



# Planung und Bewilligung einer Klärschlamm-trocknung am Beispiel des Abwasserverbands Großache Nord

Daniel Maurer · Stefan Haider

Angenommen: 13. Dezember 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) and Springer-Verlag GmbH Austria, ein Teil von Springer Nature 2023

**Zusammenfassung** Das Thema Klärschlamm-trocknung ist auch in Österreich von immer größerer Relevanz. Damit wird auch die Frage der dezentralen Klärschlamm-trocknung auf der Kläranlage immer wichtiger. Derzeit gibt es in Österreich in diesem Bereich nur wenige Referenzanlagen und für Behörden sowie Planer ergeben sich dadurch neue Frage- und Problemstellungen. Nachstehend soll am Beispiel der Kläranlage Erpfendorf dargestellt werden, was bei der Planung und Bewilligung einer Klärschlamm-trocknungsanlage zu beachten ist, um einen Eindruck über Komplexität und Umfang eines solchen Vorhabens zu geben.

Nach einer kurzen Zusammenfassung allgemeiner rechtlicher und technischer Grundlagen werden die Ausgangssituation auf der Kläranlage, die infrage kommenden Trocknungskonzepte und die Auslegung sowie Wahl des am besten geeigneten Verfahrens dargestellt. Anschließend werden die einzelnen Anlagenbereiche und die damit verbundenen erforderlichen Schutz- und Überwachungsmaßnahmen beschrieben. Letztere haben einen erheblichen Anteil an den Projektkosten. Das Projekt befindet sich bei Erscheinen des Artikels in der Umsetzung. Die Trocknungsanlage soll im Juni 2023 fertiggestellt und anschließend in den Dauerbetrieb übergeführt werden.

## Schlüsselwörter

Klärschlamm-trocknung · Klärschlamm-trocknung · Kommunale

DI D. Maurer  
 Niederlassung Wien, H2Office,  
 Stutterheimstraße 16–18/2/15h, 1150 Wien,  
 Österreich  
[d.maurer@h2office.com](mailto:d.maurer@h2office.com)

DI Dr. S. Haider (✉)  
 Niederlassung Nürnberg, H2Office,  
 Utzmannsbach 39, 91245 Simmelsdorf,  
 Deutschland  
[s.haider@h2office.com](mailto:s.haider@h2office.com)

Kläranlage · Planung ·  
 Explosionsschutz · Kaltluft-Trockner ·  
 Bandtrockner · Wirbelschichttrockner

## Design and approval process of a sewage sludge drying system on the example of the Wastewater Association Großache Nord

**Abstract** The topic of sewage sludge disposal is also of increasing relevance in Austria. Thus, the question of decentralized sewage sludge drying on the wastewater treatment plant becomes more and more important. At present, there are only few reference plants in this field in Austria, which gives rise to new questions and problems for authorities and planners. In the following, the example of the wastewater treatment plant Erpfendorf will be used to illustrate what has to be considered when planning and approving a sewage sludge drying plant in order to give an impression of the complexity and scope of such a project.

After a short summary of general legal and technical basics, the initial situation at the waste water treatment plant, the considered drying concepts and the design as well as the choice of the most suitable process will be presented. Subsequently, the individual plant components and the necessary protection and monitoring measures associated with them are described. The latter have a considerable impact on the project costs. The project is under implementation at the time of publication of this article. The drying plant is scheduled for completion in June 2023 and then to be put into permanent operation.

**Keywords** Sludge drying · Municipal wastewater treatment plant · Planning · Explosion protection · Low-temperature dryer · Belt dryer · Fluid bed dryer

## 1 Grundlagen

### 1.1 Rechtsentwicklungen und Regelwerke

Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017 des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus gibt in Bezug auf die Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm das Ziel vor, dass bis zum Jahr 2030 65 bis 85% des in Österreich anfallenden Klärschlammes einer Phosphorrückgewinnung zuzuführen sind. Hierbei scheint bei den in vielen infrage kommenden und derzeit noch in Entwicklung befindlichen Technologien die Herstellung eines phosphorhaltigen Düngers aus Klärschlamm-Aschen unter den erfolversprechendsten zu sein. Dies setzt die vorhergehende Monoverbrennung des Klärschlammes voraus. Die landwirtschaftliche Verwertung wurde in den letzten Jahrzehnten sukzessive eingedämmt, da vermieden werden soll, dass sich Mikroplastik und Schwermetalle im Boden anreichern können. Da einer Verbrennung die Entwässerung und zumindest Teiltrocknung des auf der Kläranlage anfallenden Schlammes vorausgehen muss, ist daher in Zukunft mit einem erhöhten Bedarf an Schlamm-trocknungsanlagen zu rechnen. Erfolgt die Trocknung ähnlich der Entwässerung bereits auf der Kläranlage, so vermindern sich dadurch die anfallenden Transportkosten. Soweit bekannt, werden diese Vorgaben auch im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2022, der derzeit in der Konsultationsfassung vorliegt, übernommen und entsprechend in gesetzliche Vorgaben einfließen.

Bezüglich der benötigten Regelwerke und Planungsunterlagen kann für die Planung einer Klärschlamm-trocknung auszugsweise auf folgende Literatur verwiesen werden:

- DWA-Merkblatt DWA-M 379 „Klärschlamm-trocknung“ (DWA 2021),

**Tab. 1** Übersicht über die Einteilung der Temperaturbereiche der Schlamm-trocknung (nach DWA-M 379)

	Trockenguttemperatur
Hochtemperaturtrocknung	> 100 °C
Mitteltemperaturtrocknung	50–100 °C
Niedertemperaturtrocknung	< 50 °C

- Beispielsammlung „Staubexplosionschutz an Maschinen und Apparaten“ (IVSS 2012),
- Grenzwertverordnung 2021 – GKV, BGBl. II Nr. 253/2001, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 156/2021 idgF,
- Verordnung über explosionsfähige Atmosphären (VEXAT), BGBl. II Nr. 309/2004 idgF,
- TRVB – Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz (<https://www.brandschutzbeauftragte.at/Service-Infocenter-TRVB>).

### 1.2 Trocknungssysteme

Die Trocknung von Klärschlamm kann in drei verschiedenen Temperaturbereichen erfolgen (Tab. 1).

Auf einer Kläranlage steht Wärme normalerweise nur in Form von Heizwasser der BHKWs bzw. des Heizkessels zur Verfügung, womit die Hochtemperaturtrocknung eher selten zum Einsatz kommt. Eine Ausnahme bilden für die Hochtemperatursysteme jedoch Anwendungen, bei denen das Abgas der BHKWs (bis zu 500 °C) genutzt wird.

Grundsätzlich lassen sich drei verschiedene Arten von Trocknung für Klärschlämme unterscheiden:

- **Konvektionstrocknung:** Die Wärme wird unmittelbar durch Berührung von Wärmeträger (Luft, Rauchgas) und Schlamm übertragen z.B. Bandtrockner, Trommeltrockner.
- **Kontaktstrocknung:** Die Wärmeübertragung auf den Schlamm erfolgt über Kontaktflächen z.B. Wirbelschichttrockner, Schneckenrockner.
- **Strahlungstrocknung:** Die Wärme wird mittels elektromagnetischer Strahlung übertragen z.B. Solartrockner.

### 1.3 Entwässerung und Trocknungsgrad

Damit eine Klärschlamm-trocknung wirtschaftlich sein kann, muss der Klärschlamm zuvor mechanisch entwässert werden. Über diese Entwässerung kann über 80 % des im Schlamm enthaltenen

Wasser abgeschieden werden. Ab einem TR von ca. 25 bis 30 % kann der Wassergehalt nur noch über eine thermische Trocknung weiter vermindert werden. Der Trocknung obliegt daher die Aufgabe, den Anteil des stärker gebundenen Wassers im Schlamm zu reduzieren. Dabei gilt:

- Je trockener das Trockengut, desto geringer die Trocknungsgeschwindigkeit und desto höher der spezifische Energieeinsatz
- Umwälzung und Durchmischung erhöhen die Trocknungsgeschwindigkeit, führen aber auch zu einem höheren Feinkornanteil

Die Trocknung kann dabei auf eine Teiltrocknung (40 % ≤ TR ≤ 90 %) oder Volltrocknung (TR ≥ 90 %) erfolgen. Bei einer Volltrocknung besitzt das Endprodukt einen staub- bis granulatförmigen Charakter und ist biologisch stabil. Bei einer Teiltrocknung dagegen ist das Endprodukt biologisch nicht komplett stabil und besitzt ab ca. 75 % TR staub- bis granulatförmigen Charakter. Zwischen 40 % und 65 % TR tritt bei der

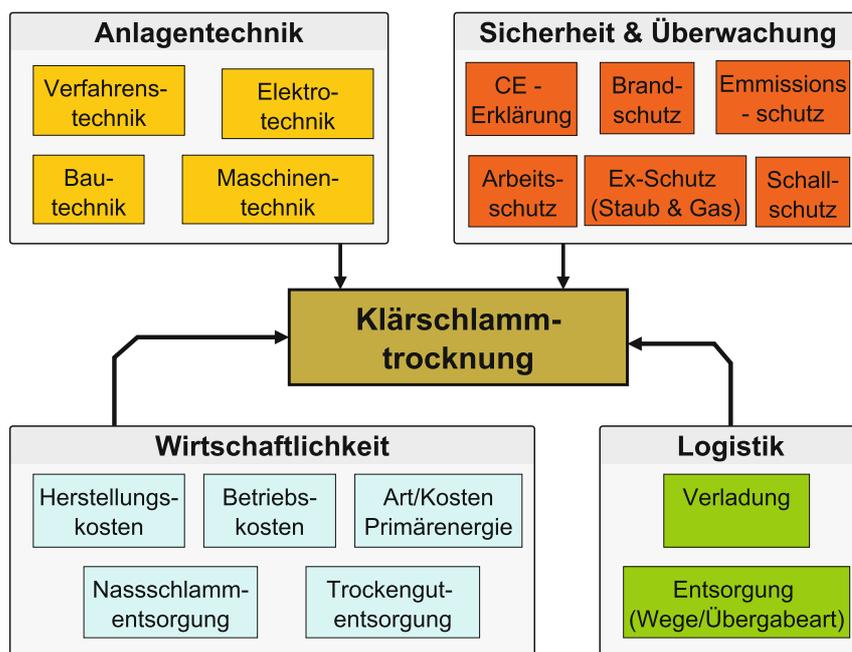
Trocknung die sogenannte Leimphase auf, was sich in der Entstehung einer klebrigen, schwer zu verarbeitenden Schlammkonsistenz äußert. Bei manchen Trocknungsverfahren ist eine Vermeidung dieser Phase von hoher Bedeutung, sie wird oft mit einer Durchmischung von feuchtem und bereits getrocknetem Schlamm erreicht.

Wird Klärschlamm auf einen TS-Gehalt von über 90 % getrocknet, erhöht sich der Energieaufwand bzw. die nötige Verweildauer aufgrund der höheren Bindungskräfte des Wassers in diesem Trocknungsbereich eklatant.

### 1.4 Anforderungen an die Planung

Bei der Planung und Bewilligung einer Klärschlamm-trocknung sind zahlreiche Aspekte zu berücksichtigen. Es fließen dabei technische, wirtschaftliche sowie emissionstechnische Belange ineinander, die zu einer gegenseitigen Abstimmung gebracht werden müssen. Großen Einfluss haben auch logistische Belange (Abnahmevorgaben der Entsorger). Sie können die Auslegung der Anlage stark beeinflussen.

Weiters stellt die Klärschlamm-trocknung auch sicherheitstechnisch eine große Herausforderung dar. Hier sticht neben dem Arbeits- und Brandschutz besonders der Explosionsschutz hervor. Kläranlagen, die über eine anaerobe Schlammbehandlung verfügen,



**Abb. 1** Bereiche, die bei der Planung einer Klärschlamm-trocknung zu beachten sind

haben bereits Erfahrung mit dem Explosionsschutz durch die auftretenden Faulgase. Bei der Klärschlamm-trocknung muss aufgrund der Brennbarkeit des getrockneten Klärschlammes jedoch ein besonderes Augenmerk auf den Explosionsschutz im Bereich von Stäuben gerichtet werden. Aufgrund der Komplexität des Explosionsschutzes bei solchen Projekten empfiehlt es sich, entsprechende Fachplaner:innen oder Prüfstellen einzubinden. Diese müssen auch mit dem Explosionsschutz für Stäube und dessen speziellen Herausforderungen vertraut sein.

Einen Überblick über die wichtigsten Einflussfaktoren bei der Planung einer Klärschlamm-trocknung gibt die nachfolgende Abb. 1.

Zusätzlich wird empfohlen, schon zu Beginn des Projekts mit der zuständigen Behörde in Kontakt zu treten. Dies dient auch der Abstimmung über die zu berücksichtigenden Normen und Regelwerke sowie einzubindenden Fachstellen. Des Weiteren sind in

den letzten Jahren neue Schlamm-trocknungsverfahren am Markt erschienen, wo weder Planer:innen noch Behörden über ausreichende Erfahrungswerte verfügen. Es empfiehlt sich daher, die Behörde in den Planungsprozess einzubinden.

## 2 Wahl und Auslegung des Verfahrens

### 2.1 Allgemeines

Die Kläranlage Erpfendorf des Abwasserverbands Großache Nord ist seit 1990 in Betrieb und für die Reinigung der Abwässer der Gemeinden Oberndorf, Kirchdorf und St. Johann in Tirol verantwortlich. Sie ist für die Reinigung von 70.000 EWG ausgelegt. Bei einer Vorstudie zur Klärschlamm-trocknung wurde für den Zeitraum von 2017 bis 2019 im Mittel eine Belastung von ca. 25.000 EWG festgestellt. In den Spitzenmonaten werden im Mittel knapp 40.000 EW erreicht. Die für die Reini-

gungsleistung relevante Belastung liegt natürlich höher.

Die Kläranlage besteht im Wesentlichen aus einer mechanischen Vorreinigung (Rechen, Sandfang), einer Hochlastbiologie und einer Schwachlastbiologie mit simultaner Phosphatfällung sowie einer anaeroben Schlammbehandlung.

Die Schlammbehandlung besteht aus folgenden Anlagenteilen:

- 1 maschinelle ÜSS-Eindickung und 1 Voreindicker,
- 2 Faulbehälter mit Rührwerk und jeweils ca. 1500 m<sup>3</sup> Volumen,
- 2 Schneckenpressen zur Faulschlammmentwässerung,
- 1 Prozesswasserbehandlung (DEMON-Verfahren),
- 1 überdachte Schlammdeponie für den gepressten Schlamm (ca. 375 m<sup>2</sup> Fläche).

Für die Klärschlamm-trocknung sollte, anders als bei der Speiseresteaufbereitungsanlage, bewusst keine Verbund-

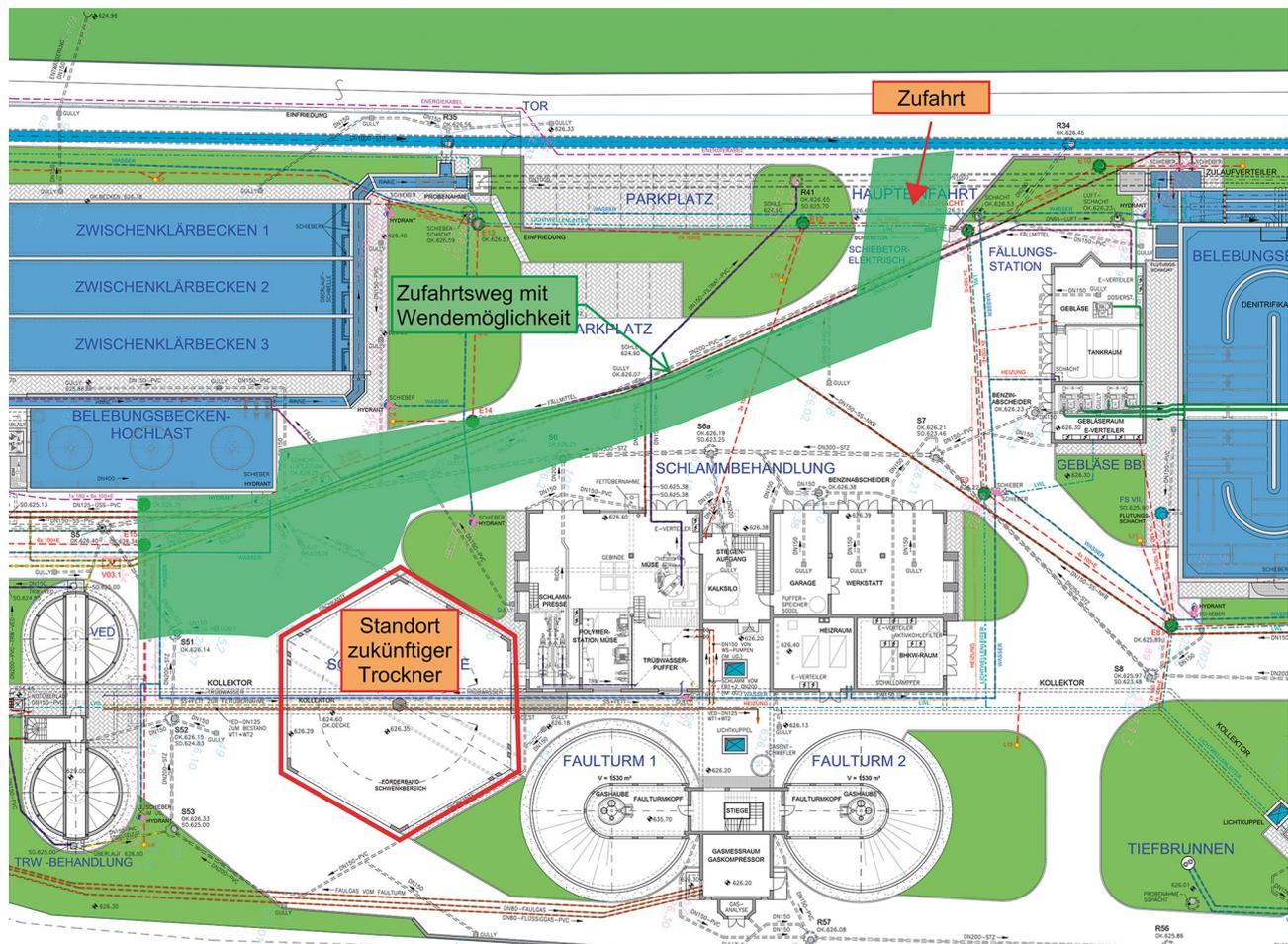


Abb. 2 Lage der Schlammdeponie (zukünftiger Standort Klärschlamm-trocknung) auf der Kläranlage



**Abb. 3** Nassschlammdeponie vor Errichtung der Klärschlamm-trocknung

lösung mit anderen Kläranlagen angestrebt werden, auch um hier ein mögliches Abgleiten in die Zuständigkeit des Abfallwirtschaftsgesetzes zu vermeiden. Vielmehr sollte die Trocknungsanlage nur für den auf der Kläranlage Erpfendorf anfallenden entwässerten Faulschlamm konzipiert und ausgelegt werden.

Vor der eigentlichen Planung der Klärschlamm-trocknung wurde im Jahr 2019 eine Varianten- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt (Maurer und Haider 2019). Die Entwurfs- und Einreichplanung erfolgte 2020/2021 (Haider 2021). Die wasserrechtliche Bewilligung durch das Amt der Tiroler Landesregierung „Wasser-, Forst- und Energierecht“ wurde per Bescheid im Januar 2022 erteilt. Die Ausführungsplanung und Vergabe des Trockners inklusive Fördertechnik wurden im Juni 2022 abgeschlossen. Im Dezember 2022 werden Vorlagebehälter und Fördertechnik errichtet. Die Montage und Inbetriebnahme des Trockners sowie der restlichen Anlagenteile sollen im Mai/Juni 2023 erfolgen.

## 2.2 Standort der Trocknung innerhalb der Kläranlage

Die Trocknungsanlage wird auf dem Gelände der Kläranlage Erpfendorf in der Halle der derzeitigen Nassschlammdeponie errichtet. Diese ist zentral in der Kläranlage im Bereich der Schlammbehandlung angeordnet. Sie ist als offene Halle ausgeführt.

Die Halle verfügt über eine ausreichend große Grundfläche für die Errichtung der Schlamm-trocknung inklusive zugehöriger Peripherie. Auch

sind ausreichend Zufahrtsflächen und Wendemöglichkeiten im Bereich der Halle gegeben (Abb. 2 und 3).

## 2.3 Energiesituation

Durch die Errichtung einer Speisereste-Aufbereitungsanlage auf der Kläranlage Erpfendorf im Jahr 2014 konnte die Stromproduktion auf mehr als 1 Mio. kWh/a (1,3 Mio. kWh in 2018) gesteigert werden. Damit betrug die Eigenstromproduktion im Betriebsjahr 2018 im Mittel bereits 116%.

Auch die Wärmeproduktion stieg entsprechend an. Für die nächsten Jahre wird mit einer weiteren Steigerung der gesammelten und verwerteten Bioabfälle und folglich der Biogasproduktion gerechnet. Zur Verstromung des Faulgases stehen der Kläranlage zwei 100-kW<sub>el</sub>-BHKWs zur Verfügung.

Während die Energiekosten durch die Co-Fermentation minimiert werden konnten, sind die Klärschlamm-trocknungskosten allein im Projektzeitraum um ca. 20% gestiegen. Die Preissteigerungen sind mit den gesetzlichen Vorgaben und den immer knapper

werdenden Verwertungs-kapazitäten begründet. Mit weiteren Preissteigerungen in den nächsten Jahren ist zu rechnen.

Aufgrund der hohen Stromproduktion und in Zusammenhang mit einem geringen Arbeitspreis beim Strombezug konnte für die Kläranlage auch eine Schlamm-trocknung, die über Strom betrieben wird, in Betracht gezogen werden. Bei einem strombetriebenen System muss jedoch aufgrund des hohen Verbrauchs darauf geachtet werden, dass es durch den Betrieb der Trocknung nicht zu übertriebenen Leistungsspitzen und daher einem erhöhten Leistungspreis kommt.

## 2.4 Schlammanfall

Der ausgefaulte Schlamm wird auf der Kläranlage mithilfe von 2 Schneckenpressen maschinell entwässert. In Bezug auf die TS-Konzentration lagen für die Jahre 2017 und 2018 für den Dünnschlamm (Aufgabe SEM) 414 Messwerte und für den entwässerten Schlamm (Kuchen TS) 318 Werte vor (Abb. 4).

Die Berechnung der entwässerten Schlammmenge ergab folgende Werte (Abb. 5).

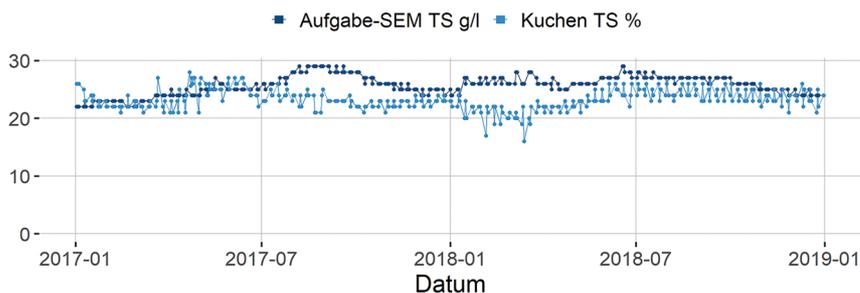
Die entwässerte Schlammmenge betrug 2017 rd. 1994 m<sup>3</sup>/a und 2018 rd. 2049 m<sup>3</sup>/a. Es ist zu beachten, dass wochenweise sogar Spitzenwerte über 8 m<sup>3</sup>/d erreicht werden.

## 2.5 Benötigte

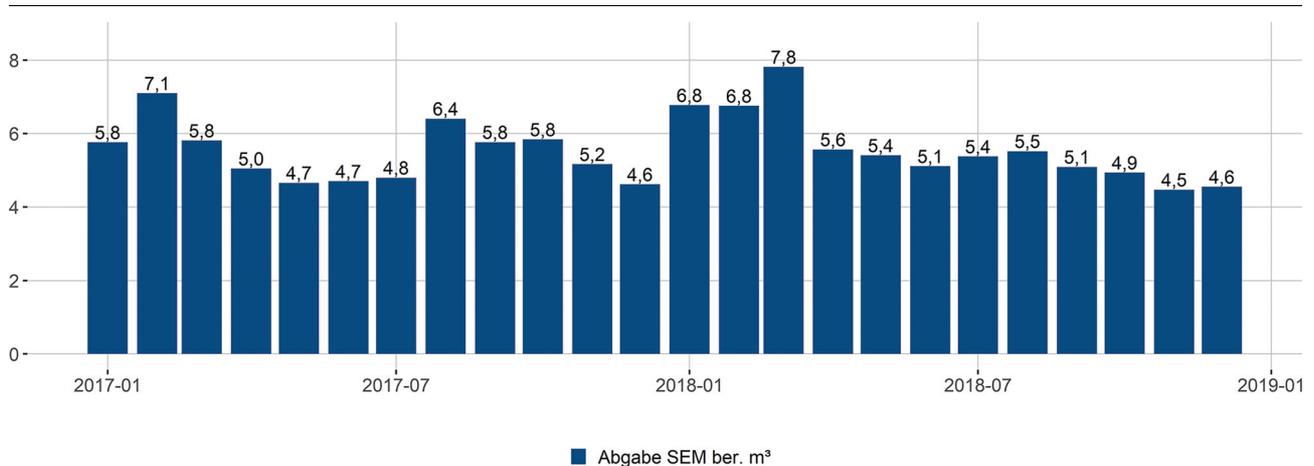
### Wasserverdampfungsleistung

Berechnet man die benötigte Wasserverdampfungsleistung, um den entwässerten Schlamm auf 90% TS zu erhöhen, ergibt sich folgende Ganglinie.

Wie Abb. 6 zu entnehmen ist, ergeben sich aus den Daten maximale Wochenverdampfungsleistungen von etwa 6,5 t/d in Bezug auf die Wochenmittel.



**Abb. 4** Gemessene TS-Werte vor (g/l) und nach (%) der maschinellen Entwässerung 2017 bis 2018



**Abb. 5** Berechnete Monatsmittelwerte für die Abgabemenge ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) der maschinellen Faulschlammntwässerung



**Abb. 6** Potenzielle benötigte Wasserverdampfungsleistung in t/d bei Trocknungsgrad auf TS 90 %, Tagewerte und Wochenmittel

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass von manchen Herstellern zwar Trocknerleistungen bis 90 % TS angegeben werden, diese von den Aggregaten aber nur unter sehr ungünstigen energetischen Ausbeuten erreicht werden können.

## 2.6 Auslegungsdaten Trockner

Für die Trocknung waren folgende Randbedingungen basierend auf den Daten von 2017 und 2018 zu berücksichtigen (Tab. 2).

Für die Auswahl geeigneter Klärschlamm-trockner wurde die benötigte Wasserverdampfungsleistung auf 6000 bis 8000 kg/d festgelegt, um auch zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen.

## 2.7 Betrachtete Trocknungssysteme

### 2.7.1 Randbedingungen

In einer vorgelagerten Studie wurden im Jahr 2018 bereits mehrere Varianten von Bandtrocknern mit Heißlufttrocknung miteinander verglichen. Diese Betrachtung wurde 2019 (Maurer und Haider 2019) um folgende 2 Systeme erweitert, um die bestmögliche Trockneranlage für die Kläranlage Erpfendorf zu ermitteln:

- Wirbelschichttrocknung mit dem Abgasstrom der BHKWs,
- Bandtrocknung mit Kaltluft.

Beide Trocknungsverfahren zeichnen sich durch ihre relativ kompakte Bauweise und die vergleichsweise niedrigen Investitionskosten aus. Auf diese Weise können sie auch für kleinere bis mittelgroße Kläranlagen wirtschaftlich

interessant sein. Allerdings gibt es für beide Verfahren noch wenige Referenzanlagen in Österreich und Deutschland.

### 2.7.2 Bandtrockner allgemein

Bei Bandtrocknern wird der Schlamm vor der Aufgabe auf das Band strukturiert, um eine gute Durchströmung des Trockenguts mit Luft zu gewährleisten. Das Auftragen des Schlammes soll dabei möglichst gleichmäßig erfolgen. Die meisten Bandtrockner verfügen über zumindest 2 übereinander gelagerte Bänder. Der nasse Schlamm wird auf das obere Band aufgetragen und über dieses längs durch den Trockner befördert. Im Endbereich des Trockners erfolgt die Umlenkung des oberen Bands und der Schlamm fällt auf das untere Band. Über dieses wird er in die gegenläufige Richtung zurückgefördert und am anderen Ende ausgetragen. Von dort kann er mit entsprechender Fördertechnik zu Lagerung geführt werden. Durch den Bandwechsel kommt es zu einem gewissen Umlagerungseffekt.

Während der Schlamm auf den Bändern durch den Trockner läuft, wird er von Luft umspült, die den Schlamm trocknet. Es ist dabei auf das Einhalten einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Trockner zu achten, um Staubaufwirbelungen zu vermeiden.

Der Gehalt an Trockensubstanz im getrockneten Klärschlamm wird durch die Verweilzeit innerhalb der Anlage, die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft sowie den Anfangstrockengehalt bestimmt.

**Tab. 2** Randbedingungen für die Festlegung der Trocknerausführung auf der Kläranlage Erpfendorf

Menge gepresster Schlamm zu Trocknung	Ca. 2000 to/a
TS Gehalt gepresster Schlamm	Ca. 23 %
Angestrebter TS-Gehalt trockener Schlamm	Ca. 90 %
Menge getrockneter Schlamm bei angestrebtem TS	Ca. 511 to/a
Entzogene Wassermenge bei angestrebtem TS	Ca. 1490 to/a bzw. $4 \text{ m}^3/\text{d}$

## 2.7.3 Bandrockner mit Heizwasser

Bei diesem Bandrockner wird die Luft über Heizwasser erwärmt. Das Heizwasser kann von Heizkesseln oder BHKWs stammen. Bei einem Betrieb über BHKWs steht bei höheren Außentemperaturen das Heizwasser als Überschussenergie der Stromproduktion zur Verfügung, die sonst über Notkühler mit energetischem Aufwand in die Atmosphäre abgegeben werden müsste. Im Winter wiederum tritt ein Wärme-defizit ein, welches durch Zukaufen von Heizenergie ausgeglichen werden muss. Die über das Heizwasser in einem Wärmetauscher erzeugte Heißluft wird bei dieser Trocknung einmal über den Schlamm geblasen und dann nach außen abgeführt. Dadurch fällt kein Kondensat an, es ist allerdings mit der Notwendigkeit einer Abluftbehandlung zu rechnen. Diese kann von einem chemischen Wäscher bis zu einem Aktivkohlefilter oder Kombinationsarten verschiedener Reinigungssysteme gehen.

Dieses Trocknungsverfahren ist bei kommunalem Klärschlamm am verbreitetsten und wird von verschiedenen Firmen auf dem Markt angeboten.

## 2.7.4 Bandtrocknung mit Kaltluft (elektrisch betrieben)

Eine Bandtrocknung mit Kaltluft unterscheidet sich konzeptionell von einem mit Heizwasser betriebenen System. Bei einer Kaltlufttrocknung sind im Trockner Kälteaggregate verbaut. Die Luft wird in diesem System im Kreis geführt und es kommt im Regelbetrieb nicht zu Emissionen in die Umgebungsluft. Die Luft wird auf der einen Seite der Kältemaschine erwärmt. Die leicht warme (ca. 40 °C) und trockene (20% relative Feuchtigkeit) Luft wird durch den Schlamm geblasen und extrahiert dabei die Feuchtigkeit aus dem Schlamm. Die mit Feuchtigkeit beladene Luft wird im Kaltbereich der Kältemaschine stark abgekühlt. Dadurch kondensiert die Feuchtigkeit aus und kann in flüssiger Phase aus dem System ausgetragen werden. Nach dem Kondensationsvorgang wird die nun entwässerte und damit getrocknete Luft wieder erwärmt und im geschlossenen Kreislauf wieder über den Schlamm geblasen. Auf diese Weise ist das Verfahren sehr energieeffizient, benötigt aber Strom als Primärenergie. Aufgrund der geschlossenen Ausführung ist keine Abluftbehandlung

notwendig. Das Kondensat kann normalerweise dem Zulauf zur Kläranlage oder Biologischen Stufe zugeführt werden.

Dieses Trocknungsverfahren wird zumindest im deutschsprachigen Raum nur von 2 Firmen angeboten. Eine weitere Firma bietet ein vergleichbares Verfahren an, welches anstelle eines umlaufenden Bandes Schalen für den Schlammtransport im Trockner verwendet und durch den Verzicht auf Kälteaggregate nur eine Teiltrocknung realisiert.

## 2.7.5 Wirbelschichttrocknung mit BHKW-Abgasen

Dieses System ist noch relativ neu auf dem Markt und wird derzeit nur von 1 Firma angeboten, sticht aber besonders durch die Möglichkeit hervor, das ungenutzte Wärmepotenzial von BHKW-Abgasen über die Schlamm-trocknung zu verwerten.

Der Hauptunterschied zu den Bandrocknern besteht darin, dass hier der Schlamm nicht über ein Band durch warme Luft hindurchgeführt wird, sondern dass „Schlammstaub“ über schnellrotierende Schaufeln in Heißluft in Schwebelage gehalten wird. Der Vorteil ist, dass hierbei direkt die Abgaswärme des BHKWs genutzt werden kann und diese dazu nicht über einen Wärmetauscher auf ein anderes Medium übertragen werden muss. Allerdings ist das BHKW dann ohne Abgaswärmetauscher zu betreiben, was die für Heiz-zwecke nutzbare Wärmemenge vermindert. Dadurch entstehen im Winter normalerweise zusätzliche Heizkosten. Bei dieser Anlage sind jedoch die mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Teile (erhöhte Wartung), das Staub-Luft-Gemisch (Thema Glimmbrandgefahr und Explosionsgefahr) sowie die (geringe) Gefahr von austretenden Abgasen (wird verhindert durch Erzeugung eines Unterdrucks, da die Anlage technisch nicht dicht ist) zu beachten. Die Anlage inkludiert jedoch eine Pelletierungseinheit, was die weitere Behandlung des trockenen Substrats in Hinsicht auf den Explosionsschutz erleichtert (z. B. kann nach Erbringung entsprechender Nachweise die Manipulation der Pellets auch mit einem Radlader genehmigungsfähig sein). Wie beim Bandrockner mit Heißluft ist auch hier eine entsprechende Abluftbehandlung vorzusehen.

## 2.8 Anbindung der Systeme

Für den Bandrockner mit Heizwasser ist eine entsprechende Anbindung an das Heizsystem nötig. Weiters ist hier eine redundante Wärmeversorgung (über z. B. Erdgas oder Heizöl) vorzusehen.

Für den Bandrockner mit Kaltluft ist vor allem für eine entsprechende elektrische Zuleitung zu sorgen (in Erfendorf ca. 120 kW). Auch muss das anfallende Kondensat abgeleitet werden können. Zusätzlich wird bei erhöhten Umgebungstemperaturen Brauchwasser für die zusätzliche Kühlung der Kältemaschinen benötigt.

Bei der Wirbelschichttrocknung mit BHKW-Abgasen sind entsprechende Abgasleitungen an den Trockner heranzuführen. Hier sind Rückwirkungen auf die BHKWs (Abgasgegendruck) zu beachten.

Grundsätzlich ist bei allen Trocknern davon auszugehen, dass die Aufstellungsräume frostsicher ausgeführt werden müssen, eine elektrische Grundausstattung gegeben sein muss und eine Einbindung in die übergeordnete Steuerung und teilweise auch in die Alarmsysteme zu erfolgen hat.

## 2.9 Gegenüberstellung der Systeme

Aufgrund der verfügbaren praktischen Erfahrungen werden die Eckdaten sowie Vor- und Nachteile der 3 Trocknungssysteme von den Autoren wie folgt eingeschätzt.

Die Beurteilung des ökologischen Energieeinsatzes ging davon aus, dass Strom als hochwertigste Energieform angesehen wird und daher die Verwendung anderer Energiequellen grundsätzlich zu bevorzugen ist, auch dann, wenn Strom auf der Kläranlage durch Biogas selbst erzeugt wird. Die grundsätzlichen ökologischen Vorteile einer Schlamm-trocknung wurden dabei nicht betrachtet. In jedem Fall werden aufgrund der Massenreduktion die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Klärschlammtransports vermindert.

Es ist zu beachten, dass die Verdampfungsenthalpie von Wasser bei 630 Wh/kg liegt. Der Kaltlufttrockner kann diesen Wert unterschreiten, da er die eine Seite der Kältemaschine für die Abkühlung der Luft nutzt und die dabei anfallende Wärme gleichzeitig für die Erwärmung der getrockneten Luft übernimmt.

**Tab. 3** Primärenergieeinsatz sowie Vor- und Nachteile der für Erpfendorf betrachteten Trocknersysteme

	Wirbelschicht mit BHKW-Abgas	Bandrockner Kaltluft mit Strom	Bandrockner mit Heizwasser
Ex-Gefahr	Staub im Trockner	Staub im Trockner und bei Verladung	Staub im Trockner und bei Verladung
Thermische Energie für Wasserverdampfung	Ca. 700 Wh/kg <sup>a</sup>	0	800–900 Wh/kg <sup>a</sup>
Elektrische Energie für Wasserverdampfung	0	500 Wh/kg <sup>b</sup>	0
Wartung	höher durch schnellrotierende Teile	Gering	Gering
Abluftbehandlung	Notwendig	Nicht notwendig	Notwendig
Ökologischer Energieeinsatz	Nutzt Wärme aus BHKW-Abgas	0	Nutzt Überschusshitzwärme von BHKWs

<sup>a</sup> Herstellerangabe für 90-%-Trocknungsgrad  
<sup>b</sup> in der Ausschreibung festgelegter Garantiewert für 90-%-Trocknungsgrad, Erfahrungswerte liegen kleiner 400 Wh/kg

Aus den Erfahrungen bei der Planung in Erpfendorf kann geschlossen werden, dass die Werte für den Energiebedarf nicht allzu sehr belastbar sind. Sie werden von Herstellern vorab angegeben, der Nachweis gestaltet sich aber bei der Umsetzung als überaus schwierig. Das liegt daran, dass bei größeren Schlammengen eine durchgehend gleichbleibende Qualität nur schwer herstellbar und nachweisbar ist. Während der Planung kam es auch zu Anpassungen der übermittelten Werte in diesem Bereich.

Tab. 3 zeigt die Beurteilung vor der vertieften Planung. In dieser Phase ging man davon aus, dass bei den Bandrocknern aufgrund ihrer geringen Bandgeschwindigkeit und inneren Luftgeschwindigkeiten nicht von schwer beherrschbaren Zuständen im Bereich des Explosionsschutzes auszugehen ist.

Im weiteren Verlauf des Projektes zeigte sich jedoch, dass zumindest auch für den Bandrockner mit Kaltluft eine detaillierte und vielschichtige Ausarbeitung hinsichtlich des Ex-Schutzes durchzuführen ist. In diesem Zusammenhang stellte sich zudem heraus, dass die Erfahrungen, die Hersteller mit dem Einsatz ihrer Produkte beispielsweise in Deutschland gemacht haben, nicht auf Systeme, die in Österreich zum Einsatz kommen, übertragbar sind. Aufgrund des neuen Marktsegments für Schlamm-trocknungsanlagen auf kommunalen Kläranlagen in Größenordnungen bis 100.000 EW ist es nötig, noch mehr Sicherheit über die tatsächlichen Kosten sowie betrieblichen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Systeme zu gewinnen.

### 2.10 Verfahrensauswahl und Begründung

Bei allen 3 Systemen wurde im Vorfeld abgeklärt, ob der angedachte Raum in der Schlammdeponie für die Trocknung

ausreichen würde. Beim Vergleich von Trocknungssystemen ist darauf zu achten, dass alle Anlagen einer gleichen Größenordnung entsprechen. Weiters müssen Veränderung des Wärmehaushalts der Kläranlage, Strombezugskosten und Erhöhung von Leistungsspitzen berücksichtigt bzw. einer Bewertung zugeführt werden.

Für die Auswahl des bestgeeigneten Verfahrens wurde neben den oben dargestellten „weichen“ Faktoren in Erpfendorf eine Wirtschaftlichkeitsbeurteilung erstellt (Maurer und Haider 2019).

Die Wirtschaftlichkeit wurde für eine Nutzungsdauer von 15 Jahren mit einem Zinssatz von 3 % gerechnet. Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die LAWA („Wirtschaftliche Bewertung von Investitionsvorhaben“). Es wurden auch Umbauarbeiten an der Halle sowie die nötigen Arbeiten für die Elektrotechnik aus Sicht des damaligen Planungsstands berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für 3 Szenarien ausgeführt, mit jeweils 23 % TS im gepressten Schlamm und einem Trocknungsgrad von 90 % TS:

- 1800 to/a Schlammanfall,
- 2000 to/a entsprechend Schlammanfall der letzten Jahre,
- 2200 to/a erhöhter Schlammanfall durch erhöhte Co-Substrat-Annahme und/oder Belastungszuwachs.

Aus der Wirtschaftlichkeitsberechnung ging hervor, dass der Bandrockner mit Kaltluft und die Wirbelschicht-trocknung mit BHKW-Abgasen nahezu gleich auf voran lagen.

Die Entscheidung fiel schlussendlich auf den Bandrockner mit Kaltluft, da es beim Wirbelschichtrockner am Ende der vorgelagerten Studie noch immer Unklarheiten bzgl. des Explosionsschutzes gegeben hatte, die nicht aus dem Weg geräumt werden konnten. Daher erschien die Ausführung des Band-

trockners neben der Wirtschaftlichkeit auch als die weniger risikoreiche Variante bei der behördlichen Bewilligung und Umsetzung. Auch gibt es für den Bandrockner eine Referenzanlage in Österreich, die seit einigen Jahren sehr zufriedenstellend arbeitet. Für die KA Erpfendorf wurde für das Projekt ein Break-Even von 9 Jahren errechnet. Ob sich dieser bei einer nochmaligen Überrechnung mit aktualisierten Preisen ins Positive oder ins Negative verschieben würde, wurde nicht untersucht. Aufgrund der Projektkostensteigerungen durch den unerwartet hohen Aufwand für Sicherheitsmaßnahmen und Überwachung ist jedoch von einer höheren Amortisationszeit als ursprünglich berechnet auszugehen.

## 3 Planung und Umsetzung

### 3.1 Beschreibung Gesamtsystem

Nach der ersten Auslegung erfolgte die Gesamtkonzeption der Anlage. Der Nassschlamm wird über die Austragschnecke der Schlammpressen in die Nassschlammdeponie gefördert (Bestand). Von dort geht der Schlamm weiter in eine reversierbare Förderschnecke. Über diese wird der Schlamm in Normalbetrieb in den Nassschlamm-bunker befördert.

Bei Störfällen kann der Schlamm über Änderung der Drehrichtung der Schnecke in ein Notlager gefördert werden. Dazu wird eine rund 2 m hohe Betonabtrennung errichtet, um den Schlammablagerplatz vom restlichen Bereich abzutrennen.

Im Nassschlamm-bunker sind am Boden 5 Förderschnecken verbaut. Über diese wird der Schlamm zu einer querliegenden Sammelschnecke gebracht. Diese Schnecke übergibt den Schlamm an eine Schrägförderschnecke, welche den Schlamm von oben in den Trockner befördert.

Nach dem Trocknungsvorgang wird der Schlamm über eine Schrägförderschnecke nach oben zu einer reversierbaren Horizontalförderschnecke gefördert. An jedem Ende dieser reversierbaren Schnecke befindet sich eine horizontale Verteilschnecke, welche über einer 30-m<sup>3</sup>-Verlademulde angeordnet ist. Jede dieser Verteilschnecken verfügt über 3 Öffnungen zum Beschicken der Mulden. Je nach Drehrichtung der reversierbaren Schnecke kann damit entweder die eine oder andere Verteilschnecke und zugeordnete Mulde mit Schlamm beschickt werden.

Im Fall von Erpfendorf konnte eine gemeinsame Beauftragung von Förder-technik und Trockner bei einem Lieferanten erfolgen. Dies ist in Hinsicht auf die vielen Schnittstellen (mechanisch, elektrotechnisch, steuerungstechnisch, zeitlich etc.) bei einer solchen Ausführung anzustreben.

Neben den im Folgenden angeführten Themen waren auch Bereiche wie Blitzschutz sowie Notstromversorgung abzuklären.

### 3.2 Trockner

Der Trockner ist aus 5 Modulen aufgebaut. Jedes dieser Module verfügt über einen eigenen Ventilator sowie eine eigene Kältemaschine. Die 2 Bänder für die Beförderung des Schlammes durchlaufen alle 5 Module (Abb. 7).

### 3.3 Fördertechnik

Als Fördertechnik für den Schlamm kommen Horizontal- und Schrägförderschnecken zum Einsatz. Die Schnecken vor dem Trockner werden standardmäßig als wellenlose Förderschnecken (Spiralschnecken) ausgeführt.

Die Schnecken nach dem Trockner werden mit Schneckenwelle entsprechend den Vorgaben des Ex-Schutzkonzepts in der vorgeschlagenen Sicherheitsklasse und ex-geschützt ausgeführt.

### 3.4 Lagerung und Transport

Grundsätzlich gibt es die Möglichkeit, den getrockneten Schlamm in Mulden oder in Silos zu lagern. Ein Zwischenlagern auf einer Ablagefläche mit anschließendem Verladen mit Radladern ist nicht zu empfehlen und in den meisten Fällen aufgrund des Explosionsschutzes auch nicht zulässig.

Silos haben den Nachteil, dass es bei einer Trocknung unter 90% TS leicht zu einer Selbstentzündung kommen kann, weshalb das Merkblatt DWA-M 379 (DWA 2021) bei einer Teiltrocknung strikt davon abrät. Silos weisen außerdem die Problematik der Brückenbildung des Trockenguts bei Entleerung auf. Außerdem ist die Verladegeschwindigkeit oftmals durch die Austragschnecke limitiert. Bei Silos sind auch eine entsprechende Temperatur- und CO-Überwachung vorzusehen. Bei größeren Silos (ab 100 m<sup>3</sup>) wird lt. Merkblatt DWA-M 379 (DWA 2021) auch eine stationäre Inertierungsanlage empfohlen. Ein Vorteil der Silos ist, dass die Verladung zwischen Speichersilo und abfahrendem LKW (offener Schlepper bzw. Silofahrzeug) mittels eines Verladebalks nahezu staubfrei erfolgen kann.

In Erpfendorf hat man sich für den Einsatz von Mulden entschieden. Es können zwei Verlademulden über einen LKW samt Anhänger gleichzeitig abtransportiert werden. Über ein Hakensystem kann der Austausch zwischen angelieferten leeren Containern und

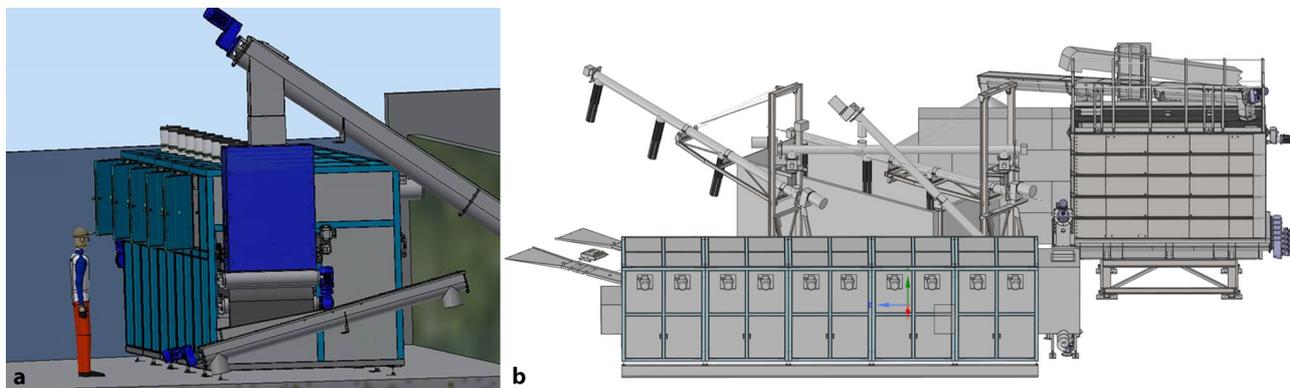
den beladenen Containern rasch erfolgen. Die Containerführungen verfügen über Wiegezellen, womit die abtransportierte Menge leicht bestimmbar ist.

Im Vorfeld und während der Planung gab es Diskussionen darüber, mit welcher Verladedichte bei dem getrockneten Schlamm in Erpfendorf zu rechnen sei. Hier gab es von verschiedenen Kläranlagen stark voneinander abweichende Erfahrungswerte. Diese dürften vor allem mit dem eingesetzten Extrudierungssystem zusammenhängen. Während bei einer Anlage der Schlamm in spaghettiartigen Formen aufgebracht wird, erfolgt dies bei anderen Anlagen eher in klumpiger Form. Hier konnte man zu keinem eindeutigen Ergebnis finden. Es wurden jedoch die Muldengrößen so ausgelegt, dass ein Auskommen mit den vorhandenen Volumina gegeben ist.

Es ist auch unbedingt anzuraten, schon früh in der Planungsphase mit dem zukünftigen Entsorgungsunternehmen in Kontakt zu treten. Wenn der nächstgelegene Abnehmer z. B. nur über ein Annahmesystem für Silofahrzeuge verfügt, dann wäre auch die Lagerung und Verladung auf der Kläranlage dementsprechend anzupassen.

### 3.5 Lagerung bei Störfall und Revision

Kommt es zu einem unerwarteten Störfall oder einer Revision im Bereich des Trockners oder der ihm nachgeschalteten Fördertechnik, kann das Speichervolumen des Nassschlambunkers voll genutzt werden. Ist dieser komplett gefüllt oder kommt es bei diesem zu einem Störfall, kann der Nassschlamm ähnlich wie bisher auf einer dafür vorgesehenen Fläche abgeworfen sowie



**Abb. 7** Planische Darstellung des Klärschlamm-trockners und von Teilen der Fördertechnik (Werksplanung der Firma Harter (a) & der Firma SIAG (b))

zwischenlagert und von dort abtransportiert werden.

### 3.6 Kondensat

Für das anfallende Kondensat musste eine passende Ableitung in den Anlagenzulauf gefunden werden. Bei der gewählten Anlage ist nach Erfahrungswerten mit Ammoniumkonzentrationen von 100 bis 400 mg/l zu rechnen. Die erhöhten Abwasserreinigungskosten dafür wurden auch in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt. Im Fall Erpfendorf liegt die zusätzliche Ammoniumbelastung unter 1% der maximalen Kläranlagenbelastung und hat damit keine Auswirkungen auf den Kläranlagenbetrieb.

### 3.7 Be- und Entlüftung

Der Nassschlambunker (Vorlagebehälter Trockner) wird mit einer den explosionsschutztechnischen Vorgaben entsprechenden und überwachten Dauerbelüftungsanlage ausgestattet.

Innerhalb des Aufstellungsraums der Bandtrocknungsanlage wird aufgrund der Kältemittelrichtlinie dauerhaft ein 3-facher Luftwechsel gewährleistet. Diese Lüftung wird gleichzeitig für die Objektabsaugung der Wartungsöffnungen des Trockners verwendet. Zusätzlich wird der Aufstellungsraum mit einer stärkeren Notentlüftung versehen, die im Falle eines Gasalarms anspricht.

### 3.8 Erweiterungsmöglichkeit

Bei Erweiterungen ist vor allem der Trockner als Herzstück der gesamten Anlage zu betrachten. Im Fall Erpfendorf besteht der Trockner aus einem modularen System und könnte daher bei Bedarf erweitert werden. Es wurden allerdings schon bei der Planung ausreichende Sicherheiten im Bereich des Verdampfungsleistung berücksichtigt, wodurch in naher Zukunft keine Erweiterung notwendig sein sollte.

Für eine möglicherweise später nachzurüstende Pelletierung steht innerhalb der Einhausung des Trockners ausreichend Platz zur Verfügung und es wurden auch die Anschlüsse an die Fördertechnik für eine solche Nachrüstung berücksichtigt.

### 3.9 Emissionen

Generell sind die Emissionen aus Niedertemperaturtrocknern aufgrund der geringen Trocknungstemperaturen im Vergleich zu Hoch- oder Mitteltemperaturtrocknern gering. Zusätzlich baut das ausgewählte System auf Umluft auf, wodurch Abluft nur im Wartungsfall nach außen tritt. Nach behördlicher Klärung ist für diesen Wartungsfall kein Filter zu verbauen. Die Absaugung der beladenen Luft innerhalb des Trockners vor Wartungsarbeiten ist jedoch unbedingt zu beachten.

Außerdem wird der dem Trockner vorgelagerte Nassschlambunker aufgrund des Explosionsschutzes durchgehend belüftet. Hier ist ebenso keine Abluftbehandlung notwendig.

### 3.10 Übersicht Schutzmaßnahmen

Konzeptionell können die nötigen Schutzmaßnahmen für die Klärschlamm-trocknung Erpfendorf wie folgt zusammengefasst werden (Abb. 8).

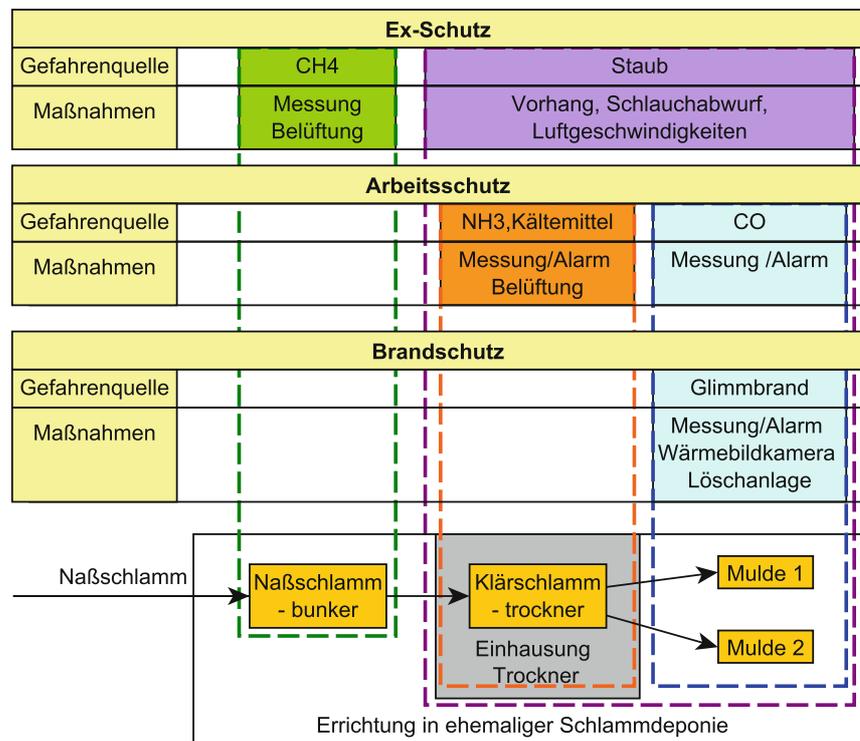
### 3.11 Explosionsschutz

Für den Explosionsschutz sind sowohl die Bereiche Gas als auch Staub zu be-

trachten. Der Explosionsschutz für Gas betrifft hier vor allem den Bereich des Nassschlambunkers. Innerhalb des Trockners und bei der weiteren Fördern, Lagerung und Verladung kommt die Staubkomponente zum Tragen.

Die Absicherung des Nassschlambunkers über eine entsprechende Belüftung kann nach dem Merkblatt DWA-M 379 (DWA 2021) erfolgen. Dieses gibt vor, dass Bunker zur Zwischenlagerung des Schlammes aus Sicherheitstechnischen Gründen abgesaugt werden müssen. Außerdem muss die Absaugung überwacht werden und bei deren Ausfall ein entsprechender Bunkerdeckel geöffnet werden. Weiters ist ständig die Methankonzentration der Abluft zu messen.

Der staubrelevante Bereich beginnt mit dem Trockner. Innerhalb des Trockners ist auf die Einhaltung einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit der Luft zu achten, um das Aufwirbeln von Staub zu vermeiden, da ansonsten Ex-Zonen nicht ausgeschlossen werden können. In diesem Fall wäre ein Nachweis des Nichtvorhandenseins von Zündquellen zu erbringen. Alle Fördermittel nach der Trocknung sind mit einer Ex-Zone innerhalb der Fördereinrichtung auszuführen. Der Einsatz



**Abb. 8** Schutz- und Überwachungsmaßnahmen und die zugehörigen Bereiche der Trocknungsanlage

von Zellradschleusen kann erforderlich sein.

Auf den Austrag bzw. den Übergang in die Lagerung muss besonderes Augenmerk gelegt werden. Im Fall von Erpfendorf erfolgt die Lagerung in offenen Mulden. Dadurch kann es beim Einbringen des trockenen Schlammes zu Staubeentwicklung und damit zu einer Ex-Zone kommen. Hier wurde die Staubeentwicklung durch die Ausführung mit einer speziellen Schlauchabladung auf ein Minimum reduziert, wodurch die Ex-Zone innerhalb der Mulde verbleibt und somit außerhalb jeglicher Zündquelle liegt. Auch musste für die Container ein Windschutz vorgesehen werden, um ein Aufwirbeln von Klärschlammstaub auszuschließen. Die Problematik der Staubexplosion kann durch eine Pelletierung des trockenen Schlammes unterbunden werden. Hier ist allerdings mit hohen Zusatzkosten und einem hohen Wartungsaufwand zu rechnen. Zusätzlich ist auch in diesem Fall das Einhalten eines gewissen maximalen Feinstaubanteils nachzuweisen.

Wichtig und unumgänglich ist, dass der Hersteller sicherstellt, dass sein Trockner überhaupt für die Trocknung von Klärschlämmen geeignet ist. Wie bereits erwähnt ist es ratsam, für das Erstellen des Explosionsschutzkonzepts ein spezialisiertes Unternehmen heranzuziehen. Auch eine sorgfältige Elektroplanung ist unverzichtbar. Dabei ist zu beachten, dass manche Bauteile in SIL auszuführen sind.

### 3.12 Arbeitsschutz im Bereich Klärschlamm-trocknung

Im Bereich des Arbeitsschutzes ist bei der Klärschlamm-trocknung besonders auf die bei der Trocknung austretenden Gase zu achten. In Erpfendorf musste dafür die Dichtheit des Systems sowie die zumutbare Belastung bei Wartungsarbeiten über Messungen an einer Referenzanlage nachgewiesen werden. Für Wartungsarbeiten muss der mit Umluft betriebene Trockner geöffnet werden. Um hier für eine zulässige Arbeitsatmosphäre zu sorgen, kann die Raumluftabsaugung der Trocknerhalle so umgeschaltet werden, dass eine Absaugung über den Trockner selbst abläuft. Dadurch ist nach einer gewissen Zeit gewährleistet, dass die gesamte belastete Luft aus dem Trockner durch Frischluft ersetzt wird. Zusätzlich ist der Trockerraum selbst mit Ammoniak-

sensoren und einer entsprechenden Gaswarnanlage ausgestattet.

Besonders die Dichtheit der Anlage im Dauerbetrieb musste durch Messungen an einer ähnlichen Anlage überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine unzulässigen Gaskonzentrationen im Aufstellungsraum des Trockners zu erwarten sind.

Im Bereich der Lagermulden werden CO-Messungen verbaut, um bei einem Glimmbrand anwesende Personen zu warnen und zu schützen. Aufgrund der verbauten Kälteanlagen musste eine weitere Schutzvorkehrung auf Basis der Kältemittelverordnung getroffen werden.

### 3.13 Brandschutz

Mit einem entsprechenden Brandschutzkonzept wurden die Bereiche des baulichen, anlagentechnischen, organisatorischen sowie abwehrenden Brandschutzes abgeklärt. Es wurde dabei auch die entsprechende Ausführung für die Fluchtwege festgelegt. Über das Brandschutzkonzept wurde auch die Ausführung der Brandwarnanlage sowie der Brandlöschanlage konzipiert. Betrachtet wurde dabei insbesondere die Problematik von möglichen Glimmbränden in den beiden Abrollcontainern (Mulden).

Das Konzept sieht daher die Errichtung einer nichtautomatischen Sprühflutanlage mit einer definierten Einspeisestelle am Feuerwehrhauptzugang, mit Blitzleuchte und Feuerwehrbedienfeld vor. Ein mögliches Brandereignis im Bereich der Container wird über eine täuschungssichere Wärmebildkamera und Brandmelder frühzeitig erkannt. Die Alarmweiterleitung an die Freiwillige Feuerwehr von Erpfendorf erfolgt automatisch.

### 3.14 Überwachungseinrichtungen

Zusätzlich zu den im Trockner und in der Fördertechnik verbauten Überwachungen sind folgende Überwachungseinrichtungen auszuführen:

- Gassensoren für Kältemittel in der Trocknerhalle,
- Gassensoren für Ammoniak in der Trocknerhalle,
- Gassensoren für Methan-Überwachung in der Abluft des Nassschlamm-bunkers,
- Überwachung der Luftleistung der Abluft des Nassschlamm-bunkers,

- Gassensoren für Kohlenmonoxid im Bereich der Lagercontainer,
- Brandmelder im Bereich der Lagercontainer,
- Wärmebildkamera im Bereich der Lagercontainer.

Teilweise müssen diese Überwachungen in SIL 1 oder 2 ausgeführt werden, um den sicherheitstechnischen Vorschriften zu entsprechen. Es ist dabei ein hoher Abstimmungsgrad zwischen Elektrotechnik und Explosionsschutz nötig. Auch hier mussten erst Erfahrungswerte gesammelt werden, da bestimmte Systeme nicht in praktikabler Weise in bestimmten SIL-Stufen geliefert werden können. In jedem Fall sind alle diese Messungen in ein umfassendes Sicherheitskonzept eingebunden.

### 3.15 Steuerung Klärschlamm-trocknung

Das System von der Bunkerschnecke bis zur Ausbringung des Trockenschlammes erhält eine eigene interne Steuerung durch den Hersteller der Trocknungsanlage. Die Anbindung an das PLS der Kläranlage erfolgt über eine Profinet-Schnittstelle. Teilweise müssen aufgrund sicherheitstechnischer Vorgaben Signale hartverdrahtet an die Steuerung der Kläranlage übergeben werden.

### 3.16 CE-Erklärung

Die Anlagenteile Nassschlamm-bunker, Förderschnecken und Schlamm-trockner kommen von einem Lieferanten und werden von diesem in Betrieb genommen. Er wird für diese Gesamtanlage eine entsprechende CE-Konformitätserklärung erstellen und dem Betreiber übermitteln. Für die weiteren Anlagenbereiche wie Brandlöschanlage, Blitzschutz, Be- und Entlüftungseinrichtungen, Überwachungseinrichtungen etc. werden von den Herstellern bzw. Auftragnehmern entsprechende CE-Konformitätserklärungen bereitgestellt. Durch eine Fachfirma werden die Schnittstellen zwischen den einzelnen CE-Erklärungen anhand einer Risikoanalyse bewertet und gemäß der Maschinen-Sicherheitsverordnung – MSV 2010 eine EU-Konformitätserklärung für die verkettete Anlage erstellt.

### 3.17 Leistungsnachweis

Wie bereits angemerkt, ist der eindeutige Nachweis der Garantiewerte für den Trocknungsgrad und den damit verbun-

denen Energieverbrauch schwierig. Im Fall Erpfendorf wurden dem Hersteller für den Leistungsnachweis 2 Betriebspunkte vorgegeben. Für die Leistungsfahrt wurden eine Mindesttemperatur und ein minimaler TS-Gehalt des Nassschlamm festgelegt. Während der Leistungsfahrt erfolgten Probenahmen zur Feststellung des TS-Gehalts sowie eine Messung des Stromverbrauchs.

#### 4 Fazit

Zusammenfassend kann zum Projekt „Errichtung einer Klärschlamm-trocknung auf der Kläranlage Erpfendorf“ gesagt werden, dass die gesamte Komplexität und die vielen inneren und äußeren Abhängigkeiten erst im Laufe des Planungsprojekts voll zu Tage traten. Dabei spielten auch die hohen behörd-

lichen Anforderungen besonders in den Bereichen Explosions-, Arbeits- und Brandschutz eine große Rolle. Durch die konstruktive Kommunikation zwischen allen Beteiligten einschließlich der Genehmigungsbehörde konnten jedoch in allen Bereichen Lösungen gefunden werden, die den gestellten Anforderungen entsprechen und gleichzeitig die Projektabwicklung nicht gefährdeten. Jedoch mussten aufgrund dieser Entwicklung gegenüber den zu Beginn des Projekts angenommenen Kosten entsprechende Erhöhungen in Kauf genommen werden.

Es konnte jedoch gezeigt werden, dass auch auf kleineren Kläranlagen Klärschlamm-trocknungen bei Berücksichtigung aller damit verbundenen sicherheitstechnischen Voraussetzungen sinnvoll umgesetzt werden können.

Dabei ist aufgrund der stark variierenden Anforderungen und Voraussetzungen für die Errichtung einer Klärschlamm-trocknung (Primärenergiesituation, Entsorgungswege/-kosten, räumliche Gegebenheiten etc.) sowie der in ihrer Betriebsweise stark unterschiedlichen Trocknersysteme eine weitsichtige Planung und ein frühes Einbinden der Genehmigungsbehörde unabdingbar. Dies ist nicht nur im Sinne eines wirtschaftlichen, sondern vor allem eines sicheren Betriebs einer solchen Trocknungsanlage zu berücksichtigen.

#### Interessenkonflikt

D. Maurer und S. Haider geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. ■

#### Literatur

**DWA (2021):** Merkblatt DWA-M 379 „Klärschlamm-trocknung“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

**Haider S. (2021):** Errichtung einer Schlamm-trocknung auf der Kläranlage Erpfendorf – Einreichprojekt für die wasserwirtschaftliche Bewilligung, Ingenieurbüro H2Office, Wien – Simmelsdorf bei Nürnberg

**IVSS (2012):** Beispielsammlung zur Broschüre „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“, Teil 1: Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen. Internationale Sektion für Maschinen- und Systemsicherheit der Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS), Mannheim.

**Maurer D., Haider S. (2019):** Studie Klärschlamm-trocknung Kläranlage Erpfendorf, Ingenieurbüro H2Office, Wien – Simmelsdorf bei Nürnberg

**Hinweis des Verlags** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.