



HUBER

TECHNOLOGY

Maschinen- und Anlagenbau

WASSERREPORT



Desa/R - Dezentrale Abwasserreinigung - SafeDrink®

Dezentrale Wassermanagement - Konzepte

Seit nunmehr fast 150 Jahren werden – insbesondere in Europa und Nordamerika – die in Haushalten und Industriebetrieben anfallenden Abwässer gemeinsam mit dem Regenwetterabfluss in einem Kanalsystem gefasst und dann in einer zentralen Kläranlage weitgehend von Schad- und Nährstoffen befreit. Neben den hohen Kosten und langen Bauzeiten für ein Kanalsystem lassen sich diese großen Abwassermengen nur sehr unspezifisch und damit oft auch unwirtschaftlich behandeln. Ein weiteres Problem ist, dass das Wasser und die darin enthaltenen Nährstoffe für eine weitere Nutzung in der Regel nicht mehr zur Verfügung stehen.

Die zentrale Abwasserbehandlung ist damit in vielen Regionen Deutschlands und der Welt nicht nur teuer und unwirtschaftlich, sondern auch ökologisch unverträglich, so dass nachhaltigere Lösungen zu finden sind.

Abbildung 1 zeigt die Wasser- und Stoffflüsse beim konventionellen, zentralen System der Abwasserentsorgung.

Fortsetzung auf Seite 2

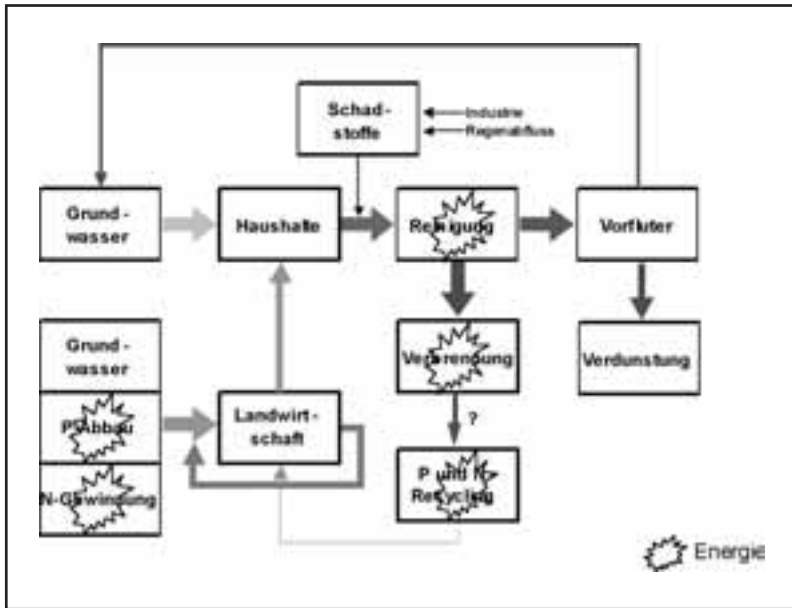


Abb. 1: Prozesse und Stoffströme eines konventionellen Abwasserentsorgungssystems mit einer zentralen Kläranlage

Liebe Leserin,
lieber Leser,



in der Zeit vom 7.–11. April findet in Berlin die WASSER Berlin 2003 statt: Ein Treffpunkt für die Fachleute aus aller Welt, welche sich bei dieser Gelegenheit über das Wasser in seinen vielfältigen Nutzungs- und Aufbereitungsformen unterhalten werden. Ein wichtiges Thema, welches auch immer dringender wird, wenn man sich überlegt, dass nur etwa 5-10 % der Erdbevölkerung an eine geregelte Abwasserentsorgung angeschlossen sind und mehr als 2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu ordentlichem Trinkwasser haben.

HUBER beschäftigt sich mit dem Thema Wasser nunmehr seit 130 Jahren. Wir sind dabei bemüht, neue Ideen aufzunehmen, umzusetzen, aber auch selbst neue Ideen zu entwickeln. Wir stellen Ihnen in diesem Wasser-Report das Konzept des dezentralen Wassermanagements vor - ein Konzept welches in Ansätzen realisiert wird und welches sicherlich in Zukunft vor allen Dingen in ariden Gebieten und noch nicht erschlossenen Gebieten verstärkt umgesetzt werden wird. Es werden dabei neue Wege begangen, welche angepasste Technologien benötigen, welche den Wasserkreislauf und den Nährstoffkreislauf schließen helfen.

Eine wichtige Zukunftstechnologie ist unzweifelhaft der Einsatz

von Membrantechnik in Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung. Es ist für uns selbstverständlich, auf diesem Gebiet entsprechende Produkte und Verfahrenstechniken anzubieten, und wir stellen Ihnen deshalb die HUBER VRM®, HUBER BioMem®, HUBER VUM vor.

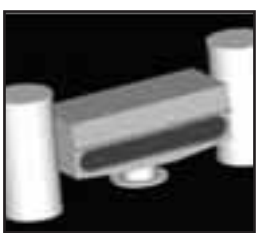
Sie werden in diesem Report auch die Ausschreibung zu einem HUBER-Technologie-Preis finden. Diese Ausschreibung wendet sich an Studenten aus den "ingenieurwissenschaftlichen Fachgebieten". Ziel ist es, eine "naturnahe Klärtechnik für Entwicklungsländer" zu finden und letztendlich dann auch mit entsprechenden Preisen auszuzeichnen. Wir wollen damit diesen Ländern die Möglichkeit geben, weitgehend im Eigenbau Lösungen zu schaffen, die Probleme aus unbehandeltem Abwasser verhindern. Wir setzen dabei darauf, dass durch innovative Ideen Eigeninitiativen angeregt werden, und damit eine echte Hilfe geschaffen wird, die letztendlich über internationale Institutionen in diesen Ländern publik gemacht wird.

Besuchen Sie uns auf unserem Messestand Halle 1.2, Stand 225.

Wir freuen uns, mit Ihnen zu diskutieren oder Sie einfach wieder zu sehen.

Ihr

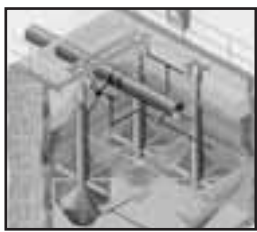
Hans G. Huber



So finden Sie Ihr Thema!

Desa/R - Dezentrale Abwasserreinigung - SafeDrink®

- Dezentrale Wassermanagement - Konzepte **Seite 1/2/3**
- Membrantechnik: VRM®, Bio Mem und VUM – zukunftsweisende Technik für sauberes Wasser! **Seite 4**
- Vom Oberflächenwasser zum reinen Trinkwasser **Seite 5**
- Entwässerung und Trocknung von Wasserwerksschlämmen **Seite 5**
- Die Isar wird noch sauberer: Badegewässerqualität mit dem HUBER CONTIFLOW® Sandfilter **Seite 6/7**
- Eine glasklare Sache – Oberflächenwasseraufbereitung mit dem HUBER CONTIFLOW® Sandfilter **Seite 7**



Trinkwasserversorgung (Edelstahlausrüstungsteile)

- Hygiene im Trinkwasser **Seite 8/9**
- Vortragsprogramm der Hans Huber AG auf der Wasser in Berlin **Seite 9**
- Besuchen Sie uns auf der Wasser Berlin **Seite 9**
- Schützen Sie Ihr Bauwerk und unser wichtigstes Lebensmittel – Das Wasser **Seite 10**
- Hochwasserschutz: Edelstahldammbalken zum nachtr. Einbau **Seite 10**
- Edelstahlhandlauf als Konsole – So hält man die Arbeitssicherheitsbestimmungen ein **Seite 10**



Spezialist in der Kläranlagenausrüstung (Fest-/Flüssig-Trennung)

- KULT Niedertemperaturtrocknungsanlage auf der KA Schwyz **Seite 11**
- Kostengünstige Energieformen für die Schlammtrocknung **Seite 11**
- Mechanische Reinigung und Schlammverdickung auf dem neuesten Stand der Technik **Seite 12**
- Grobstoffdurchlaufabscheider STRAINPRESS® **Seite 12**
- HUBER Service - Ein kundenorientiertes Produkt der Zukunft! **Seite 13**
- „Nicht nur Jumbos können fliegen“ HUBER-Maschinen schweben in den nördlichen Breiten fast-schwerelos an ihren Standort **Seite 13**



HUBER Allgemein

- HUBER-Technology-Preis **Seite 14**
- Kuriositäten aus dem Abwasserbereich **Seite 14**
- Nutzen Sie wieder Ihre Gewinnchancen **Seite 14**

Dezentrale Wassermanagement-Konzepte

Dezentrale Wassermanagement-Systeme

Grundsätzliche Gemeinsamkeit der dezentralen Wassermanagement-Systeme ist die unmittelbare Behandlung des Wassers nahe am Ort der Entstehung, so dass

es im Kreislauf geführt werden kann und die Nährstoffe aus dem Abwasser als Ersatz für Mineraldünger gewonnen werden. Bei diesen Konzepten steht die Gewinnung von konzentrierten Nährstoffen im Vordergrund.

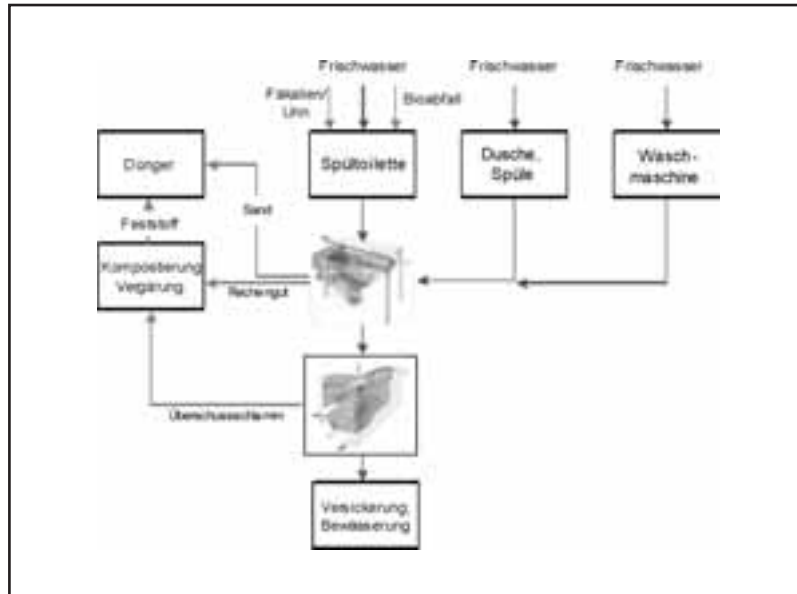


Abb.2: Dezentrale Behandlung von Abwasser zur Einleitung in ein Gewässer oder zur landwirtschaftlichen Bewässerung

grundsätzlich auf Abwassersammler verzichtet werden kann. Insgesamt können drei Zielsetzungen der Systeme unterschieden werden:

1. Behandlung von Abwasser

Verfahren, bei denen Abwasser so weit aufbereitet wird, dass es schadlos in den Vorfluter eingeleitet werden kann. Insbesondere in dünn besiedelten Gebieten mit ausreichendem Trinkwasserdargebot werden diese Konzepte bereits vielfach eingesetzt.

2. Recycling von Wasser

Verfahren, mit denen gebrauchtes Wasser so weit aufbereitet wird, dass es ganz oder teilweise zu Wasch- und Spülzwecken und/oder zur Bewäs-

Behandlung von Abwasser

In Regionen der Erde, in denen weder Wasser- noch Nährstoffmangel herrscht, ist es erstes Ziel, die Gewässer nicht durch Nährstoffe zu belasten. Das bedeutet, dass lediglich eine Reinigung des anfallenden Abwassers erforderlich ist.

Für Einzelhäuser oder kleinere Wohnsiedlungen bieten sich dezentrale Verfahren besonders an, wenn ausreichende Bewässerungs- und/oder Versickerungsflächen zur Verfügung stehen. Indem es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handelt, ist der Einleiterkreis und damit der Schadstoffeintrag sehr begrenzt, so dass auch der entstehende Klärschlamm als Düngemittel nutzbar ist (Abbildung 2).

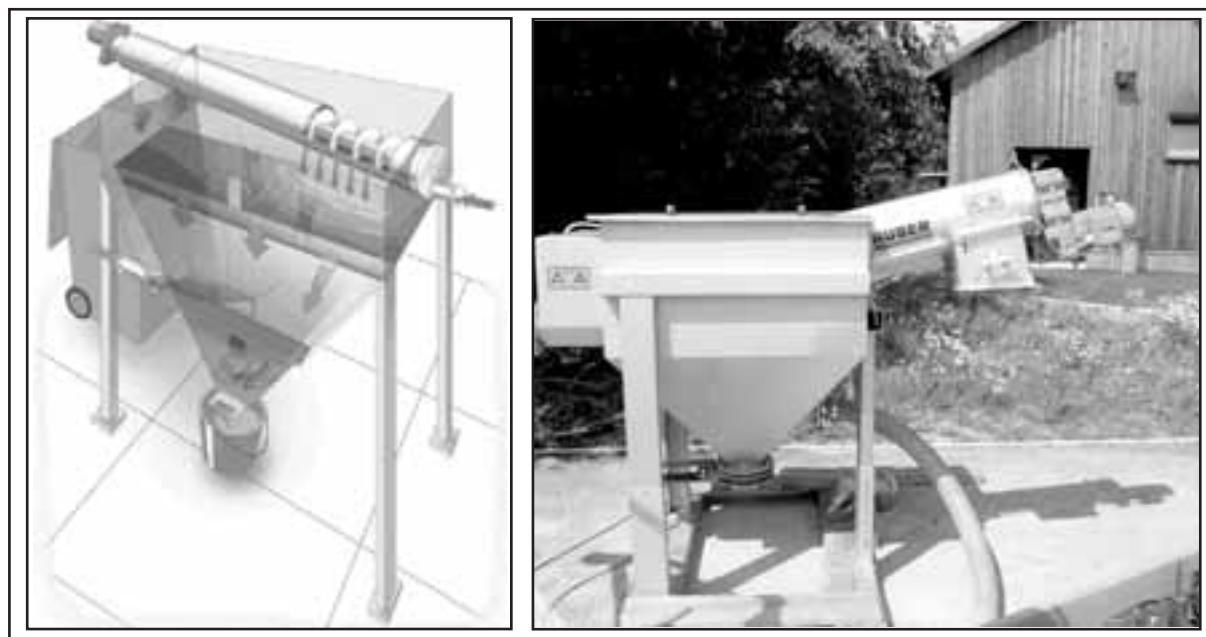


Abb. 3: Kleine Kompaktanlage MiniCop zur mechanischen Abtrennung von Sand und Rechengut aus dem Abwasser von bis zu 500 Einwohnern: links: Schemazeichnung, rechts: Ansicht (Fotos: Hans Huber AG)

serung wieder verwendet werden kann. Die enthaltenen Nährstoffe müssen jedoch aus nutzungstechnischen Gründen weitestgehend oxidiert werden und gehen damit für Dünge Zwecke verloren.

3. Integrierte Wasser- und Nährstoffkreislauf-Konzepte

Verfahren, mit denen gebrauchtes Wasser so weit aufbereitet wird, dass

Bei der dezentralen Abwasserbehandlung werden die häuslichen Abwässer in einer Leitung gesammelt und einer mechanischen Abwasserreinigung zugeführt, um die kompostierbaren Bestandteile wie Toilettenpapier und organische Bestandteile zurückzuhalten. In der nachfolgenden biologischen Reinigungsstufe kommen – je nach Siedlungsgröße, Platzverhältnissen und Ablaufanforderung – unterschiedli-

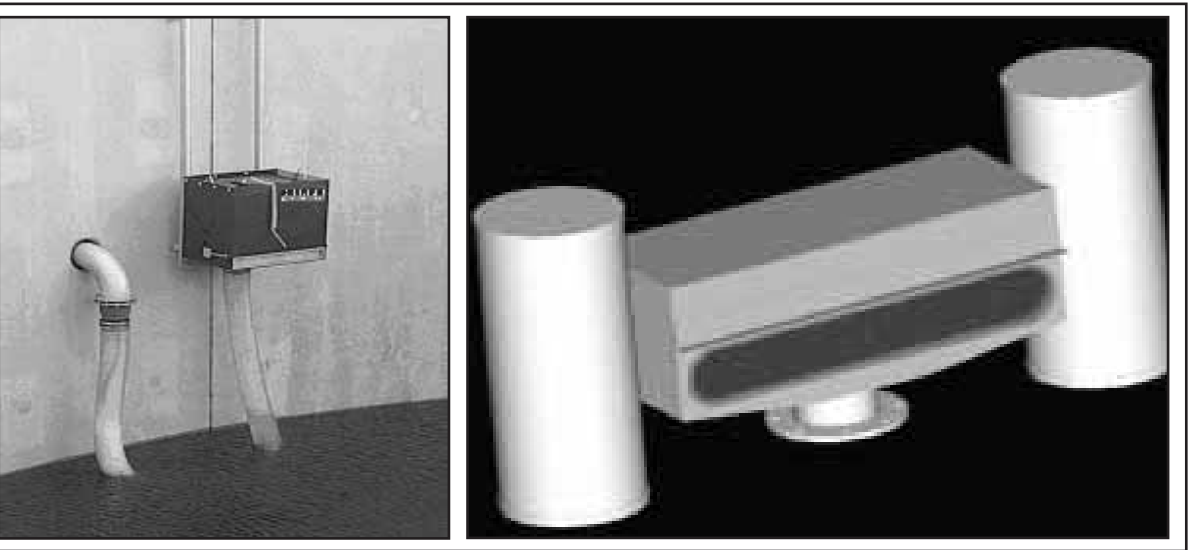


Abb.4: Ansicht eines SBR-Beckens mit Klarwasserabzug (links), 3D-Zeichnung eines SBR-Klarwasserabzugs der neuen Generation (rechts)

che Technologien in Betracht. Als besonders wirtschaftlich haben sich dabei folgende Verfahren in der Praxis bewährt:

- Schubweise beschickte **Bioreaktoren (SBR-Technik)**, die die gesetzlichen Standardanforderungen an die Ablaufqualität aufweisen (Abbildung 4). Das

- Mit Hilfe von **Membran-Belebungsanlagen** können auf kleinstem Raum Ablaufwerte erreicht werden, die wesentlich unterhalb der gesetzlich geforderten Standardwerte liegen. Da der Ablauf der Membrananlage keimfrei ist, eignet sich das gewonnene Wasser insbesondere zur Bewässerung von gärtnerisch genutzten

vor Ort als Düngemittel zur Verfügung.

Der flüssige Strom wird durch eine VRM®-Membranbelebungsanlage, die auf Stickstoffelimination zu bemessen ist, zu keimfreiem Bewässerungswasser für gärtnerisch genutzte Flächen aufbereitet. Zur Bewässerung von landwirtschaftlichen

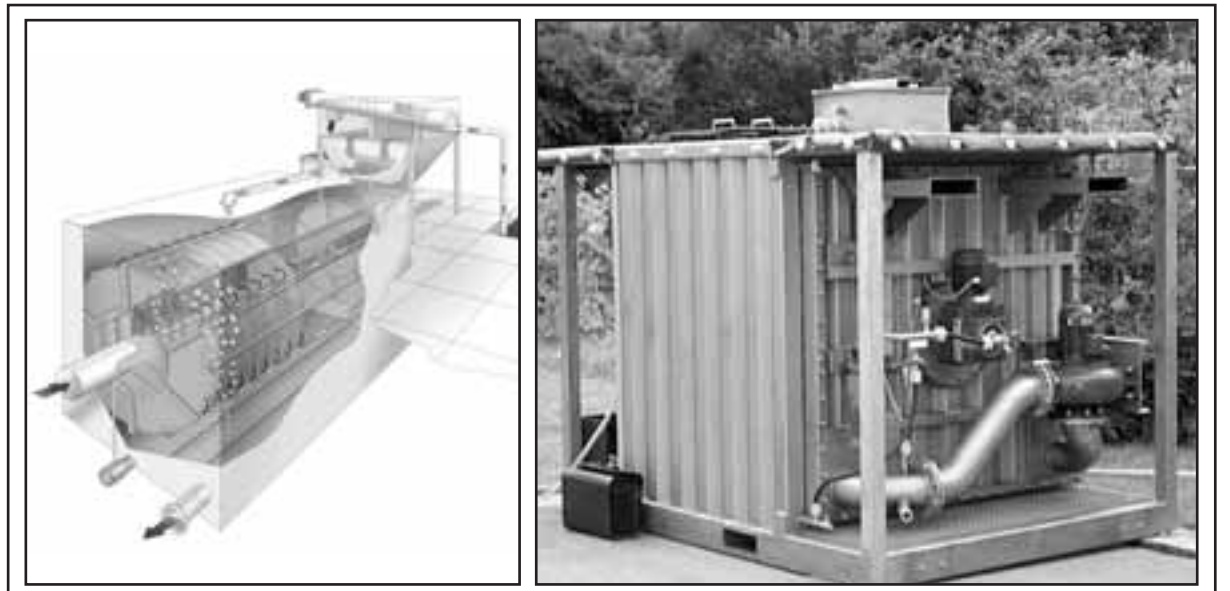


Abb. 5: VRM®-Membranbelebungsanlage für 80 Einwohner zur Herstellung von keimfreiem Brauchwasser: (links: Schemazeichnung, rechts: Ansicht Containeranlage BioMem®)

Flächen und zur Einleitung in sehr empfindliche Gewässer.

Flächen reicht auch hier die SBR-Technik (Abbildung 4) aus.

Recycling von Wasser durch Grauwasserkreislaufführung

Das in Abbildung 6 dargestellte Konzept bietet die Möglichkeit, durch eine Teil-Kreislaufführung von Grauwasser – also den Wässern aus Dusche, Waschbecken und Waschmaschine – den Frischwasserbedarf einer Siedlung um rund 40 % zu senken und dabei gleichzeitig ein Düngesubstrat zu gewinnen.

Das anfallende Grauwasser wird durch das Membranbelebungsverfahren (Abbildung 2, rechts) von Schmutzstoffen, Laugen und Tensiden, sowie von Pilzen, Bakterien und Viren befreit. Dieses Wasser kann problemlos als Waschmaschinen- und Toilettenspülwasser wiederverwendet werden.

Fäkalien und Urin werden gemeinsam mit zerkleinerten Bioabfällen in einer konventionellen Spültoilette gesammelt und anschließend durch eine mechanische Vorbehandlung in einen flüssigen und einen festen Stoffstrom geteilt.

Die Feststoffe werden durch Vergärung oder Kompostierung in ihrem Volumen reduziert und vom Fäkalgeruch befreit. Sie stehen so

Integrierte Wasser- und Nährstoffkreislauf-Konzepte

Eine weitergehende Zielsetzung als die Behandlung oder die Kreislaufführung von Wasser wird mit den integrierten Konzepten der Wasser- und Nährstoffkreislaufführung verfolgt. Diese Konzepte werden in der Fachwelt häufig auch als DESAR (DEcentralized SANitation and Reuse) oder als ECOSAN (ECOLOGical SANitation) bezeichnet.

Der Gedanke, der damit verfolgt wird, ist, Abwässer als Ressource zu begreifen und diese entsprechend zu nutzen. In der Abfallwirtschaft verfolgt man dieses Ziel bereits seit längerem: so werden durch die getrennte Sammlung unterschiedlichster Abfallfraktionen aus Küchenabfällen Kompost, aus Altpapier Zeitungen und aus Altglas neue Flaschen hergestellt.

Beim Abwasser jedoch wird alles zusammengeschüttet und mit viel Trinkwasser durch die Kanalisation zur Kläranlage geleitet. Die im Abwasser enthaltenen Nähr- und Düngestoffe sind dann derart verdünnt, dass sie sich nicht mehr direkt nutzen lassen. Durch zentrale Klär-

anlagen werden die Nährstoffe oxidiert oder in den Klärschlamm eingebaut. Da Klärschlamm aus einer zentralen Kläranlage jedoch noch unerwünschte Begleitstoffe

ren zum Einsatz, die das Gelbwasser in Düngegranulat und Wasser auf-trennen. Derartige Behandlungsmethoden sind für Gelbwasser aber noch in der Entwicklung.

mögliche Probleme und deren Lösungen eines derartigen Konzeptes aufzuzeigen, werden für das DESAR-Demonstrationszentrum nachfolgend dargestellte Sanitär-einrichtungen installiert:

sorgungsleitungen verzichtet werden kann, stehen natürlich mehr Finanz-mittel für die eigentliche Behand-lung und Aufbereitung des Abwas-sers zur Verfügung. Die dezentral getrennt erfassten, hochkonzentrier-

Abbildung 8 zeigt einen geschlos-senen Wasser- und Nährstoffkreislauf, wie er in den dargestellten integrier-ten Konzepten realisiert werden kann.

Durch die Einführung der Mem-bransysteme eröffnen sich für diese Konzepte neue Perspektiven, Abwässer effektiv und wirtschaft-lich zu behandeln und zu verwerten. Mit Hilfe moderner Fernüberwachungs- und Steuerungssysteme ist auch eine zentrale Kontrolle dieser Systeme möglich. So können heute die Anlagen dezentral betrieben aber zentral überwacht werden.

Die zur Verfügung gestellten finan-ziellen Mittel sollten also besser in die Behandlung und Aufbereitung von Abwasser investiert werden als in die Verlegung von Kanalsyste-men, durch die das Wasser und die darin enthaltenen Wertstoffe wertlos gemacht werden.

Auch wenn die dezentrale Abwas-seraufbereitung nicht in allen Fällen realisierbar ist, sollte deren Einsatz von Planern, Entscheidungsträgern und auch Bürgern grundsätzlich angedacht werden – die heutigen technischen Möglichkeiten dazu sind vielfältig.

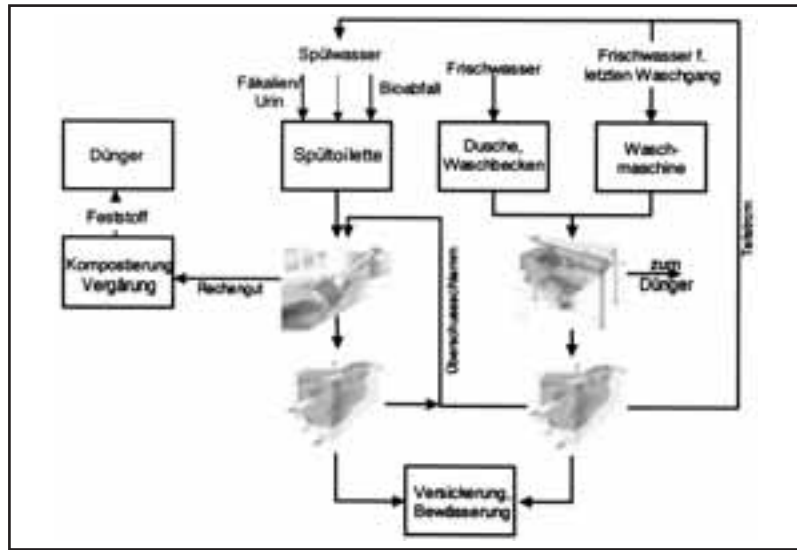


Abb. 6: Grauwasserrecycling zur Senkung des Trinkwasserverbrauchs um bis zu 40% (Hans Huber AG)

enthält, kann dieser in der Regel nur noch thermisch behandelt werden.

Bei den integrierten Wasser- und Nährstoffkonzepten wird – wie in der Abfallwirtschaft – bereits beim Systemnutzer angesetzt. Fäkalien werden vom Urin getrennt und Grauwasser separat erfasst. So gelingt es, jeden Stoffstrom mit seinen spezifischen Eigenschaften (vgl. Tabelle 1) optimal zu behandeln und zu verwerten. Abbildung 7 zeigt ein derartiges Konzept, wie es im Neubau des Verwaltungsgebäudes der Hans Huber AG als DESAR-Demonstrationszentrum eingerichtet wird.

Tabelle 1 lässt erkennen, dass sich das häusliche Abwasser sinnvoll in folgende Fraktionen trennen lässt:

- Stickstoff- und phosphorreiches **Gelbwasser** (Urin),
- kohlenstoff- und feststoffreiches **Braunwasser** (Fäkalien mit Spülwasser) und
- nahezu stickstofffreies, schwach kohlenstoff- und phosphorhaltiges **Grauwasser** (Handwaschbecken, Dusche)

Weiterer Vorteil der Gelbwasserseparation ist die signifikante Senkung des Stickstoffgehaltes im verbleibenden Abwasser. Die Bioreaktoren zu dessen Behandlung können somit um rund 50% kleiner dimensioniert werden, da auf Maßnahmen zur Stickstoffelimination verzichtet werden kann.

Grauwasser wird durch die Membranbelebung von Kohlenstoffverbindungen und Keimen befreit und als Spülwasser für die Separationstoiletten verwendet.

Das Braunwasser, das pro Einwohner aus etwa 0,5 Litern Fäkalien und rund 10 Litern Spülwasser besteht, wird durch eine Feinstsiebung in eingedickte Feststoffe und feststoffarmes Abwasser getrennt. Die Feststoffe werden kompostiert oder in einer Biogasanlage behandelt und können als Humusdünger in Landwirtschaft und Gartenbau eingesetzt werden.

Die flüssige Phase wird mittels SBR-Technik, Rotationstauchkörpern oder Membranbelebung biologisch von den Kohlenstoffverbindungen befreit. Da der Stickstoff

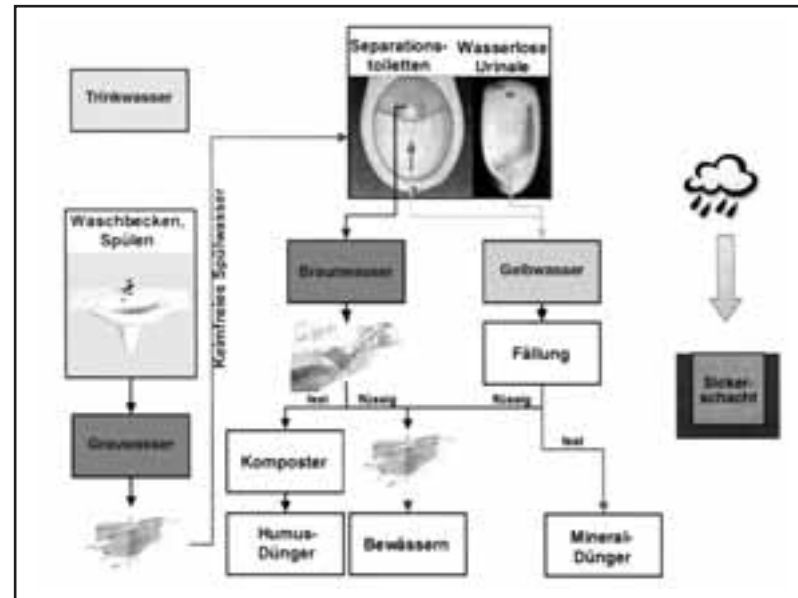


Abb.7: Schematische Darstellung eines integrierten Wasser- und Nährstoffkreislaufkonzeptes für den Neubau der Hans Huber AG, Berching

- Separationstoiletten, die Fäkalien vom Gelbwasser trennen
- Wasserlose Urinale,
- Grauwasserleitungen

ten Abwasserströme lassen sich zudem weitaus effektiver behandeln und nutzen als der stark verdünnte

Erste Ergebnisse über Akzeptanz, praktischen Betrieb, Reinigungsleistungen und Düngemittelgewinnung werden gegen Ende des Jahres 2003 erwartet.

Bei dieser Konzeption wird aus dem Abwasser ein Dünger gewonnen, der in seiner Nährstoffkonzentration und -verfügbarkeit mit handelsüblichen Mineraldüngern vergleichbar ist. Darüber hinaus wird wertvolles Trinkwasser optimal durch die Kreislaufwasserführung und den Einsatz zur Bewässerung genutzt.

Aufgrund dieser nachhaltigen Behandlung, die eine echte Kreislaufführung von Wasser und Nährstoffen beinhaltet, werden sich derartige Konzepte zur Lösung der weltweiten Wasserprobleme durchsetzen.

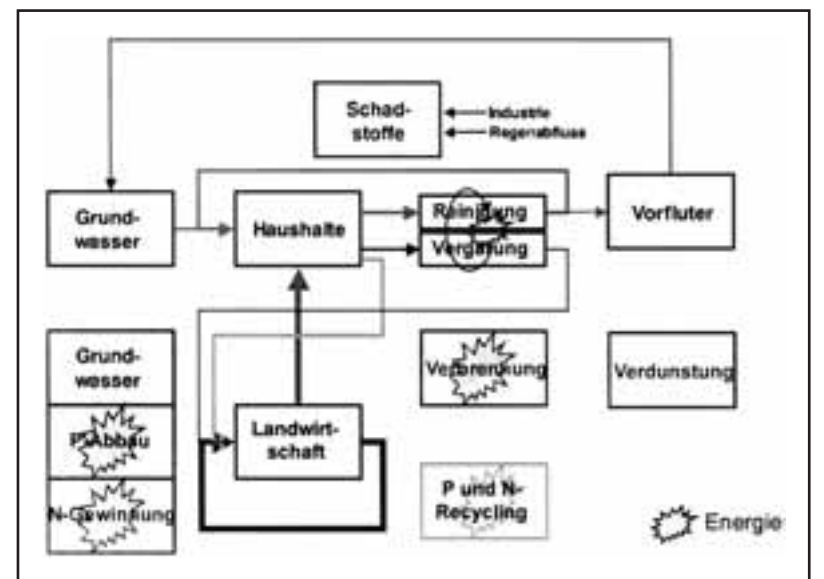


Abb. 8: Prozesse und Stoffströme eines integrierten Wasser- und Nährstoffkreislaufkonzeptes

Mix aus Trinkwasser, Regenwasser und Abwasser, der einer zentralen Kläranlage zufließt. Eine Vermischung von wertvollen, endlich vorhandenen oder aufwendig herzustellenden Nährstoffen (aus Urin und Fäkalien) mit schädlichen Reststoffen (aus Industrie und teilweise aus Regenwetterabfluss) kann auf diese Weise vermieden werden.

Literatur

Otterpohl, R., 2002: Perspektiven für die dezentrale Abwasserreinigung: Das abwasserfreie Haus und dezentrale Abwasseranlagen in der Innenstadt?; Wasser und Boden, Heft 5, Mai 2002, Parey Buchverlag Berlin, Seiten 12 bis 15

Dr.-Ing. Oliver Christ

	häusliches Abwasser	Grauwasser	Urin	Fäkalien	Toiletten-Spülwasser
Menge	115 l/d	50.000	< 500	< 50	4'000
N	1,5 kg/d	3%	87%	10%	0%
P	0,75 kg/d	10%	50%	40%	0%
K	1,6 kg/d	34%	54%	12%	0%
CSB	30 kg/d	41%	2%	47%	0%
Pathogene Keime	Vorhanden	Vorhanden	kaum vorhanden	massiv vorhanden	nicht vorhanden

Tabelle 1: Verteilung von Volumen und Frachten in Teilströmen häuslichen Abwassers; Maxima sind roter Farbe dargestellt (modifiziert nach Otterpohl, 2002)

Gelbwasser fällt in sehr geringen Mengen an [etwa 1,5 l/(E·d)], ist aber besonders reich an Nährstoffen (N, P, K). Nach einer Lagerzeit von etwa sechs Monaten kann das Gelbwasser als flüssiger Mineraldüngersatz in der Landwirtschaft verwendet werden. Pathogene Keime, endokrin wirksame Stoffe und Medikamentenrückstände sind nach der Lagerung dann nicht mehr zu erwarten.

Ebenso kommen Fällungs-, Trocknungs- oder Eindampfungsverfahren

bereits über das Gelbwasser herausgenommen wurde, ist eine Stickstoffelimination nicht notwendig.

Natürlich ist es auch möglich, die flüssige Braunwasserphase mit in der Grauwasser-Membranbelebungsanlage zu Toilettenpülwasser aufzubereiten. Hier kann es jedoch zu einer Gelbfärbung des Toilettenpülwassers kommen, was von den Nutzern – trotz hygienischer Unbedenklichkeit – nicht akzeptiert werden würde. Um die Machbarkeit, aber auch um

Angemessenheit der Wasser- und Nährstoffkreisläufe zu verzichten. Damit kann dann ein autarkes System der Wasserver- und Entsorgung realisiert werden.

Zusammenfassung

Die hier vorgestellten Systeme zur dezentralen Abwasserbehandlung und zur Nährstoffkreislaufführung sind nur drei von vielen Möglichkeiten, das Lebensmittel Trinkwasser effektiv, nachhaltig und wirtschaftlich zu nutzen. Indem bei den angesprochenen Konzepten auf die Ent-

Für Regionen, in denen die Wasserversorgung mit entsalztem Meerwasser erfolgt, kann es auch gelingen, durch die Installation von dezentralen Umkehrosmose-Anlagen und Regenwasserspeichern völlig auf Versor-

Besuchen Sie uns auf der WASSER Berlin!



Halle 1.2 Stand 225

Membrantechnik: VRM[®], BioMem[®] und VUM – zukunftsweisende Technik für sauberes Wasser!

Hans Huber AG setzt die Entwicklungen auf dem Gebiet der Membrantechnik fort !

HUBER VRM[®]

Mit der Einführung des Vacuum Rotation Membrane Verfahrens (VRM[®]) hat die Hans Huber AG vergangenes Jahr einen bedeutenden Schritt gewagt. Nachdem man sich bisher als Ausrüster von kommunalen Kläranlagen vor und nach den biologischen Stufen einen Namen machte, tritt man mit dem VRM[®]-Verfahren in Zukunft auch als Ausrüster in Belebungsbecken auf. Die VRM[®]-Einheiten – Units genannt – werden direkt in den Belebungsbecken oder separaten Filtrationsbecken installiert und trennen das biologisch gereinigte Abwasser vom belebten Schlamm.

- Höchste Ablaufqualität durch vollständige Partikelabtrennung
- Bis zu 70 % kleinere Belebungs-volumina durch hohe Konzentrationen an aktiver Biomasse
- Deckschichtentfernung bei minimiertem Energiebedarf durch sequentielle Reinigung der rotierenden Membranen
- Keine Notwendigkeit von Permeatrückerpülungen und chemischen Reinigungen
- Auffinden und Austausch einzelner defekter Module leicht und schnell möglich

komplette kleine Kläranlage für 50 bis 500 EW dar (Bild 3). Vor allem für abgelegene Siedlungen oder Kommunen, einzelne Gehöfte, Hotels und einzelne Stadtteile stellt es eine sinnvolle Alternative zur zentralen Entsorgung über neu zu errichtende und teure Kanalnetze dar. Auch eine Trennung der Stoffkreisläufe in Grau-, Schwarz- und Gelbwasser mit anschließender Wiederverwendung wird damit möglich.

Das Herzstück jeder BioMem[®]-Anlage bildet der biologische Reaktor und die Filtrationskammer mit den getauchten VRM[®]-Membranen. Aus einem bestehenden Gerinne gelangt das Rohabwasser über eine mechanische Vorreinigung mit einem Lochdurchmesser von max. 3mm in den biologischen Teil. Dort werden die enthaltenen Schmutz- und Nährstoffe durch den belebten Schlamm abgebaut. Mittels einer Rezipumpe wird das Schlamm-/

läuft über Öffnungen in der Zwischenwand zurück in den biologischen Teil und wird bei Überschreiten einer Grenzkonzentration von 14 – 16 g/l aus dem System abgegeben.

Die gesamte Anlagentechnik wird in einem oder zwei genormten und geprüften 20ft-Transportrahmen untergebracht. Darin integriert sind auch alle Aggregate und die EMSR-Technik. Aus einem bestehenden bzw. bauseitigen Gerinne gelangt das Abwasser in einen Zulaufsumpf. Daraus wird mit Hilfe von Tauchmotorpumpen der Zulauf der MiniCop oder einer anderen geeigneten Vorreinigung beschickt und die groben Abwasserinhaltsstoffe entfernt und enthaltener Sand sedimentiert. Das abgetrennte und gepresste Rechengut muss zusammen mit dem anfallenden Sand entsorgt werden. Alternativ ist statt der Vorreinigung auch eine Vorklärung möglich.

gung der Beläge von den Filtrationsoberflächen überströmt. Das notwendige Wasser-/Luftgemisch wird dabei in einem speziell gestalteten Strömungsring erzeugt. Die VUM-Module werden in die zu filtrierende Flüssigkeit getaucht. Das Wasser wird direkt über die Membranen abgesaugt und mit einer Pumpe zum Verbraucher gefördert. Alle Feststoffe, Bakterien und nahezu alle Keime werden zuverlässig zurückgehalten.

Durch Integrierung des VUM-Units in einen Bioreaktor (BMA-Verfahren) können die gelösten Stoffe (CSB, BSB5 und Ammonium) aus Abwässern entfernt werden. Die VUM-Module werden dabei in den belebten Schlamm getaucht und das gereinigte Abwasser mit einer Pumpe direkt durch die Membranen abgesaugt. Durch diese Technik können bestehende Mehrkammergruben einfach erweitert bzw. ertüchtigt werden.

Betriebsergebnisse Schwägalp (780 EW):

Parameter	Kurzzeichen	Einheit	Maximum
spezifischer Fluss	q_v	l/m ² h	24,8
transmembranäre Druckdifferenz	Δp_{TM}	mbar	120
hydraulische Permeabilität	L_p	l/m ² h bar	bis 300
Durchsatz	$Q_{v,m}$	m ³ /h	6,7
Belebungs-volumen	V_{be}	m ³	150

Parameter	Einheit	Zulauf	Ablauf
CSB	mg/l	253	9
NH ₄ -N	mg/l	44,4	0,31
pH	mg/l	7,6	7,6
Cl ₂	kl/m ³ h	2,3	0

* ohne P Filtrung

Tabelle 1: Betriebsergebnisse Schwägalp

Durch die niedrige Trenngrenze von etwa 38 nm werden dabei alle Partikel, Bakterien und Keime im Belebungsbecken zurückgehalten und mit dem Überschussschlamm entsorgt. Um eine Deckschichtbildung auf den Membranoberflächen dauerhaft zu verhindern, werden diese segmentweise mit Spülluft überströmt. In den Filtrationspausen wird die Spülluft durch eine Überströmung mit Belebtschlamm verstärkt, welche mittels einer Spülpumpe erzeugt wird. Die segmentweise Überströmung sorgt dafür, dass die jeweiligen Membranen mit hoher Intensität gereinigt und gleichzeitig die Energiekosten niedrig gehalten werden.

Als besondere Vorteile des VRM[®]-Verfahrens sind zu nennen:

An den beiden Kläranlagen in Knautnaundorf bei Leipzig (900 EW) (Bild 2) und Schwägalp /Schweiz (780 EW) (Bild 1) ist das VRM[®]-Verfahren seit mittlerweile über einem Jahr ohne Probleme im Betrieb. Die Grenzwerte werden bei beiden Anlagen jederzeit zuverlässig eingehalten und die hydraulischen Permeabilitäten sind auf einem hohen Niveau (siehe Tabelle 1).

HUBER BioMem[®] System

HUBER BioMem[®] System ist eine Weiterentwicklung des VRM[®]-Verfahrens für dezentrale und mobile Anwendungen. In Kombination mit einer mechanischen Vorreinigung (z.B. HUBER MiniCop oder HUBER RoMem) und einer Schlammbehandlung stellt es eine

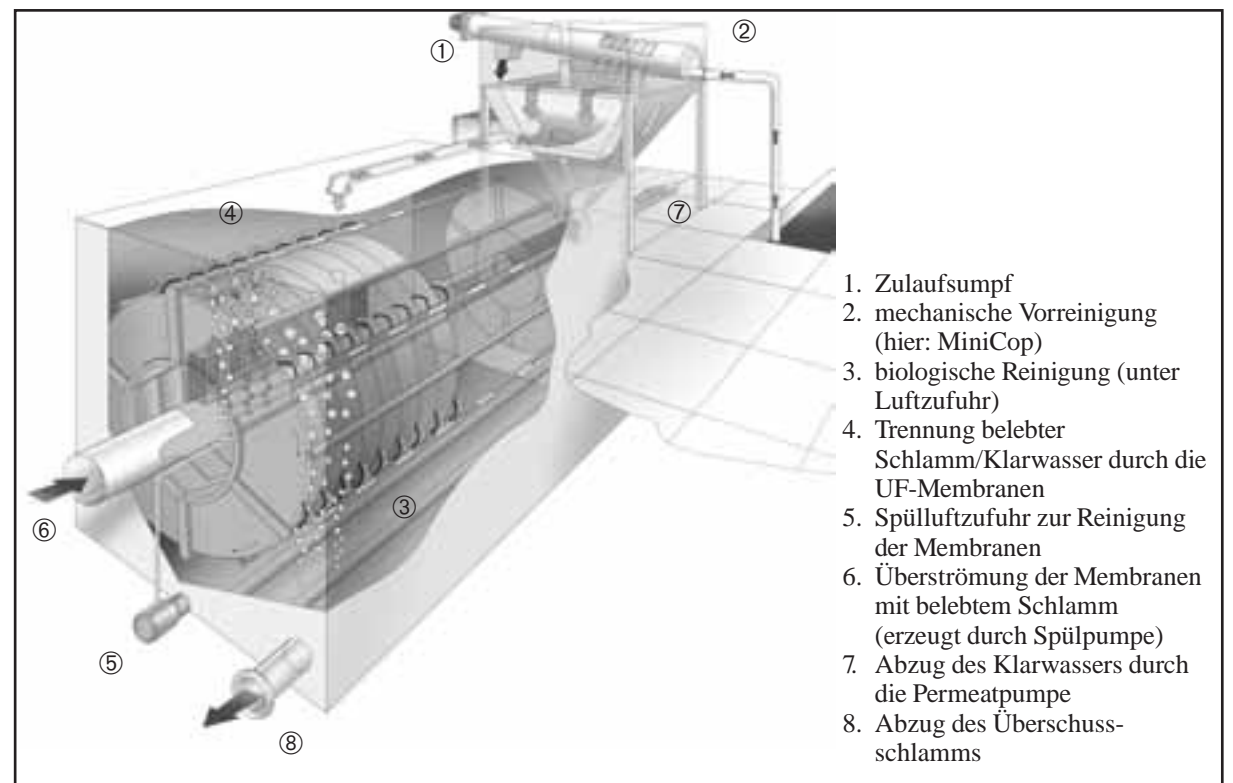


Bild 3: Schema HUBER BioMem[®]-System

Wassergemisch in die Filtrationskammer weitergepumpt. Darin erfolgt die Trennung des belebten Schlammes vom gereinigten Abwasser. Letzteres wird mittels einer extern angeordneten Permeatpumpe über die Membranen aus dem Behälter abgezogen, einer Weiterverwendung zugeführt oder in einen Vorfluter abgegeben. Der im Behälter aufkonzentrierte Schlamm

Durch die EMSR-Technik ist ein selbständiger und nicht überwachungsbedürftiger Betrieb gewährleistet. Der Abzug von Überschussschlamm kann durch Einbau einer Trübungssonde automatisch erfolgen. Dieser muss zusätzlich noch entsorgt werden. Hierfür kann durch HUBER eine maschinelle Eindickung bzw. Entwässerung angeboten werden.

Die Technik ist robust und zeichnet sich durch ihre integrierte automatische Steuerung, geringen Wartungsaufwand und einfache Bedienung aus. Die Installation und Inbetriebnahme gestaltet sich sehr anwenderfreundlich.

Torsten Hackner



Bild 1: VRM[®]-Unit in BB in Schwägalp



Bild 2: VRM[®]-Unit im Belebungsbecken einer kommunalen Kläranlage

HUBER VUM

Zur Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung für kleinste Anwendung wurde das HUBER VUM Verfahren entwickelt (Bild 4). Dabei kommen kleine Membranmodule mit zwei oder vier Quadratmetern Membranfläche und unterschiedlichen Plattenabständen zur Anwendung.

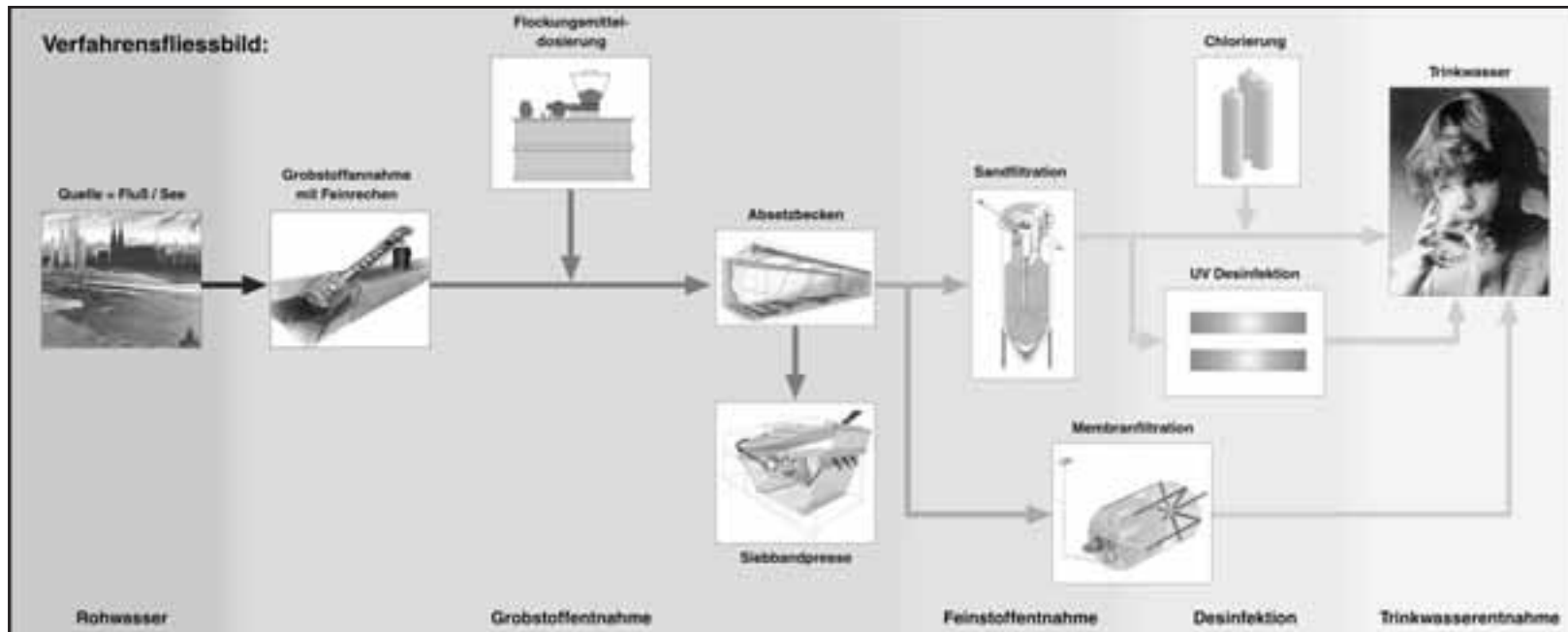
Die Technik basiert auf einer Fest-/Flüssigtrennung, die durch Flachmembranen mit ultrafeinen Poren sichergestellt wird. Die Flachmembranen sind parallel zu einem Modul zusammengefasst und werden quer zur Filtrationsrichtung von einem Wasser-/Luftgemisch zur Abreini-



Bild 4: VUM-Anlage (frei aufgestellt)

Vom Oberflächenwasser zum reinen Trinkwasser

– HUBER SafeDrink®“ versorgt mehr als 70000 Menschen mit Trinkwasser im Sudan



Im vergangenen Jahr haben wir begonnen, unsere bereits vorhandenen Aktivitäten im Bereich Trinkwasserversorgung zu intensivieren und auszubauen. HUBER ist den meisten durch seine Edelstahl-ausrüstungsteile für die Trinkwasserversorgung bekannt.

Edelstahlausrüstungsteile

Die HUBER Schachtabdeckung ist das Synonym für den Beginn des Edelstahlzeitalters in diesem Sektor. Die Vorteile dieses Systems, wie leichte Handhabbarkeit, absolute Wartungsfreiheit, hygienische Oberflächen, Korrosionsbeständigkeit usw., haben andere Werkstoffe vollständig verdrängt.

Im Laufe der Jahre kamen weitere Produkte hinzu. Sicherheitssteigsysteme, technische Türen, von der konventionellen Edelstahltür über Sicherheitstüren bis hin zu Drucktüren, Rohrleitungssysteme etc., sind nur ein kleiner Auszug aus der heutigen Produktpalette, die in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden entwickelt und permanent verbessert wurde.

Heute sind Systeme für die optimale Hygiene in der Trinkwasserspeicherung mit strömungsoptimierten Zu- und Ablaufsystemen und Luftfilteranlagen von immer größerer Bedeutung.

Der Objektschutz, als weitere wichtige Forderung im Bereich der Wasserversorgung, hat nicht erst

seit den Anschlägen des 11. Septembes an Bedeutung gewonnen, ist aber seitdem in das Bewusstsein eines jeden Bürgers gerückt. HUBER bietet dafür eine umfangreiche Produktpalette und Sicherheitssysteme für jeden Einsatz und jede Anforderung an.

HUBER SafeDrink® Prozess

Im Gegensatz zu der eigentlich überall bei uns vorhandenen hervorragenden Qualität des Trinkwassers herrschen in vielen Gebieten dieser Erde teilweise katastrophale Zustände.

Das Trinkwasser für die Bevölkerung wird teilweise aus stark verschmutztem Oberflächenwasser gewonnen und nur unzureichend

oder gar nicht aufbereitet. Die Folgen sind hygienische Missstände, Krankheiten, der Ausbruch von Seuchen usw.

In vielen dieser Gebiete verursacht jedoch nicht die Quantität, sondern die Qualität der Trinkwasserquelle die Probleme. Wasser aus Flüssen und Seen enthält anorganische Partikel, organisches Material und pathogene Keime.

Das HUBER SafeDrink® Aufbereitungsverfahren entfernt sicher und zuverlässig diese Schadstoffe aus dem Rohwasser. Das Ergebnis liefert Trinkwasser, welches den Richtlinien der WHO oder besser entspricht.

Das Verfahren wird den Zulaufbedingungen und Anforderungen des

Kunden entsprechend angepasst. Die drei Prinzipien sind

- Grobmaterial - Abscheidung
- Feinmaterial - Abscheidung
- Desinfektion

Die Vorteile des Systems, das auch für kleinere Mengen als Vollcontaineranlage bereitgestellt werden kann, sind:

- Verfahrenstechnik und Produkte aus einer Hand
- Leicht zu installieren und zu betreiben
- Leichter zu warten
- Sichere Versorgung von sauberem Trinkwasser

Trinkwasser für mehr als 70000 Menschen !

In den Städten Dongula City und El Dabba im Norden des Sudan war die Versorgung mit sauberem Trinkwasser nicht gegeben. Der Nil wäre eine sehr grosse Wasserquelle, kann aber nicht direkt als Trinkwasser genutzt werden.

Für diese beiden Städte liefert HUBER angepasste HUBER SafeDrink® Aufbereitungsverfahren für eine Gesamtdurchsatzmenge von 7000 m³/d.

Zwei weitere Anlagen für kleine Dörfer im Norden des Sudan werden ebenfalls nach dem HUBER SafeDrink® Verfahren ausgeführt. Dort wird nochmals die Trinkwasserversorgung für ca. weitere 3000 Personen sichergestellt.

Rainer Köhler

Entwässerung und Trocknung von Wasserwerksschlämmen

- Harzwasserwerke Granetalsperre



Trocknungsanlage der Harzwasserwerke

Die Harzwasserwerke GmbH Hildesheim sind Betreiber von Trinkwasseraufbereitungsanlagen. Im Jahre 1996 wurde die Alb. KLEIN „Niederfischbach, nun zu 100% Tochter der Hans Huber AG, mit der Lieferung einer Anlage zur Eindickung, Entwässerung

und Trocknung des bei der Filterrückspülung am Wasserwerk Granetalsperre in Astfeld bei Goslar anfallenden Aluminiumhydroxidschlammes beauftragt.

Die von HUBER in Zusammenarbeit mit den Harzwasserwerken entwickelte zweistraßige Anlage arbeitet nach folgendem Verfahren:

Der zuvor sedimentierte Filterrückspülschlamm mit einem Feststoffgehalt von 0,5-1 % TR wird in Spezialreaktoren von HUBER mit einer Leistung von je 30-40 m³/h unter Zugabe von etwa 30g Flockungshilfsmittel/m³ Dünnschlamm auf ca. 5 % TR maschinell eingedickt. Der eingedickte Schlamm wird in Vorlagebehältern von 30 m³ Inhalt gepumpt. Von dort wird der Schlamm unter nochmaliger Zugabe von Flockungshilfsmitteln (60-80g/m³ Schlamm) auf KS 20 Siebbandpressen von HUBER mit 2 m Bandbreite gepumpt. Die Siebbandpressen entwässern den Schlamm auf 18-22 % TR. Die

Bandgeschwindigkeit ist mit ca. 0,5-1 m/min sehr gering. Damit der sehr weiche Aluminiumhydroxidschlamm auf den gewünschten Feststoffgehalt entwässert werden kann, ist die Leistung der Siebbandpressen auf 3-5 m³/h begrenzt. Den Siebbandpressen sind mehrstufige Exzenterschneckenpumpen für einen Druck von ca. 25 bar nachgeschaltet, die den Filterkuchen in eine Pelletiervorrichtung für die nachgeschaltete Trocknung fördern.

Zur Trocknung des entwässerten Schlammes werden zweistufige Bandtrockner für eine Verdampfungsleistung von je 300 kg Wasser/h eingesetzt. Diese trocknen den pelletierten Schlamm zu einem Granulat mit einem Feststoffgehalt von bis zu 90 % TR.

Zur Trocknung wird auf Wunsch der Harzwasserwerke ein geschlossenes System, das so genannte Air-O-Dry-Verfahren, eingesetzt. Bei diesem Verfahren wird Luft im geschlossenen Kreislauf geführt, die in einem speziellen Trockenluftgenerator durch Abkühlung auf 10-20 % relative Feuchte getrocknet wurde. Im Trockenluftgenerator wird zur Trocknung der Luft eine Kältemaschine eingesetzt. Das

Kältemittel nimmt im Verdampfer Wärme aus der einströmenden feuchten Luft auf. Dabei kühlt es die Luft so weit ab, dass der in der Luft enthaltene Wasserdampf zum größten Teil kondensiert. Das entstandene Kondensat wird abgeleitet. Das Kältemittel wird anschließend im Kompressor verdichtet. Die dabei entstandene Wärme wird mittels Wärmetauscher auf die entfeuchtete Luft übertragen. Auf diese Weise wird die entfeuchtete Luft wieder auf 50-55°C erwärmt.

Die trockene und erwärmte Luft hat jetzt ein hohes Wasseraufnahmevermögen. Sie durchströmt den pelletierten Schlamm, wobei sie dessen Feuchtigkeit aufnimmt und sich bis nahe an die Sättigungsgrenze mit Wasser anreichert. Die nun mit Wasser gesättigte Feuchte gelangt wie oben beschrieben zurück in den Trockenluftgenerator, wo sie wieder entfeuchtet und erwärmt wird.

Kosten- und energieaufwändige Gasreinigungsanlagen sind beim Air-O-Dry-Verfahren nicht erforderlich. Durch die Trocknung im geschlossenen System werden keinerlei Geruchsemissionen freigesetzt.

Der Wasserdampf kondensiert bei niedriger Temperatur in der Trockenluft. Das entstehende Kondensat ist daher völlig unbedenklich.

Die gesamte Schlammbehandlung ist außerordentlich wirtschaftlich. Von den Harzwasserwerken wird ein Energieverbrauch für die gesamte Trocknungsanlage einschließlich der Nebenaggregate (Pumpen etc.) von ca. 400 Wh/kg Wasserverdampfung gemessen. Für die eigentliche Trocknung werden nur etwa 300 Wh/kg Wasserverdampfung benötigt.

Die Investitionskosten für die maschinentechnische Ausrüstung der zweistraßigen Anlage betragen ca. 1,8 Mio Euro (1996/97).

Der getrocknete Schlamm ist hinsichtlich seiner Inhaltstoffe und durch die Art der Verarbeitung ungefährlich und wird in einem Ziegelwerk bei der Herstellung von Hintermauerziegeln verwertet.

Vorbild für die hier beschriebene Anlage ist eine baugleiche Anlage am Wasserwerk Sösetalsperre. Diese Anlage ist seit 1994 ebenfalls erfolgreich in Betrieb.

Dirk Winter

Die Isar wird noch sauberer: Badegewässerqualität mit dem HUBEI

Ein wesentliches Ziel ist es, durch Renaturierungs- und Unterhaltungsmaßnahmen die Funktionsfähigkeit des Gewässerökosystems der oberen Isar zu verbessern und nachhaltig zu sichern. Im Rahmen eines groß angelegten Projektes ist vorgesehen der Isar wieder zu Badegewässerqualität zu verhelfen.

sich die nur noch bei Extremereignissen stattfindenden Entlastungen auf die hygienischen Verhältnisse in der Isar auswirken.

Grundlagen

Nachfolgend werden zunächst die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die einzelnen Verfahrenstechniken erläutert, die zum Erreichen der

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, sind mit den einzelnen Techniken sehr unterschiedliche Qualitätsstufen hinsichtlich der Filtratqualität erreichbar.

Der Filtrationsprozess setzt sich aus mehreren Einzelprozessen zusammen. Als wichtigste sind ein Transportvorgang und ein Anlagerungsvorgang erkannt worden. Der Filtrationsvorgang beschreibt sich durch die Veränderung der Konzentration der suspendierten Teilchen, oder für die praktische Betrachtung mit der durch die zunehmende Beladung einhergehende Zunahme des Druckverlustes. [Hahn 1987] Zur Verdeutlichung der Einflussgrößen auf die Filtration werden zunächst die in der Modellierung eingesetzten mathematischen Beschreibungen des Filtrationsvorganges aufgezeigt.

Aus der Massenbilanz eines Filters ergibt sich folgende Gleichung:

$$\frac{dC}{dt} + v_f \cdot C = -z \cdot C \cdot \sigma$$

Gleichung 1

- σ Filterbeladung
- v_f Filtergeschwindigkeit
- C Konzentration der Feststoffe in der zu filtrierenden Suspension
- z Filtertiepenkoordinate

Zusätzlich kann eine kinetische Gleichung mit einem Koeffizienten, der die Anlagerungswahrscheinlichkeit ausdrückt, angegeben werden.

Diese Ansätze werden in allen Filtrationsmodellen verwendet. Die Modelle unterscheiden sich hauptsächlich in unterschiedlichen Ansätzen zur Beschreibung des Anlagerungsmechanismus. Die Filterkonstante ξ in Gleichung 2 wird unterschiedlich von den einzelnen Autoren angegeben.

$$\frac{dC}{dt} + v_f \cdot C = -\xi \cdot C$$

Gleichung 2

- ξ Filterkonstante

Allgemein ist festzuhalten, dass diese Filterkonstante von den folgenden Größen abhängig ist:

Die Koeffizienten der einzelnen Parameter unterscheiden sich in den jeweiligen Modellansätzen, wie bei Hahn 1987 aufgezeigt, zum Teil erheblich.

Aus diesen grundlegenden Betrachtungen wird deutlich, dass der Filtrationsprozess im Wesentlichen in zwei Stufen abläuft: In einem ersten Schritt, dem Transportvorgang, erfolgt aufgrund von Brownscher Bewegung, Sedimentation, Interzeption und Einfangmechanismen, der Transport der Teilchen zum Filterkorn. Demzufolge sind hier die Parameter Filterkorngröße, Suspensapartikelgröße, Temperatur, Filtergeschwindigkeit, Filterbeladung und Filtermächtigkeit die wesentlichen Faktoren.

Der zweite Schritt, die Anlagerung der Partikel erfolgt z.B. aufgrund der elektrostatischen Wechselwirkung oder auch aufgrund chemischer Oberflächenreaktionen. Demzufolge sind hier die wesentlichen Fakto-

ren die chemische Beschaffenheit der Suspensa, pH-Wert, Flockungsmittel.

$$\xi = f(d_k, d_s, v_f, \sigma)$$

- d_k : Sandkorndurchmesser
- d_s : Suspensadurchmesser
- v_f : Filtergeschwindigkeit
- σ : Filterporosität

Wie aus diesen hier dargelegten Modellansätzen hervorgeht, sind eine ganze Reihe von Faktoren für die Filtrationsleistung relevant. Durch den Aufbau und die Betriebsweise der Filter und durch die Parameter Filtergeschwindigkeit, Sandkörnung und Zugabe von Flockungsmittel ist die Filterkonstante beeinflussbar. Zudem wirkt sich nach Gl. 2 die Filterbeladung auf die Filtrationsleistung aus. Diese kann über den Druckverlust indirekt bestimmt werden.

Kontinuierlich arbeitende Filtersysteme

Kontinuierliche up-flow Raumfilter sind seit über 20 Jahren im Einsatz, so dass zwischenzeitlich ein großes Erfahrungspotenzial vorliegt. Dieser Filter arbeitet nach dem Prinzip der bewährten aufwärtsdurchströmten Raumfilter. Eine wesentliche Eigenschaft dieses Systems ist, dass für die Filterrückspülung keine Betriebsunterbrechung erforderlich ist, so dass dieser Filter kontinuierlich betrieben werden kann. Damit besteht bei diesem System die Möglichkeit, die Filterbeladung in einem für die Filtrationsleistung vorteilhaften Bereich zu fahren.

Funktionsweise und Aufbau des CONTIFLOW®-Sandfilters

Das Rohwasser (A) wird über die Zulaufleitung (1) von oben dem Filter zugeführt. Das System arbeitet als Einschichtfilter im Gegenstrom-

Der Conti Flow Sandfilter kann entweder in einen Stahlbehälter oder bei z.B. größeren Wassermengen, wie etwa auf der Kläranlage Wolfratshausen, auch in Betonbehälter installiert werden.

Hierbei werden Konen (K) (vgl. Abb. 2) als Schalelemente eingesetzt und anschließend mit Beton ausgegossen. In dieser Art der Installation sind in einem Behälter bis zu 60 m² Filterfläche in einem Betonbehälter realisierbar.

Durch die besondere Form der Konen, vgl. Abb. 2, ist eine sehr Platz sparende Filterinstallation gegeben.

Vorteile des CONTIFLOW® Sandfilters

Der Filtrationsbetrieb muss für die Rückspülung des Filterbetts nicht unterbrochen werden. Ein Umschalten zwischen zwei Filtern zwecks Rückspülung ist nicht notwendig. Anstelle von mindestens zwei parallel installierten Mehrschichtfiltern reicht die Installation nur eines CONTIFLOW® aus. Aufwendige Spülprogramme sowie Speicherbecken für Spülwasser-/Schlammwasser und die zugehörigen Pumpwerke entfallen hierdurch ebenfalls vollständig (vgl. Tabelle 3).

Durch den kontinuierlichen Betrieb wird das charakteristische Merkmal diskontinuierlicher Filter, eine geringere Feststoffentnahme nach der Rückspülung, vermieden. Auch machen sich kurzfristige Belastungsschwankungen nur sehr stark gedämpft im Ablauf bemerkbar. Insgesamt weist dieser Filtertyp eine hohe Stabilität auf.

Bei stark erhöhten Feststoffkonzentrationen im Zulauf arbeitet der CONTIFLOW® Sandfilter ohne

Unterbrechung weiter, da keine Limitierung durch die Speicherkapazität der Spülwasserpufferbecken besteht. Es wird immer die maximal mögliche Feststoffmenge aus dem Abwasser abgetrennt, auch wenn es aufgrund der erhöhten Belastung zu einem teilweisen Durchbrechen von Feststoffen durch das Filterbett kommen kann.

Die Unempfindlichkeit gegenüber Feststoff-Spitzenbelastungen, die denkbar einfache Steuerung und der sehr geringe Wartungsaufwand machen den

CONTIFLOW® Sandfilter zu einem prädestinierten System zur Ertüchtigung von kleineren und mittleren Kläranlagen. Dabei kann der Schwerpunkt zunächst in der Elimination von Schlammabtrieb aus dem Nachklärbecken liegen, mit der Option, die Fällungsmitteldosierung zu einem späteren Zeitpunkt nachzurüsten. Dies ist vor allem unter dem Aspekt der schrittweisen Verschärfungen der Einleitbedingungen ein wichtiges Kriterium, wenn es um Fragen der Finanzierung geht.

Einsatzmöglichkeiten des CFSE

Im kommunalen Bereich wird die Filtration besonders in jenen Fällen eingesetzt, wo höchste Anforderun-

Tabelle 1: bakteriologische Parameter der EG- Badegewässerrichtlinie

Parameter	Leitwert	Grenzwert
Besamtkolonienfäherungen 100 ml	500	1000
Fäkalokolonienfäherungen 100 ml	100	2000
Staphylococcus aureus 100 ml	100	0
Salmonellenfäherungen	0	0
Enterokokkenfäherungen	0	0

Tabelle 2: Filtrationstechniken und ihre Einsatzgebiete in der Abwasserreinigung

Filtrationstechnik	Einsatzgebiete
1 Tuchfiltration	Elimination von suspendierten Stoffen > 10 µm chem.-physik. Wirkung durch Fällung und Flockung
2 Körnfiltration Flächenfiltration: Filterbeethone Raumfiltration Flächenfiltration: 1 - 3 m	Elimination von suspendierten Stoffen Flächenfiltration: > 10 µm Raumfiltration: > 1 µm chem.-physik. Wirkung durch Fällung und Flockung durch den Einsatz von Aktivkohle biologische Wirkung
3 Membranfiltration: 2 H Umkehrsmose Ultrafiltration Mikrofiltration	Ablenkung von Ionen/Molekülen Makromolekülen und Kolloiden Makromolekülen/Kolloiden und hochmolekulare Stoffe

Im Gegensatz zu den meisten anderen Fließgewässern in Bayern ist die Obere Isar mit ihrem weitgehend bewaldeten Einzugsgebiet und den überwiegend naturnahen Uferbereichen hierzu günstig zu bewerten. Im Vergleich zu den punktförmigen bakteriologischen Belastungen aus den kommunalen Kläranlagen sind die diffusen Belastungen aus der Landwirtschaft und Streusiedlungen eher untergeordnet. Es bestehen deshalb berechtigte Aussichten, mit Hilfe der Abwasserdesinfektion auf den kommunalen Kläranlagen und bedarfsweise begleitenden Maßnahmen zur Verminderung der Belastung aus dem diffusen Bereich eine generelle Verbesserung bis in die Landeshauptstadt München zu erreichen. Mit dem Bau der Anlage in Wolfratshausen wird an einem der Belastungsschwerpunkte ein weiterer Schritt in Richtung Badegewässerqualität getan.

Auch die Landeshauptstadt München, die derzeit gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsamt München die Isar im Stadtbereich im Rahmen des "Isar-Plans" wieder in eine weitgehend naturnahe Flusslandschaft zurückversetzt, ist an einer Verbesserung der hygienisch-bakteriologischen Verhältnisse interessiert. Bereits 1995 erklärte sich die Stadt bereit, als ihren Anteil eines mit den Isaranrainern abgestimmten gemeinsamen Vorgehens eine Abwasserdesinfektionsanlage auf dem Klärwerk Gut Marienhof im Norden Münchens zu errichten. Die Mischwasserentlastungen in die Isar wurden bereits in den letzten Jahren durch den Bau von großen Speicherräumen minimiert. Derzeit wird in einem mehrjährig angelegten Messprogramm überprüft, wie lange

Leistungsanforderungen eingesetzt werden.

Die EU Badewasserrichtlinien

Die Qualitätsanforderungen an Badegewässer sind in der EU-Richtlinie 76/160/EWG über die Qualität der Badegewässer zusammengestellt. Dazu zählen in erster Linie mikrobiologische Parameter (z. B. für die auf menschlichen Einfluss zurückzuführenden coliformen Keime oder für Salmonellen). Weitgehend unberücksichtigt bleiben Umweltschadstoffe und ökologische Parameter, da sie auf die Badenden meist nur einen relativ geringen direkten Einfluss ausüben.

Zur Einhaltung der in der EG-Badegewässerrichtlinie definierten Parameter und deren Grenzwerte sind erhöhte Anforderungen an die Abwasserbehandlung zu stellen. Diese können nur erfüllt werden, wenn gesonderte Maßnahmen in Form einer zusätzlichen Desinfektion oder Zurückhaltung der Keime getroffen werden.

Grundlagen der Filtration

Die Filtrationstechnik wird bei der Abtrennung von Stoffen aus verschiedenen Medien genutzt. In der Abwasserreinigung wird die physikalische Abtrennung von suspendierten Stoffen i.d.R. mit physikalischen/chemischen und/oder biologischen Eliminationsmechanismen kombiniert.

In Tabelle 2 sind die in der Abwasserreinigung gängigen Filtrationstechniken zur Behandlung von biologisch gereinigten Abwässern mit ihren möglichen Einsatzgebieten dargestellt.



Hygiene im Trinkwasserspeicher

Trinkwasser kommt auf dem Weg von seiner Gewinnung bis zum Verbraucher in vielfältiger Weise mit Luft in Berührung. Die darin enthaltenen Fremdstoffe verschlechtern insbesondere die mikrobielle Qualität und sind nach dem Minimierungsgebot auf ein sinnvolles Maß zu begrenzen.

Als erste Maßnahme ist zunächst die Verringerung des Luft-Wasser-Kontaktes zu sehen. Die bauliche Trennung zwischen Wasserkammer und Bedienhaus ist zum Beispiel daraus abzuleiten. Doch in bestimmten Bereichen der Trinkwasseraufbereitung sowie als Druckausgleich für Wasserspeicher lässt sich ein Kontakt nicht vermeiden. Nur mit effektiver Luftfiltertechnik kann hier eine entscheidende Verbesserung erreicht werden. Im Folgenden werden Auslegungskriterien für effektive und kostengünstige Luftfilteranlagen vorgestellt und diskutiert.

bestimmte Forderungen.

Der Erhalt der Wasserqualität wird unter anderem durch nachfolgende Faktoren geprägt, welche sich teilweise gegenseitig beeinflussen. Dazu gehören:

1. Luftigenschaften über der Wasserfläche

Hier spielen die Temperatur in Relation zum Wasser und Gebäude, sowie Luftaustauschrate und Verschmutzung mit Keimen, Stäuben und anderen Fremdstoffen eine entsprechende Rolle.

2. Durchströmung des Behälters

Dies umfasst alle Strömungsvorgänge im Wasserspeicher, welche definiert werden durch die Gestaltung des Zu- und Ablaufs, der Behälterform bezüglich Länge, Breite bzw. Durchmesser und Wasserstandshöhe, sowie deren Verhältnis zueinander, der Bewirtschaftung als Ergebnis der zeitlichen Veränderung

unterschiedlich. Die mittlere Staubbelastung normaler Luft von 20 mg/m³ mag im Vergleich zu industriellen Prozessen sehr gering erscheinen. Doch aufgrund der Partikelgrößenverteilung (90% < 1 µm) lassen sich pro m³-Luft viele Millionen kleiner Teilchen nachweisen. Immerhin errechnet sich bei einem 500 m³-Reinwasserbehälter unter der Voraussetzung eines kompletten Wasseraustausches innerhalb von drei Tagen ein Eintrag von vier Billionen Partikeln pro Jahr. Da aber gerade die hygienisch belastenden Partikel wie Bakterien, Viren, Keime, Pollen und Pilze sehr klein sind, stellen einfache Grobfilter keinen wirkungsvollen Schutz dar (Tabelle 1).

Während der Einatmungsphase von Trinkwasserspeichern schlagen sich diese Partikel an Wand, Decke und Wasseroberfläche nieder. Durch den ständigen Kondensationseffekt gelangen die meisten Luftverunreinigungen in das Trinkwasser und fördern dort die Verkeimung.

Eine zuverlässige Luftfilterung hingegen bedeutet geringere Desinfektionskosten, damit geringere Betriebskosten und sichere Einhaltung der Trinkwasserqualität.

1. Welche Luftfilter sind zu empfehlen?

Luftfilter werden in verschiedene Klassen eingeteilt:

Insektengitter sind eindeutig nicht ausreichend. Hier werden nur Insekten, Kleinlebewesen und größere Partikel wie zum Beispiel Blätter abgeschieden. Alle anderen Verunreinigungen gelangen ungehindert in den Behälter. Selbst bei Anschlägen mit giftigen Flüssigkeiten ist kein wirksamer Schutz gegeben.

Eine zuverlässige Abscheidung der kleinen, hygienisch belastenden Partikel gewährleisten nur Schwebstoff-Filter. Aufgrund der geringen Unterschiede in den Anschaffungskosten zwischen Q,R und S-Filtern empfiehlt sich der Einsatz von S-Filtern mit einem Abschiedegrad von über 99,99%. Damit werden gerade auch die kleinsten, hygienisch sehr belastenden Partikel wie Bakterien, Viren, Keime, Pollen und Pilze zurückgehalten.

Zwar wäre dies theoretisch ausreichend. Doch empfiehlt sich die Vorschaltung eines Feinfilters zum Beispiel der Klasse F 5 mit einem Abschiedegrad von über 96%. Dieser schützt den S-Filter bei hoher Staubbelastung vor zu schneller "Überladung" und verlängert damit seine Standzeit. Ebenso wird hier Kondensat zurückgehalten, was im S-Filter zu höheren Druckverlusten führen würde. Und bei Betriebsstörungen bietet er zusätzlich Sicherheit.

Der Abschiedegrad von Filtern ist abhängig von der Anströmgeschwindigkeit. Dies liegt am unterschiedlichen Anteil der verschiedenen Wirkmechanismen, nämlich

Sperr-, Diffusions-, Sieb- und Trägheitseffekt. Ohne Zwangsbelüftung bei freier Konvektion arbeiten die Filter – abhängig von der Bewirtschaftung – überwiegend im sogenannten Schwachlastbereich.

Die Luftgeschwindigkeiten durch den Fein-Filter sind dann häufig so gering, dass die Teilchen im Luftstrom nicht mehr dem Trägheitseffekt unterliegen, sondern die Filterfasern umströmen. Also ist der Abschiedegrad bei kleinen Luftgeschwindigkeiten im Feinfilter nicht ausreichend. Der Schwebstofffilter hingegen arbeitet überwiegend mit dem Diffusionseffekt und reagiert auf Geschwindigkeitsänderungen toleranter.

Oben genannte Filter bewältigen feste und flüssige Verunreinigungen. Falls auch noch gasförmige Stoffe abzuscheiden sind, zum Beispiel bei Geruchsbelästigungen, müssen so genannte Adsorptionsfilter eingesetzt werden. Meist verwendet man Aktiv-Kohle-Filter. Diese sind jedoch nicht als Staubabscheider zu verwenden und dürfen auf keinen Fall als letzte Stufe direkt vor dem Behälter eingesetzt werden.

Weitere konstruktive Erfordernisse

Der Luftfilterkasten sollte in jedem Fall mit mindestens einer Druckdifferenzüberwachung mit Maximalanzeige ausgerüstet sein. Die Druckdifferenz ist abhängig von der Beladung der Filter und der Luftgeschwindigkeit. Erfolgt die Kontrolle bei geringen Luftgeschwindigkeiten, würde auch bei voll beladenen Filtern nur eine geringe Druckdifferenz angezeigt werden. Erst die Maximalanzeige ergibt eine zuverlässige Anzeige über den optimalen Zeitpunkt des Filterwechsels. Die zulässige Maximalbelastung ergibt sich aus der Belastbarkeit des Bau-

werks, sowie aus den Empfehlungen des Filterherstellers.

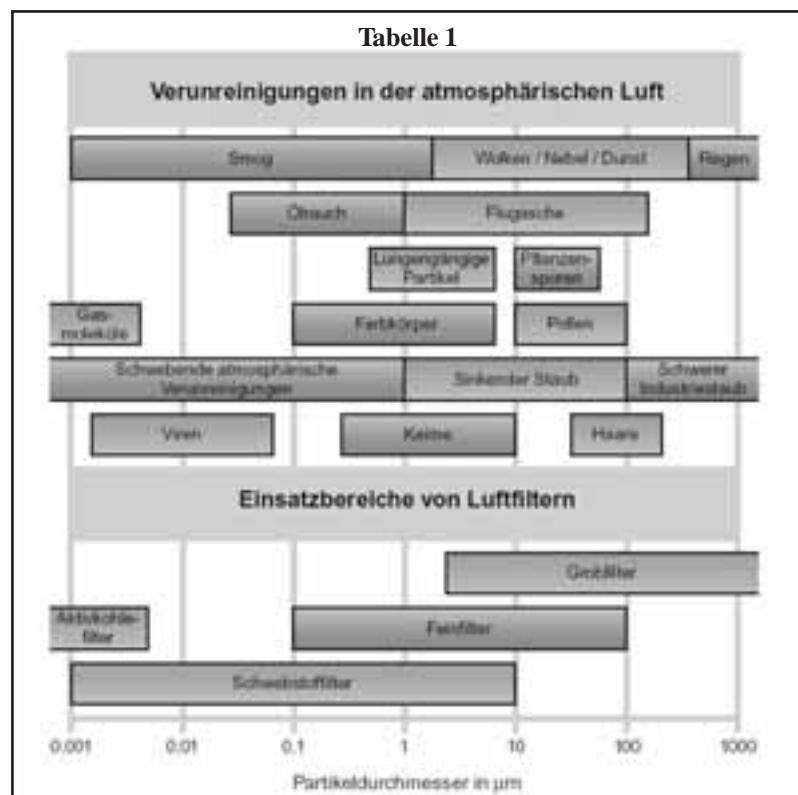
Die Auslegung der Luftfilteranlage erfolgt nach der maximal möglichen Zu- und Abluftmenge. Nachdem der Druckausgleich im Trinkwasserspeicher nur noch über die Luftfilteranlage erfolgt, kann bei Rohrbruch oder Filterüberladung der zulässige Über- bzw. Unterdruck des Behälters überschritten werden. Deshalb muss der Gefahr von Implosion oder Bersten mit einem Sicherheitsventil vorgebeugt werden. In jedem Fall ist eine statische Gefahrenabschätzung notwendig.

Schutz vor mutwilligen mechanischen Beschädigungen ist durch eine stabile, einbruchgesicherte Ausführung von Jalousie bzw. Lüftungskamin sicherzustellen. Anschlägen mit Flüssigkeiten oder Aerosolen ist ebenfalls vorzubeugen. Das Insektengitter versperrt Injektionen mit Spritzen oder Schläuchen den Weg. Spätestens am Feinfilter kondensieren gefährliche Dämpfe. Und die im Gefälle verlegte Luftleitung sammelt sämtliche Flüssigkeiten am Kondenswasserablauf. Zusätzliche Sicherheit bietet ein Adsorptionsfilter.

Auslegung der Luftfilteranlage

Die maximal auftretenden Zu- bzw. Abluftmengen werden gemäß der hydraulischen Behälterauslegung vom Planer festgelegt. Weiteren Einfluss hat die Bewirtschaftung durch den Betreiber. Im Zuluftkanal gilt eine Luftgeschwindigkeit von max. 6-8 m/s als Obergrenze, denn darüber können unangenehme Luftgeräusche auftreten und es besteht die Gefahr von Kavitation und damit Beschädigung der Werkstoffoberfläche.

Fortsetzung auf Seite 9:



Als weitere Maßnahme ist ebenfalls auf eine optimale Durchströmung zu achten, um Totzonen und dadurch einer Verkeimung vorzubeugen.

Anforderung an Wasserspeicher

Wasserspeicher sind notwendig, um den Unterschied zwischen Wassergewinnung und -verbrauch auszugleichen, Verbrauchsspitzen abzudecken, den im Rohrnetz befindlichen Druck zu halten und Vorrat für Betriebsstörungen und Brandfälle bereitzuhalten.

Dabei darf das Speichermedium Trinkwasser in seiner Beschaffenheit nicht negativ verändert werden. Dies regelt die Trinkwasserverordnung. Nun stellt dies in der Praxis keine leichte Aufgabe dar. Im Gegensatz zu Mineralwässern ist Trinkwasser allgemein nicht keimfrei, sondern keimarm. Die Gefahr der Verkeimung ist also ständig gegeben und muss durch eine entsprechende Betriebsführung vermieden werden. Gerade bei Trinkwasserbehältern ergeben sich daraus

der Zu- und Ablaufströme und der daraus resultierenden Verweilzeitverteilung.

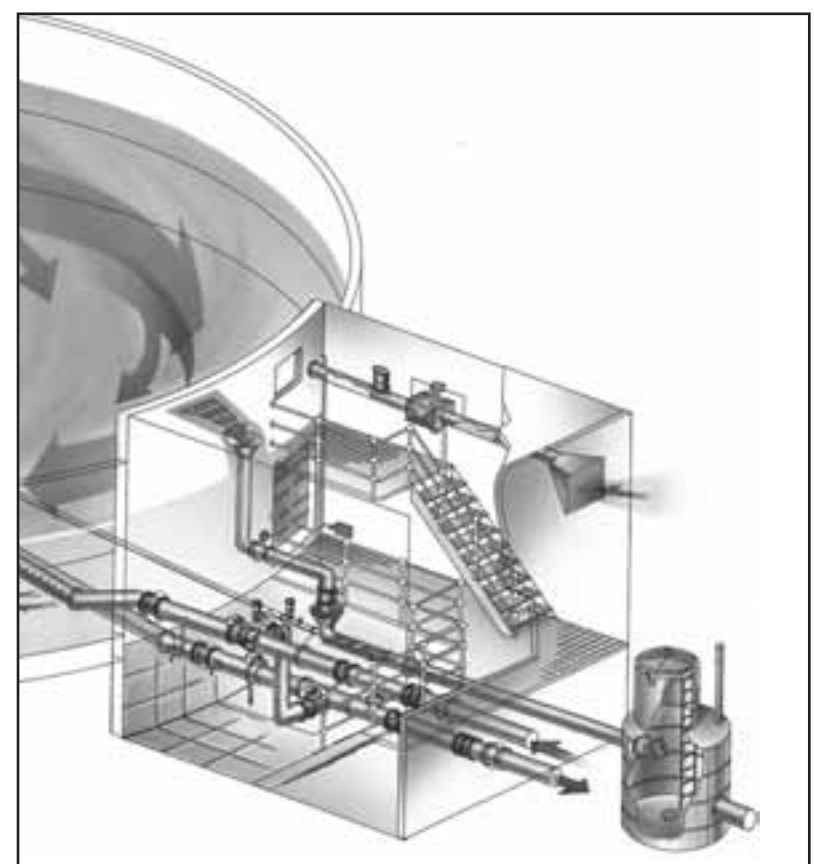
Aufgrund sinkender Verbrauchszahlen und/oder überdimensionierter Wasserspeicher ergeben sich immer häufiger hohe Verweilzeiten mit der erhöhten Gefahr einer unkontrollierten Aufkeimung.

Gefährdungspotenzial verschmutzte Luft

Luft enthält eine Mischung aus Fremdstoffen aus natürlichen Prozessen wie zum Beispiel Erosion oder Zersetzung von Organismen sowie menschlicher Tätigkeit wie zu Beispiel aus Landwirtschaft oder Industrie.

Darin sind Organismen wie Keime, Sporen, Pollen und Pilze enthalten. Diese sind teilweise krankheitserregend und dürfen nach der Trinkwasserverordnung in keinem Fall zum Verbraucher gelangen.

Luftverschmutzung ist jahreszeitlich und abhängig vom Standort enorm



Systemzeichnung Hygiene im Trinkwasserspeicher.

Hygiene im Trinkwasserspeicher

Moderne Hochleistungsfilter aus hydrophobem Material stellen für Mikroorganismen keinen Nährboden dar. Nur wenige Keimarten sind überlebensfähig, doch findet kein Wachstum oder Durchwachsen der

Die optimierte Durchströmung

Gewünscht ist eine möglichst kurze Verweilzeit, damit das Trinkwasser ständig gleichmäßig erneuert werden kann. Im Umkehrschluss bedeu-

nung ist auch verständlich. Trinkwasser beinhaltet meist eine, wenn auch geringe Zahl an Keimen. Biologische Reaktionen, d.h. eine Keimvermehrung findet dann statt, wenn neben den äußeren Bedingungen wie z.B. Nährstoffangebot genügend Zeit zur Verfügung steht. Damit lassen sich folgende strömungstechnischen Forderungen ableiten

- Vermeiden von Tot- und Stagnationszonen, damit dort keine unkontrollierte Verkeimung entsteht
- Vermeidung von Kurzschlussströmungen, weil dadurch als Folge die anderen Wassermassen noch länger im Trinkwasserspeicher verbleiben.

Diesen Ansprüchen wird die ideale Verdrängerströmung vollkommen gerecht. Anders als bei der Durchmischungsströmung ist hier gewährleistet, dass alle Wasserteilchen wirklich nur solange wie nötig im Wasserspeicher verweilen. Aus den Erfahrungen vieler Untersuchungen lassen sich einige allgemein gültige Regeln für die hygienisch optimale

Auslegung der Durchströmung von Wasserspeichern zusammenfassen:

● Kurzschlussströmungen vermeiden:

Zu- und Ablauf sollten so gelegt werden, dass bei gleichzeitigem Zulauf und Entnahme keine Kurzschlussströme auftreten. Dies gilt auch bei der Durchmischungsströmung

● Wasserpegel an die Bewirtschaftung anpassen:

Üblicherweise werden Trinkwasserspeicher meistens im Nachtbetrieb bis zu einem bestimmten Wasserpegel gefüllt. Doch bei geringerem Verbrauch zum Beispiel in den Wintermonaten führt dies zu hohen Verweilzeiten. Daher sollte der Wasserpegel unter Berücksichtigung von Sicherheitsreserven bei Betriebsstörungen und im Brandfall angepasst werden.

● Vermeidung von Temperaturschwankungen:

Unterschiedliche Temperatureinflüsse von außen (Rohwasser, Luft, Gebäude) auf das gespeicherte

Trinkwasser führen zu Dichteströmung, welche unkontrollierte Sekundärströmungen zur Folge haben. Daher sollte sowohl die Temperatur des Rohwassers als auch die Gebäudeaussenhaut oder die zugeführte Luft keine kurzfristigen Temperaturveränderungen verursachen.

Diese Forderungen sind auf alle Wasserspeicher anwendbar. Darüber hinaus gibt es spezielle Auslegungskriterien, die sich auf bestimmte Geometrien beziehen.

Zusammenfassung

Der Wasserspeicher darf Trinkwasser in seiner Beschaffenheit nicht verändern. Daraus leiten sich in seiner theoretischen Betrachtung verschiedene Kriterien ab. Zur Vermeidung von unerwünschten Reaktionen wie Verkeimung ist die Verdrängerströmung gegenüber der Durchmischungsströmung zu bevorzugen. Nur mit einer sorgfältigen Auslegung kann bei Neubau und Sanierung die optimale Lösung gefunden werden.

Stefan Wittl



Bildunterschrift

Filter statt. Eine sichere Rückhaltung aller bekannten Mikroorganismen ist somit gewährleistet.

tet dies, dass kein Wasserteilchen unnötig lang im Trinkwasserspeicher verbleiben darf. Diese Forde-

Vortragsprogramm der Huber AG auf der Wasser in Berlin! Halle 2.2b / Stand 211

**Dienstag, 8. April 2003:
Tag des Netzmeisters**

13.00 Uhr

- 1) Intelligente Systeme und Produkte für ein nachhaltiges Wassermanagement
Intelligent systems and products for sustainable water management
von **Dr. Oliver Christ**

16.00 Uhr

- 2) Dezentrale Abwasserbehandlung – kostengünstig, nachhaltig – dennoch schnell umsetzbar
Decentralized wastewater treatment – cost-effective – Sustainable and yet soon realizable
von **Dr. Oliver Christ**

Freitag, 11. April 2003

10.30 Uhr

- 3) Kostengünstige Wasser- und Abwasserdesinfektion mit dem HUBER VRM®- Membranverfahren
Cost-efficient water- and wastewater- disinfection with HUBER VRM®- Membrane
von **Karsten Schulze**

11.00 Uhr

- 4) Entwässerung und Trocknung von Trinkwasserschlämmen mittels verschiedener Maschinenteknik
Mechanical solutions for dewatering and drying of potable water sludge
von **Rudolf Bogner**

12.00 Uhr

- 5) Sandfiltration in der Trinkwasseraufbereitung – Anwendungen und Vorteile einer kontinuierlichen Arbeitsweise
Sand filtration for potable water treatment – Applications and benefits of a continuous system
von **Dieter Hiligardt**

Besuchen Sie uns



auf der



WASSER Berlin!



Wasser - das Gold des 21. Jahrhunderts.

Internationale und nationale Konferenzen, Symposien, Seminare und Tagungen rund um das kostbare Element. Wissen ist Macht.

Unter diesem Motto findet dieses Jahr wieder die internationale Fachmesse und der Kongress für Wasser und Abwasser in Berlin vom 07.-11.04.2003 statt.

Auch die Hans Huber AG hat sich diesem Motto schon lange verschrieben, deswegen präsentieren wir auf 120 Quadratmeter Ausstellungsfläche innovative Produkte rund um die Trinkwasserversorgung, Wasseraufbereitung und die ganze Welt der Kläranlagenausrüstung.

Für nähere Informationen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Besuchen Sie uns auf der Wasser in Berlin und überzeugen Sie sich selbst.

Halle 1.2 Stand 225

Schützen Sie Ihr Bauwerk und unser wichtigstes Lebensmittel - DAS WASSER

Unser Trinkwasser muss den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprechen und jederzeit in einwandfreier Qualität und in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

Aus diesen Gründen darf die Wasserqualität von der Gewinnung bis zum Verbraucher nicht negativ beeinflusst werden.

Unbefugten Personen muss daher der Zugang zur freien Wasseroberfläche im Brunnen, Aufbereitungsanlage und im Trinkwasserspeicher erschwert bzw. unmöglich gemacht werden.

Der erste Angriffspunkt für einen Einbrecher und Randalierer ist die Eingangstür.

Aus diesem Grund muss die Eingangstür einen Angriff so lange wie möglich standhalten.

Man spricht von der sogenannten Widerstandszeit.

Die Widerstandszeit ist die Zeit, die ein Täter benötigt, um in ein Bauwerk einzudringen.

Darüber hinaus gibt es sog. "hochmotivierte Kriminelle", die mit hoher krimineller Energie versu-

chen in ein Bauwerk einzudringen und einen Schaden zu verursachen.

Sie arbeiten mit aufwendigen, noch gut zu transportierendem Werkzeug und planerischer Vorbereitung.

Um unsere öffentlichen Einrichtungen vor diesem Täterkreis zu schützen, entwickelte die Hans Huber AG eine neue einbruchhemmende Tür.

Diese Tür wurde vom Prüfinstitut Rosenheim nach der neuesten DIN V ENV 1627 geprüft und in der Widerstandsklasse WK 4 eingeordnet.

Diese neu entwickelte Tür entspricht den sehr hohen Qualitätsanforderungen, ist komplett aus Edelstahl gefertigt und wird, wie alle Produkte die langlebig und korrosionsbeständig sein müssen, im Vollbad gebeizt und passiviert.

Durch diese einbruchhemmende Tür werden die, in der neuen Trinkwasserverordnung geforderten "Regeln der Technik" erfüllt und unser wichtigstes Lebensmittel, das TRINKWASSER, optimal vor unbefugtem Zugriff geschützt.

Sollte eine öffentliche Einrichtung keine Einbruchmeldeanlage besitzen wird von den Beratungsstellen empfohlen, einbruchhemmende Türen mit einer Widerstandsklasse WK 4 einzusetzen.

von Stefan Wittl



HUBER-Sicherheitstür WK 4 geprüft vom Prüfinstitut Rosenheim.

Edelstahlhandlauf als Konsole

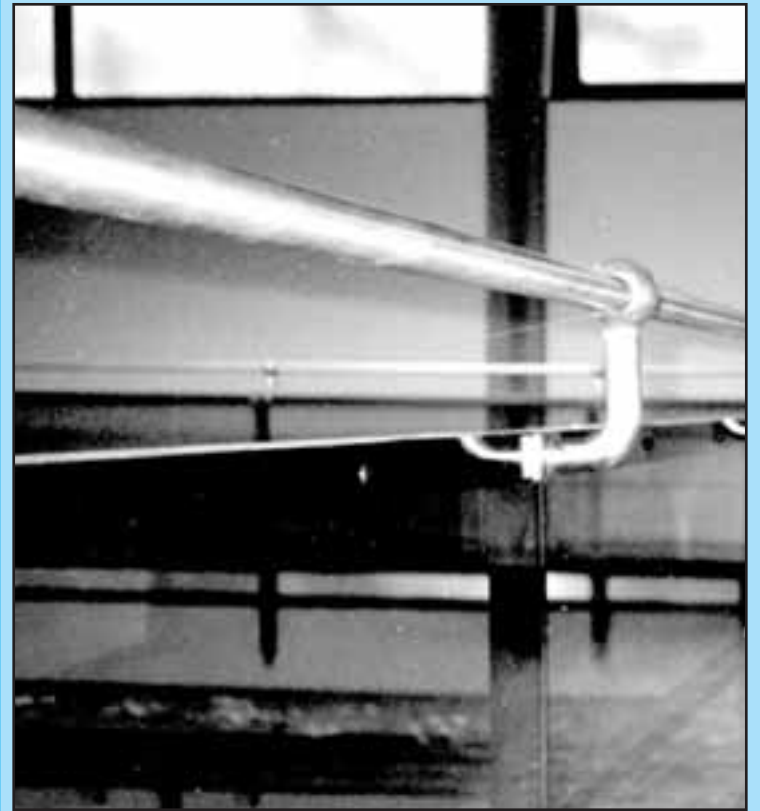
- So hält man die Arbeitssicherheitsbestimmungen ein

Die Forderung, dass die Höhe von Geländer 1000 mm über OK Fußboden zu sein hat, ist allgemein bekannt, denn oftmals werden damit Zugangs- und Bedienbereiche gesichert, wo der Wasserwerker oder Klärwärter seine tägliche Arbeit ausführen muss.

Trotzdem kommt es hin und wieder vor, dass dieses Maß nicht eingehalten wurde.

Aus diesem Grund habe ich dieses Beispiel gewählt (siehe Foto Hamburger Wasserwerke, WW Walddörfer), um zu zeigen, dass man mit wenig Aufwand die Forderungen der UVV einhält oder zusätzliche Arbeitssicherheit schaffen kann. Darüber hinaus kann man das vorhandene Geländersystem, soweit es noch nicht verschlissen ist, in diese Lösung einbeziehen.

Peter Holtfreter



Geländerkonsole WW Walddörfer Hamburg

Hochwasserschutz: Edelstahldammbalken zum nachträglichen Einbau.

Im Zeitalter großer Überschwemmungen wird oftmals an vorhandenen Bauwerken nach einer Lösung zum vorübergehenden Absperren (z. B. bei Hochwasser) oder auch als Dauerlösung, wie hier auf den Foto

ausgeführt, gesucht. Für diese Zwecke bieten sich Dammbalken aus Edelstahl an. Sie sind auf Grund des Werkstoffes in 1.4301 oder auch 1.4571 sehr beständig und lassen sich gut in vorhandene Bauwerke

einpassen. Ein Aufquellen wie bei Holzbohlen oder Undichtigkeiten sind hier ausgeschlossen.

Peter Holtfreter



Edelstahldammbalken in einem Ablaufmönch einer Abwasserteichanlage

Besuchen Sie uns auf der WASSER Berlin!



Halle 1.2 Stand 225



Spezialist in der Kläranlagenausrüstung (Fest-Flüssig Trennung)

Schlamm-trocknung: KULT Niedertemperatur-trocknungsanlage auf der Kläranlage Schwyz

Auf der Kläranlage Schwyz im gleichnamigen Kanton wurde Ende 2002 eine KULT 40 Trocknungsanlage errichtet. Sie befindet sich seit Mitte Januar 2003 im Ein-fahrbetrieb.

Die Anlage ist für die Trocknung von Klärschlämmen der Kläranlage Schwyz und der Umlandgemeinden ausgelegt. Daraus ergibt sich eine im Endausbau zu behandelnde Jahrestonnage von 7500 t/a Feststoff. Der anfallende Klärschlamm wird mit einer Siebbandpresse bis auf einen TS von 28 – 30 % entwässert. Die Durchsatzleistung der KULT 40 Anlage ist auf 360 kg/h Nassschlamm festgelegt. Im Austrag der Anlage ist ein TS-Gehalt von 90 % zu realisieren. Daraus resultiert eine erforderliche Wasserverdampfungsleistung von 240 kg H₂O/h.

Aufgrund der baulichen Gegebenheiten im zur Verfügung stehenden Gebäude ist es erforderlich, die beiden Bandmodule der KULT 40 Anlage übereinander anzuordnen. Die Anlagenteile wurden bei der Montage über Dach mit einem Autokran eingebracht. Die Gesamthöhe der Installation beträgt hierbei ca. 15,3 m.

Der Schlammtransport auf der Nassschlammseite erfolgt aus einem Zwischenspeicher mit ca. 10 m³ mittels eines Kratzkettenförderers, welcher eine Abwurfhöhe von ca. 7 m auf engstem Raum realisiert. Der geförderte Schlamm

wird in einem Zerkleinerer auf die für die Trocknung erforderliche Größenverteilung gebracht. Der Aufgabekasten mit seiner Schnecke verteilt dann den Schlamm über die gesamte Breite des Oberbandes. Der Schlamm wird auf dem Weg durch den Trockner mit vier übereinander angeordneten Bändern transportiert. Da dieser Transport im Wesentlichen frei von mechanischer Beanspruchung ist, wird ein schonender und weitgehend staubfreier Transport des Klärschlammes gewährleistet. Im Kreuzstrom werden die Bänder von Luft durchströmt, die ein Ventilator durch den Apparat saugt. Der auf einen TS von 90 % getrocknete Klärschlamm gelangt mittels Austrags-schnecke sowie eines Palettenförderers in die bauseitige Siloverladung. Der Klärschlamm findet von dort seinen Weg in die thermische Verwertung.

Für die Trocknung stehen abhängig von den herrschenden klimatischen Bedingungen die Betriebsweisen Frischluft oder Umluft zur Verfügung. Beim Frischluftbetrieb reicht die zur Verfügung stehende Wasseraufnahmefähigkeit der angesaugten Luft aus, um die Wasserverdampfung von 240 kg H₂O zu realisieren. Ist dieser Fall nicht gegeben, wird der Umluftbetrieb gewählt. Der energieoptimierte Umluftbetrieb erfolgt in Schwyz über die Nutzung der Abwärme des BHKW's. Die Motorkühlung



Betriebsgebäude „Trocknung“ der Kläranlage Schwyz

erfolgt über die Luft/Wasserwärmetauscher an den Eintrittsöffnungen der Prozessluft in den Trockner. Die durch den Trockner strömende Prozessluft wird zu 80 % im Kreis geführt. Nur ein Teilstrom von 20 % gelangt als Abluft in die Umgebung. Da die Wasseraufnahmefähigkeit der zurückgeführten Luftmenge bei weitem

noch nicht ausgeschöpft ist, kann der Energieinhalt weiter genutzt werden. Entsprechend der Abluftmenge wird Frischluft dem Kreislauf zugeführt. Über die Wärmetauscher wird dieser Luftstrom auf die erforderliche Prozesstemperatur gebracht. Bei dieser Betriebsart und den in Schwyz herrschenden klimatischen Bedingungen ist von

einem Energiebedarf von 0,85 kWh/kg Wasserverdampfung auszugehen. Die gesamte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik für die Trocknung wurde für den vollautomatischen Betrieb der Ablage durch HUBER geliefert und wird vor Ort in das bestehende Konzept der Anlagenführung eingebunden.

von Stefan Wahl

Kostengünstige Energieformen für die Schlamm-trocknung

Solar in Kombination mit Nutzung der Abwärme aus dem Abwasser oder Zusatz-Energien

Die Klärschlamm-trocknung wird zunehmend ein Problem, die Depo-nierung wird ab 2005 nicht mehr möglich sein. Die landwirtschaftliche Ausbringung ist in Frage gestellt und die Vererdung in den neuen Bundesländer keine Dauerlösung. Bei all diesen Verfahren ist zudem nicht sichergestellt, dass die Schadstoffe dauerhaft entfernt werden. Bleibt die thermische Verwertung als letzte Alternative.

Die solare Klärschlamm-trocknung ist sicherlich der umweltfreundlichste und energetisch beste Weg das Volumen zu reduzieren. Klärschlamm besteht zu mehr als 95% aus Wasser, welches transportiert, deponiert oder weiterverarbeitet werden muss. Reduziert man seinen Wassergehalt durch Trocknung auf 10% und weniger, so können die anfallenden Kosten erheblich

reduziert werden. Die reine solare Klärschlamm-trocknung ist aber in unserem mitteleuropäische Klima allerdings nur bedingt möglich und

im Winter nahezu unmöglich. Der Schlamm muss dann gestapelt werden, Glashäuser werden dann als Halde für den Klärschlamm mis-

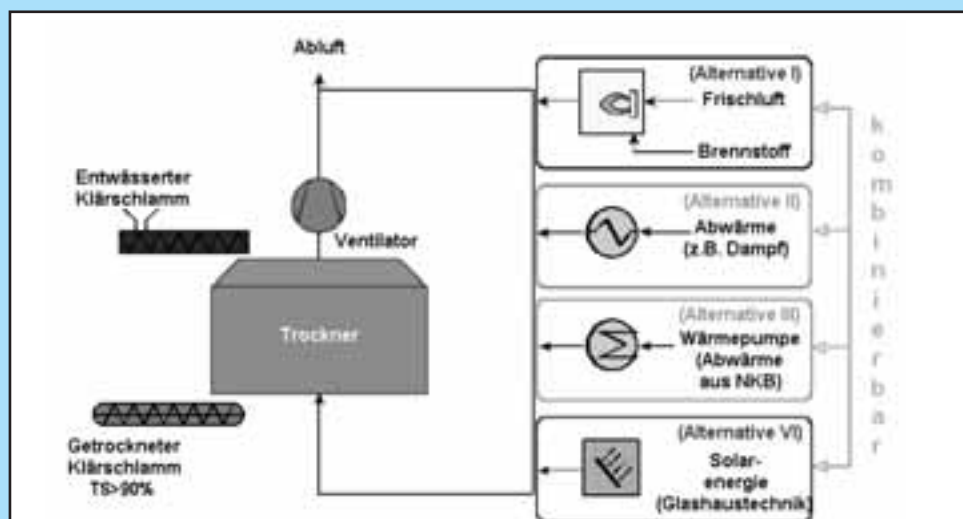
sbraucht. Die Fläche für solare Schlamm-trocknungsanlagen müssen deshalb überdimensioniert ausgelegt werden um den anfallenden

fahren unterscheiden sich auch im Energiebedarf, im Betrieb und in den Eigenschaften des Endprodukts. Welches davon zu welcher Kläranlage passt, muss von Fall zu Fall abgeklärt werden. HUBER hat für jeden Anwendungsfall das richtige Trocknungsverfahren und die optimale Energieform:

- Reine solare Trocknung
- Nutzung der Restwärme des Abwassers
- Abwärme (aus BHKW oder Heißdampf)
- Gasbrenner (Erdgas oder Biogas)

Konventionelle Trocknungsanlagen, wie Drehdrommeltrockner, Wirbelschicht-trockner oder auch Scheibentrockner, welche kontinuierlich über das ganze Jahr arbeiten, benötigen viel Energie. Die verschiedenen Ver-

von Rudolf Bogner



Optimierte Energienutzung

Kläranlage Rosendahl-Osterwick:

Mechanische Reinigung und Schlammverdickung auf dem neuesten Stand der Technik.

Mit den Planungsarbeiten für den Umbau der mechanischen Reinigung und Schlammverdickung für die Kläranlage Rosendahl-Osterwick wurde das Ingenieurbüro Tuttahs & Meier in Bochum beauftragt.

Rechengutwaschpresse, einer aufgeständerten Sandsammelrinne mit Umbau des Sandfangräumers, einer Sandwaschanlage sowie die Schlammverdickung mit entsprechender Peripherie.

Das anfallende Rechengut wird direkt der Waschpresse WAP mit einer Durchsatzleistung von 2 cbm/h zugeführt.

Die TS-Gehalte im Austrag der Waschpresse liegen zur Zeit bei ca. 40%.

Die Beschickung der Sandwaschanlage ROSF4 erfolgt über Pumpen der Fa. KSB mit einer maximalen Beschickungsmenge von 8 l/s, die über die neu aufgeständerte Sandsammelrinne im freien Gefälle dem Sandwäscher zugeführt wird.

Durch die Sandwäsche werden die in der TA-Siedlungsabfall festgelegten Werte für eine Wiederverwertbarkeit der Kläranlagensande oder deren Deponierung auf einer Inertstoffdeponie bei weitem unterschritten, die derzeitigen Ergebnisse des gewaschenen Sandes liegen bei ca. 2 % GV bei einer Abscheideleistung von 95 % Korn 0,2 mm.

Für die Überschussschlammverdickung wurde ein Seihband (Drain Belt) der Fa. Hans Huber AG eingesetzt, welches derzeit mit einer Durchsatzleistung von 25 cbm/h und

einem Polymerverbrauch von 2 g/kgTS einen Austrag von 8 % TS aufweist.

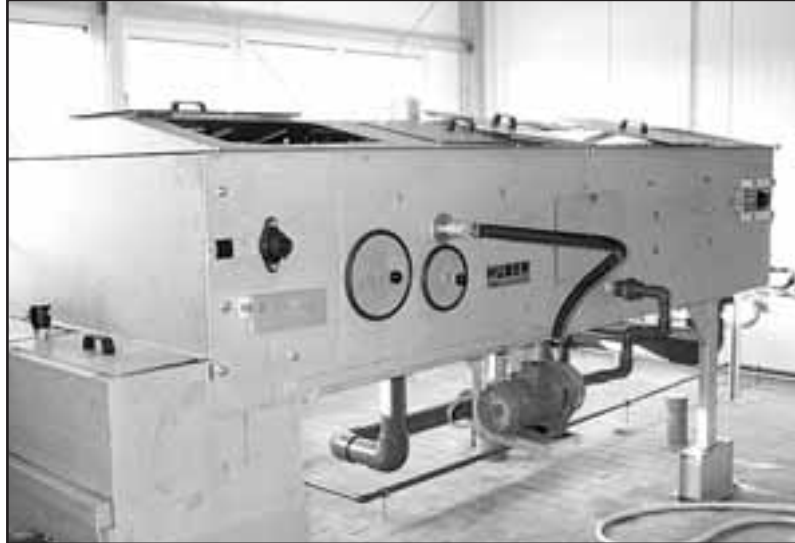
Die gesamte elektrische Schalt- und Steuertechnik wurde ebenfalls durch HUBER ausgeführt.

Der Betreiber der Kläranlage Osterwick ist mit der Sanierung der kompletten mechanischen Reinigung

und der Schlammverdickung durch die Produkte der Fa. Hans Huber AG, die konsequent in Edelstahl gefertigt werden, sehr zufrieden.

Diese bisherige Betriebssicherheit und damit auch Kundenzufriedenheit werden durch Wartungsverträge langfristig gewährleistet.

von Wolf-Dietrich Gräper



HUBER-Drainbelt installiert auf der Kläranlage Rosendahl-Osterwick.

Die Ausbaugröße der Kläranlage ist auf 13.000 EW, davon 2.900 EGW und einer hydraulischen Belastung von 101 l/s ausgelegt.

Die öffentliche Ausschreibung der Maßnahme umfasste die Sanierung der Rechenanlage, Installation einer

Die Maßnahme wurde nach öffentlicher Ausschreibung an die Firma Hans Huber AG vergeben.

Entsprechend der hydraulischen Belastung kam hier ein Filterstufenrechen SSF, Spaltweite 6 mm mit innovativer Bodenstufe zum Einsatz.



Die komplette mechanische Reinigung wurde von der Hans Huber AG montiert.

Schlammreinigung:

Grobstoffdurchlaufabscheider STRAINPRESS®

Bei dem Grobstoffdurchlaufabscheider handelt es sich um ein geschlossenes, geruchsdichtes „in-line-System“, welches in eine Druckleitung integriert ist. In einem Arbeitsgang werden Grobstoffe aus Flüssigkeiten und Schlämme gesiebt, entwässert und kontrolliert ausgetragen. Die Anwendung des Grobstoffdurchlaufabscheiders ist das Absieben von Grobstoffen als geschlossenes System unter Förderdruck. Die Einsatzmöglichkeiten sind sehr vielseitig.

Es werden Grobstoffe / Feststoffe / Rechengut aus:

- Roh-/Mischschlamm
- Faulschlamm
- Produktionsabwasser aus der Industrie
- Zulauf zur Abwasserreinigungsanlage
- Schwimmschlamm der Vorklärung, biologischer Reinigung, Nachklärung
- Fremdschlamm mittels Fahrzeuganlieferung
- Fermenterrückstände aus der Biogasproduktion separiert.
- Fettschlämme

Die problembehaftete Feststoffseparation aus stark fetthaltigen Schlämmen lässt sich mit dem Grobstoffdurchlaufabscheider einfach lösen.

Anwendungsziel

Das Ziel der Anwendung ist es, die nachfolgenden Verfahrensschritte (z.B. Wärmetauscher, Pumpen, Entwässerungsmaschinen, Trockner

etc.) vor Verunreinigungen, Ablagerungen und mechanischen Schäden zu schützen. Die durch die Separation beseitigten Betriebsstörungen führen zu einer optimalen Betriebsführung und erheblichen Einsparungen von Unterhaltskosten.

Funktion

Der Grobstoffdurchlaufabscheider STRAINPRESS® ist eine horizontal liegende, röhrenförmige Vorrichtung zur kontinuierlichen Feststoffabtrennung aus Schlämmen und Abwasser. Die Maschine ist unterteilt in eine Einlauf- und Antriebszone, eine Siebzone, eine integrierte Presszone und einen Austragsteil mit pneumatischem Staukonus. Die zu behandelnde Flüssigkeit wird durch die Siebzone gedrückt. Die auf der Siebfläche zurückgehaltenen Grobstoffe werden von einer als Räumervorrichtung dienenden Schnecke zur Presszone transportiert. Unter langsam steigender Kompression werden die Grobstoffe zu einem Pfropfen zusammengepresst. Das Presswasser und die Flüssigkeit aus der Siebzone werden gemeinsam durch einen Ablaufstutzen den weiteren Verfahrensstufen zur Abwasserreinigung zugeführt. Fremdwasserzuführung für die Siebreinigung wird nicht benötigt.

Betriebsbeispiele

In der Abwasserreinigungsanlage Denver (USA) ist unter der Aufsicht der Metro Wastewater Reclamation, District Colorado, seit 1996 ein Grobstoffdurchlaufabscheider zur

Behandlung von fetthaltigem Schwimmschlamm von der Vorklärung in Betrieb. Der Schwimm-



Abbildung 1: Typische Aufstellung eines Grobstoffdurchlaufabscheider STRAINPRESS®

schlamm wird vor der Siebung auf ca. 60°C erwärmt. Es findet keine Vermischung mit Primärschlamm statt. Der gesiebte Schwimmschlamm wird direkt in den Faulturm gepumpt.

Die STRAINPRESS® SP3 ist eine verkleinerte und verkürzte Ausführung des üblicherweise eingesetzten SP4 Typen. Daher ist hier die Beschickungsmenge mit nur ca. 16 m³/h vergleichsweise gering. Der sehr fetthaltige Schwimmschlamm ist nach der Drucksiebung frei von Feststoffen und wird direkt in den

Faulturm gepumpt. Der separierte Feststoff (Plastikstücke, Plastikbeutel, Haare, Papier usw.) wird auf ca.



50 % TR mit sehr geringem pneumatischen Druck gepresst.

Die Metro Wastewater Reclamation hat als verantwortlicher Betreiber mehrere STRAINPRESS® Maschinen auf verschiedenen Klärwerken im Großraum Denver seit Mitte der 90er Jahre im Einsatz.

Die Abwasserreinigungsanlagen sind je nach Art der Ausrüstung mit Zulaufrechen der Spaltweiten von 3 bis 15 mm ausgestattet.

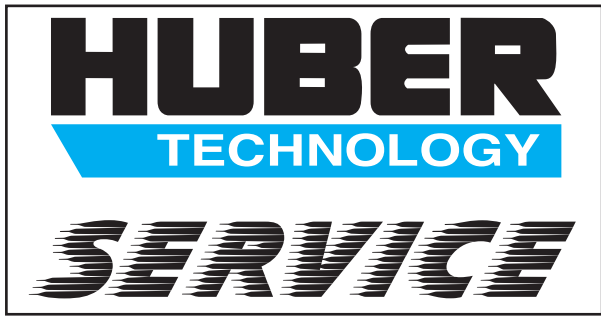
In der Abwasserreinigungsanlage Bülach (Schweiz) sind zwei Grob-

stoffdurchlaufabscheider zur Siebung und Entwässerung von Schwimmschlamm aus der Vorklärung und Nachklärung seit 1986 und 1996 eingesetzt.

In Bülach ist ein Umlaufrechen-system mit 6 mm Spaltweite installiert. Trotz der relativ geringen Spaltweite ist eine Schwimmschlammreinigung notwendig. Die Grobstoffe werden von Schwimmschlamm aus der Vorklärung und Nachklärung entnommen. Beide Schwimmschlamm-typen werden jeweils mit

Primär- und Sekundärschlamm vor der Siebung vermischt und dann gemeinsam zur STRAINPRESS® gepumpt. Die Beschickung ist kontinuierlich mit jeweils einem Volumenstrom von ca. 50 bis 60 m³/h. Die Siebung findet in der konischen Filtrationszone mit einem 5 mm Sieb statt. Die separierten Feststoffe werden in der zylindrischen Presszone mittels pneumatischen Presskonussystems und bei einem 2 mm Lochblech entwässert.

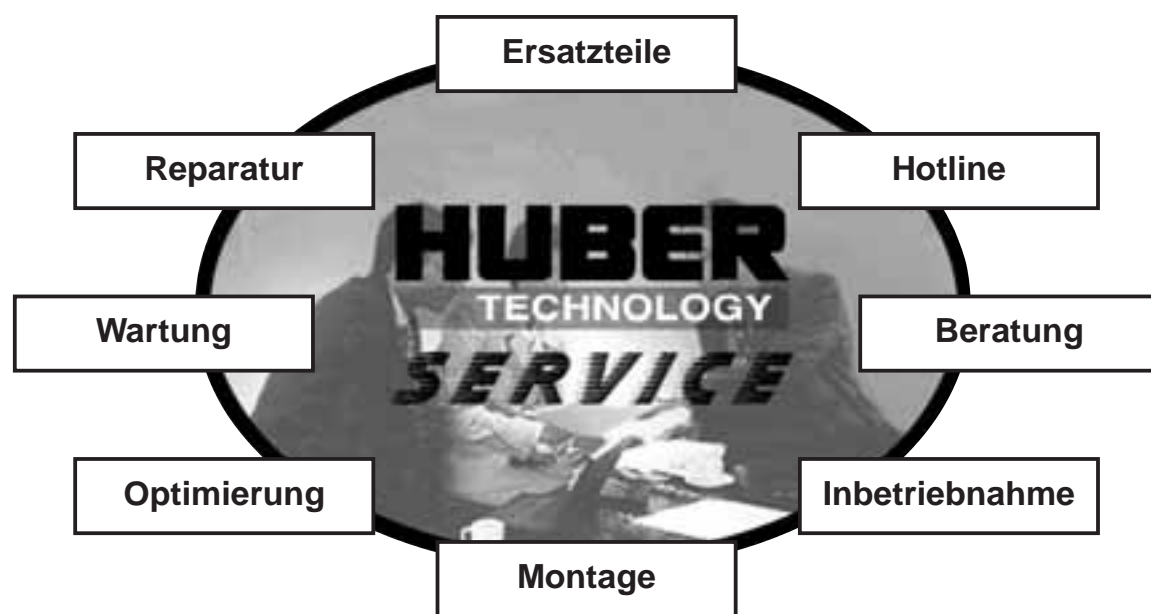
Martin Stumpmeier



Ein kundenorientiertes Produkt der Zukunft!

Hochwertige Maschinen und Anlagen in oft anspruchsvollen und rauen Einsatzgebieten erfordern einen regelmäßigen, fachmännischen Service um **Leistung** und **Betriebssicherheit** dauerhaft zu **sichern**. Aber auch die **Werterhaltung** der Maschinen und die **Vermeidung** von großen und **teuren Folgeschäden** setzt einen regelmäßigen Service durch geschulte und erfahrene Servicetechniker voraus. HUBER Service bietet den Kunden diese wichtigen Dienstleistungen zu HUBER-Produkten, dies ein "Maschinenleben lang"!

HUBER Service begleitet Ihre Maschinen und Anlagen, von der fachgerechten Lieferung und Montage, über alle "After-Sales-Serviceleistungen" hinaus, bis ans Ende ihrer Dienstzeit, kompetent und zuverlässig. Ob unsere Maschinen in **komunalen Anlagen** oder in **Industriebetrieben** im Einsatz sind, wir bieten **für jeden Anwender** das passende und somit wirtschaftlichste Servicepaket.



Sprechen Sie mit uns! Gerne erstellen wir Ihnen ein entsprechendes Angebot.

"Die Zukunft – bei uns bereits in Arbeit!"

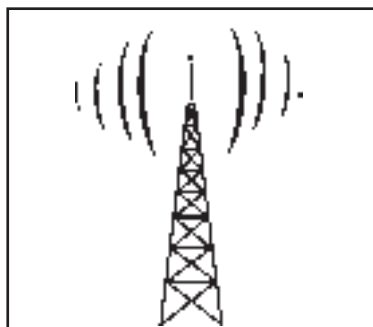
HUBER Service arbeitet schon jetzt an Lösungen für die **Anforderungen der Zukunft** und wird damit Betreibern von HUBER Maschinen und Anlagen weitere, optimierte Serviceleistungen bieten können.

Beispielsweise zu jeder Zeit

- die aktuelle Betriebsweise und die Leistung Ihrer Maschinen bewerten zu können
- übermäßigen Verschleiß und Betriebsstörungen so früh wie nie zuvor besser erkennen und somit weitgehend vermeiden zu können
- die Einsätze unserer Servicetechniker optimal und damit für unsere Kunden mit höchster Wirtschaftlichkeit vorbereiten zu können
- oder mal kurz prüfen, ob Ihre Maschinen im Moment mit optimaler Leistung und der richtigen Betriebsweise bei geringem Verschleiß arbeiten

dies mittels Datenfernabfrage durch Techniker des HUBER Service-Center's!

Eine optimale Ergänzung zu HUBER Serviceeinsätzen vor Ort!



Sie dürfen gespannt sein, auf weitere Service-Informationen hierzu, demnächst von uns!

HUBER Service-Center:

Service-Line: 0 84 62/201-455
 Service-Fax: 0 84 62/201-459
 Service-Mail: service@huber.de

Wir arbeiten an der Zukunft, für und mit unseren Kunden!
 von Paul Neumaier

„Nicht nur Jumbos können fliegen“ Auch HUBER-Maschinen schweben in den nördlichen Breiten fast schwerelos an ihren Standort!



Sie sind zwar nicht so lang in der Luft wie ein Jumbo, aber imposant ist es jedes Mal wieder, wenn unsere tonnenschweren Maschinen lautlos und federleicht von den unterschiedlichsten Kranfirmen vom Lastzug an den für sie bestimmten Ort "einfliegen".

Besonders betrifft dieses unsere Kompaktanlagen, die, wie zuletzt in meinem Vertriebsgebiet auf der Kläranlage Lägerdorf und Skt. Michaelsdonn durch, die Luft schwebten.

Natürlich ist dieses schon beim Aufmaß für den jeweiligen Auftrag ein wichtiger Punkt, den es gilt, im Auge zu behalten. Die Frage, wie

bekomme ich die Maschine mit dem geringsten Aufwand, zügig, schadlos und arbeitsschutztechnisch sicher an ihren Platz, ist für mich bei der Abwicklung des Auftrages ein sehr wichtiger Punkt. Denn schon hier legt man den Grundstein für eine fachgerechte Montage. Viele Kunden sind doch überrascht, dass der Spediteur zu der angegebenen Zeit da ist, der Kran schon in Bereitschaft steht und so die Maschinenmontage beginnt.

Sind sie dann mal an ihrem Standort, erfüllen sie ihre Aufgabe zur Zufriedenheit der Klärwerksbetreiber für viele Jahre.

Peter Holtfreter

Bild 1, rechts:
 "Über den Wolken kann die Freiheit..." KA Skt. Michaelsdonn :Montage Kompaktanlage ; Ro5 80l/s oberirdisch



Bild 2, links:
 "Man gut, dass das Dach noch fehlt" KA Bargtheide:Montage 2 Stück Kompaktanlagen Ro5 80l/s oberirdisch

Bild 3: " Bis hierhin war es ein langer Weg" Waren/Müritz Mischwassersiebung Ro1 1800/7mm



** HUBER-Technology-Preis **

!!!!!!! Naturnahe-Klärtechnik für Entwicklungsländer!!!!!!!

Eine Hauptursache vieler Krankheiten in den Ländern der zweiten und dritten Welt ist die unzureichende Behandlung des häuslichen Abwassers.

End-of-pipe-Lösungen wie die Kläranlagen nach den Standards der Industrieländer sind im Hinblick auf eine nachhaltige Wasser- und Nährstoffkreislaufführung in der Regel weder sinnvoll noch flächendeckend finanzierbar. Darüber hinaus fehlt es an Fachpersonal zum Betrieb dieser Anlagen.

Gesucht wird daher ein neues Konzept zur Abwasserentsorgung und möglichst auch zur Wasserwiederverwertung, mit dem die Bevölkerung von Entwicklungs- und Schwellenländern in weitgehender Eigenleistung die Maßnahmen selber planen, bauen und betreiben kann.

Am Beispiel eines Gebietes in einer ariden Klimazone mit nährstoff- und humusarmen landwirtschaftlichen Nutzflächen, soll das gesuchte Konzept dargestellt werden. Das Gebiet teilt sich dabei auf in ein dichtbebautes Stadtzentrum mit bis zu 2.000 Einwohnern und in einen dünnbesiedelten ländlichen Raum – in dem vor allem Viehzucht betrieben wird – mit rund 500 Einwohnern. Eine flächendeckende Versorgung mit elektrischem Strom kann nicht vorausgesetzt werden.

Teilnahmebedingungen

Teilnehmen können alle Studierenden eines ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Studienganges an einer deutschen Hoch- oder Fachhochschule. Das Konzept zur Selbstbauklärtechnik für Entwicklungsländer muss enthalten:

- Angaben zum Verfasser/zu den Verfassern
- Kurzfassung
- Konzeptidee
- Zeichnungen und Bauanleitung aller Konzept-Elemente
- Leistungsdaten, Kostenkalkulation und Nutzen des Konzeptes
- Verwendete Unterlagen, Literatur, Unterstützung
- Erklärung über die selbständige Bearbeitung

Von den eingesandten Beiträgen werden durch eine Fachjury die drei besten, originärsten und erfolgversprechendsten Konzepte ausgewählt. Die Übergabe der Preise erfolgt auf der Desar-Tagung im Frühjahr 2004 in Berching.

1. Preis: 5.000.- Euro, 2. Preis: 3.000.- Euro 3. Preis: 2.500.- Euro

Nähere Angaben zu den Teilnahmebedingungen erteilt Ihnen gerne

Herr Dr. Oliver Christ unter Telefon +49-8462-201-730 oder oliver.christ@huber.de.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Ansprüche aus der Teilnahme gegenüber der Hans Huber AG sind ausgeschlossen.

Alle eingereichte Unterlagen bleiben geistiges Eigentum des/der Verfasser/s.

Nutzen Sie wieder Ihre Gewinnchance

1. Preis: Mobiltelefon
im Wert von 300.- €

3. Preis: Mobiltelefon
im Wert von 150.- €

2. Preis: Mobiltelefon
im Wert von 200.- €

Sowie 30 weitere attraktive Preise.

Gewinner aus REPORT 3/02:

- 1. Preis Kofferset für 300 €**
Gerd Olaf Osterkamp
24113 Kiel-Molfsee
- 2. Preis Kofferset für 200 €**
Claudia Glave
38350 Helmstadt
- 3. Preis Kofferset für 150 €**
André Clauß
08340 Schwarzenberg

Herzlichen Glückwunsch!

Füllen Sie den Fragebogen aus und senden Sie diesen an:

Hans Huber AG
Maschinen- und Anlagenbau
Postfach 63
D-92332 Berching

Absender nicht vergessen !

Mitmachen können alle HUBER-REPORT-Bezieher. Ausgenommen sind Mitarbeiter und Angehörige der Firma HUBER. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Die Gewinner werden schriftlich benachrichtigt.

Impressum:

HUBER-REPORT
Aktuelle Nachrichten für die Kunden und Freunde der Hans Huber AG

Ansprechpartnerin:
Frau Marina Rodler
Maria-Hilf-Straße 3-5
92334 Berching
Tel.: 08462/201-382

Satz/Layout: HUBER Marketing

Erscheinungsdatum: März 2003

Druck: M. W. Bauer, Beilngries
Auflage dieser Ausgabe: 33.000

Unsere Fragen:

Wo befindet sich der Stand der Hans HUBER AG auf der Wasser Berlin?

- Halle 1.2, Stand 225
- Halle 3.1, Stand 162
- Halle 2.4, Stand 312

Auf welcher Anlage ist eine KULT 40 Trocknungsanlage in Betrieb?

- KA Schwyz
- KA Knautnaundorf
- KA Schwägalp

Welchen besonderen Vorteil hat der CONTIFLOW® Sandfilter?

- Geringer Stromverbrauch
- Hoch liegender Eintritt ins Sandbett
- Hoch liegender Eintritt ins Sandbett

Wie viele Menschen versorgt HUBER SafeDrink® im Projekt Sudan Dongula City/El Dabba mit Trinkwasser?

- mehr als 10.000
- mehr als 50.000
- mehr als 70.000

Ankreuzen, auf Postkarte kleben oder in ein Kuvert stecken und ab geht die Post.

Besuchen Sie uns auf der WASSER Berlin!



Halle 1.2 Stand 225

Kuriositäten aus dem Abwasserbereich

- Symbiose Edelstahl-Tomatenpflanze



Bei einem Besuch auf einer KA konnte ich diesen Schnappschuß machen. Was sieht man da an einer FAS am Rutschenübergang einer Sandaustragsschnecke – eine vor Kraft strotzende und gedeihende Tomatenpflanze. Es ist natürlich keine Mutation. Hut ab, besonders ihre Samen überstehen bei der Nahrungsaufnahme die Verdauungsvorgänge und können sogar an so einer Stelle austreiben. Ob nun auch die Früchte dort geerntet wurden, kann ich leider nicht sagen. Die Züchter möchten natürlich anonym bleiben.
von Peter Holtfreter

Besuchen Sie uns auf der WASSER Berlin!



Halle 1.2 Stand 225