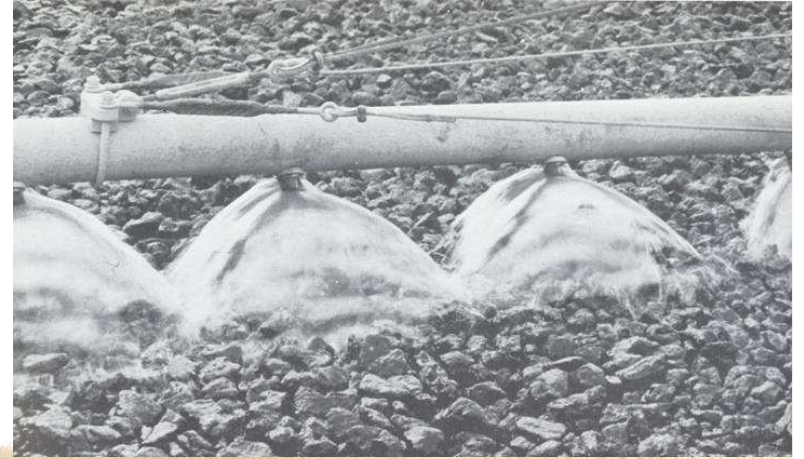
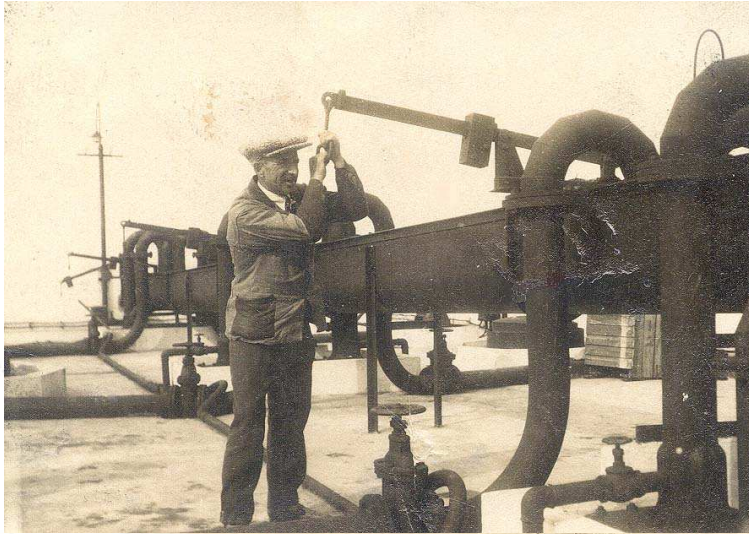


Aërobe en Anaërobe waterzuivering

Boudewijn Van De Steene

Historiek Aëroob

- ❖ Tot eind 19^e eeuw sproeien over land
- ❖ 1860: “Royal Committees”: categoriseren state of the art: chemische precipitatie (ABC), filtratie en irrigatie
- ❖ 1865 Dr. Alexander Mueller: “sewage can be purified by living organisms in a filtration column”
- ❖ Na verloop van tijd van “intermittent land filtration” naar continue filtratie door grovere materialen = oxidatiebed (trickling filter) (1893)
- ❖ Winogradsky (1890) identificeerde nitrificerende bacteriën
- ❖ 1914 Arden & Locket: actief slib proces

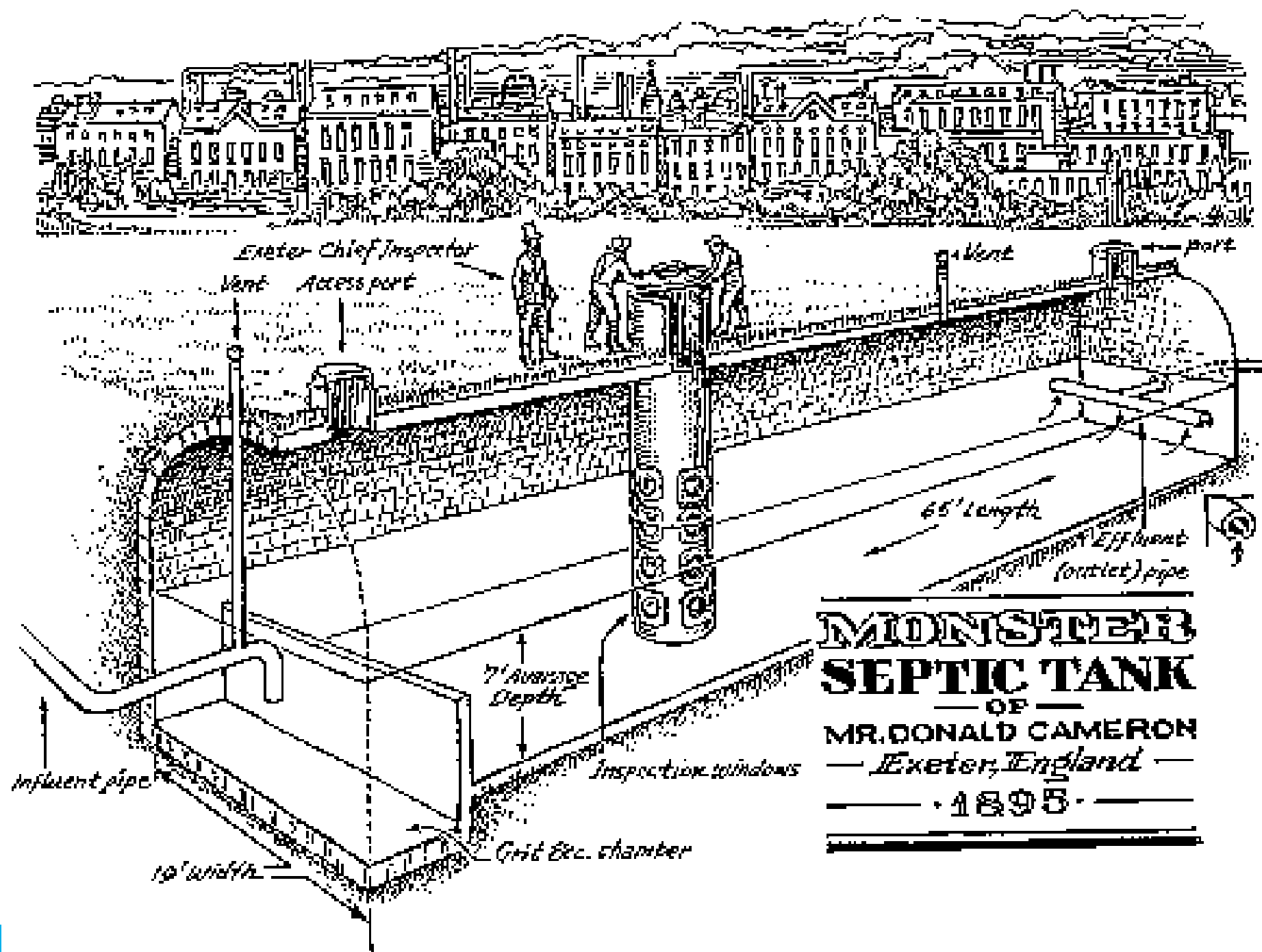


RWZI Knokke 1929

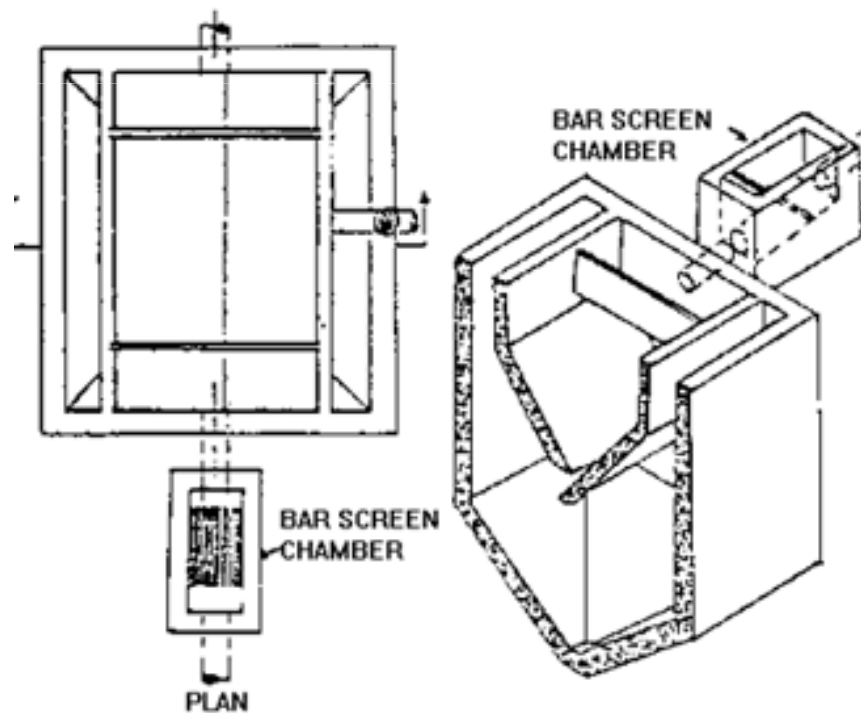
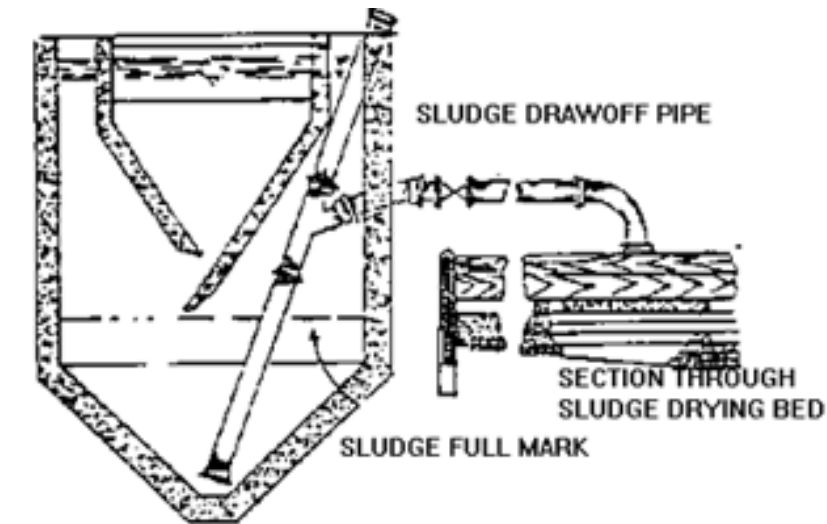
Historiek Anaëroob

- ❖ 1881, Vesoul, Frankrijk: Jean-Louis Mouras patenteerde een automatische en geurloze beerput waarin fecaal materiaal werd omgezet in vloeibare toestand. Belangrijk: meeste pathogene bacteriën afgedood
- ❖ 1895, Exeter, England: Donald Cameron ontdekt dat er brandbaar gas wordt geproduceerd. Het gas wordt gebruikt voor verlichting. Hij doopt zijn uitvinding: septische tank (patent...)
- ❖ 1904, Duitsland: Dr. Karl Imhoff patenteert een tank nu bekend als de Imhoff tank. Twee kamers boven elkaar.
- ❖ 1927, Essen-Rellinghausen, Duitsland: eerste verwarmde reactor.

Aërobe en Anaërobe zuivering “eeuwelingen”



Imhoff tank



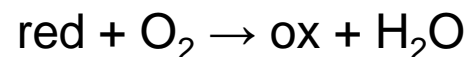
Grondbeginselen

❖ Biologische zuivering = opeenvolging reeks oxidatiereductie reacties:
elektrondonor + electronacceptor → geoxideerde elektrondonor + gereduceerde electronacceptor + energie

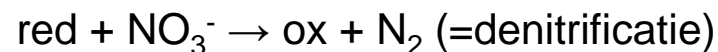
❖ vb: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

❖ Energie wordt gebruikt voor anabolische reacties, celgroei, celvermenigvuldiging

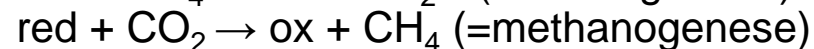
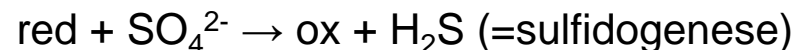
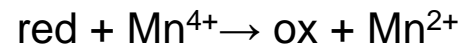
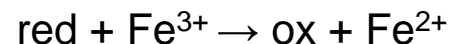
❖ Aërobe zuivering:



❖ Anoxische zuivering:



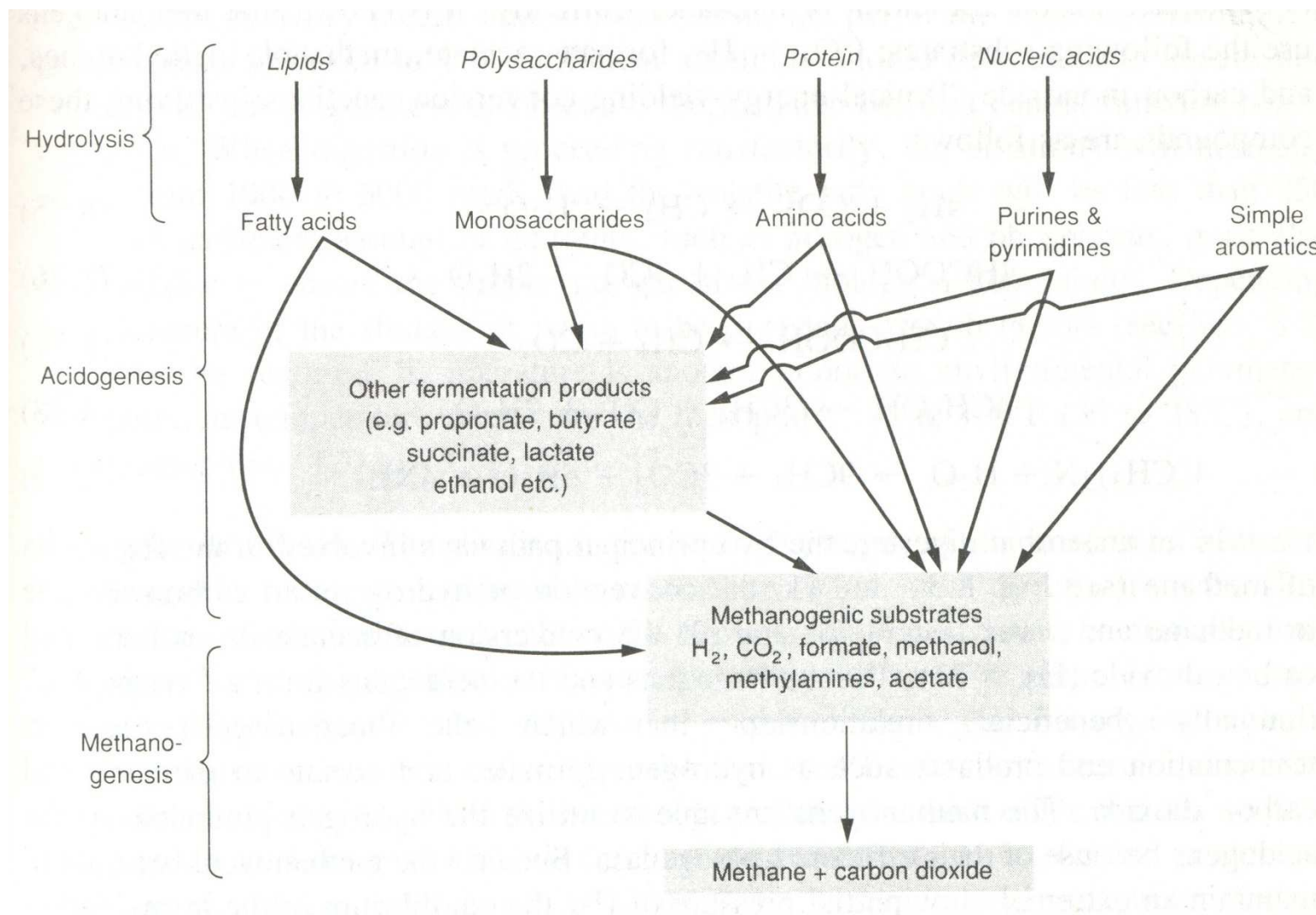
❖ Anaërobe zuivering:



❖ Rangschikking electronacceptoren volgens energie die vrijkomt: $\text{O}_2 > \text{NO}_3^- > \text{Mn}^{4+} > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-} \geq \text{CO}_2$

❖ IMPLICATIES:

Aërobe zuivering: hoge celopbrengstcoëfficiënt ($Y = 0.4 \text{ kg DS/kg CZV}$ verwijderd). Anaërobe zuivering: lage celopbrengstcoëfficiënt ($Y = 0.1 \text{ kg DS/kg BOD}$ verwijderd)



- **Methaanvergisting: gecoördineerde activiteit van een complex microbieel consortium**
- **Optimale temperatuur methanogene bacteriën: 37° C**

Kengetallen afvalwater

Anaëroob:

1 kg suiker (~ 1 kg CZV) ~ 0.5 m³ biogas ~ 0.35 m³ methaan ~ 15 mol
~ 12 MJ ~ 1 kWh elektriciteit (elektrische efficiëntie: 30-38 %)
~ 1.5 kWh warmte (thermische efficiëntie: 45-50 %)
~ **0.1 € bonus**

Aëroob:

1 kg CZV vergt 2 kg O₂ ~ 1.5 kWh verbruik (rendement beluchters)
~ **0.125 € kost**

1 kg CZV ~ 0.4 kg droge stof surplus slib
~ **0.12 € kost**

Oefening:
aërobe/anaërobe zuivering afvalwater Deurne
(is het interessant huishoudelijk afvalwater anaëroob te zuiveren ?)



❖ Gegevens:

Debiet: 63.000 m³/dag

Influentvuilvracht CZV: 25.000 kg/dag

Temperatuur influent: 12° C

Temperatuur anaërobe reactor: 37° C

❖ Kengetallen: vorige slide

❖ Warmtecapaciteit water: 4.19 kJ/kg.K

❖ 1 kWh elektriciteit (= 3600 kJ) = 0.075 euro

❖ 1 m³ gas = 43 MJ = 0.15 euro (efficiëntie bij verbranding: 90 %)

❖ Opdracht: bereken de kostprijs (werkingskost) voor de aërobe en de anaërobe zuivering van het afvalwater te Deurne

Vergelijking kosten aërobe en anaërobe zuivering (CZV) RWZI Deurne (euro/dag)

	Aëroob	Anaëroob
Elektriciteit (beluchting / biogas)	3125	-1875
Warmterecuperatie	/	-523
Slibafzet	3000	750
Opwarmen reactor (37 ° C)	/	25578
Totaal	6125	23930

Conclusie:
het is niet interessant huishoudelijk afvalwater anaëroob te zuiveren

Anaërobe zuivering

Voordelen anaërobe zuivering afvalwater

- ❖ Energierecuperatie
- ❖ Lage slibproductie
- ❖ Anaërobe reactoren: hoge slibconcentraties (40 kg DS/m³)
 - hoge belasting (kg CZV/m³.d)
 - kleine reactorvolumes

Nadelen anaërobe zuivering afvalwater

- ❖ 37° C (kost voor verwarmen van verdunde afvalstromen maakt anaërobe zuivering niet geschikt voor zuivering van rioolwater in gematigde klimaten)
- ❖ Lage slibproductie → geen verwijdering N en P
- ❖ Zwevende stoffen geven problemen

!!!! Effluent CZV = minimaal 100-150 mg/L !!!!!

Vergelijking influentconcentratie RWZI Deurne met effluentnormen



Parameters	Influent RWZI Deurne 2001	Influent RWZI Deurne 2002	Influent RWZI Deurne 2003	Normen effluent
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV) (mg O ₂ /L)	113.2	138.5	179.1	25
Chemisch zuurstofverbruik (CZV) (mg O ₂ /L)	286.5	338.6	395.7	125
Totale hoeveelheid gesuspendeerde stoffen (ZS) (mg/L)	119.4	131.2	164.3	35
Totaal fosfor (mg/L)	4.5	4.7	6.4	1
Totaal stikstof (mg/L)	29.4	35.8	51.5	10

Vergelijking aërobe/anaërobe zuivering

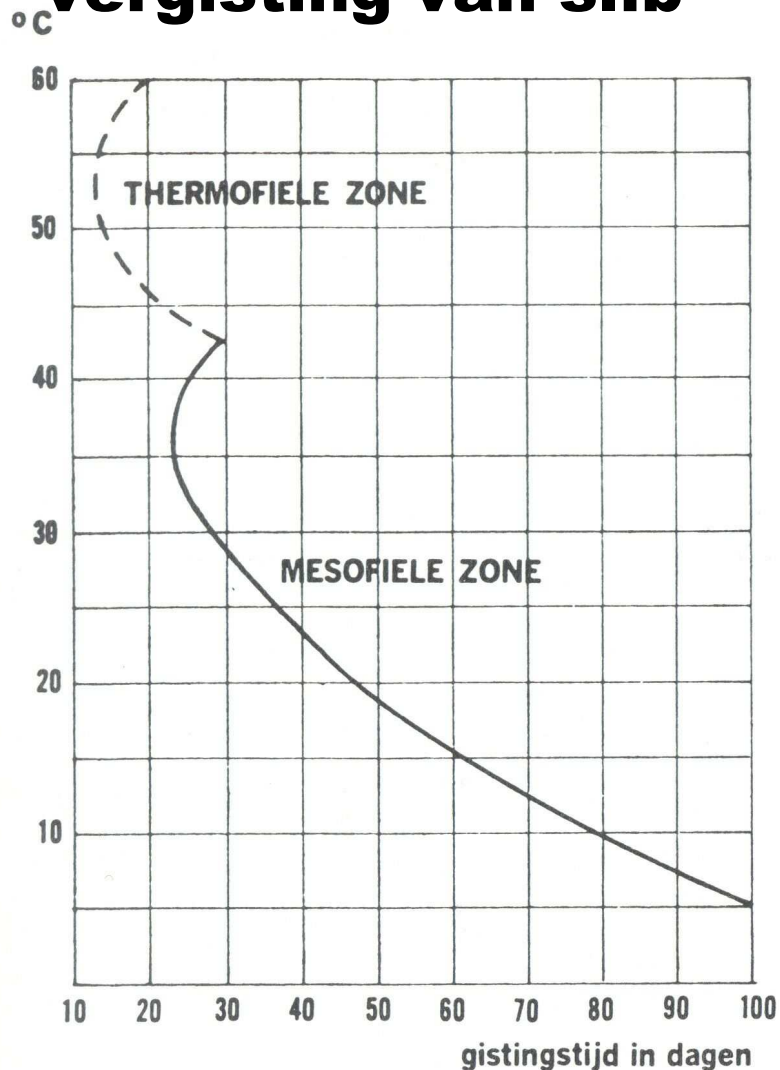


Criterium	Aërobe behandeling	Anaërobe behandeling
Spectrum van waters dat kan worden behandeld	+	
Processtabiliteit en – controle Toepasbare volumetrische belasting Spuislib geproduceerd	+	+ +
Graad van BZV en CZV-verwijdering Graad van N-verwijdering Graad van P-verwijdering	+ + +	

~~Anaërobe zuivering afvalwater~~

Anaërobe reductie slibhoeveelheid ?

Verband tussen vergistingtemperatuur en benodigde gistingstijd voor de vergisting van slib



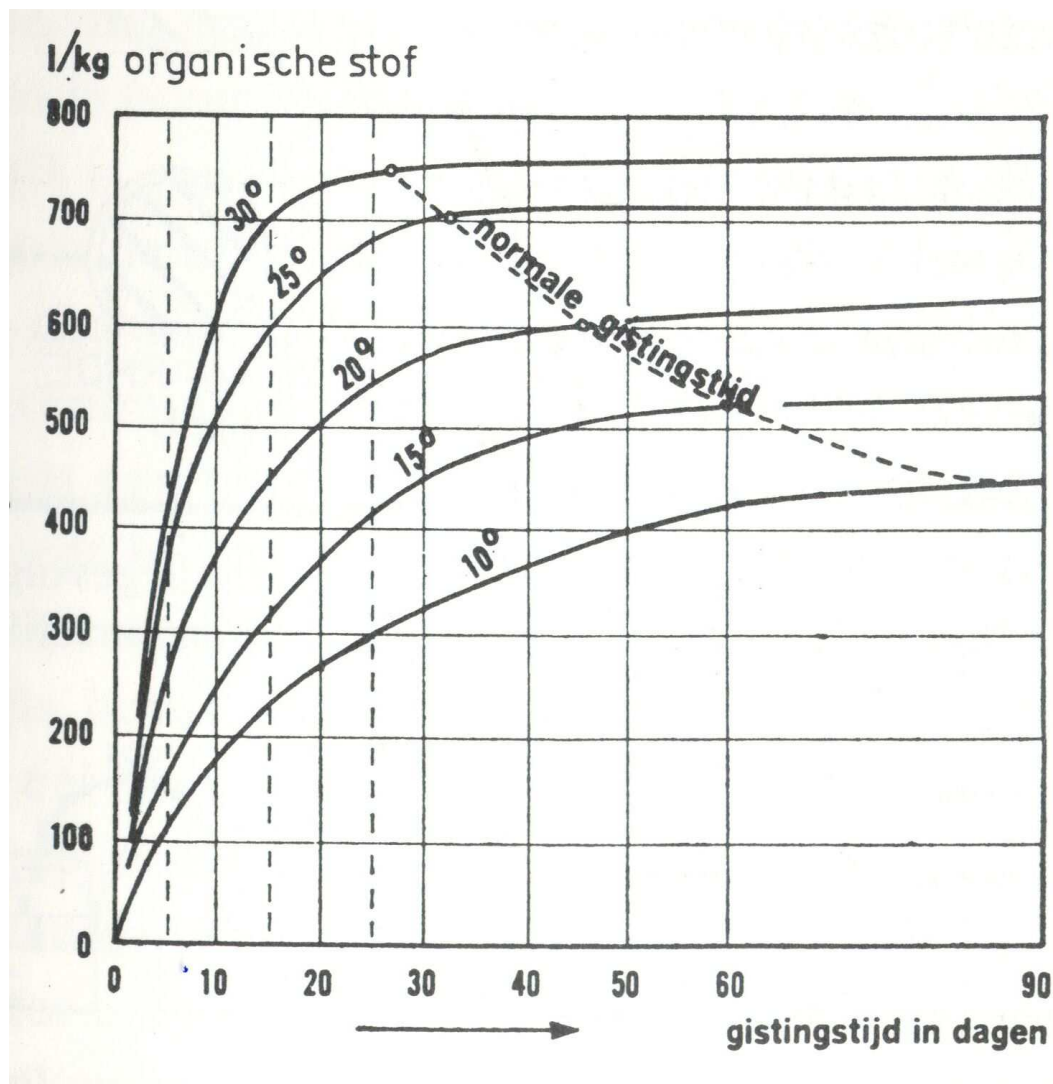
Indeling bacteriën volgens het temperatuurbereik waarbinnen ze kunnen groeien:

< 20° C: psychrofile bacteriën

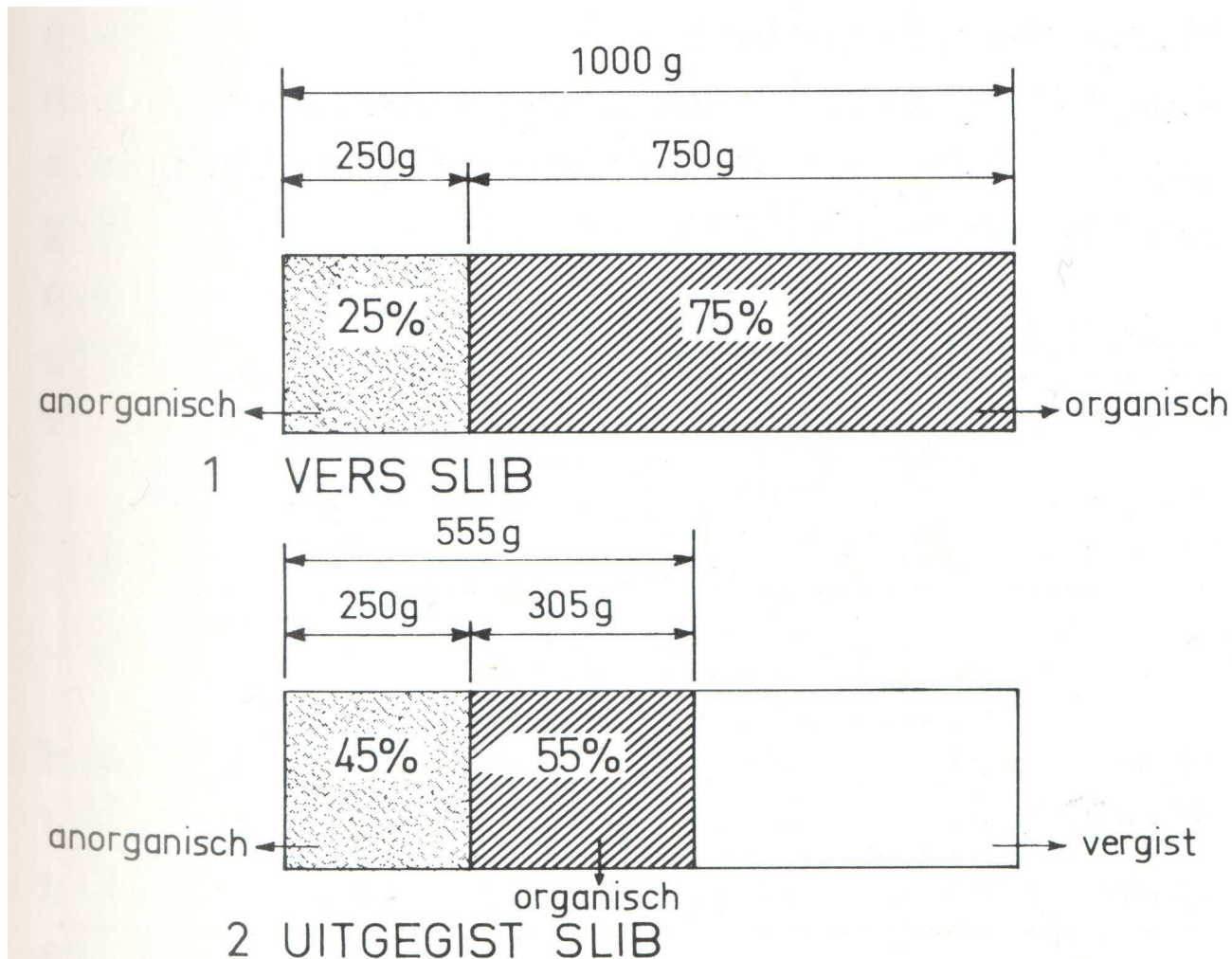
20–40° C: mesofiele bacteriën

45–80° C: thermofiele bacteriën

Verband tussen vergistingtemperatuur en gasopbrengst bij vergisting van slib



Slibreductie, samenstelling slib voor en na het gistingproces



Kengetallen slib

Anaëroob:

- ❖ 1 kg slib = 60 % organisch / 40 % anorganisch
- ❖ Anaërobe vergisting van slib = 30 % organisch materiaal wordt afgebroken
- ❖ 1 kg afgebroken organisch materiaal = 700 L gas = 450 L methaan
~ **0.13 € bonus**

Rekenoefening anaërobe behandeling slib Deurne

(is het interessant slib anaëroob te behandelen ?)

Gegevens:

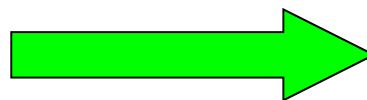
- ❖ Zie vorige oefening
- ❖ Droge stof conc. slib dat naar de vergister gaat: 3 %
- ❖ Densiteit slib: 1 kg/dm³
- ❖ Afzetkost slib: 300 euro/ton DS

Samenvatting

1 inwoner produceert dagelijks
150 L afvalwater
54 g BZV
135 g CZV
90 g ZS
10 g N
2 g P

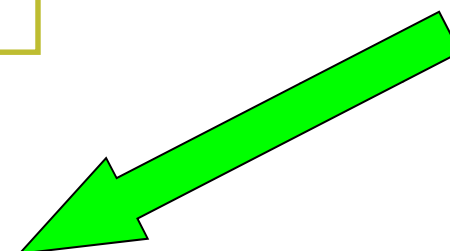
Aquafin 2002: 85000 ton DS
Werkingskosten: 25.674.590 €
afzet
vervoer
chemn
milieuheffing
ontwatering door derden
(zand en roostergoed)

Aërobe zuivering

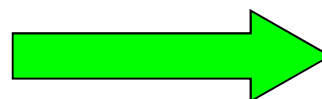


70 g slib (droge stof)
afhankelijk van:

- influent (zand, leem)
- nutriëntenverwijdering
- slibverblijftijd / belasting
- ...



Anaërobe vergisting



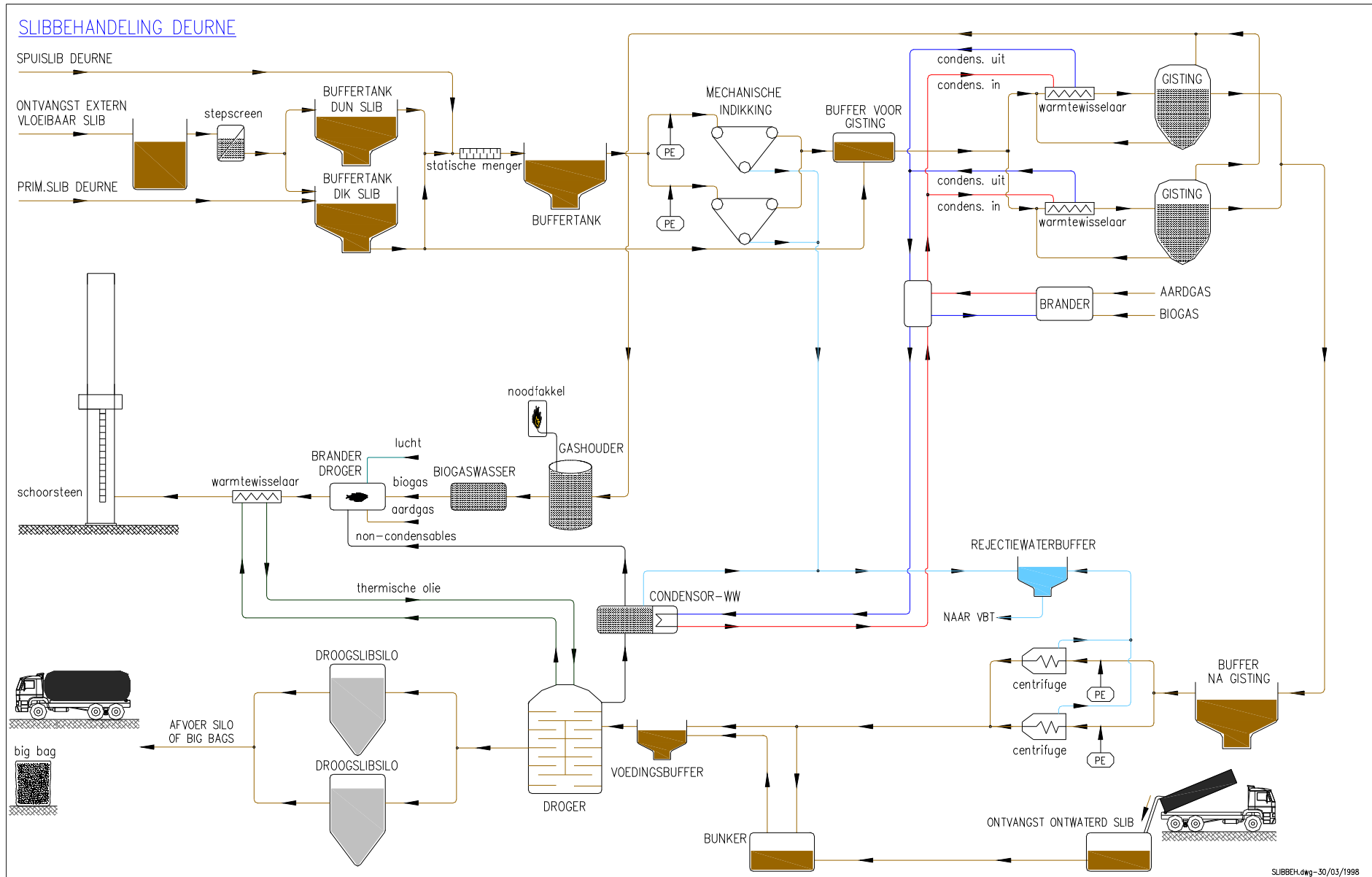
Reduceren kosten

- Verminderen slibhoeveelheid
- Slib = 100 x meer geconc. dan influent: kost voor verwarmen reactor lager dan energieopbrengst

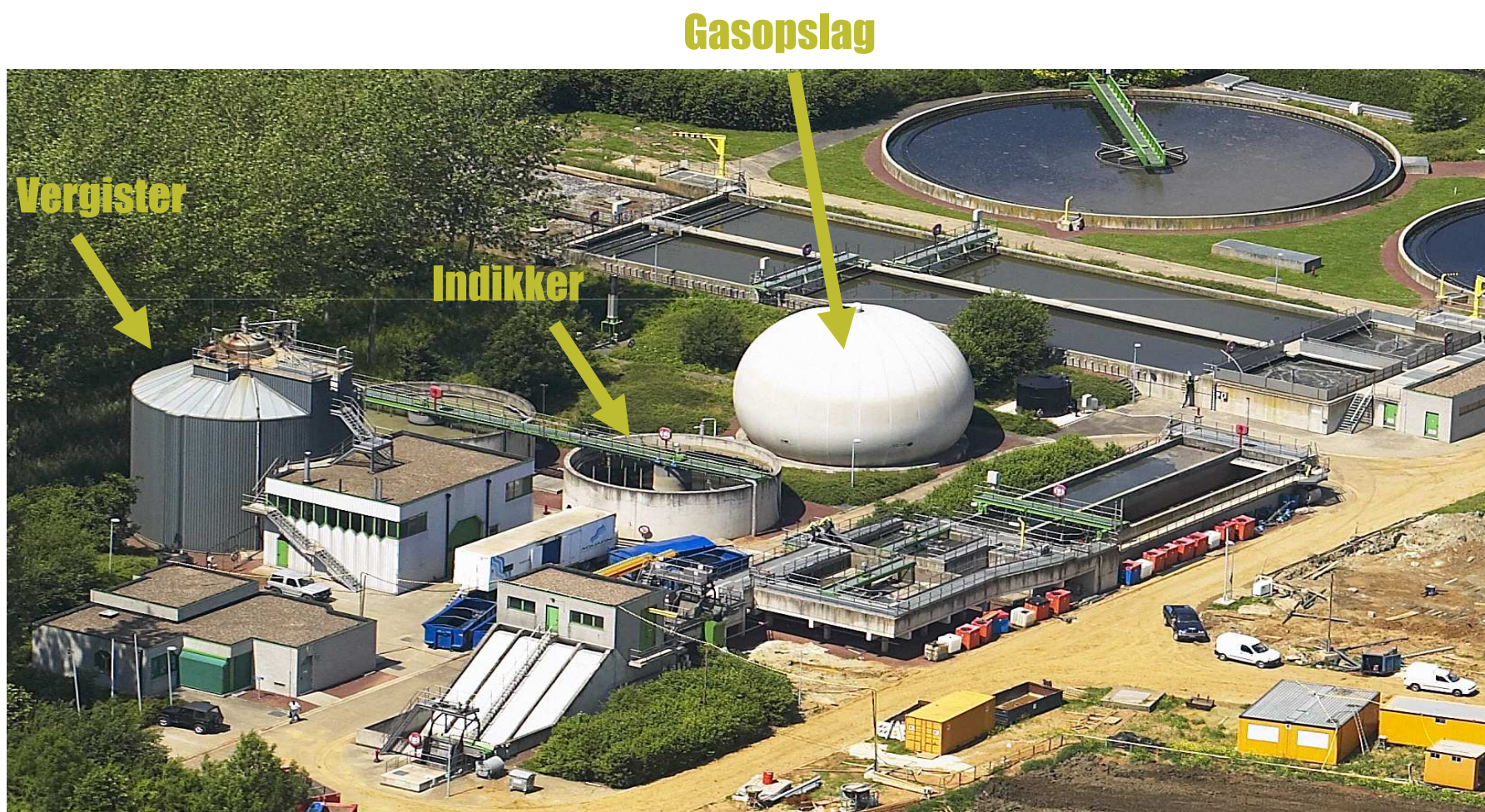
Slibgisting RWZI Deurne



Slibverwerking Deurne: processchema



Slibgisting RWZI St. Truiden



Slibreductie door vergisting: cijfers AQF

