

Groene kunstmest

Céline Vaneeckhaute, Ugent
Klaas Van Cauwenberg, Eneco
Evi Michels, Ugent
Erik Meers, Eneco, Ugent



Inleiding

UGent start, samen met andere kenniscentra, onderzoek naar recuperatie van nuttige nutriënten uit mest- en digestaatverwerking.

Ook op industrieel vlak is er stijgende interesse Eneco zich meer toe te leggen op duurzame recuperatie van nutriënten komende vergistingsinstallaties.

Deze workshop geldt als eerste steenlegging om contacten te leggen met geïnteresseerde partijen uit academie en industriële praktijk



Overzicht presentatie

1. Mest in Vlaanderen
2. Productie, vormen en gebruik van kunstmest
3. Biogas in Vlaanderen
4. Digestaat- en mestverwerking en mogelijke kunstmestvervangers



1. Mest in Vlaanderen

- Normen Mestdecreet (Vanaf 1 januari 2009)

Gewasgroep	kg ha ⁻¹ jaar ⁻¹					
	Totaal P ₂ O ₅	Totale N		N uit dierlijke mest	N uit andere meststoffen	N uit kunstmest
		niet-zandgrond	zandgrond			
Grasland	100	350	350	170	170	250
Mais	85	275	285	170	170	150
Gewassen met lage N-behoefte	80	125	125	125	125	70
Andere leguminosen dan erwten en bonen	80	0	0	0	0	0
Suikerbieten	80	220	220	170	170	150
Graangewassen	80	275	285	-	-	-
Andere gewassen	85	275	275	170	170	175

1. Mest in Vlaanderen

- Voorstel nieuwe MAP 2011-2014:
 - Afname fosfornormen tot 65 kg P₂O₅/ha



=> Toenemende interesse in fosforarme meststoffen !

2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Productie stikstof

Tabel: Wereldstikstofproductie (1000 ton N) per productieproces

Fertilizer year	Chilean nitrate	Guano	Coke-oven ammonium sulphate	Calcium cyanamide	Electric arc Ca. nitrate	Synthetic ammonia	Total
1850	5	-	0	0	0	0	5
1860	10	70	0	0	0	0	80
1870	30	70	0	0	0	0	100
1880	50	30	0	0	0	0	80
1890	130	20	-	0	0	0	150
1900	220	20	120	0	0	0	360
1910	360	10	230	10	-	-	610
1920	410	10	290	70	20	150	950
1930	510	10	425	255	20	930	2150
1940	200	10	450	290	-	2150	3100
1950	270	-	500	310	-	3700	4780
1960	200	-	950	300	-	9540	10990
1970	120	-	950	300	-	30230	31600
1980	90	-	970	250	-	59290	60600
1990	120	-	550	110	-	76320	77100
2000	120	-	370	80	-	85130	85700

Haber Bosch

Bron: European Fertilizer Manufacturers Association (2005)



2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Stikstofproductie via Haber Bosch
 - Principe:
Verhitten van N_2 en H_2 zonder zuurstof bij hoge druk en temperatuur in contact met een katalysator
 - Chemische reactie:
$$N_2(g) + 3 H_2(g) \rightarrow 2 NH_3(g) + \Delta H (-92 \text{ kJ / mol})$$
 - Druk: 10-100 MPa
 - Temperatuur: 400-550 °C
 - Katalysator: Fe, K_2O , Al_2O_3
 - Energieverbruik: 37,4 GJ/ton NH_4^*

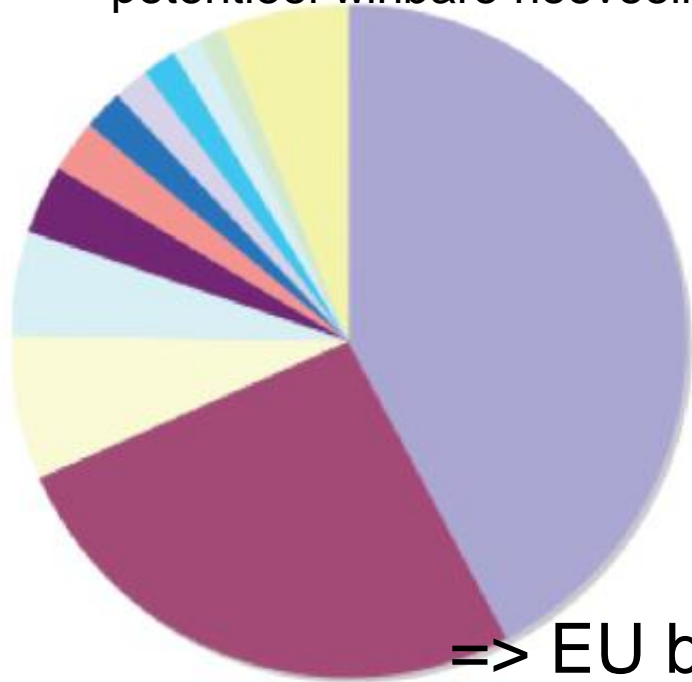
* bron: European Fertilizer Manufacturers Association (11-10-2010)



2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Ontginning fosfor uit rotsfosfaat

Totale fosforvoorraad (miljoen ton P) per land: winbare hoeveelheid en potentieel winbare hoeveelheid (Bron: Jasinski, 2008)



	Winbaar	Potentieel	Totaal	Totaal %
Marokko en W. Sahara	760	2.040	2.800	43
China	880	853	1.733	27
Verenigde Staten	160	293	453	7
Zuid Afrika	200	133	333	5
Jordanië	120	107	227	3
Australië	10	150	160	2
Rusland	27	107	133	2
Syrië	13	93	107	2
Israël	24	83	107	2
Egypte	13	88	101	2
Tunesië	13	67	80	1
Overige landen	119	175	293	4

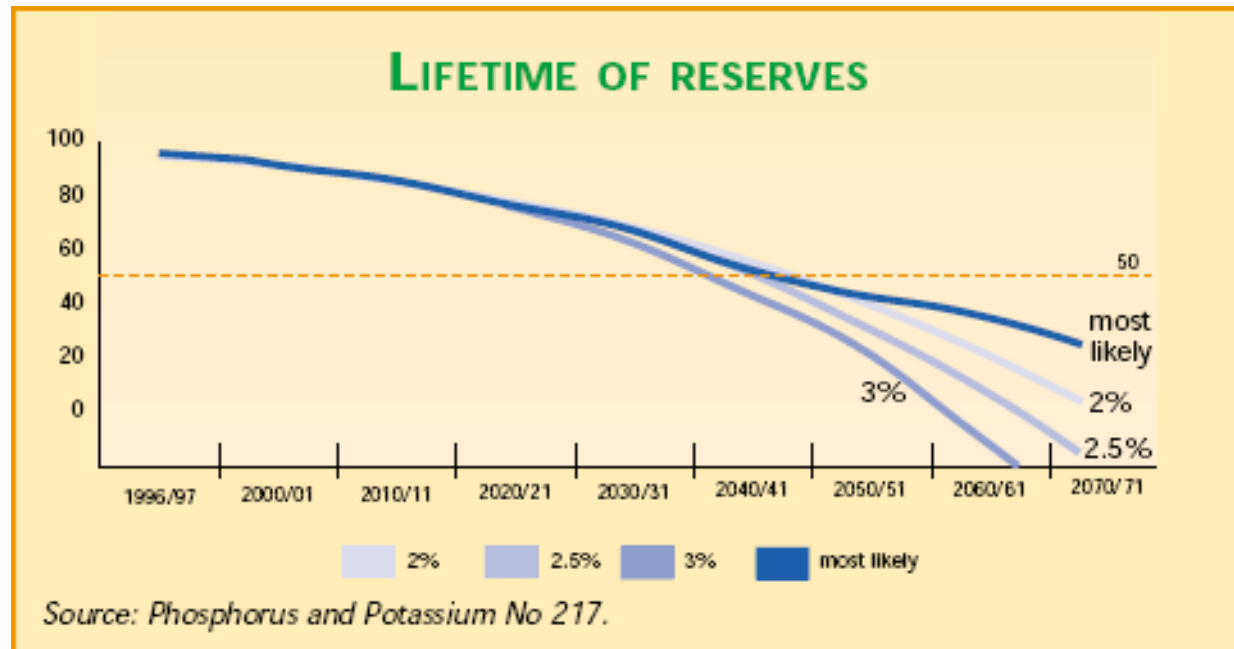
=> EU bijna volledig afhankelijk van import !

2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Uitputting van de minerale fosforvoorraden

Evolutie van de fosforreserves i.f.v. voorspelde consumptie-scenario's (meest waarschijnlijk scenario + consumptiestijging van 2%, 2,5% en 3%; Bron: EFMA, 2000)

=> Nood aan duurzame alternatieven !



2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Stikstofvormen

Tabel: Meest gebruikte anorganische kunstmeststoffen

	N content (% w/w)	Consumption (ktN)
Straight nitrogen		
Anhydrous ammonia	82	78
Urea	46	1,764
Ammonium nitrate	33.5 – 34.5	2,302
Calcium ammonium nitrate	25 – 28	2,579
Nitrogen solutions (mainly UAN)	28 – 32	1,290
Ammonium sulphate	21	255
Other straight nitrogen		391
Multi-nutrient fertilizers		
NPK	5 – 25	1,982
NP	20 – 26	200
DAP (di-ammonium phosphate)	16 – 18	290
MAP (mono-ammonium phosphate)	11	- -
NK	13 – 26	17
Total nitrogen		11,148

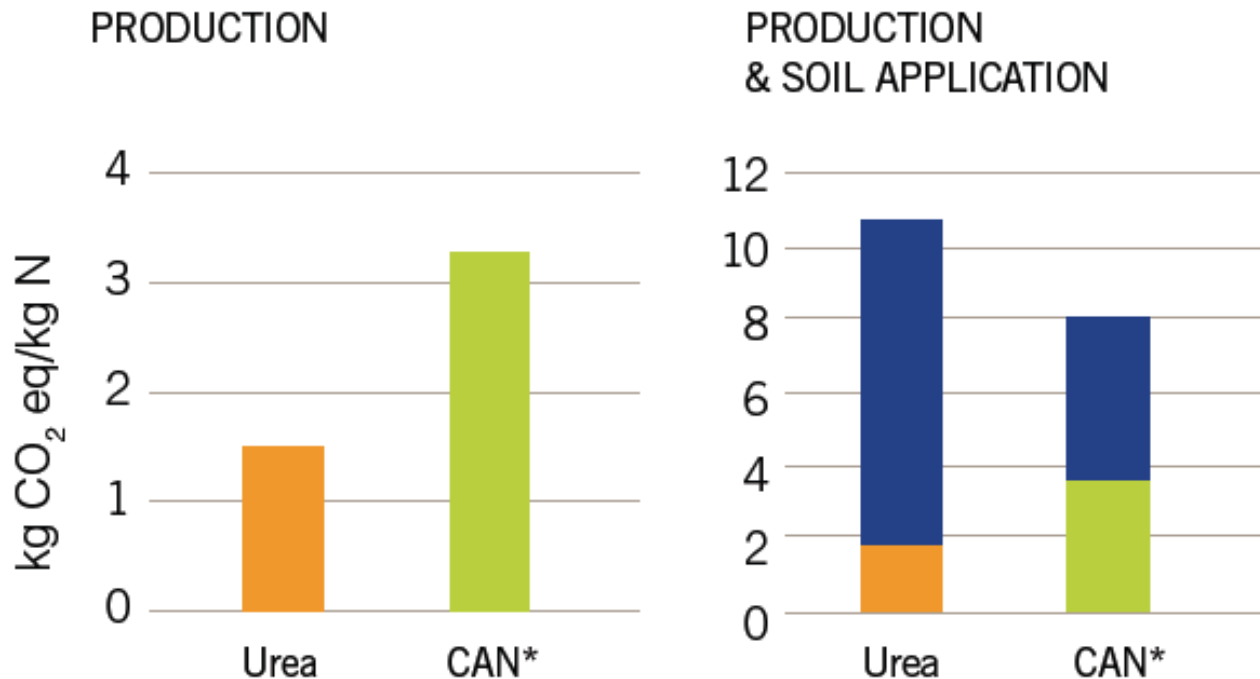
Bron: European Fertilizer Manufacturers Association (2005)



2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Stikstofvormen

CO₂-emissie ureum vs calciumammoniumnitraat (CAN)



Bron: European Fertilizer Manufacturers Association (2005)

2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Fosforvormen

Tabel: Meest gebruikte anorganische kunstmeststoffen

Meststof	% P ₂ O ₅	Formule
Mono-ammonium-fosfaat	52 %	NH ₄ H ₂ PO ₄
Di-ammonium-fosfaat	46 %	(NH ₄) ₂ HPO ₄
Triple superfosfaat	46 %	3Ca(H ₂ PO ₄) ₂
Single superfosfaat	18-20 %	P ₂ O ₅ + CaSO ₄

Productie superfosfaat: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ [fosfaaterts] + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$

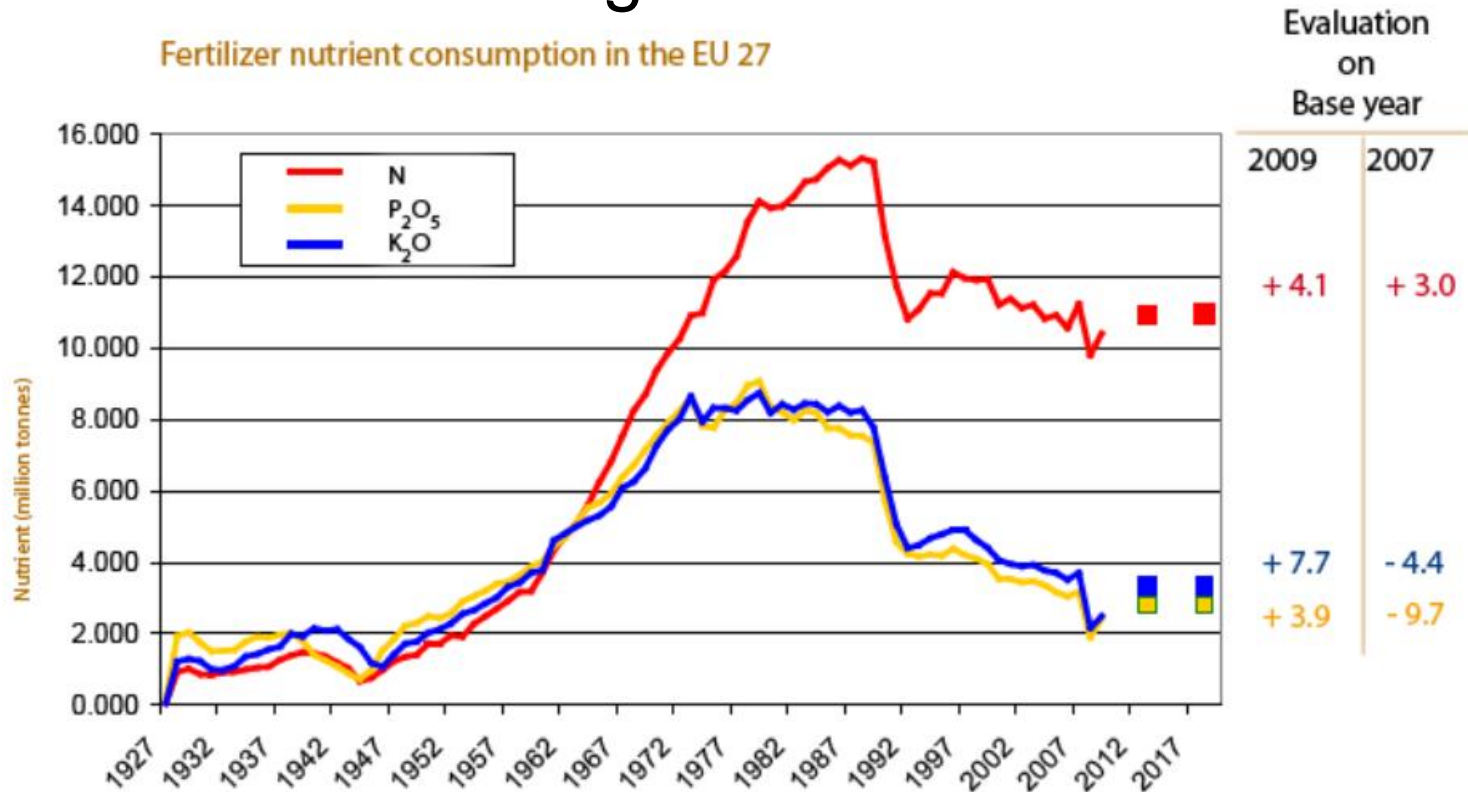
Productie tripelsuperfosfaat: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaSO}_4 \downarrow$

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$



2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Evolutie kunstmestgebruik in EU27



Bron: European Fertilizer Manufacturers Association (11-10-2010)

2. Productie, vormen & gebruik van kunstmest

- Kunstmestgebruik in EU27 & Vlaanderen

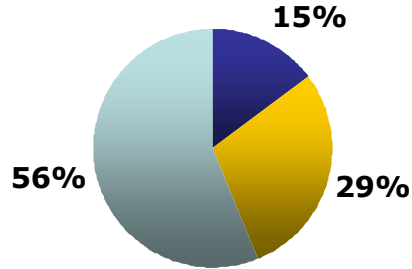
Nutriënt	EU27 (2010)	Vlaanderen (2007)
N	10,5 miljoen ton	65,9 miljoen kg
P ₂ O ₅	2,7 miljoen ton	4,5 miljoen kg
K ₂ O	135,3 miljoen ton	

Bron: European Fertilizer Manufacturers Association (2010);
MIRA-achtergronddocument Vermesting (2007)

3. Biogas in Vlaanderen

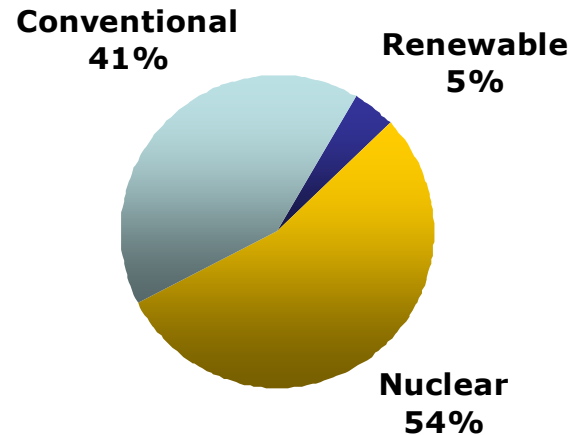
3.1 Situatie in België

EU



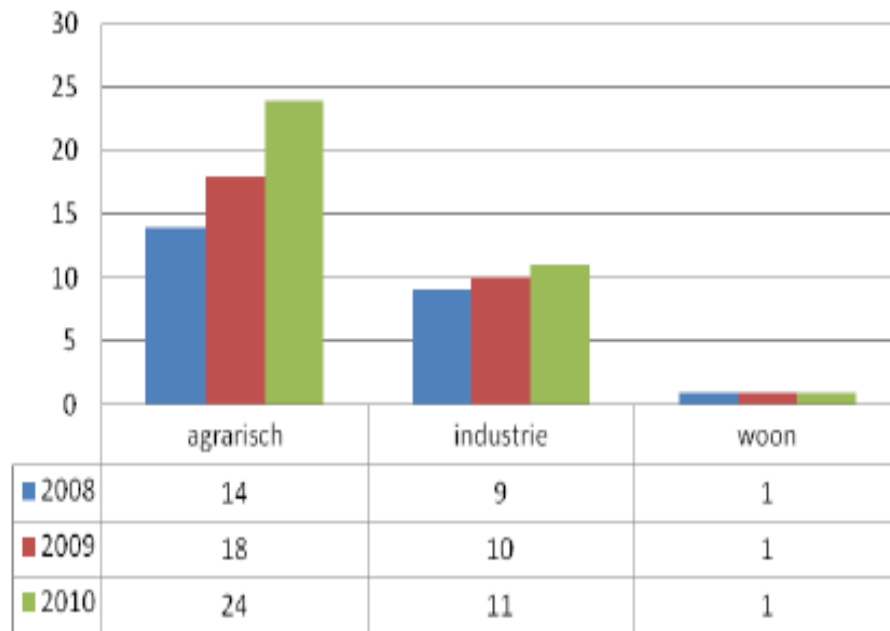
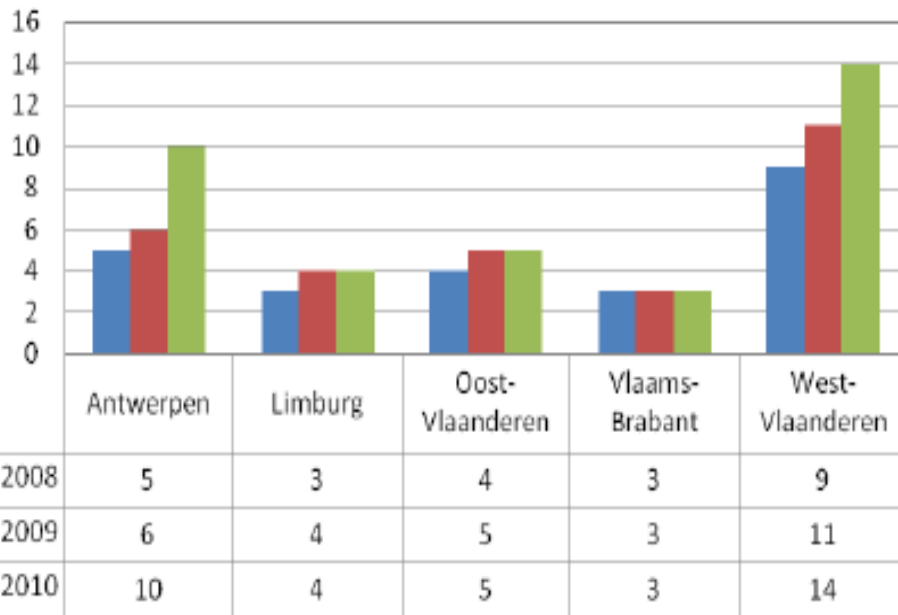
■ Renewable
■ Nuclear
■ Conventional

Belgique



3 Biogas in Vlaanderen

3.2 Huidige situatie vergisting

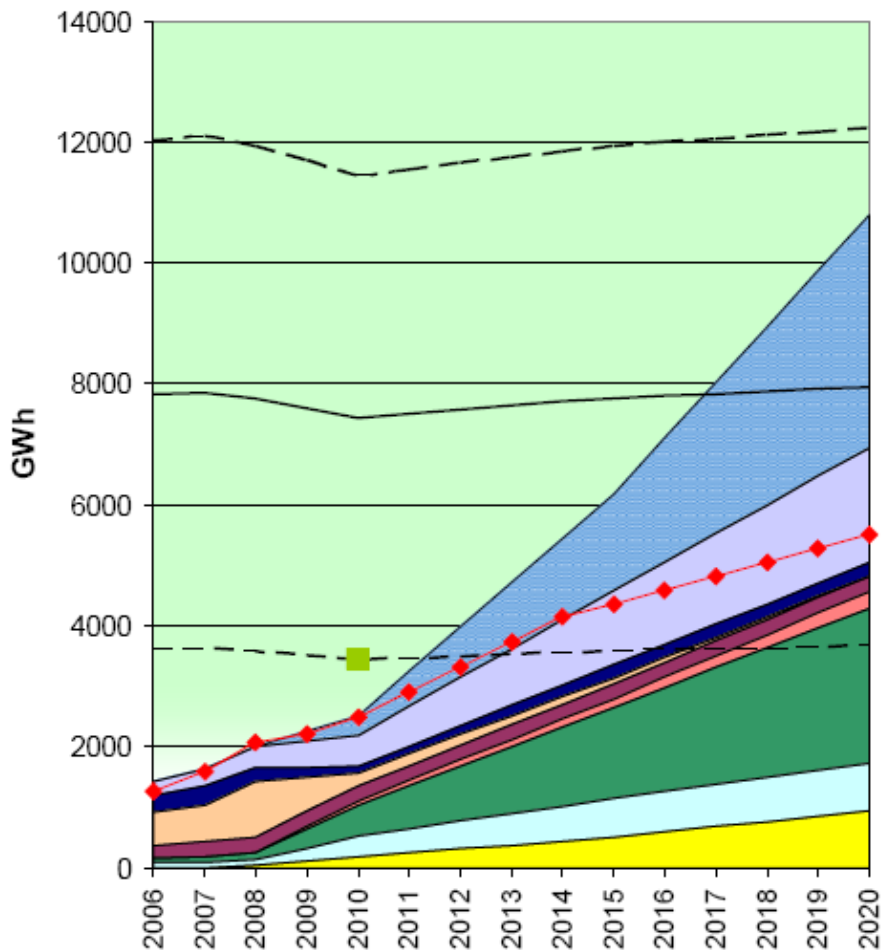


Bron: Biogas-e



3.1 Biogas in Vlaanderen

3.3 Toekomst Biogas



PROscenario: extra
beleidsmaatregelen en versnelde
uitvoering

Bron: prognose hernieuwbare
energie & wkk 2020, vito

3. Biogas in Vlaanderen

3.4 Rol van Eneco

Eneco

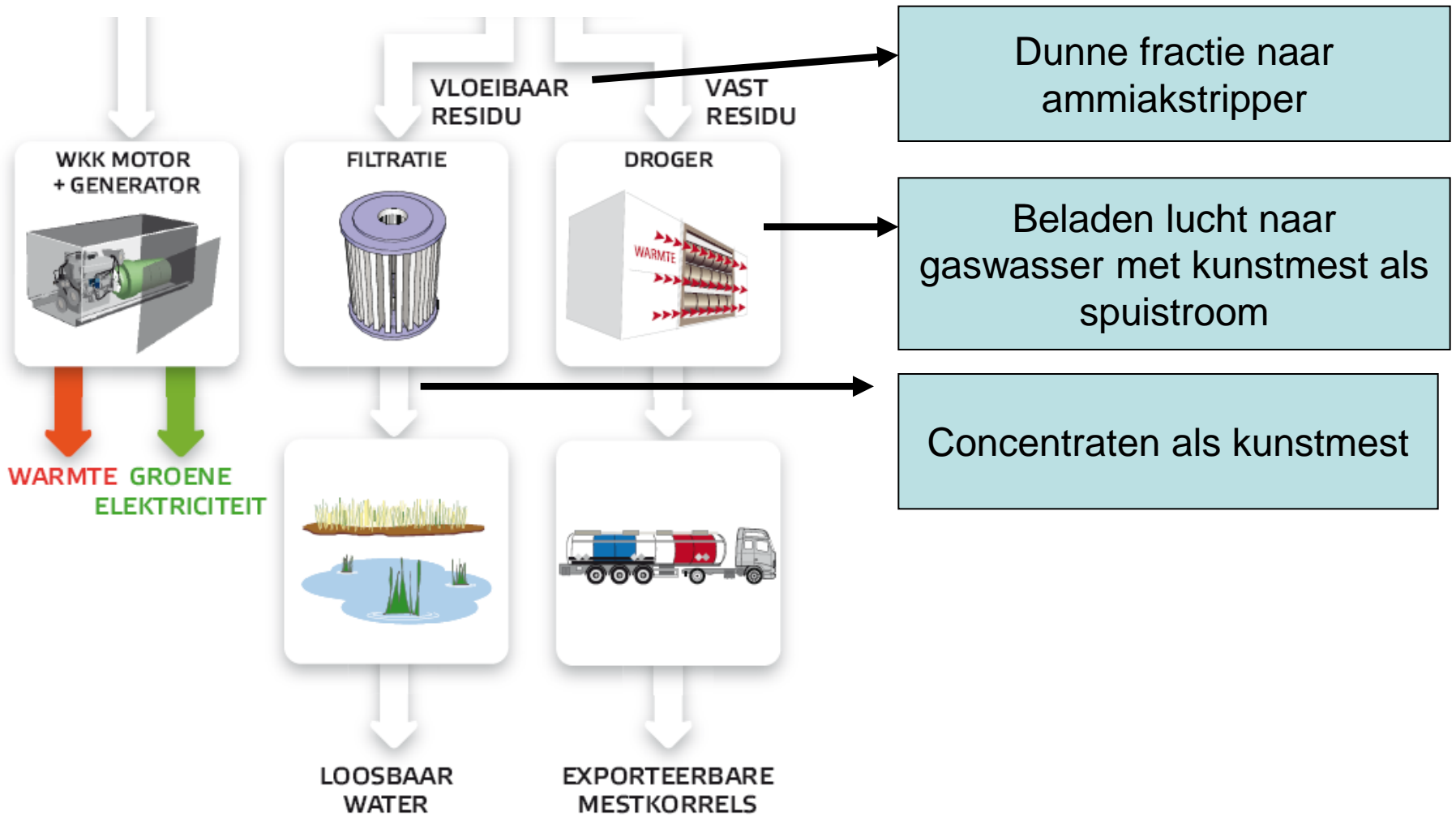
- Levering van 100% hernieuwbare energie in België
- Enkel Business-2-Business
- Portfolio
 - Wind on shore 116 MW
 - Wind off shore 30 MW
 - Biomassa 52,53 MW
 - Biogas 23,39 MW
 - Zon 5,8 MWp
 - Waterkracht 0,16 MW



3.4 Procesoverzicht



3.4 Procesoverzicht



4. Digestaat– en mestverwerking en mogelijke kunstmestvervangers

4.1 Ammoniakstrippers

4.2 Drogers & indampers

4.3 Luchtwassing

4.4 RO concentraten

4.5 Struvietvorming

4.6 Effluent na biologie

4.7 Groen vs conventionele grondstoffen



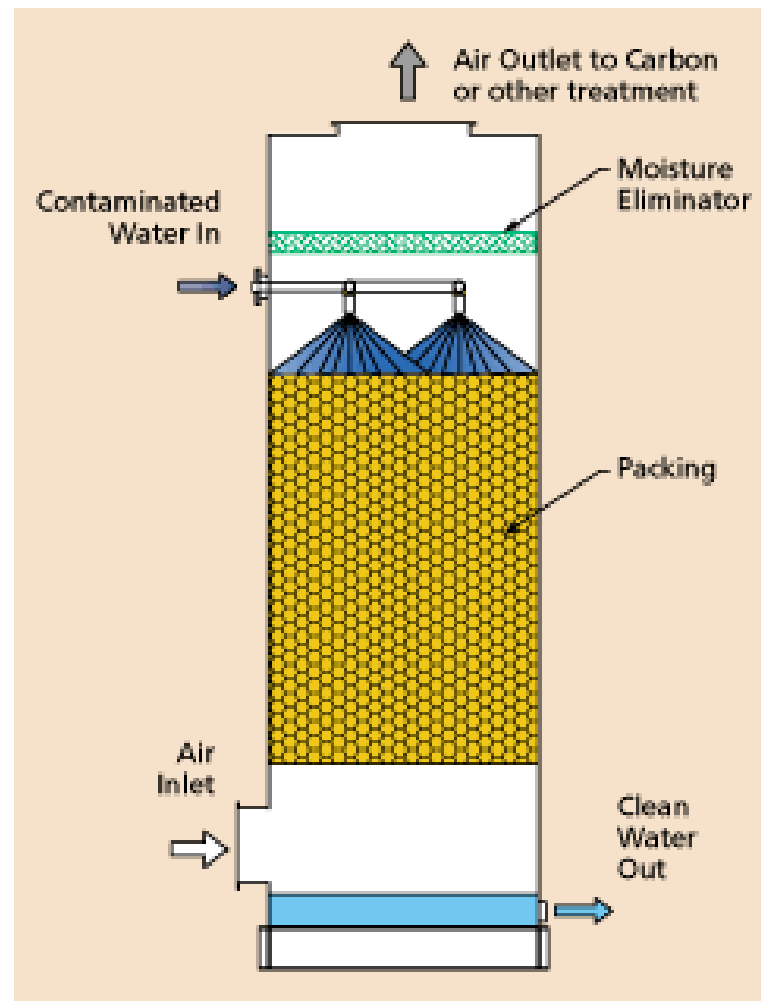
4.1 Ammoniakstrippers

Fase 1: Dunne fractie gaat over stripper

- Strippen met warme lucht of stoom
- pH dunne fractie verhoogd door loog of kalk
- Ammoniak gaat van waterige fase naar gasfase

Fase2: ammoniak wordt verwijderd uit gasfase door aanzuring

- eindproducten:
 - ammoniumbicarbonaat
 - ammoniakwater
 - ammoniumsulfaatoplossing



4.1 Ammoniakstrippers

kosten:

debiet	20°C	Stoom
2,1m ³ /h	1,74 mil€	1,29mil€
8,3m ³ /h	2,38mil€	1,41mil€
EI- verbruik	2,3kW/m ³ 0,85kW/m ³ (50°C)	0,45kW/m ³ + stoom

Rendementen

ingangscctie	20°C 2,1m ³ /h	Stoom
450 mg/l	13€/kg(Kj)N Verwijderd	13€/kg(Kj)N verwijderd
900mg/l	10€/kg(Kj)N Verwijderd	10€/kg(Kj)N verwijderd
1800mg/l	9€/kg(Kj)N Verwijderd	8€/kg(Kj)N verwijderd

4.1 Ammoniakstrippers

- Andere bronnen spreken van:
 - 50t/h met
 - 7000mgNH₄-N/l
 - Investering 1,34mil€
 - Operationele kosten: 0,77€/ kg NH₃

Afzet van ammoniumsulfaat aan
landbouw als kunstmest

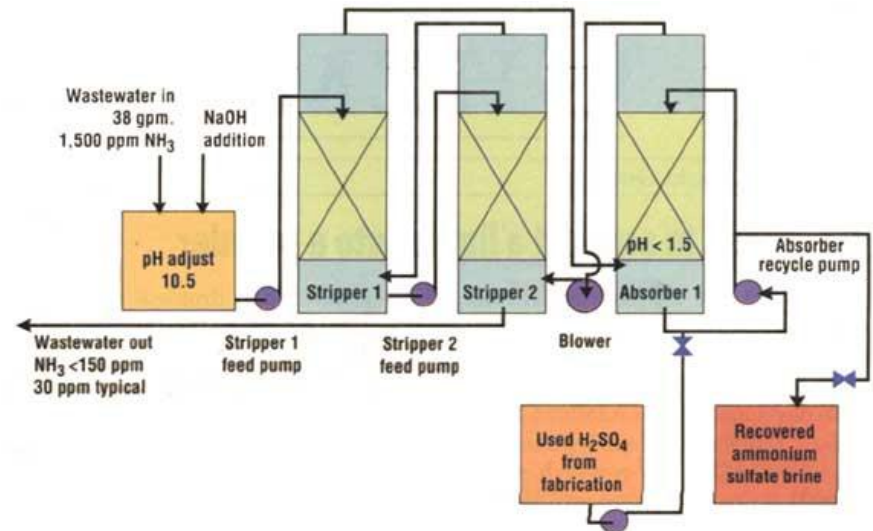
- Opbrengst: 1€/kgN [vuistregel]



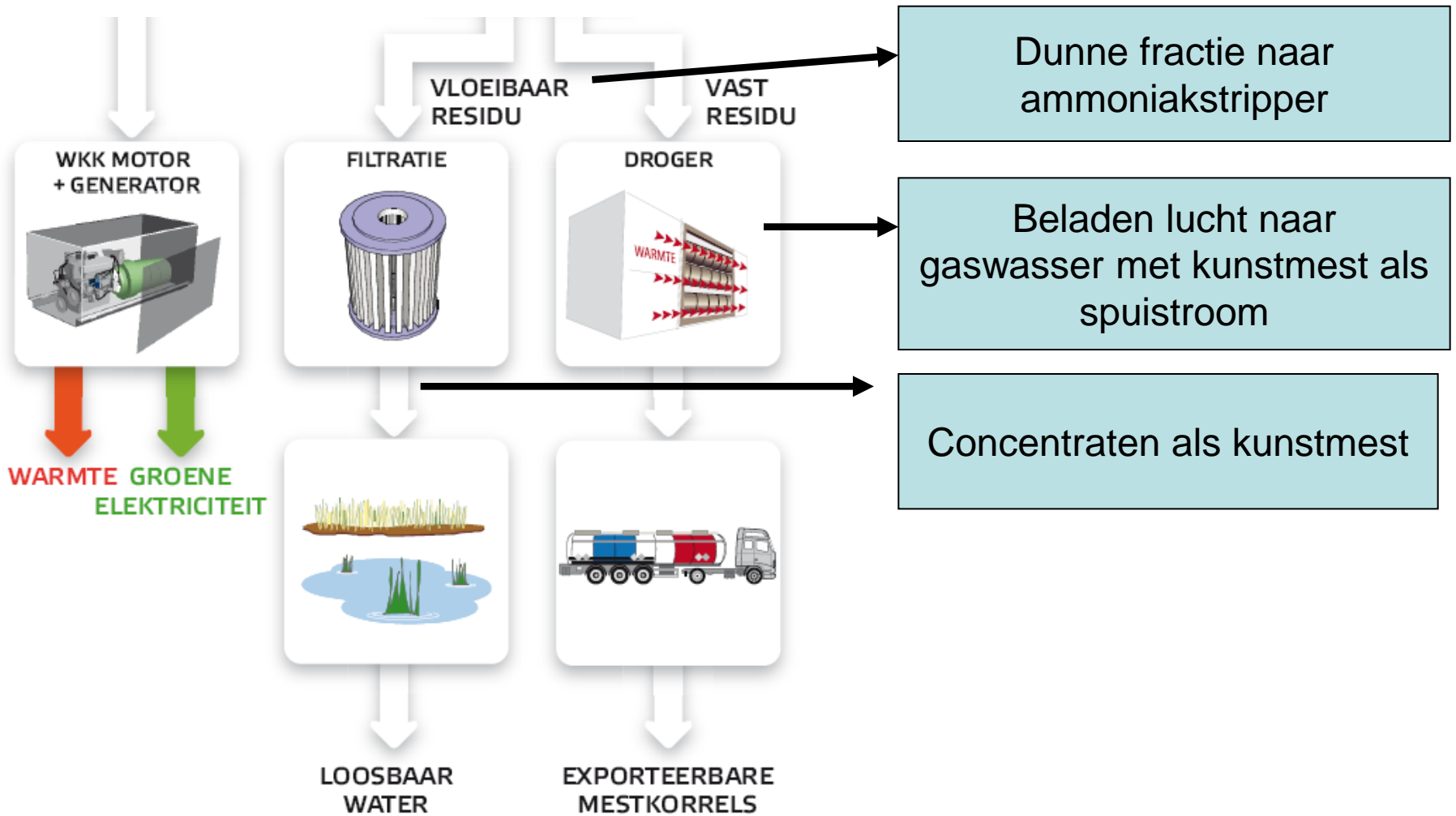
4.1 Ammoniakstrippers

Beperkingen:

- Schuimvorming in stripper
- lage pH van spuiwater
 - Corrosie op toedieningsapparatuur
 - Toxisch H₂S gas
- Hoog zoutgehalte
 - Verzilting & verslemping van bodem, opwerking met zoutarme meststoffen vereist



3.4 Procesoverzicht



4.2 Drogers & indampers

Drogers: directe en indirecte drogers

- Directe drogers
 - Droging via convectie
 - Trommeldroger
 - Wervelbeddroger
 - Maaldroger

Groot debiet aan te wassen lucht

Warmteverbruik 3100-3500kJ/kgH₂O



Eco

UGent

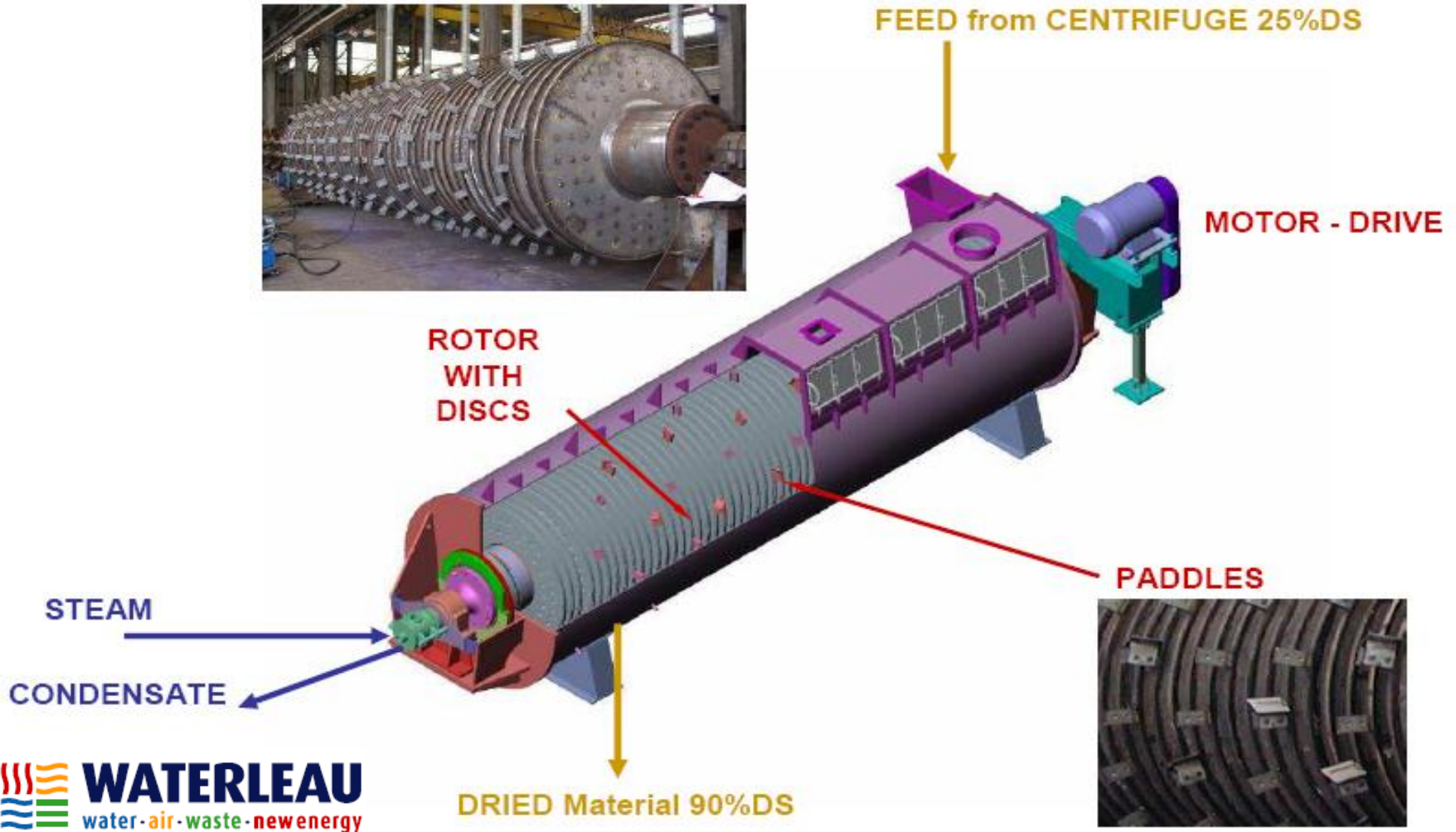
GENT

0

4.2 Drogers & indampers

- Indirecte drogers
 - Droging via convectie
 - Beperkte luchtwassing nodig
 - Warmteverbruik: 2800-3300kJ/kgH₂O

4.2 Drogers & indampers



4.2 Drogers & indampers

- Drogen gaat tot 90%DS
- Tijdens proces doorloopt product een kleeffase 40-50%DS
 - Terugmenging met nat product
 - 25% product aan 20%DS
 - 75% product aan 40%DS
- Pelletisering nodig om exporteerbaar product te maken
- Nood aan bijkomende hygiëniseratie
- Risico op zelfontbranding van gedroogd materiaal



4.2 Drogers & indampers

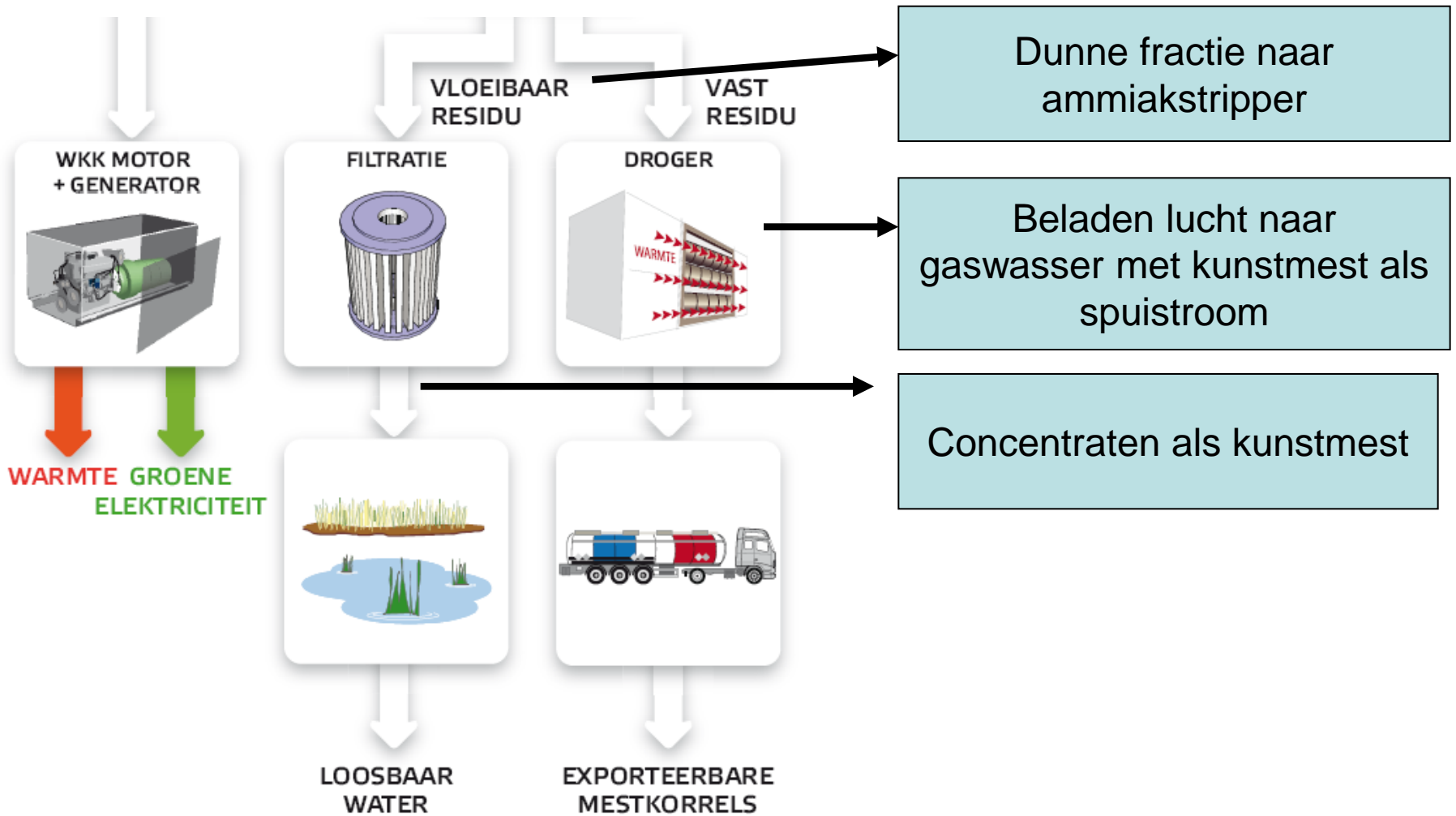
Indampers

- Door druk te verlagen wordt kooktemperatuur verlaagd en wordt digestaat of mest ingedikt
- In meerdere trappen met dalende temperatuur en dalende drukken
- Afkoelen van waterdamp geeft zout-arm condensaat met vluchtige verbindingen (NH_4^+)
- Concentraat met laag DSgehalte: 25%
- Toevoer zwavelzuur om verdamping van NH_3 te vermijden
- Indamping na biologie geeft loosbaar water
- Condensaat kan naar biologie

4.2 Drogers & indampers

- Energieverbruik indamper
 - 1traps:
 - 1,25 – 1,5 t(stoom)/t(verdampt water)
 - 50% reductie met thermische damprecompressie
 - 0,012 t(stoom)/t(verdampt water) indien mechanische recompressie + Elektrische energie van 2 naar 15kWh/t(verdampt water)
 - 5traps:
 - 0,25t(stoom)/t(water)
 - Waterdamp uit droger kan dienen als verwarmingsbron voor indamper, mits reiniging

3.4 Procesoverzicht

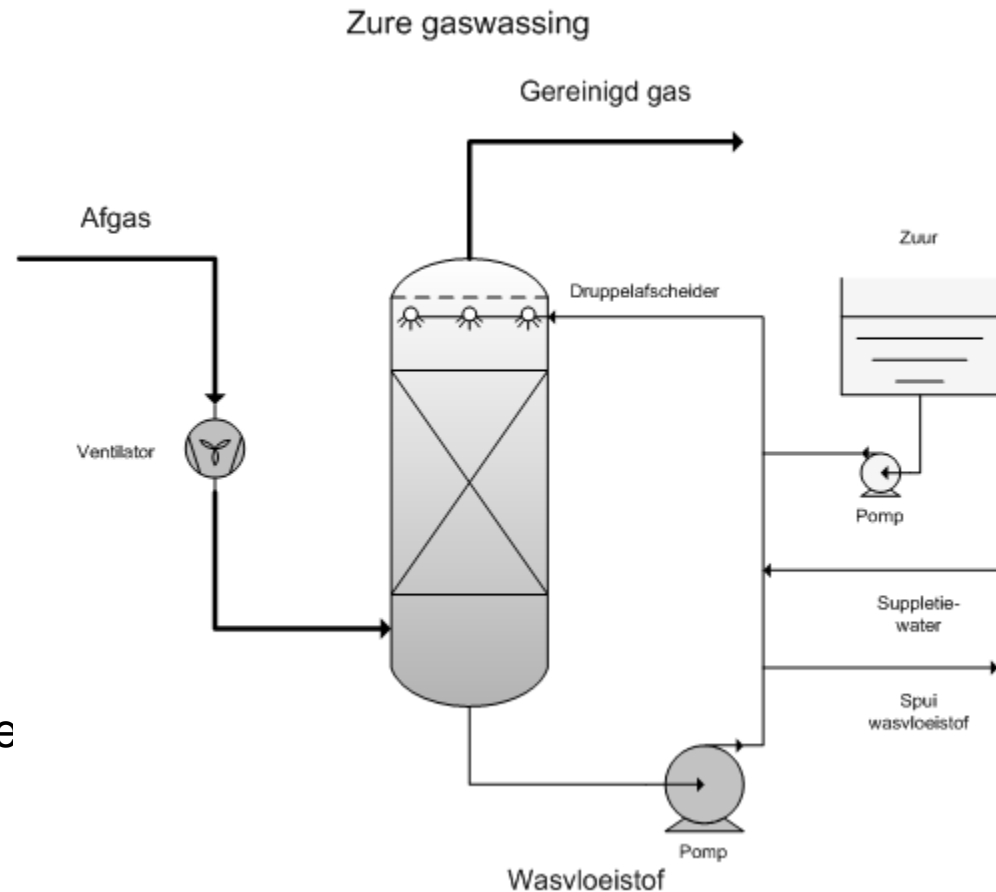


4.3 Luchtwassing

Lucht uit droger (direct & indirect) moet gereinigd worden van geur en pollutanten

Meestal 2-traps

- Zure trap (H_2SO_4)
 - Verwijdering van NH_3 en diverse amines
- Basische trap ($NaOH$) en oxidans
- Verwijdering van zure verbindinge
- Neutraliseren (oxideren) organische zwavelverbindingen (H_2S)



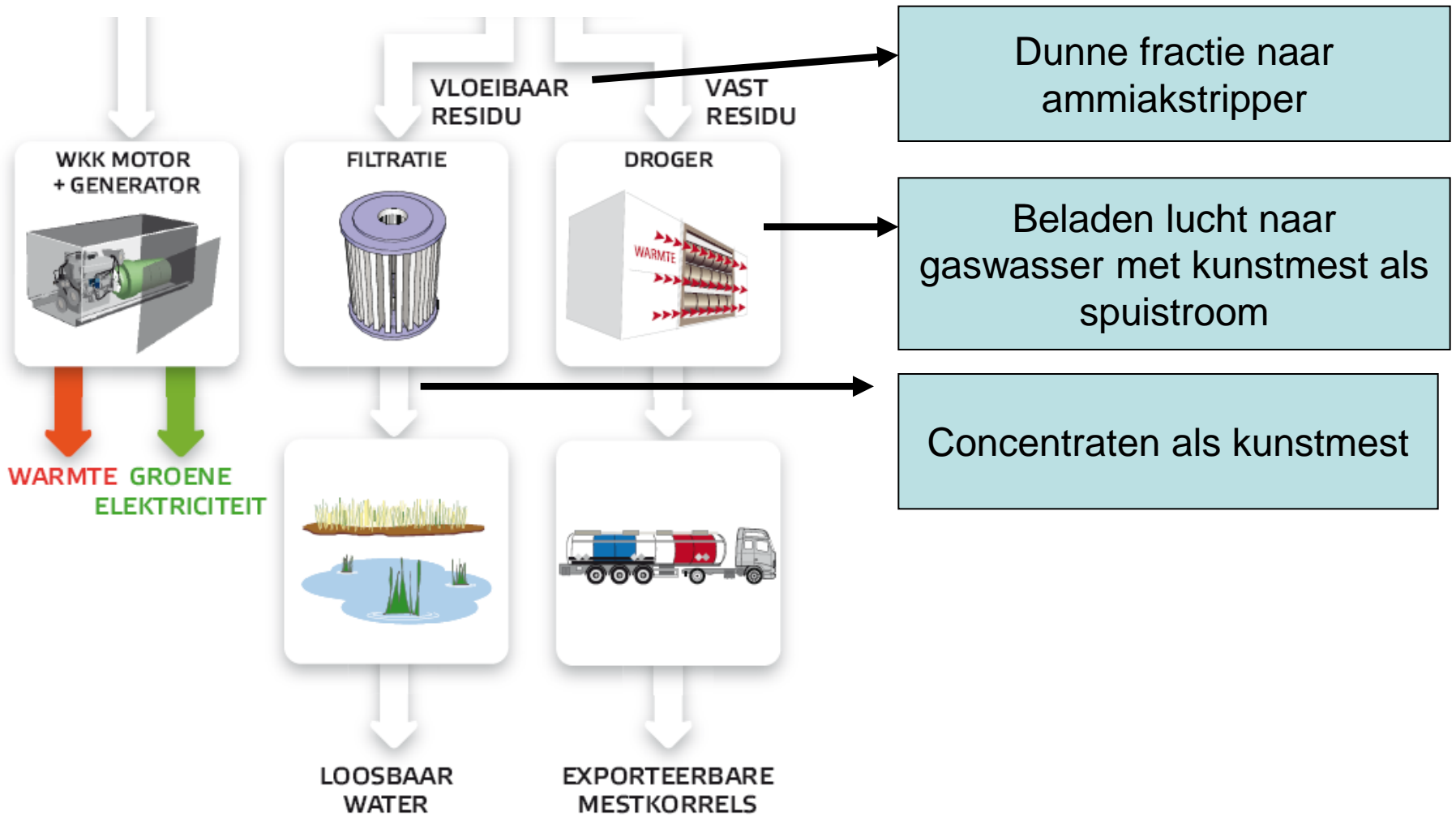
4.3 Luchtwassing

Spuiwater uit zure trap

- Bevat ammoniumsulfaat
- Bijlage 4.1 van VLAREA en komt in aanmerking voor hergebruik als secundaire grondstof
- Geeft recht op Mestverwerkingscertificaten
- Practische aspecten
 - Toediening met corrosiebestendige apparatuur
 - Geen contact met blad van plant
 - Aandacht voor zwavelgift
 - Goed als startmeststof of bijmest in voorjaar of zomes
 - Restricties naar pH van bodem (>6)



3.4 Procesoverzicht



4.4 RO-concentraten

- Principe: Zuivering van dunne fractie tot loosbaar water d.m.v. doorgedreven membraanfiltratie (omgekeerde osmose)



Foto: Vibrerende membraanfiltratie (VSEP) in de vergistingsinstallatie Goemaere Eneco Energie te Diksmuide

4.4 RO-concentraten

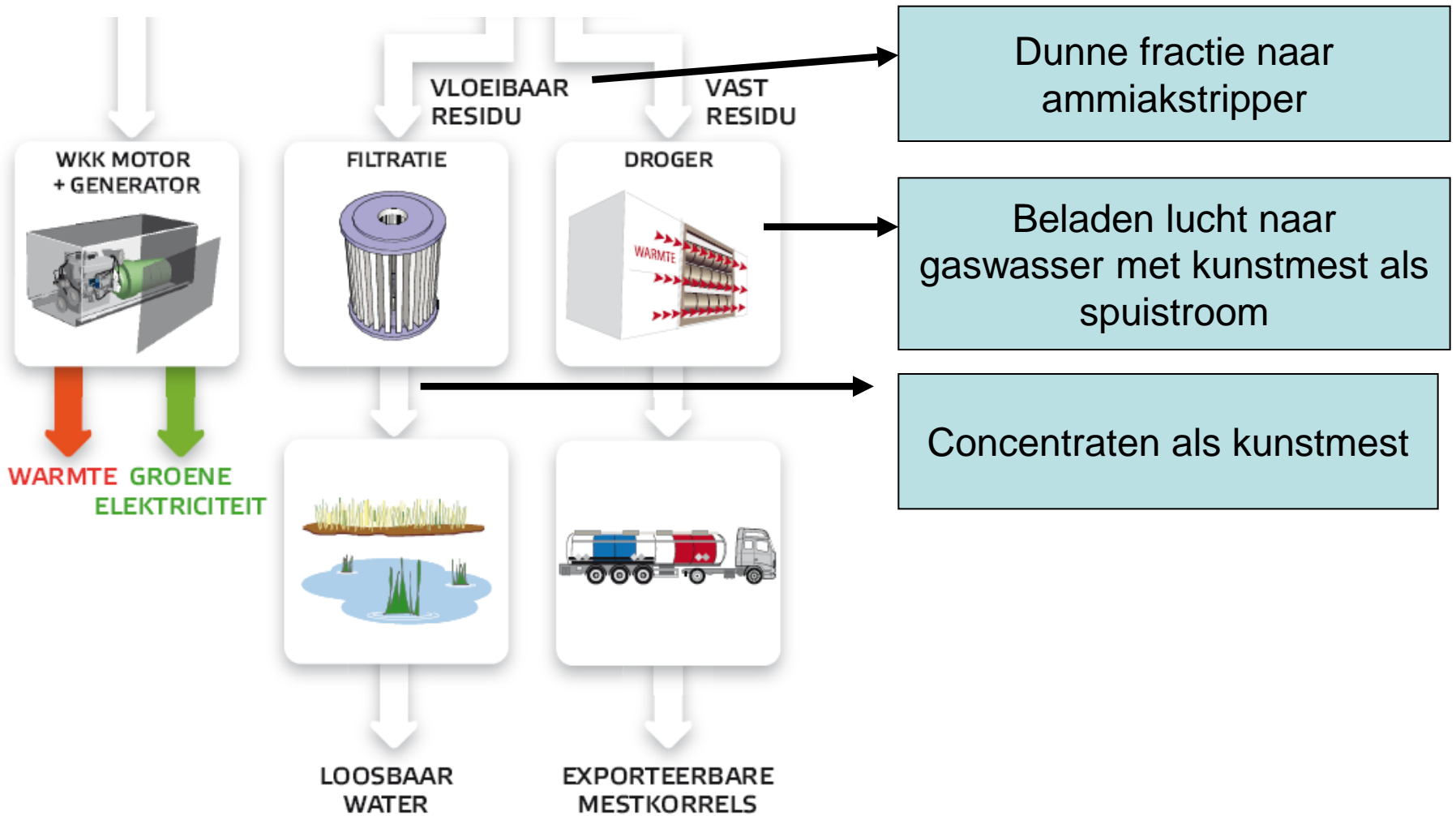
- Landbouwkundige waarde concentraat:
 - N-gehalte: 5,9-6,4 kg N/ton VS (cfr. dierlijke mest)
 - N-werkingspercentage: 82 % (> dierlijke mest)
 - K-gehalte: 5,1-13 kg K₂O/ton VS (> dierlijke mest)

=> Potentiële N-K-kunstmeststof

- Knelpunten voor afzet:
 - Zoutgehalte => Kans op bodemdegradatie
 - Kaligehalte => Kans op kopziekte bij vee
 - Ratio Na, K / Ca, Mg (NAR) => Kans op bodemverslemping



3.4 Procesoverzicht



4.5 Struvietvorming

- Principe: Chemische fosfaatverwijdering door additie van MgO en neerslagvorming van Magnesium-Ammonium-Fosfaat (MAP) of struviet

Foto: Struviet

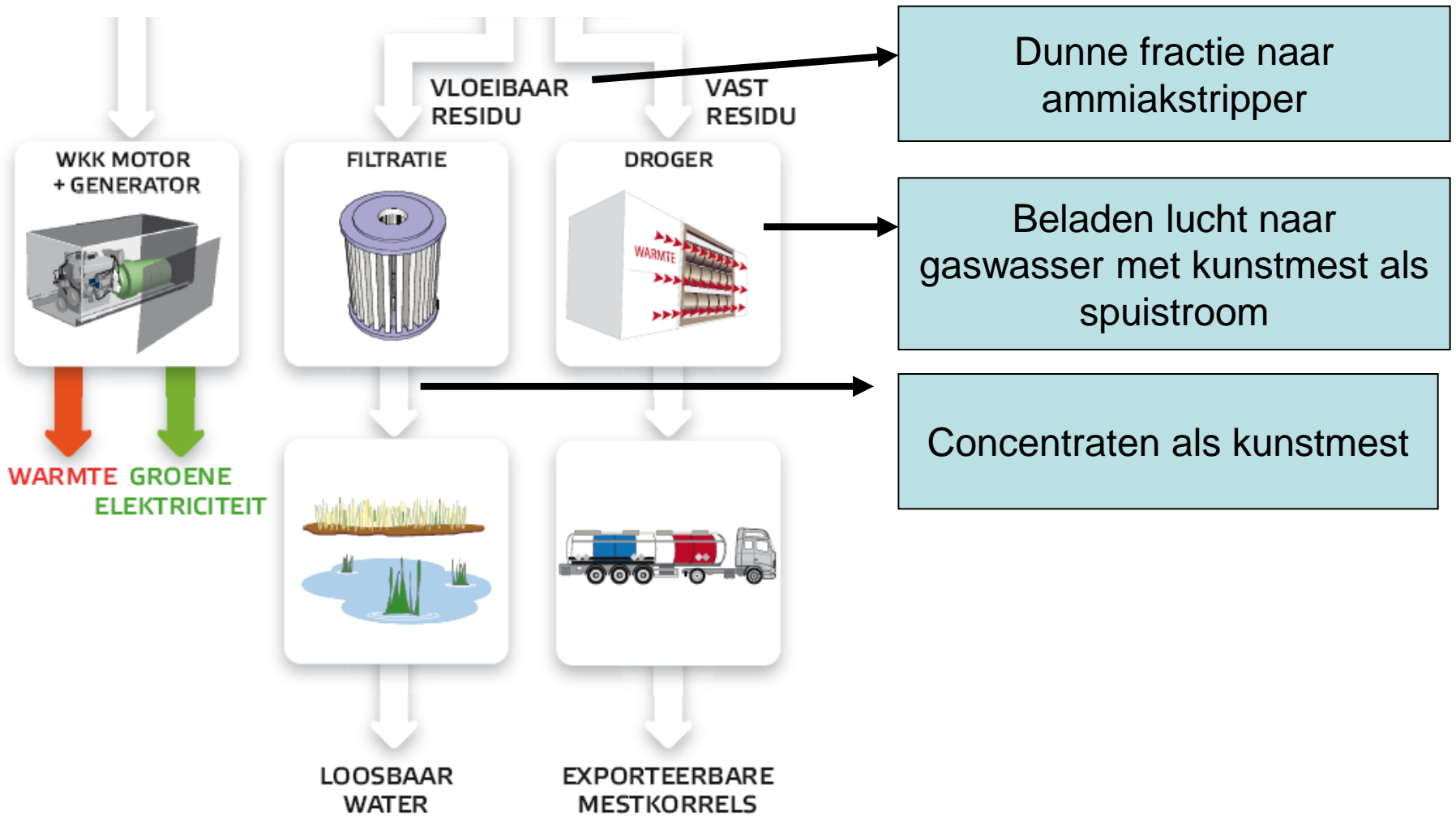


4.5 Struvietvorming

- Landbouwkundige waarde struviet:
Potentiële N-P-kunstmeststof +
Mg-houdende bodemverbeteraar
- Knelpunten voor afzet:
Verstrenging van de P-normen (MAP IV)



3.4 Procesoverzicht



4.6 effluent na biologie

- Principe: Biologische nitrificatie-denitrificatie van dunne fracties na scheiding



Foto: Aërobe nitrificatie

4.6 Effluent na Biologie

- Potentiële landbouwkundige waarde:
N-P-arme, K-kunstmeststof
- Knelpunten voor afzet:
 - Zoutgehalte => Kans op bodemdegradatie
 - Kaligehalte => Kans op kopziekte bij vee
 - Ratio Na, K / Ca, Mg (NAR) => Kans op bodemverslemping



4.7 Groen vs conventionele meststoffen

Meststof	N/P/K	NAR	N-werking
Dierlijke mest	8,8/1/1,6	0,12	65 %
Digestaat	0,96/1/1,6	1,47	81 %
Spui luchtwasser	-	-	100 %
RO-concentraat	15/1/8,6	2,14	82 %

Besluit

- Potentiële groene kunstmestvervangers uit mest- en digestaatverwerking
- Stimulans voor duurzame ontwikkeling van bio-vergisting in Vlaanderen
- Katalysator voor het halen van de 2020-doelstellingen (fossiele energiebesparing + groene energieproductie)



Onderzoeksperspectieven

- Praktijkgericht onderzoek naar geïntegreerde digestaatverwerking met praktijkgerichte bedrijfszekerheid (IWT/KMO: Eneco Energie, Innova Energy)
- Academisch onderzoek naar de impact van potentiële groene kunstmest-vervangers op de bodemstructuur, bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid (UGent)



Zijn er vragen of opmerkingen?

Bedankt voor uw aandacht!

