Kostenkurve der Gesamtbetriebskosten ergeben muss.

Wie sich in den vergangenen Jahren immer wieder gezeigt hat, gibt es keinen Zusammenhang der Personalkosten, der Kosten für Leistungen durch Dritte und der sonstigen Kosten mit der Zulauffracht einer Kläranlage. Die Kosten dieser drei Kostenarten hängen vielmehr von der Art der Einrichtungen und vor allem von der Ausbaupazität, also der Größe der Kläranlage, ab. Bei der Ermittlung der BM-Kostenkurve wird dem derart Rechnung getragen, dass für diese drei Kostenarten BM-Kostenkurven auf Basis von kläranlagengrößenspezifischen Kosten (Euro/EW-Ausbau/a) in Abhängigkeit der Kläranlagengröße ermittelt wurden (vergleiche Abbildung 6 oben).



Überleitung von BM-Kostenkurven mit der Bezugsgröße
 EW-Ausbau in BM-Kostenkurven bezogen aus EW-CSB110

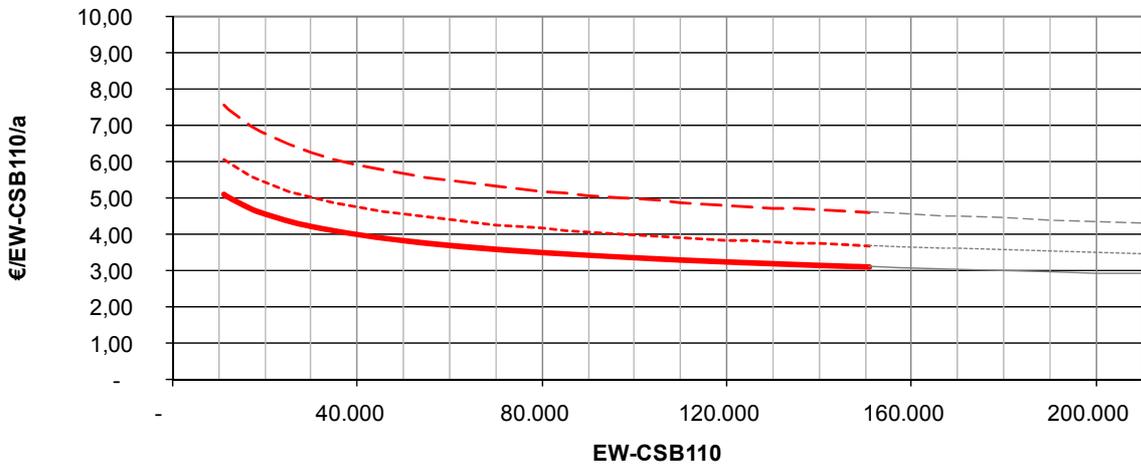


Abbildung 6: Beispiel für die Ermittlung von Benchmarking-Kostenkurven der von der Kläranlagengröße abhängigen Kostenarten

Die Tatsache, dass bei der Entwicklung der BM-Kostenkurven für die sechs Hauptkostenarten unterschiedliche Bezugsgrößen (EW-Ausbau und EW-CSB110) verwendet werden, widerspricht der beschriebenen Prämisse, dass aus der Summe der sechs Hauptkostenarten die Gesamtbetriebskosten berechnet

werden können. Dieser scheinbare Widerspruch kann dann gelöst werden, wenn man davon ausgeht, dass die BM-Kostenkurve bezogen auf EW-Ausbau dann der BM-Kostenkurve bezogen auf EW-CSB110 entspricht, wenn die Kläranlage eine 100%ige organische Belastung aufweist. Dies bedeutet, dass bei 100%iger organischer Belastung die BM-Kostenkurve bezogen auf EW-Ausbau auch als spezifische BM-Kostenkurve bezogen auf EW-CSB110/a dargestellt werden kann. Da der Absolutbetrag der Personalkosten, der Kosten für Leistungen durch Dritte und der sonstige Kosten unabhängig von der mittleren Belastung ist, können die spezifischen Kosten bei geringerer mittlerer Belastung kalkulatorisch ermittelt werden und entsprechen einer Parallelverschiebung der BM-Kostenkurve entlang der Ordinate.

Für die drei genannten Hauptkostenarten und die Gesamtbetriebskosten wurden jeweils drei BM-Kostenkurven für 100%ige, für 80%ige und für 60%ige organische Belastung berechnet und den spezifischen Kosten der jeweils untersuchten Anlage gegenübergestellt (vergleiche Beispiel in Abbildung 7). Mit welcher der drei BM-Kostenkurven man sich vergleicht, ist dann von der organischen Belastung der untersuchten Kläranlage abhängig.

4.1.2 BM-Kostenkurve und Ermittlung des theoretischen Einsparpotentials

Die drei Benchmarking-Kostenkurven der Gesamtbetriebskosten bei 100%iger, 80%iger und 60%iger organischer Belastung, welche sich aus der Summe der sechs Hauptkostenarten errechnen, sind in Abbildung 7 dargestellt. Im oberen Diagramm der Abbildung sind die spezifischen BM-Betriebskostenkurven und die spezifischen Kosten einer Beispielanlage (blauer Punkt) dargestellt. Multipliziert man die spezifischen Betriebskosten mit dem Einwohnerwert EW-CSB110, so erhält man BM-Kostenkurven der Betriebskosten in Euro pro Jahr (vergleiche Abbildung 7 unten).

Der als Beispiel eingezeichnete Teilnehmer in Abbildung 7 weist eine CSB-Zulaufkraft in der Höhe von umgerechnet 90.000 EW-CSB110 und eine organische Belastung von 80 Prozent auf. Die spezifischen Betriebskosten dieser

Anlage liegen bei 15,6 €/EW-CSB110/a, woraus sich 1,4 Mio. Euro an Betriebskosten pro Jahr errechnen. Aus der BM-Kostenkurve können für Kläranlagen mit 90.000 EW-CSB110 und einer organischen Belastung von 80 Prozent 10,9 € an spezifischen Betriebskosten bzw. 1 Mio. Euro Betriebskosten pro Jahr abgelesen werden. Daraus errechnet sich ein theoretisches Einsparpotential von 400.000 € pro Jahr. Der Vorteil der Umrechnung der spezifischen Kosten in Betriebskosten pro Jahr besteht darin, dass das theoretische Einsparpotential direkt dem Diagramm entnommen werden kann.

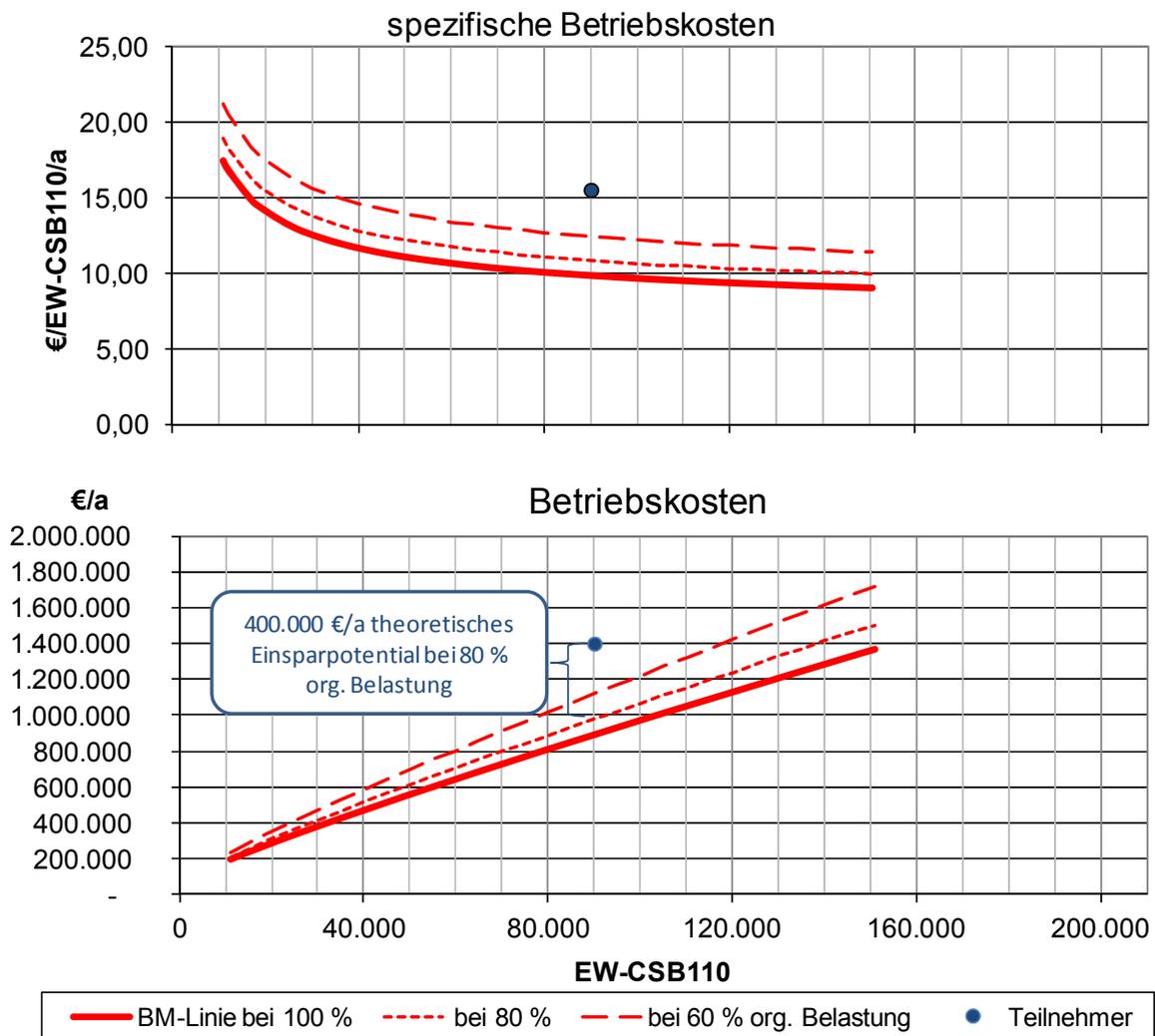


Abbildung 7: BM-Kostenfunktionen der Betriebskosten in Abhängigkeit von EW-CSB110 und der organischen Belastung

Die ausgearbeiteten und hier dargestellten BM-Betriebskostenkurven können für Kläranlagen mit einer CSB-Zulauffracht von umgerechnet 10.000 bis 150.000 EW-CSB110 angewendet werden. Aufgrund der Abweichung von der Benchmarklinie kann nun auch direkt auf ein zumindest theoretisches Einsparpotential rückgeschlossen werden. Eine genaue Analyse bei welchen Kostenarten und in welchen Prozessen Optimierungspotential besteht, kann dann z.B. im Zuge der Teilnahme am ÖWAV-Kläranlagenbenchmarking herausgefunden werden.

4.2 Vergleich unter Verwendung historischer Daten

Bei der Entwicklung der gegenwärtig angewendeten Benchmarkingmethode stand der Jahresvergleich innerhalb einer Teilnehmergruppe im Vordergrund. Die nun vorliegende Datenbasis erlaubt es, auch auf historische Daten zurückzugreifen. Einerseits kann zukünftig verstärkt auch die historische Entwicklung der jeweiligen Anlagen berücksichtigt werden. Andererseits ist es nun möglich und sinnvoll, beim Gruppenvergleich nicht nur die im aktuellen Jahr teilnehmenden Kläranlagen, sondern auch hier die historischen Daten mit einzubeziehen. Die damit verbundene breitere Datenbasis führt zu noch belastbareren Vergleichskennzahlen. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Automatisierung der Indexierung und Mittelwertbildung über einen längeren Zeitraum (z.B. als gleitendes Mittel der jeweils letzten fünf Jahre) dar.

4.3 Trennung abwassertechnischer und wirtschaftlicher Auswertungen

Eine andere (naheliegende) Erkenntnis der vergangenen Jahre ist, dass die Betrachtung der spezifischen Kosten zu kurz greift. Vielmehr müssen die zugrundeliegenden Stoffströme und Preise separat betrachtet werden. Dies bedeutet, dass beispielsweise bei den Entsorgungskosten des Klärschlammes einerseits der vereinbarte Preis je Tonne von Interesse (preisinduzierte Komponente) ist, es aber andererseits auch wesentlich auf den je Einwohnerwert zu entsorgenden Schlamm (stoffstrominduzierte Komponente) ankommt. Auch

gegenwärtig werden bereits für beide Aspekte Kennzahlen berechnet, es ist jedoch noch nicht möglich, die jeweils eigenen Preise durch „Einheitspreise“ oder „Benchmarkpreise“ zu ersetzen, um derart spezifische Kosten für die eigene Kläranlage, unter Ausschaltung der preisinduzierten Komponente, zu berechnen. Die jeweilige Kläranlage könnte auf diese Weise den Effekt der Preise auf die spezifischen Kosten berechnen. Ein zusätzlicher Vergleich unter Anwendung von Einheitspreisen würde auch die Diskussion um die Beeinflussbarkeit bzw. regionale Besonderheit von Preisen hintanstellen. Als logische Konsequenz könnten alle abwassertechnischen Auswertungen in einem eigenen Bericht zusammengefasst werden, der einem Bericht über die Kostenkennzahlen vorangestellt wird. Als Zusatzinfo können, so wie bisher auch schon, die jeweiligen Einkaufspreise aller Benchmarkingteilnehmer aufgelistet werden.

4.4 Benchmarkingmethode für Kläranlagen ≤ 10.000 EW-Ausbau

Bei Kläranlagen größer 50.000 EW-Ausbau hat sich die Aufteilung aller Kostenarten auf die beim Benchmarking verwendeten Prozesse und Teilprozesse bewährt. Bei Kläranlagen zwischen 10.000 und 50.000 EW-Ausbau werden die Personalstunden und der Energieverbrauch nicht immer auf Prozessebene erfasst. Eine Schätzung der Stundenaufteilung bzw. des Energieverbrauches auf die Prozesse führt zu wenig aussagekräftigen Prozesskosten. Beim Energieverbrauch, vor allem wenn dieser außerhalb des Normalbereiches liegt, ist es sinnvoll und zielführend, genauere Aufzeichnungen zu verlangen, um entsprechende Einsparmöglichkeiten aufzeigen zu können. Die Stundenerfassung auf Prozessebene und der Informationsgehalt dieser Aufzeichnungen werden vor allem von kleineren Kläranlagen kritisch gesehen.

Als sehr gut voneinander abgrenzbar und eindeutig zuordenbar haben sich hingegen die sechs Hauptkostenarten herausgestellt. Jede Kläranlage jeder Größe kann die sechs Hauptkostenarten eindeutig voneinander unterscheiden. Für Kläranlagen mit weniger als 10.000 EW-Ausbau ist es daher sehr gut

vorstellbar, die Benchmarkingmethode dahingehend zu adaptieren, dass nur die wesentlichsten technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen der sechs Hauptkostenarten ausgewertet und miteinander verglichen werden. So sind beispielsweise für die Einschätzung der Reststoffkosten folgende Kennzahlen wesentlich:

- spezifischer Rechen-, Sandfanggut- und Klärschlammanfall
- TS-Konzentration des Klärschlammes und spezifische TS-Fracht/EW/d
- Entsorgungskosten je Tonne Rechen-, Sandfanggut bzw. Klärschlamm

Anhand der spezifischen Kosten der sechs Hauptkostenarten und der jeweils sechs bis zehn wesentlichsten Kennzahlen, die auf diese Kosten Einfluss haben, können auch Kläranlagen mit weniger als 10.000 EW-Ausbau ohne großen Erfassungsaufwand miteinander verglichen werden. Liegen einmal ausreichend viele Kostenkennzahlen vor, könnte dann auch für diese Größengruppe je Kostenart eine BM-Kostenkurve entwickelt werden.

5 Zusammenfassung

Benchmarking ist eine Methode, mit der die Qualität des Kläranlagenbetriebs der teilnehmenden Kläranlagen analysiert sowie deren Leistungserbringung optimiert werden kann. Positiv zu erwähnen ist, dass diese Methode in den letzten Jahren bereits von mehr als 80 kommunalen Kläranlagen zur Standortbestimmung genutzt wurde und somit viel Einsparpotential lukriert werden konnte. Für die Zukunft ist es wichtig, dass diese Methode auch weiterhin als kontinuierliches Werkzeug zur Qualitätskontrolle genutzt wird. Um das Kläranlagenbenchmarking noch attraktiver zu gestalten, sind folgende Weiterentwicklungen in Planung bzw. bereits umgesetzt:

- Entwicklung und Anwendung von Benchmarking-Kostenkurven
- Berücksichtigung der jeweiligen Kläranlagenkennzahlen in der Zeitreihe
- Gruppenvergleich unter Einbeziehung historischer Daten
- Transparentere Untergliederung von abwassertechnischen und wirtschaftlichen Kennzahlen
- Benchmarkingmethode für kleinere Kläranlagen

Aufgrund der geplanten Erweiterungen könnten zukünftig auch die in den letzten Jahren gewonnenen historischen Daten optimal genutzt werden und der Kläranlagenvergleich auf eine noch breitere Datenbasis gestellt werden. Vom Kläranlagenbenchmarking profitieren jedoch nicht nur die teilnehmenden Kläranlagen, sondern darüber hinaus auch jene Kläranlagen, die (noch) nicht beim Benchmarking teilgenommen haben, da der optimierte Standard nicht nur innerhalb der Benchmarkingteilnehmer kommuniziert wird.

6 Literatur

Brugger, M. (2010): Entwicklung von Best-Practice-Kostenkurven für Abwasserreinigungsanlagen, Diplomarbeit, Wien

Kroiss, H., Haberl, R., Bogensberger, M., Nowak, O., Ertl, T., Josef, Habich, Lindtner, S., Starkl, M., Murnig, F. und Sleytr, K. (2001): Benchmarking in der Siedlungswasserwirtschaft - Erfassung und Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen in der Siedlungswasserwirtschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Wien.

Lebensministerium (2010): Kommunale Abwasserrichtlinie der EU – 91/271/EWG, Fragebogen 2011 der Europäischen Kommission – Überprüfung des Umsetzungsstandes in Österreich, Wien

Lindtner, S. (2004): Beitrag zum Benchmarking von Abwasserreinigungsanlagen, Wiener Mitteilungen Wasser - Abwasser-Gewässer, Band 189, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU-Wien.

Lindtner, S. (2012): Kläranlagenbenchmarking – Ergebnisse und methodische Weiterentwicklung, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft Heft 1-2/12, Seite 235 – 241, Wien

Korrespondenz an:

Dr. Stefan Lindtner

Ingenieurbüro k2W

Obere Augartenstraße 18A/5/1

Tel.: 01/3339081

eMail: lindtner@k2w.at