

Verwerking en afzet van afvalwaterzuiveringsslib

Een inleiding (1)

Verwerking en afzet van afvalwaterzuiveringsslib



Deel 1

- Inleiding
- Slibverwerking (1)

Deel 2

- Slibverwerking (2)
- Slibafzet
- Innovatieve ontwikkelingen in slibverwerking/slibafzet

INLEIDING

- Afvalstoffen uit waterzuivering
- Slib: de wet van behoud van ellende
- Oorsprong en karakterisatie van het slib
- Slibsamenstelling
- Slibhoeveelheden
 - Evolutie van de slibafzet
 - Specifieke slibproductie
 - Invloed van div. factoren op de slibproductie

Afvalstoffen uit de waterzuivering

•Roostergoed

- Grof materiaal, plastic, takken, haren, ...
- Afvoer naar (huisvuil)verbranding
- 9000 ton/jaar



•Zand

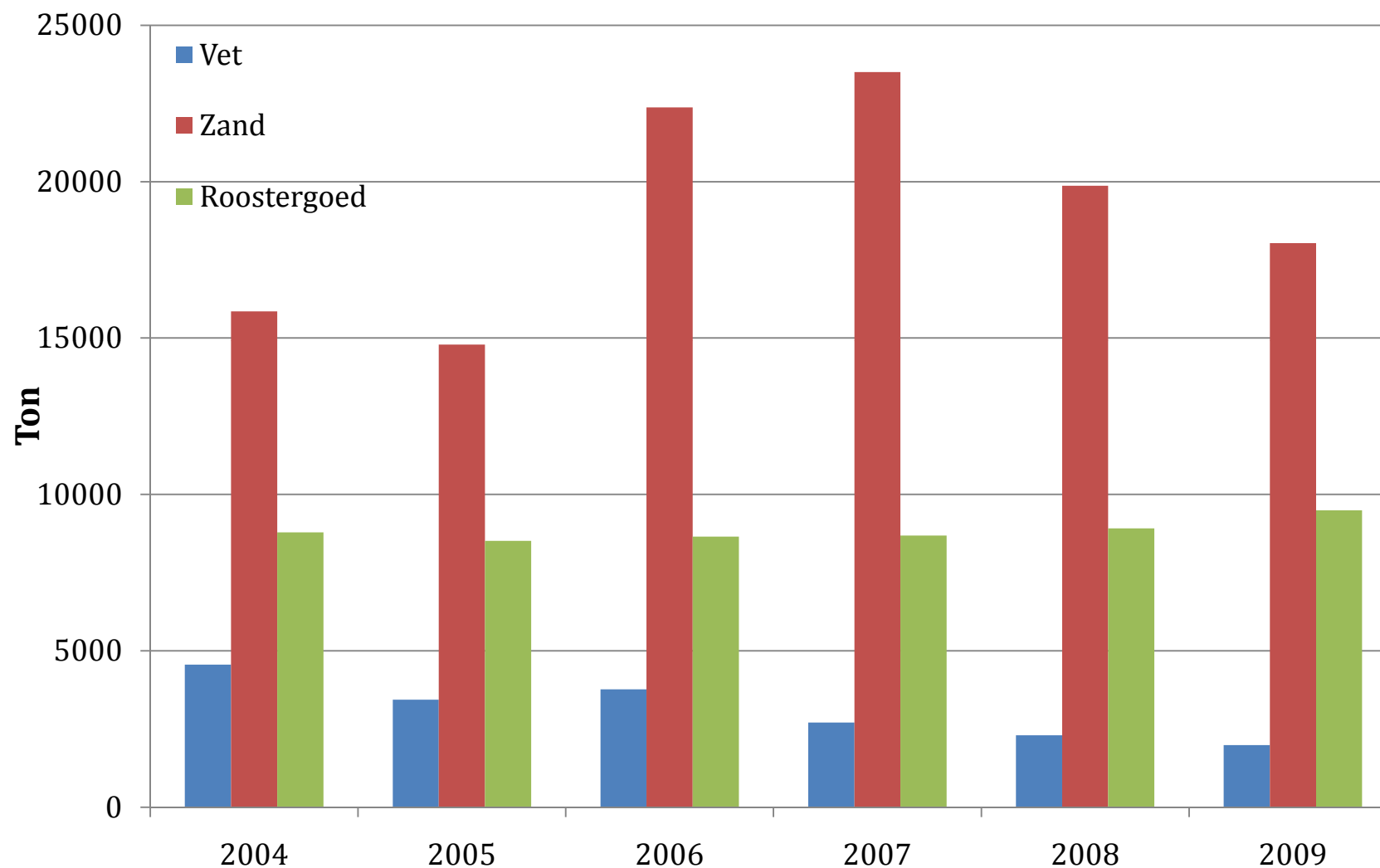
- Verwijdering van zandfractie ($> 0,2$ mm)
- Kleinere fractie (bijv. leem) wordt niet verwijderd
- Na zandwassing recuperatie als bouw materiaal e.d.
- 15 000 tot 25 000 ton/jaar



•Vet

- Bovendrijvend vet
- Afvoer naar gespecialiseerde verwerker of gisting
- 5000 ton/jaar

Afvalstoffen uit de waterzuivering

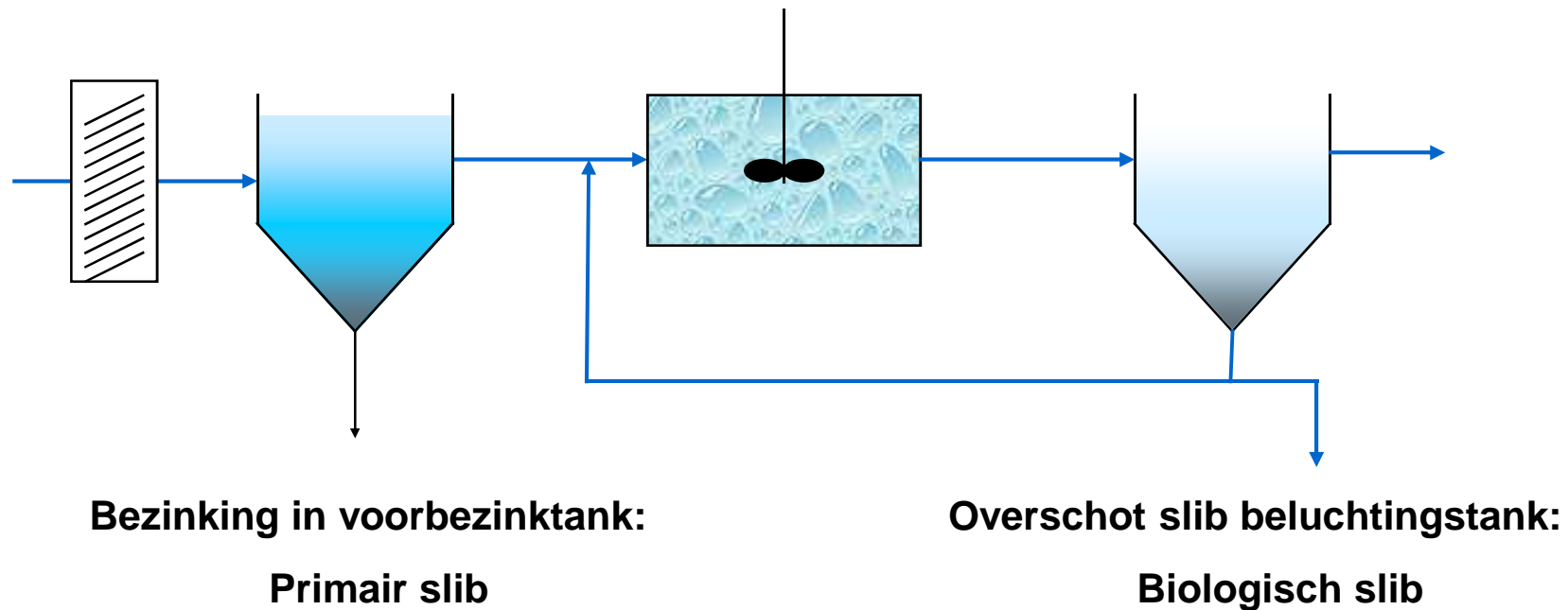


Slib: de wet van behoud van ellende

- Biologische afvalwaterzuivering \Rightarrow slibproductie
 - Afvalwater \Rightarrow vast afval
 - Organische vervuiling \Rightarrow verrotting
 - Pathogenen
 - 95-99% van het slib bestaat uit water
 - Beperkt aantal afzetwegen
- \Rightarrow Slibverwerking is verantwoordelijk voor 1/3 van de operationele kosten van afvalwaterzuivering (2009: \pm 33 mio €)

Oorsprong en karakterisatie van het slib

Primair vs biologisch slib



Oorsprong en karakterisatie van het slib

- Primair slib

- Bezinkbaar materiaal
- Samenstelling en hoeveelheid = $f(\text{influentkarakteristieken})$
- Niet gestabiliseerd, organisch materiaal
- Zeer goed vergistbaar

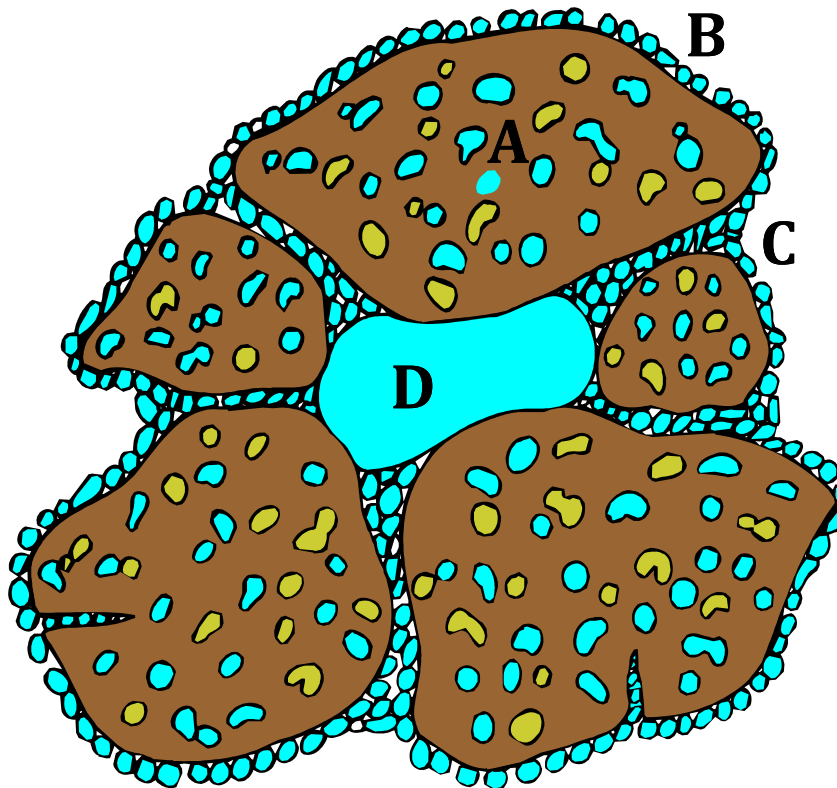
- Secundair (biologisch) slib

- Aangroei van biomassa in beluchtingsbekken
- Gestabiliseerd, lager ODS-gehalte
- Slechte ontwaterbaarheid, vergistbaarheid

VBT wordt op veel RWZI's geëlimineerd ten behoeve van nutriëntverwijdering \Rightarrow enkel biologisch slib

Slibsamenstelling

Water!



A: Cellulair water

B: Adsorptie water

C: Capillair water

D: Vrij water

Slibsamenstelling

- Organisch materiaal

- Gemiddeld 50 à 70% van DS
- Energiebron (gisting, verbranding)

- Anorganisch materiaal

- Zandproblematiek: in bepaalde regio's veel afstroming van weilanden e.d.
- Leem wordt niet verwijderd via conventionele zandvangsers
- Abrasie

- Organische vervuiling

- Minerale olieën, concentraties tot 20.000 mg/kg DS
- Tolueen (tot 500 mg/kg DS)
- Micropolluenten: persistente gehalogeneerde substanties, LAS, NP, NPEO, PAK's, ftalaten

- Zware metalen

- Cd, Ni, Zn, Hg, Cu, Pb, As
- Afkomstig van industriële lozingen & huishoudens

Slibsamenstelling

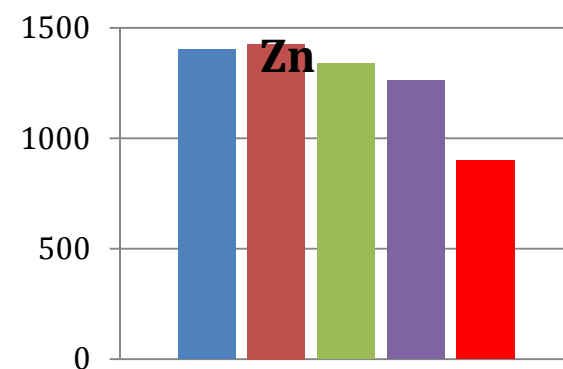
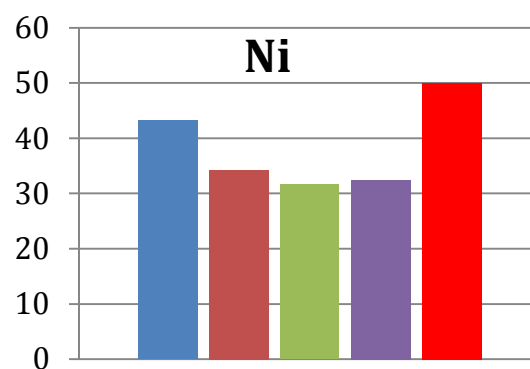
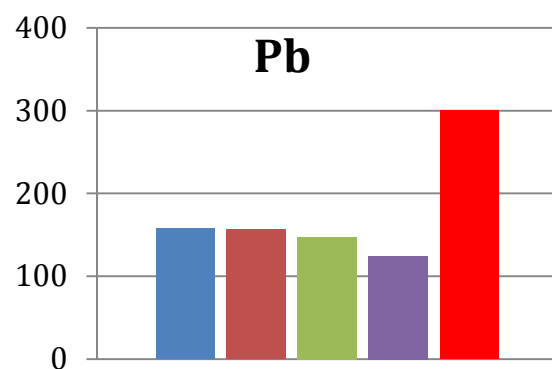
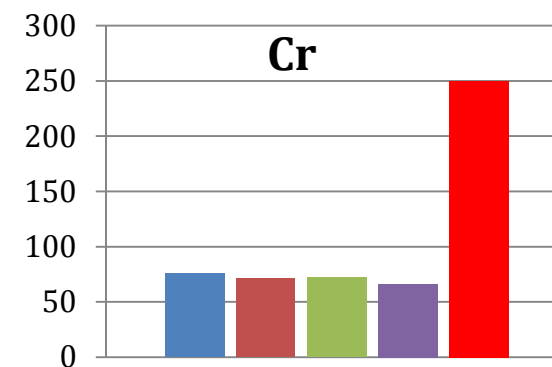
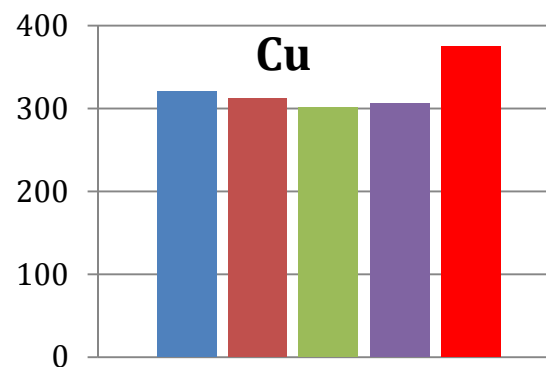
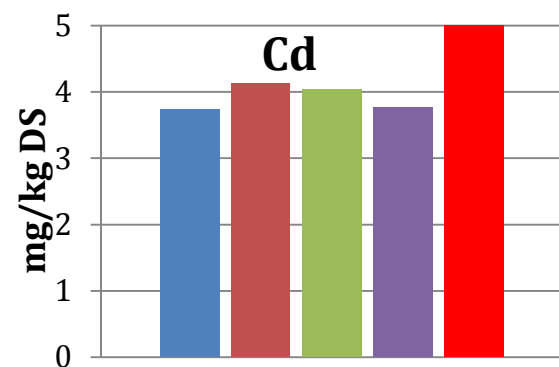
■ 2006

■ 2007

■ 2008

■ 2009

■ Norm



Slibhoeveelheden

- Evolutie slibproductie

- 1994: 54.013 TDS
- 2009: 102.557 TDS

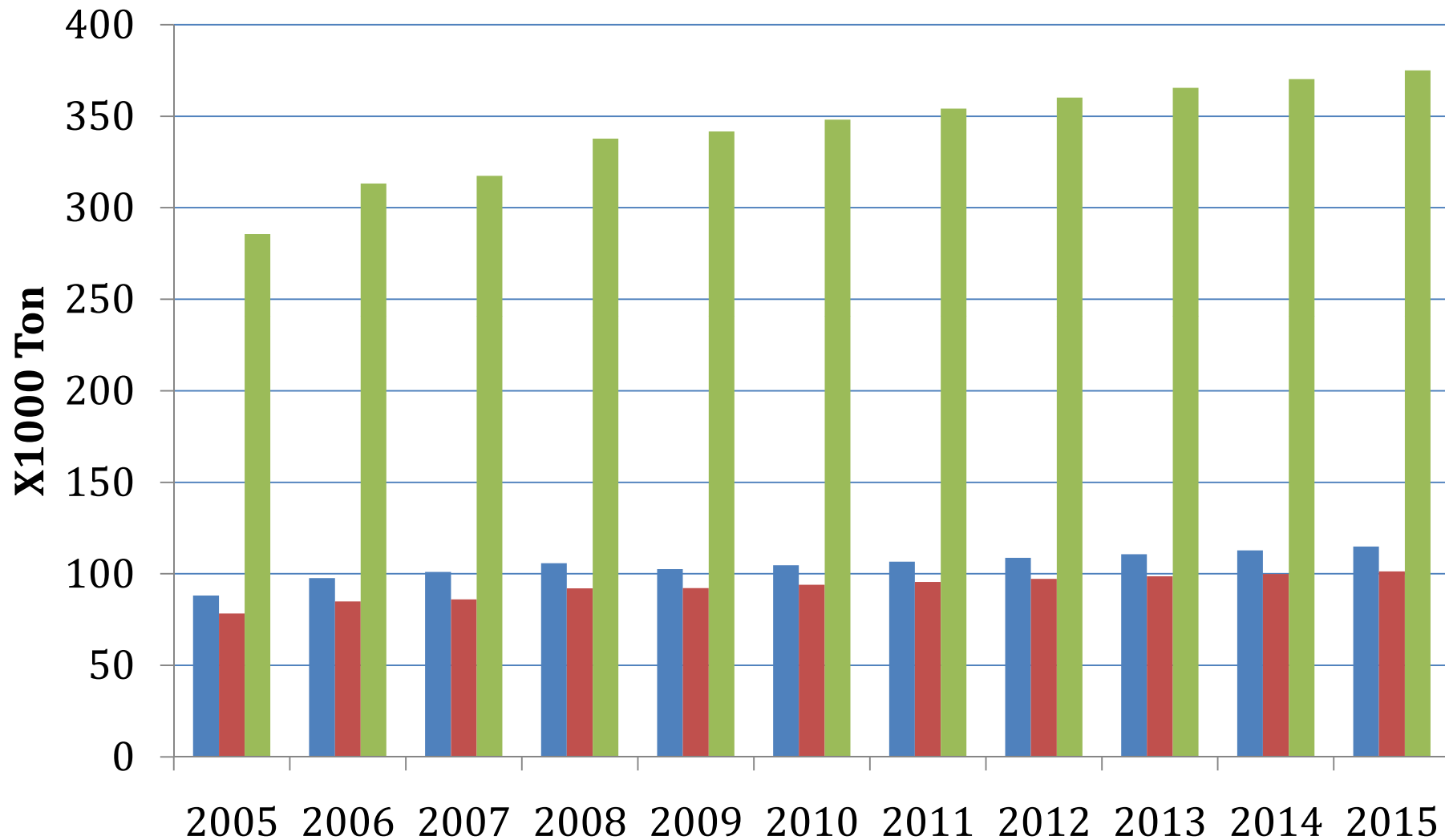
- Geraamde stijging

- 2% per jaar vanaf 2009
- Verhoging zuiveringsgraad:
 - Begin 2009: 73% (4,5 miljoen IE)

Evolutie slibproductie



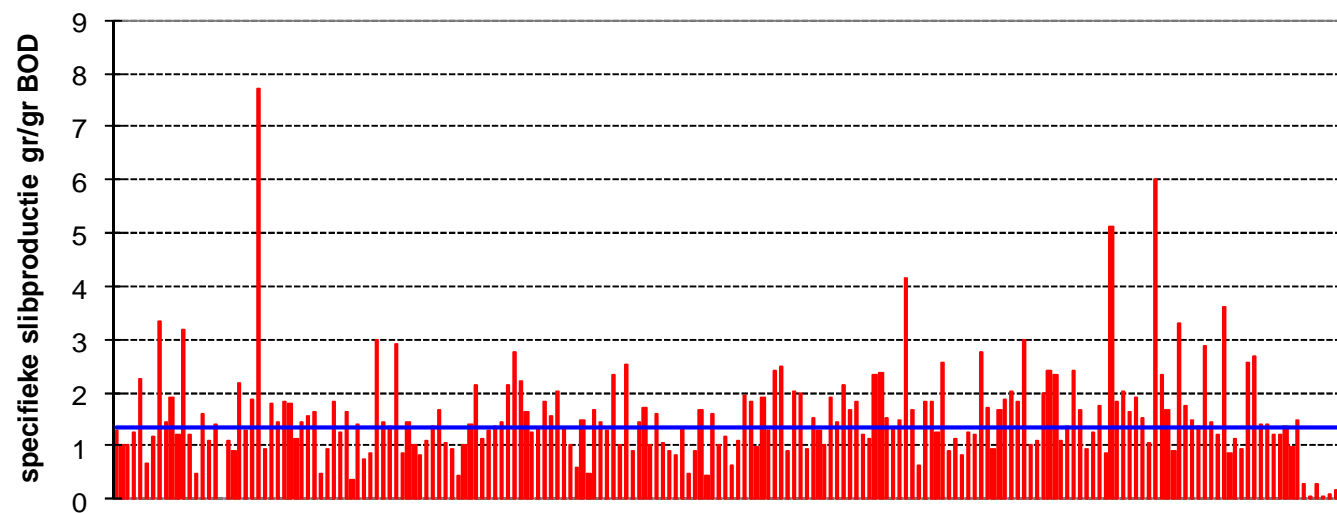
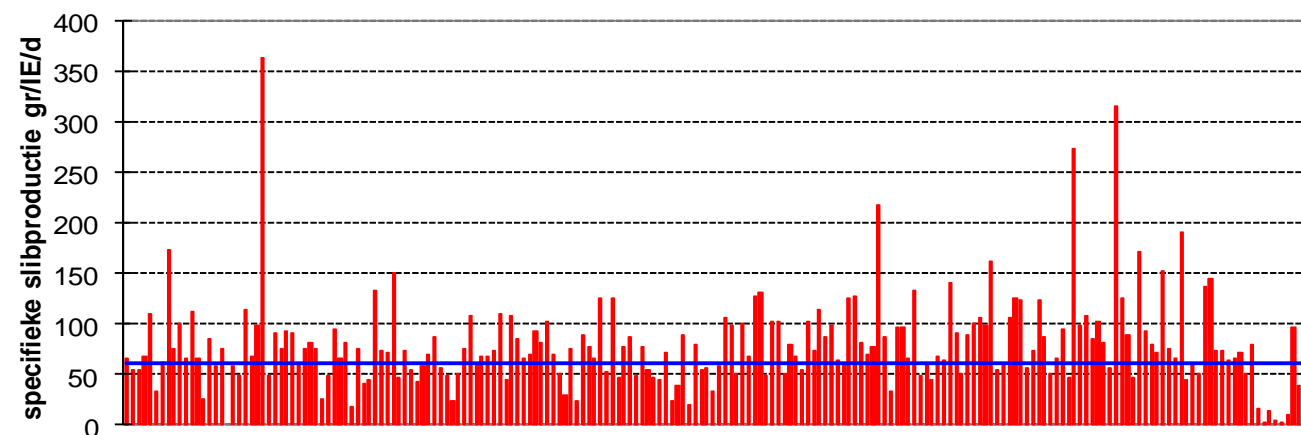
- TDS voor gisting
- TDS afgezet
- Ton ontwaterd afgezet



Slibhoeveelheden

- Specifieke slibproductie
 - 62 g ds/ie_{BOD}·d
 - 1,36 g ds/g BOD verwijderd

Slibhoeveelheden: specifieke slibproductie



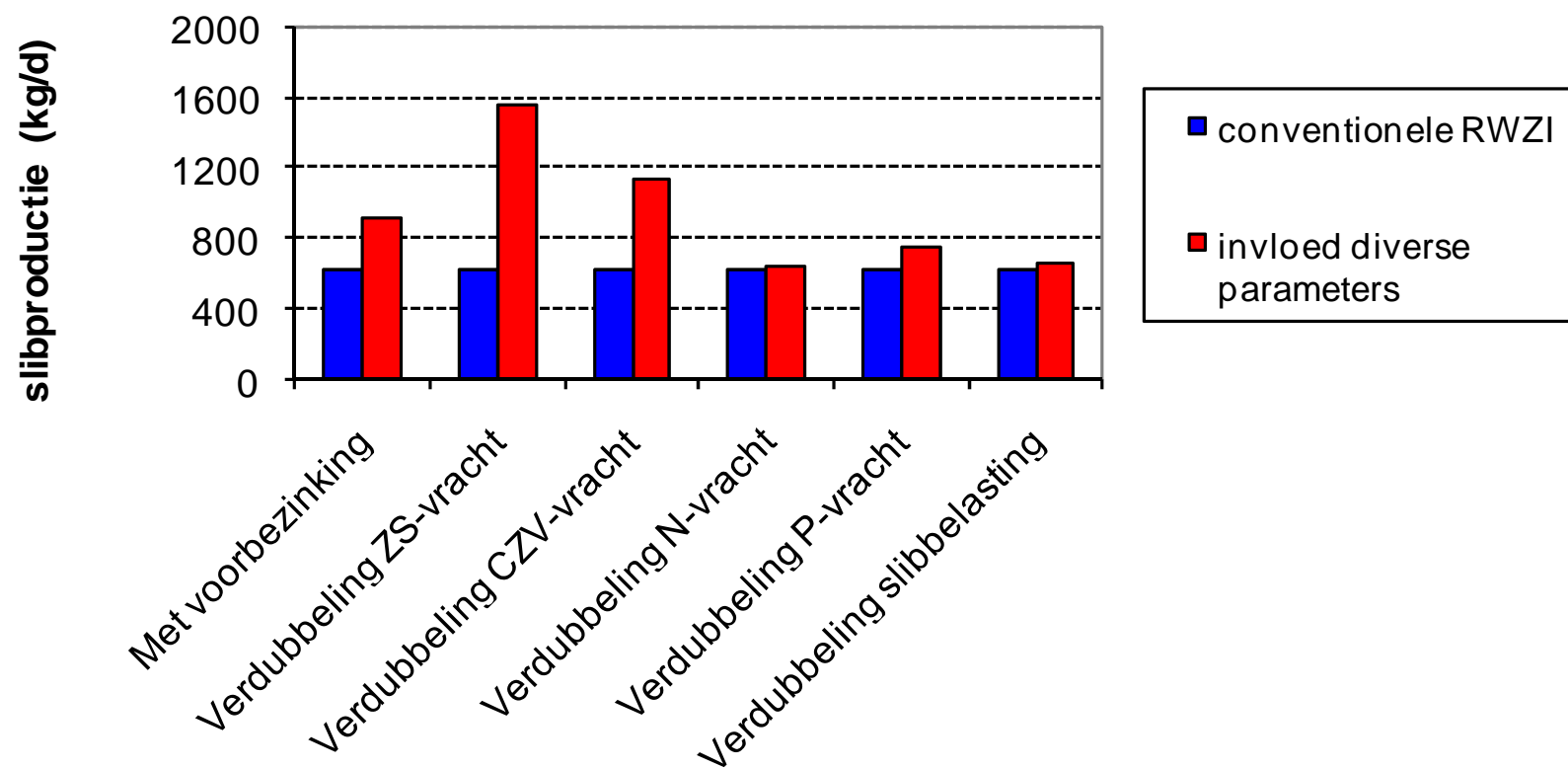
specifieke slibproductie RWZI's Vlaanderen

gemiddelde specifieke slibproductie

Slibhoeveelheden

- Slibproductie: invloed div. factoren
 - Influentkarakteristieken: Zwevende stoffen, COD, N en P
 - Type zuiveringssysteem:
 - VBT aanwezig?
 - Slibbelasting

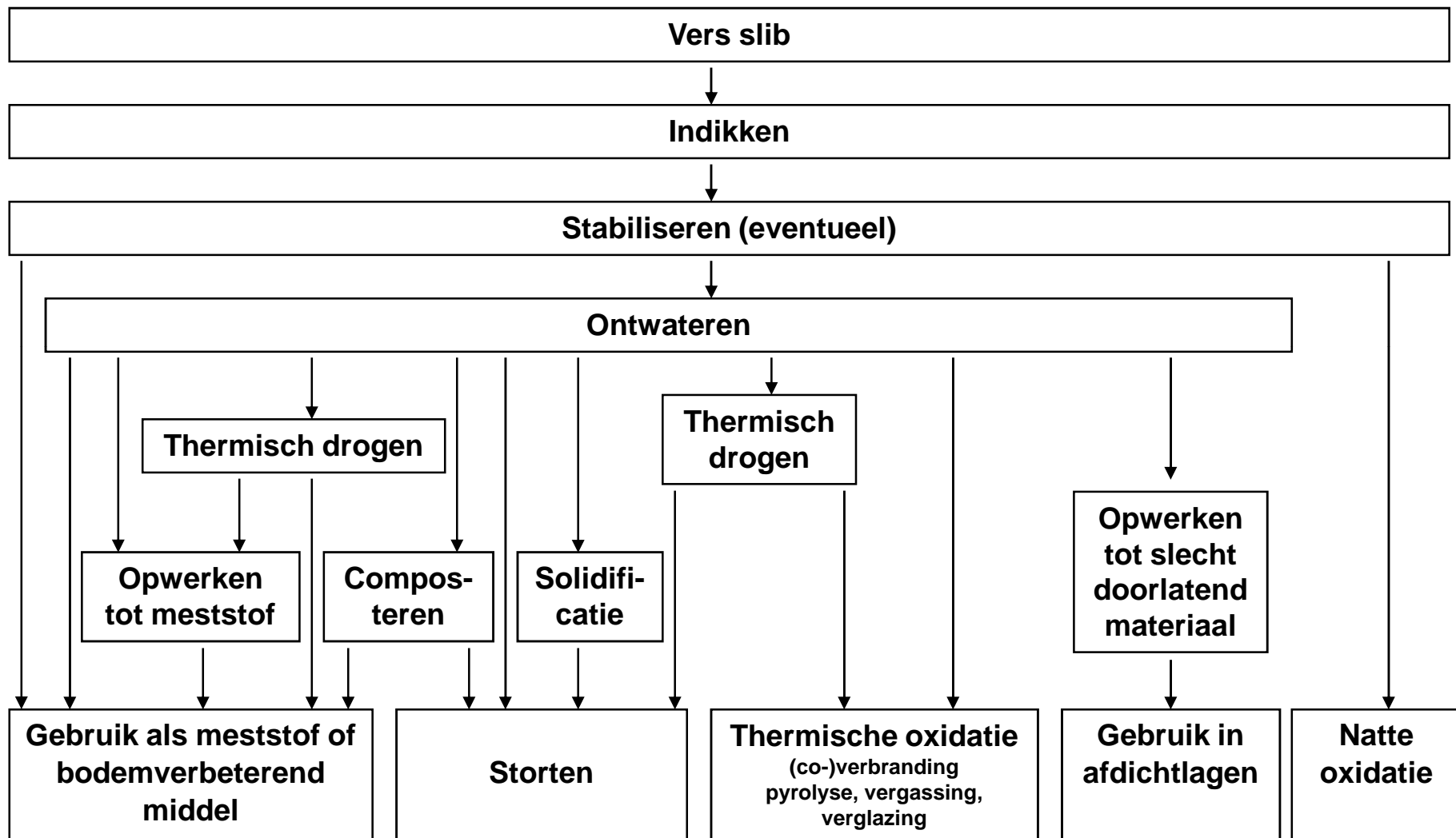
Slibhoeveelheden



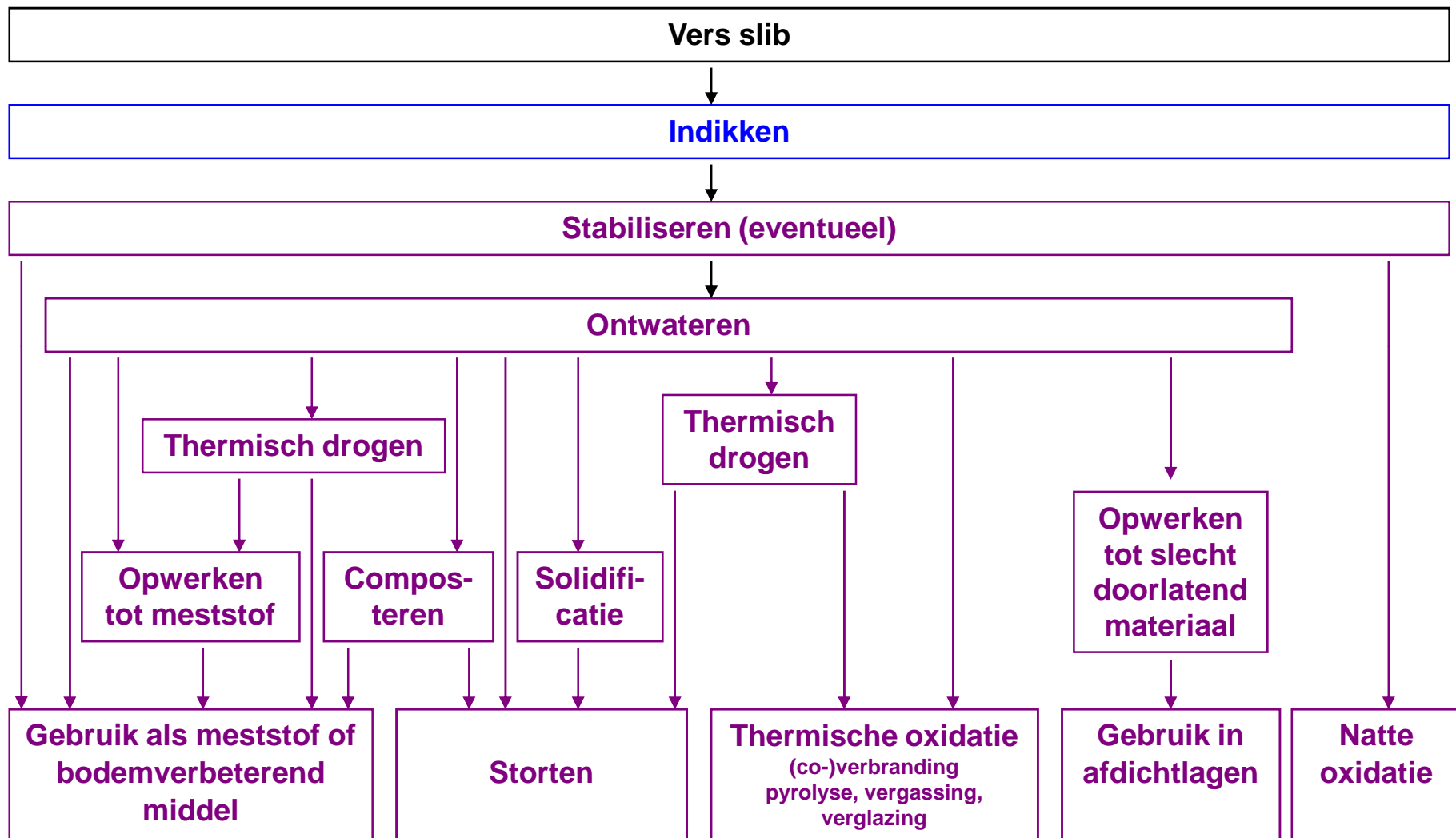
SLIBVERWERKING

- Slibindikking
 - Indiktafel
- Slibstabilisatie
- Slibontwatering
 - Centrifuge
 - Kamerfilterpers
 - Cascade (zeefbandpers)
- Slibdroging
 - Wervelbeddroger
 - Etagedroger
- Solidificatie / composteren/ opwerken tot meststof
- Opwerken tot slecht doorlatend materiaal

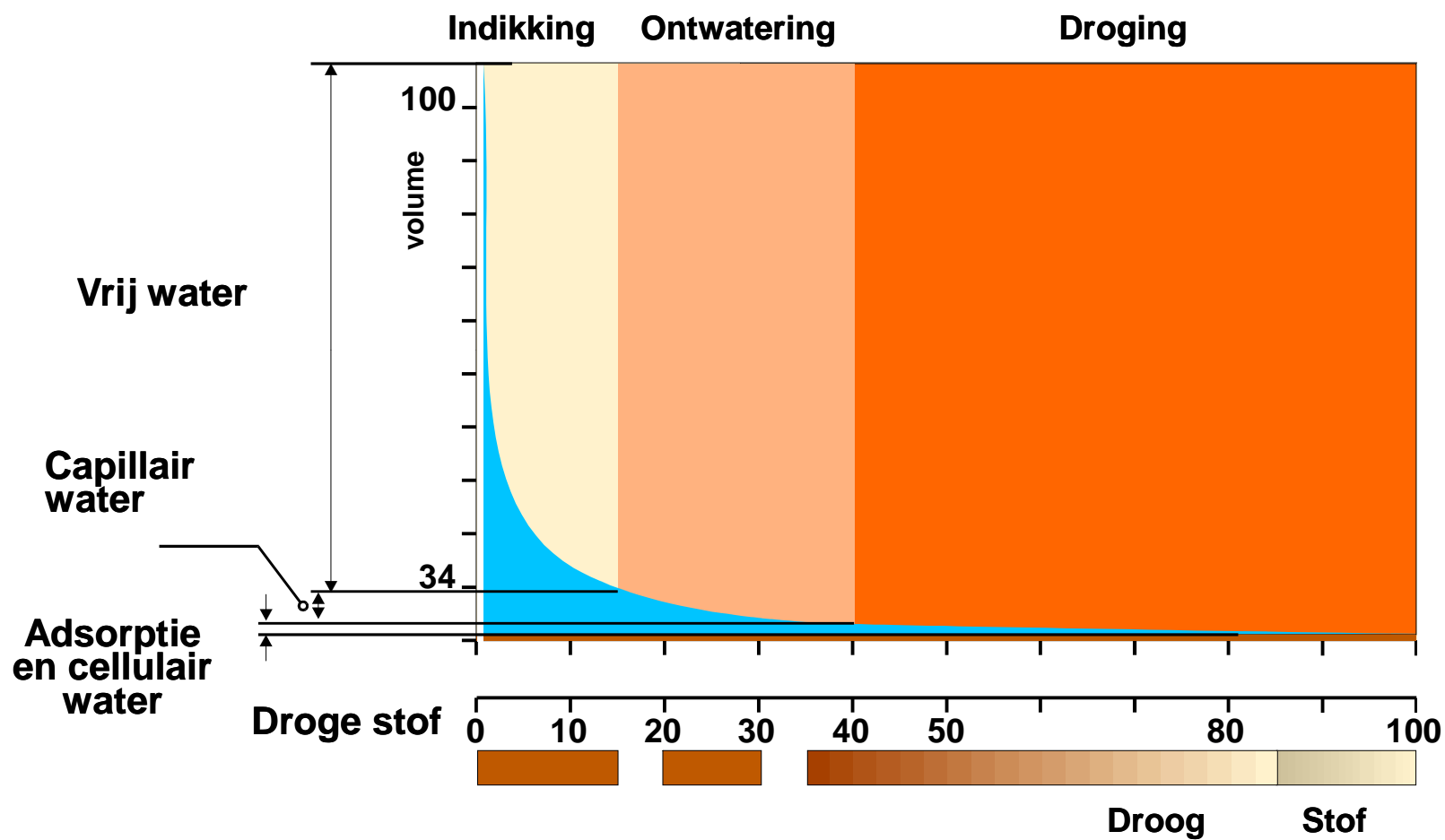
Slibverwerking



Slibverwerking



Slibindikking



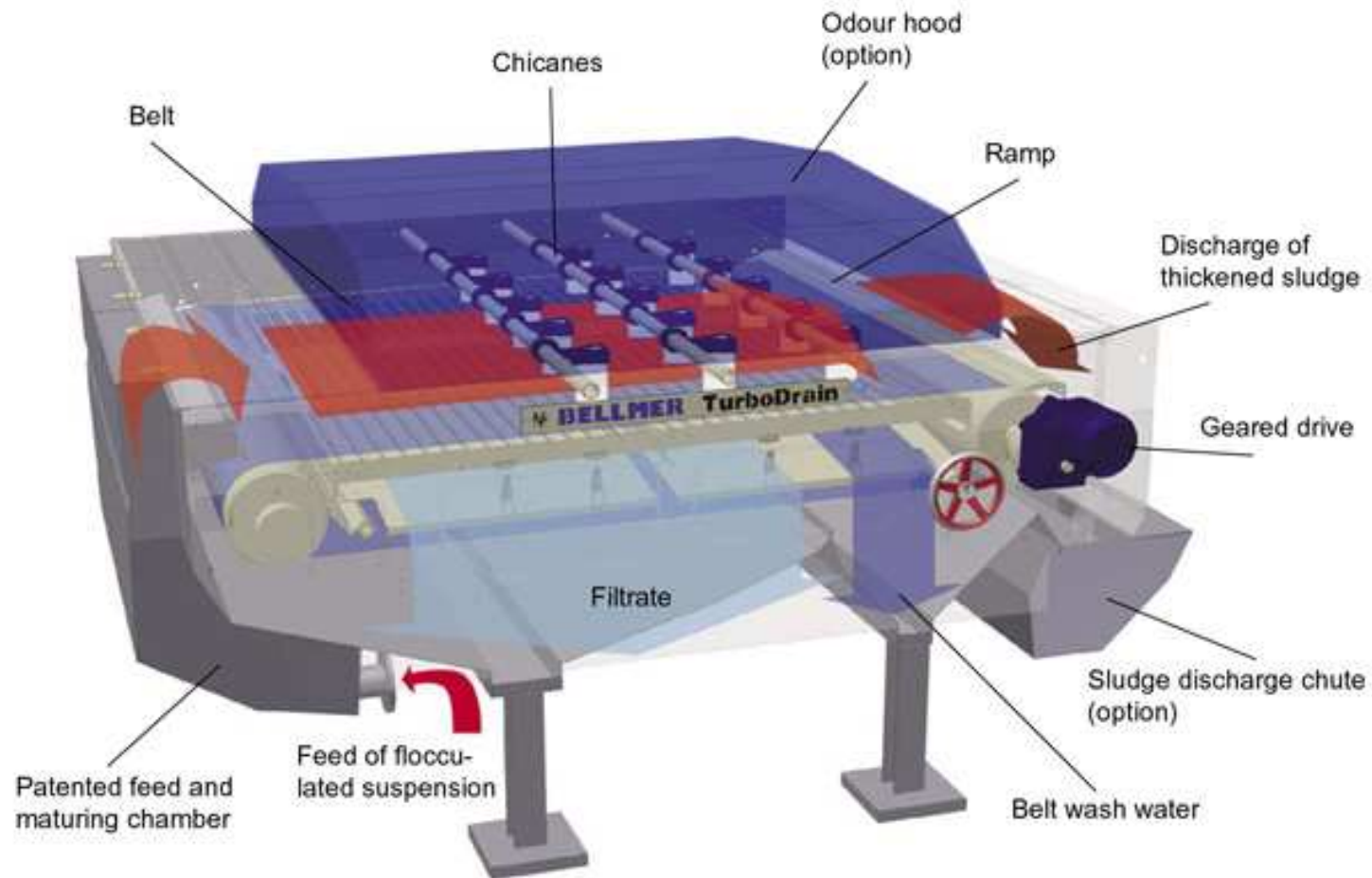
Slibindikking

- Verwijdering vrij slibwater
- Indikking van slib van 0,5 – 2 % DS tot 5 à 6 % DS
- Volumereductie van 60 tot 90%
- Gravitaire slibindikking
 - Verblijftijd : ± 1 à 2 dagen
- Mechanische slibindikking
 - Conditionering m.b.v. PE nodig
 - Hogere DS-gehaltes dan bij gravitaire indikking
 - Decanteercentrifuge
 - Zeef- of indiktrommel
 - Indiktafel

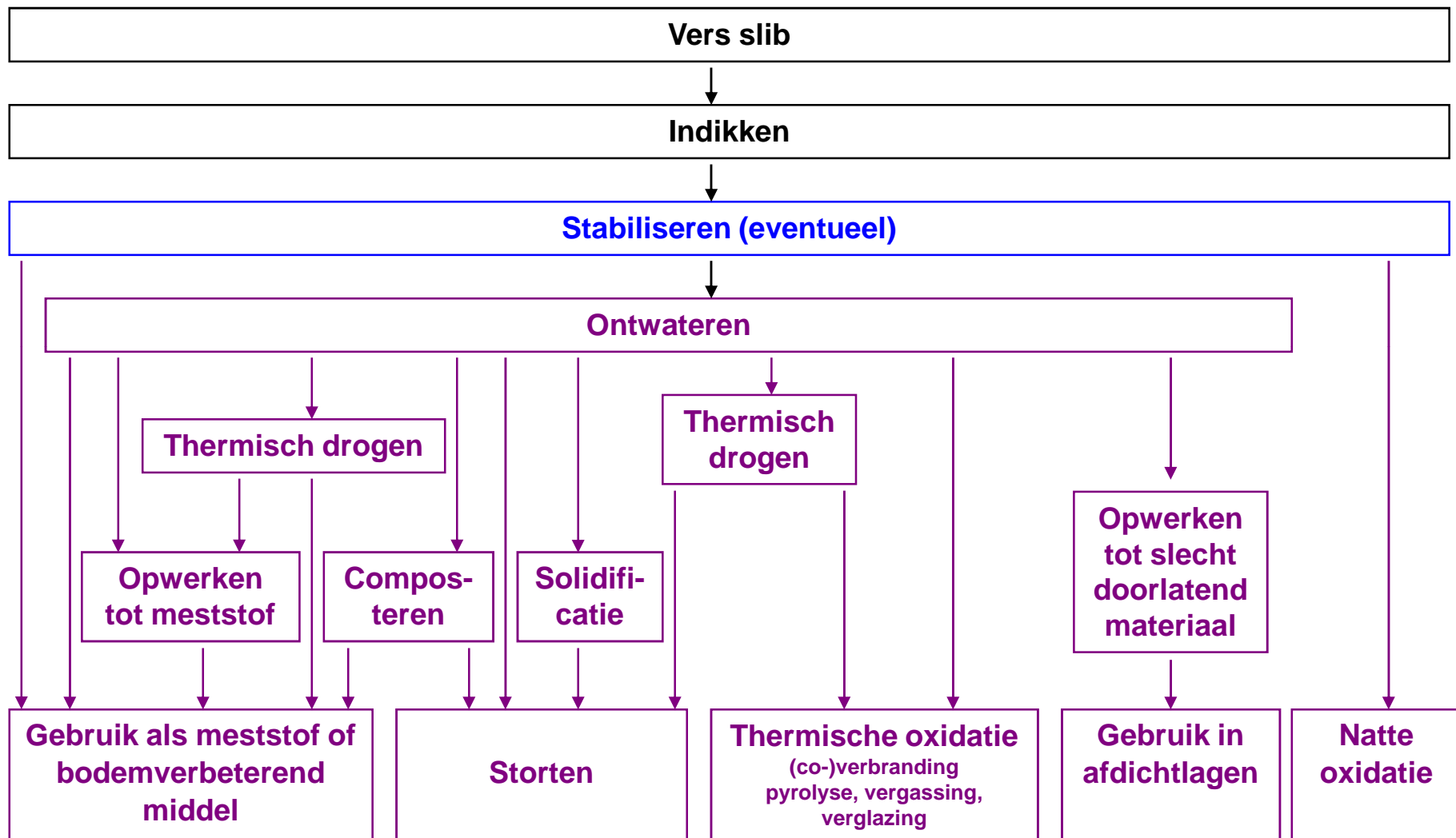


Slibindikking

- Indiktafel



Slibverwerkingssystemen



Slibstabilisatie

- Afbraak van organisch materiaal

- Minder risico op geurhinder
- Hygiënisatie, ruw slib: 10^6 /g E Coli, 10^2 - 10^3 /g Salmonella
- Verbeterde ontwaterbaarheid
- Reductie van slibhoeveelheid
- Afbraak van bepaalde pollutanten, bijv. tolueen

- Aërobe stabilisatie

- Vrij eenvoudige infrastructuur
- Geschikt voor nutriëntrijke slibs
- Energie**verbuik** voor beluchting: ± 0.5 kWh/kg DS



Slibstabilisatie

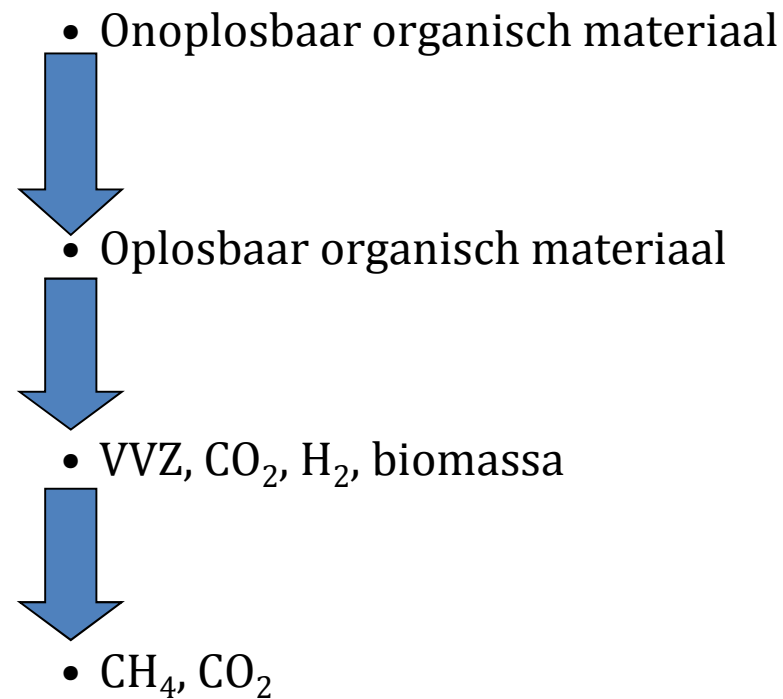
- Anaërobe stabilisatie

- Aanzienlijke investering
- Zwaar beladen slibwaters, hoge nutriëntenvracht
- Biogasproductie: 600 – 800 l/kg DS_{afgebroken}, energie-inhoud 24 MJ/m³ (~ 0,8 l benzine)
- Energieopbrengst uit biogas: ± 0.4 kWh/kg DS
- Groene Stroom Certificaten



Slibstabilisatie

- Werkingsprincipe



Extracellulaire enzymen

Acidogene bacteriële flora

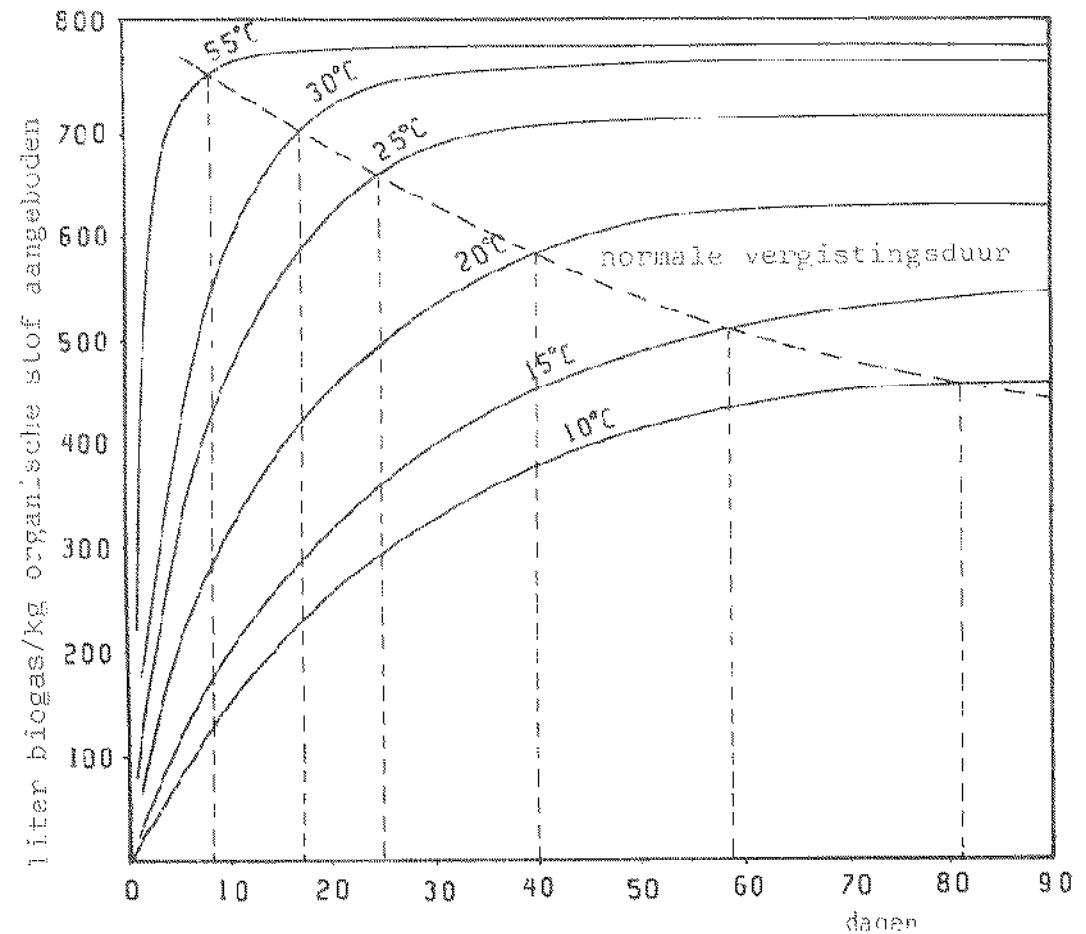
Methanogene flora

Slibstabilisatie

- Procescondities
 - Verblijftijd:
 - CSTR: $HRT = SRT$
 - > Snelheid van vermenigvuldiging
 - 2-5 dagen voldoende voor stabiele methanogenese
 - Maximale OS afbraak?
 - > 15 dagen voor secundair slib
 -
 - pH
 - Optima
 - Hydrolyse-Acidogenese: >4,5
 - Methanogenese: 6,8-7,5
 - Schommelingen
 - Buffer:
 - CO_2/HCO_3 bij pH 7
 - NH_4^+/NH_3 bij pH > 8

Slibstabilisatie

- Temperatuur
 - Optima
 - Mesofiel: 25-40°C
 - Thermofiel: 50-55°C
 - Schommelingen
 - $Q_{10} = 2$ à 3
 - Trade-off T/HRT



Slibstabilisatie

- Inhibitoren

- NH_3

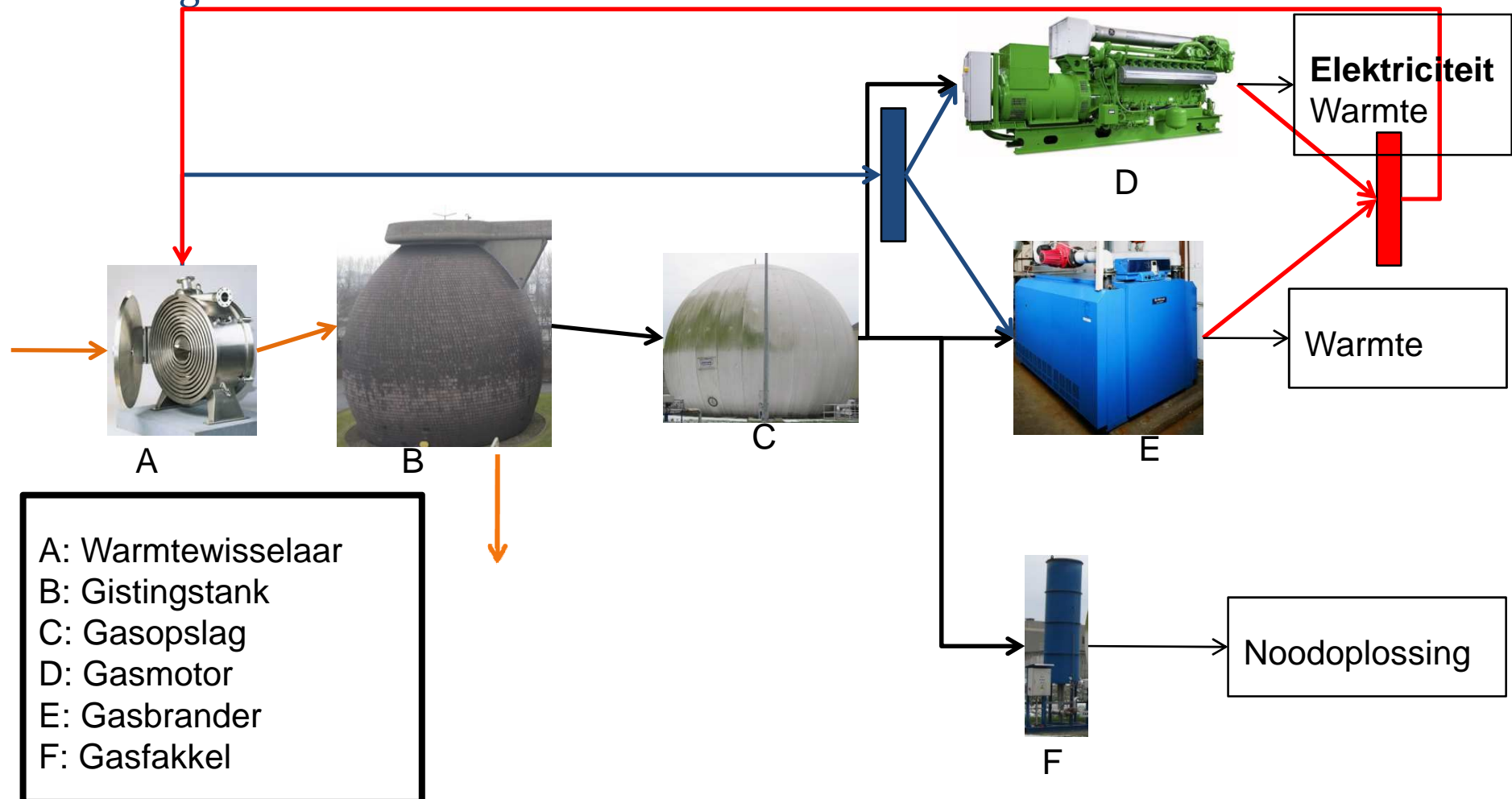
- Hydrolyse/fermentatie van eiwitten
 - Verstoort methanogene activiteit
 - $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ evenwicht bepaald door
 - Temperatuur
 - pH
 - Adaptatie mogelijk

- SO_4^{2-}

- 1 g COD \approx 0,5 g $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$
 - Tot 1/3 minder biogas

Slibstabilisatie

- Biogasvalorisatie



Slibstabilisatie

- **Rekenvoorbeeld:**
 - Bereken voor een RWZI van 85 000 IE zonder voorbezinking de slibafzetkosten en de elektriciteitsopbrengst op jaarbasis met en zonder gisting.
- **Gegevens:**
 - Slibproductie (S): 62 g DS/IE.dag
 - Fractie organisch (OS): 65%
 - Afbraak in de gisting: 35 % (van de organische DS)
 - Specifieke Biogasproductie: 600 m³ biogas/ton afgebroken OS
 - Samenstelling biogas: 65% CH₄ en 35% CO₂
 - Energie-inhoud CH₄ (ΔH_0^c): 36 MJ/m³
 - Elektrisch rendement gasmotor ($\eta_{\text{elektrisch}}$): 0,35
 - Opex gisting: 37 €/ton DS
 - Elektriciteitsprijs: 0,09 €/kWh
 - Prijs groene stroom certificaten: 0,112 €/kWh
 - Afzetkost: 70 €/ton DS

Slibstabilisatie

- **Berekening**

- Slibafbraak:

$$Slibafbraak(ton) = Slibproductie(ton) \times \frac{OS(\%)}{100} \times \frac{Afbraak(\%)}{100}$$

- Biogasproductie:

$$Biogasproductie(m^3) = Specifieke_biogasproductie(m^3/ton) \times Slibafbraak(ton)$$

- Energie-inhoud biogas:

$$Energie-inhoud(MJ) = \Delta H_c^o(kJ/m^3) \times Biogasproductie(m^3)$$

- Elektriciteitsproductie

$$P_{elektrisch}(kWh) = \frac{Energie-inhoud(MJ)}{3,6} \times \eta_{elektrisch}$$

Slibstabilisatie

- **Uitwerking**
 - Slibproductie (ton DS/jaar)
 - = $62 \text{ g/IE.dag} * 85000 \text{ IE} * 365 / 1000000 \text{ g/ton}$
 - = 1924 ton
 - Slibafbraak (ton ODS/jaar)
 - = $1924 \text{ ton} * 65\%/100 * 35\%/100$
 - = 438 ton ODS/jaar
 - Biogasproductie (m³) =
 - = $438 \text{ ton ODS/jaar} * 600 \text{ m}^3/\text{tonODS}$
 - = 262 565 m³
 - Energie-inhoud biogas (MJ)
 - = $262 565 \text{ m}^3 * 36 \text{ MJ/m}^3$
 - = 6 144 011 MJ
 - Elektriciteitsproductie (kWh)
 - = $6 144 011 \text{ MJ} / 3,6 * 0,35$
 - = 597 334 kWh

Slibstabilisatie

- **Uitwerking**
 - Opex gisting
 - = $1924 \text{ ton} * 37 \text{ €/ton}$
 - = 71 171 €
 - Slibafzetkost
 - = $(1924 - 438) \text{ ton} * 70 \text{ €/ton}$
 - = 104 016 €
 - Opbrengst elektriciteit
 - = $597\,334 \text{ kWh} * 0,09 \text{ €/kWh}$
 - = 53 760 €
 - Opbrengst groene stroom certificaten
 - = $597\,334 \text{ kWh} * 0.112 \text{ €/kWh}$
 - = 66 901 €

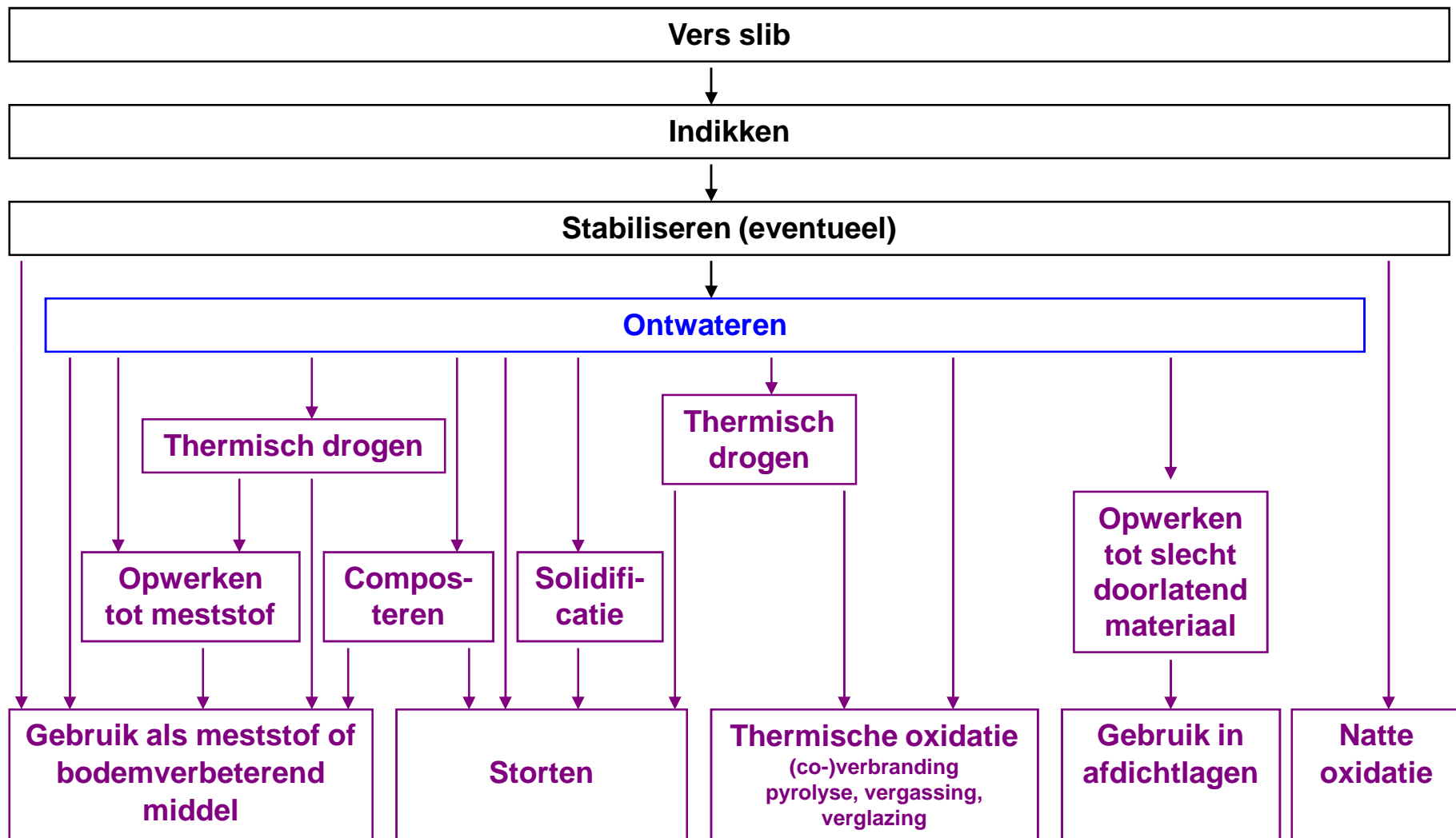
Slibstabilisatie



- Resultaat

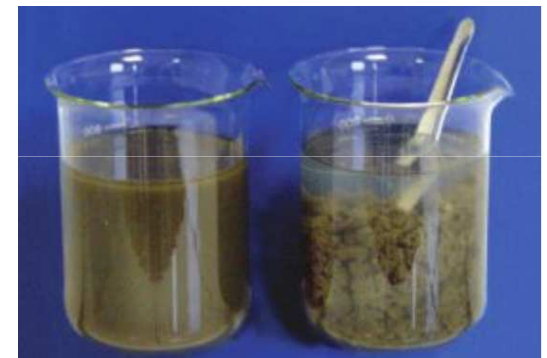
	Met gisting	Zonder gisting
Slibproductie	1.924 ton DS/jaar	1.924 ton DS/jaar
Organische slibproductie	1.250 ton ODS/jaar	1.250 ton ODS/jaar
Organische slibafbraak	438 ton ODS afgebroken/jaar	0 ton ODS afgebroken/jaar
Biogasproductie	262.565 m ³ /jaar	0 m ³ /jaar
Energie-inhoud biogas	6.144.011 MJ/jaar	0 MJ/jaar
Elektriciteit	597.334 kWh	0 kWh
Slibafzetkost	104.016 €/jaar	134.649 €/jaar
Elektriciteit	-53.760 €/jaar	0 €/jaar
Groene stroom	-66.901 €/jaar	0 €/jaar
Opex gisting	71.171 €/jaar	0 €/jaar
Totaal	54.526 €/jaar	134.649 €/jaar

Slibverwerking



Slibontwatering

- Verwijderen van resterend gedeelte vrij slibwater + deel van capillair slibwater
- Capillair slibwater kan enkel door mechanische krachten verwijderd worden
- Voorafgaan door chemische conditionering
 - Destabiliseren van colloïden => coagulatie – flocculatie
 - Additieven: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeCl}_3$
 - Polyelektrolieten: keuze van juiste PE zeer belangrijk!!
- Ontwateringstoestellen:
 - Centrifuge
 - Zeefbandpers / cascade
 - Kamerfilterpers
- Ontwatering tot 25 à 35 % DS
- DS na ontwatering = f(ODS-gehalte)



Slibontwatering: poly-electrolieten

- Keten van monomeren

- Vertakte structuur: bredere 'bandbreedte', geschikt voor veel toepassingen
- Lineaire structuur: meer specifiek, goedkoper

- Moleculair gewicht

- Maat voor lengte van de keten
- Hoger moleculair gewicht = gevoeliger aan schuifspanningen

- Lading en ladingsdichtheid

- Anionisch: negatief geladen (meest gebruikt in waterzuivering)
- Kationisch: positief geladen (meest gebruikt voor slibconditionering)
- Non-ionisch: geen lading
- Hoog organisch slibgehalte ~hogere ladingsdichtheid nodig

- Vloeibaar vs poeder

- Vloeibaar: 40-50% actief bestanddeel, eenvoudiger handelbaar, grotere bandbreedte
- Poeder: 100% actief bestanddeel, moeilijker handelbaar, specifiekere toepassingen

Slibontwatering: poly-elektrolieten

•PE aanmaak

- Delicaat proces: PE ontvouwen \Rightarrow mengenergie vereist!
- Oplossen in water: 0,1% aktief (indikking) of 0,3-0.4% aktief (ontwatering)
- Verbruik: 3-5 kg_{akt} /ton ds (indikking), 10-15 kg_{akt}/ton DS (ontwatering)

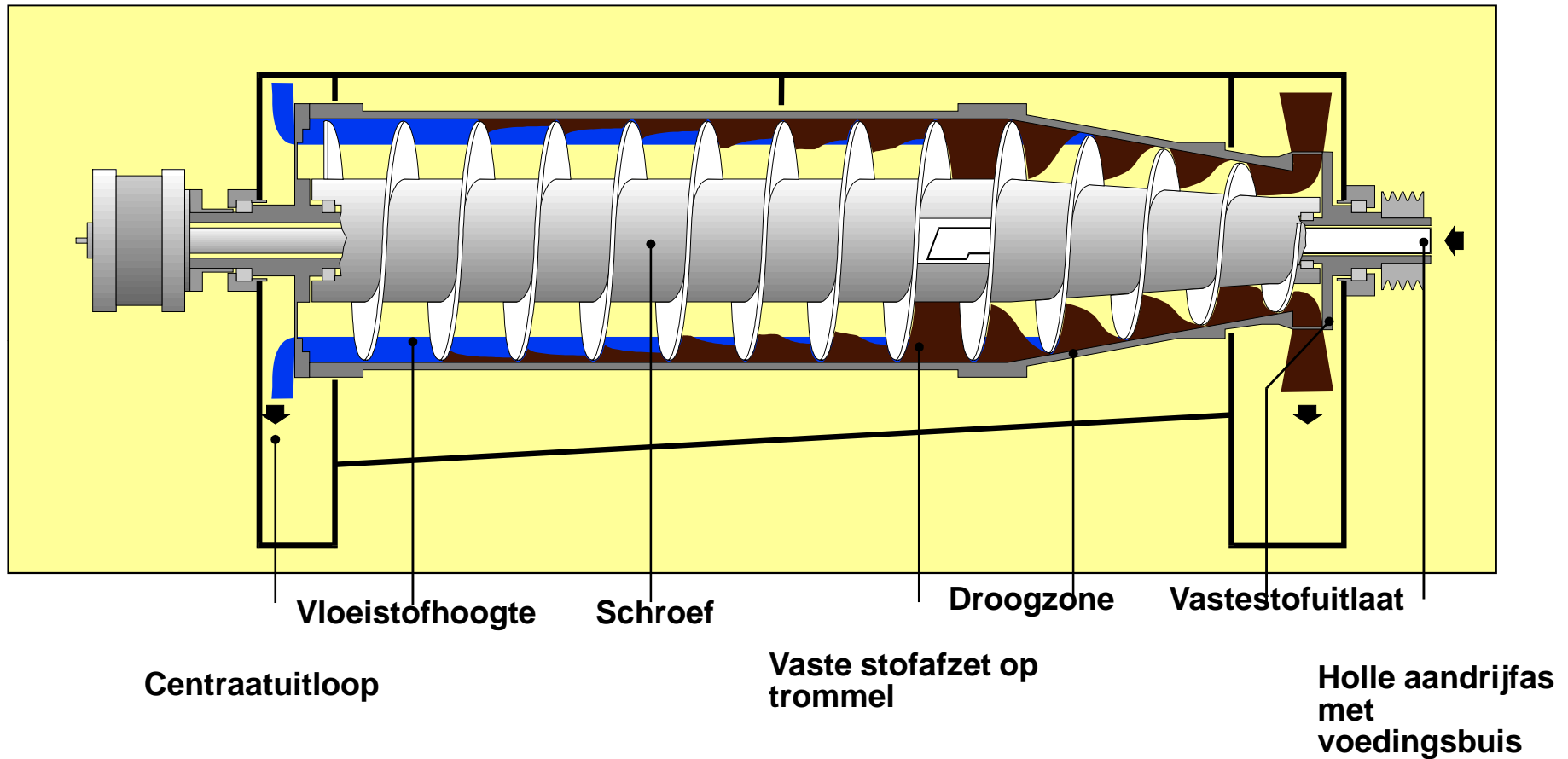


Slibontwatering: centrifuge

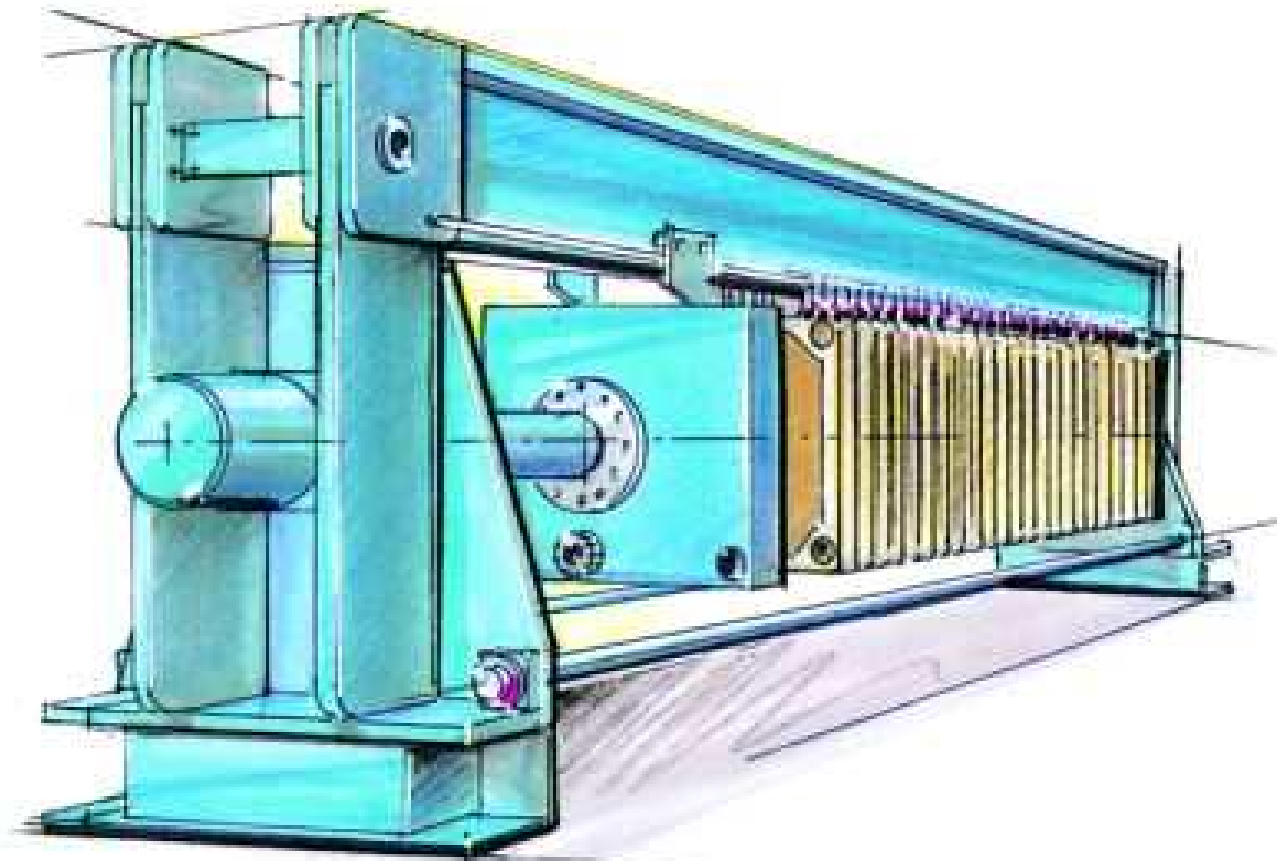


Slibontwatering: centrifuge

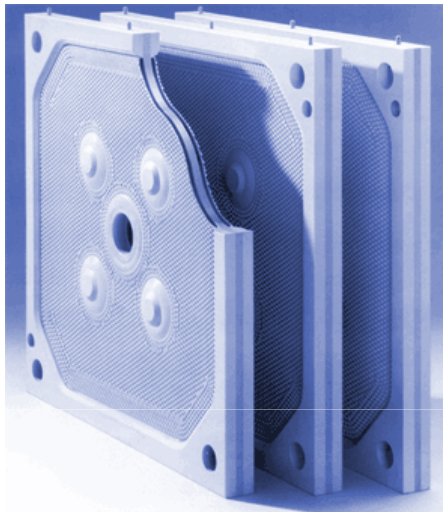
Alfa Laval Slibcentrifuge



Slibontwatering : kamerfilterpers

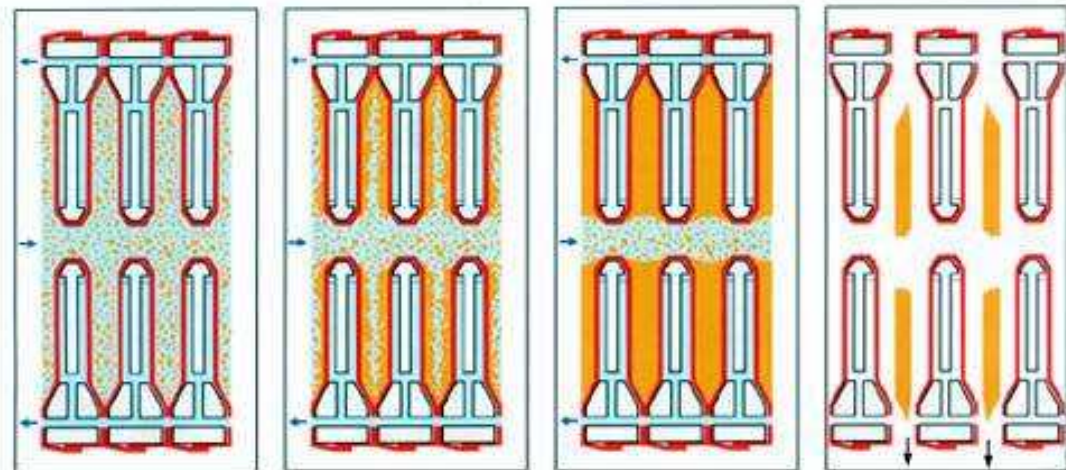


Slibontwatering : kamerfilterpers



- Kamers gevormd door filterplaten
- Filterplaten tegen elkaar geperst (300 bar)
- Slib wordt centraal gevoed
- Koekopbouw tussen platen
- Filtraatafvoer door filterdoek

Process Sequence of a Chamber Filter press

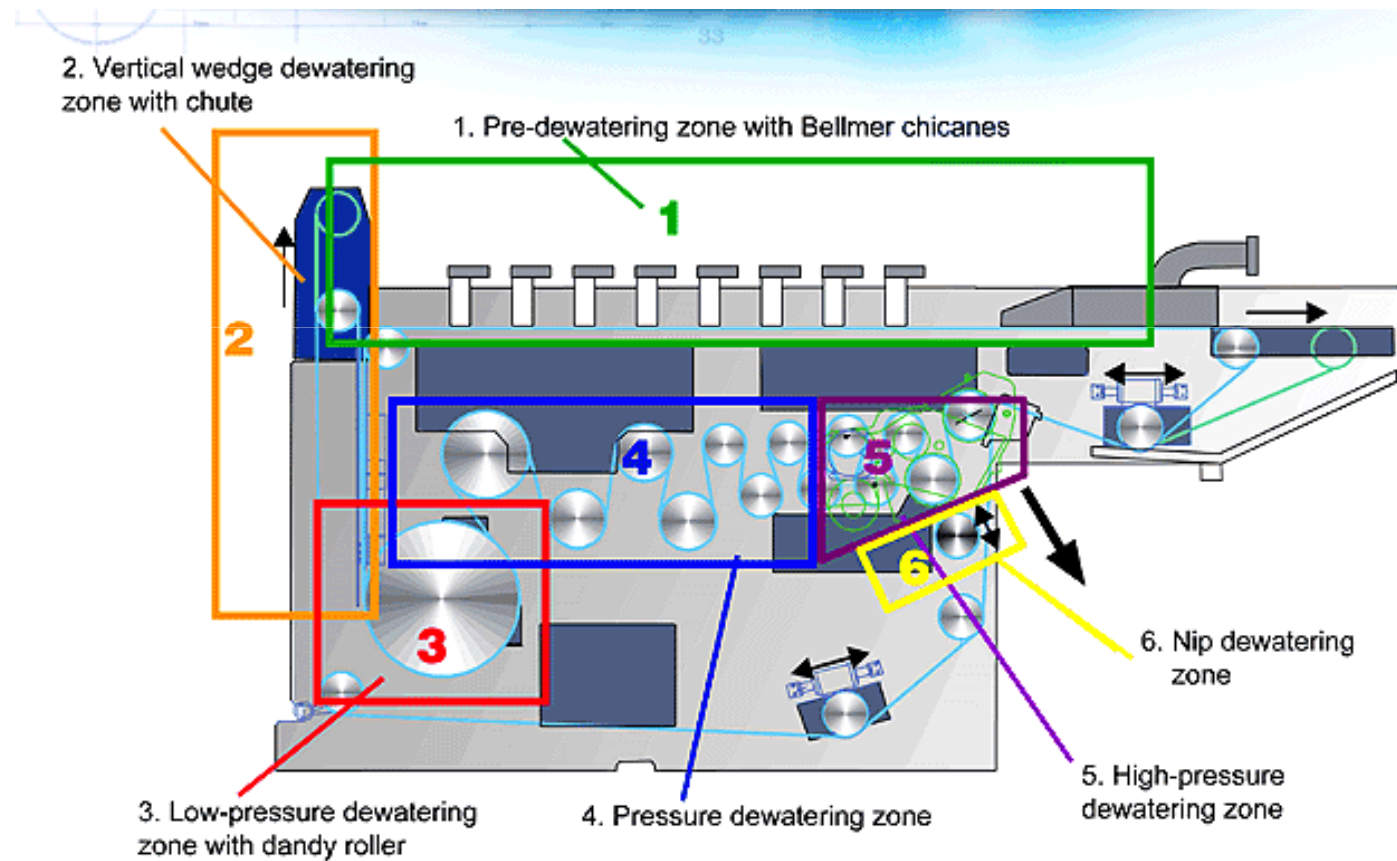


Slibontwatering: Cascade (zeefbandpers)



Slibontwatering: Cascade (zeefbandpers)

BellmerBelt Filtre Press



Verwerking en afzet van afvalwaterzuiveringsslib

Een inleiding (2)



Verwerking en afzet van afvalwaterzuiveringsslib



Deel 1

- Inleiding
- Slibverwerking (1)

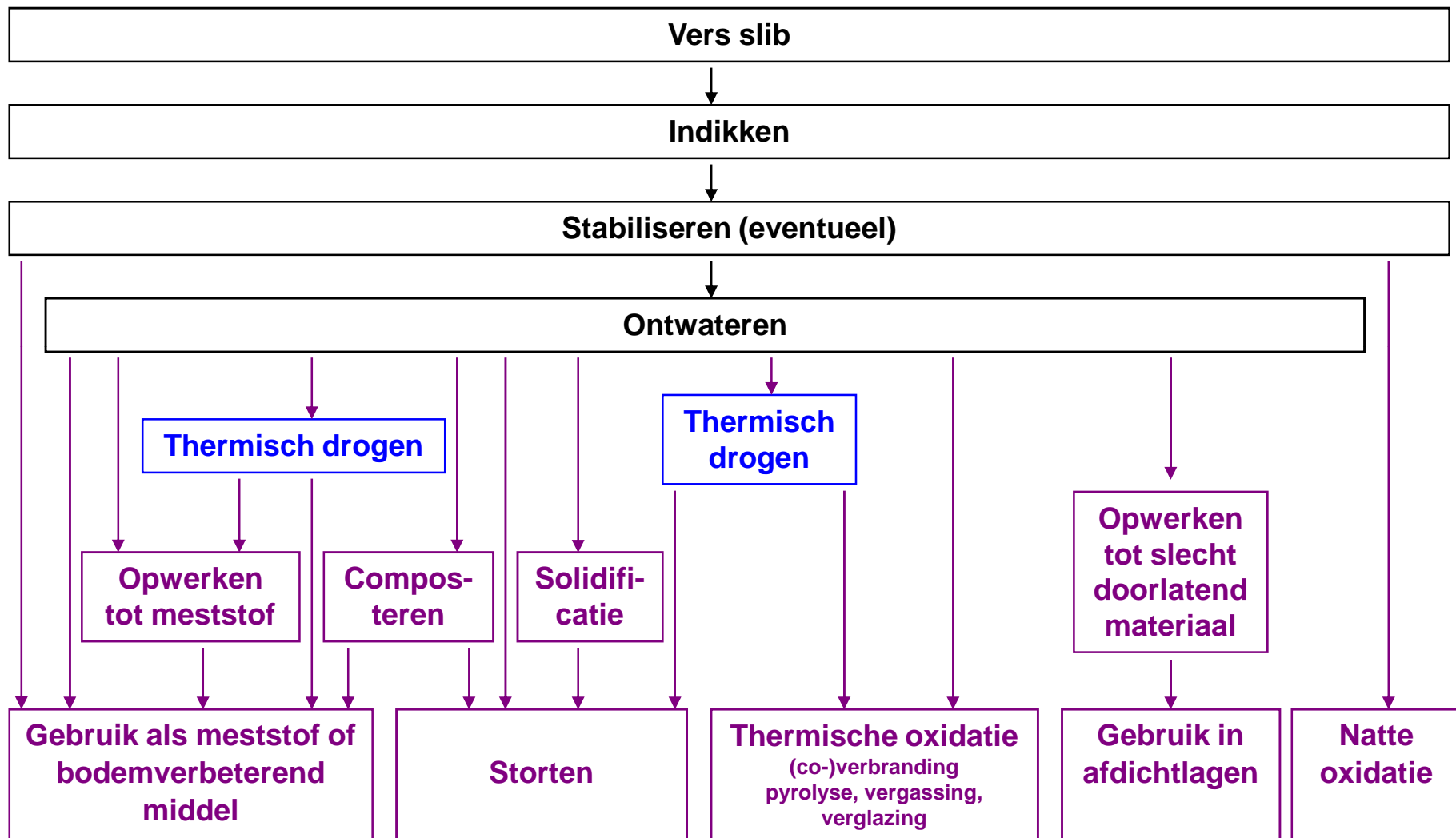
Deel 2

- Slibverwerking (2)
- Slibafzet
- Innovatieve ontwikkelingen in slibverwerking/slibafzet

SLIBVERWERKING

- Slibverwerkingssystemen
 - Slibindikking
 - Indiktafel
 - Slibstabilisatie
 - Slibontwatering
 - Centrifuge
 - Kamerfilterpers
 - Cascade (zeefbandpers)
- Slibdroging
 - Wervelbeddroger
 - Etagedroger
- Solidificatie / composteren/ opwerken tot meststof
- Opwerken tot slecht doorlatend materiaal
- Eindafzet

Slibverwerkingssystemen



Slibdroging

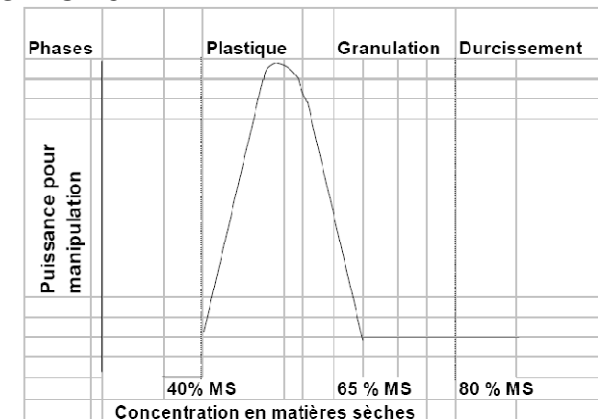
- Verwijdering van adsorptie/cellulair water door verdamping

- Sterke volumereductie (transportkosten ↓)
- Verhoogde calorische waarde
- Partiële droging tot 37%: autotherme verbranding mogelijk
Volledige droging tot 90%: droog product



- Glue phase, kleeffase

- Bij 40-50% DS wordt het slib een kleverige pasta
⇒ bemoeilijkt drogen
- Vermijden door terugmenging van gedroogd slib met inkomend ontwaterd slib



Slibdroging

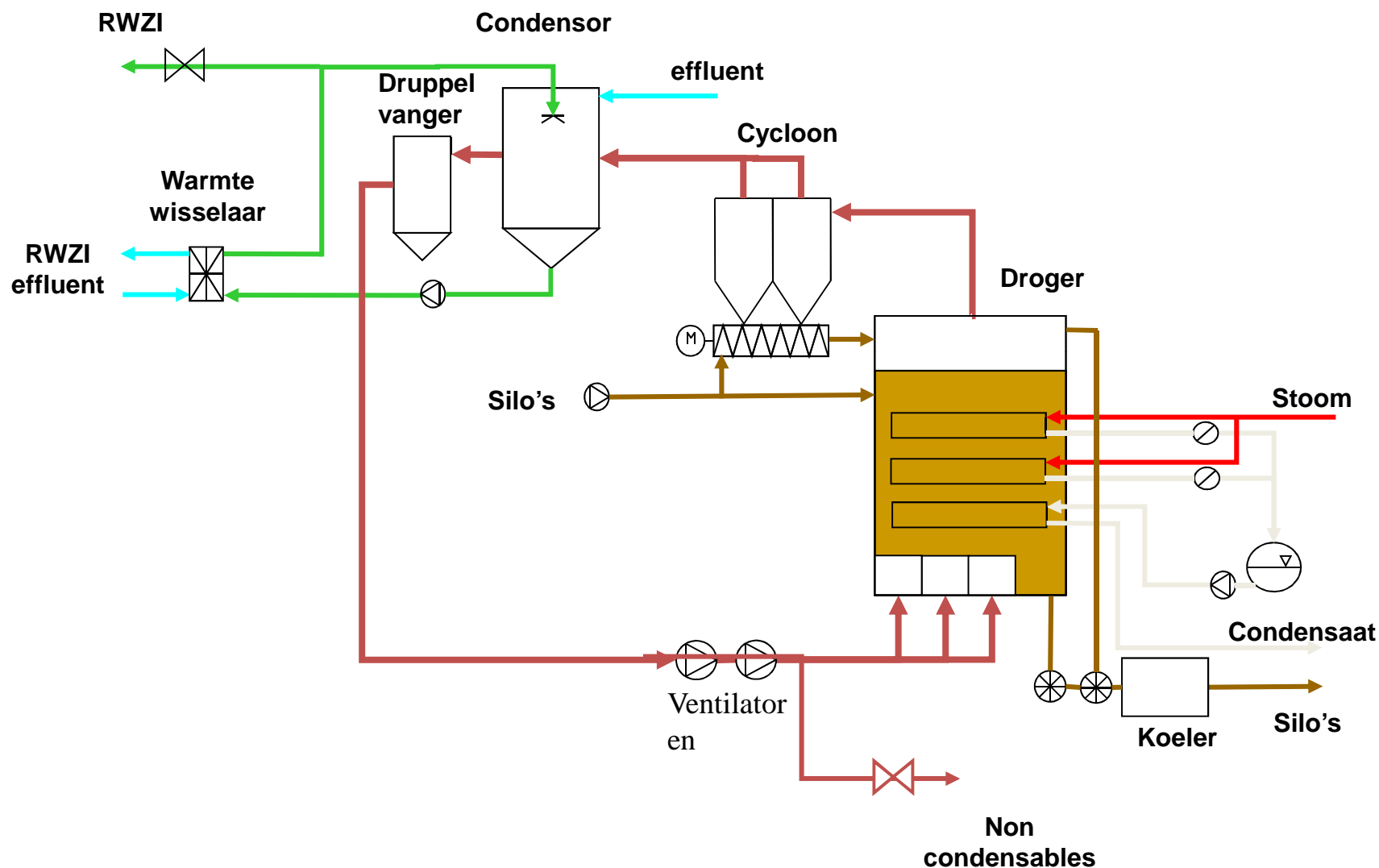
•Directe drogers

- Direct contact tussen slib en warmte dragend medium (bijv. hete lucht) \Rightarrow niet complex, weinig slijtage, grote hoeveelheid droogdampen
- Voorbeelden: trommeldroger, wervelbeddroger

•Indirecte drogers

- Geen direct contact met warmte-dragend medium (bijv. thermische olie), warmteoverdracht via scheidingswand \Rightarrow afgassen bestaan uitsluitend uit droogdampen
- Voorbeelden: etagedroger

Slibdroging: wervelbeddroger CSVI Houthalen (gecombineerd direct/indirect)

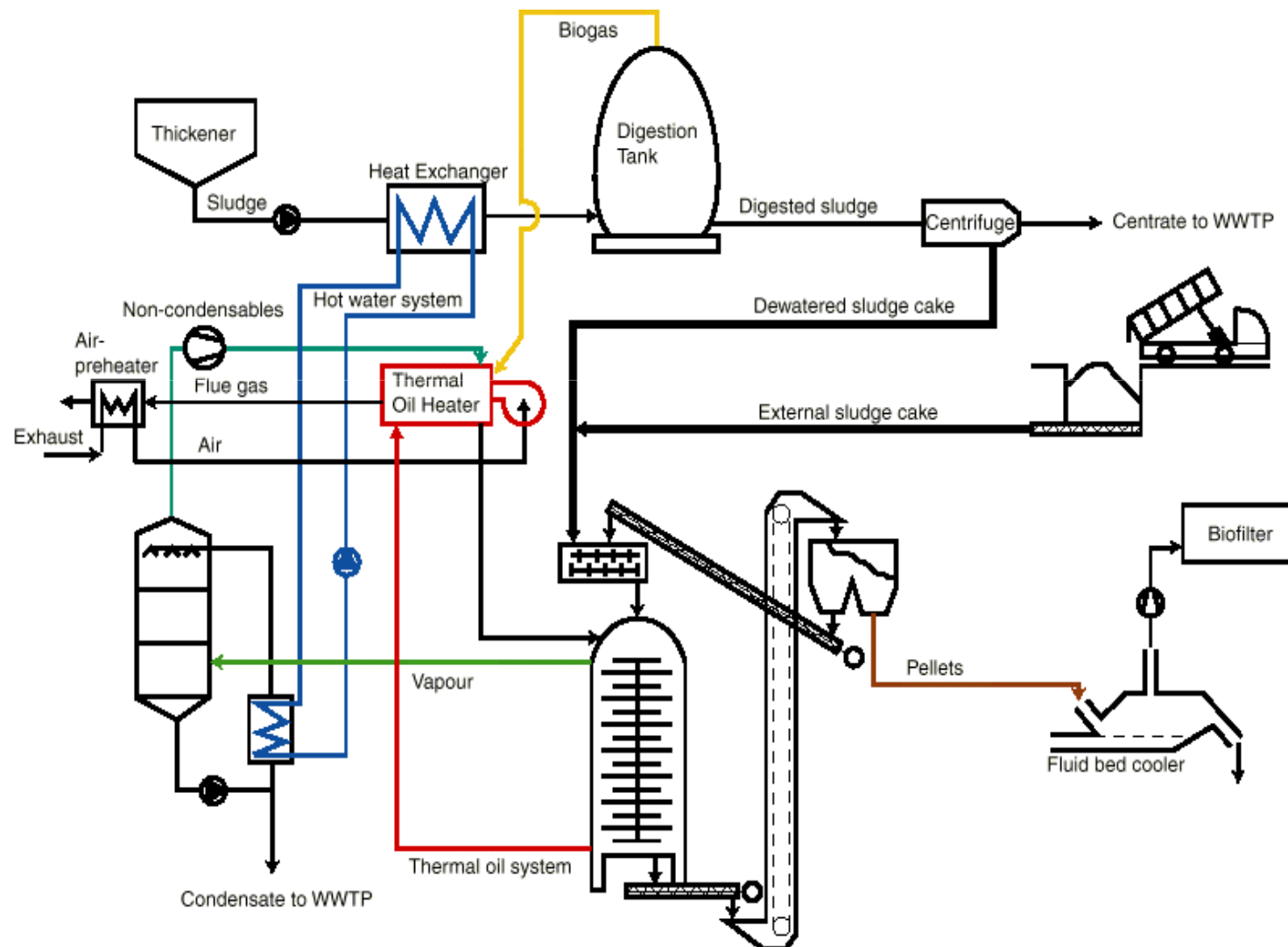


Slibdroging: wervelbeddroger CSVI Houthalen (gecombineerd direct/indirect)

- Capaciteit:
 - 10 000 TDS/jaar
 - 3,7 ton H₂O/uur
- Energie = restwarmte
 - Huisvuilverbrandingsoven Bionerga
 - Stoom: 5000 kg/h (25 bar)
 - Non-condensables: verbrand in de oven



Slibdroging: etagedroger CSVI Deurne



Slibdroging: etagedroger CSVI Deurne

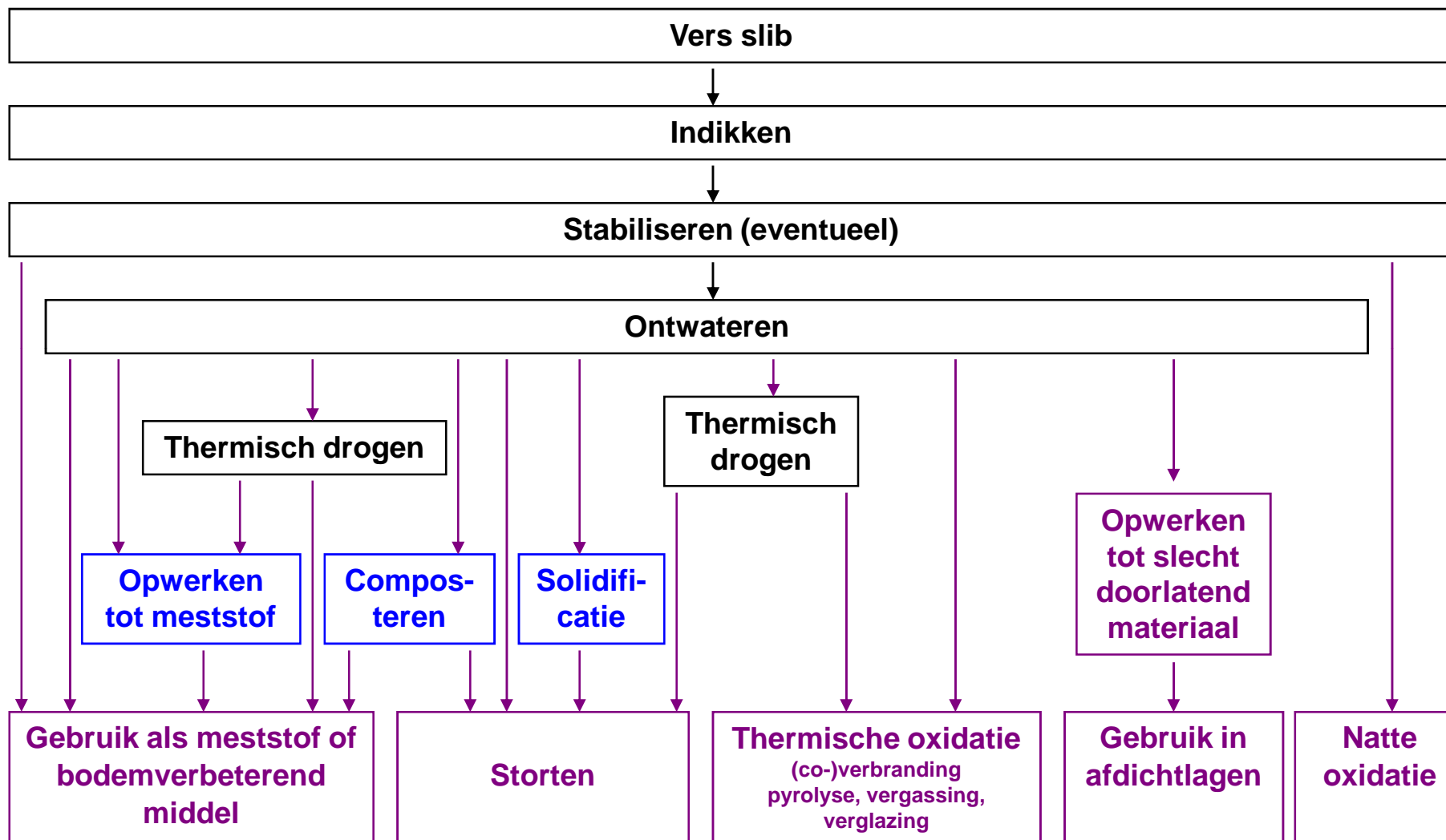
- **Deurne:**
 - 2800 MJ/ton H₂O, brander: 90% efficiëntie
 - Energiekost!!

Deurne		
TDS/jaar	10.000	TDS/jaar
DS in	24	%
DS uit	90	%
Biogas	1.627.472	m ³ /jaar
Water verdampt	30.556	ton
Primaire energievraag	95.061.728	MJ
Aandeel biogas	40	%
Aandeel aardgas	60	%
Hoeveelheid aardgas	1.582.747	m ³ /jaar
Kost aardgas	633.099	€

- Energie-recuperatie uit condensaat
 - Verwarming gisting (20 000 000 MJ – 35 000 000 MJ/jaar)
 - Warmtepomp voor gebouwenverwarming



Slibverwerking



Solidificatie / composteren / opwerken tot meststof



•Solidificatie

- Toevoegen van toeslagstoffen \Rightarrow steekvast slib & immobilisatie

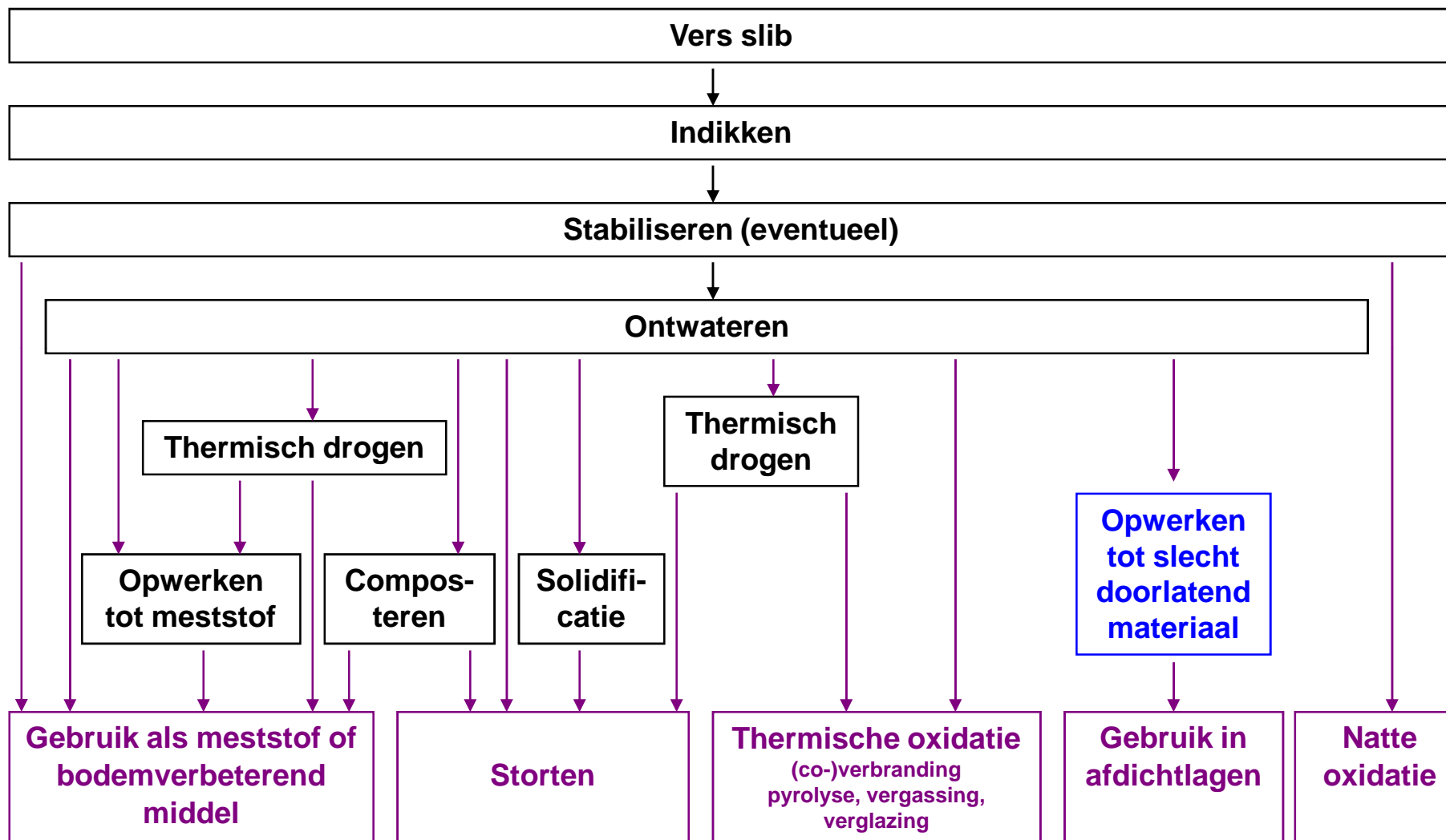
•Compostering

- Ontwaterd slib beluchten bij verhoogde temperatuur (50 – 60°C)
- Opvulmateriaal (stro, houtsnippers, ...), beluchting via buizenstelsel & regelmatige kering
- Biologische afbraak biodegradeerbaar materiaal tot CO₂; \pm 50% ODS afbraak
Afdoding pathogenen
Werverdamping \Rightarrow eindproduct 50 - 60% DS, steekvast

•Opwerking tot bodemverbeteraar: het Agroviro® proces

- Toevoegen van kalkhoudende toeslagstoffen
 - \Rightarrow pH stijging tot 11 – 12 : hygiënisatie
 - \Rightarrow temperatuurstijging tot 40°C : brengt composterings reactie op gang
- Eindproduct 70% DS, geurvrij, pathogeenenvrij, kalkhoudende meststof & bron van organisch materiaal en traagwerkende stikstof

Slibverwerking



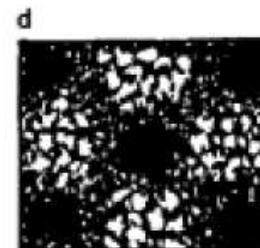
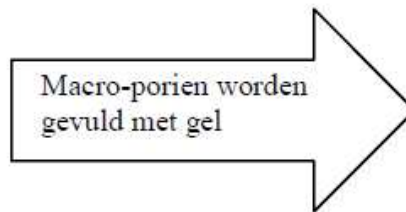
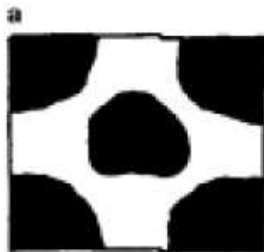
Opwerken tot slecht doorlatend materiaal (Hydrostab®)

- Opwerking tot materiaal met lage permeabiliteit

- Afgeleid van de technologie om grond waterdicht te maken d.m.v. waterglas (alkali-silicaten)
- binding en opvulling van bodemporiën met silicaatpolymeer
- immobilisatie van metaalionen

- Hydrostab®: afvalstoffen i.p.v. natuurlijke bodemmaterialen

- korrelfractie (bv verontreinigde grond) 40-50%
- vulstoffractie (bv. vliegassen) 10%
- slibfractie (bv. zuiveringsslib) 40 – 45%



Opwerken tot slecht doorlatend materiaal (Hydrostab®)

- Eindproduct: korrelvormig mengsel, hardt uit in contact met water/
blootstelling aan lucht
- Toepassing als afdichtlaag op stortplaatsen (Hooge Maey)

SLIBAFZET



➤ **Slibbeleid in Europa:**

- **Waste directive**
- **European sludge directive**

➤ **Slibbeleid in Vlaanderen**

- **BBT studie (VITO)**
- **Uitvoeringsplan Slib (OVAM)**

➤ **Klimaatbeleid**

➤ **Slibafzet in de landbouw**

- **Voorwaarden**

➤ **Storten van slib**



SLIBAFZET



- **Slibverbranding**
 - Rookgasreiniging
 - Monoverbranding
 - Verbranding met andere afvalstoffen
 - Co-verbranding
- **Natte oxidatie**
- **Slibafzet in Vlaanderen**
- **Slibafzet in Europa**

Slibbeleid in de EU: Waste directive (2008/98/EC)

- Ladder van Lansink
 - Preventie
 - Hergebruik
 - Recyclage
 - Verbranden met energierecuperatie
 - Storten
- Afval management
 - Self-sufficiency
- Vergunningen en registratie
 - Type, hoeveelheid, manier van verwerken en monitoring worden beschouwd
 - Minimum rendement voor afvalverbrandingsinstallaties (0,65)
- Afvalplannen en preventieprogramma's
- Te implementeren vóór eind 2010

Slibbeleid in de EU: European sludge directive

- European Sludge directive (86/278/EEC)
 - Gepubliceerd op 18 juni 1986
 - Aanmoedigen afzet naar de landbouw
 - Weinig ambitieus:
 - Enkel landbouw
 - Focus op zware metalen

Slibbeleid in de EU: European sludge directive

- Anno 2009 hebben verscheidene lidstaten, waaronder Vlaanderen:
 - Lagere maximumnormen voor zware metalen
 - Regulering voor andere pollutanten

Max. concentratie (mg/kg DS)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
Vlarea	150	6	250	375	5	300	50	900
Sludge directive		20	-	1000	16	750	300	2500

- Anno 2010: Impact assessment
 - Evaluatie van hergebruik van slib op het land
 - Strengere normen?

Slibbeleid in Vlaanderen: Afvalstoffendecreet

- Kaderdecreet Afvalstoffen: 2 juli 1981 (Revisie in 1994)
 - Algemeen kader
- Uitvoeringsbesluit: Vlarea (1 juli 1998)
 - Verdere bepalingen: o.a.
 - Afvalstoffen als secundaire grondstof: voorwaarden!
 - Landbouw
 - Afdichtingslaag
 - Inzameling, vervoer, verwerking:
 - Identificatieformulier afvalstoffen bij vervoer
 - Registratie afvalverwerkers
 - Registratie en rapportage van afvalstoffengegevens:
 - Slibregisters jaarlijks in integraal milieujaarverslag

Slibbeleid in Vlaanderen: BBT-studie (VITO)

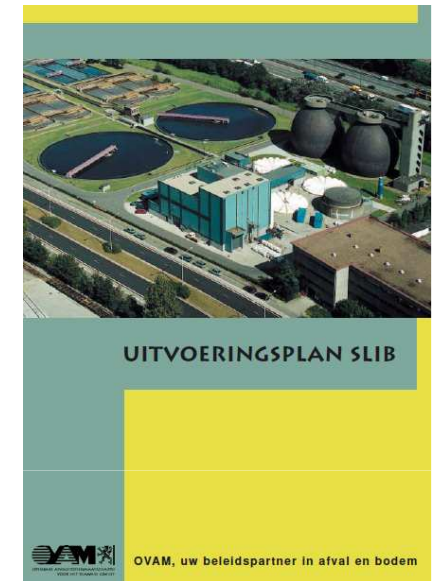
- Vertaling van ‘voorzichtigheidsprincipe’
 - Basis voor milieuvergunningsvoorwaarden
 - ‘Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib’ (2001)
- Slibs conform met de hergebruik voorwaarden uit Vlarea:
 - Afzet in de landbouw
- Slibs niet conform met deze voorwaarden
 - Gebruik in afdichtlagen
 - Verbranding
 - Co-verbranding mits aan bepaalde (milieu)voorwaarden voldaan is!
- Aanbeveling om verwerkingscapaciteit uit te breiden



Slibbeleid in Vlaanderen: Uitvoeringsplan Slib (OVAM)



- Kader waarbinnen Vlaamse overheid slibbeleid uitvoert
 - Alle slibs niet conform hergebruik voorwaarden Vlarea
 - Diverse sectoren: afvalwaterzuivering, drinkwaterproductie, textielindustrie, voedingsindustrie, papierindustrie
- Opgesteld in 2002
- Geheel van maatregelen en streefpunten
- Hoeveelheid te storten en te verbranden afval verminderen
 - Preventie
 - Recyclage
 - Tegemoet komen aan behoefte voor meer eindverwerkingscapaciteit
- Opvolging via voortgangsrapportage



Slibbeleid in Vlaanderen: Uitvoeringsplan Slib (OVAM)



- Doelstellingen voor RWZI slib:

- Beheersen van de slibproductie
- Beheersen van slibkwaliteit
- Milieuverantwoord vervangen van grondstoffen door slib en/of andere afvalstoffen van rioolwaterzuivering
- Milieuverantwoord beperken van de hoeveelheid te verbranden slib
- Milieuverantwoord beperken van de hoeveelheid te storten slib

Klimaatbeleid

- **Klimaatbeleid:**
 - **Europa:**
 - EU15: Vermindering van de emissies met 8% voor de periode 2008-2012 (Kyoto)
 - België: 7,5%
 - **België**
 - Bevoegdheden bij verschillende overheden -> Nationale klimaatcomissie (NKC)
 - Nationaal klimaatplan (2002-2012)
 - Verdeelsleutel tussen gewestelijke en federale niveau's:
 - Vlaanderen: 5,2 % reductie

Klimaatbeleid

- Vlaanderen:
 - Wettelijke basis: REG-decreet 2004
 - Taskforce Klimaatbeleid Vlaanderen (werkgroepen)
 - Vlaams klimaatbeleidsplan (2002-2005)
 - Vlaamse klimaatconferentie (juni-september 2005)
 - Maatschappelijk draagvlak voor brede klimaataanpak
 - 12 strategische en verschillende thematische aanbevelingen
 - Vlaams klimaatbeleidsplan (2006-2012)
 - 5 sectorale thema's -> streefdoel
 - O.a. duurzame en koolstofarme energie-voorziening
 - Groene stroom doelstelling (6% in 2010): GSC certificaten
 - Biogas (4600 MWh in 2009)
 - Energierecuperatie bij verbranding slib
 - WKK doelstelling (1832 MW in 2012): WKK certificaten
 - Gasmotoren (15)
 - Beleid na 2012?: Vertaling van de Europese 20-20-20 doelstellingen

Slibafzet in de landbouw

- Benutten van nutriënten: N, P, Ca, K, Mg

	Nutriënten, %		
	Stikstof	Fosfor	Kalium
Meststof voor gebruik in de landbouw	5	10	10
Gestabiliseerd slib	3,3	2,3	0,3

- Organisch materiaal ⇒ verbeteren van de bodemstructuur
- Goedkope afzetweg
- Onderworpen aan voorwaarden:
 - Europees niveau : European Sludge Directive (working document)
 - Vlaanderen: Vlarea (Vlaams reglement voor afvalvoorkoming en beheer)

Slibafzet in de landbouw: voorwaarden

- Alleen behandeld zuiveringsslib
- Behandelingen gespecificeerd in Vlarea, met name voor pathogeen reductie
- Zware metalen
 - 8 zware metalen (As, Cu, Cr, Cd, Hg, Pb, Ni, Zn)
 - Probleemparameters voor RWZI-slib: Cu en Zn
- 38 organische parameters (o.a. PCB's)
 - M.n. tolueen en minerale olie zijn probleem
 - Nog niet opgenomen: pharmaceuticals, endocrine disruptors, ...
- Piste verlaten sinds 1 januari 2006

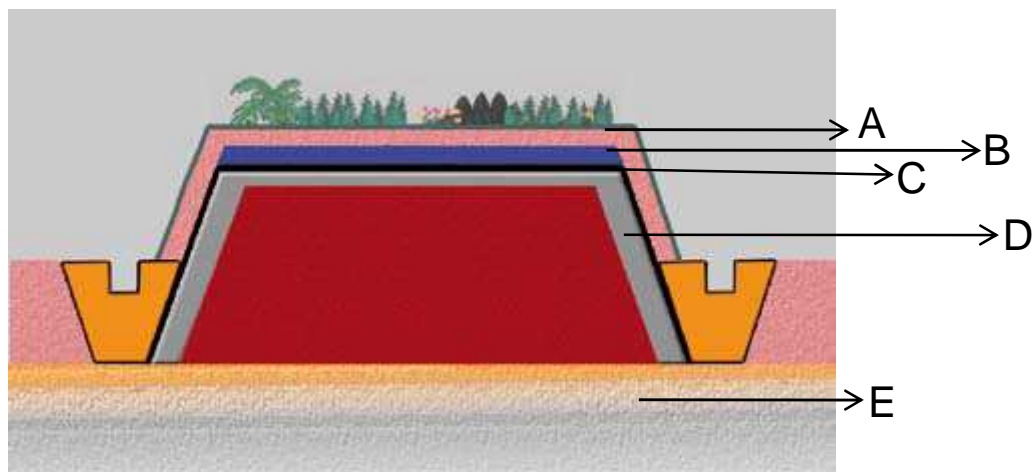
Storten van slib/Gebruik in afdichtlagen

•Storten

- Onderaan Ladder van Lansink
- 1 juli 2000: Verbod op storten van brandbaar of recycleerbaar bedrijfsafval

•Gebruik in afdichtlagen

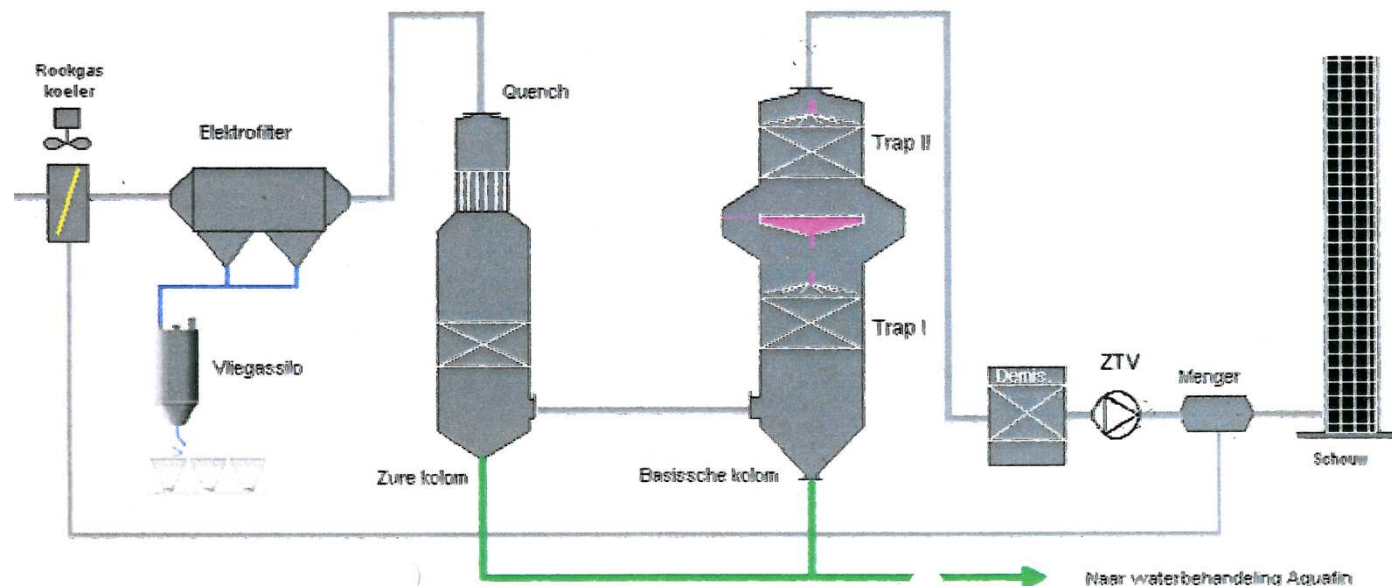
- Opgewerkt tot slecht doorlatend materiaal (bijv. Hydrostab) ter vervanging van klei, zand- en bentonietmengsels en bodemwaterglasmengsels
- Wordt als nuttige toepassing beschouwd in NI (in Vlaanderen niet)



A: Bewortelingslaag
B: Drainagelaag
C: Geotextiel
D: Hydrostab
E: Polderklei

Slibverbranding

- Maximale gewichts- en volumereductie door verbranding van het organisch materiaal
 - Temperaturen van $\pm 900^{\circ}\text{C}$
 - Toegepast op ontwaterd of (partieel) gedroogd slib
 - Anorganisch materiaal (zand, zw metⁿ, ..) wordt geconcentreerd in de assen
- Rookgassen



Slibverbranding

- Rookgassen

- Vliegassen
 - Zware metalen gebonden aan particuliere deeltjes of in gasvorm (Hg, Cd)
 - Zuurvormende gassen (SO_x , HCl, HF), NO_x , CO_2
 - Organische componenten gebonden aan deeltjes, VOC's
 - Dioxines/furanen: temperatuur in de slibverbranding is hoog genoeg voor destructie van dioxines/furanen
- Rookgasbehandeling nodig!

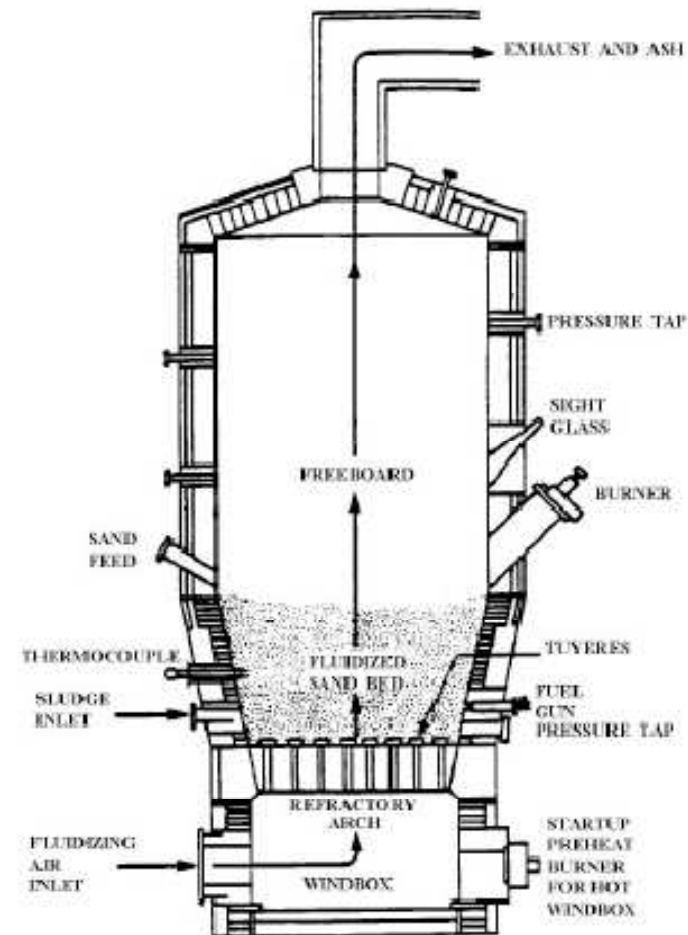
- Wetgevend kader: Vlare II 'Inrichtingen voor de verbranding van afvalstoffen'

- NIMBY-syndroom



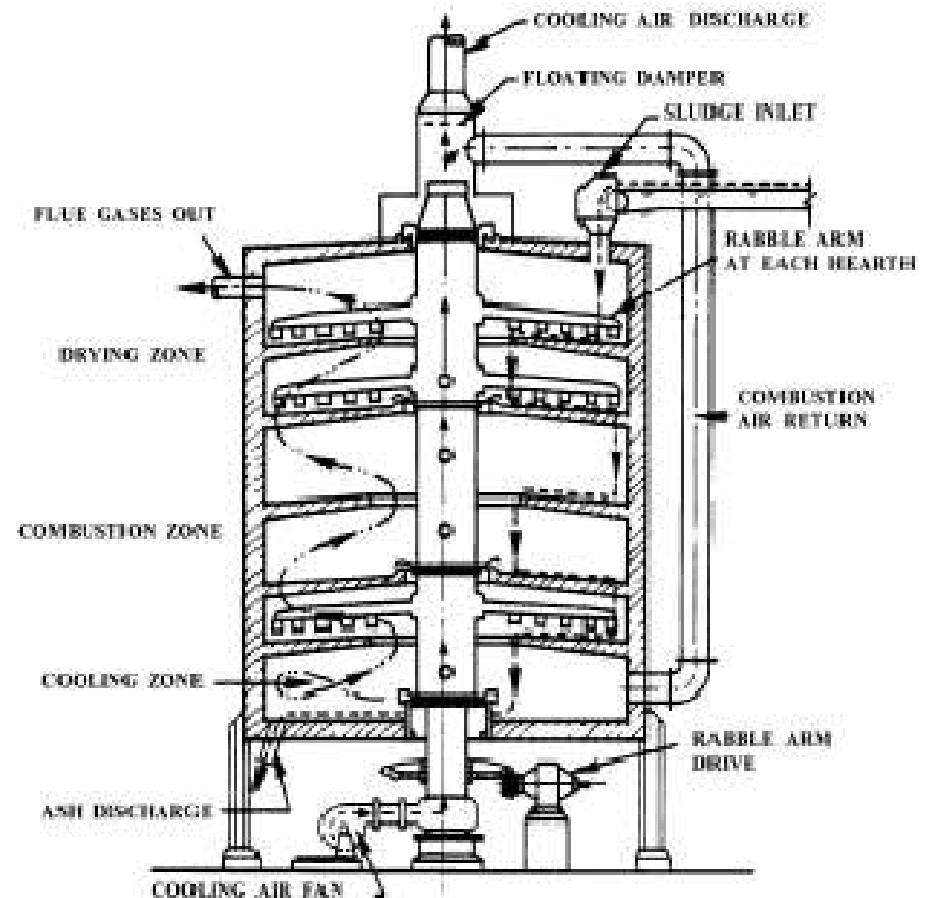
Slibverbranding: (mono)-verbranding: wervelbedoven

- Verbranding in turbulent zandbed
- Luchtinblazing onderaan zandlaag
⇒ fluidized bed
- Slib wordt ingebracht in de onderste zone
 - snelle temperatuurstijging,
 - waterverdamping,
 - pyrolyse organisch materiaal
- Luchtinjectie boven het bed
 - (freeboard)verbranding van gasvormige componenten
- Bovenaan: uitlaat fijne vliegassen samen met rookgassen
- Zeer goede warmte-overdracht & uitbrandkwaliteit



Slibverbranding: (mono)-verbranding: etageoven

- Verticale oven met horizontale haarden
- Centrale schacht: voorverwarming verbrandingslucht
- Rakelarmen: slibverdeling over etages
- Burners op zijwanden
- Bovenste zone: slibdroging
- Middenzone: eigenlijke verbranding
- Onderste zone: afkoelen van de assen

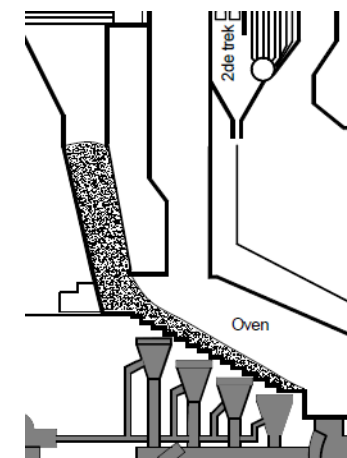


Slibverbranding: verbranding met andere afvalstoffen



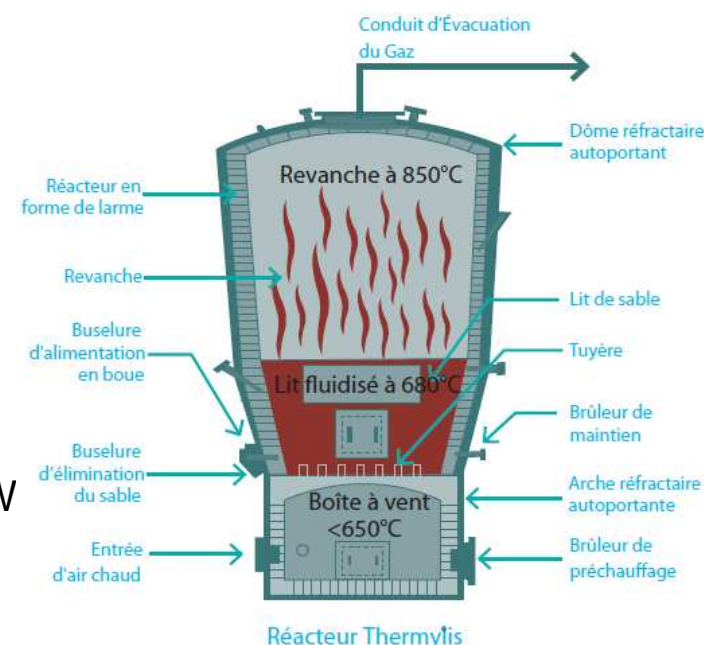
- Roosteroven (klassieke huisvuilverbranding)

- Injectie van ontwaterd of gedroogd slib boven rooster
- Voordroging/verbranding door hete rookgassen
- IC850 (Degrémont) : injectie via spuitmond



- Roterende wervelbedoven

- SLECO (Indaver + SITA)
- 2006: wervelbedoven operationeel in Doel, Beveren
- 6 wervelbedreactoren
- Verbranding
 - 233.000 ton hoogcalorisch afval
 - 233.000 slib
- Electriciteitsopwekking met hete rookgassen: 34 MW



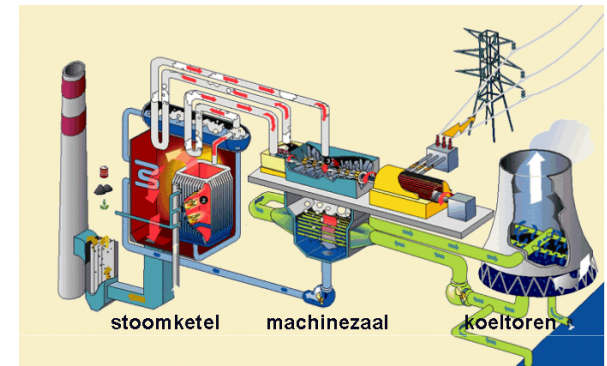
Slibverbranding: co-verbranding

- Verbranding van slib samen met brandstoffen

- Calorische waarde: 11 – 13,5 MJ/kg DS

- Co-verbranding in electriciteitscentrale

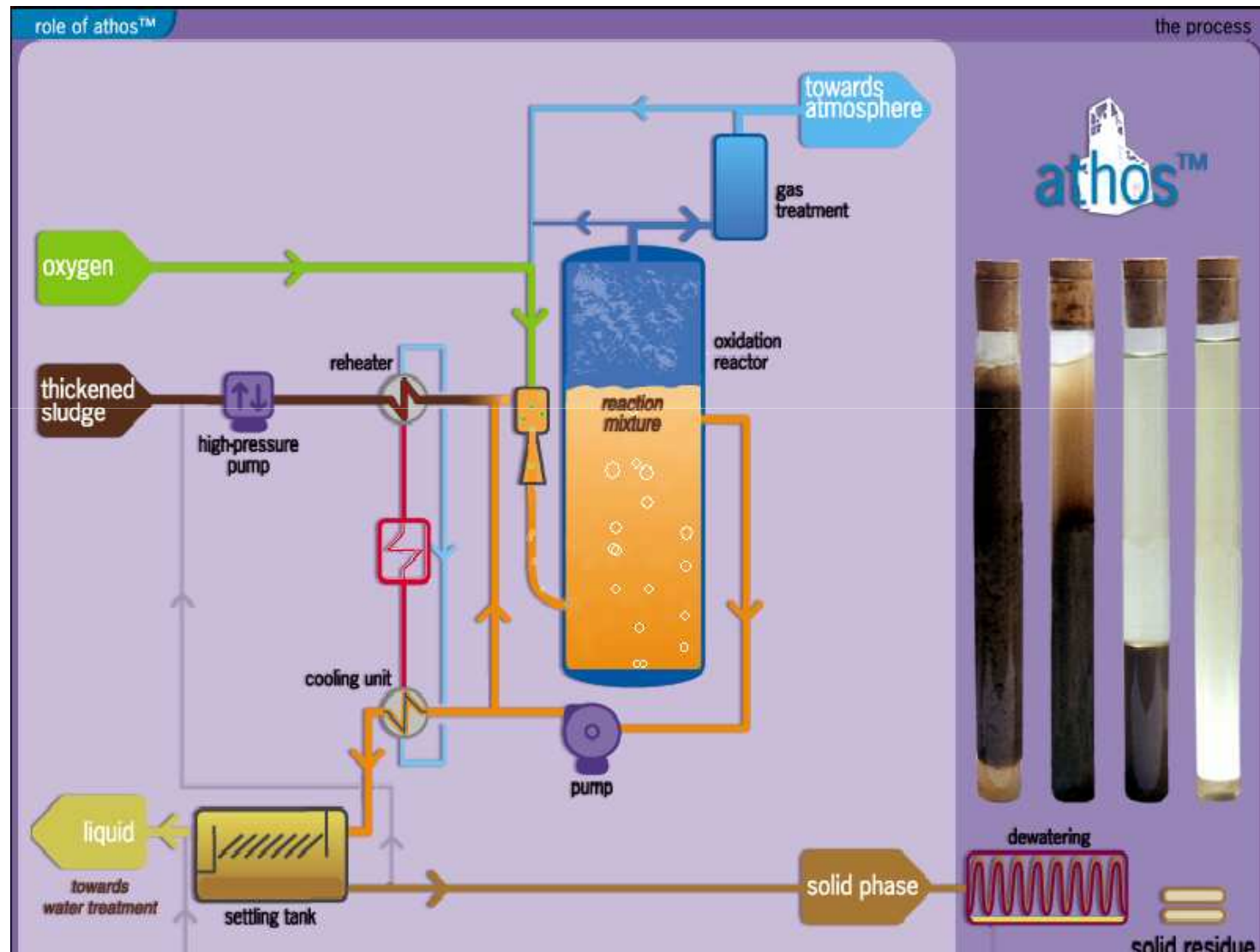
- Centrales gestookt met vaste brandstoffen (steenkool/poederkool/bruinkool)
- Slib vervangt fossiele brandstoffen
- Verhoogde uitstoot van SO_2 en zware metalen \Rightarrow grenswaarden in slib
- Lichte redementsdaling bij bijstook van ontwaterd slib
- Voorbeeld: steenkoolcentrale van Langerlo



- Co-verbranding in een cementoven

- Vervanging van fossiele brandstof en grondstof (kalksteen)
- Asresten worden in klinker en cement opgenomen
- Immobilisatie van metalen in de klinker
- Negatief effect van P

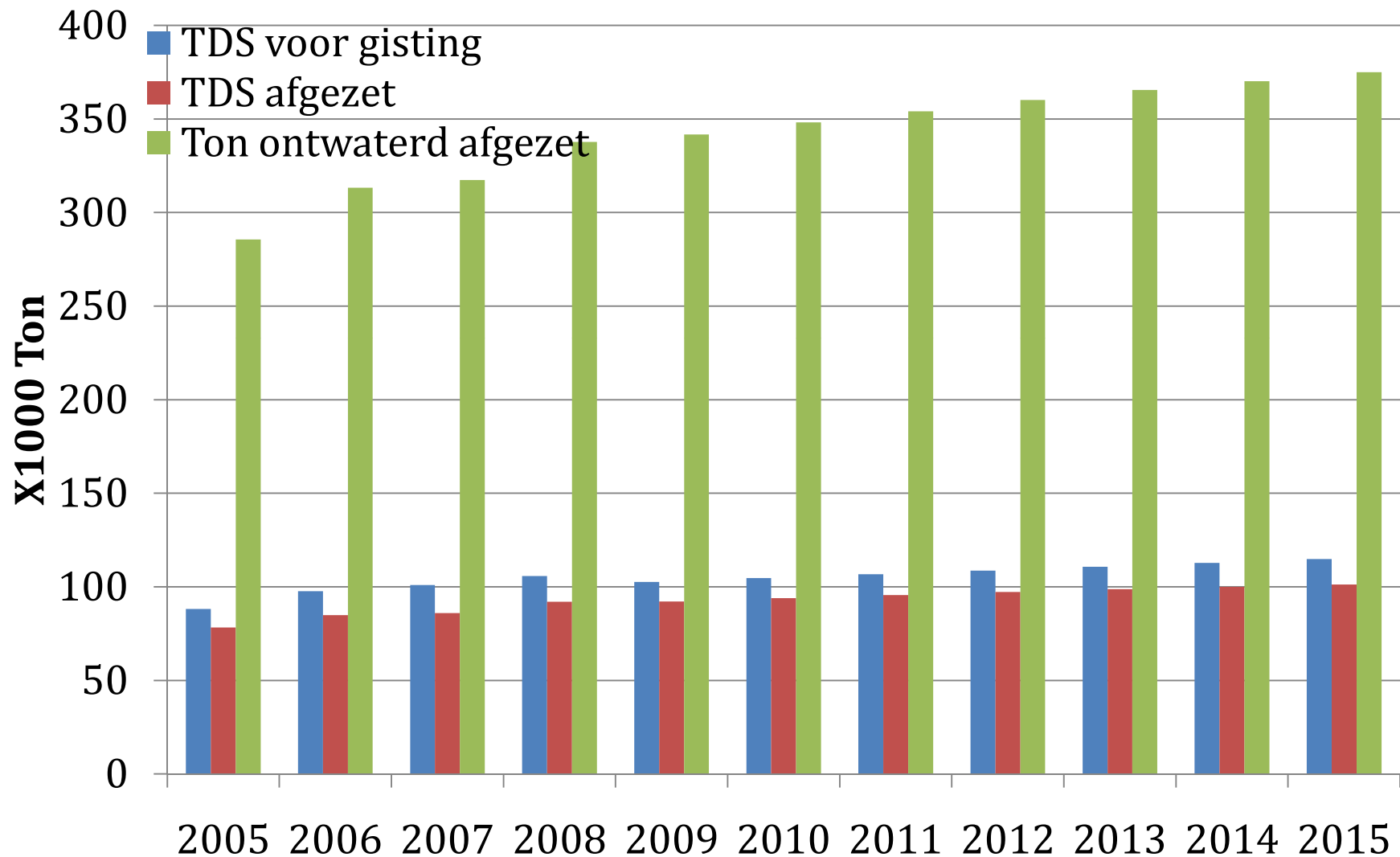
Natte oxidatie ('natte verbranding'): ATHOS



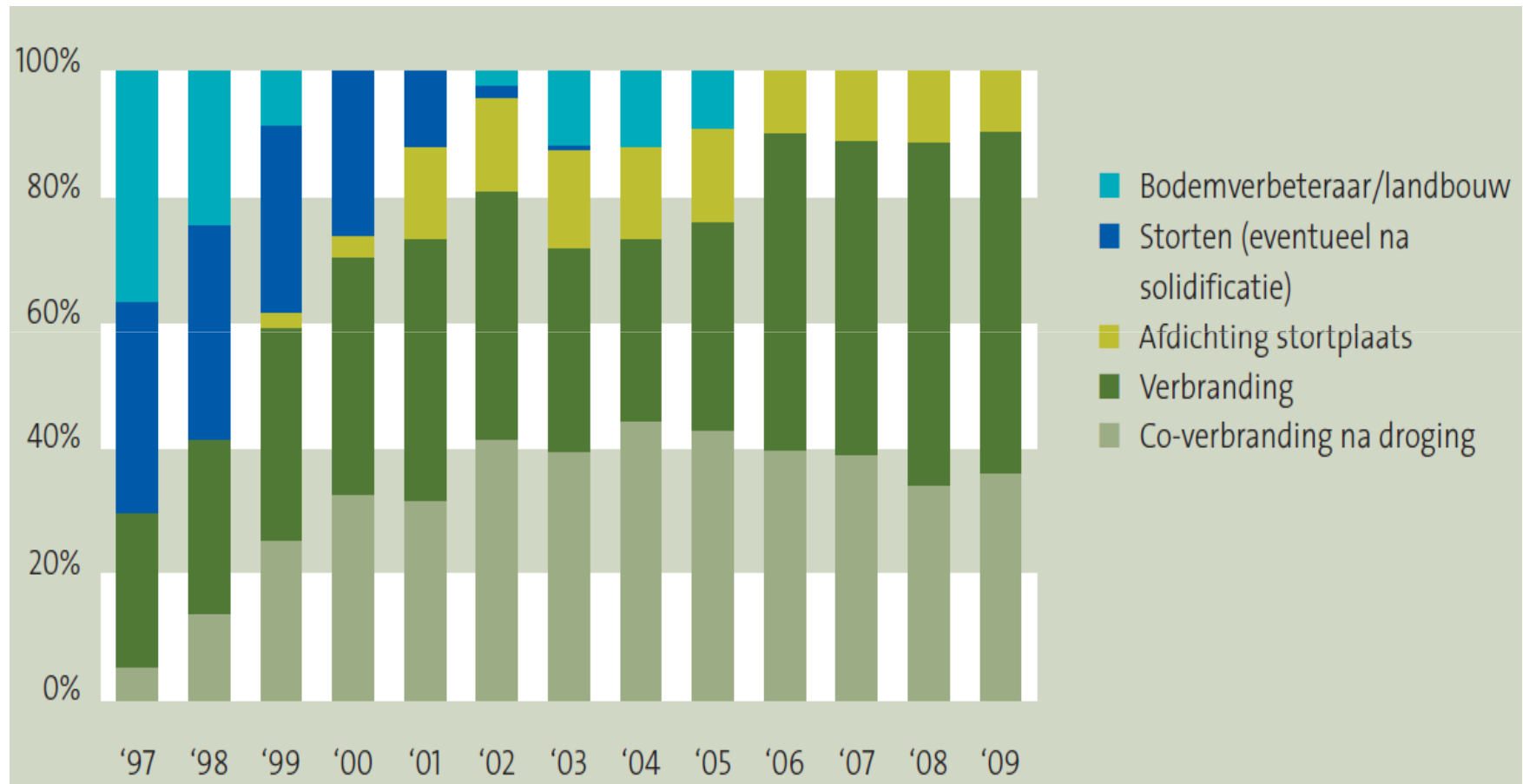
Natte oxidatie: ATHOS

- Ingedikt slib wordt met (vloeibare) zuurstof geoxideerd bij verhoogde druk (44-52 bar) en temperatuur (235-250°C)
 - Zuur milieu
 - Autotherm
 - Fase scheiding met lamellen separator
- Eindprodukten:
 - Afgassen: catalytische behandeling voor oxidatie van CO en andere polluenten
 - Vloeibare fractie (VVZ, alcoholen, NH_3 CHECK!!) \Rightarrow terug naar WZI
 - Vaste fractie (assen): 'technical sand'
- Eerste full scale toepassing in Brussel Noord 1.100.000 IE

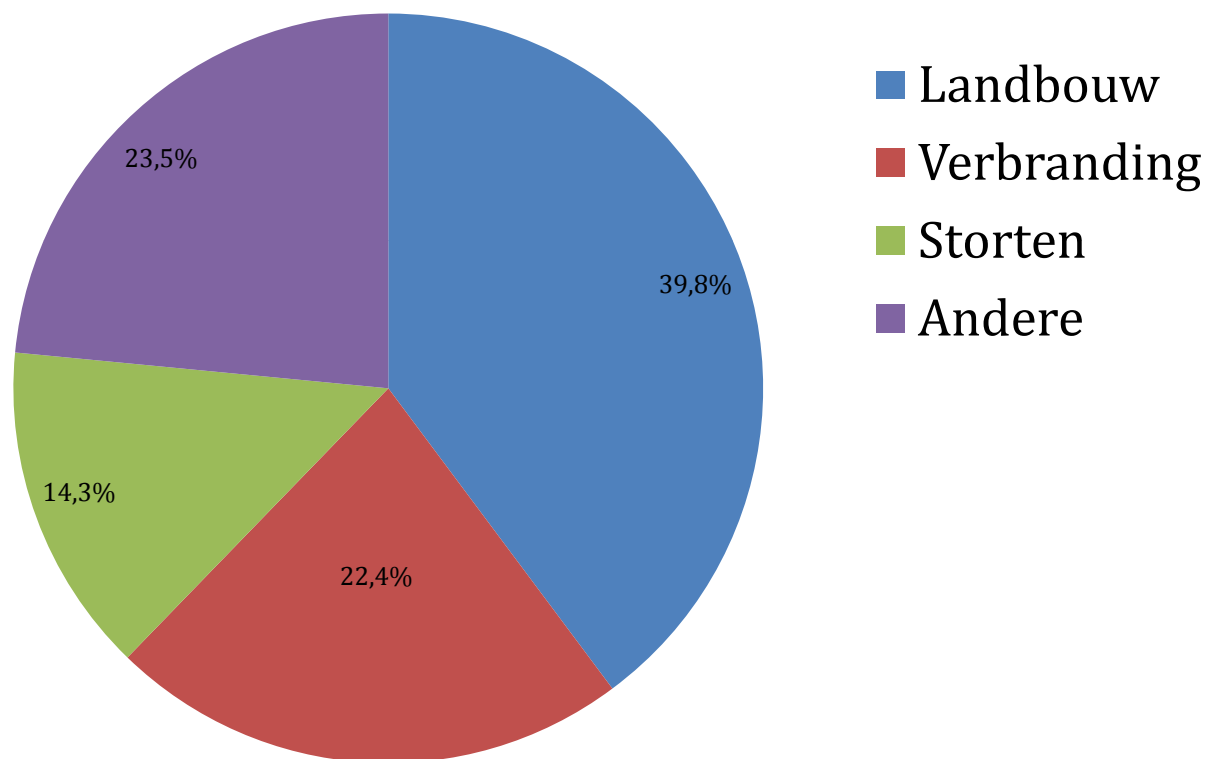
Slibafzet in Vlaanderen



Slibafzet in Vlaanderen



Slibafzet EU 2005



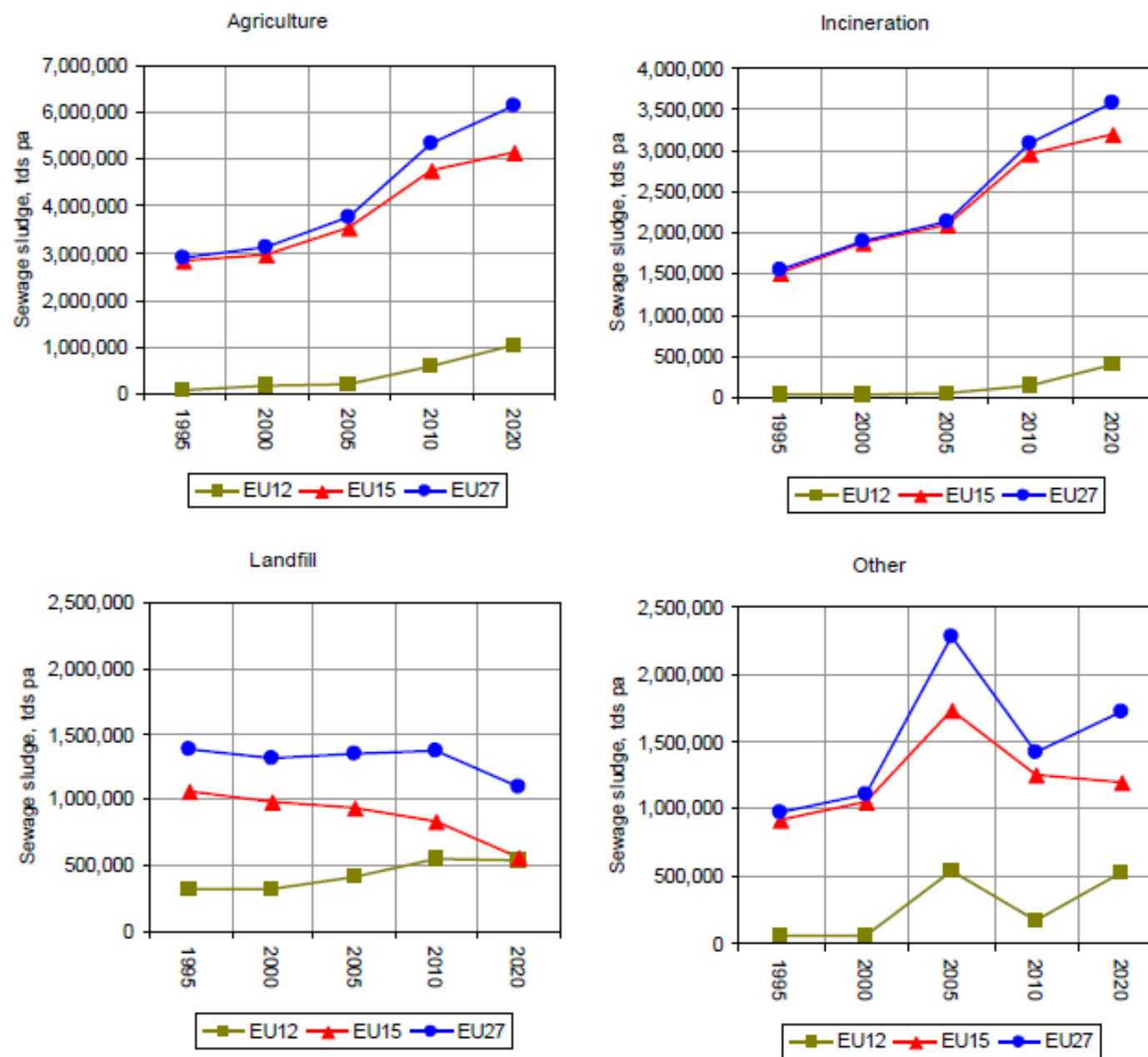


Figure 6 Main routes for sewage sludge recycling and disposal in the EU

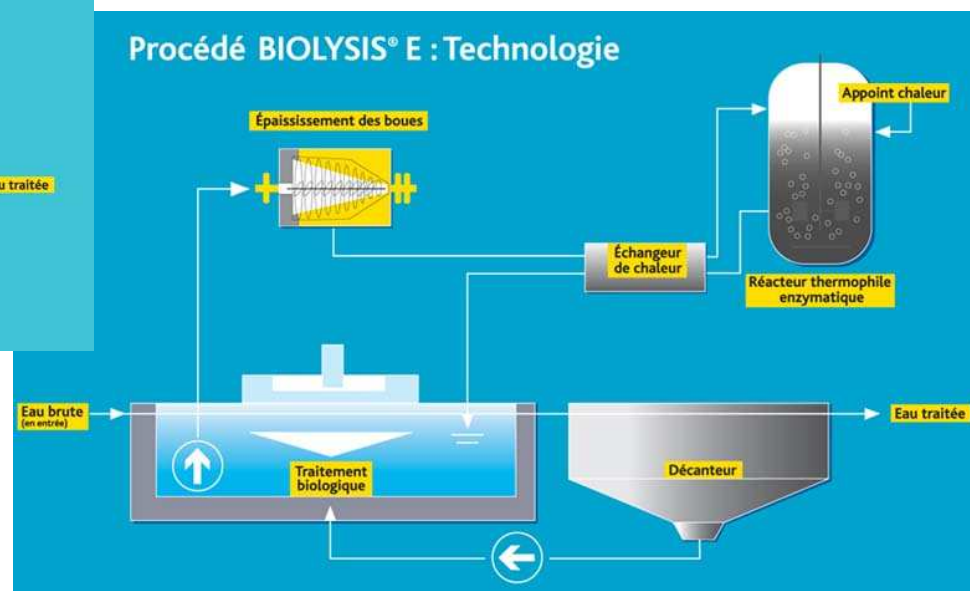
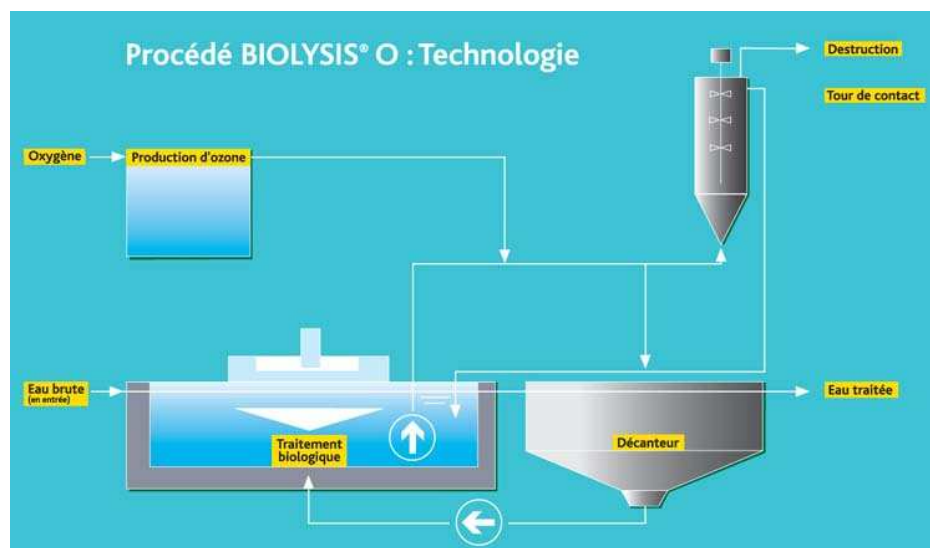
Innovatieve ontwikkelingen in slibverwerking/afzet



- Preventie
- Technieken om slibproductie te beperken:
- Technieken ter verbetering van de slibgisting
- Valorisatie van essentiële nutriënten en energie-waarde
- Pyrolyse

Preventie

- Voorbeeld: Biolysis proces (Degrémont)
 - Slibhydrolyse m.b.v. ozon (Biolysis O) of enzymen (Biolysis E)
 - Tot 100% reductie van de slibproductie mogelijk (minder voor RWZI slib)



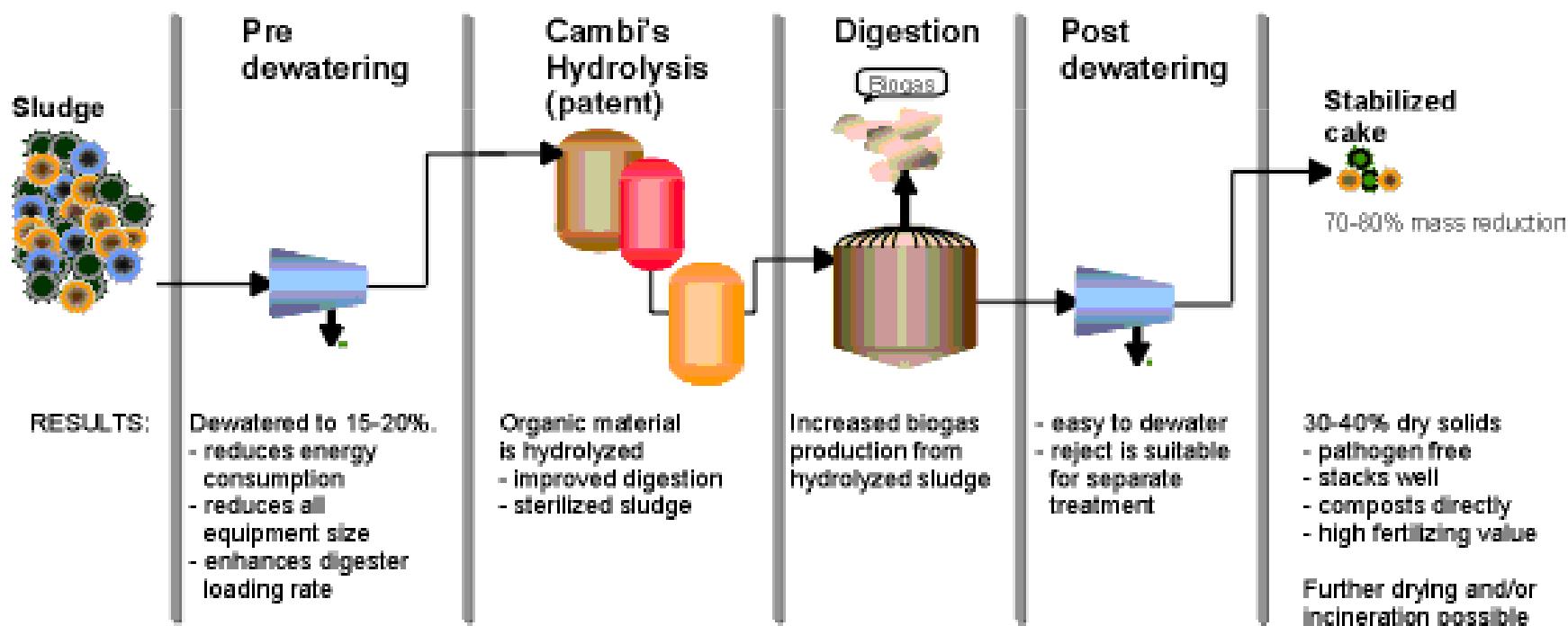
Technieken om de slibproductie te beperken

- Gebruik van ozon, enzymen, ... in de beluchting
- Slibhydrolyse
- Hydrolyseproducten worden verademd in de beluchting

Technieken ter verbetering van de slibgisting

•Voorbeeld: het Cambi proces

- Thermische hydrolyse van het slib voor gisting (133-200°C)
- Verbeterde ODS-afbraak & hogere biogasproductie (verdubbeling), verbeterde ontwaterbaarheid, hygiënisatie

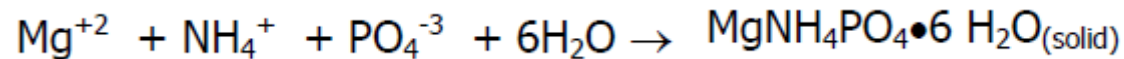


Valorisatie van essentiële nutriënten en energiewaarde



•Gelijktijdige recovery van N en P uit slibwaters

- Ammonium en fosfaat vormen struviet in de aanwezigheid van magnesium



- PO_4^{3-} voorraden: 60 tot 100 jaar



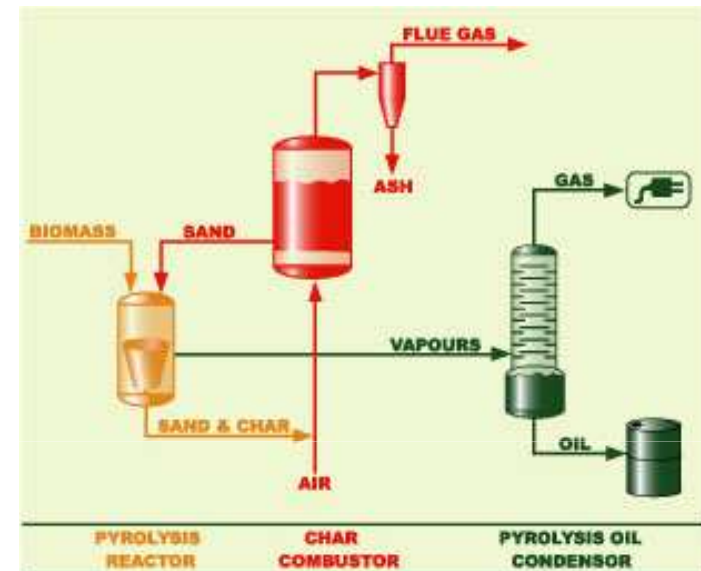
Development of Phosphate Prices to August 2008, based on World Bank Figures



Pyrolyse

•Pyrolyse

- Thermisch proces in afwezigheid van zuurstof
- Temperaturen van 400 – 800°C
- Toepasbaar op gedroogd sib
- Eindproducten:
 - gasvormige producten (syngas)
 - pyrolyse olie
 - koolrest (bio-fuel)



•Ultra hoge temperatuur pyrolyse (Vergassing)

- Temperaturen: 1000-1300°C
- Syngas, asrest. Géén olie
- Voordelen:
 - Minder teer in gasfase
 - Minder zware metalen in asrest (meststof!)

Einde

