

WICHTIG FÜR ENTSCHEIDER IN WASSERWIRTSCHAFT, STÄDTEN UND KOMMUNEN.

INHALT

Ausgangssituation und
Entscheidungsfindung

Vorteile der Vererdung –
Wirtschaftlichkeit,
Ökologie und Invest

Betriebsbegleitendes
Engineering

Forschung und Entwicklung

Interview und Ausblick



Unsere Schilfpflanzen: „Spezialanfertigungen“

KLÄRSCHLAMMVERERDUNGSANLAGE NORDERNEY

20 Jahre Klärschlammvererdung in Betrieb – eine Erfolgsgeschichte

Entscheidungsfindung

Ausgangssituation

In den Jahren 1986 bis 1992 wurde das Thema Klärschlammvererdung im Rahmen eines vom Bundesforschungsministerium finanzierten Forschungsvorhabens von der EKO-PLANT Gruppe (INFU Ingenieurgesellschaft für Umweltplanung mbH) in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel erstmals wissenschaftlich bearbeitet. Zur selben Zeit stand im Jahr 1989 die Stadt Norderney vor der Frage, wie sie in Zukunft ihre Klärschlamm Entsorgung regeln soll. Für die Verantwortlichen waren in diesem Zusammenhang insbesondere die zukünftigen finanziellen Belastungen von großer Bedeutung, da der auf der Insel entstehende Klärschlamm bis zu diesem Zeitpunkt auf einer dort betriebenen Hausmülldeponie entsorgt werden konnte, was nunmehr nicht mehr möglich war. Darüber hinaus war die vorhandene Siebbandpresse abgängig und man stand vor der Frage, wie man denn auch zukünftig die Schlamm entwässerung betreibt. Insbesondere galt es hierbei zu beachten, dass in den Wintermonaten ca. 10.000 bis 15.000 Einwohnerwerte Schlamm auf der Insel produziert werden, während in den Saisonspitzen im Sommer bis zu 50.000 EW an die Kläranlage angeschlossen sind.

Vor dem Hintergrund der spezifischen Inselform macht es wenig Sinn, die kaufmännischen Zahlen für die Klärschlammbehandlung und -entsorgung an dieser Stelle darzulegen, da sie, wenn überhaupt, nur zwischen den Inseln vergleichbar wären. Beispielsweise kann festgehalten werden, dass die Baukosten – sei es nun in der Abwasser- und Schlammbehandlung oder beim „Häusle bauen“ – auf der Insel ca. 50% höher liegen als vergleichbare Maßnahmen auf dem Festland. Begründet ist dies vor allen Dingen durch die Transportkosten, welche vor dem Hintergrund der Inselform einen besonders großen Einfluss auf die Gesamtkostenstruktur haben. Nicht selten überschreiten sie den Warenwert, der sich auf dem entsprechenden Fahrzeug befindet, z. B. bei Schüttgütern. Gleichwohl wurden natürlich Kostenvergleichsrechnungen angestellt, da ja jede Technik zur Schlammbehandlung unter den spezifischen Nachteilen der Inselform zu kalkulieren ist. Ein Verfahren, das einen möglichst hohen Entwässerungsgrad erreicht, hat hier jedoch gegenüber allen anderen Verfahren letztendlich entscheidende Vorteile, da es wesentliche Kostenpositionen minimiert.

Fortsetzung auf Seite 2

Im spezifischen Fall Norderney war weiterhin zu bedenken, dass man zwischen klassischen Technologien und einem zum damaligen Zeitpunkt völlig neuen Verfahren, eben der Klärschlammvererdung, die bis dahin lediglich in Versuchsbeeten auf der Kläranlage Witzenhausen erprobt worden war, zu wählen hatte. Insofern mussten schon entscheidende wirtschaftliche Vorteile auf der einen Seite erkennbar sein; gleichzeitig ist aber auch hervorzuheben, dass die Inselform in vielen Fällen dazu zwingt, innovative neue Wege zu gehen, um optimale Lösungen zu finden.

Motivation

Dementsprechend zählt die Entscheidungsebene auf Norderney und nicht zuletzt der heutige Bürgermeister Herr Ludwig Salverius zu den Menschen, die Innovationen gerne aufgreifen, wenn die eine entsprechende Prüfung bestanden haben. Wissenschaftlich sind die Entscheider auf Norderney daher sicherlich als Innovatoren zu bezeichnen. Hiermit meint man diejenigen, die zu den 5 bis 10 % derer zählen, die ein neues Produkt annehmen. Sie stehen im Gegensatz zu den Nachzüglern, die erst dann auf ein neues Produkt aufspringen, wenn die early adopters (10 – 15 %) sowie die frühe Mehrheit und die späte Mehrheit (jeweils 30 %) eine Innovation angenommen haben. Für den Innovator sind daher die Erwartungen, die an eine Investition gestellt werden, welche zudem innovativen Charakter hat, besonders hoch. Hierzu zählen die wirtschaftlichen Vorteile, die eindeutig monetär bewertbar sein müssen, aber natürlich auch verfahrenstechnische und sonstige Vorteile, die zwar schwer monetär fassbar sind, aber großen Einfluss haben, wie z. B. das Thema Verwertungsflexibilität zeigt (Klärschlammvererdung bietet die Möglichkeit aller denkbaren Verwertungswege). So war es auch 1989/90, dass die Klärschlammverordnung in der Diskussion stand und daraufhin 1992 novelliert wurde. Die weichen Faktoren, die heute neben den wirtschaftlichen

Faktoren die Kaufentscheidung prägen, haben – bedenkt man die aktuelle Diskussion, die seit vielen Jahren über eine erneute Novelle der Klärschlammverordnung anhält – besondere Bedeutung. Hierzu zählen z. B.:

- Wie darf im Jahr XY verwertet werden?
- Wie entwickeln sich die Verwertungswege überhaupt?
- Wie flexibel ist meine Schlammbehandlung in Bezug auf die Entwicklung der Verwertungswege?
- Wie entwickeln sich die Verwertungsmengen auf dem deutschen Markt?
- Was bringt die neue Klärschlammverordnung an neuen Regelungen, Grenzwerten etc.?
- Wie geht man in Zukunft ab dem Jahr 2014 mit den Flockungshilfsmitteln auf Polyacrylamidbasis um?
- Wie geht es im Jahr 2015/2017 weiter mit den Grenzwerten der Düngemittelverordnung?
- Was bleibt von der Klärschlammverordnung in diesem Zusammenhang übrig?

Die Frage nach der Motivation, also warum sich Norderney letztendlich für eine Klärschlammvererdungsanlage entschieden hat, ist somit sicherlich eindeutig dahingehend zu beantworten, dass deutliche wirtschaftliche Vorteile einerseits erkennbar waren, andererseits das System als solches auf die spezifischen Inselbedingungen und die durch den Tourismus verursachten saisonalen Schwankungen optimal angepasst war und dass der insgesamt grüne Charakter der Insel durch ein derartiges Projekt (Leuchtturmprojekt) sicherlich noch weiter unterstützt wurde. Wie schwer die Entscheidung trotzdem gewesen ist, wird vielleicht auch an einem Satz deutlich, der damals von einem Vertreter der Fachbehörden formuliert wurde: „Naja, ihr könnt das ja machen, denn ihr habt eure Presse ja noch.“ Vor allem war auch die darauf folgende

Unterstützung durch die Stadt Norderney sehr lobenswert, denn nachdem die Entscheidungen gefallen waren, wurde von allen mit Elan an der Realisierung des Projektes gearbeitet. In diesem Zusammenhang möchten wir auch an den ehemaligen Ministerialbeamten Finch erinnern, denn auch auf der Ebene des Niedersächsischen Umweltministeriums wurde das Projekt zum damaligen Zeitpunkt sehr intensiv diskutiert. Hierbei stand neben technischen Alternativen auch die Frage im Raum, ob denn Schilf die richtige Pflanze für ein derartiges Projekt wäre. Die damals mit dem niedersächsischen Landesamt für Ökologie geführte Diskussion konnte nicht zu einem eindeutigen Ergebnis geführt werden, so dass letztendlich auf ministerieller Ebene eine Entscheidung gefällt werden musste. Die Entscheidung fiel dann für das vorgetragene Vererdungsprojekt, wobei die Argumente zusammengefasst in dem Satz mündeten: „Wenn wir das jetzt nicht ausprobieren mit dem erarbeiteten Vorschlag, werden wir nie wissen, ob es funktioniert.“

Genehmigung, Planung und Bau

Nach der für die Klärschlammvererdung letztendlich positiv verlaufenen Entscheidungsphase ging das Projekt in die Phase der Genehmigung ein. Mehrere rechtliche Aspekte mussten vor dem Bau der Anlage geprüft werden, da es sich um die erste großtechnische Anlage dieser Art handelte, darunter die Regelungen des Wasserrechts, des spezifischen Baurechts und des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Die Genehmigung wurde schließlich Anfang 1991 nach Niedersächsischem Wassergesetz erteilt. Daraufhin konnte im Frühjahr 1991 mit dem Bau der Anlage begonnen werden. Der Anlagenbetrieb wurde dann im August 1991 aufgenommen.

Nach Änderungen des Wasserrechts werden Klärschlammvererdungsanlagen mittlerweile bundesweit im Regelfall nach Baurecht genehmigt, nach Wasserecht nur noch in Einzelfällen.

In Sonderfällen erfolgt die Genehmigung der Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Einzig in Hessen ist normalerweise keinerlei Anlagengenehmigung mehr notwendig. Es wird nur noch eine naturschutzrechtliche Genehmigung des Eingriffs erteilt.

Vorteile der Vererdung

Sparen durch Investition

Investitionsentscheidungen sind meist untrennbar mit der Beurteilung von Innovationen verbunden. So erfolgt eine Investition, auch eine Ersatzbeschaffung, häufig unter dem Gesichtspunkt, Produktivität und Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Faktoren wie Minimierung von Abhängigkeiten, z. B. von der Entwicklung der Energiekosten, oder das Erreichen von Arbeitserleichterungen sind weitere Ziele. Oft ist eine Mischung von Anforderungen definiert, seltener findet sich nur ein einziges Ziel im Fokus. Ähnlich vielfältig ist die Beurteilung von innovativen Elementen, die häufig verschiedene Inhalte des Zielsystems betreffen.

INNOVATION heißt wörtlich „Neuerung“ oder „Erneuerung“. Das Wort ist von den lateinischen Begriffen novus „neu“ und innovatio „etwas neu Geschaffenes“ abgeleitet. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff unspezifisch im Sinne von neuen Ideen und Erfindungen und für deren wirtschaftliche Umsetzung verwendet.

INVENTION: Im engeren Sinn resultieren Innovationen erst dann aus Ideen, wenn diese in neue Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren umgesetzt werden (Invention), die tatsächlich erfolgreiche Anwendung finden und den Markt durchdringen.

INVESTITION: In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur versteht man im Allgemeinen unter Investition die „Verwendung finanzieller Mittel“ und die Anlage von Kapital in Vermögen bzw. Geldkapital, um damit neue Geld-

gewinne zu erzielen. Der häufig verwendete Begriff „Investitionskosten“ ist im betriebswirtschaftlichen Sinn falsch. Investitionen sind keine Kosten, somit keine Betriebsausgaben, sondern die Umwandlung von Vermögensteilen in Anlagevermögen, das dem Unternehmen längerfristig zur Verfügung stehen soll. Sie „belasten“ die Gewinn- und Verlustrechnung eines Unternehmens in Form der Abschreibung.

Wir beobachten, dass die Politik häufig auf die Investitionskosten schaut. In der Folge wird aus dem Auge verloren, das eine Vollkostenrechnung, also die Bestimmung der Jahreskosten, die richtige Vergleichsbasis darstellt und diese im Bereich der Abwasserbehandlung durch Gebühren gegenfinanziert sind. Die Höhe der Investition ist dabei nicht ausschlaggebend.

Die entscheidende Frage ist also in diesem Zusammenhang: Welche Auswirkungen hat eine Investition auf die (Abwasser-)Gebühren?

Investitionen sind stets langfristig angelegt und daher nach einem für den Einzelfall aufzustellenden Zielsystem zu beurteilen. Eine Investition nicht durchzuführen, weil dies der Haushalt nicht zulässt – z. B. Verschuldungsgrad – kann daher zu höheren Kosten und auch Liquiditätsabflüssen führen als die Durchführung der Investition. Die Einbeziehung moderner Finanzierungsmodelle (z. B. kommunales Gebührenfactoring) sollte daher bei gegebener Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme als Instrument der Finanzierung Berücksichtigung finden.

Vor der Investition in eine Innovation stellt sich ein Käufer meist folgende Fragen:

- Welchen wirtschaftlichen Vorteil hat die Innovation?
- Wie sicher ist das Ergebnis der Innovation zu erwarten?

- Welches wirtschaftliche Risiko gehe ich ein, wenn ich mich für ein innovatives Verfahren entscheide?
- Welche weichen Vor- und Nachteile hat das Produkt oder die Innovation im Rahmen der notwendigen Investition?
- Gibt es substantielle ökologische Vorteile?
- Welche weiteren nicht in Geld zu messenden oder nur indirekt in Geld messbare Vor- und Nachteile bietet die Innovation?

Folgende Faktoren sind somit für die Durchsetzung einer Innovation wichtig:

- der wirtschaftliche Vorteil
- die Komplexität bzw. die beim Erstkontakt gefühlte Einfachheit
- die Probierbarkeit (Möglichkeit des Experimentierens mit der Innovation)
- die Sichtbarkeit der Innovation
- die Kompatibilität mit einem vorhandenen Wertesystem
- der subjektive Vorteil einer Innovation (beispielsweise Prestigegegewinn etc.)

Abschreibung und Risikoverlust

Auf ein mögliches Risiko bei der Entscheidung für eine großtechnische Klärschlammvererdungsanlage hat man auf Norderney letztendlich dadurch reagiert, indem man von vorne herein beschlossen hat, die Abschreibungszeit von 25 oder mehr Jahren, wie sie sonst allgemein üblich ist, auf 15 Jahre zu reduzieren. Aus heutiger Sicht hat man damit sehr umsichtig gehandelt. So musste zwar aufgrund der höheren Abschreibung zunächst mit höheren Kosten gerechnet werden, insgesamt wirkte sich dies jedoch kaum auf den Gebührenhaushalt aus. Darüber hinaus war es auch insofern sehr vorausschauend, als dass die Anlage innerhalb von 15 Jahren einmal komplett geräumt wurde und nunmehr seit fünf Jahren mit

Fortsetzung auf Seite 4

einer abgeschriebenen Anlage gearbeitet werden kann. Lediglich für Räumung und Verwertung sowie Instandhaltung sind noch entsprechende Mittel zurückzulegen. Diese Entscheidung hat somit langfristig zur Stabilisierung der Gebühren und, wenn man so möchte, gegen die Inflationsentwicklung beigetragen.

Weiterhin wurde das Projekt seitens der Stadt Norderney so strukturiert, dass zunächst in einem ersten Bauabschnitt nur für ca. zwei Drittel der anfallenden Schlammmenge eine Vererdungsanlage errichtet wurde. Nachdem man hier mit dem ersten Betriebsjahr erfolgreich abgeschlossen hatte, fiel die Entscheidung, die Anlage auf 100 % – also die gesamte Schlammmenge der Insel – anzupassen.

Das Thema Räumung und Verwertung war auch zum Genehmigungszeitpunkt des ersten Bauabschnittes immer wieder Thema. Hierzu wurden in den entsprechenden Genehmigungsunterlagen ausführliche Angaben gemacht, was letztlich ein Blick in eine ungewisse Zukunft war. Die Realität hat dann gezeigt, dass im Zuge der in den Jahren 2004 bis 2006 durchgeführten Rekultivierung der Hausmülldeponie auf Norderney die Verwertung des Materials aus allen neun Beeten noch vor dem Jahr 2005 vollständig dadurch erfolgte, dass es in die Deponie eingelagert werden durfte. Damit hatte sich die grundlegende Betrachtung, wohin mit dem Material, auf ein völlig neues Konzept zu stützen und die anderen Ideen, z. B. Materialien zur Rekultivierung von Deponien herzustellen, waren hierzu im Vergleich wirtschaftlich wesentlich aufwändiger.

Gleichwohl stellt sich diese Frage auch heute wieder, denn die Anlage wird ja weiter betrieben. So wurde im Jahr 2009 EKO-PLANT beauftragt, im Rahmen eines 20-jährigen Begleitungsvertrages den Recyclingplatz auf der Insel Norderney mit einer dazugehörigen Nachlagerfläche zu betreiben und darüber hinaus

das betriebsbegleitende Engineering der Klärschlammvererdungsanlage in den kommenden zwanzig Jahren weiterhin durchzuführen.

Wirtschaftlichkeit und Ökologie

Klärschlammvererdung bietet – wie bereits angedeutet – im Vergleich zu konventionellen Entwässerungssystemen eine Reihe an wirtschaftlichen, aber auch ökologischen Vorteilen, die einerseits in dem sehr niedrigen Energieverbrauch, der hohen Massenreduktion bei langen Lagerzeiten und damit der Kostenersparnis im Bereich Transport und Logistik münden. Andererseits wirken sich die Energieeinsparungen positiv auf die CO₂-Bilanz einer Kommune aus und die Anlage – als ein Ökosystem – bietet vielen Arten von Insekten und Vögeln ein neues Zuhause.

• Funktionsweise der Klärschlammvererdung

Je nach Ausbaugröße der Kläranlage bzw. jährlich anfallender Nassschlammmenge wird die Klärschlammvererdungsanlage dimensioniert, so dass erst nach sechs bis acht Jahren eine Räumung und Verwertung der Klärschlammmerde stattfinden muss. Ein durchschnittlicher kommunaler Klärschlamm wird in der Regel problemlos zu vererden sein. Wenn Gewerbe und Industrie vorhanden sind, muss der Schlamm analysiert werden, um sicher zu gehen, dass er vererdbar ist und die richtige Dimensionierung gefunden wird. Eine gründliche Voruntersuchung des Klärschlammes ist in jedem Fall Voraussetzung für die sichere Funktion eines Anlagenkonzepts.

Wenn die aus mehreren, zum Untergrund abgedichteten Beeten bestehende Anlage mit Schilf bepflanzt wurde, kann die Beschickung sofort beginnen. In der mehrere Wochen dauernden Einfahrphase muss das Wachstum der Schilfpflanzen besondere Berücksichtigung finden. Je weiter die Etablierung des Schilfbestandes fortschreitet, desto

verzweigter und größer wird das Wurzelgeflecht, welches das Pflanzsubstrat und den darauf aufgelandeten Klärschlamm durchzieht und desto besser ist die Entwässerungs- und Vererdungsleistung. Das Schilf kann somit als wichtigster Systembestandteil oder auch als Motor der Anlage bezeichnet werden: Ohne Schilf kann keine Vererdung stattfinden. Es stellt die Leitfähigkeit und Wassergängigkeit der Substratschicht sowie deren Sauerstoffversorgung sicher. An den Wurzeln und Rhizomen lebende Mikroorganismen können dadurch ihrerseits Stoffwechselprozesse in Gang setzen, welche die organischen Anteile des Klärschlammes mineralisieren, Kapillarwasser verdunstet, freies Wasser fließt als Filtratwasser zurück zur Kläranlage.

Etwa zwölf Monate vor Räumung eines Beetes wird die Beschickung ausgesetzt – die sogenannte Trockenphase beginnt. Während dieser Zeit nehmen die übrigen Beete den anfallenden Klärschlamm auf. Direkt nach der Räumung kann das Beet wieder in Betrieb genommen werden: Aus den im Beet verbliebenen Rhizomen (unterirdische Sprosse) treiben neue Schilfpflanzen aus. Somit startet ein neuer mehrjähriger Kreislauf, der problemlos Gesamtlaufzeiten von weit mehr als 25 Jahren ermöglicht – in diesem Zeitfenster also rund 3 bis 4 Räumungen pro Beet.

• Was ist Klärschlammmerde?

Klärschlammmerde ist Klärschlamm, welcher einer mehrjährigen Behandlung in schilfbepflanzten Beeten unterzogen wurde. Im Unterschied zur Klärschlamm Lagerung leitet das Schilf über seine Rhizome aktiv Sauerstoff in den Beetschlamm ein. Dieses führt zu einem wechselnd aerob/anaeroben Milieu. So wird mithilfe von Mikroorganismen ein Umbau leicht abbaubarer Organik in schwerer abbaubare organische Substanz ermöglicht. Der Prozess entspricht dabei der Bodenbildung im Randbereich von natürlichen Seen. Im

Ergebnis entsteht aus flüssigem, stark riechendem Klärschlamm ein strukturiertes, kompostartiges Humusmaterial. Der Klärschlammgeruch geht dabei nahezu vollständig verloren.



Abb. 1: Klärschlammerte mit Regenwürmern

Im Gegensatz zu technisch entwässertem Klärschlamm enthält Klärschlammerte keine Flockungshilfsmittel (Polyacrylamide). Dies ist insbesondere für eine landwirtschaftliche Verwertung von Bedeutung, da die Düngemittelverordnung mittelfristig nur einen Einsatz von Klärschlämmen zulässt, die keine Flockungshilfsmittel enthalten. Ein weiterer Vorteil ist die hygienische Unbedenklichkeit von Klärschlammerte. Die hohe Bodenaktivität führt über eine langjährige Behandlungsdauer zur Abtötung von pathogenen Erregern.

Klärschlammerte enthält wesentliche Gehalte an Stickstoff, Phosphor und organischer Substanz. Dementsprechend wird Klärschlammerte nach der Düngemittelverordnung als „Organischer NP-Dünger“ eingeordnet. Im abfallrechtlichen Sinn wird Klärschlammerte allerdings weiterhin als Klärschlamm und damit Abfallstoff eingestuft.

Klärschlammvererdung ist im Vergleich zu einer konventionellen Entwässerungsanlage wie z. B. einer Siebbandpresse rund 25 % günstiger, wenn man sämtliche Kosten von der Investition über den Betrieb bis hin zur Verwertung betrachtet. Kalkuliert man auf dieser Grundlage eine Schlammmentwässerung für 10.000 EW und 220 t TM, so können Jahreskosten von ca. 100.000 € für die

Siebbandpresse gegenüber 75.000 € Jahreskosten für die Vererdung angenommen werden. Diese setzen sich aus dem Investitionskostenanteil pro Jahr, dem Betriebskostenanteil pro Jahr (Energiekosten, Personalbedarf, Geländepflege, Polymere und Kalk sowie Reparatur und Wartung) und dem Verwertungskostenanteil pro Jahr (Räumungs- und Verwertungskosten inkl. Transport) zusammen. Insbesondere der jährliche Betriebskostenanteil einer Klärschlammvererdungsanlage ist im Vergleich zu einem konventionellen Entwässerungssystem in diesem Zusammenhang um ein Vielfaches niedriger (ca. 7.500 €/a vs. ca. 40.000 €/a): Im Betriebskostenanteil für eine Vererdungsanlage entfallen die Kosten für Polymere und Kalk zur Klärschlammkonditionierung komplett. Außerdem kann bei den Reparatur- und Wartungskosten ein Pauschalbetrag in Höhe von 500 € pro Jahr angenommen werden, da sie kaum Verschleißteile besitzt. Bei einer Siebbandpresse fallen dagegen bis zu 2 % ihrer Investitionskosten für Wartung und Reparatur an, also ungefähr das Zehnfache des für eine Vererdungsanlage angenommenen Pauschalbetrags pro Jahr.

Auch die Kosten für den Personalbedarf erhöhen sich bei Betrieb einer maschinellen Entwässerung um ca. das Fünffache, da sie mindestens zwei Stunden pro Tag an rd. 250 Tagen im Jahr beaufsichtigt und bedient werden muss. Der Zeitaufwand für eine Vererdungsanlage lässt sich indessen mit ca. einer Stunde pro Woche für die Beschickung zzgl. 48 Stunden pro Jahr für die Geländepflege annehmen. Darüber hinaus sinken die Energiekosten für eine Klärschlammvererdungsanlage ungefähr um das Neunfache im Vergleich zu einer Siebbandpresse, da die Pumpen und Motorschieber der ökotechnischen Anlage nur ca. 3.500 kWh pro Jahr für ihre Arbeit benötigen. Die Pumpen und Förderbänder einer Siebbandpresse verbrauchen dagegen – zusammen mit der Polymer-

dosierung – ca. 33.000 kWh pro Jahr. So lassen sich mit der Vererdungstechnologie bis zu 90 % der Energiekosten einsparen.

Doch auch noch während des Betriebs einer Klärschlammvererdungsanlage lassen sich die Stromkosten senken. Auf Norderney konnte seit Anfang 2009 die Nachstabilisierung des Klärschlammes entfallen, nachdem auf Anregung des Betriebspersonals eine Messung verschiedener Schlammströme mit dem EKO-PLANT Stabilomat® ergeben hatte, dass eine veränderte Betriebsweise der Kläranlage und Vererdungsanlage problemlos möglich ist. Der Stromverbrauch der Kläranlage Norderney konnte dadurch um 12,6 % gesenkt werden (Abbildung 2 auf Seite 6), was in diesem konkreten Fall ein Einsparvolumen von ca. 10.000 € pro Jahr darstellt.

Die unterschiedliche Entwässerungsleistung der beiden Systeme hat zusätzlich einen großen Einfluss auf die zu verwertende Restmenge und damit auch auf die Verwertungskosten. Im vorliegenden Berechnungsbeispiel für 10.000 EW und 220 t TM beträgt die jährliche Tonnage bei einer Vererdungsanlage durchschnittlich 550 t mit 40 % TR, bei einer Siebbandpresse dagegen 969,72 t mit 23 % TR zzgl. Kalkanteil. Nimmt man einen Verwertungskostenansatz von 35 € pro Tonne inkl. Transport an, so liegen die Verwertungskosten der Klärschlammerte mit 19.250 € pro Jahr um ca. 15.000 € niedriger als bei gepresstem Schlamm, wobei dieser Betrag aber im Gegensatz zum Betrieb einer Siebbandpresse nicht jedes Jahr direkt anfällt, sondern für Rückstellungen verwendet werden kann.

Klärschlammvererdungsanlagen haben neben ihren geringen laufenden Kosten jedoch noch einen weiteren besonderen Vorteil, welcher einerseits in der bereits angeführten erheblichen Energieeinsparung von ca. 90 % gegenüber konventionellen Entwässerungsverfahren

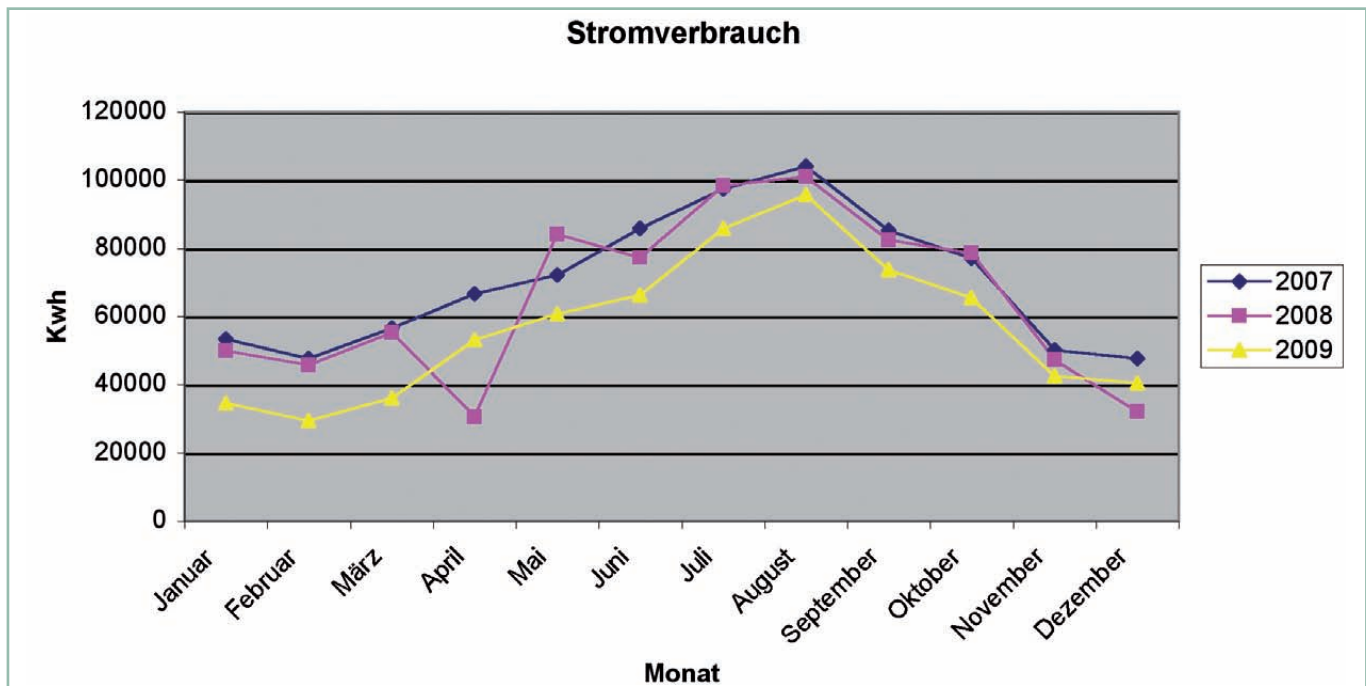


Abb. 2: Entwicklung des Stromverbrauchs der Kläranlage Norderney 2007–2009 (Quelle: Fridolin Mai, Betriebsleiter der Kläranlage Norderney)

ren und andererseits in der Aufnahme von CO₂ durch die Schilfpflanzen zum Tragen kommt. Die Differenzen für den Stromverbrauch liegen bei 170 kWh vs. 16 kWh bzw. 100 kg CO₂ vs. 10 kg CO₂ für die Entwässerung einer Tonne Klärschlamm (Trockensubstanz). Zusätzlich kann ein jährlicher Aufnahmewert von 30 kg CO₂/m² Vererdungsfläche durch Fotosynthese angenommen werden, welche in stabile Biomasse umgewandelt wird. Infolgedessen ist eine Vererdungsanlage nicht nur CO₂-neutral, sondern trägt zusätzlich zu einer Verbesserung der CO₂-Bilanz einer Gemeinde bei.

• **Biotop-Funktion**

Klärschlammvererdungsanlagen werden mit Schilf (*Phragmites australis*) bepflanzt. So entsteht ein Schilfbiotop mit großem Nährstoffreichtum für die Fauna als Lebensraum aus zweiter Hand, das von verschiedensten Tieren angenommen wird. Die Schlammflächen und vor allem die Schilfpflanzen ermöglichen mit ihren hohlen Halmen und der großen Blattmasse eine hohe Nutzungsvielfalt für Insekten, vor allem Blattläusarten, Asseln, Spinnen Käfer, Ohrwürmer, Marienkäfer, Grabwespenarten, Heuschrecken, Libellen, aber auch Schmet-

terlinge, darunter etliche auf Schilf spezialisierte Arten wie die Schilffeule. Diese vielfältige Insektenwelt stellt wiederum ein gutes Nahrungsangebot für andere Tiere wie Amphibien und vor allem für die Vogelwelt dar. Einheimischen Vogelarten wie auch Zugvögeln, darunter auch manch selten gewordene Art, bieten die Anlagen offenbar beste Lebens- und Nahrungsbedingungen. Durch die Umzäunung und die minimale Bewirtschaftung der Flächen finden sie hier Ruhe und Schutz vor Feinden. So wurden bei einer Erfassung der Vogelarten in bestehenden Klärschlammvererdungsanlagen im Emsland (Kartierung und Begutachtung der Avifauna der Klärschlammvererdungsanlagen in Meppen, Haren und Twist) für Schilfröhrichte typische Brutvögel wie Teichrohrsänger, Sumpfrohrsänger oder Rohrammer gefunden, aber auch Schwarzkehlchen und Heckenbraunellen. Als Nahrungsgäste oder Durchzügler fanden sich unter anderem Bachstelzen oder Braunkehlchen ein. Für Zugvögel können die Anlagen damit wichtige Trittsteinbiotope während des Vogelzuges darstellen. Durch Klärschlammvererdungsanlagen werden also Schilfröhrichtbiotope geschaffen, die in der Bundesrepublik Deutschland mittlerweile als gefährdet

bis stark gefährdet eingestuft werden. Daher wird für diese Anlagen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffs-Kompensations-Bilanzierung im Regelfall kein Ausgleichsbedarf für die Errichtung der schilfbepflanzten Klärschlammvererdungsbeete festgestellt.



Abb. 3: Teichrohrsänger im Schilf (Bildquelle: Eckhard Lietzow Naturfotografie)

EKO-PLANT als Dienstleister

EKO-PLANT bietet ihren Kunden ein breites Spektrum an Dienstleistungen rund um Klärschlammbehandlung und -verwertung. Die kontinuierliche Durchführung verschiedenster Forschungsprojekte – wie z. B. der Betrieb der Lysimeteranlage oder die Nachla-

gerversuche von Klärschlammerte auf Norderney — helfen dabei, diese Dienstleistungen immer weiter zu verbessern.

Betriebsbegleitendes Engineering

Seit Betriebsbeginn wird die Vererdungsanlage Norderney im Rahmen eines langfristigen Partnervertrages von der EKO-PLANT Abteilung Service Ökotechnik betreut. Am 1. Januar 2009 wurde dieser Vertrag um weitere 20 Jahre bis zum 31.12.2029 verlängert.

Regelmäßig besucht ein Mitarbeiter die Anlage zur Wartung und Lagebesprechung mit den Kläranlagenmitarbeitern. Auch werden dem Kunden regelmäßig Unterlagen in Form von Begehungsprotokollen und Jahresberichten zur Verfügung gestellt, welche den Zustand und die Arbeit der Vererdungsanlage dokumentieren und so eine lückenlose Nachkontrolle ermöglichen.

Eine Anlagenbegehung beinhaltet unterschiedliche Kontroll- und Wartungsmaßnahmen, u. a. gehören die Bonitur und Kontrolle der Schilfpflanzen auf Schadenssymptome inklusive Fotodokumentation, das Nivellement der Schlammhöhe in den Beeten, die Überprüfung der Steuerungstechnik und die Kontrolle der Entwässerung und Beschickung bezüglich der Schlammverteilung dazu. Im Anschluss wird ein Serviceprotokoll ausgefüllt, welches neben meteorologischen Daten die durchgeführten Arbeiten und gegebenenfalls zu erledigende Reparaturen beinhaltet.

Jede in Betreuung befindliche Anlage ist über eine Datenverbindung direkt mit dem Hauptsitz in Neu-Eichenberg verbunden, so dass eine kontinuierliche Überwachung stattfinden und bei eventuell auftretenden Problemen schnell eingegriffen werden kann. Die so gesammelten Informationen werden regelmäßig mit dem Ziel der Steuerungsoptimierung der einzelnen Anlagen ausgewertet. Darüber hinaus wird ein analytischer Vergleich von Zahlen unterschiedlicher Anlagen durchgeführt und für eine kontinuierliche Verbesserung

von Beschickungsplänen, Räumungskonzepten und Empfehlungen für technische und betriebliche Optimierungen genutzt. Außerdem werden Beprobungspläne für Filtratwasser und Klärschlamm ausgearbeitet und umgesetzt.

Räumung und Verwertung

Im Vorfeld jeder Räumung setzen sich die Mitarbeiter der Abteilung Service Ökotechnik von EKO-PLANT frühzeitig mit den Betreibern der jeweiligen Vererdungs- bzw. Kläranlage zusammen. Ziel ist es, die Vererdungsbeete und damit die tatsächliche Räumung sowie die anschließende Verwertung bereits im Vorfeld individuell und bestmöglich vorzubereiten. Dazu werden auch die über das Jahr ausgewerteten Anlagendaten herangezogen, um den Räumungsverlauf zu optimieren und die strategisch günstigste Verwertungsoption anzustreben.

Alle zwölf bisher durchgeführten Räumungen der Klärschlammvererdungsanlage Norderney erfolgten zwischen 1997 und 2005 nach den Vorgaben und unter der Leitung von EKO-PLANT. Drei der neun Beete wurden in diesem Zeitfenster bereits zum zweiten Mal geräumt. Die Arbeiten wurden bei jeder Räumung ähnlich durchgeführt. Im Wesentlichen waren dies das Herstellen der Dammöffnungen, die Baggerarbeiten zur Entnahme der Klärschlammerte, das Herstellen des Abschlussplanums und Einbau des Rhizommaterials sowie das Schließen der Anlage. Sobald die Räumungsaktivitäten abgeschlossen waren, nahm EKO-PLANT das jeweilige Vererdungsbeet wieder in Betrieb.

Die Lysimeteranlage

Die Leistungsfähigkeit einer Wasserhaushaltsschicht auf Basis von Klärschlammerte wurde in einem 3-jährigen DBU-geförderten Projekt anhand einer Großlysimeteranlage auf der Insel Norderney näher untersucht. Nach Projektabschluss wurde die Anlage in eigener Regie weiter betreut, so dass eine Aus-



Abb. 4: Lysimeteranlage Norderney Nov. 2005

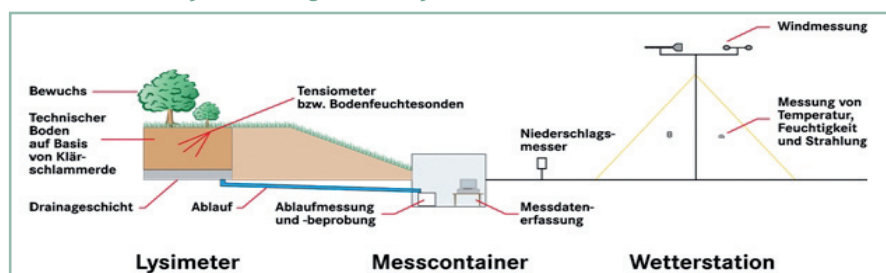
wertung über sieben Messjahre möglich wurde. Abbildung 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Versuchsanlage, die technischen Daten der Lysimeteranlage Norderney sind in Tabelle 1 auf Seite 8 aufgelistet.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Wasserhaushaltsschicht nach kurzer Anwuchsphase bis zu 90 % der Niederschläge nach einer Zwischenspeicherung an die Atmosphäre zurückgab und deren Tiefensickerung auf maximal 10 % reduzierte (Abbildung 6 auf Seite 8).

Eine Wasserhaushaltsschicht ist dabei im Gegensatz zu einer rein technischen Lösung ein biologisches System, das sich hinsichtlich Bewuchs und Bodenstruktur erst über mehrere Jahre stabilisiert. Unter den Bedingungen des Versuchsstandortes kann erwartet werden, dass langfristig die Abflussquote gegen

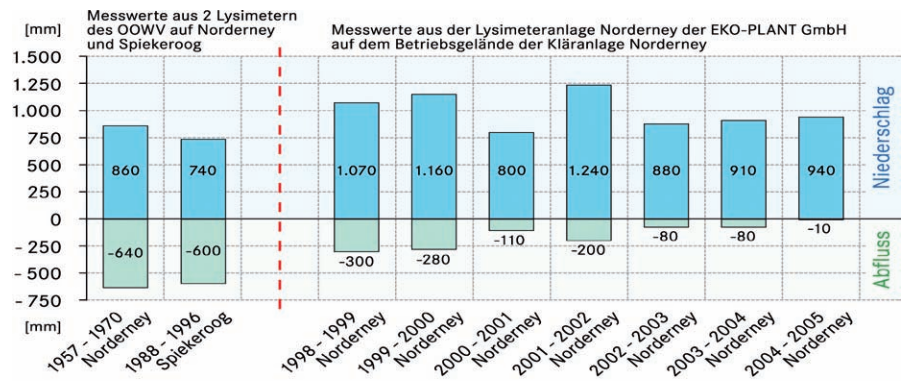
Fortsetzung auf Seite 8

Abb. 5: Aufbau der Lysimeteranlage Norderney



Null tendiert und nahezu kein Sickerwasser in tiefer liegende Schichten fließt.

Die Ergebnisse der Lysimeteranlage Norderney wurden bei einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von ca. 950 mm erzielt, der damit deutlich über dem bundesdeutschen Mittel von 770 mm liegt. D. h. bei einer Übertragung der Ergebnisse auf andere Standorte kann i. d. R. von einem geringeren Niederschlagsinput auf die Deponieoberfläche und tendenziell niedrigeren Sickerwasserraten ausgegangen werden. Interessant an der Versuchsanstellung ist die große Praxisnähe. Die Ausgangsmaterialien sind bundesweit verfügbar, das Mischen und der Einbau der technischen Böden erfolgten mit praxisüblichen Baugeräten. Die Bepflanzung erfolgte mit verdunstungsstarken, standortangepassten Baum- und Straucharten. Während in den ersten zwei Jahren ein Teil der Gehölze vertrocknete und nachgepflanzt werden musste,



© 2006 by EKO-PLANT GmbH

Abb. 6: Niederschlag und Abfluss der Wasserhaushaltsschicht (am Beispiel von Lysimeter 80 Vol.-% KSE) im Vergleich zum langjährigen Mittel Ostfriesischer Inseln (Lysimetermessdaten; OOWV 1998)

entwickelte sich in den Folgejahren eine geschlossene, mehrstufige Vegetationsdecke, die mit ihren Wurzeln offensichtlich weite Bereiche der Wasserhaushaltsschicht erschließt (Abbildung 4 auf Seite 7). Hierbei ist festzuhalten, dass ein Vertrocknen von Rekultivierungspflanzungen fast schon deponietypisch ist. Dies kann durch eine Erfassung und Sammlung von Sickerwasserabflüssen in

einem Rückhaltebecken gelöst werden. Das Sickerwasser wird in den ersten Betriebsjahren während Trockenzeiten zur Bewässerung der Anpflanzungen eingesetzt. Stickstoff, der in der Anfangsphase infolge der Umlagerung und Mischung der Böden mineralisiert und mit dem Sickerwasser ausgetragen wird, kann auf diese Weise zur Wasserhaushaltsschicht zurückgeführt werden.

Tab. 1: Stationsdaten der Lysimeteranlage Norderney

Geografische Lage	Rechtswert: 25 77 975; Linkswert: 59 53 925; Höhe: 4,3 m ü. NN
Anzahl Lysimeter	10
Maße der einzelnen Lysimeter	Breite: 3,0 m; Länge: 3,0 m; Höhe: 2,0 m; Oberfläche: 9,0 m ² ; Volumen: 18 m ³
Bodenfüllung	Technische Böden aus unterschiedlichen Anteilen Recyclingsand, Mineralböden und Klärschlammmerde
Bewuchs	Baum-/Strauch-/Gras-Vegetation
Messung der Bodenfeuchte	TDR-Sonden; Tensiometer in 20, 55 und 150 cm Tiefe
Messung der Abflusshöhe	Sammelgefäße, tägliche manuelle Ausliterung
Niederschlagsmessung	Hellmann-Sammler, Höhe: 1 m, tägliche Messung
Wetterstation	Kontinuierliche Messung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur/-feuchtigkeit, Strahlung
Inbetriebnahme	01.06.1998

Impressum

Herausgeber:
EKO-PLANT GmbH
Karlsbrunnenstraße 11
37249 Neu-Eichenberg
Telefon: +49.5542 9361-0
Telefax: +49.5542 9361-68
E-Mail: info@eko-plant.de
HRB 2528, Amtsgericht Eschwege
Gerichtsstand: Eschwege

Verantwortlich für den Inhalt
im Sinne des Presserechts:
Dipl.-Ing. Rainer Kuhlendahl

Alle EKOPRESS sind über die
EKO-PLANT GmbH erhältlich
und herunterladbar unter:
[<http://www.ekopress.de>]
© 2011 EKO-PLANT GmbH

Vervielfältigung und Weitergabe, auch
auszugsweise, nur mit schriftlicher
Zustimmung der EKO-PLANT GmbH.
Änderungen vorbehalten.

Gestaltung:
b2b Kommunikation + Marketing
50189 Heppendorf
www.weareb2b.de

INTERVIEW MIT FRIDOLIN MAI, BETRIEBSLEITER DER KLÄRANLAGE NORDERNEY

„Die Natur schafft das auch ohne Aufwand“

Am 20. April 2011 besuchte unser Vertriebsmitarbeiter Peter Peters den Betriebsleiter der Kläranlage Norderney, Herrn Fridolin Mai, für ein gemeinsames Gespräch und Resümee über die letzten zwanzig Jahre Betriebszeit der Klärschlammvererdungsbeete auf Norderney.

Peter Peters: „Die Klärschlammvererdungsanlage auf Norderney ist nun rund 20 Jahre alt. Für uns ist das ein Grund, mit Ihnen zurückzublicken. Wie hat sich die tägliche Arbeit mit der Anlage in dieser Zeit dargestellt?“

Fridolin Mai: „Wir haben durchweg nur sehr wenig Arbeitsaufwand mit der Vererdungsanlage, insbesondere da sich um die unterschiedliche Beschickung der Beete ein Mitarbeiter von EKO-PLANT kümmert, welcher vor Ort arbeitet. Im Vergleich mit der früheren Siebbandpresse, die den ganzen Tag beaufsichtigt werden musste, haben wir dadurch Zeit für andere Tätigkeiten gewonnen.“

Peter Peters: „Was ist für Sie als Betreiber der Anlage der größte Vorteil im Vergleich zur konventionellen Technik?“

Fridolin Mai: „Die Rückbelastung der Kläranlage ist im Vergleich zur alten Siebbandpresse wesentlich geringer und – gemessen über 24 Stunden – auch gleichmäßig. Früher hatten wir sehr große Probleme mit viel zu hohen Stickstofffrachten, welche dazu geführt haben, dass wir unsere Ablaufwerte teilweise nicht einhalten konnten. Die Frachten, die jetzt über die Vererdungsanlage wieder hereinkommen, merkt man dagegen überhaupt nicht.“

Peter Peters: „Seit Betriebsbeginn wird die Anlage ja von EKO-PLANT betreut. Wie hat sich dieses be-

triebsbegleitende Engineering über die Jahre ausgewirkt und wie zufrieden sind Sie damit?“

Fridolin Mai: „Wir sind damit voll und ganz zufrieden. Jeden Monat wird die Anlage von EKO-PLANT angeschaut, der Zustand der Schilfpflanzen betrachtet, die Schlammhöhe in den Beeten nivelliert und auf etwaige Mängel und Probleme eingegangen. Es ist auch auf diese gute Zusammenarbeit und die vielen Gespräche zurückzuführen, dass die Anlage so gut läuft und über die Jahre noch optimiert werden konnte.“

Peter Peters: „Wie sehen Sie denn im Hinblick auf die Diskussion um die Novellierung der Klärschlamm- und Düngemittelverordnung und das damit verbundene Polymerverbot die zukünftige Klärschlammverwertung – allgemein und speziell auf Norderney?“

Fridolin Mai: „Aufgrund der guten Schlammqualität und der niedrigen Schwermetallgehalte sehen wir keine Probleme bei der Verwertung – er wird landwirtschaftlich bzw. landschaftsbaulich genutzt oder auch in der Verbrennung untergebracht werden können. Unsere Verwertung wird aber in Zukunft nicht mehr direkt auf Norderney stattfinden, d. h. unsere Klärschlammmerde muss ab der nächsten Räumung aufs Festland transportiert werden. Das ist zwar wieder mit höheren Kosten verbunden, aber wahrscheinlich immer noch wesentlich günstiger als eine maschinelle Entwässerung mit regelmäßiger Entsorgung. Und weil wir mit Polymeren durch die Vererdung nichts zu tun haben, betrifft uns das Polymerverbot auch nicht, d. h. unsere Klärschlammmerde bleibt landwirtschaftlich verwertbar.“

Peter Peters: „Insgesamt bestehen jetzt sieben Jahre Erfahrung mit einer Siebbandpresse und zwanzig Jah-

re Erfahrung mit der Vererdung. Hat der Wechsel zu einer Klärschlammvererdungsanlage das Ansehen der Stadt Norderney verbessert? Und was sind Ihre Erwartungen an die nächsten zwanzig Jahre?“

Fridolin Mai: „Das kann man auf jeden Fall so sagen. Die Stadt Norderney ist sehr glücklich über den gewählten Weg und wenn der Gesetzgeber nicht irgendetwas verändert, werden wir wahrscheinlich auch weiterhin so mit den Vererdungsbeeten arbeiten. Wir sind also rundum zufrieden und würden es jederzeit wieder so machen. Zu Beginn waren wir jedoch auch sehr skeptisch. Die Frage der Geruchsbelästigung konnte über die Besichtigung der Versuchsanlage in Witzenhausen, an welcher auch zukünftige Anwohner aus Norderney teilgenommen haben, ausgeräumt werden. Im September 1991 sind dann unsere Beete zum Ende der Vegetationsperiode in Betrieb gegangen und haben auch keinerlei Gerüche verursacht. Im Winter sah man dann allerdings nicht mehr viel vom Schilf, es war auch überflutet und zur Vorsicht haben wir unsere Siebbandpresse wieder in Gang gesetzt. Dann haben wir bei EKO-PLANT angemahnt, das Schilf sei kaputtgegangen – aber als das nächste Frühjahr kam, wurden alle Befürchtungen im Keim erstickt: Die Pflanzen trieben wieder aus.“

Peter Peters: „Wer war denn die bis jetzt berühmteste Person, die die Vererdungsanlage besichtigt hat?“

Fridolin Mai: „Das war die ehemalige Bundestagspräsidentin Frau Süssmuth. Des Weiteren waren über die Jahre auch sehr viele – anfangs – skeptische Gemeinden da, die sich gesagt haben, wenn Norderney so etwas hat, muss das ja Sinn und Verstand haben, gerade bei dem kritischen Inselstandort, das müssen wir uns mal ansehen. Sogar aus China und Japan hatten wir schon

Besucher. Die Schriftzeichen in unserem Gästebuch zeugen davon. Allerdings haben wir noch niemanden gefunden, der es uns übersetzen konnte.“

Peter Peters: „Würden Sie sagen, dass eine Volumenreduzierung, wie sie bei der Vererdung stattfindet, eine Siebbandpresse oder ein Dekanter nicht schafft?“

Fridolin Mai: „Ja gut, die schaffen das schon, aber letztendlich brauchen sie mehr Energie und mehr Arbeitsaufwand; das kann die Natur auch so ... um es kurz zu machen: Die Anlage steht da und läuft. Mehr ist eigentlich nicht zu sagen.“



Abb. 7: Fridolin Mai, Leiter der Kläranlage Norderney

Zusammenfassung und Ausblick

Die Entscheidungsgrundlagen auf einer Insel waren 1989/90 sicherlich nicht einfach und der Sprung auf ein innovatives Projekt hat neben der sachlichen Prüfung und einigen doch sehr deutlich für das Projekt sprechenden Argumenten gleichwohl eine erhebliche Menge an Mut erfordert. Rückblickend kann man jedoch sagen, dass die Entscheidung sowohl technologisch als auch von den Verfahrensabläufen und der Wirtschaftlichkeit her eine richtige Entscheidung war. Es besteht sicherlich kein Zweifel, dass durch die Klärschlammvererdung ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil für die Stadt Norderney erreicht wurde.

Wagt man nun einen Ausblick in die nächsten fünfzehn bis zwanzig Betriebsjahre, dann kann man, wenn man die gesetzlichen Rahmenbedingungen betrachtet, eigentlich nur zurückblickend sagen: „Es hat sich nicht viel verändert.“ Die Klärschlammverordnung ist eine andere, aber sie steht wieder vor einer Novellierung, und für viele ist es ein großes Fragezeichen, was denn nun letztendlich wann entschieden wird und welche Rolle die Düngemittelverordnung dabei spielt. Andererseits kann man sagen, dass die mutige Entscheidung völlig unabhängig von der gesetzlichen Entwicklung richtig war, da sie entsprechende Flexibilität geboten hat.

Heute kann Norderney beruhigt in die Zukunft schauen – trotz des vor zweieinhalb Jahren durchgeführten Betreiberwechsels, welcher die Vererdungsanlage aus den Händen der Wirtschaftsbetriebe in die Verantwortung der Stadt überführte. Die finanzielle Belastung ist – nach 20 Jahren Laufzeit – weiterhin minimal.

Auch in Zukunft wird in regelmäßigen Abständen geräumt und verwertet werden. Durch die Möglichkeit der flexiblen Steuerung besteht die Option, immer dann zu verwerten, wenn z. B. die Nachfrage nach Klärschlamm aufgrund steigender Düngemittelpreise sehr hoch ist und folglich die Kosten für die Verwertung entsprechend minimiert sind.

Dies gilt insoweit für alle Klärschlammvererdungsprojekte, was die Zukunft anbelangt. Die Transportkosten zu senken, wird die Stadt Norderney aber sicherlich nicht schaffen. Hier muss der Nachteil der Insel nun mal in Kauf genommen werden.

Autoren:
M. Sc. Katharina Breithaupt,
Dipl.-Ing. Doris Oehlert,
Dr.-Ing. Udo Pauly,
Dipl.-Ing. Martin Peitzmeier,
Neu-Eichenberg
Dipl.-Ing. Peter Peters,
Detern

Fotos/Grafiken: EKO-PLANT

Tab. 2: Technische Daten Kläranlage und Vererdungsanlage Norderney sowie Daten der letzten Beeträumung

Technische Daten Kläranlage		Technische Daten Vererdungsanlage		Daten der letzten Räumung	
Auslegungsgröße	50.000 EW	Baujahr	1991/1993	Datum	15.10.2005
Nassschlamm	21.500 m ³	Betriebsbeginn	August 1991/ Mai 1993	Beet	6
Tonnen TS	344 t	Beetanzahl	9	Beschickungszeit	6,5 Jahre
TS-Gehalt	1,6 %	Anlagenfläche (brutto)	18.950 m ²	Input NS-Menge	14.380 m ³ bzw. 288 t TS
Stabilisierung	aerob	Anlagensteuerung	manuell	Output	990 t
				Massenreduktion	93,1 %