

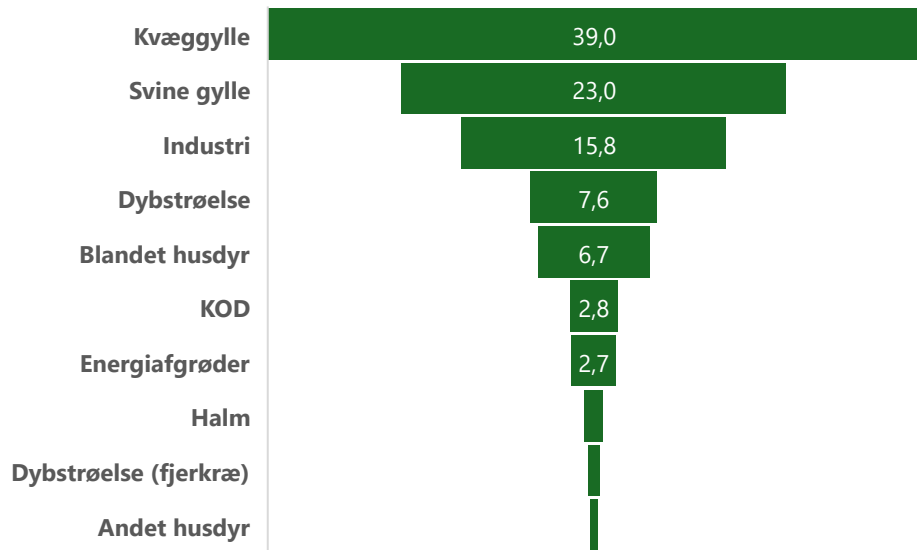
BIOGASTEKNOLOGI TIL FORBEDRET UDNYTTELSE AF NÆRINGSSTOFFER

Henrik B. Møller



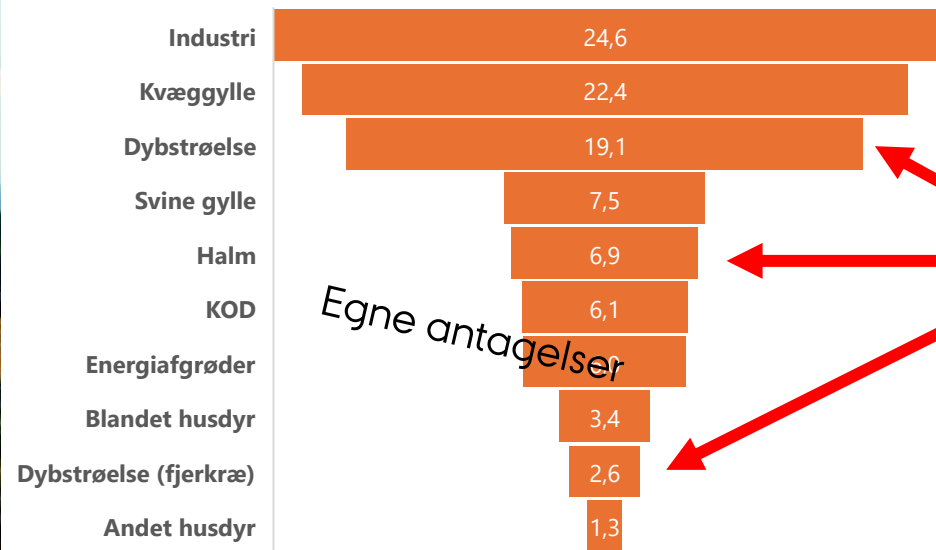
BIOMASSE INPUT

Mængde biomasse 2023 (%)



Total: >17 mill tons

Tørstof i biomasse 2023 (%)



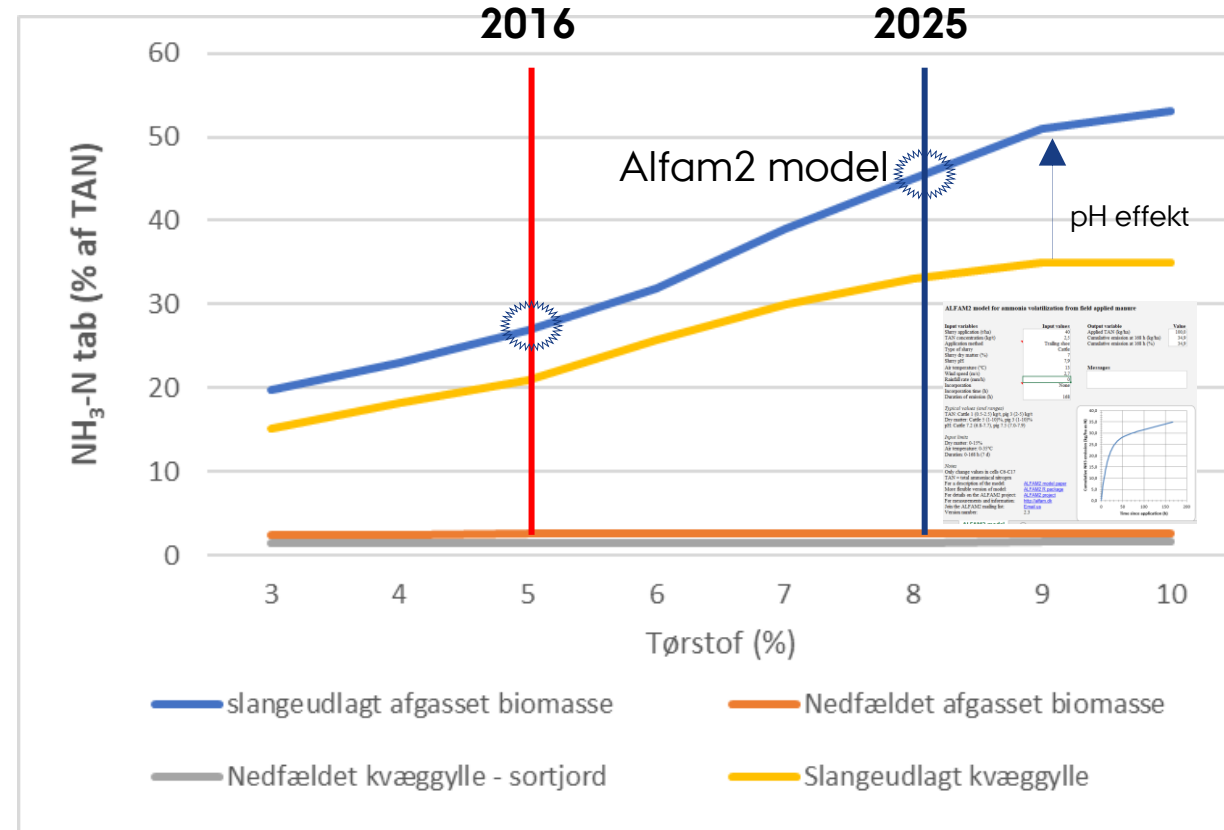
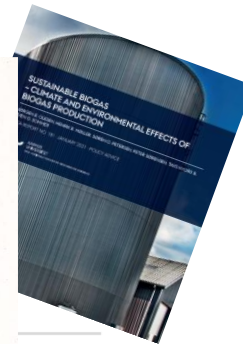
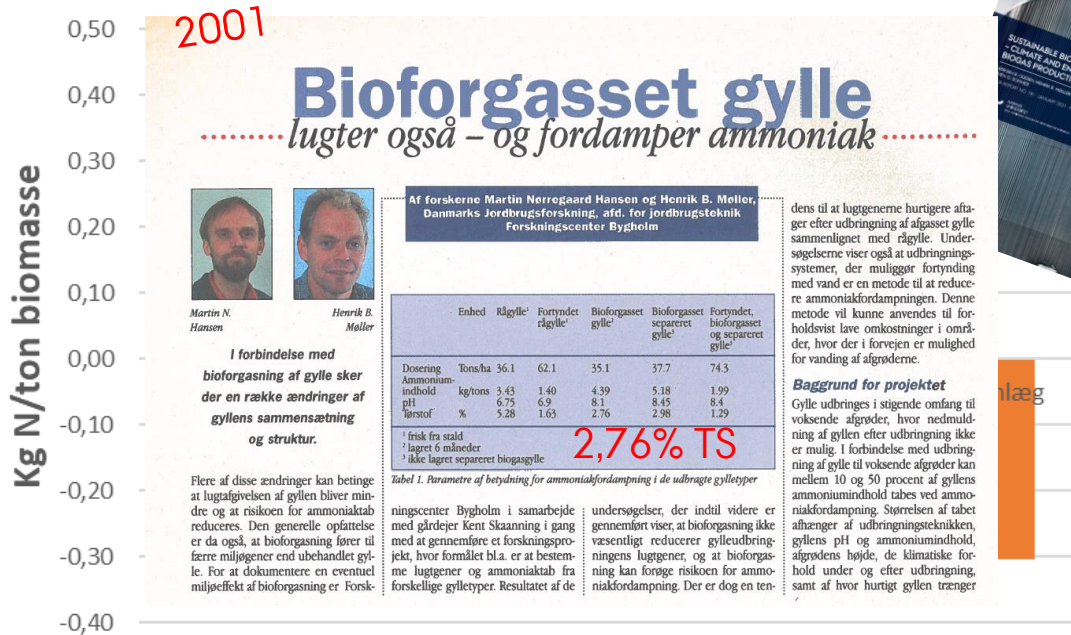
Egne antagelser

Total: >2,4 tons TS

>30% af tørstof er halmrig

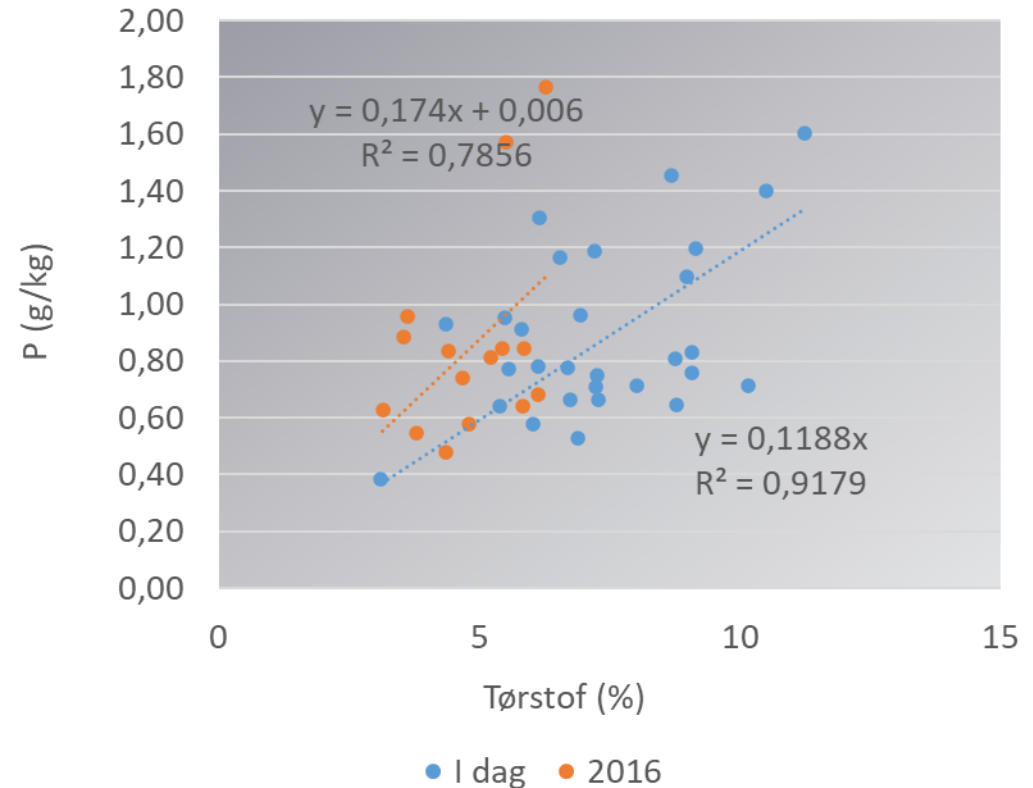
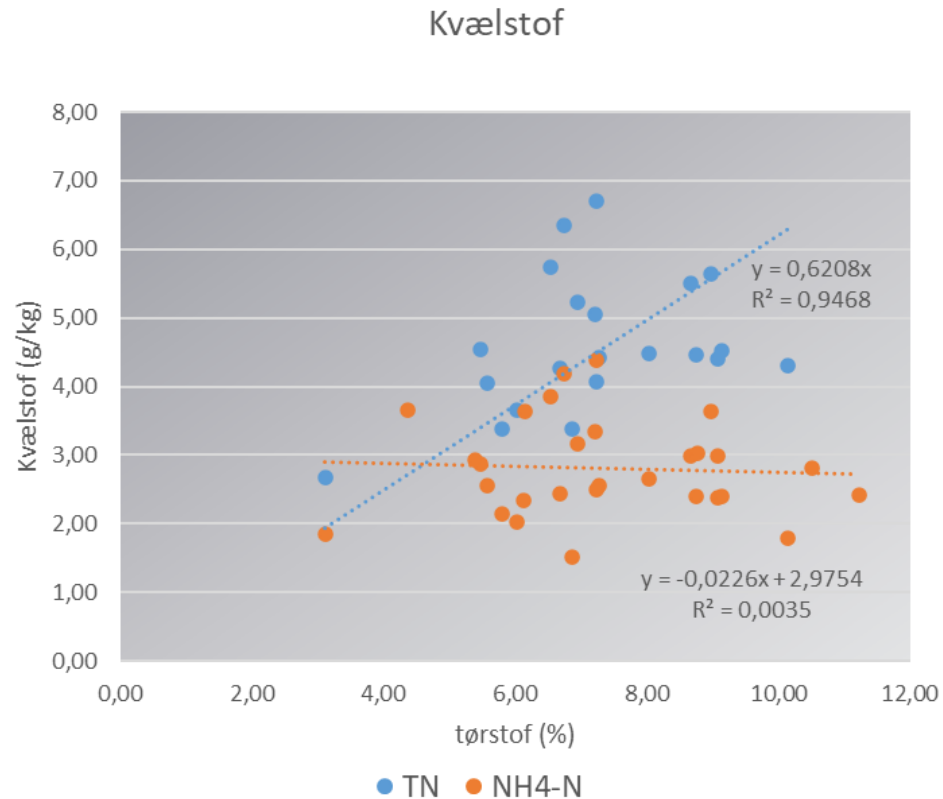
Gennemsnitligt tørstof input = **13,9%**
Gennemsnitligt tørstof output anno 2023 = **8,0%**
Gennemsnitligt tørstof output anno 2016 = **5,0%**
Tørstof er steget med ca. **0,5%** per år

KVÆLSTOF (UDVASKNING/NH3 FORDAMPNING)

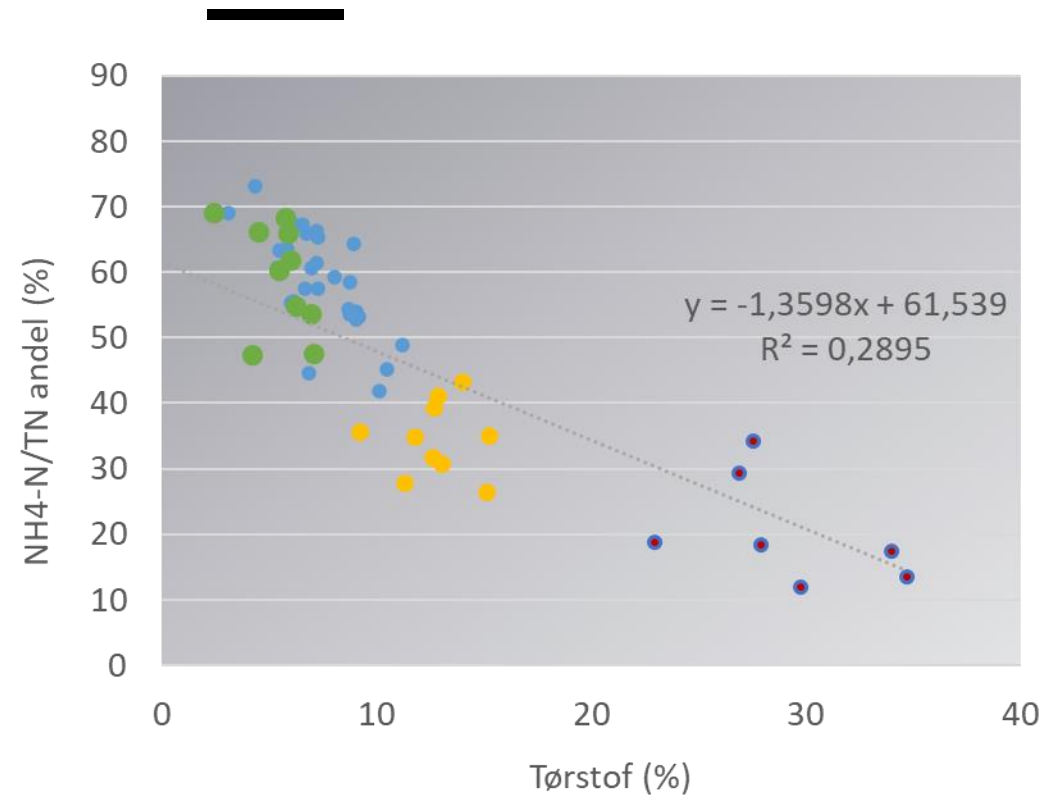


Hvad der vindes på nitrat☺ kan tabes på ammoniak☹.

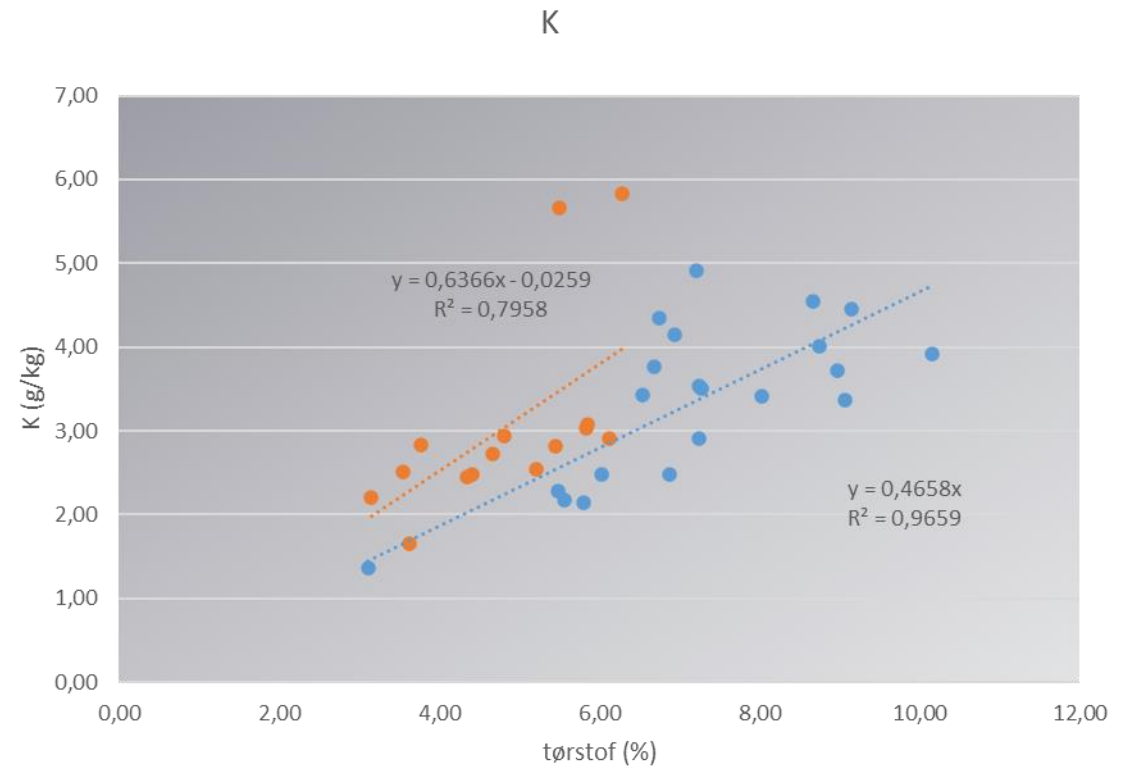
KVALITET AF AFGASSET BIOMASS ANNO 2025



KVALITET AF AFGASSET BIOMASSE

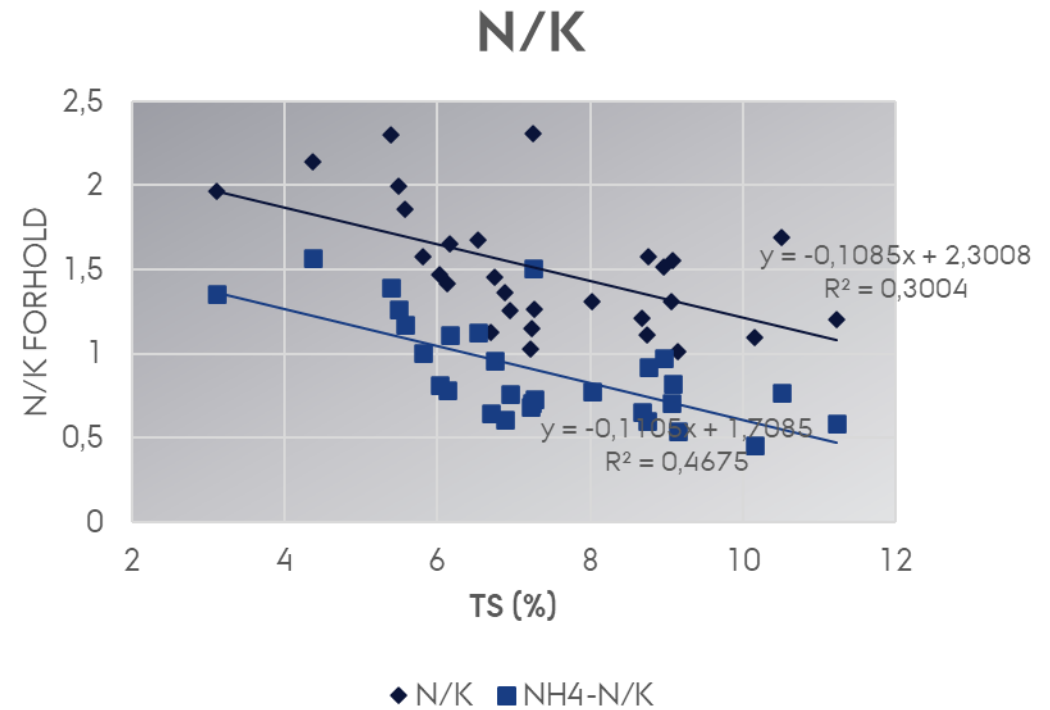
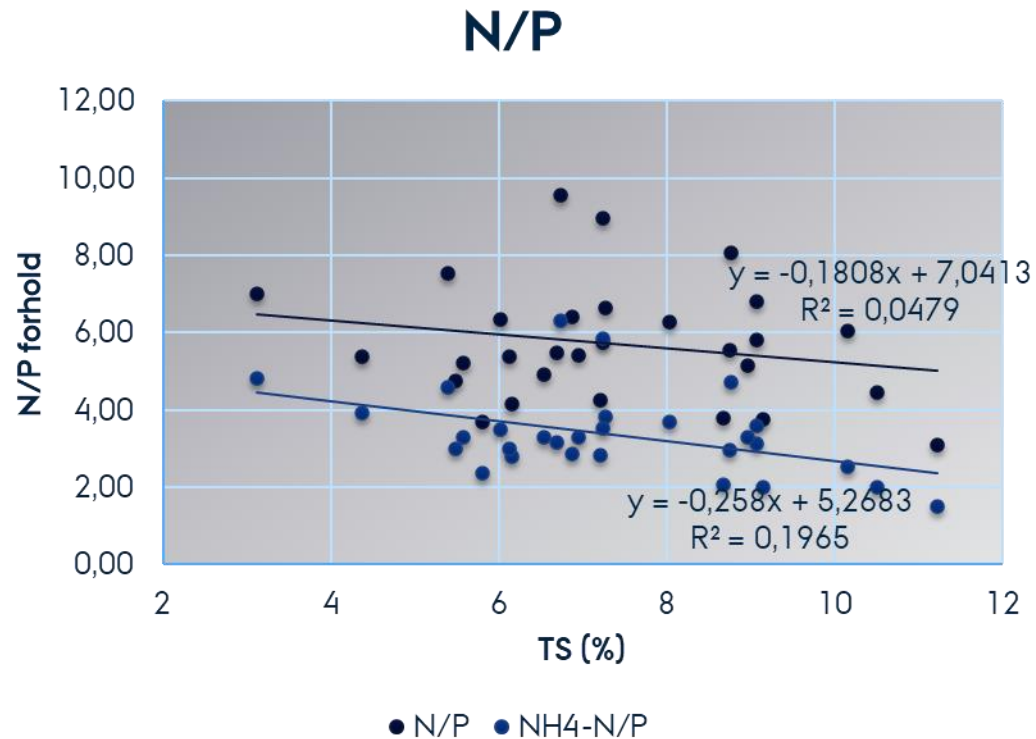


- Afgasset (2023)
- Fast fraktion lab sigte
- Fast fraktion skruepresse/centrifuge
- Væske fraktion (lab sigte)

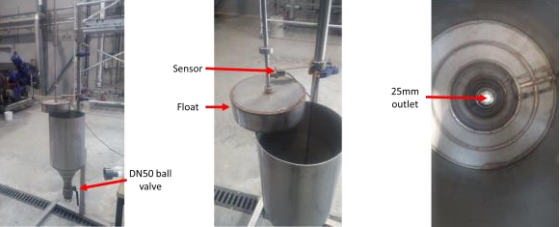


- I dag
- 2016

KVALITET AF AFGASSET BIOMASS ANNO 2025



AFGASSET BIOMASSE - REOLOGI



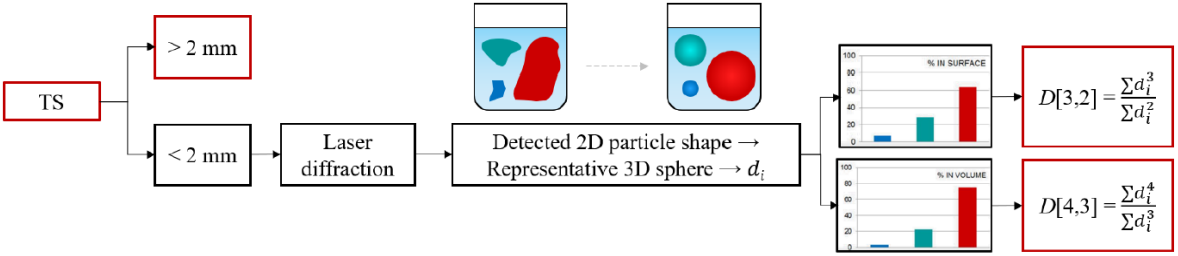
System 1



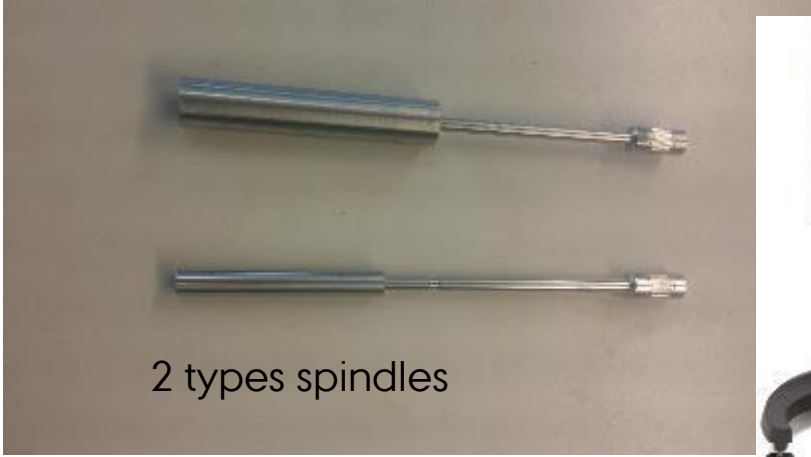
System 2



System 3



System 4. Particle size



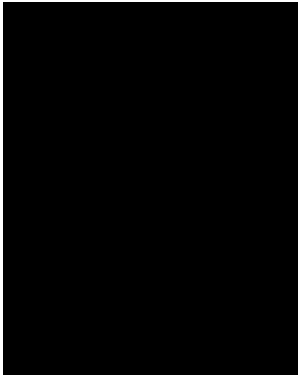
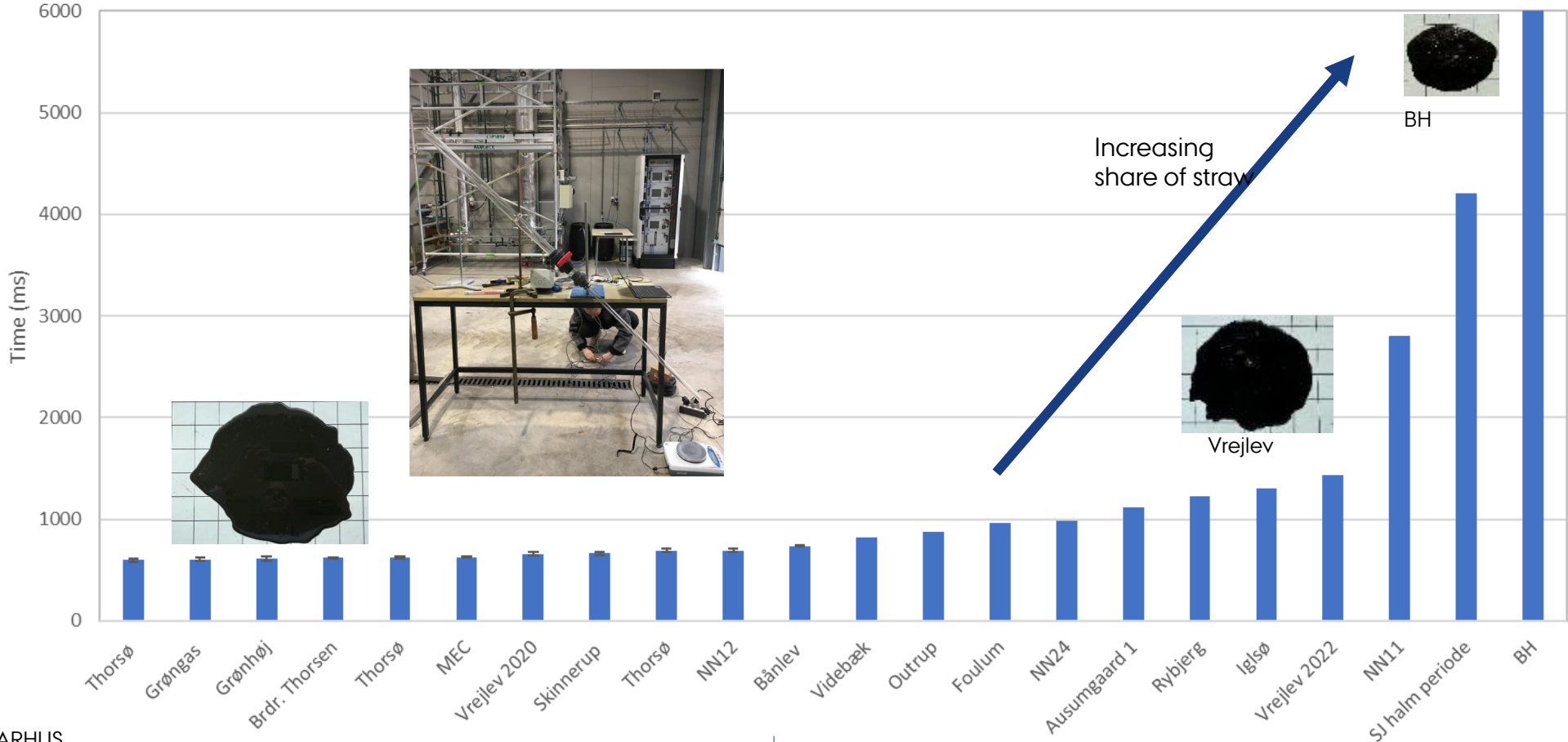
2 types spindles



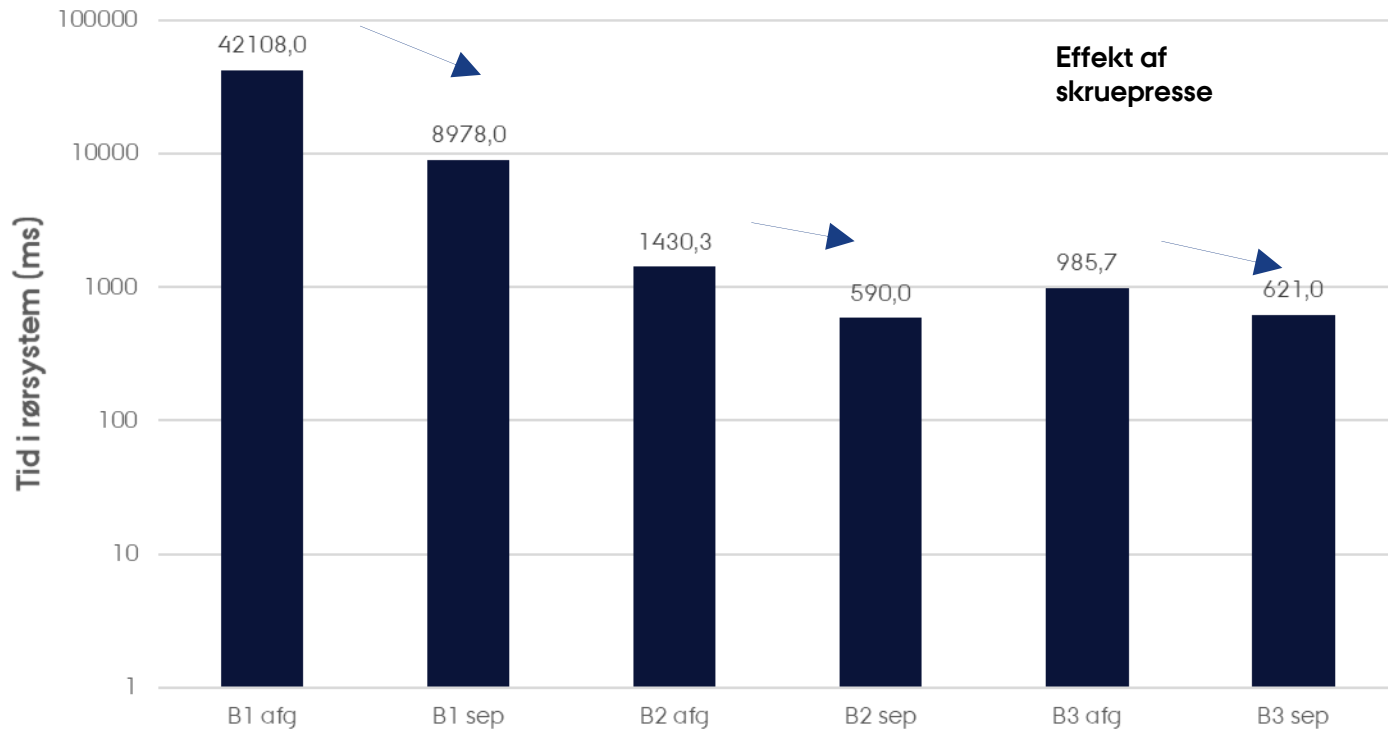
Reference

AFGASSET BIOMASSE- REOLOGI

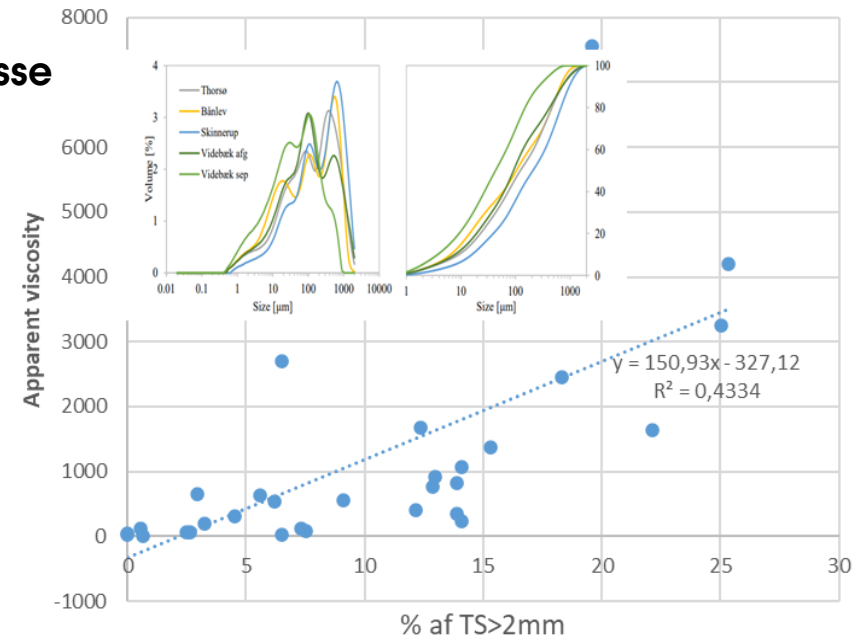
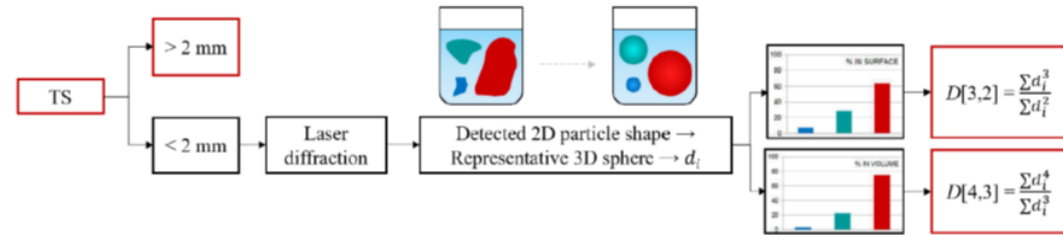
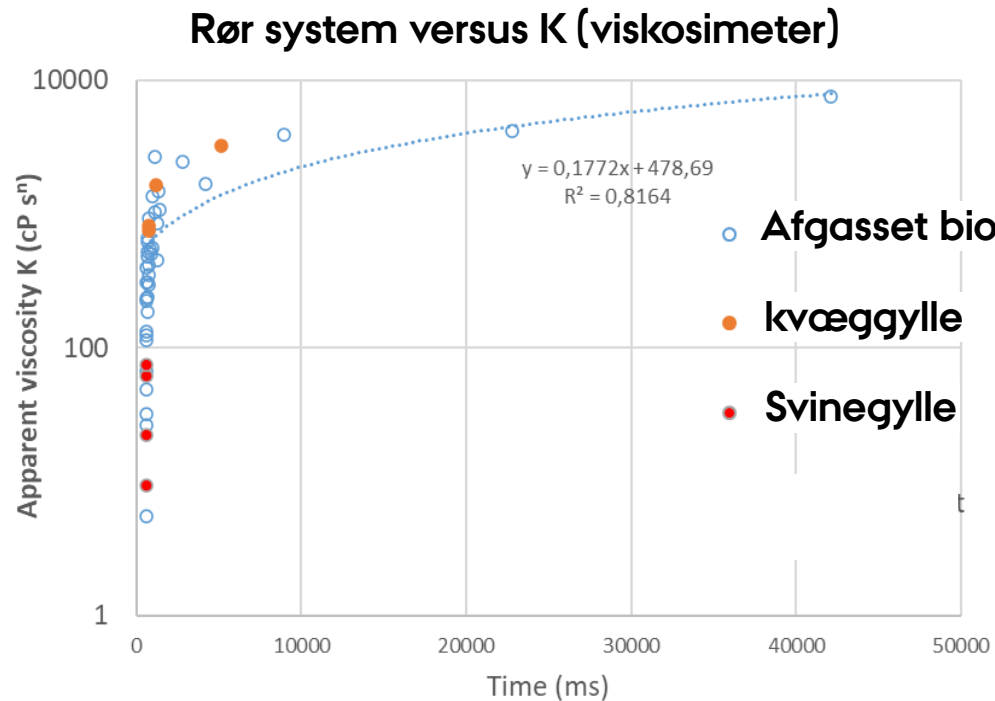
42108



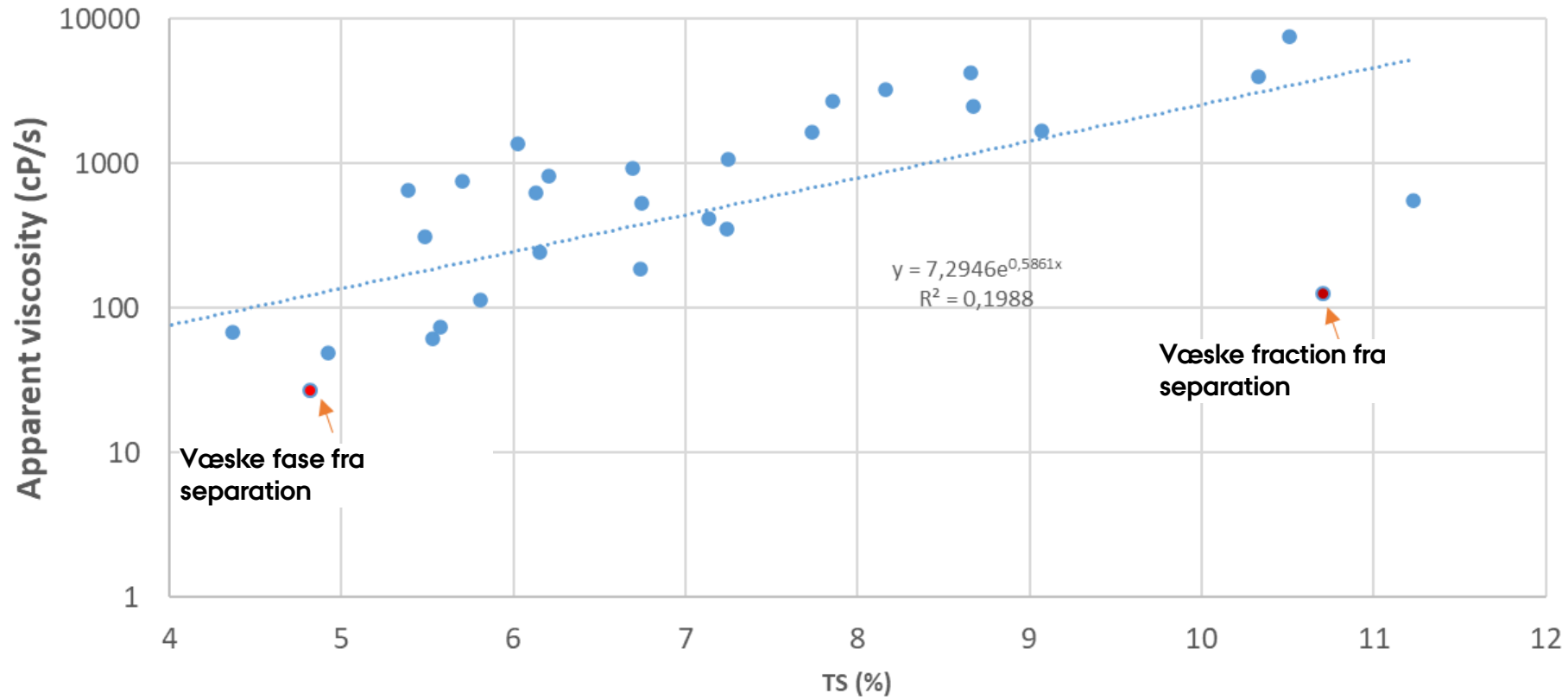
BIOGASGYLLE - SEPARATION



VIKOSITET



VIKOSITET



NYE TEKNOLOGIER DER AFPRØVES

Teknologi	Type	Virkemetode	Sidegevinst
Biologiske	Proces: Opholdstid, temperatur mm.	Reduktion i tørstof, viskositet og N forb.	Ekstra gas
Fysiske	Ultralyd	Reduktion i viskositet	Ekstra gas
	Elektrokinetiske	Reduktion i viskositet	Ekstra gas
	Neddeling - Disruptor	Reduktion i viskositet	Ekstra gas
Separation	Dekanter, skruepresse, inline separator microfilter, dyse centrifuge	Reduktion af tørstof	Opkoncentrering og omfordeling af P
N2applied	Behandling i plasmareaktor med luft og el	pH sænkning og kvæltofproduktion	Produktion af gødning (ekstra N)/reduktion af drivhusgasser

SEPARATION

Separation

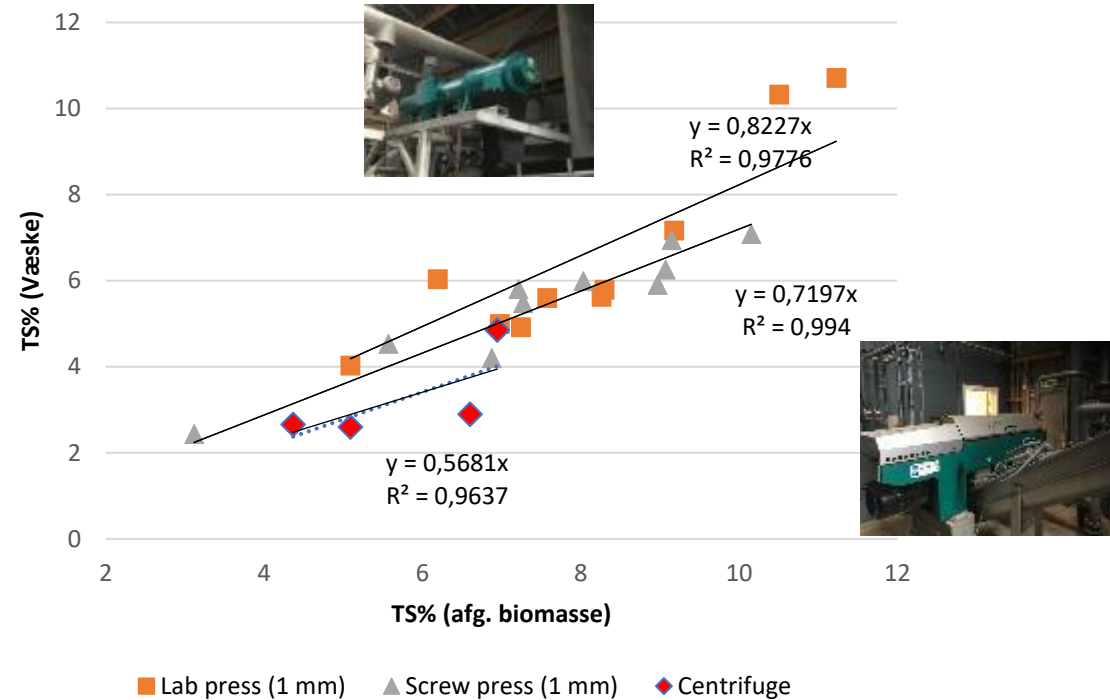
10 x Lab presse (1 mm)
9 x Skrue press (1 mm)
3 x Centrifuge (DC/lamel)

fast fraktion

Væske fraktion

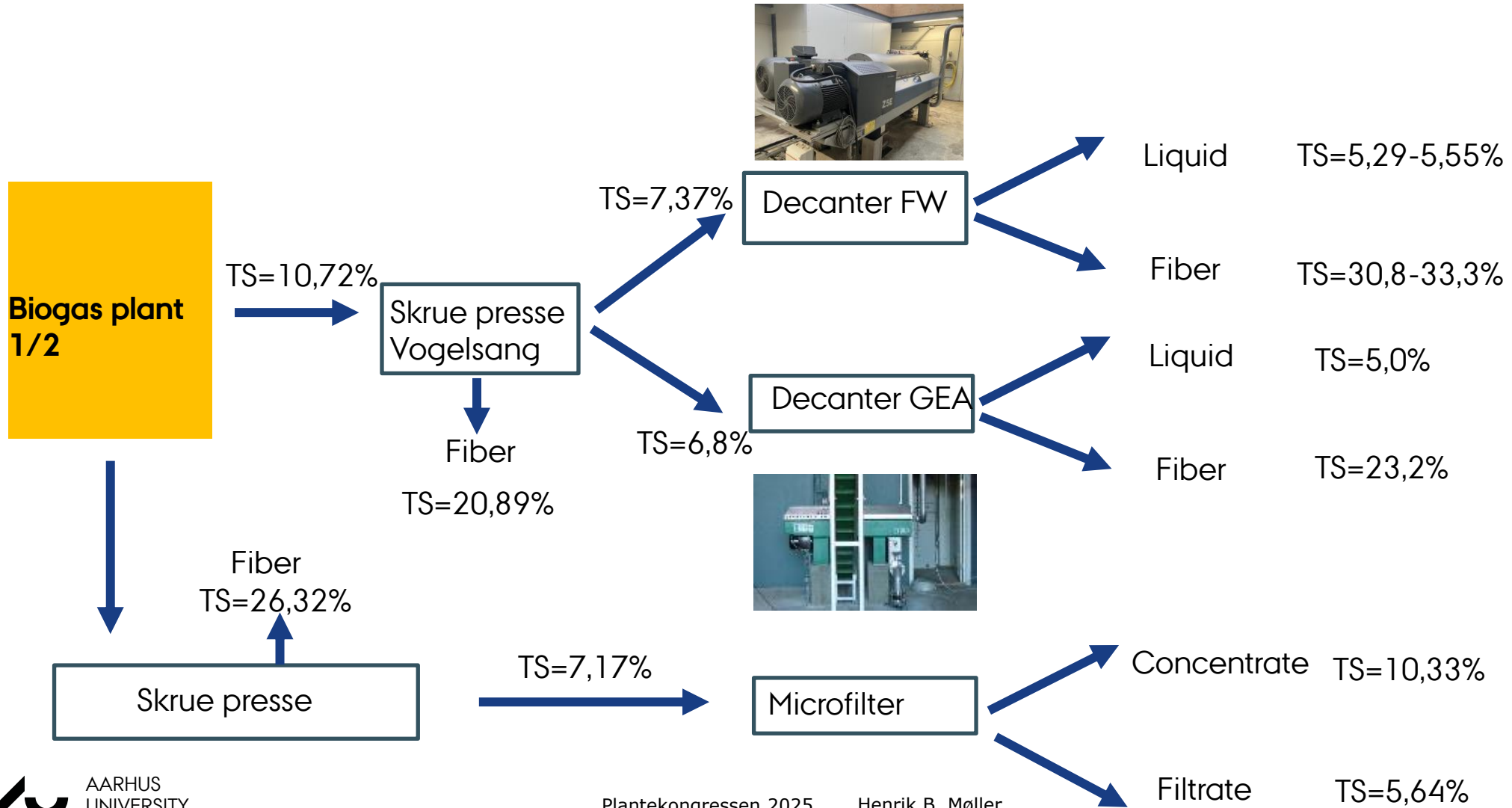
Lovgivning for afgasse biomasse på græs:

- Nedfældning
- 11 kg H₂SO₄/ton
- Separation (3,6% TS i væskefraktion)

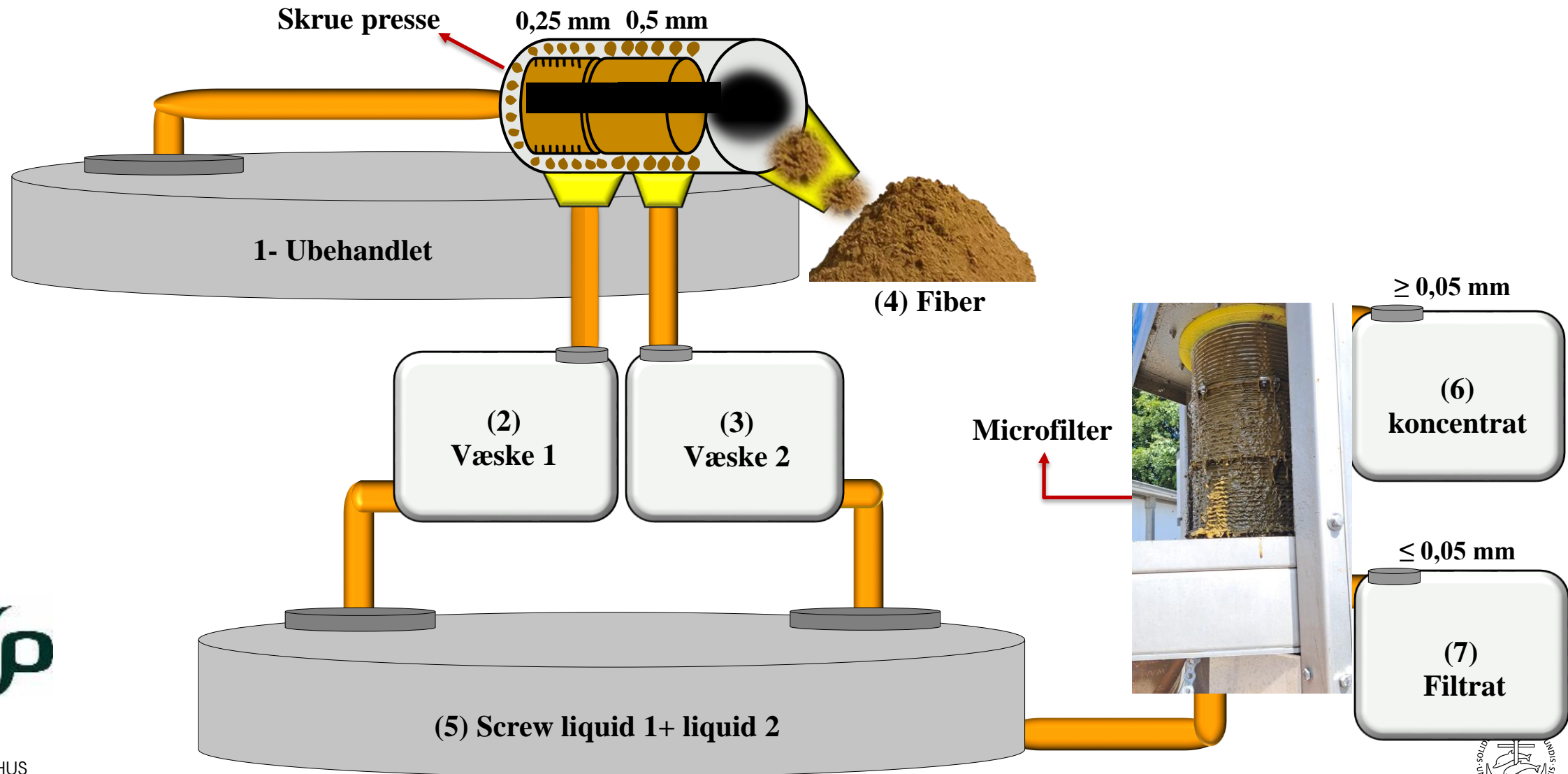


- 18-30% reduktion i tørstof med 1 mm sigte
- 50% reduktion i tørstof med centrifuge

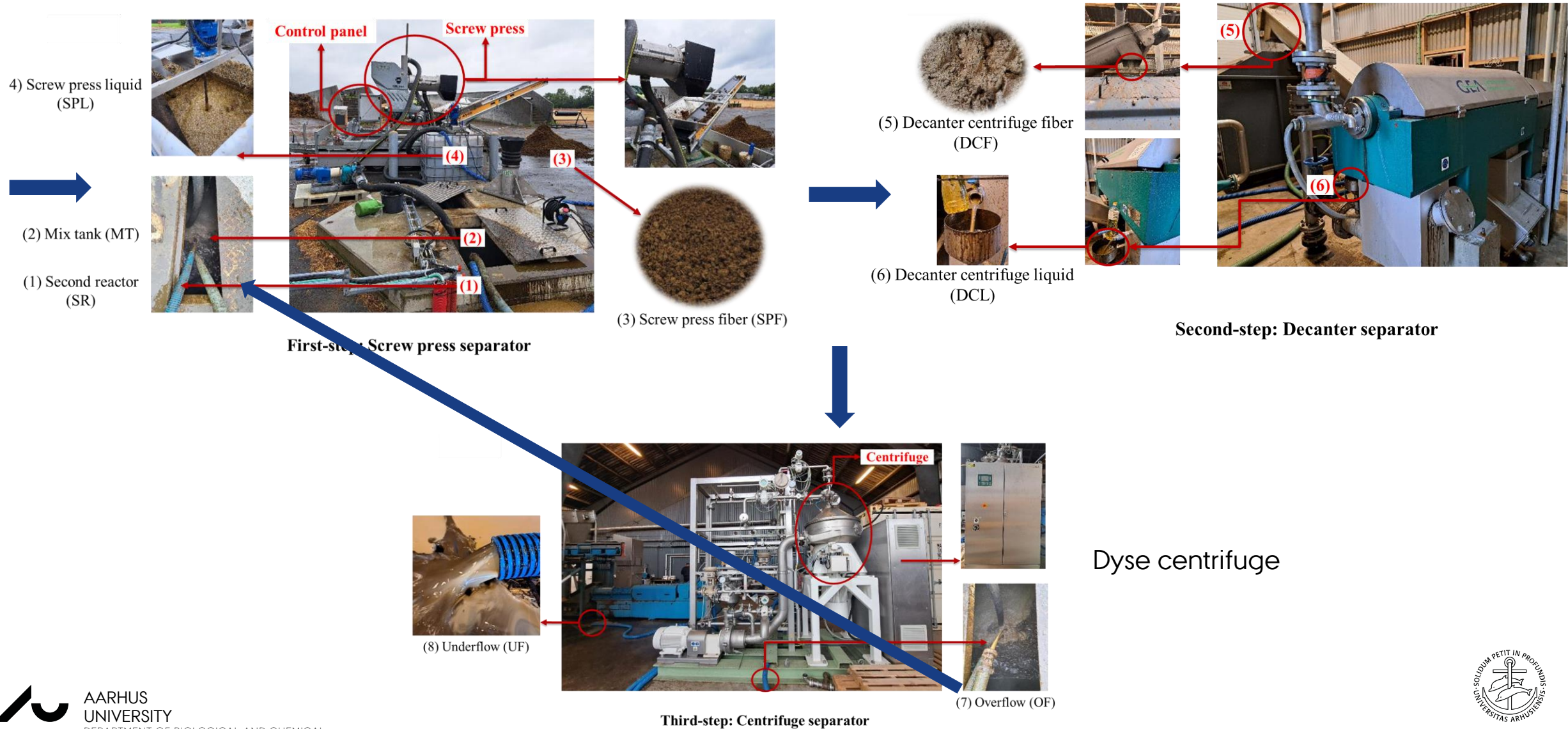
SEPARATION BIOGAS 1



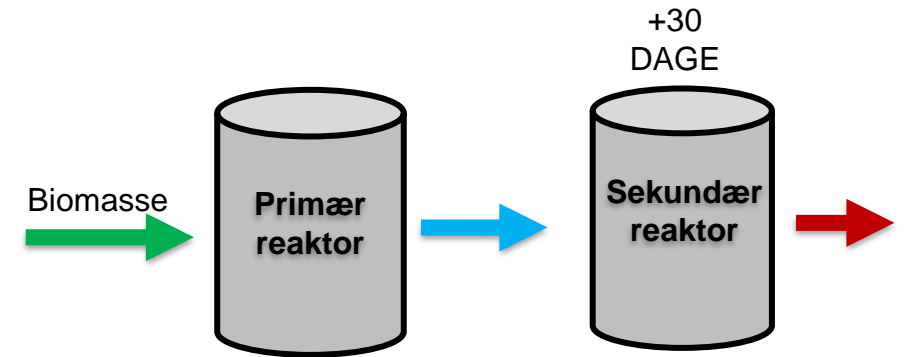
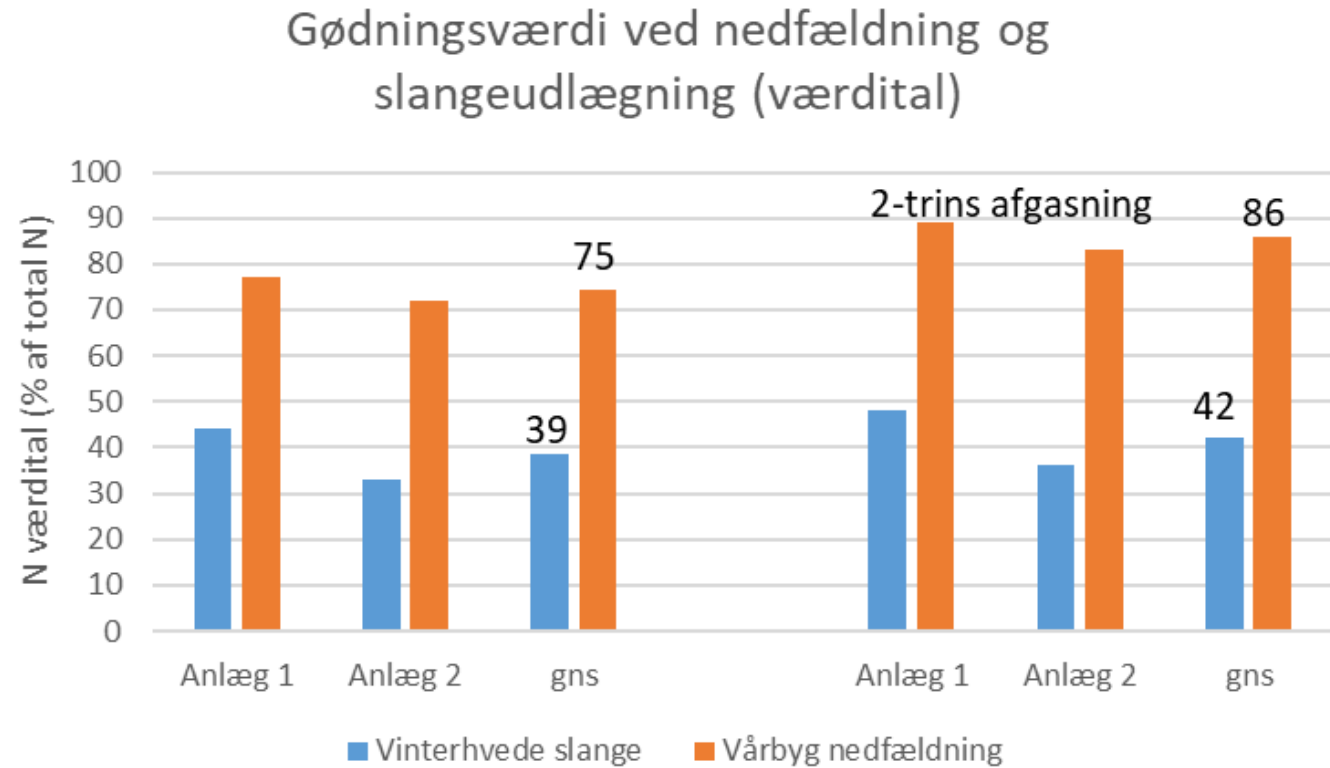
SEPARATION - 2 TRIN



SEPARATION – 3 TRIN



BIOGAS PROCESSEN



KONKLUSION

- **Afgasset biomasse bliver mere varierende i takt med at mange anlæg øger mængden af halm og halmrige produkter.**
- **N/P og især N/K forhold falder med stigende tørstof indhold.**
- **Viskositeten i afgasset biomasse er meget varierende mellem biogasanlæggene. Udover tørstoffet betyder mængden af partikler >2 mm en væsentlig rolle.**
- **Der er et stigende antal biogasanlæg der anvender separation til at reducere viskositet og tørstofindhold. Skruepresser reducerer tørstofindhold med ca. 30%. Det er ikke muligt at reducere tørstof til 3,6% TS for størstedelen af anlæggene.**
- **Der afprøves nye separations metoder som microfilter og dysecentrifuge.**
- **Driftsforhold på anlæggene kan have positiv effekt på kvælstof værditallet**



TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN



Hvordan forbedrer vi gødningsværdien af afgassede biomasser?

Martin Nørregaard Hansen
ph.d., chefkonsulent, SEGES Innovation

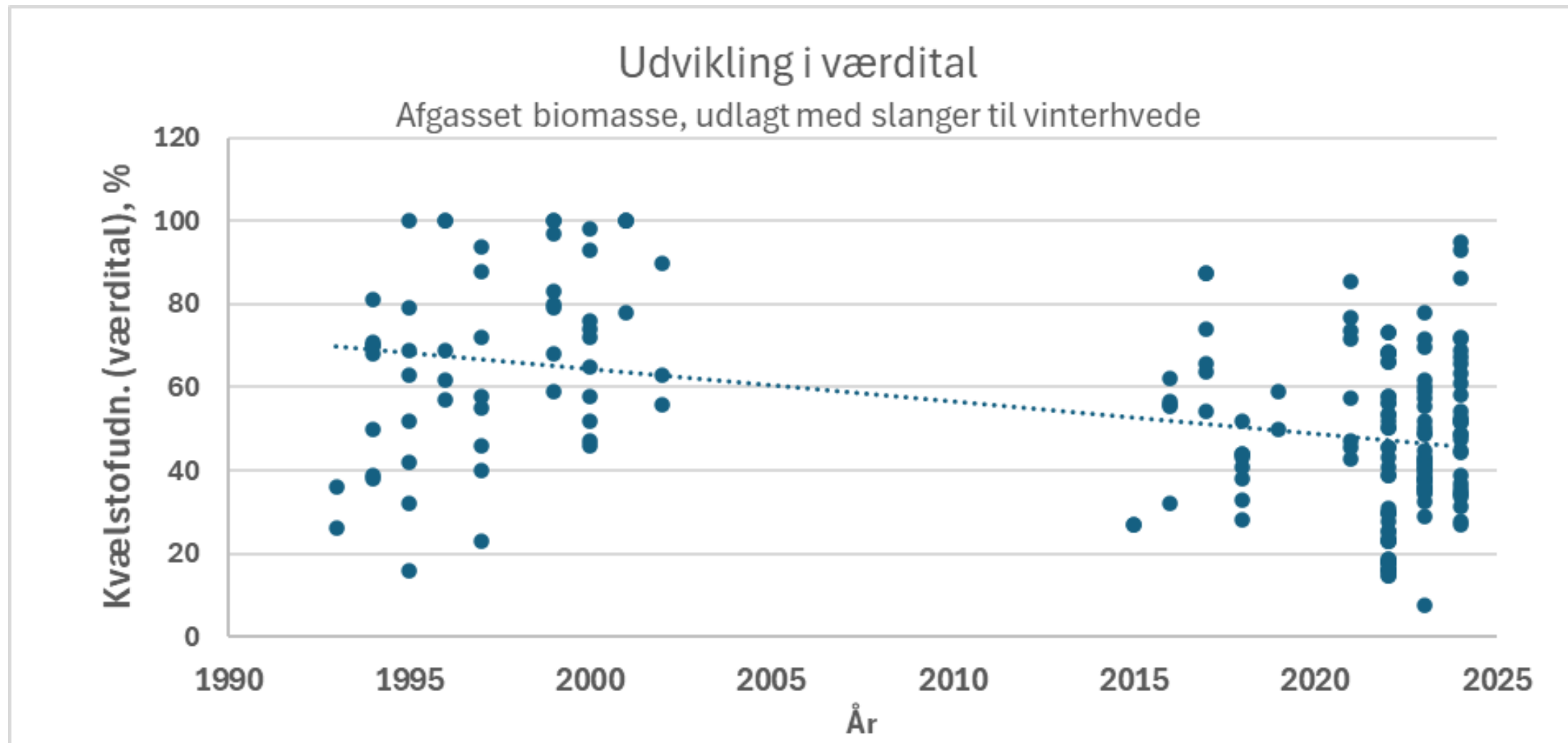
Plantekongressen 2025
Kongrescentret 9. januar, 2025

Udtalelser om afgasset biomasse

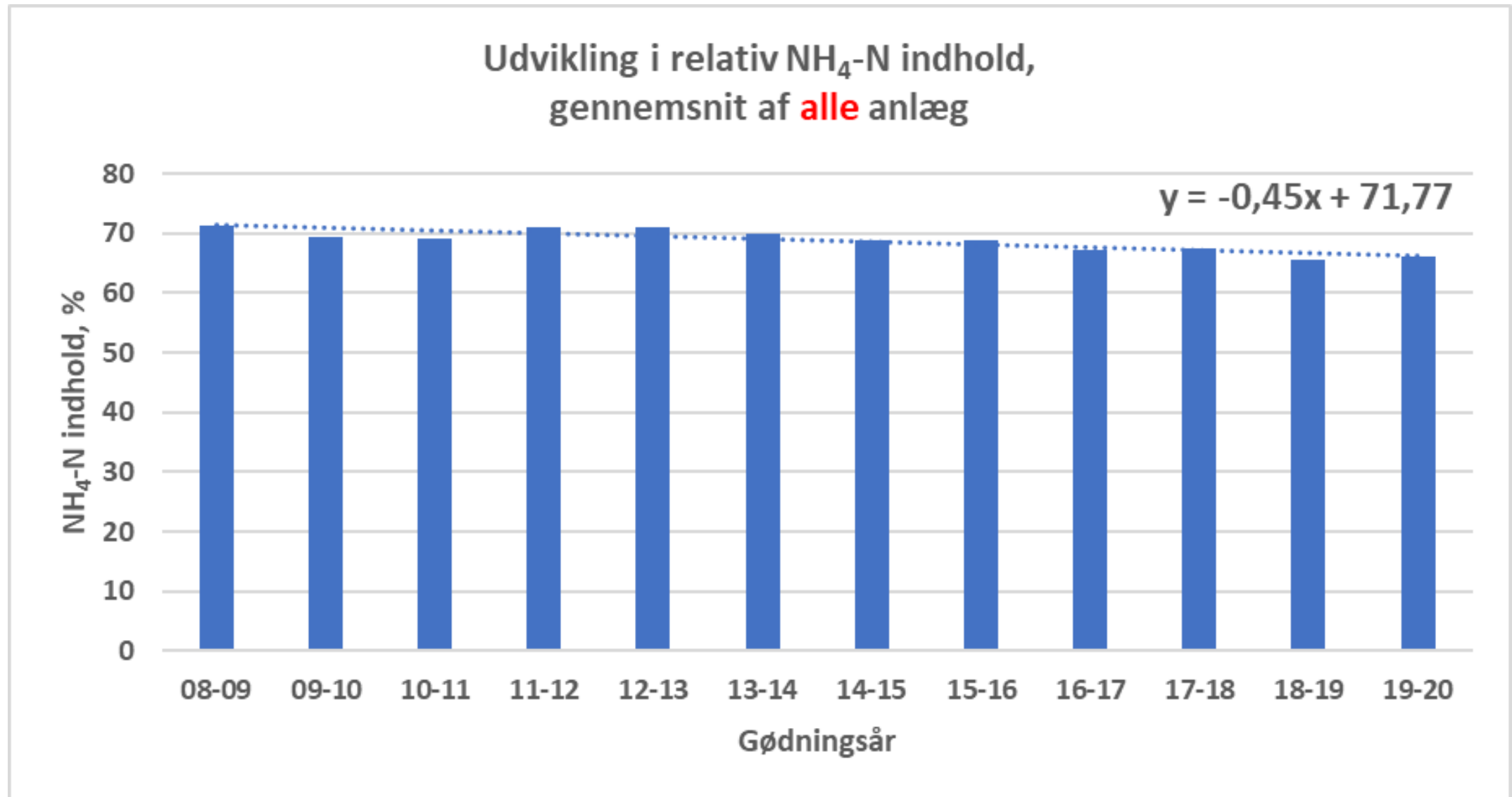
- Afgasset biomasse er ikke, hvad den har været
- Den er blevet tykkere og bliver liggende på jordoverfladen efter udbringningen
- Andelen af ammoniumkvælstof falder
- Kvælstofudnyttelsen (værditallet) falder
- Stigende variation i gødningskvaliteten mellem de enkelte biogasanlæg
- Særlige udfordringer ved udbringning i vintersæd

Gødningseffekten af afgasset biomasse falder

Landsforsøg 1993-2024. Kvælstofudnyttelse i vinterhvede



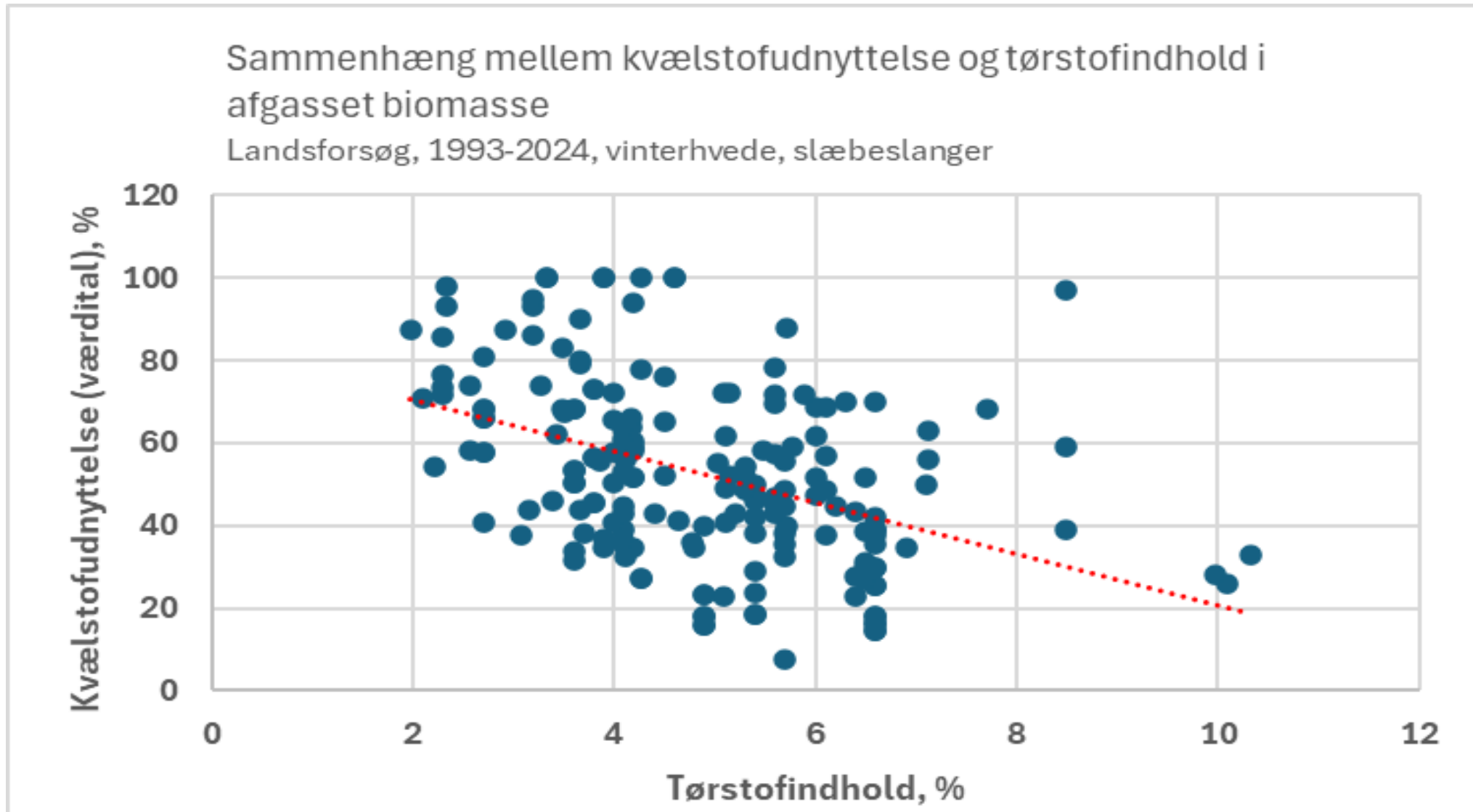
Andelen af kvælstof på ammoniumform i afgasset biomasse falder



Make afgasset
biomasse great again!



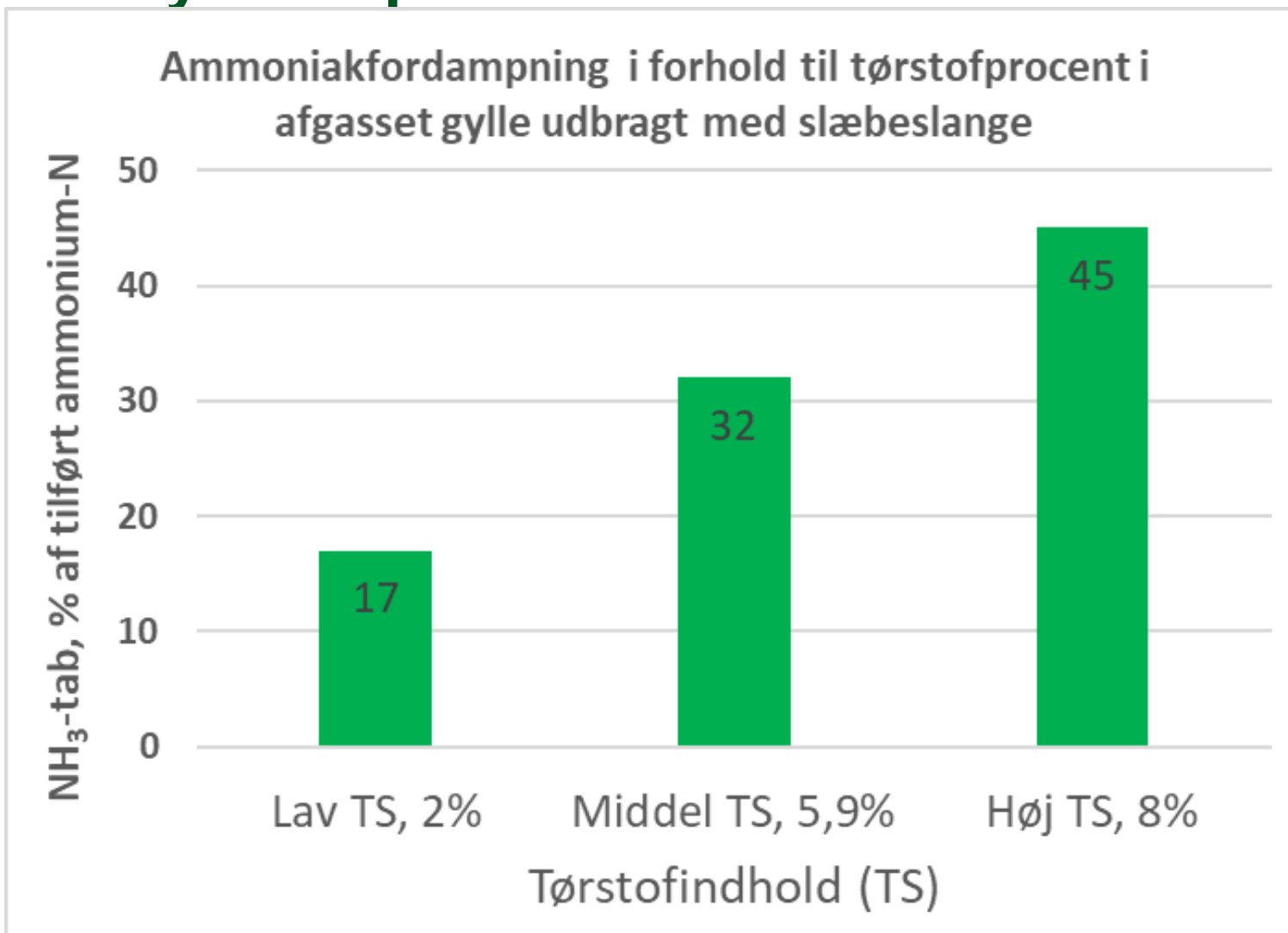
Årsagen til faldet i gødningseffekten er bl.a., at tørstofindholdet i afgasset biomasse er højere end tidligere



Tørstofrig afgasset biomasse bliver liggende på jordoverfladen efter udbringningen. Det øger ammoniaktabet



Tørstofindholdet i afgasset biomasse har betydelig indflydelse på ammoniaktabet



Tørstofindholdet kan reduceres ved separering



ALFAM beregning af ammoniaktab fra slæbeslangeudlagt afgasset biomasse ved varierende tørstofindhold. Kilde: Sasha Hafner, AU, 2022

Hvis tørstofindholdet er problemet, kan vi så ikke bare fjerne en del af tørstoffet ved separering?



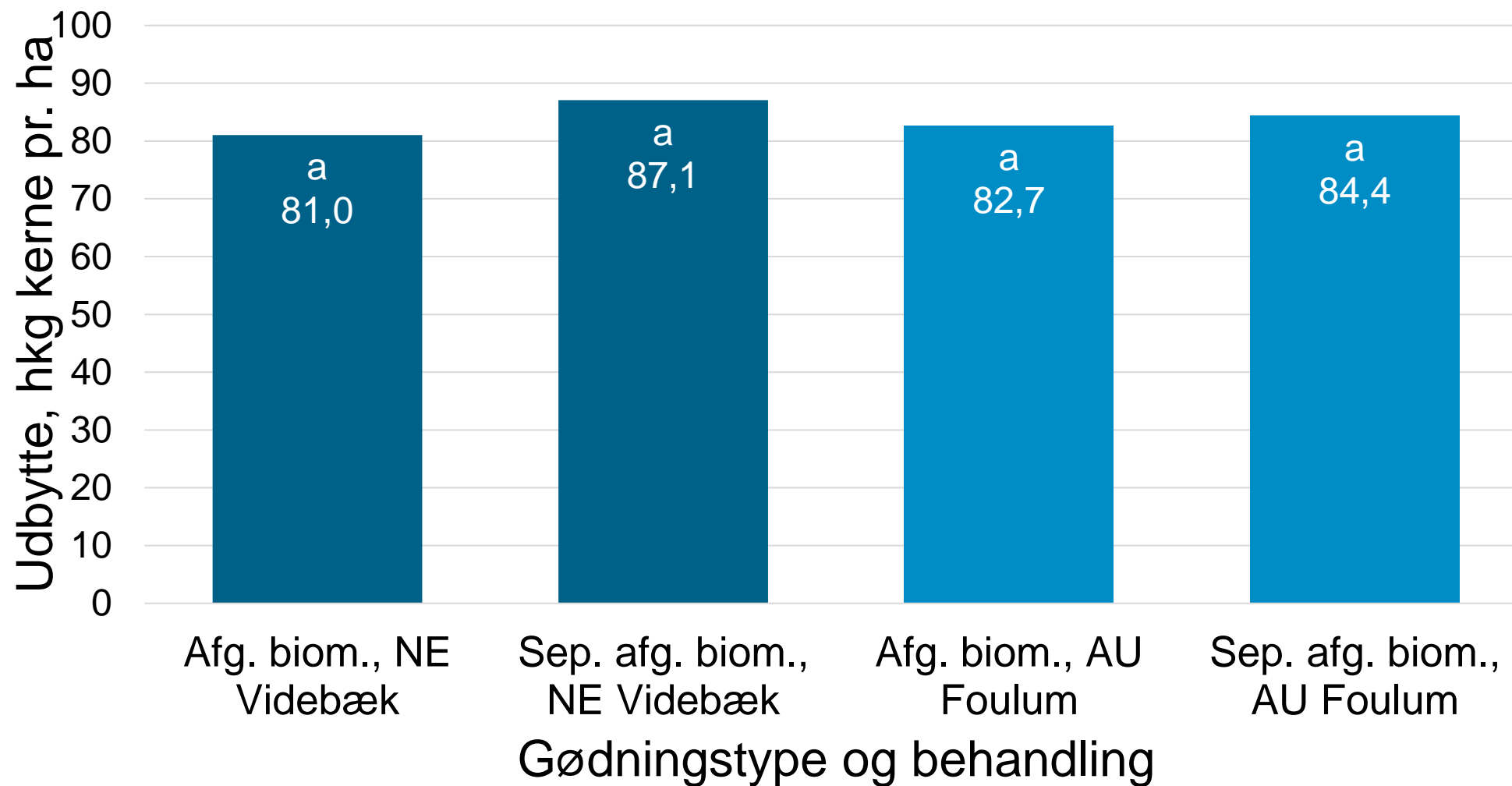
Afgasset biomasse
fra NE Videbæk 14 dage efter udbringning



Separeret afgasset biomasse
fra NE Videbæk 14 dage efter udbringning

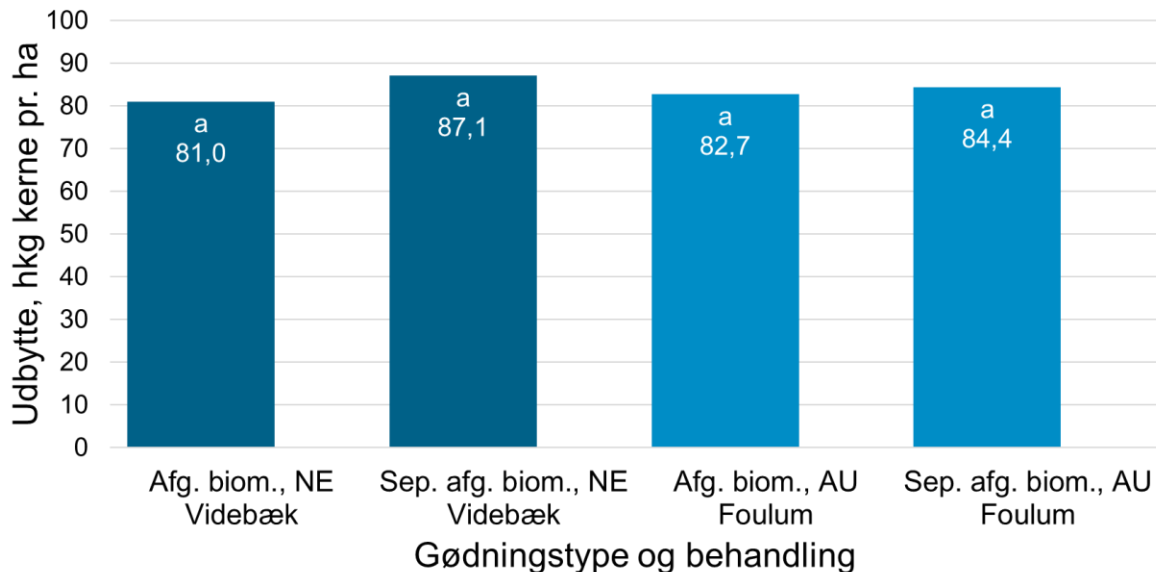
Gødningseffekt ved separering af afgasset biomasse

Ni forsøg, 2022-2024, Afgasset biomasse slangeudlagt i vinterhvede



Gødningseffekter ved separering

Ni forsøg, 2022-2024, afgasset biomasse slangeudlagt i vinterhvede



Skruepresser



Dekantercentrifuge

Effekter af separering

(ved dekantercentrifugering)

- Tendens til merudbytter på 2-6 hkg pr. ha
- Forøgelse af biomassens værdital (15-20 procentenheder)

Gylldata og værdital, 2022-2024, 9 forsøg	Tørstof, pct.	NH ₄ -N, kg pr. ton	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, pct. af total N	Viskositet, 2024	Værdital
Afg. biom., NE Videbæk	6,4	2,7	4,3	63	128	41
Sep. afg. biom., NE Videbæk	4,6	2,7	4,0	66	15	54
Afg. biom., AU Foulum	5,0	1,9	3,1	44	43	34
Sep. afg. biom., AU Foulum	2,8	1,6	2,5	66	5	46

Gødningseffekt ved udlægning med slæbesko



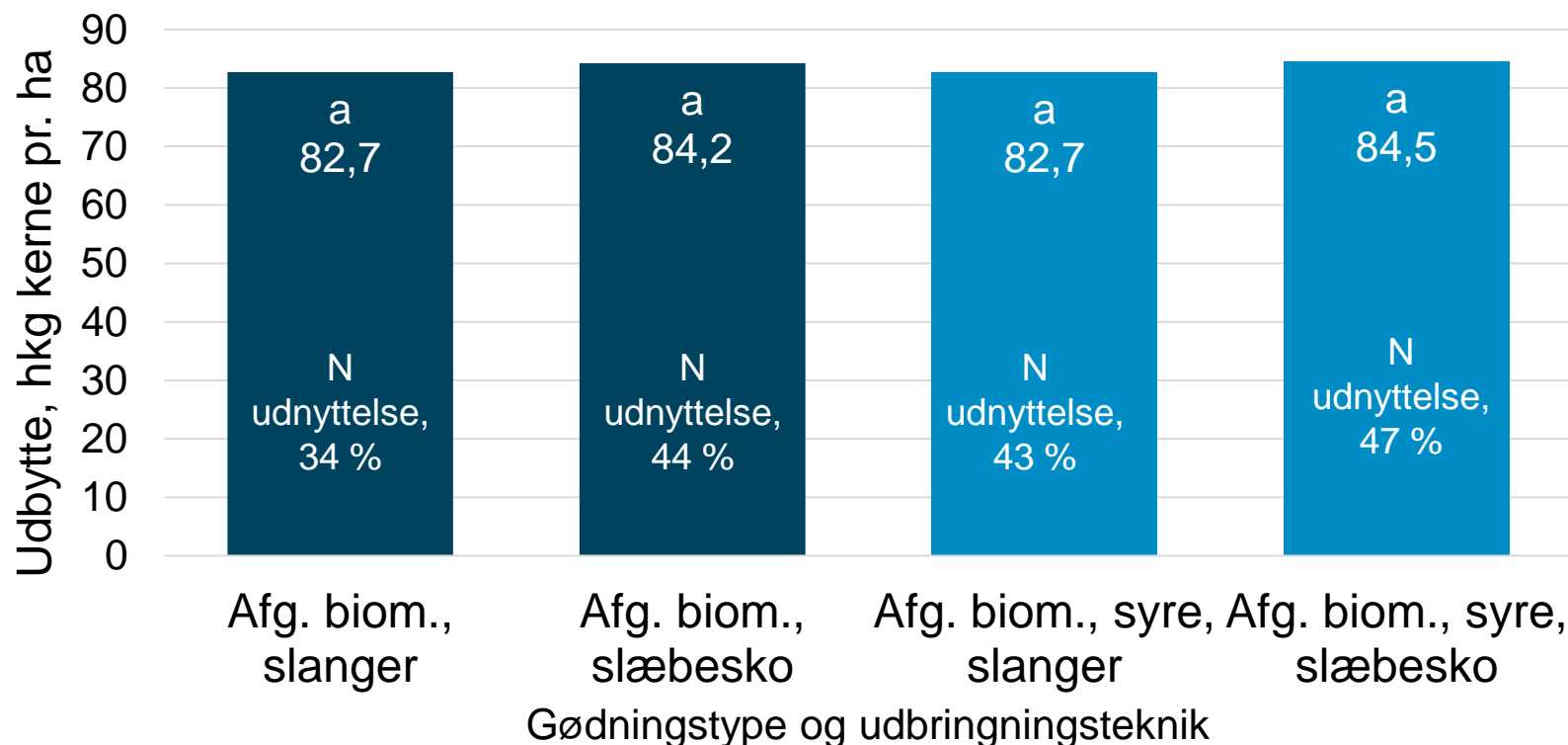
Bomech slæbesko



Gylle udlagt med slæbesko i vintersæd

Udbytteeffekt af slæbesko

Ni forsøg, 2022-2024, vinterhvede

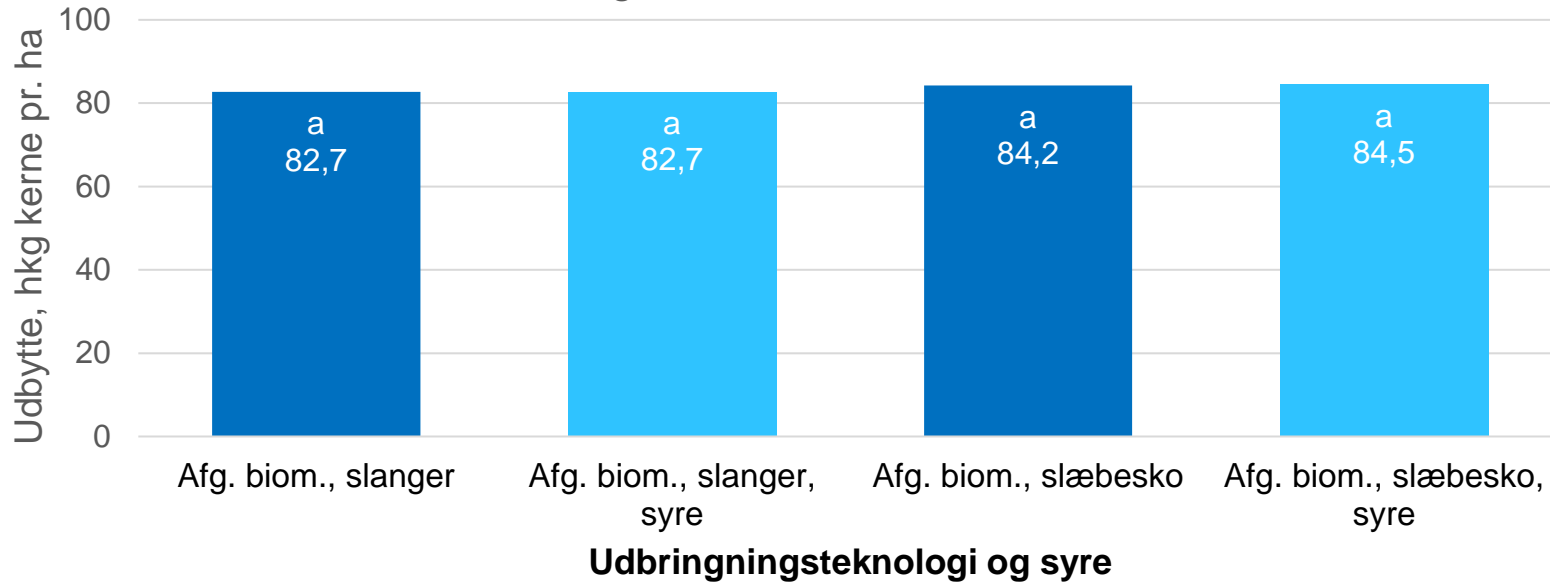


Udbringning med slæbesko giver:

- Tendens til et merudbytte på ca. 1,5 hkg kerne pr. ha
- Forøgelse af kvælstofudnyttelse (værdital) på mellem 5 og 10 procentenheder.

Gødningseffekt af forsuring, 1,7 l syre pr. ton gylle

Udbytteeffekt ved forsuring
Ni forsøg, 2022-2024, JB 3-4



Gylledata og værdital 2022-2024, 9 forsøg	Metode udbringning	Syre, l pr. ton gylle	pH	Værdital
Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	-	8,0	34
Afg. biom., AU Foulum, syre	Slæbeslanger	1,7	7,6	43
Afg. Biom., AU Foulum	Slæbesko	-	8,3	44
Afg. Biom., AU Foulum, syre	Slæbesko	1,7	7,6	47

Nedfæld i det omfang det er muligt

– særligt hvis den afgassede biomasse er meget tørstofrig

Kvælstofudnyttelse af kvæggylle og afgasset biomasse udbragt til
vårbyg
9 forsøg, 2022-2024, JB 3-4

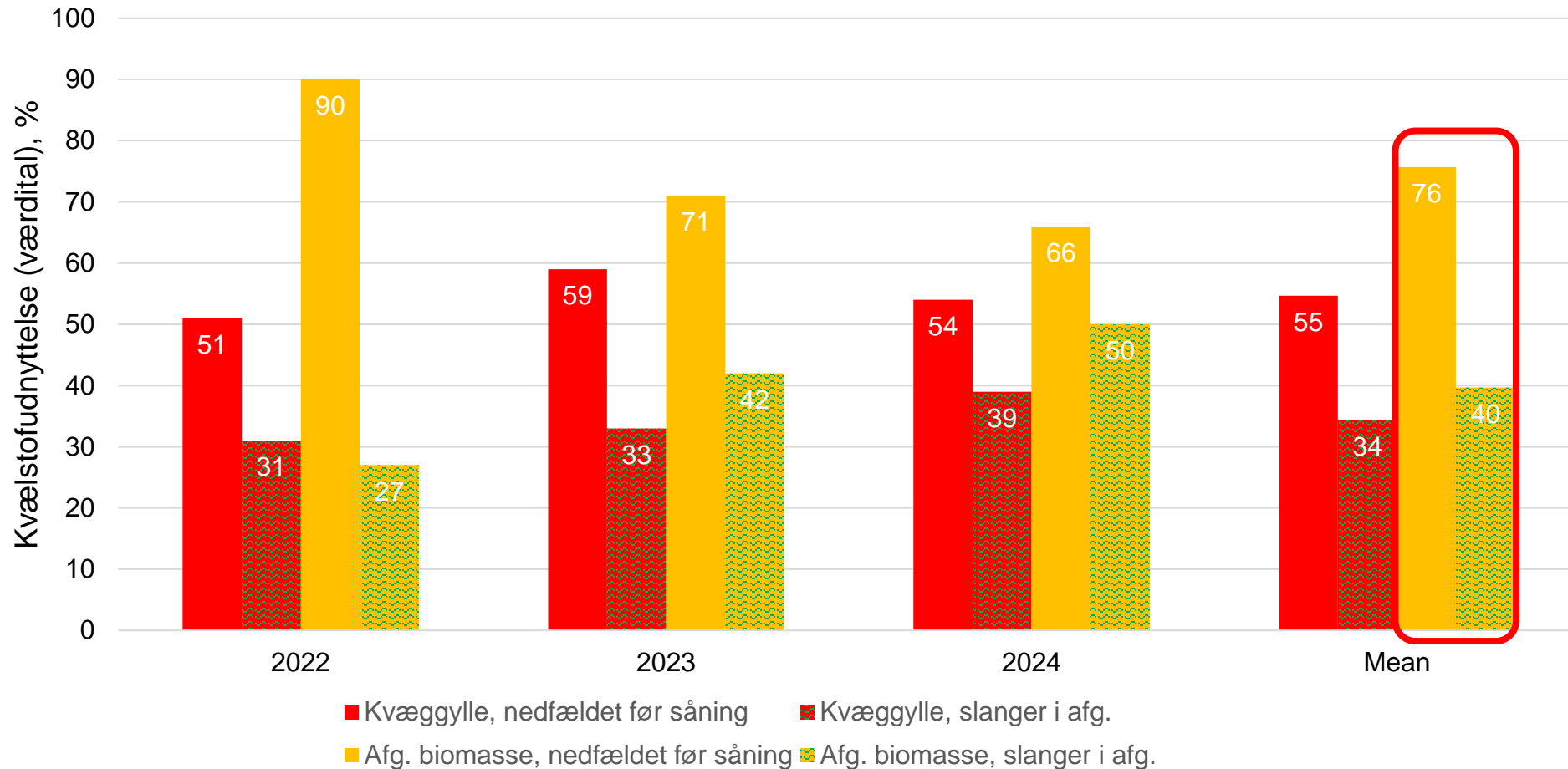


Foto: Samson Agro



Foto: Samson Agro

Sammenfatning

- Højere input af tørstofrige og tungt omsættelige biomasser som halm og dybstrøelse på biogasanlæg har reduceret gødningseffekten af afgasset biomasse
- Effektiv separering giver et merudbytte på 2-6 hkg kerne og ca. 10 kg kvælstof i kerne.
- Udbringning med slæbesko giver tendens til et merudbytte på ca. 1,5 hkg kerne og 3-5 kg kvælstof i kerne
- Forsuring med 1,7 l syre pr. ton påvirker kun gødningseffekten marginalt
- Udbring, i det omfang det er muligt, tørstofrig afgasset biomasse ved nedfældning før såning fremfor ved slæbeslangeudlægning i en etableret afgrøde.



**Tak for indsats fra Aarhus Universitet,
Nature Energy, VELAS og Teknologisk
Institut**