

GEMEINDE BÜCHEN



Generalplaner für Umweltprojekte
in Kommunen und Industrie

enwacon Engineering

Beselerallee 34a
D-24105 Kiel

Telefon (0 431) 800 978-0
Telefax (0 431) 800 978-10
E-Mail schulz-pflugbeil@enwacon.de
www.enwacon.de

ÜBERBLICK KOSTENAUFSTELLUNG

für eine mögliche solare Klärschlamm-trocknung
der Kläranlage Büchen

Aufgestellt: Kiel, den 11. April 2016
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil
Enwacon Engineering GmbH & Co. KG

INHALTSVERZEICHNIS

1. Vorwort und Veranlassung	3
2. Prinzip der solaren Trocknung	4
2.1 Solare Trocknung als Trockenspeicher	5
2.2 Solare Trocknung mit Zusatzenergie	5
2.3 Problemstellung Solare Trocknung im Winter	6
2.4 Problemstellung Solare Trocknung Abluft	6
3. solare Trocknung am Standort Büchen	7
3.1 Klärschlammauslegung auf Endausbau	7
3.2 Gründung solare Trocknung	7
3.3 Dimensionierung solare Trocknungshalle	8
3.4 Energieverbrauch solare Klärschlamm-trocknung	10
3.5 Energieverbrauch Klärschlamm-entwässerung	10
3.6 Investitionskosten solare Klärschlamm-trocknung	12
3.7 Jahres- und Betriebskosten solare Klärschlamm-trocknung	13
4. Zusammenfassung	14

1. VORWORT UND VERANLASSUNG

Die Gemeinde Büchen plant derzeit die Kläranlage Büchen auf eine Ausbaugröße von rd. 20.500 EW zu erweitern.

Im Zuge dieser Planung werden auch Überlegungen angestellt, die anfallenden Klärschlamm-mengen im Klärprozess weitergehend zu behandeln.

Hintergrund dieser Überlegungen ist die für die Zukunft zunehmende Einschränkung der Klärschlammverwertung durch den Gesetzgeber.

Die Düngemittelverordnung hat sich bereits und wird sich weiterhin erheblich verschärfen.

Damit werden die Verwertungsmöglichkeiten von Klärschlamm stark eingeengt.

Insbesondere die Herbstausbringung von Klärschlamm ist künftig nur noch bedingt möglich und das nur auf ausgewählten und etablierten Flächen. Bei diesen Flächen steht der Klärschlamm jedoch stark in Konkurrenz zu anderen organischen Reststoffen, wie beispielsweise Gärest aus Biogasanlagen.

Die Arbeiten an der Verordnungsnovelle (AbfKlärV) laufen zum einen vor dem Hintergrund weiter die verlässliche Rechtsgrundlage für die Tätigkeiten von anerkannten Qualitätssicherungseinrichtungen zu schaffen, zum anderen ist der Beschluss des Koalitionsvertrages zur Beendigung der bodenbezogenen Klärschlammverwertung bei gleichzeitiger Phosphorrückgewinnung umzusetzen.

Eine weitergehende Behandlung des Klärschlammes soll erstrangig dazu führen, die anfallenden Klärschlamm-mengen in ihrem Kontingent zu reduzieren. Da Klärschlamm nach dem biologischen Prozess mitunter bis zu 99,98% Wasser enthält, muss hier dem Klärschlamm der Wassergehalt entzogen werden, um die Mengen und somit die Entsorgungs- und Transportkosten zu reduzieren.

Eine mögliche Klärschlammbehandlungsmaßnahme ist das Prinzip der Klärschlammvererdung, mit dem sich die Gemeinde Büchen bereits intensiv beschäftigt und auseinander gesetzt hat.

Neben diesem Verfahren gibt es jedoch auch weitere Verfahren die Mengen und Massen des Klärschlammes reduzieren.

Ein weiteres Verfahren ist die solare Klärschlamm-trocknung, welche in diesem Bericht für den Standort Büchen in einem ersten Schritt etwas näher betrachtet werden soll.

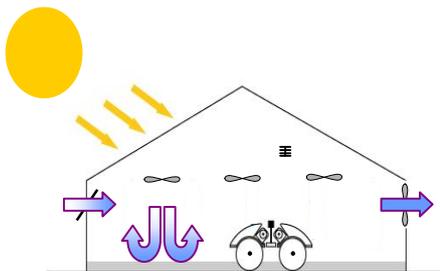
2. PRINZIP DER SOLAREN TROCKNUNG

Bei der solaren Klärschlamm-trocknung wird ähnlich wie bei der Vererdung auf natürliche Ressourcen zurückgegriffen.

Es bedarf dabei keiner großen Energiequelle, da solare Lichteinstrahlung für einen Trocknungsgrad sorgen. Dies wird ermöglicht, indem der Klärschlamm in einer Gewächshauskonstruktion eingebracht und verteilt wird. Durch Sonneneinstrahlung, sowohl im Sommer als auch im Winter, wird der Klärschlamm auf natürliche Weise getrocknet.

Die Klärschlamm-masse wird durch die Verdunstungsenergie der Sonne minimiert und ermöglicht einen hohen Entwässerungsgrad.

Das Grundprinzip des Verfahrens besteht darin, dass der Klärschlamm in einem Gewächshaus/Glashaus durch Ausnutzung der eingestrahltten Sonnenenergie getrocknet wird. Eine spezielle Wendeeinrichtung übernimmt dabei sowohl das Ausbreiten, Rückmischen und Wenden des Schlammes, als auch den Transport. Die Beschickung des Gewächshauses mit dem entwässerten Schlamm kann entsprechend angepasst werden. Der Schlamm kann sowohl manuell, d.h. mit Radlader, eingebracht werden (Batch-Verfahren, oder diskontinuierliches Verfahren) als auch vollautomatisch mittels Verteilerschnecke, welche unter optimaler Ausnutzung der Verdunstungsfläche installiert wird (kontinuierliches Verfahren). Die Abförderung des getrockneten Schlammes erfolgt in eine Abwurfmulde oder über ein Förderband/Schnecke direkt in einen Container. Aufgrund der kontinuierlichen Schlammaufgabe können für die erforderliche Schlamm-entwässerung auch Aggregate mit geringem Durchsatz verwendet werden.



2.1 Solare Trocknung als Trockenspeicher

Beim Prinzip solare Trocknung ohne Abwärme-unterstützter Energie bietet es sich an, die Trocknungshalle so zu konzipieren, dass die Halle als Trocknungsspeicher genutzt wird. Somit wird sichergestellt, dass in den kalten Wintermonaten der Klärschlamm zwischengespeichert werden kann, ohne das System zu verlassen. Im Sommer hingegen, wenn ausreichend regenerative Energie zur Verfügung steht, wird der Klärschlamm seinen erforderlichen Trocknungsgrad von ca. 75% erreichen, so dass dann ca. 1mal pro Sommerperiode die Trocknungsfläche geräumt werden kann.

Die anzuwendende Verfahrenstechnik muss hier diskontinuierlich durchgeführt werden. Eine entsprechende Wendeeinrichtung verteilt den eingebrachten Klärschlamm über die Trocknungsfläche und mischt ihn mit dem Trockengut.

Eine aktive und intensive Durchlüftung sorgt dafür, dass die aeroben Mikroorganismen im Schlamm weiter aktiv bleiben und für eine optimale und energieeffiziente Nachstabilisierung des Schlammes sorgen, obwohl der Schlamm bereits auf biologischem Wege stabilisiert wurde.

2.2 Solare Trocknung mit Zusatzenergie

Alternativ kann die solare Trocknung auch mit Zusatzenergie betrieben werden, die in der Regel aus einem industriellen Abwärmestrom oder der Abwärmequelle z.B. eines Gasmotors über Kraft-Wärme-Kopplung kommt.

Unter diesen Bedingungen kann die Trocknungshalle mitunter um etwa 1/3 der Fläche reduziert werden.

Der Abwärmestrom wird über einen Heißwasserkreislauf und Wärmetauscher, die in der Halle integriert werden, an die Luftzirkulation der Halle abgegeben. Entsprechende frequenzgesteuerte Umluftventilatoren sorgen dafür, dass der warme Abluftstrom mit der Oberfläche des eingebrachten Klärschlamm in Kontakt kommt.

Bei dem hier betrachteten System mit Abwärme-unterstützter Energie kann wahlweise mit einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Betrieb gearbeitet werden. In jedem Fall ist jedoch auch in den Wintermonaten ein Austrag möglich und erforderlich, da die Hallengröße entsprechend reduziert ausgeführt wird.

2.3 Problemstellung Solare Trocknung im Winter

Die solare Klärschlamm-trocknung funktioniert grundsätzlich auch im Winter, jedoch mitunter stark eingeschränkt, da nachvollziehbar nicht genügend Sonneneinstrahlung vorhanden ist. Trotzdem werden auch im Winter TS-Gehalte von im Mittel um rd. 40% erreicht, da alleine auch durch die Lichteinstrahlung ein gewisser Trocknungseffekt erzielt wird.

Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt kommt es zunächst nicht zu Einschränkungen, da dem System durch Eintrag von Frischschlamm und Bewegung der Wendeeinrichtung Energie zugeführt wird und das System quasi in Bewegung bleibt.

Treten jedoch stärkere und langanhaltende Frostperioden auf, kommt das System zum Stillstand das Verfahren wird aber nicht eingeschränkt, da die Entleerungsperioden der Trocknungshallen in einem längerfristigen Zeitraum geplant sind, daher haben Frostperioden keine Einschränkungen auf das Gesamt-Trocknungsergebnis. Beschädigungen an der Anlagentechnik treten in keinem Fall auf, da die Technik bei den Herstellern darauf ausgelegt ist.

In Norddeutschland wurden in den letzten Jahren bereits einige Anlagen realisiert (z. B. Bredstedt, Handewitt-Flensburg, St. Peter Ording, u.a.), die keinerlei Probleme im Winterbetrieb aufzeigten, sodass das System als winterstabil gesehen werden kann.

2.4 Problemstellung Solare Trocknung Abluft

Der entscheidende Faktor für eine gut funktionierende solare Klärschlamm-trocknung ist das Zu- und Abluftmanagement.

Die Abluft aus der solaren Trocknung ist in der Regel unbedenklich, da der Klärschlamm zum einen meist stabilisierend aus dem Klärprozess in die Trocknungshalle eingebracht wird und zum anderen durch das steige Wenden und Belüften in der Halle weitgehend aerob stabilisiert wird, so dass keine Geruchsbelästigung durch das System entsteht. Jedoch gibt es Standorte die seitens der Behörden als sensibel eingestuft werden (z.B. wenn Wohnbebauung in der Nähe), so dass es mitunter erforderlich wird, die Abluft über einen Biofilter in die Atmosphäre abzugeben. Ein Biofilter lässt sich in der Regel problemlos nachschalten.

3. SOLARE TROCKNUNG AM STANDORT BÜCHEN

Wie eingangs geschildert, soll die Kläranlage in Büchen auf eine Ausbaugröße von rd. 20.500 EW erweitert werden.

Die aktuell anfallenden Klärschlammengen, bzw. Überschussschlammengen, liegen bei rd. 19.500 m³/a sowie 876 t/a entwässerter Klärschlamm mit einem TS-Gehalt von rd. 24%, welche derzeit mit dem vorhandenen Entwässerungsaggregat (Zentrifuge) erreicht werden.

3.1 Klärschlammauslegung auf Endausbau

Laut Informationen der Kläranlagenleitung liegt die Belastung der Kläranlage aktuell bei rd. 13.500 EW. Nach dem 85% Mittel-, respektive Perzentilwert teilweise sogar bei 16.600 EW.

In einer durch das Ing.-Büro enwacon erstellten überschlägigen Bemessung nach DWA A 131 wurden die künftigen Überschussschlammengen auf eine Ausbaugröße von 20.500 EW hoch gerechnet, um im Weiteren auch die entsprechende Trocknungshalle auf Endausbaugröße zu dimensionieren.

Der Eingangs-TS Gehalt wurde mit 22% angesetzt, da mit der solaren Trocknung auch ein neues Entwässerungsaggregat installiert wird (vorhandene Zentrifuge stark abgängig) und der Entwässerungsgrad mit neuem Aggregat zunächst etwas schlechter abgeschätzt wird.

Die dann auf Endausbaugröße anfallenden Klärschlammengen liegen bei rd. 1.364t/a.

3.2 Gründung solare Trocknung

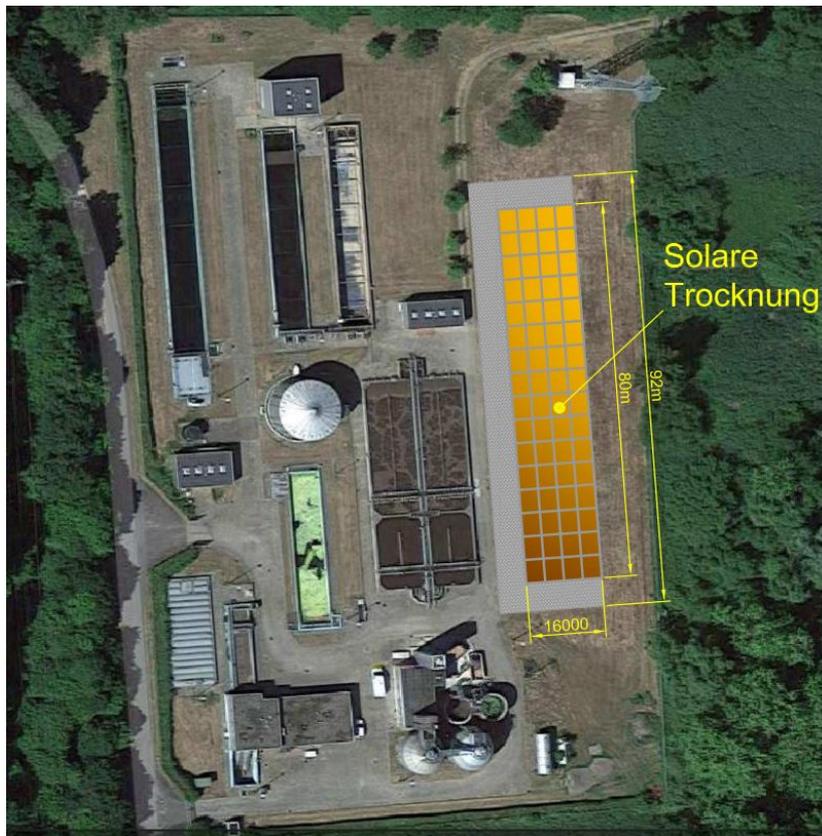
Als Standort für die solare Trocknungshalle wurde das östliche, bislang unbebaute, Kläranlagengrundstück zugrunde gelegt.

In einem Bodengutachten, erstellt in 2015 durch das Büro Dr. Lehnert und Wittorf, wurde auch die Fläche östlich von der vorhandenen Kläranlage untersucht. Es wurden Sondierungen bis zu einer Tiefe von 5m niedergebracht. Hier wurden in Tiefen zwischen 0,5m und 1,8m stark organische Bodenmaterialien durchsetzt mit Ziegel-Recyclingmaterial erbohrt. Darunter liegend wurden Torfschichten bis zu Tiefen von 2,6m unter GOK festgestellt. Auf diesen Bodenschichten kann keine Gründung erstellt werden, so dass bei der weiteren Planung für die solare Trocknungshalle davon auszugehen ist, dass im Mittel bis zu 3,0 m Bodenaustausch vorgenommen werden muss. Alternativ kann hier auch eine Pfahlgründung vorgenommen werden, die sich ggf. als günstiger herausstellen könnte. Detaillierte Aussagen zur Gründungsempfehlung

müssen jedoch im Rahmen einer Vor- und Entwurfsplanung und in enger Abstimmung mit dem Bodengutachter vorgenommen werden.

3.3 Dimensionierung solare Trocknungshalle

Die solare Trocknung für den Endausbau auf 20.500 EW muss ein Flächenbedarf von 1.364t/a Klärschlamm bei einem Eingangs-Entwässerungsgrad von 22% TS zugrunde legen. Die Halle hätte demnach Abmessungen von rd. 80m x 16m, mit einer Durchfahrtshöhe von rd. 3,50m. In unten aufgeführter Systemskizze sind die Dimensionen auf der angedachten östlichen Fläche zu entnehmen.



Die dimensionierte Trocknungshalle könnte nach aktueller Klärschlammbelastung (rd. 900t/a) als Trocknungsspeicher genutzt werden. Hier könnten die gesamten Klärschlammengen, die über das Jahr anfallen, gespeichert und getrocknet werden. Eine Räumung im Winter wäre hier nicht erforderlich. Die Trocknungshalle würde demnach nur einmal, maximal zweimal, im Sommer geräumt werden. Der Trocknungsgrad würde sich auf rd. 75ö .80% einstellen.

Bei steigenden Schlammengen (Erreichen der Endausbaustufe) kann das Trocknungsverfahren auf eine kontinuierliche Entleerung angepasst werden. Bei diesem Betrieb der solaren Trocknung werden dann die Klärschlammengen regelmäßig geräumt (ca. 5-7x pro Jahr) und erreichen aufgrund der jahreszeitlich schwankenden klimatischen Bedingungen End-TS-Gehalte zwischen 40 . 90%. Bei der Auslegung wurde berücksichtigt, dass in den Wintermonaten eine Zwischenlagerung von maximal 300t/a möglich sein muss.

Aus den Erfahrungen hat sich gezeigt, dass der entscheidende Faktor die Schlammreduktion ist, egal ob der Schlamm übers Jahr gespeichert oder diskontinuierlich geräumt wird.

Schlammengen zu Beginn solare Trocknung:	rd. 1.364 t/a
TS-Gehalt nach Entwässerung:	rd. 22 %
Schlammmenge Ende solare Trocknung:	rd. 429 t/a
Massenreduktion:	rd. 935 t/a
Trocknungsfläche:	rd. 1.280 m ²
Länge Trocknungshalle:	rd. 80 m
Breite Trocknungshalle:	rd. 16 m
Umluftventilatoren:	16 Stck.
Schwenkrahmen:	4 Stck.
Abluftventilatoren:	8 Stck.
Wendeeinrichtung:	1 Stck.

3.4 Energieverbrauch solare Klärschlamm-trocknung

Der Effekt der solaren Klärschlamm-trocknung basiert auf das stetige Wenden der Schlamm-mengen, sowie Belüften der Trocknungshalle, als auch den Abzug der Abluft aus der Trock-nungshalle. Die Auslegung der solaren Trocknung basierend der Schlamm-mengen wurde mit einem Energiebedarf von knapp 30kWh/ Tonne Wasserentzug ermittelt. Dafür werden wie oben bereits aufgeführt entsprechende Aggregate benötigt. In unten aufgeführter Tabelle sind die entsprechenden Verbrauchsmengen dargestellt. Die kWh Zahlen pro Jahr ergeben sich abwei-chend durch den FU Betrieb und den tatsächlichen Betrieb und Stillstandzeiten, die seitens der Herstellererfahrungen angegeben worden sind.

Verbrauchsaggregate solare Trocknungsanlage Kläranlage Büchen					
Bezeichnung	Betrieb	Anschlussleistung (kW)	Stückzahl	Anschlussleistung Gesamt (kW)	Jahresverbrauch (kWh)
Umluftventilatoren	FU	0,37	16	5,92	15557,76
Abluftventilatoren	FU	0,37	8	2,96	7778,88
Schwenkrahmen	FU	0,15	4	0,6	1576,8
Wendeeinrichtung	direkt	1,8	1	1,8	4730,4
Summe:					29.643,84

Der ermittelte Jahresverbrauch wurde basierend auf Herstellerangaben bezogen und auf die tatsächliche Nennleistung der Aggregate und den Betriebszeiten zugrunde gelegt.

3.5 Energieverbrauch Klärschlamm-entwässerung

Wie bereits geschildert, ist für eine funktionierende solare Trocknung eine Vorentwässerung er-forderlich. Das minimale Entwässerungsergebnis muss bei min. rd. 5-8% TS liegen, dass ma-ximale Entwässerungsergebnis sollte 30% TS nicht überschreiten.

Das vorentwässerte Schlamm-ergebnis hängt von der Größe der solaren Trocknungshalle ab. Je kleiner das Entwässerungsergebnis, umso größer muss die Halle werden. Für Büchen wurde mit einem Entwässerungsergebnis von 22% gerechnet, da bereits eine Entwässerungsein-richtung vorhanden ist.

Da das vorhandene Aggregat jedoch stark abgänglich und sehr teuer im Unterhalt geworden ist, wurde hier von vornherein ein neues, energieeffizienteres Aggregat mit berücksichtigt.

Als Variante bietet sich hier das Prinzip einer Schneckenpresse an, die mit einer Anschlusslei-stung von rd. 2,5 kW sehr leistungsarm und gutmütig im Betrieb ist, da diese Aggregate rund um die Uhr laufen können ohne großen Personaleinsatz.



Bild: Schneckenpresse Kläranlage Hohenwestedt

Alle anderen Einrichtungen wie Dosiereinrichtung, Dosierpumpen, Dünnschlammwerk u.a., die auf der Kläranlage Büchen vorhanden sind, könnten weiterhin genutzt werden.

Die Schlammbeschickung in die Trocknungshalle kann über Radladerlogistik oder aber auch automatisch über eine Dickschlammpumpe erfolgen. Im Fall der Dickschlammpumpe würde diese über sogenannte Unterflurleitungen den Schlamm an insgesamt ca. 4 Einbringungspunkten in die Halle eintragen.

Bei der Radladerlösung entfällt die Dickschlammpumpe. Der entwässerte Klärschlamm, der in der Entwässerungshalle in die Container abgeworfen wird, wird mittels Radlader direkt in die Trocknungshalle abgeworfen und durch die Wendeinrichtung im System verteilt. Nach Herstellerangaben sind ca. 3h Personaleinsatz/Charge erforderlich. Bei ca. 7 Räumungen pro Jahr fallen zusätzlich 21h Personaleinsatz an, um den Klärschlamm in die Hallen einzubringen. Die meisten kleineren solaren Trocknungsanlagen verfahren nach diesem Prinzip.

In der weiteren Betrachtung wurde hier zunächst die Einbringung der vorentwässerten Klärschlammengen durch eine Dickschlammpumpe angesetzt.

Verbrauchsaggregate Schlammwässerung Kläranlage Büchen					
Bezeichnung	Betrieb	Anschlussleistung (kW)	Stückzahl	Anschlussleistung Gesamt (kW)	Jahresverbrauch (kWh)
Schneckenpresse + Peripherie	direkt	3,8	1	3,8	11096
Zentralschieber	direkt	0,37	1	0,37	972,36
Schieber div.	direkt	0,37	1	0,37	972,36
Nachverdünnungseinheit	direkt	0,1	1	0,1	262,8
Dosierpumpe FHM	direkt	0,75	1	0,75	1971
Dünnschlammpumpe III	direkt	4	1	4	10512
Mazerator	direkt	5	1	5	optional
Dickschlammpumpe	FU	5,5	1	5,5	14454
Förderband	direkt	0,8	1	0,8	2102,4
Teleskopförderband	direkt	2,9	1	2,9	7621,2
Summe:					49.964,12

Der ermittelte Jahresverbrauch wurde, basierend auf Herstellerangaben, bezogen auf die tatsächliche Nennleistung der Aggregate und den abgeschätzten Betriebszeiten pro Jahr zugrunde gelegt.

3.6 Investitionskosten solare Klärschlamm-trocknung

In den Investitionskosten wurden die zusätzlichen Kosten für die abgeschätzten Aufwendungen der Gründung durch notwendige Bodenverbesserungsarbeiten als auch die Neubeschaffung eines neuen Entwässerungsaggregates mit einkalkuliert.

Bei der weiteren Planung müsste im Detail geprüft und abgeklärt werden, ob weitere bestehende Aggregate neu beschafft werden müssten.

Vorerst geht der Entwurfsverfasser davon aus, dass die vorhandene Peripherie mit genutzt werden kann.

In unten aufgeführter Kostenschätzung sind die Investitionskosten in Bautechnik, Maschinenteknik und EMSR-Technik unterteilt.

Investitionskosten solare Klärschlamm-trocknung KA Büchen					
Pos	Bezeichnung	Anzahl	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.0	Mutterbodenaustausch	510	m ³	2,50 €	1.275,00 €
1.1	Bodenaustausch und Entsorgung	4590	m ³	5,00 €	22.950,00 €
1.2	Füllboden einbringen	5100	m ³	12,00 €	61.200,00 €
1.3	Betonfundamente	1280	m ²	21,00 €	26.880,00 €
1.4	Sohle	1280	m ²	75,00 €	96.000,00 €
1.5	Entwässerung	1	psch.	10.000,00 €	10.000,00 €
1.6	Befestigte Wege	300	m ²	80,00 €	24.000,00 €
1.7	Zaun	1	psch.	20.000,00 €	20.000,00 €
1.8	Trocknungshalle	1	psch.	300.000,00 €	300.000,00 €
2.0	Lüftungstechnik	8	Stck.	5.000,00 €	40.000,00 €
2.1	Belüftungstechnik	6	Stck.	2.500,00 €	15.000,00 €
2.2	Wendeeinrichtung	1	Stck.	30.000,00 €	30.000,00 €
2.3	Dickschlamm-pumpe mit Unterflur-igt. Armaturen	1	Stck.	45.000,00 €	45.000,00 €
2.4	Schneckenpresse	1	Stck.	70.000,00 €	70.000,00 €
2.5	Umbau und Anpassungsarbeiten an Bestand	1	psch.	50.000,00 €	50.000,00 €
3.0	Schaltschränke solare Trocknung	1	psch.	5.000,00 €	5.000,00 €
3.1	Schaltanlage Hallensteuerung	1	psch.	8.000,00 €	8.000,00 €
3.2	Steuerung SPS	1	psch.	8.000,00 €	8.000,00 €
3.3	Klima Steuerung	1	psch.	9.000,00 €	9.000,00 €
3.4	Sicherheitsüberwachung	1	psch.	6.000,00 €	6.000,00 €
3.5	Umbau Schaltanlage Schlamm-entwässerung	1	psch.	10.000,00 €	10.000,00 €
	Summe Netto:				858.305,00 €
	Summe Brutto:				1.021.382,95 €

3.7 Jahres- und Betriebskosten solare Klärschlamm-trocknung

In der Jahres- und Betriebskostenberechnung sind sämtliche Kosten, die übers Jahr entstehen, aufgeführt. Neben den laufenden Kosten, wie Strom und Betriebskosten, sind auch die Abschreibungskosten unterteilt in den einzelnen Gewerken zugrunde gelegt worden. Die aufgeführten Wartungs- und Instandhaltungskosten beziehen sich erstrangig auf das neue Entwässerungsaggregat. Der Anteil für die Wartung für die solare Trocknung ist marginal und macht nur einen kleinen Teil aus.

Jahreskostenübersicht solare Trocknung KA Büchen	
Bezeichnung	Jahreskosten
Afa-Bautechnik 40 Jahre	16.728,58 €
Afa-Maschinenteknik 15 Jahre	19.833,33 €
AFA-Elektrotechnik 10 Jahre	5.474,00 €
Stromverbrauch Lüftung je Tonne Wasserentzug Basiswert künftiger Klärschlammanfall = 1.364t	$935t \times 30kwh/t = 27.000kwh/a \times 0,223€/kwh = 6.255,15 €/a$
Stromverbrauch Schlammentwässerungseinrichtung	$49.965 kWh/a \times 0,223 €/kwh = 11.142,20 €/a$
Betriebs- und Stoffkosten (Polymere)	6.500,-€ /a
Sonstige Verbraucher	1.330€/a
Wartung + Instandhaltung	5.000€/a
Bezugskosten Fernwärme 1.500.000kwh/a mit 0,005€/kwh	
Zinskosten, 2,5%/a	$1.021.383,-€ \times 2,5%/a = 25.535 €/a$
errechnete Tonnenreduktion	429 to/a
Entsorgungskosten je m ³	$429 to \times 38,68€/m^3 = 16.593 €/a$
Summe Brutto/a:	114.391,26 €

4. ZUSAMMENFASSUNG

In den oben beschriebenen Aufzeichnungen wurden erste Überlegungen für eine mögliche solare Klärschlamm-trocknung auf dem östlichen Grundstück der Kläranlage Büchen zugrunde gelegt. Hierbei wurden teilweise Annahmen getroffen, teilweise Daten aus dem Bestand zugrunde gelegt.

Die Anordnung der solaren Trocknung auf dem östlichen Kläranlagengrundstück würde außerordentlich hohe Gründungskosten mit sich bringen (rd. 100.000,-"). Hier lassen sich im Detail sicherlich noch Optimierungsmaßnahmen einstellen, welche aber dann noch im Detail mit dem Bodengutachter zu diskutieren sind. Es wurde in der Kostenbetrachtung von vornherein ein neues Entwässerungsaggregat mit eingeplant. Sicherlich lässt sich aber auch noch für eine gewisse Zeit die vorhandene Zentrifuge betreiben. In einer Kosten-Nutzungsberechnung sollte dieses als Entscheidungsgrundlage errechnet werden.

Die abgeschätzten Investitionskosten unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Punkte belaufen sich auf rd. 1.021.000,-" brutto. Darin eingeschlossen auch ein Budget in Höhe von rd. 50.000,-" (netto) für eventuelle Umbaumaßnahmen an der bestehenden Schlammmentwässerungseinrichtung, Gebäude etc.

Unter Berücksichtigung der Schlammreduktion auf rd. 430to/a bei der solaren Trocknung entfallen bei Annahme des angegebenen Entsorgungspreis von 32,50 " (netto), ca. 16.600,-" (brutto) an jährlichen Entsorgungskosten an. Der solar getrocknete Klärschlamm mit einem TS-Gehalt von rd. 75ö 80% verfügt über einen Brennwert ähnlich Braunkohle und bietet einen sicheren Entsorgungsweg.

Die Jahreskosten belaufen sich bei der solaren Trocknung auf knapp 115.000,-" /a (brutto). Hierin sind sämtlich anfallenden Betriebs-, Abschreibungskosten, Zins, Wartungs- sowie Entsorgungskosten eingeschlossen.

Für den weiteren Verlauf wird empfohlen die Verfahren der weitergehenden Klärschlammbehandlung, zum einen die solare Klärschlamm-trocknung, als auch die Klärschlammvererdung, direkt gegenüber zu stellen und einer Projektkostenbarwertbetrachtung zu unterziehen, um eine objektive Handlungsempfehlung auszusprechen.

Die Besichtigung einer solaren Klärschlamm-trocknung im Norden Deutschlands (z.B. in Schleswig-Holstein) kann für die Entscheidungsträger einen Eindruck hinterlassen und aufkommende Fragen beim Betreiber klären.

Kiel, den 11.04.2016

enwacon Ingenieure

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Schulz-Pflugbeil', is written over a light blue grid background.

Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil