

The background of the slide is a light blue gradient. It is decorated with numerous realistic water droplets of various sizes. Some droplets are at the top, appearing to fall or have just landed, while others are at the bottom, some larger and more prominent. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

OTPADNI MULJ – PROBLEMI I RJEŠENJA

VALPOVO, ožujak 2024.

Dr. Zijah Mahmutspahić
z.mahmutspahic@gmail.com

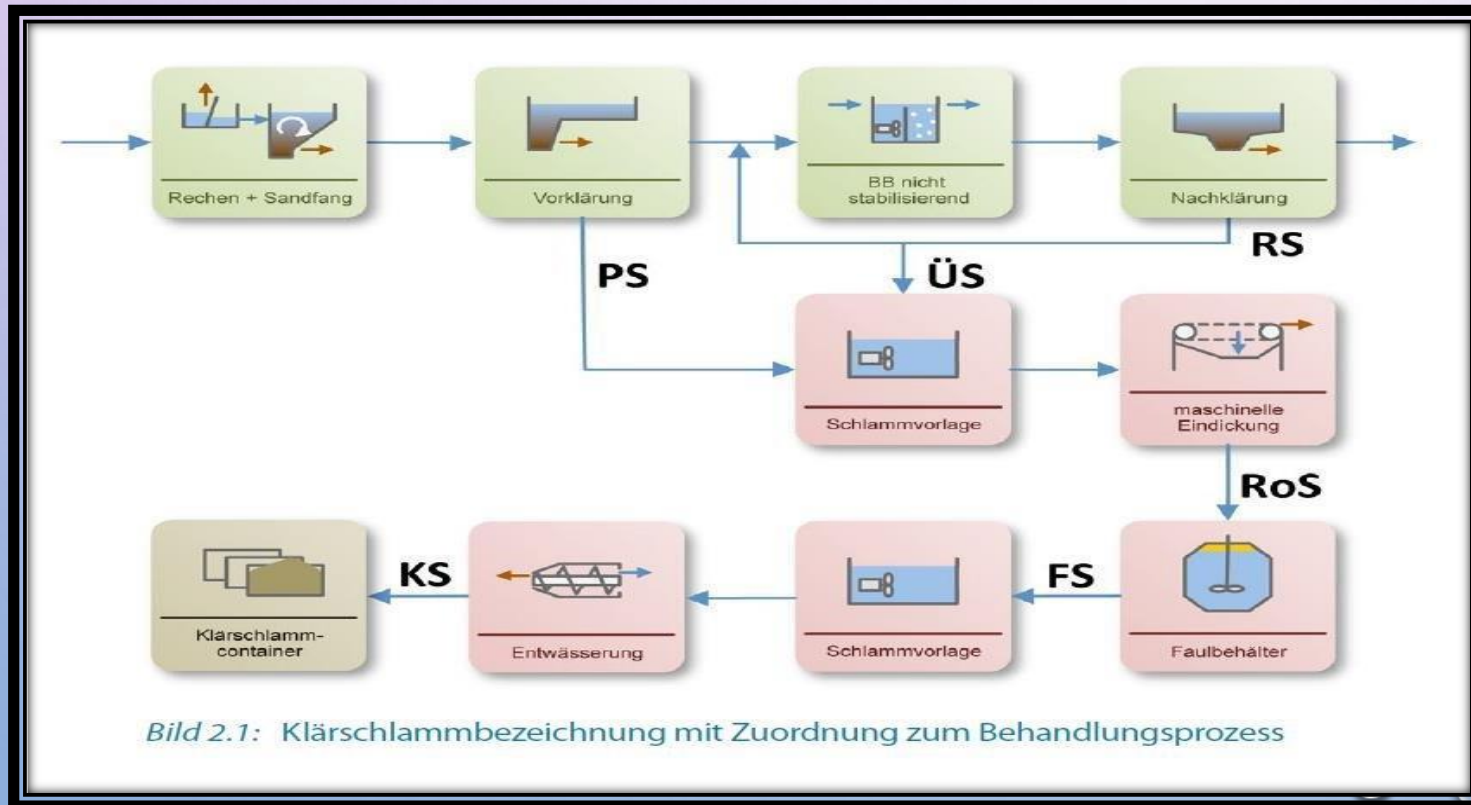
- SVI MULJEVI SA UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA (19 08 05) NALIK SU JEDAN NA DRUGI, SVAKI MULJ SA UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA (19 08 12) RAZLIČIT JE NA SVOJ NAČIN.
- GOVORIM SAMO O 19 08 05 – „KOMUNALNI OTPADNI MULJ”

- NA UPOV-IMA NAKON PROČIŠĆAVANJA OTPADNE VODE OSTAJE, I.A., ZA ZBRINUTI OTPADNI MULJ
- OTPADNI MULJ OSTAJE U KOLIČINI KOJA ODGOVARA CC. - 1% OBRAĐENE OTPADNE VODE



Slika 0 – Sirovi mulj (mulj prije obrade)

DEFINICIJA: OTPADNI MULJ PREDSTAVLJA KOMBINACIJU/MJEŠAVINU SUHE TVARI I „VODE”, A NASTAJE FIZIKALNIM POSTUPKOM SEDIMENTACIJE U OBJEKTIMA TALOŽNIKA U POSTUPKU OBRADE OTPADNE VODE



Slika 1 – Vrste mulja po mjestu nastanka i po stupnju obrade

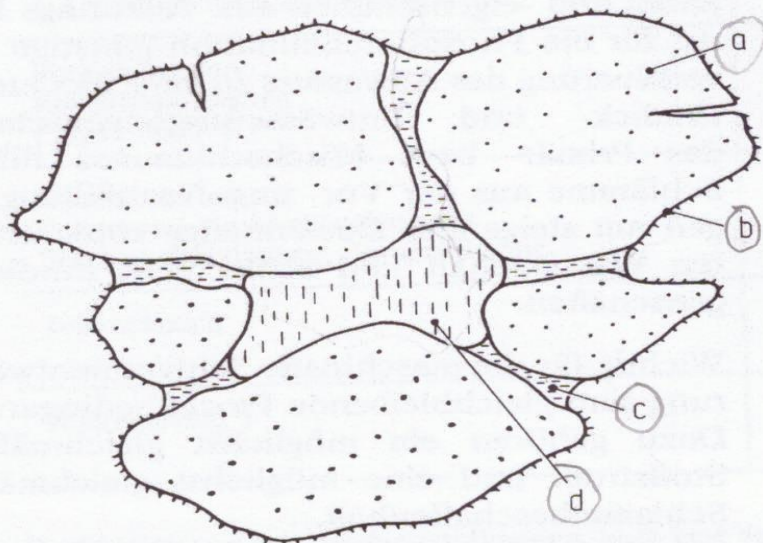


Bild 6.2-1

Schematische Darstellung der Restflüssigkeitsanteile [7]
a) Innenwasser, b) Benetzungs- und Haftwasser,
c) Kapillarwasser, d) Zwischenraumwasser

Slika 2 – Vrste vode (po načinu veze) u muljnom kolaču:

A - INTRAMOLEKULARNA VODA

B – VEZNA VODA

C – KAPILARNA VODA

D – SLOBODNA VODA

- **OBILJEŽJA/KARAKTERISTIKE OTPADNOG MULJA**

1. KOLIČINA SUHE TVARI (%)

UDIO VODE U MULJNOM KOLAČU JE NAJBITNIJA TEHNIČKA KARAKTERISTIKA MULJA A NAJČEŠĆE SE IZRAŽAVA PREKO KOLIČINE SUHE TVARI ST(%). KOLIČINA SUHE TVARI U MULJU IZRAŽENA JE U POSTOTKU TEŽINE (SUŠENJE NA 105C). TAJ UDIO SE KROZ OBRADU MULJA MIJENJA.

PRIMJER: OTPADNI MULJ SA UDJELOM VODE OD 90%, IMA 10% SUHE TVARI. DEHIDRACIJOM MULJA SE UDIO VODE SMANJI NPR. SA 90% NA 80%, A TIME SE UDIO SUHE TVARI POVEĆA SA 10% NA 20%. UKOLIKO JE VOLUMEN MULJA NA POČETKU BIO 50 M3, ONDA SE OVOM ODVODNOM DOBIJE NOVI VOLUMEN $V2 = V1 \cdot T1 / T2$, $V2 = 50 \cdot 10 / 20$, $V2 = 25 \text{ M3}$. SPUŠTANJEM UDJELA VODE ZA 10% VOLUMEN MULJA SE SMANJI ZA 50%

2. UDIO ORGANSKE TVARI U SUHOJ TVARI MULJA (%)

OVA OSOBINA MULJA GOVORI KOLIKI JE UDIO ORGANSKE TVARI U SUHOJ TVARI MULJA OST (%). (KOLIČINA KOJA ISHLAPI NA 550C-600C – „GUBITAK ŽARENJEM”). TAJ UDIO SE KROZ OBRADU MULJA MIJENJA. U SIROVOM MULJU JE UDIO ORGANSKE TVARI OKO 70%, U DOBRO STABILIZIRANOM MULJU JE UDIO ORGANSKE TVARI OKO 50%, A SPALJIVANJEM SE SPUŠTA NA 0%

Tabelle 5.35: Liste des Schlammanfalls

	a Feststoff- anfall in g/(E · d)	b Fest- stoff- gehalt in %	c Glüh- verlust in %	d Schlamm- anfall in l/(E · d) $\frac{a}{b} \cdot \frac{100}{1000}$
A. Absetzanlage mit Faulraum:				
1. roher, unter Wasser abgepumpter Schlamm aus Trichterbecken	45	2,5	70	1,80
2. wie vor, eingedickt	45	5,0	70	0,90
3. ausgefauter Schlamm, eingedickt	30	10,0	45	0,30
4. ausgefauter Schlamm, entwässert	30	30,0	45	0,10
B. Tropfkörper mit Faulraum:				
5. Schlamm d. Nachklärbecken	25	4,0	70	0,63
6. roher, gemischter Schlamm aus Vor- u. Nachklärbecken, eingedickt	70	4,7	67	1,50
7. ausgefauter, gemischter Schlamm, nass	45	3,0	50	1,50
8. ausgefauter Schlamm, entwässert	45	28,0	50	0,16
C. Belebungsanlage mit Faulraum oder aerober Schlammstabilisation:				
9. Primärschlamm aus der Vorklärung ($t_{R,VK} = 0,5 - 1$ h), eingedickt	40	5,0	70	0,80
10. roher, gepumpter Überschussschlamm	40	0,7	65	5,70
11. roher, gemischter Schlamm aus Vorbecken und Überschussschlamm, eingedickt	80	4,0	67	2,00
12. ausgefauter, gemischter Schlamm, nass	50	2,5	50	2,00
13. ausgefauter, gemischter Schlamm, entwässert	50	22,0	50	0,23
14. aerob stabilisierter gemischter Schlamm, eingedickt	55	2,5	65	2,20
15. wie vor, entwässert	55	20,0	65	0,28
D. Chemische Fällung und Flockung:				
16. Vorfällung, roher Schlamm der Vorklärbecken, eingedickt	65	4,0	65	1,60
17. Schlamm der Vorfällung, ausgefaut und eingedickt	45	5,0	45	0,90
18. Simultanfällung (beim Belebungsverfahren), roher Schlamm aus Vor- und Nachklärbecken, eingedickt	90	4,0	65	2,25
19. Gemischter Schlamm der Simultanfällung, ausgefaut und eingedickt	60	3,0	50	2,00
20. Nachfällung, roher Schlamm der Tertiärstufe, eingedickt	15	1,5	40	1,00

Slika 3 – Lista mulja (IMHOFF)

- **PRERADA OTPADNOG MULJA NA UPOV-IMA:**

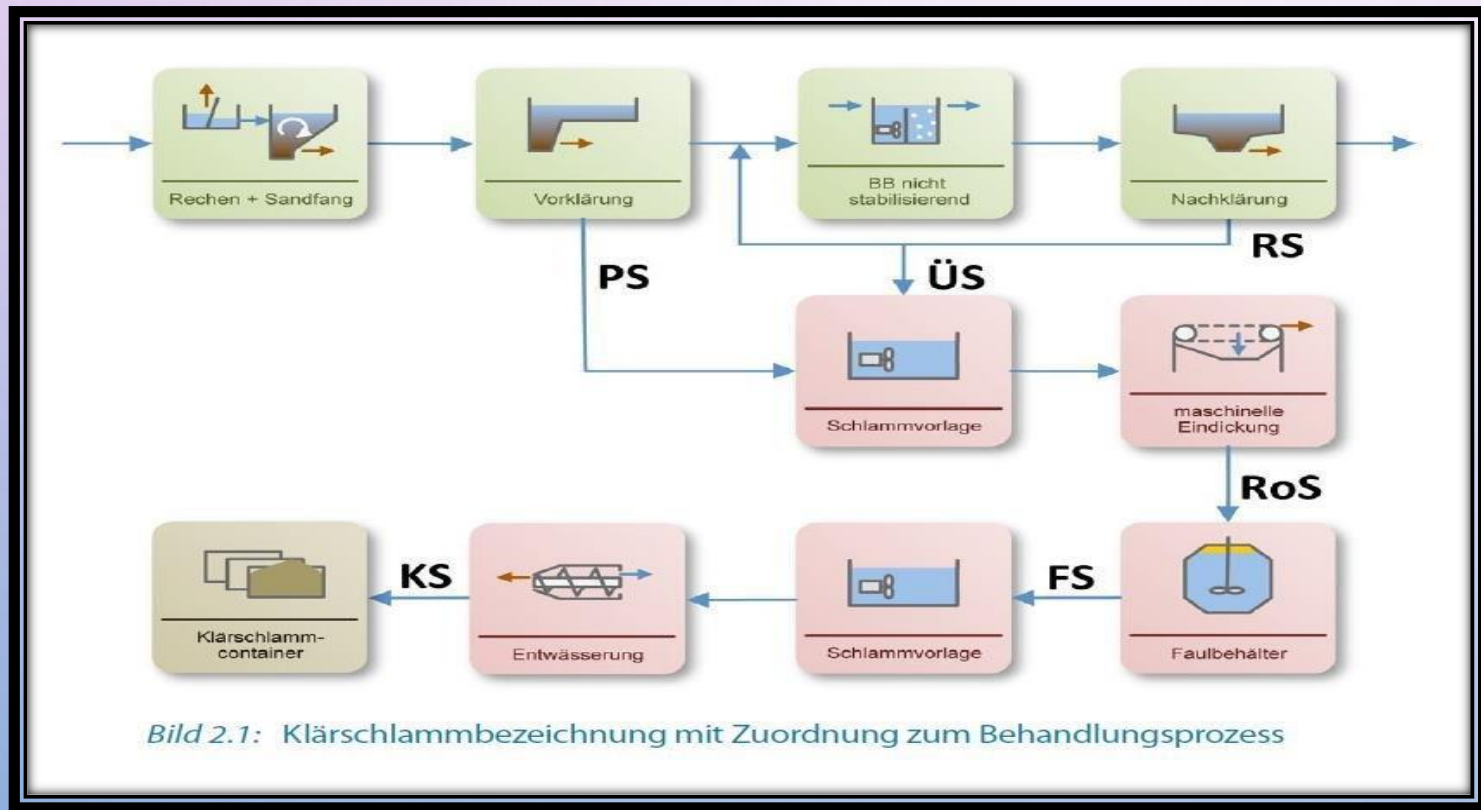
1. ZGUŠNJAVANJE

2. STABILIZACIJA

3. DEHIDRACIJA

KONDICIONIRANJE MULJA SU POSTUPCI POBOLJŠAVANJA NEKIH SVOJSTAVA MULJA, KOJI PRETHODE FAZAMA PRERADE MULJA, NPR. STABILIZACIJI MULJA (DEZINTEGRACIJA MULJA POSTUPKOM HIDROLIZE) ILI DEHIDRACIJI MULJA (DODAVANJE POLIMERA)





Slika 4 – Vrste mulja po mjestu nastanka i po stupnju obrade

- ZGUŠNJAVANJE MULJA

PRVI KORAK U ODVAJANJU KRUTE FRAKCIJE OD VODE JE POSTUPAK ZGUŠNJAVANJA. ZGUŠNJAVANJE MOŽE BITI PRVI KORAK OBRADE SIROVOG MULJA ALI SE U TEHNOLOŠKOJ SHEMI MOŽE IĆI I NA ZGUŠNJAVANJE STABILIZIRANOG MULJA

ZGUŠNJAVANJEM SE SMANJUJE OBUJAM MULJA ŠTO U NASTAVKU OBRADE MULJA SMANJUJE DIMENZIJE OBJEKATA, OPREME, SREDSTAVA ZA KONDICIONIRANJE MULJA, ELEKTRIČNE ENERGIJE I SL.

ZGUŠNJAVANJE SE MOŽE RADITI KAO STATIČKO ILI KAO STROJNO ZGUŠNJAVANJE

STATIČKO ZGUŠNJAVANJE – UGLAVNOM PRIMARNOG MULJA, VISOKI ORGANSKI UDIO, ST 8% NAKON 24 SATNOG ZADRŽAVANJA U STATIČKOM/STACIONARNOM ZGUŠNJIVAČU

STROJNO ZGUŠNJAVANJE – UGLAVNOM VIŠKA SEKUNDARNOG MULJA, TEŠKO SE SEDIMENTIRA, MANJI UDIO ORGANSKE TVARI I ST 5-7% NAKON STROJNOG ZGUŠNJAVANJA

308

Zweiter Teil: Abwasserbehandlung

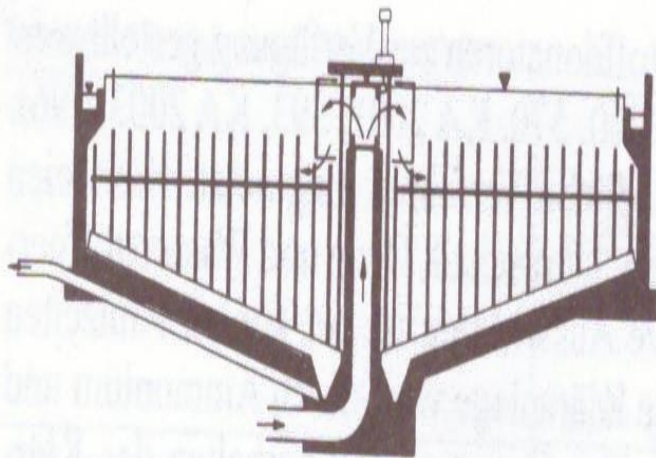


Bild 5.62: Kontinuierlich betriebener Eindicker mit Rührstäben

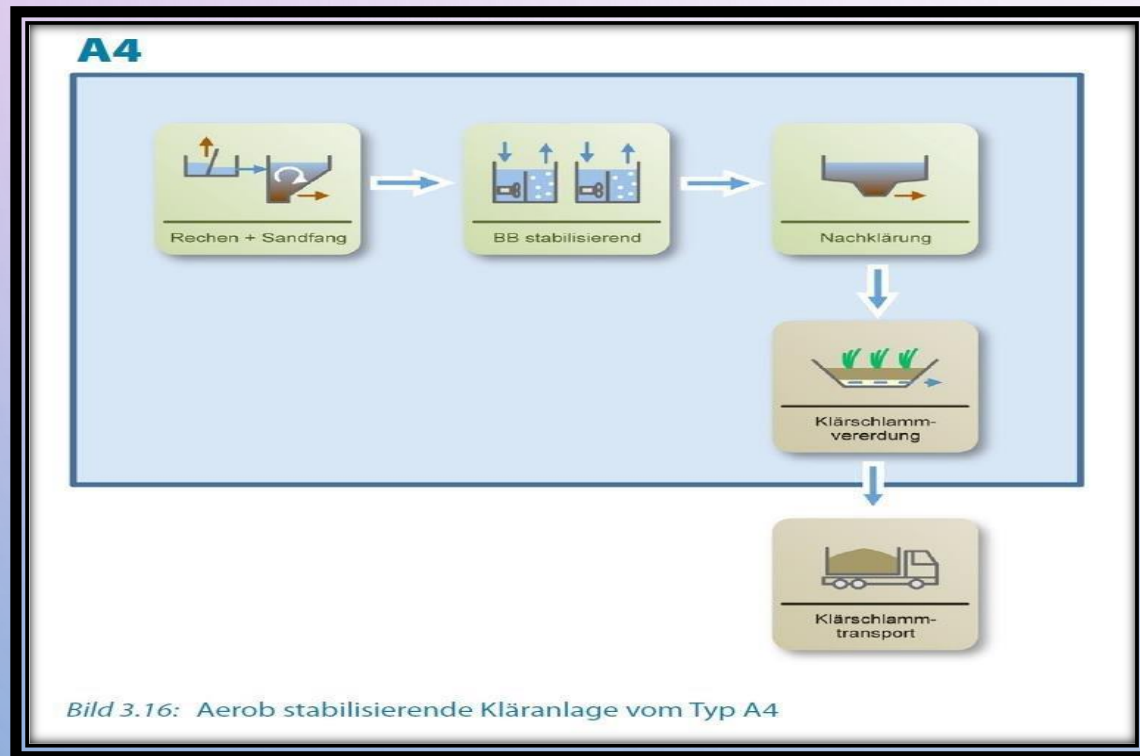
Slika 5 – Statički zgušnjivač

- STABILIZACIJA MULJA

STABILIZACIJA JE POSTUPAK KOJIM SE OMETA, SMANJUJE ILI SPRIJEČAVA MOGUĆNOST DALJNJEG TRULJENJA MULJA (POSLJEDIČNO TOME RAZVITKU NEUGODNIH MIRISA). TRULJENJE MULJA AEROBNA JE ODNOSNO ANAEROBNA RAZGRADNJA ORGANSKE TVARI UZ POMOĆ MIKROORGANIZAMA.

STABILIZACIJA MULJA MOŽE BITI BIOLOŠKA (AEROBNA ILI ANAEROBNA) ILI KEMIJSKA (NPR. DODAVANJEM VAPNA).

- AEROBNA SIMULTANA STABILIZACIJA MULJA ODVIJA SE NA NAČIN DA SE STABILIZACIJA MULJA ODVIJA PARALELNO SA PROČIŠĆAVANJEM OTPADNE VODE. OVAJ NAČIN STABILIZACIJE JE PREPORUČLJIV ZA UPOV-E DO 20.000 ES. AEROBNO STABILIZIRANI MULJ SE VADI IZ NAKNADNIH TALOŽNIKA SVAKA 2-4 TJEDNA
- KOMUNALNI MULJ KOJI JE SIMULTANO AEROBNO STABILIZIRAN, SMATRA SE STABILIZIRANIM UKOLIKO JE $BPK_5/KPK < 0,15$ (IZMJERENO KOD ELUATA MULJA)



Slika 6 – Aerobna stabilizacija mulja

- ANAEROBNA STABILIZACIJA MULJA

ANAEROBNA STABILIZACIJA MULJA – ANAEROBNI BIOKEMIJSKI PROCES ČIJI SU NOSITELJ BAKTERIJE, ODVIJA SE BEZ PRISUSTVA ZRAKA

NAJČEŠĆE SE GRADE SAMOSTALNI DIGESTORI, ČIJI SE VOLUMEN GRUBO RAČUNA SA 30-50 L/ES. DIGESTORI SE GRIJU NA TEMPERATURU OD 25-30 STUPNJEVA (MEZOFILNE BAKTERIJE) – NPR. 28 DAN NA 30 STUPNJEVA ILI 14 DANA NA 55 STUPNJEVA (TERMOFILNE BAKTERIJE)

FORME DIGESTORA I ZAŠTO JE JAJOLIKA FORMA NAJBOLJA – DOBRA PROMIJEŠANOST, NEMA MRTVIH KUTEVA, MALA POVRŠINA ZA POTENCIJALNI PLIVAJUĆI MULJ (LAKŠE SE RAZBIJE)

PROIZVODNJA BIOPLINA - DOBAR POKAZATELJ UČINKOVITOST STABILIZACIJE

AN

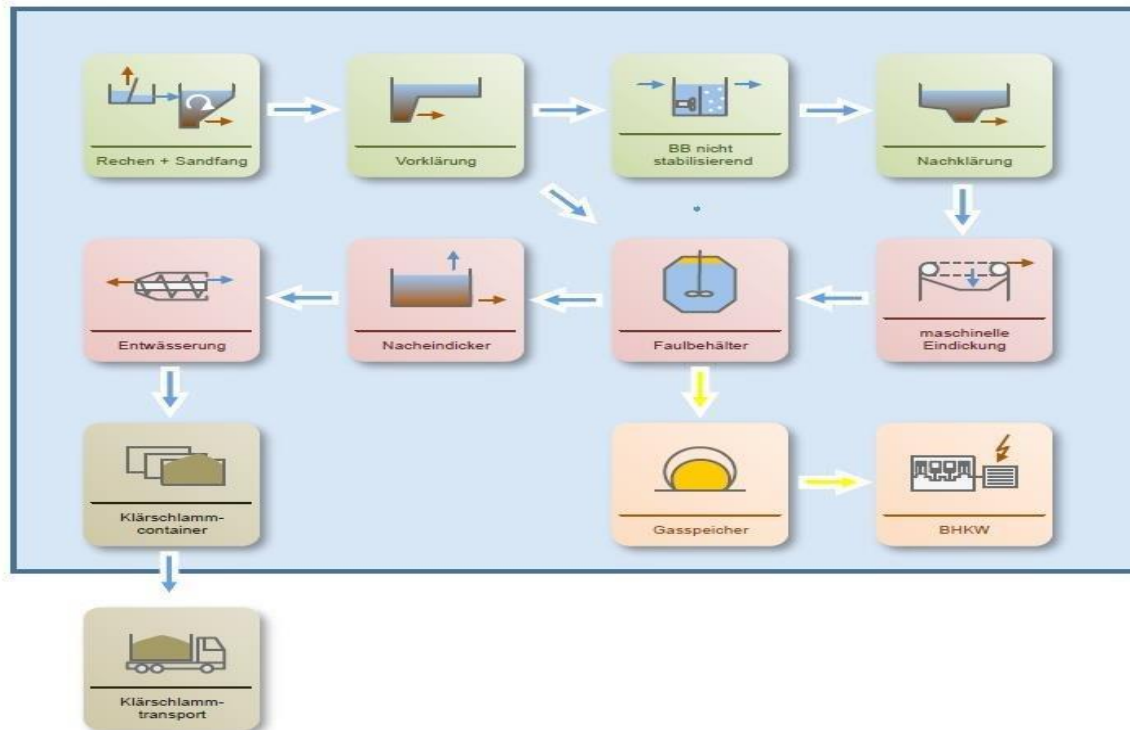


Bild 3.18: Kläranlage mit anaerober Stabilisierung (AN)

Slika 7 – Anaerobna stabilizacija mulja

Slika 8 - Digestori

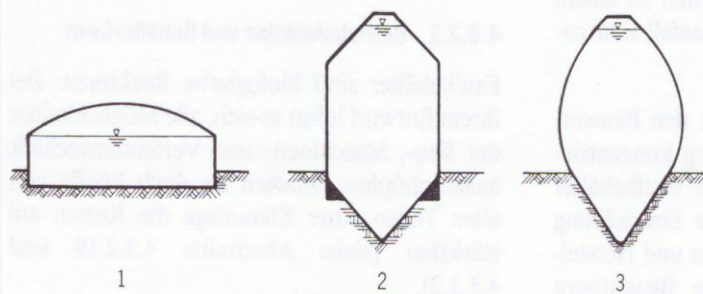
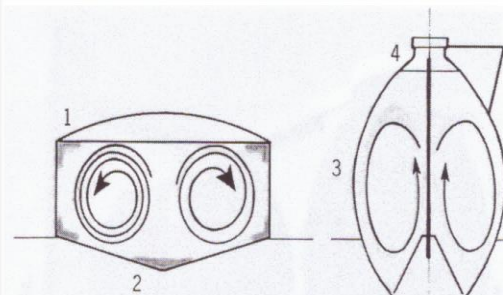


Bild 4.3.2-3

Faulbehälterformen:
1 angelsächsische Form
2 klassische kontinental-europäische Form
3 Eiform [10]



Angelsächsische Form

Eiform

- 1 Toträume verursachen das Ansammeln schlecht ausgefallter Stoffe
- 2 Ablagerungen erfordern regelmäßige Außerbetriebnahme zur Reinigung
- 3 wenig undurchmischter Raum zur Akkumulation von Feststoffen
- 4 kleiner Schlamm Spiegel minimiert die Schwimmschlammdecke

Bild 4.3.2-2

Vergleich der Schlammumwälzung in angelsächsischen und eiförmigen Faulbehältern

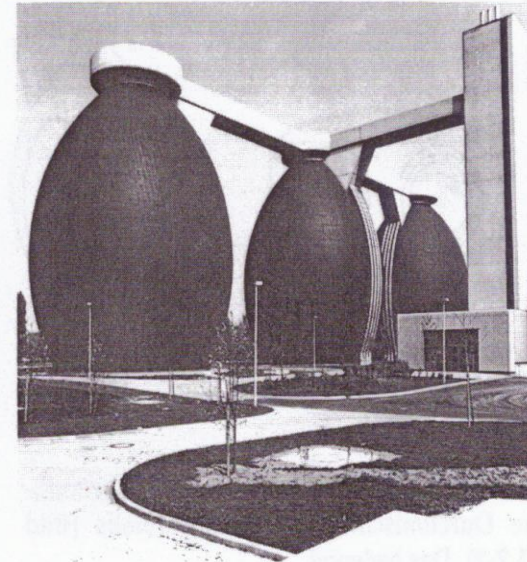
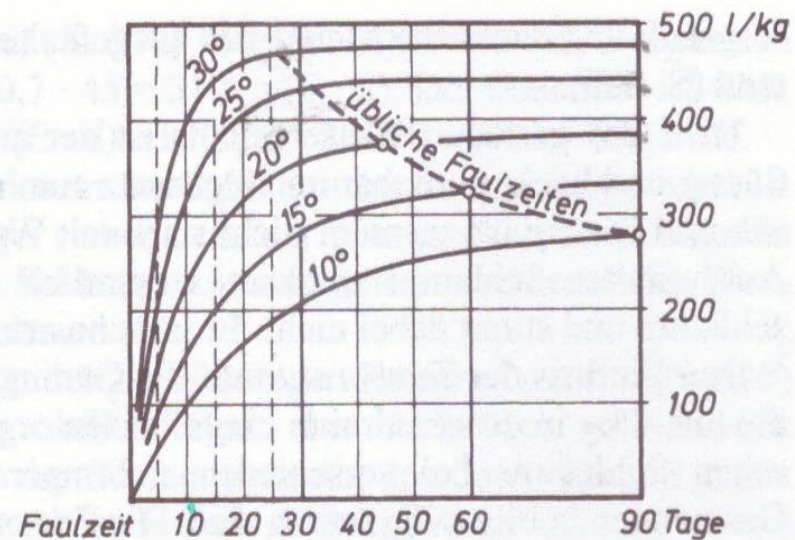


Bild 4.3.2-1

Faulbehältergruppe Klärwerk Duisburg-Kaßlerfeld,
 $3 \times 8720 \text{ m}^3$ [Ruhrverband]

Bild 5.63: Gasentwicklung aus 1 kg wasserfreien organischen Stoffen des in den Faulraum eingeführten frischen Schlammes im reifen Faulraum bei verschiedenen Temperaturen nach Fair und Moore (Sewage Works Journal, 1937, 3) mit deutschen Gaszahlen



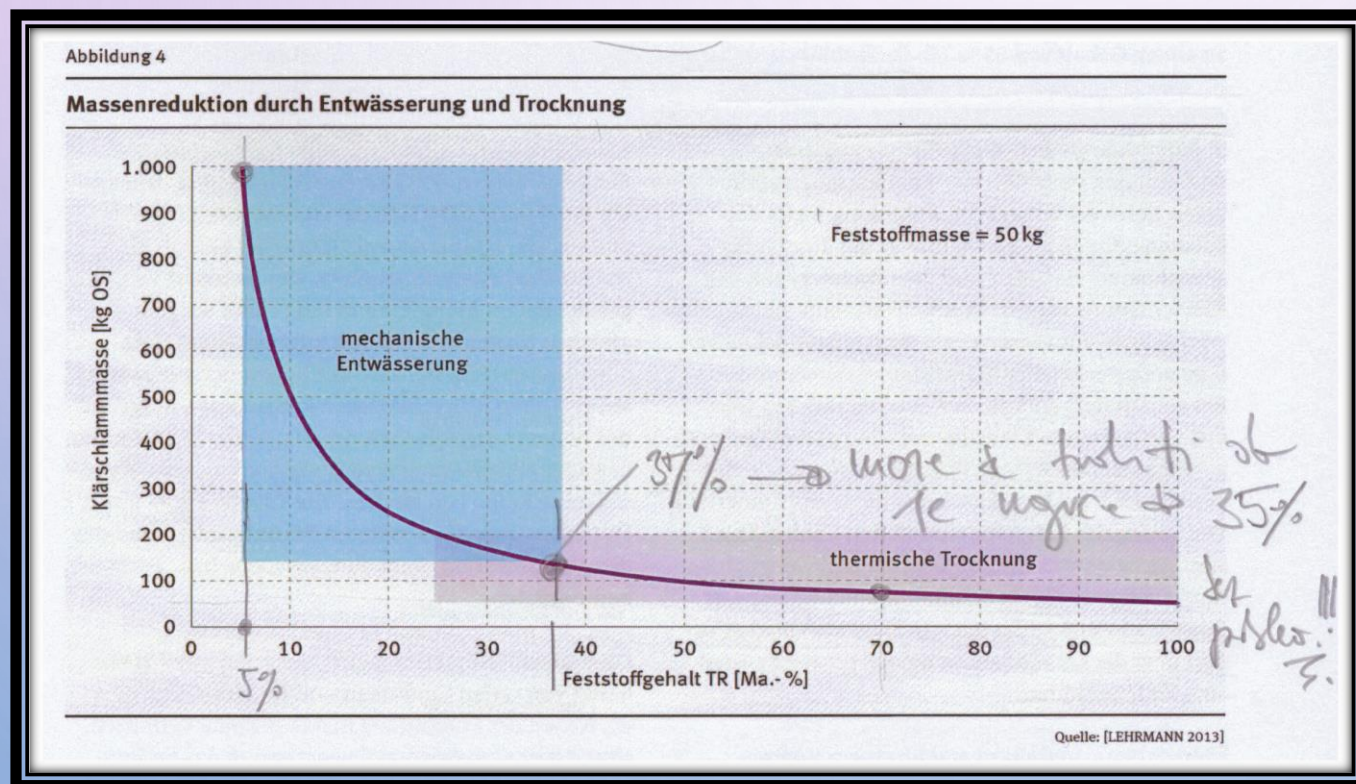
Slika 9 – Proizvodnja bioplina

- DEHIDRACIJA MULJA

DALJNI POSTUPAK ODVAJANJE VODE OD KRUTE FRAKCIJE MULJA

MOŽE BITI STROJNA, BIOLOŠKA, TERMIČKA OBRADA/SUŠENJE

NAPOMENA: TERMIČKA OBRADA SE MOŽE SMATRATI I POSEBNIM POSTUPKOM OBRADJE MULJA, JER ONA OBJEDINJUJE OBA CILJA OBRADJE MULJA: POVEĆANJE ST I SMANJENJE OST



Slika 10 – Promjena mase/volumena postupcima dehidracije i sušenja

- DEHIDRACIJA MULJA – STROJNA (UZ KORIŠTENJE POLIMERA)

CENTRIFUGA

ST 25%

TLAČNA CJEDILJKA

ST 35%

TRAKASTA CJEDILJKA

ST 25%

352

Zweiter Teil: Abwasserbehandlung

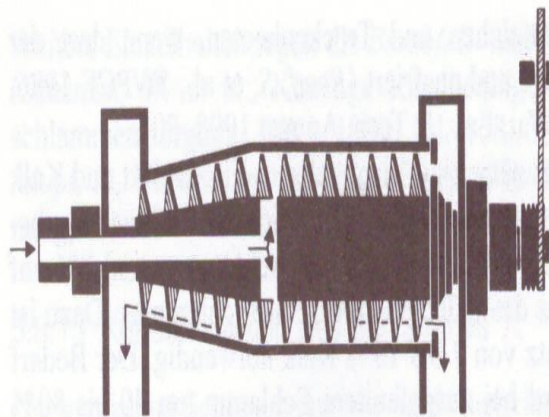


Bild 5.71: Vollmantel-Schnecken-zentrifuge

5. Berechnung und Planung der Klärwerke

353

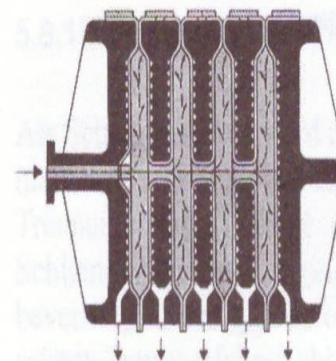


Bild 5.72: Filterpresse

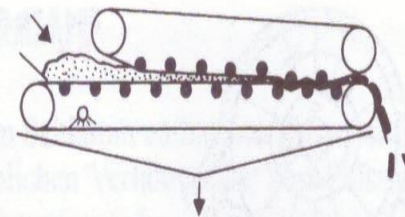


Bild 5.73: Siebbandpresse in einfacher Ausführung

Slika 11 – strojna dehidracija

- BIOLOŠKA DEHIDRACIJA

ONO ŠTO KOLOKVIJALNO ZOVEMO – OZEMLJAVANJE MULJA

U MULJNE BAZENE SE UPUŠTA STABILIZIRANI MULJ. U BAZENE SE SADE BILJKE (PHRAGMITES AUSTARLIS -TRSKA). DUBINA JE IZMEĐU 1-1,7M, A RAČUNA SE POVRŠINA OD 0,5 M²/ES. NAKON CA. 7-10 GODINA I DODATNO JOŠ 1 GODINU DA SVE ODLEŽI POSTUPAK JE ZAVRŠEN. DOSTIŽE SE ST OD 25-40%

VAŽNO: FAZA LJEPLJIVOSTI MULJA ST 40-50% SE U SVAKOM POSTUPKU DEHIDRACIJE POKUŠAVA IZBJEĆI

- TERMIČKA DEHIDRACIJA - SUŠENJE MULJA

SUŠENJE MULJA JE TERMIČKI NAČIN DEHIDRACIJE MULJA.

SUŠENJE MULJA VEZANO NA STUPANJ ST KOJA SE POSTIŽE SUŠENJEM DIJELI SE NA DJELOMIČNO SUŠENJE $<85\%$ I POTPUNO SUŠENJE $>85\%$.

SUŠENJE MULJA MOŽE SE OSTVARITI SOLARNIM SUŠENJEM I STROJNIM SUŠENJEM

SOLARNIM SUŠENJEM SE MOŽE OSTVARITI ST 65-70%, A SA STROJNO POTPOMOĞNUTIM SOLARNIM SUŠENJEM I ST $> 85\%$

STROJNIM SUŠENJEM (NPR. TRAKASTIM SUŠAČIMA, ROTACIONIM SUŠAČIMA) SE POSTIŽE ST $>85\%$

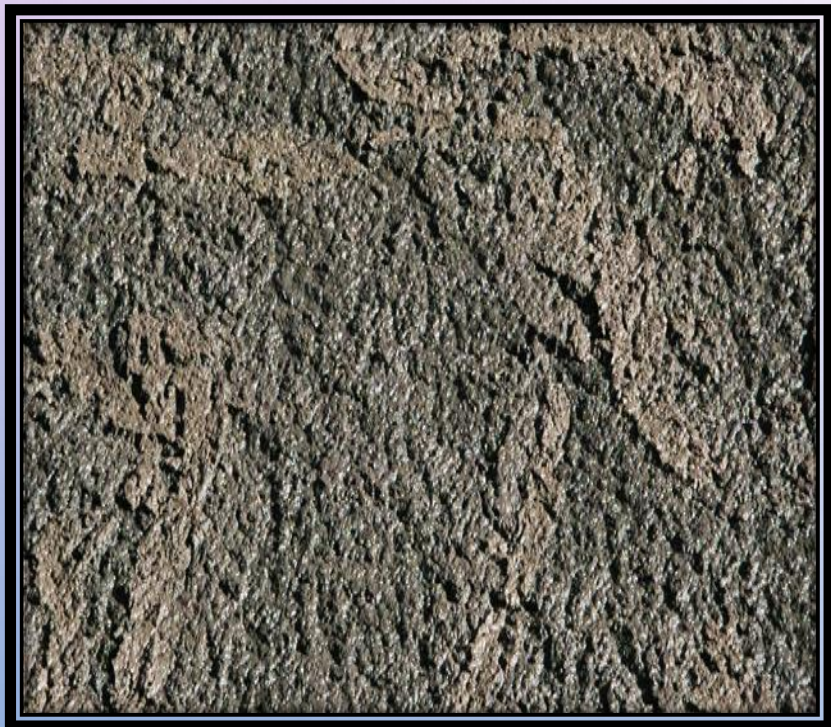


Slika 12 - Solarno sušenje



Slika 13 – Strojno sušenje mulja

Slika 14 – Od sirovog do osušenog mulja



- **OBRADA MULJA**

NAKON ŠTO JE MULJ DEHIDRIRAN, ZAVRŠENA JE PRERADA MULJA NA UPOV-U I POSTAVLJA SE PITANJE NJEGOVE DALJNJE OBRADU

OBRADA OTPADA – POSTUPCI OPORABE ILI ZBRINJAVANJA OTPADA, UKLJUČIVO I PRIPREMU PRIJE OPORABE ILI ZBRINJAVANJA

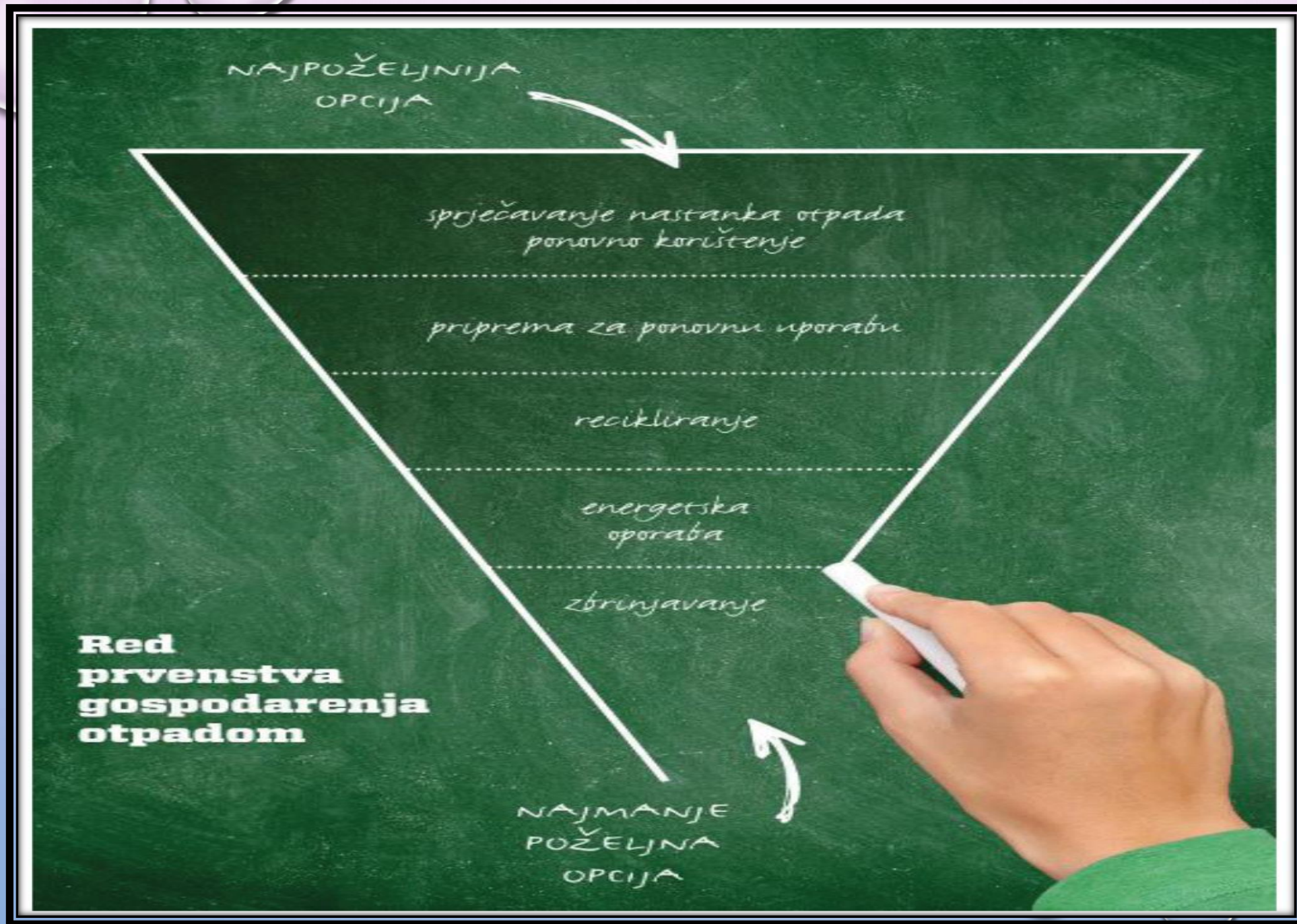


Slika 15 – Sirovi mulj



Slika 16 – Najčešći rezultat obrade mulja na UPOVu: Anaerobno stabiliziran i dehidriran mulj, ST 22%, OST 50%





Slika 17– Red prvenstva
gospodarenja otpadom

- U NASTAVKU SE DAJU POTENCIJALNI TEHNIČKI PUTEVI OBRADJE MULJA SUKLADNO HIJERARHIJI GOSPODARENJA OTPADOM:

MATERIJALNA OPORABA/RECIKLIRANJE,

OSTALE VRSTE OPORABE/ENERGETSKA OPRABA,

ZBRINJAVANJE

1. POSTUPCI MATERIJALNE OPORABE MULJA

(SVAKI POSTUPAK, ČIJI JE GLAVNI REZULTAT UPORABA OTPADA U KORISNE SVRHE, KADA OTPAD ZAMJENJUJE DRUGE MATERIJALE, KOJE BI INČE TREBALO UPORABITI ZA TU SVRHU)

- KORIŠTENJE MULJA U POLJOPRIVREDI
- KORIŠTENJE MULJA ZA PROIZVODNJU KOMPOSTA KLASSE III I NASTAVNO KORIŠTENJE KOMPOSTA U ŠUMARSTVU, HORTIKULTURI, SANACIJI DEGRADIRANIH TALA I NE-POLJOPRIVREDI (NPR. INDUSTRIJSKO BILJE)???
- KORIŠTENJE MULJA U INDUSTRIJI GRAĐEVNIH PROIZVODA

- ZA KORIŠTENJE OTPADNOG MULJA U POLJOPRIVREDI U RH POSTOJI LEX SPECIALIS KOJIM JE UREĐENO KORIŠTENJE MULJA U POLJOPRIVREDI.
- PRAVILNIKOM SU UTVRĐENI UVJETI KAKO ZA OTPADNI MULJ TAKO I ZA TLO NA KOJE SE TAJ MULJ MOŽE APLICIRATI KAO I TLA NA KOJIMA JE ZABRANJENO KORIŠTENJE MULJA



Slika 18 - Korištenje mulja u poljoprivredi

- KORIŠTENJE MULJA ZA PROIZVODNJU KOMPOSTA BILO JE REGULIRANO PRAVILNIKOM O NUSPROIZVODIMA I UKIDANJU STATUSA OTPADA. U NOVOM PRAVILNIKLU O UKIDANJU STATUSA OTPADA GA NEMA. KOMPOST JE GNOJIDBENI PROIZVOD. UPUĆUJE SE NA PROPIS O GNOJIDBENIM PROIZVODIMA.

KOMPOSTIRANJE JE POSTUPAK BIOLOŠKE STABILIZACIJE MULJA U AEROBNIM UVJETIMA. MULJ SE MOŽE MIJEŠATI SA NPR. KOMUNALNIM OTPADOM, ZELENIM OTPADOM.

KOMPOSTIRANI MULJ SE ONDA KAO KOMPOST MOŽE KORISTITI U ŠUMARSTVU, HORTIKULTURI, PROIZVODNJI INDUSTRIJSKOG BILJA...



Slika 19 - Kompostiranje mulja



Slika 20 - Primjena komposta klase III u hortikulturi

- KORIŠTENJE MULJA U INDUSTRIJI GRAĐEVNIH PROIZVODA JE REGULIRANO NOVIM PRAVILNIKOM O UKIDANJU STATUSA OTPADA, NA NAČIN DA SE U SAMOM PRAVILNIKU UPUĆUJE NA POŠTOVANJE ODREDBI ZOGO-A. PRAVILNIK PRI TOM UPUĆUJE DA MULJ KOJI IDE NA OPORABU MORA ZADOVOLJITI UVJETE PROPISANE PRAVILNIKOM O KORIŠTENJU MULJA U POLJOPRIVREDI.
- MULJ SE TAKO KORISTI U PROIZVODNJI OPEKE, LAKIH BETONA, PREDGOTOVLJENIH GRAĐEVINSKIH ELEMENATA KAO ŠTO SU BUKOBRANI I SL., POKROVNOG MATERIJALA ZA ODLAGALIŠTA, NASIPNOG MATERIJALA ZA CESTE I SL.

Slika 21 – Mulj kao građevni proizvod (nakon ukidanja statusa otpada) – kao (a) prekrivka za deponije ili (b) kao zamjenski agregat u cestogradnji



(a)



(b)

2. POSTUPCI ENERGETSKE OPORABE MULJA

KORIŠTENJE MULJA KAO ZAMJENSKOG GORIVA

ENERGETSKA OPORABA MULJA JE POSTUPAK U KOJEM SE MULJ KORISTI KAO ZAMJENSKO GORIVO U POSTUPCIMA SUSPALJIVANJA U CEMENTARAMA ($>90\%$ ST) ILI TERMoeLEKTRANAMA ($<5\%$ MASE ORIGINALNOG GORIVA)

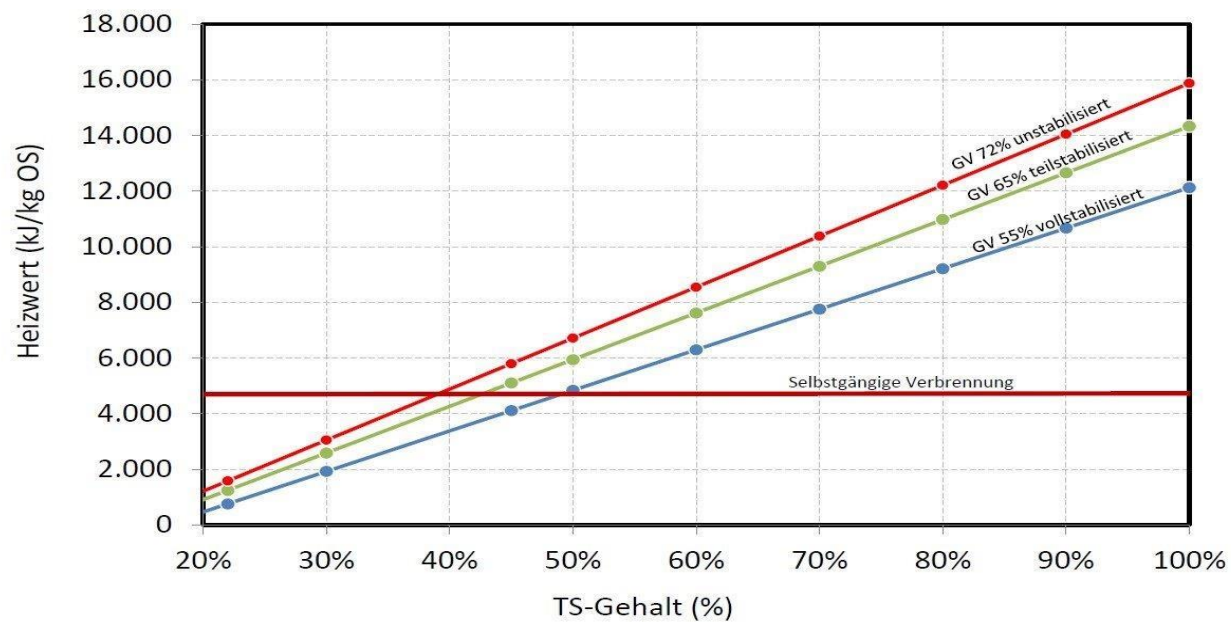
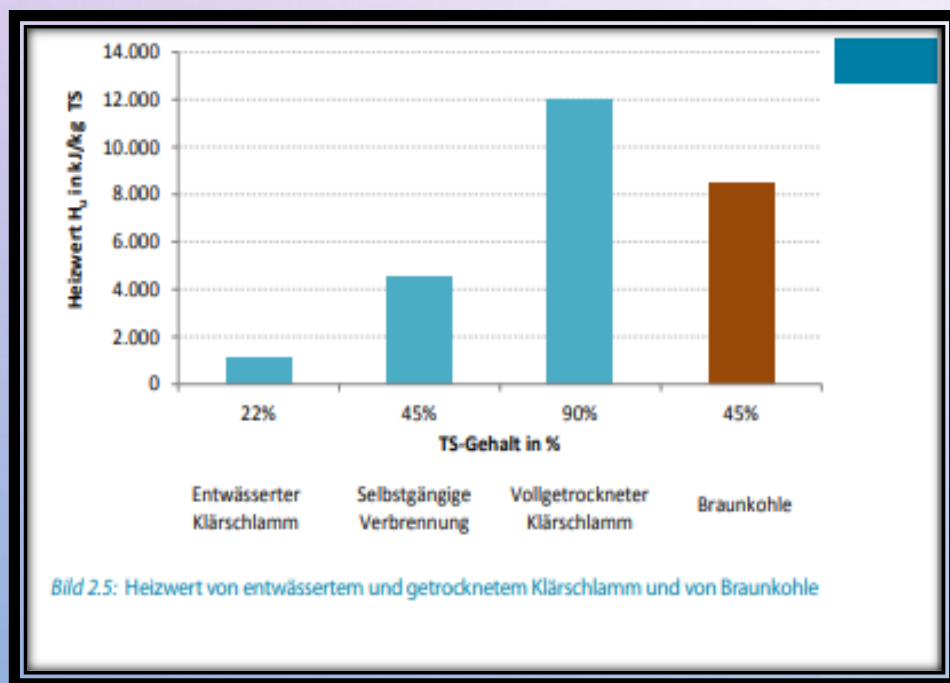


Bild 2.6: Heizwert von Klärschlamm in Abhängigkeit vom TS-Gehalt und vom Stabilisierungsgrad

Slika 22 – Energetska vrijednost mulja u ovisnosti o ST i oST



Slika 23 - Kalorijska vrijednost mulja (kJ/kg mulja)



Slika 24 – Osušeni mulj, peletiran, biogorivo



Slika 25 – Heidelberg Cement

3. POSTUPCI ZBRINJAVANJA MULJA

(ZBRINJAVANJE – SVAKI POSTUPAK KOJI NIJE OPORABA)

- POSTUPCI ZBRINJAVANJA MULJA SU I.A. POSTUPCI SPALJIVANJA MULJA U MONOSPALIONICAMA, SPALIONICAMA KOMUNALNOG OTPADA (<20% U MASI OTPADA KOJI SE SPALJUJE) TE POSTUPCI ODLAGANJA OSUŠENOG MULJA NA ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA (AKO MOŽE???) ILI PEPELA NAKON SPALJIVANJA (MONODEPONIJE)
- POSTUPCI SPALJIVANJA:
 - SPALJIVANJE – NPR. PEĆ S VIŠESTRUKIM LOŽIŠTIMA
 - PIROLIZA
 - UPLINJAVANJE

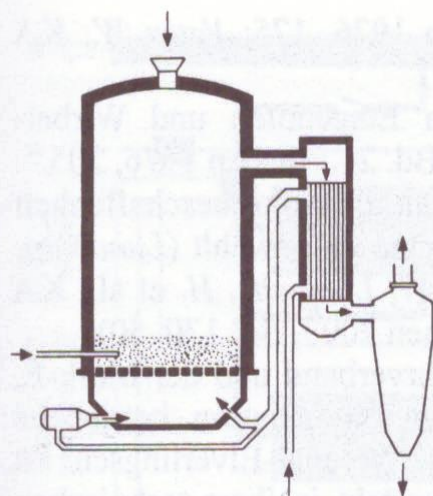


Bild 5.77: Wirbelschichtofen mit Luftvorwärmer und Staubabscheider

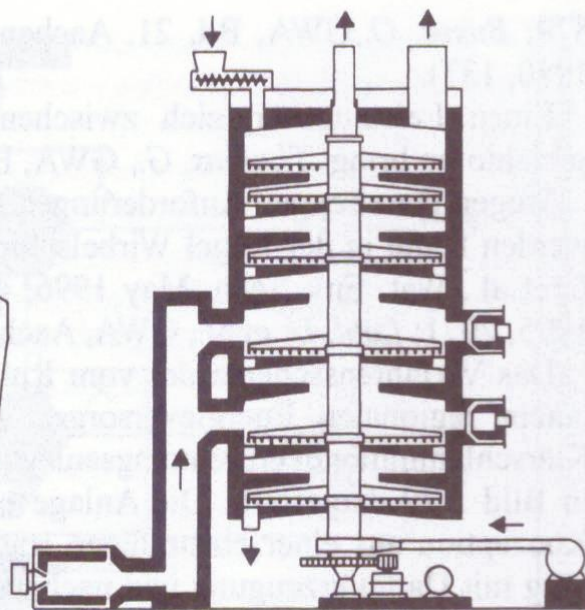


Bild 5.78: Etagenofen

Slika 26 – Spaljivanje mulja



Slika 27 – Spalionica komunalnog otpada

- KRAJNI PRODUKT SPALJIVANJA OTPADNOG MULJA JE - PEPEO.
- U SR NJEMAČKOJ SE PEPEO KORISTI U SANACIJI POVRŠINSKIH KOPOVA U RUDARSTVU (37%), HORTIKULTURI/CESTOGRADNJI (29%) ILI SE KAO ULTIMATIVNO RJEŠENJE TRAJNO ODLAŽE NA UREĐENA ODLAGALIŠTA OTPADA (29%) I OSTALO (5%)



Slika 28 – Mono/deponija pepela

Slika 29 – Od stabiliziranog/dehidriranog mulja do pepela mono-spaljenog mulja



Slika 30 – Količine mulja (od 50.000 t mulja/a do 7.500 t pepela/a)

PROMJENA KOLIČINE MULJA PRIJE I POSLIJE OBRADE (NA PRIMJERU CUPOVZ-A)



- ZAKLJUČNO:

OTPADNI MULJ 19 08 05 NE PREDSTAVLJA OKOLIŠNU UGROZU!!!



Kratko o stanju u RH

- U RH JE NA JAVNU ODVODNJU PRIKLJUČENO OKO 50% STANOVNIŠTVA
- U RH ADEKVATNE SUSTAVE PROČIŠĆAVANJE IMA TEK 9% STANOVNIŠTVA
- U RH SE GODIŠNJE PROIZVEDE OKO 30.000 TST/A (OD TOGA U ZAGREBU 15.000 TST/A), AP JE PREDVIĐAO 60.000 TST/A U 2024
- PLAN GOSPODARENJA OTPADOM RH 2023-2028 PREDVIĐA INVESTICIJE OD CC. 1 65 MILIONA EURA ZA RJEŠAVANJE PITANJA OTPADNOG MULJA
- ZOGO – RED PRVENSTVA GOSPODARENJA OTPADOM ILI ZA POJEDINI TOK OTPADA POSEBNA ANALIZA
- AKCIJSKI PLAN (AP) ZA KORIŠTENJE MULJA IZ UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA NA POGODNIM POVRŠINAMA (OŽUJAK 2020)
- AP PREDVIĐA PODJELU NA 6 REGIJA I DAJE KAO PRIJEDLOG RANGIRANE VARIJANTE OBRADE MULJA
- BELIŠĆE/VALPOVO U REGIJI SJEVERO-ISTOČNA HRVATSKA

Slika 31 – Regije za gospodarenje muljem



Slika 32 – Rezultati SWOT analize

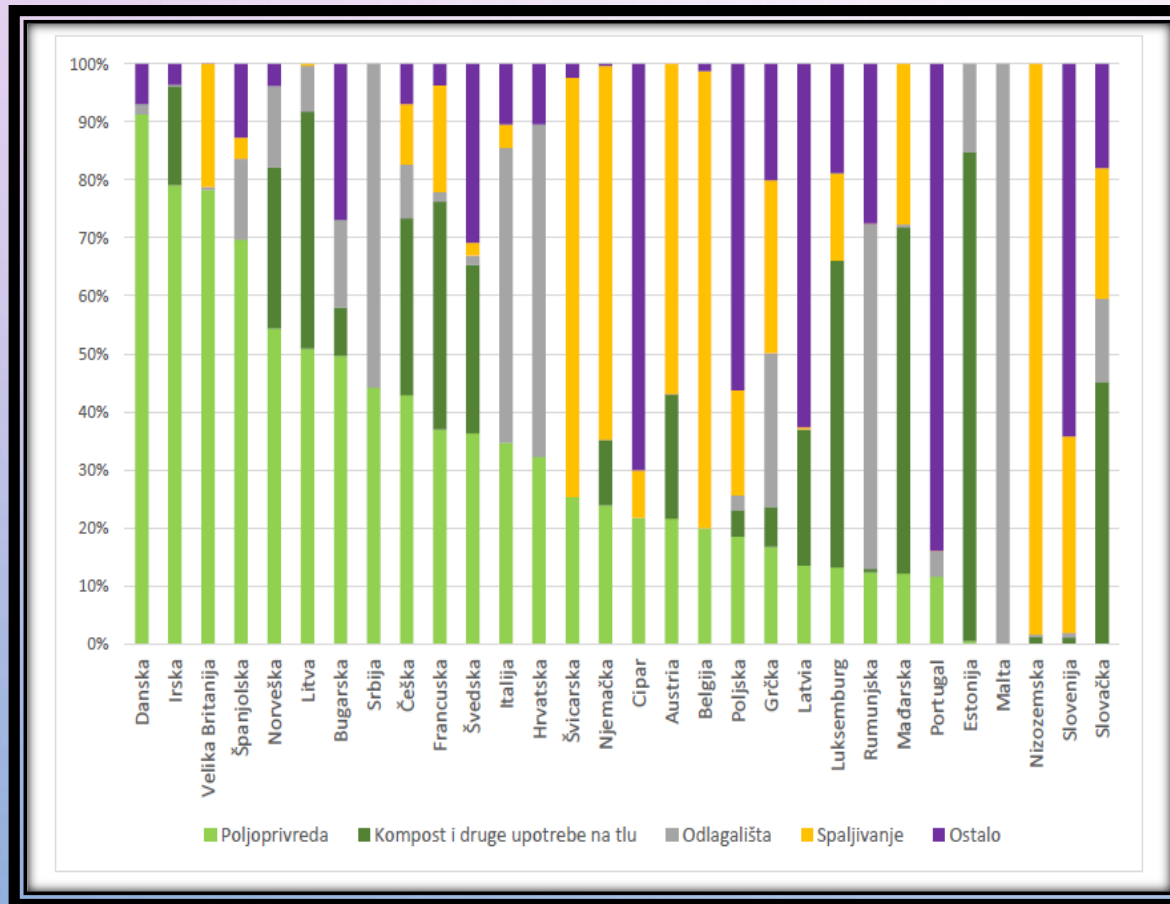
Varijante obrade mulja (postupci oporabe i korištenja ili zbrinjavanja i postupci pripreme prije oporabe i korištenja ili zbrinjavanja)		Sjeverozapadna Hrvatska	Središnja Hrvatska	Grad Zagreb	Sjeveroistočna Hrvatska	Jugozapadna Hrvatska	Jugoistočna Hrvatska
Korištenje na tlu	Stabilizirani mulj	4	4	6	4	6	6
Korištenje na tlu	Oporabljeni mulj (kompost, peleti, drugo)	1	1	5	1	4	4
Odvoz izvan granica RH	Osušeni mulj	6	6	4	6	5	5
Korištenje kao biogorivo	Peleti	3	3	2	5	1	1
Korištenje pepela na tlu i u građ. Ind.	Monosplionice	2	2	1	2	2	2
Zbrinjavanje u cement. ili bioenerg.	Osušeni mulj	5	5	3	3	3	3

Slika 33 – Rezultati SWOT analize za Sjeveroistočnu Hrvatsku

Tablica 6.24. Sjeveroistočna Hrvatska - rezultati SWOT analize

		Upotreba na tlu stabiliziranog mulja	Upotreba na tlu stabiliziranog i dodatno obrađenog mulja	Odvoz izvan granica RH	Upotreba kao biogorivo	Upotreba pepela na tlu, građevinskoj industriji ili izdvajanje fosfora	Upotreba u cementnoj industriji, bio ili termo elektranama
		Biokrutina	Biokrutina	Osušeni mulj	Osušeni mulj	Monospalionice	Osušeni mulj
	SNAGA	4,67	4,33	4,00	4,33	4,67	4,67
	PRILIKA	3,67	4,33	2,67	4,67	4,00	4,00
	SLABOST	3,00	2,33	2,67	3,00	2,00	2,67
	PRIJETNJA	3,33	2,67	4,00	3,33	3,33	3,33
MAXI-MAXI	(SNAGA i PRILIKE)	17,11	18,78	10,67	20,22	18,67	18,67
MINI-MAXI	(PRILIKE i SLABOSTI)	11,00	10,11	7,11	14,00	8,00	10,67
MINI-MINI	(SLABOSTI i PRIJETNJE)	12,22	11,56	10,67	15,56	13,33	13,33
MAXI-MINI	(SNAGA i PRIJETNJE)	15,56	11,56	16,00	14,44	15,56	15,56
Cijena	EUR/t ST	50-170	70-130	120-140	120-140	100-120	100-130
Položaj rješenja po SWOT analizi		4	1	6	5	2	3

Kratko o stanju u Europi



Slika 34 – Načini gospodarenja muljem u Europskim zemljama (stanje - 2017)

MILCHMAEDCHENRECHNUNG:

- USLUŽNO PODRUČJE BR. 8 – VODOVOD OSIJEK (OSIJEK, VALPOVO, BELIŠĆE, DONJI MIHOLJAC I NEKE OPĆINE)
- $50 \text{ GST/ED} \times 24200 \text{ E} \times 365 \text{ D} \times 130 \text{ EURA/TST} \times 4,5 = 258.366 \text{ EURA/A}$, GODIŠNJI TROŠKOVI OBRADU MULJA NA BUDUĆEM UPOV-U
- *NAPOMENA: KADA 258.366 (EUR/A) PODIJELIMO SA GODIŠNJOM KOLIČINOM ISPORUČENE PITKE VODE IZ VODOVODA BELIŠĆE I VALPOVO KOJE IDE GRAĐANSTVU (M3/A), DOBIJE SE DIO JEDINIČNE CIJENE VODNE USLUGE PROČIŠĆAVANJA - ZA OBRADU MULJA (EUR/M3)*

NOVE STVARI OKO MULJA:

- FOSFOR I ENERGIJA

- **EKSTRAKCIJA FOSFORA**

POTREBNO 1 20.000 TP/A, A U KANALIZACIJI KOLA 60.000 TP/A

SR NJEMAČKA JE NOVIM PRAVILNIKOM O GOSPODARENJU OTPADNIM MULJEM IZ 2017 GOD., SA PRELAZNIM ROKOM OD 15 GODINA ZA UPOVE >50.000 ES UVELA OBVEZU EKSTRAKCIJE FOSFORA IZ OTPADNOG MULJA, KAKVOĆE >20GRP/KGST

FOSFOR SE NALAZI U FEKALIJAMA I POSEBICE U URINU, U OTPADNOJ VODI CC. 2 GR P/ED

PROCJENA JE DA BI SE FOSFOROM IZVAĐENIM IZ OTPADNOG MULJA MOGLO POKRITI 40-50% SAVEZNIH POTREBA ZA PROIZVODNJU MINERALNOG GNOJIVA

- EKSTRAKCIJA FOSFORA JE MOGUĆA ILI IZ OTPADNOG MULJA ILI IZ PEPELA (MONO)SPALJENOG MULJA
- TRENUTNO SE RADE PILOT PROJEKTI NA NIZU UREĐAJA – PRIMJER: HAMBURG I HILDESHEIM
- JOŠ NIJE MOGUĆE PRIMIJENITI IH NA UPOVIMA POD ISPLATIVIM UVJETIMA (CIJENA TEHNIČKI DOBIJENOG FOSFORA JE 10-30 X > OD CIJENE UVEZENOG FOSFORA)
- KA OFFENBURG (MAP)



Slika 35 – Monospalionica mulja

Slika 36 – Mulj od otpada do gnojiva

Pepeo monospaljenog mulja



Ekstrahirani fosfor



Mineralno gnojivo



POTROŠNJA VS. PROIZVODNJA EL. ENERGIJE

- KUPOV-I SPADAJU U VELIKE KOMUNALNE POTROŠAČE EL. ENERGIJE – DO 20% JAVNE KOMUNALNE EL. ENERGETSKE POTROŠNJE
- TROŠKOVI ENERGIJE CA. 30% OPERATIVNIH TROŠKOVA POSLOVANJA TVRTKE KOJA UPRAVLJA KUPOV-OM, (ZG)
- GODIŠNJE SVI KUPOV-I (CA. 10.200) U SR NJEMAČKOJ POTROŠE 4,4 TWH EL. ENERGIJE. ZA USPOREDBU, GODIŠNJA POTROŠNJA EL. ENERGIJE ZA JAVNU ULIČNU RASVJETU U SR NJEMAČKOJ IZNOSILA 3,2 TWH

PROIZVODNJA EL. ENERGIJE

- BIOPLIN KAO ENERGETSKI RESURS
- SASTAV BIOPLINA (60-70% METAN CH_4 , 26-36% UGLJIČNI DIOKSID CO_2 I 1-10% DUŠIK N_2 , KISIK $\text{O}_2 < 1\%$, VODIK $\text{H}_2 < 1\%$, SUMPOROVODIK $\text{H}_2\text{S} < 1\%$)
- PROSJEČAN UDIO METANA JE 65% - 6,5 KWH/M³
(1 M³ METANA = 1,2 L BENZINA)
- SPECIFIČNA GODIŠNJA PROIZVODNJA EL. ENERGIJE NA KUPOV-IMA SE KAO I POTROŠNJA IZRAŽAVA PREKO KWH/ES*A

PROIZVODNJA EL. ENERGIJE

- ISKUSTVENE VRIJEDNOSTI KAŽU DA JE PROIZVODNJA BIOPLINA 27 L/ES*D, TAKO DA BI GODIŠNJE PROIZVEDENA KOLIČINA EL. ENERGIJE BILA:

$$0,027 \text{ M3/ES*D} * 6,5 \text{ KWH/M3} * 365 \text{ D/A} = 64,05 \text{ KWH/ES*A}$$

- $64,05 \text{ KWH/ES*A} * 0,35 = 22,41 \text{ KWH/ES*A}$

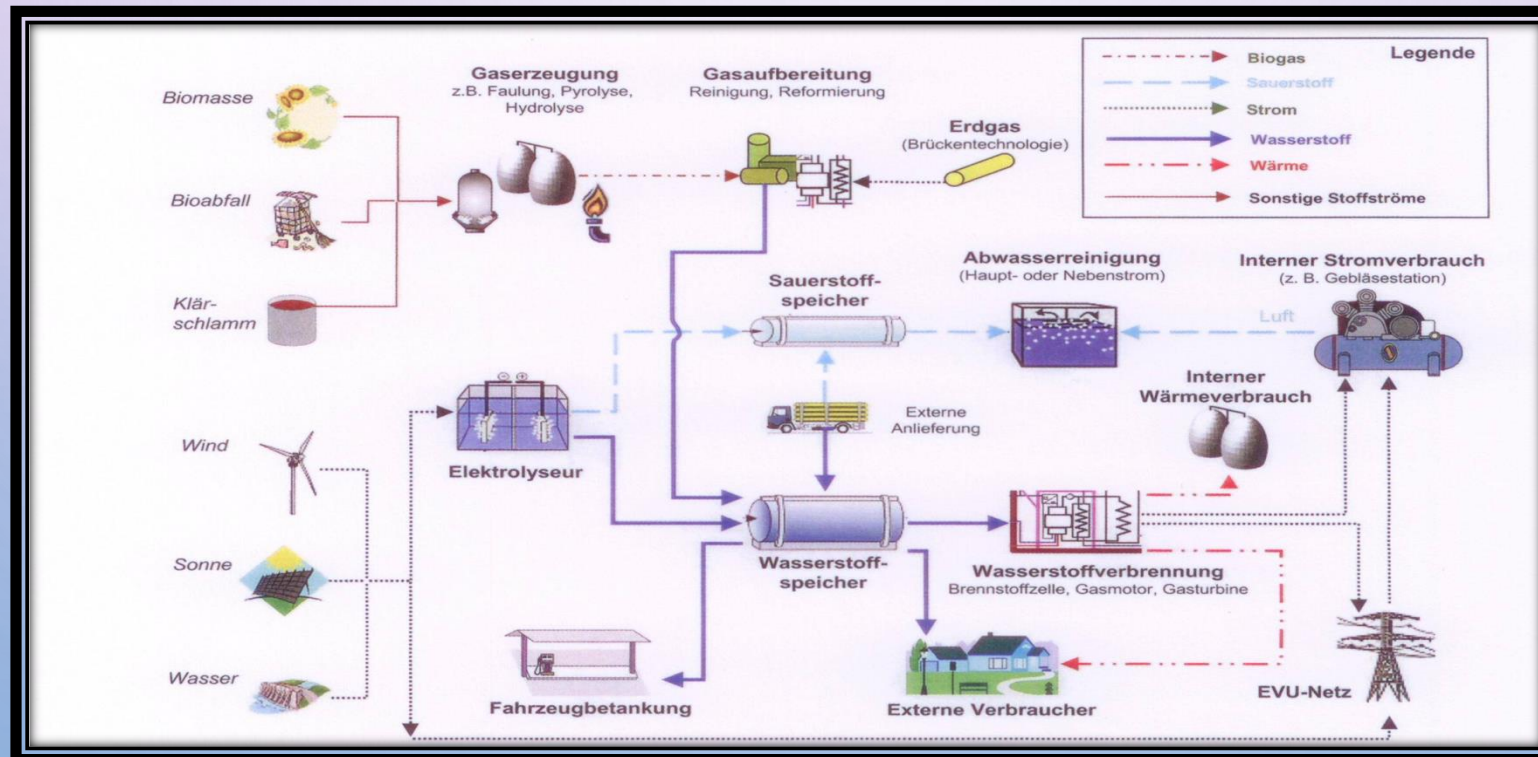


Slika 37 – Kogeneracija (CHP) na UPOVu

POTROŠNJA VS. PROIZVODNJA

- PROSJEČNA POTROŠNJA VELIKIH UREĐAJA JE 31,80 KWH/ES*A, A OČEKIVANA VLASTITA PROIZVODNJA JE 22,41 KWH/ES*A (70%)
- $\Delta = \text{CA.} 10,00 \text{ KWH/ES*A}$
- NOVA EU - DIREKTIVA O OTPADNIM VODAMA TRAŽI ZA UPOVE > 10.000 ES, ENERGETSKU NEUTRALNOST DO 2040(?)

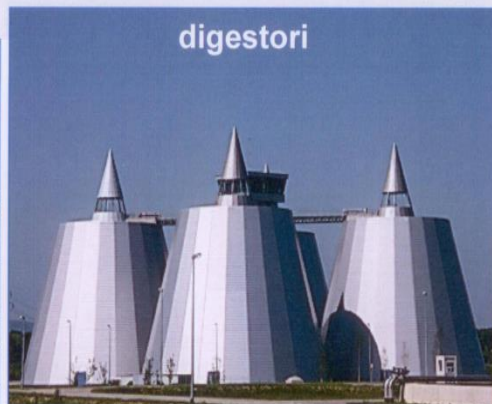
Slika 38 – Energetska uvezanost UPOVa u lokalnu energetska mrežu





Slika 39 - CUPOV Zagreb

Obrada mulja



Slika 40 – Objekti CUPOV Zagreb

CENTRALNI UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA ZAGREBA - ISKUSTVA

- 2010 – OPTEREĆENJE 958.934 ES
- POTROŠENO 20.789,00 MWH (21,68 KWH/ES*A)
- PROIZVEDENO 7.013.093,80 M3 BIOPLINA S 62% METANA (20 L/ES*D)
- PROIZVEDENO 13.108,11 MWH (13,66 KWH/ES*A)
- STUPANJ POKRIVENOSTI POTROŠNJE PROIZVODNjom EL.ENERGIJE = 63%

HVALA NA POZORNOSTI

19 08	otpad iz uređaja za obradu otpadnih voda koji nije specificiran na drugi način	
19 08 01	ostaci na sitima i grabljama	N
19 08 02	otpad iz pjeskolova	N
19 08 05	muljevi od obrade urbanih otpadnih voda	N
19 08 06*	zasićene ili istrošene smole od ionske izmjene	O17
19 08 07*	otopine i muljevi od regeneracije ionskih izmjenjivača	O17
19 08 08*	otpad iz membranskih sustava koji sadrži teške metale	O51
19 08 09	mješavine masti i ulja iz separatora ulje/voda, koje sadrže samo jestivo ulje i masnoće	V140
19 08 10*	mješavine masti i ulja iz separatora ulje/voda, koje nisu navedene pod 19 08 09*	V140
19 08 11*	muljevi iz biološke obrade industrijskih otpadnih voda, koji sadrže opasne tvari	V141
19 08 12	muljevi iz biološke obrade industrijskih otpadnih voda, koji nisu navedeni pod 19 08 11*	V141
19 08 13*	muljevi iz ostalih obrada industrijskih otpadnih voda, koji sadrže opasne tvari	V142
19 08 14	muljevi iz ostalih obrada industrijskih otpadnih voda, koji nisu navedeni pod 19 08 13*	V142
19 08 99	otpad koji nije specificiran na drugi način	N

V141: HP3, HP7, H9

OPASNA SVOJSTVA OTPADA

POPIS OZNAKA OPASNIH SVOJSTAVA

HP 1 EKSPLOZIVNO

HP 2 OKSIDIRAJUĆE

HP 3 ZAPALJIVO

HP 4 NADRAŽUJUĆE – KOŽNE IRITACIJE I OZLJEDE OKA

HP 5 SPECIFIČNA TOKSIČNOST ZA CILJNI ORGAN/ASPIRACIJSKA TOKSIČNOST

HP 6 AKUTNA TOKSIČNOST

HP 7 KANCEROGENO

HP 8 NAGRIZAJUĆE

HP 9 ZARAZNO

HP 10 TOKSIČNO ZA REPRODUKCIJU

HP 11 MUTAGENO

HP 12 OSLOBAĐANJE AKUTNO TOKSIČNIH PLINOVA

HP 13 SENZIBILIZIRAJUĆE

HP 14 EKOTOKSIČNO

HP 15 OTPAD KOJI MOŽE IMATI PRETHODNO NAVEDENA OPASNA SVOJSTVA KOJA IZVORNI OTPAD NIJE IZRAVNO POKAZIVAO

Tabelle 5.46: Einwohnerequivalente verschiedener Abwasser

Art des Abwassers		Einwohnerequivalente
Molkerei ohne Käseerei	auf 1 000 l Milch	15 – 50
Molkerei mit Käseerei	auf 1 000 l Milch	30 – 170
Schlachthof	auf 1 Rind 2,5 Schweine	30 – 90
Kuhstall	auf 1 Kuh	5 – 10
Schweinestall	auf 1 Schwein	3
Geflügelfarm	auf 1 Henne	0,12 – 0,25
Futtersilo	auf 1 t Silofüllung	4 – 11 EG/Tag
	oder insgesamt	200 – 650
Kartoffeldämpfanlage	auf 1 t Kartoffeln	25 – 50
Fischzucht	auf 100 kg Forellen	5
Zuckerfabrik	auf 1 t Rüben	15 – 30
Malzfabrik	auf 1 t Getreide	10 – 100
Brauerei	auf 1 000 l Bier	120 – 150
Brennerei	auf 1 000 l Getreide	2 000 – 3 500
Hefefabrik	auf 1 t Hefe	2 500 – 5 000
Stärkefabrik	auf 1 t Mais oder Weizen	500 – 900
Winzerei	auf 1 000 l Wein	100 – 140
Winzerei	auf 1 ha Rebfläche	10 – 30
Konservenfabrik	auf 1 t Gemüse	300 – 500
Sauerkrautherstellung	auf 1 t Sauerkraut	70 – 150
Gerberei	auf 1 t Häute	1 000 – 3 500
Wollwäscherei	auf 1 t Wolle	2 000 – 4 500
Bleicherei	auf 1 t Ware	1 000 – 3 500
Färberei mit Schwefelfarben	auf 1 t Ware	2 000 – 3 000
Flachsrosterei	auf 1 t Flachsstroh	700 – 1 000
Sulfit-Zellstoffwerk	auf 1 t Zellstoff	3 500 – 5 500
Holzschleiferei	auf 1 t Holzschliff	45 – 70
Papierfabrik	auf 1 t Papier	200 – 900
Zellwollfabrik	auf 1 t Zellwolle	300 – 450
Wäscherei	auf 1 t Wäsche	350 – 900
ausgelaufenes Mineralöl	auf 1 t Öl	11 000
Mülldeponie	auf 1 ha Fläche	45