
TEKNISKE LØSNINGER TIL UDVINDING AF PROTEIN FRA KLØVERGRÆS

MORTEN AMBYE-JENSEN

*ANDERS PETER ADAMSEN,
SIMON KRISTENSEN,
SIMON FINNEMANN JENSEN*

AARHUS UNIVERSITET
INSTITUT FOR INGENIØRVIDENSKAB

AU

AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR INGENIØRVIDENSKAB

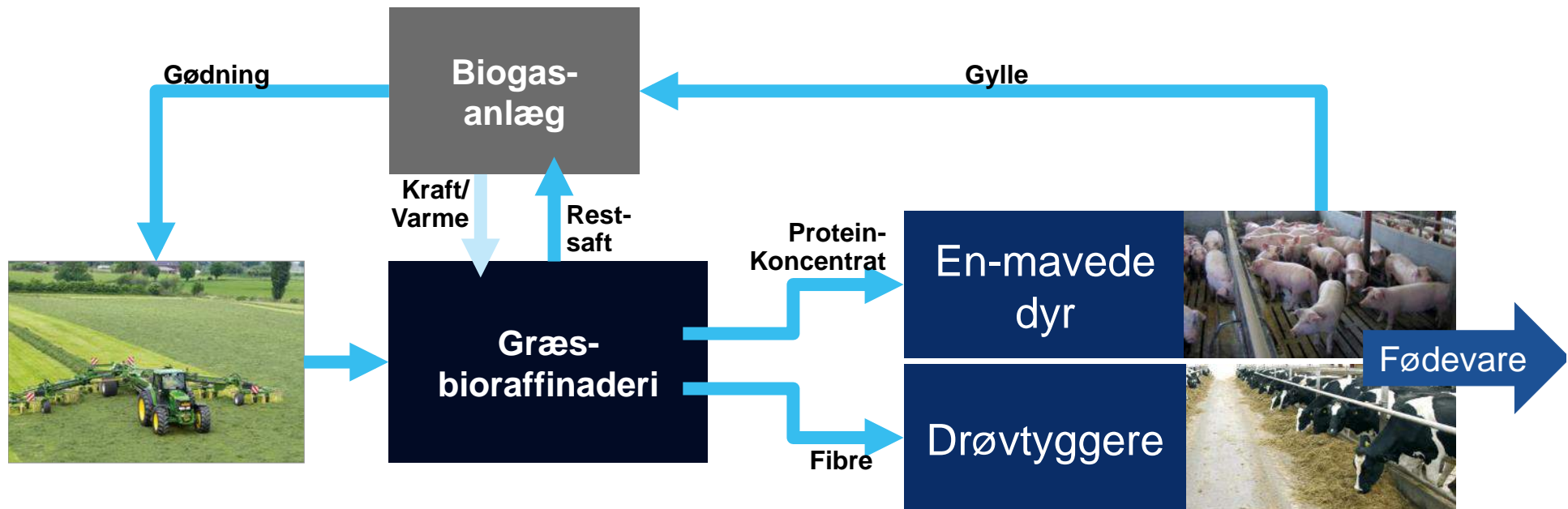
MORTEN AMBYE-JENSEN

ØKOLOGI-KONGRES 2015
25. NOVEMBER 2015

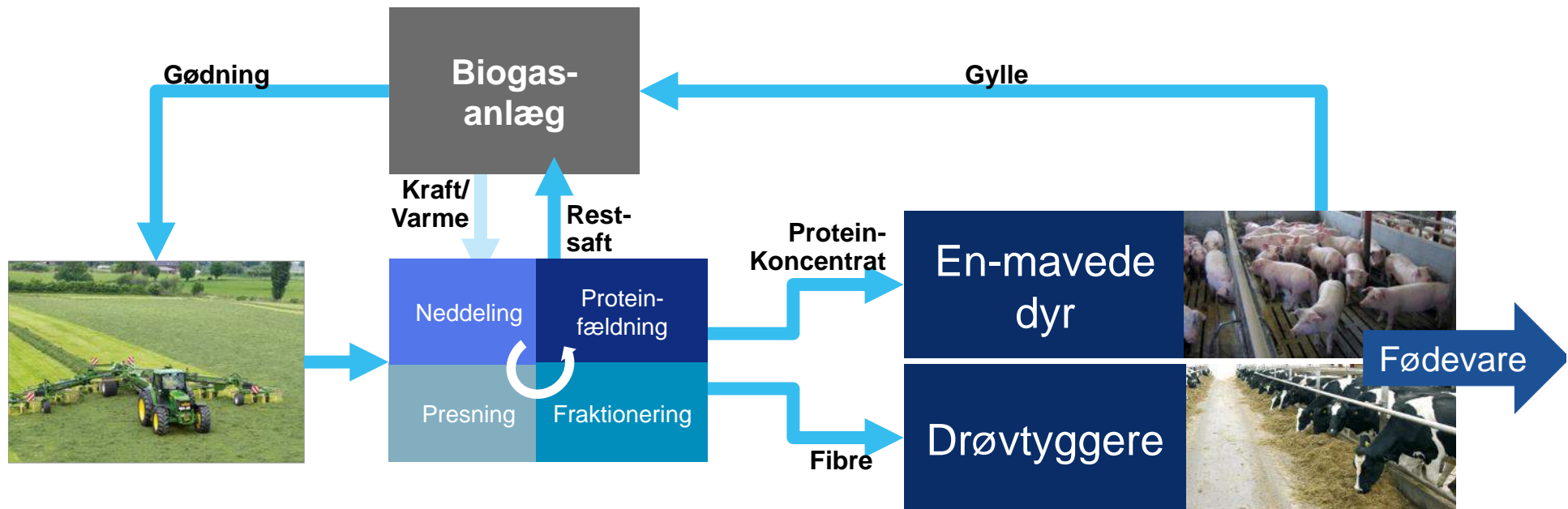
OVERSIGT

- Udvinding af græsprotein generelt
- Multiplant projektet
- AU pilot anlæg i Foulum
- Hvad er udfordringerne?

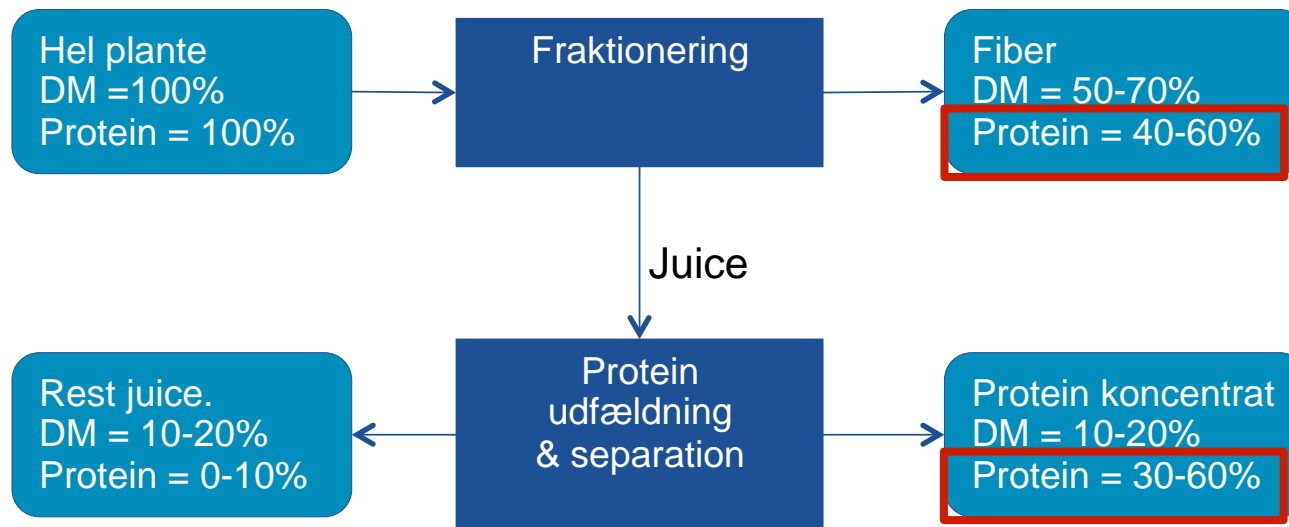
PROTEINUDVINDING FRA GRØN BIOMASSE



PROTEINUDVINDING FRA GRØN BIOMASSE



TØRSTOF OG PROTEIN UDBYTTER



Vigtige faktorer

Plantens modenhed
Tørstof i planten
Protein indhold
Fraktionerings metode
Udfældnings metode
Hvor frisk planten er ved processering

INDLEDENDE STUDIER

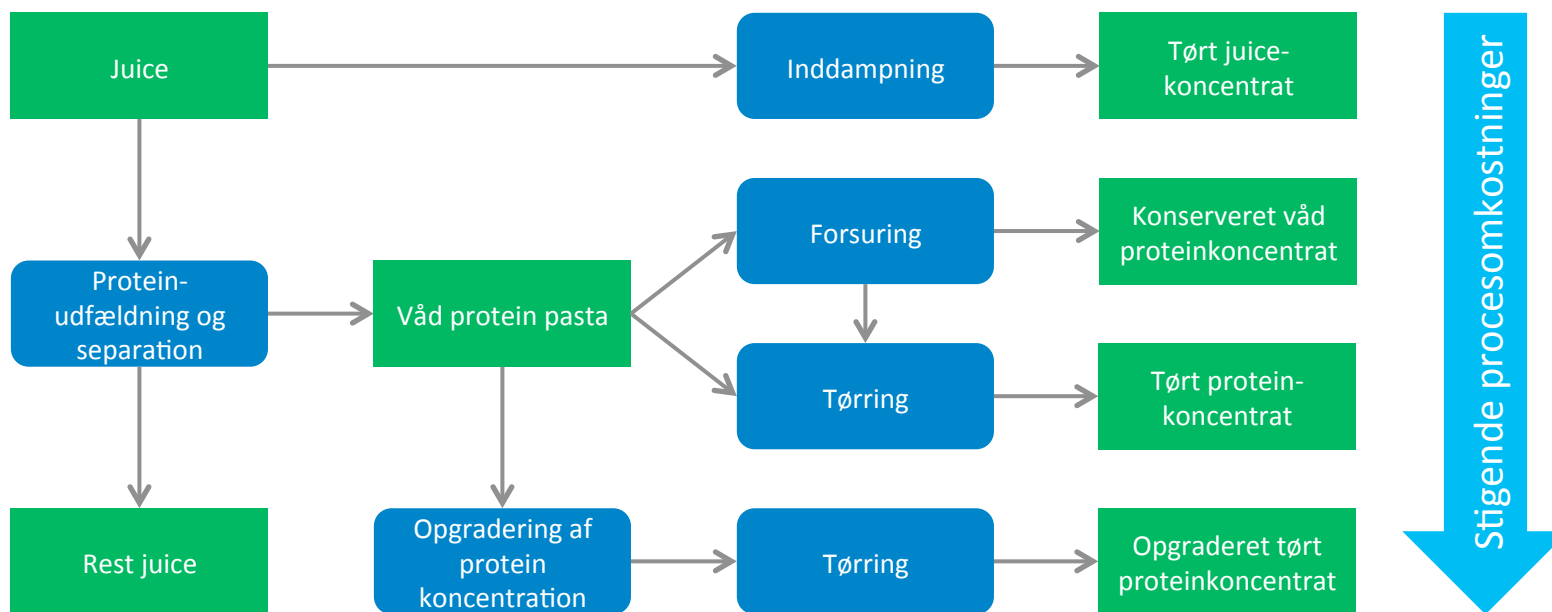
- ▶ Screening af forskellige grønne biomasser
Hvidkløver, Rødkløver, Lucerne & Rajgræs
- ▶ Næringsstof evaluering af protein koncentrat
Rotte eksperiment -> model for en-mavede dyr



Amino acid (% of total AA)	Human requirements	Soy bean	White clover	Red clover	Lucerne	Ryegrass
Cysteine	0.6	1.6	0.7	0.9	1.0	0.9
Lysine	4.5	5.9	6.1	6.1	6.4	5.9
Methionine	1.6	1.1	1.9	1.9	1.8	2.1

Results from Damborg (2014).

FLERE KVALITETER AF FODER PROTEIN



MULTIPLANT

FLERÅRIGE HØJVÆRDIAFGRØDER I ØKOLOGISK PLANTEPRODUKTION



Udfordringer i økologisk planteavl:

- Lav frugtbarhed og ukrudt
- Udfasning af konventionel gylle
- Lav biodiversitet

Potential løsning:

- Flerårige kvælstoffikserende mangeartsblandinger med højeværdi i form af proteinudvinding, energi og kvalitetsgrovfoder

Projektleder: Jørgen Eriksen, AU Foulum

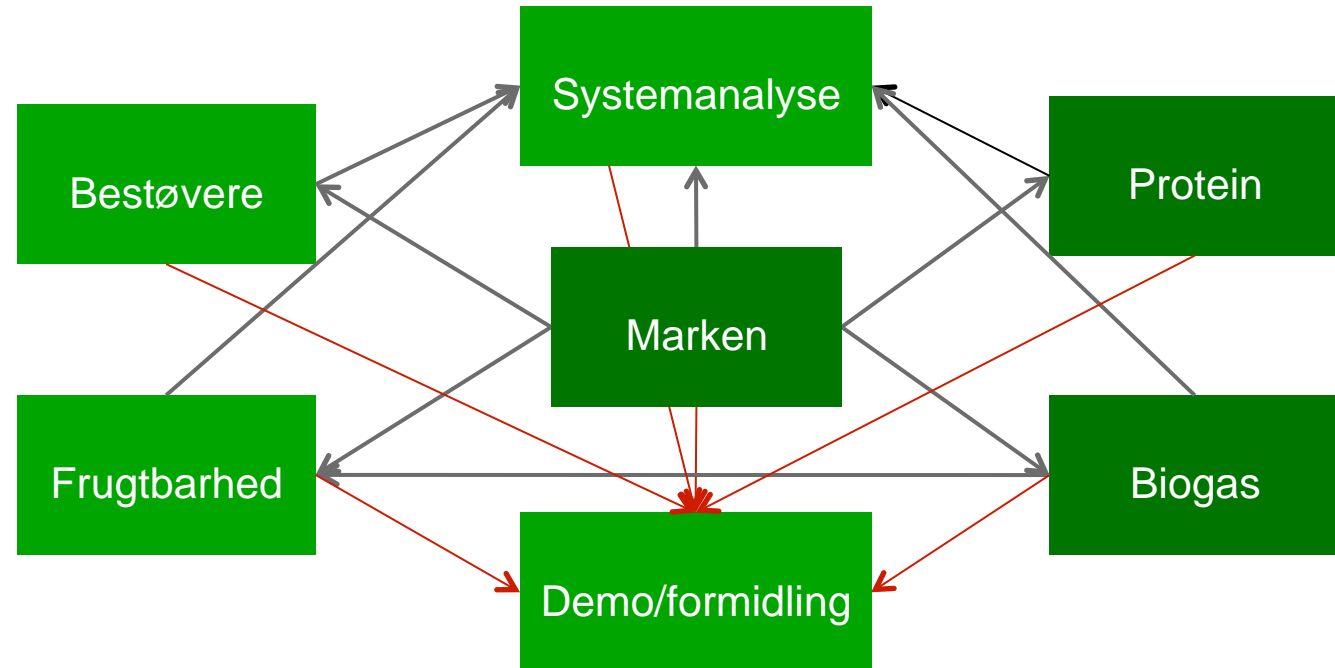
Mail: Jorgen.Eriksen@agrsci.dk



ORGANISERING AF MULTIPLANT

AU – Agroøkologi,
Husdyrvidenskab, Bioscience,
Ingeniørvidenskab
KU – Inst. for Fødevarer- og
Ressourceøkonomi

Seges,
Økologisk Landsforening,
Agro Business Park
DLF-Trifolium,
PlanEnergi,
Vestjyllands Andel



MARKFORSØG I MULTIPLANT

Blandinger til protein udvinding, energi og bestøverer

- 5 forsøg
- 4 lokaliteter
- 10 blandinger
- 3 høststrategier (1, 2 og 4 slæt/år)

Arts grupper	Arter
Græs	Alm. rajgræs
Stærke bægplanter	Hvidkløver, rødkløver og lucerne
Stærke urter	Cikorie, kommen og lancet vejbred
Svage urter	Kællingetand, bibernelle, blåhat, alm. brunelle, vild kørvel

MARKFORSØG I MULTIPLANT

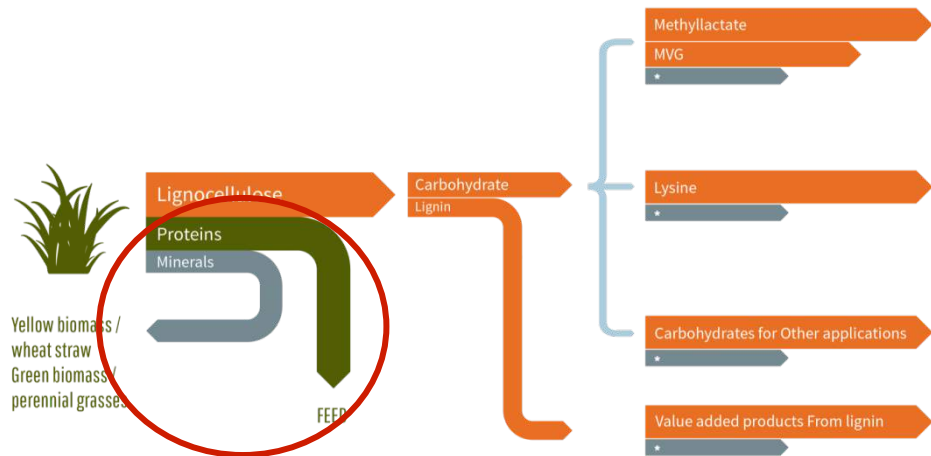
Arts grupper	Arter
Græs	Alm. rajgræs
Stærke bælplanter	Hvidkløver, rødkløver og lucerne
Stærke urter	Cikorie, kommen og lancet vejbred
Svage urter	Kællingetand, bibernelle, blåhat, alm. brunelle, vild kørvel

Nr	Græs	Bælplanter	Stærke urter	Svage urter
<u>Protein</u>				
1	0	Hvidkløver	0	0
2	0	Rødkløver	0	0
3	0	Lucerne	0	0
4	0	Hvidkl. +Rødkl. + Lucerne (10+80+10)	0	0
5	0	Hvidkl. +Rødkl. + Lucerne (10+10+80)	0	0



...OGSÅ IKKE-ØKOLOGISKE FORSKNINGSPROJEKTER PÅ PROTEINUDVINDING FRA GRØN BIOMASSE

BIOVALUE SPIR



www.biovalue.dk

* other biomass derived intermediates for further refining or energy



www.dca.au.dk/forskning/biobase

AU

AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR INGENIØRVIDENSKAB

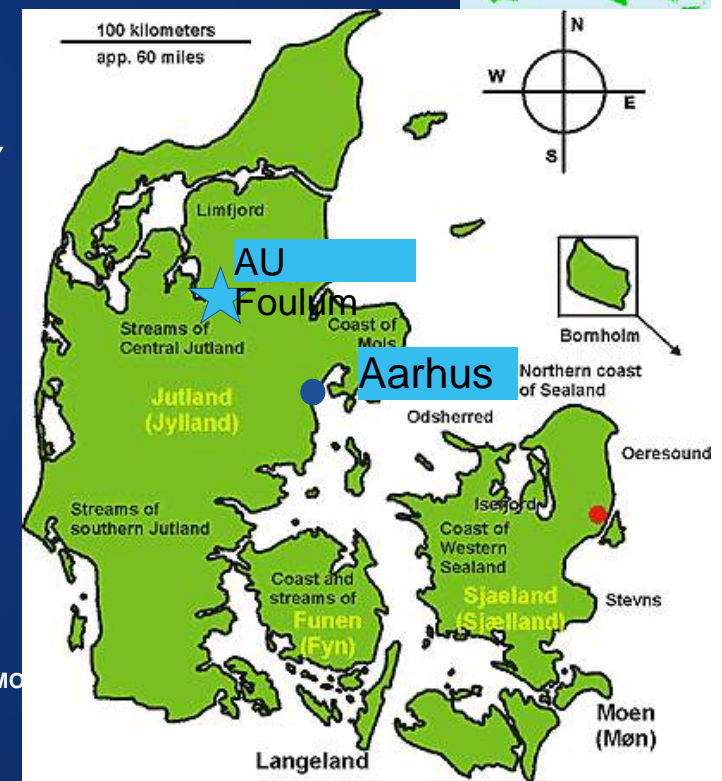
MORTEN AMBYE-JENSEN

ØKOLOGI-KONGRES 2015
25. NOVEMBER 2015

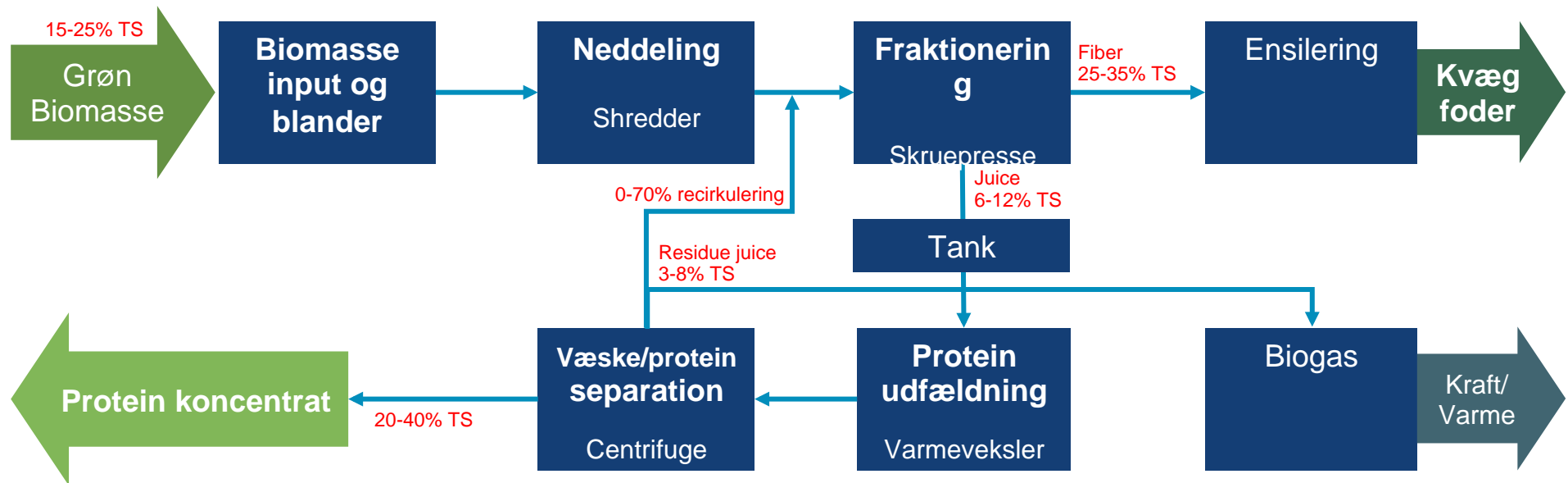
AU GRASS REFINERY PILOT PLANT

AU

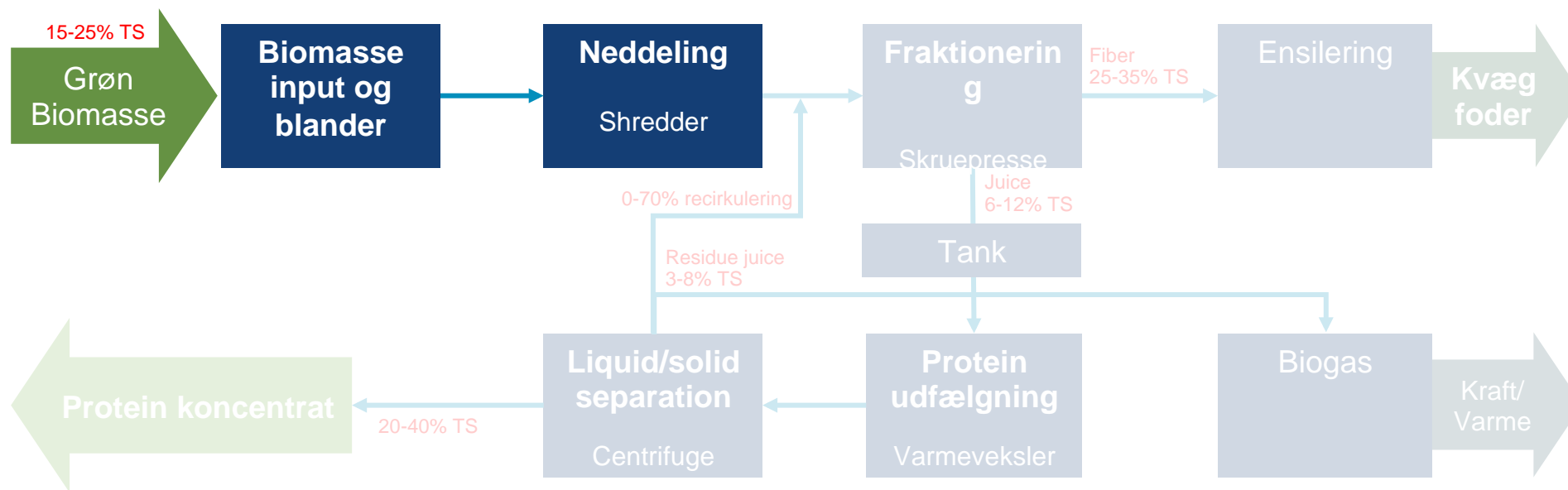
AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR INGENIØRVIDENSKAB



PILOT ANLÆG FLOW DIAGRAM



INDFØDNING OG NEDDELING

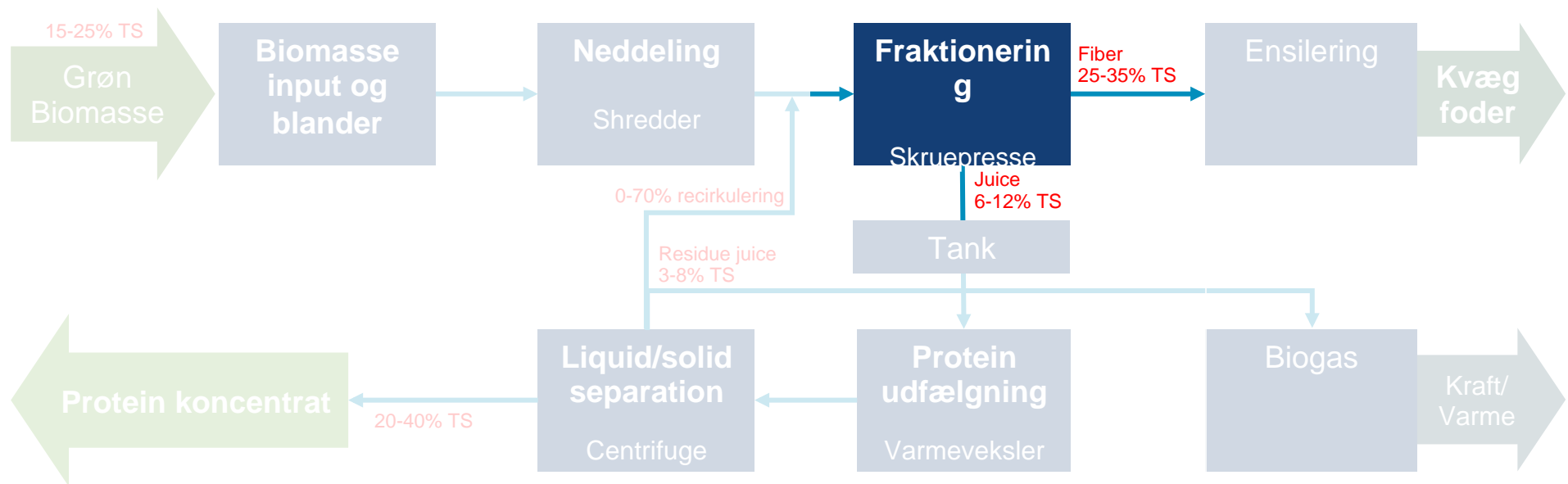


BIOMASSE INDFØDNING

- ▶ Cormall multi feed mixer
- ▶ 15m³, snegle, vægt sensor
- ▶ Shredder
- ▶ Mere tværkræft end snitning
- ▶ Transportbælte

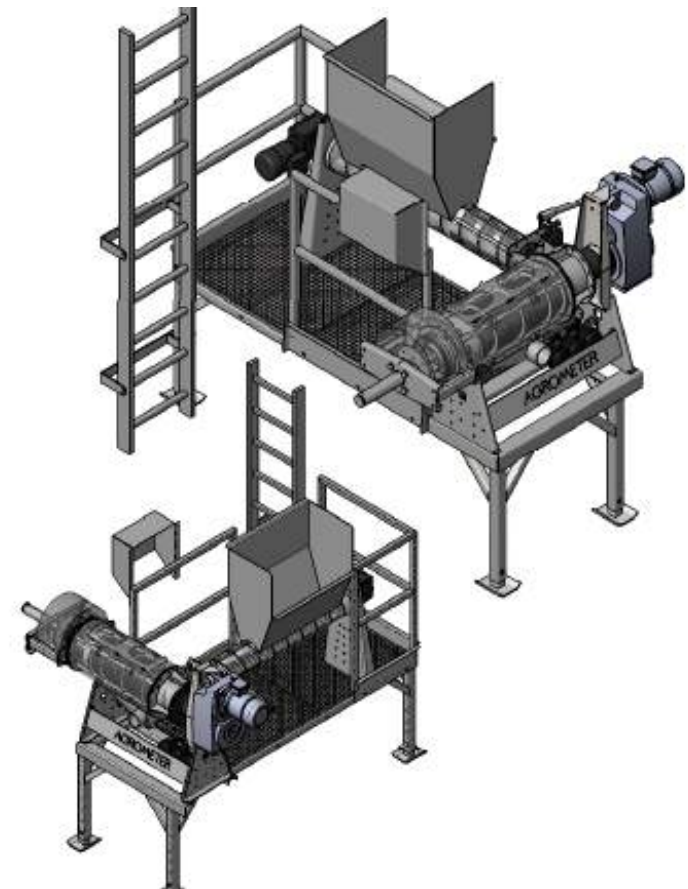
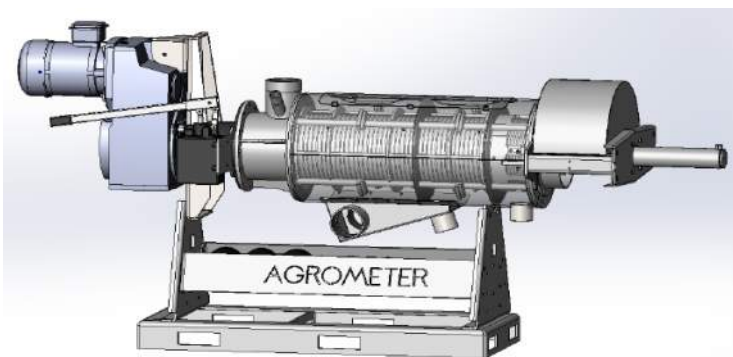


FRAKTIONERING



SKRUEPRESSE- PROTOTYPE

- ▶ Biomassen snegles ind
- ▶ 100-250 μm filter
- ▶ Ekstra tyndt mellemrum til filter-kage
- ▶ Separate juice udtag



SKRUEPRESSE- PROTOTYPE

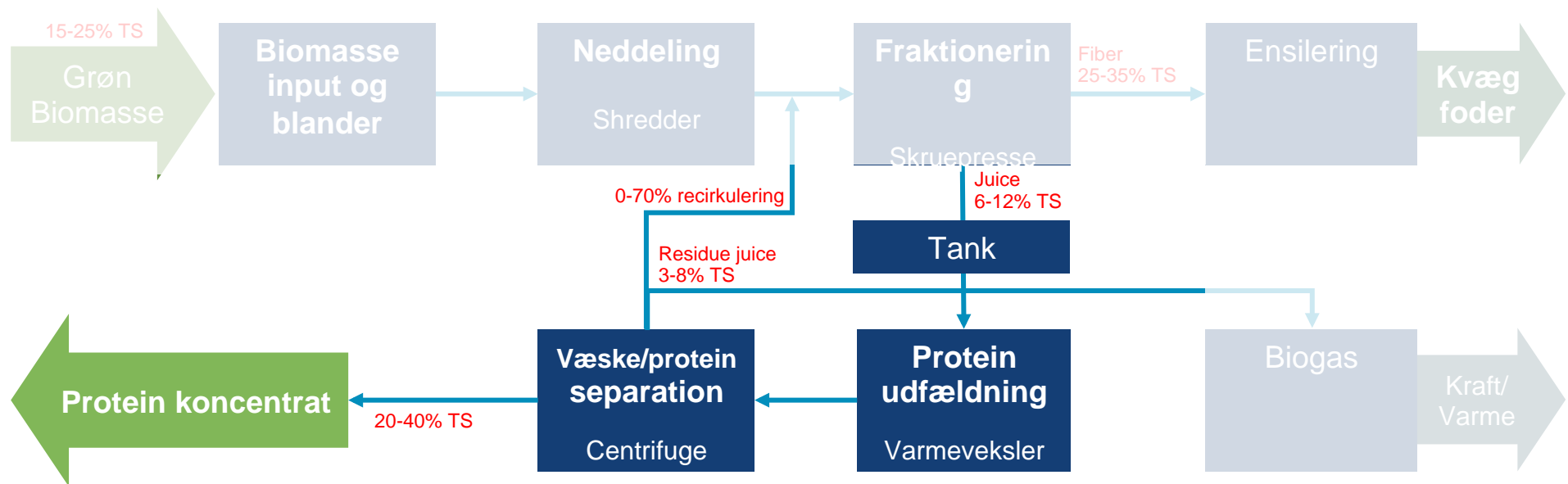


AU

AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR INGENIØRVIDENSKAB

MORTEN

FRAKTIONERING



PROTEIN UDFÆLDNING OG SEPARATION

▶ Varmeveksler

- ▶ Spiral konfiguration for at forbygge tilstopni
- ▶ Opvarmning: 10 → 80°C
- ▶ Mulighed for nedkøling: 80 → 20°C

▶ Dekantercentrifuge

- ▶ Centrifuge capacity 0,5-3 m³/timen
- ▶ Pumper væsken ud for at undgå skum



PROTEIN UDFÆLDNING OG SEPARATION



STATUS

Der er kørt to tests af hver 4 tons frisk biomasse

hhv. rødkløver og rajgræs

Der er produceret i alt 150 kg våd protein koncentrat (ca. 30% TS)

Nu skal der optimeres!



UDFORDRINGER FOR IMPLEMENTERING

- Logistik
 - Proteinet skal udvindes mens biomassen er frisk
 - Produktion kun mulig i vækstperioden
 - meget vand (> 80% af biomassen er vand)
- Fordøjelighed (ANF-antinutritional factors)
 - Hvor stort et problem er det?
 - Kan vi fjerne dem?
- Økonomisk holdbarhed

Logistik modellering
Praktisk erfaring

Fokus på foder forsøg og analyser
Optimering af processen
Evt. yderligere opgradering

Optimering på hele systemet
Bedst mulig udnyttelse af fiber og restjuice

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

AU AARHUS UNIVERSITET



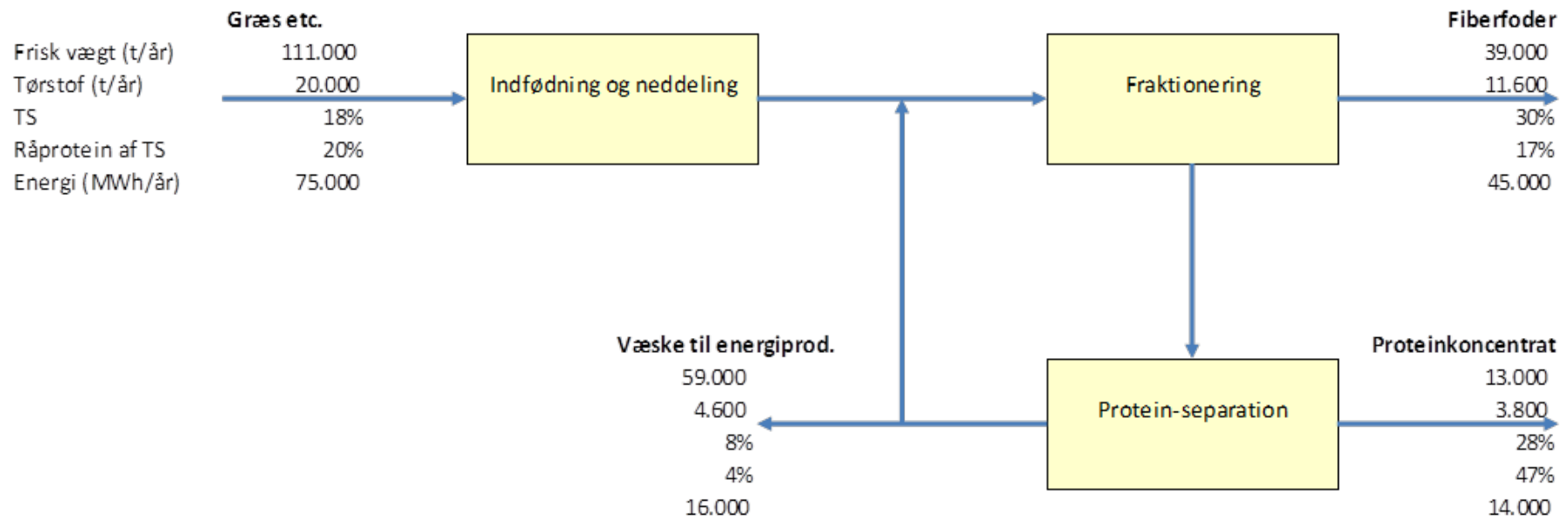
Morten Ambye-Jensen
maj@eng.au.dk



BIOVALUE SPIR



FØRSTE MODELLERING – DECENTRAL ANLÆG



DECENTRAL ANLÆG

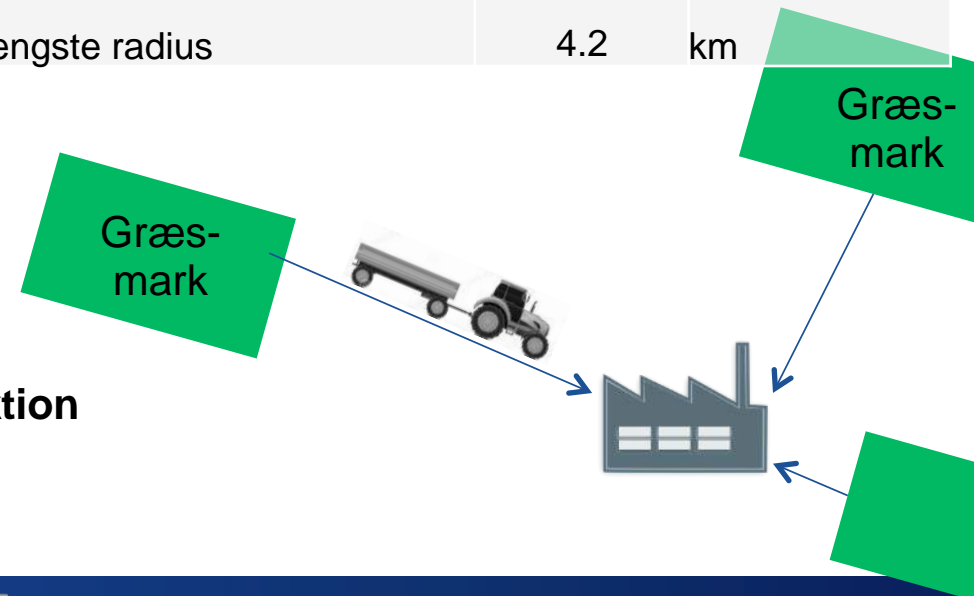
- 20,000 t TS/år - 10 t TS/time på anlæg
- I kombination med biogasanlæg
- **Ingen tørring af proteinkoncentrat**
- Anvendes til vådfoder
- **Placeret tæt på malkekøer og svineproduktion**
- Traktor transport

Biomasse

Grøn biomasse dyrket	30%
Grøn biomasse udbytte	15t TS/ha

Dyrket område	1.667 ha
Gennemsnit radius (1/2 areal)	3.0km

Længste radius	4.2 km
----------------	--------



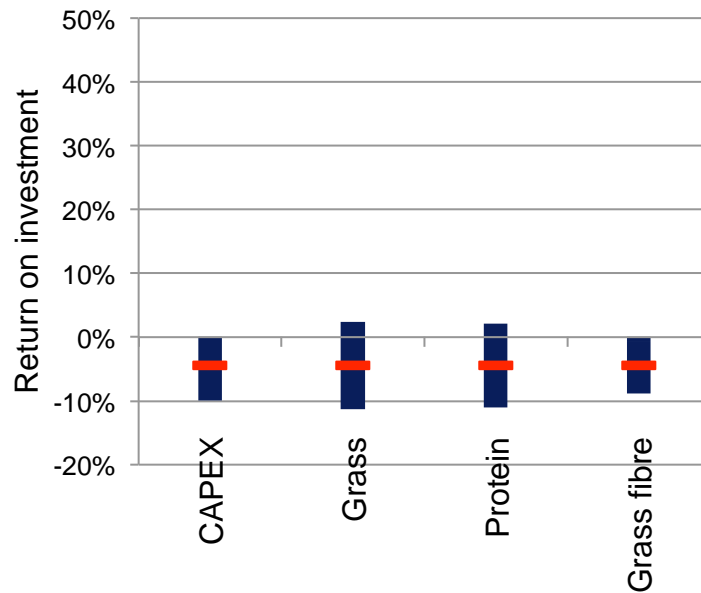
ØKONOMI - DECENTRAL ANLÆG

Bioraffinering	t.kr.
Proteinkoncentrat	13.410
Græsfibre	13.984
Indtjening	27.394
Biomasse	13.983
DB I	13.411
Energi	1.788
Aflønning	745
Vedligehold	745
Omkostning II	3.278
DB II	10.132
Rente og afskrivning	1.436
Resultat	8.696
Raffineringsomkostning pr. ton TS	236

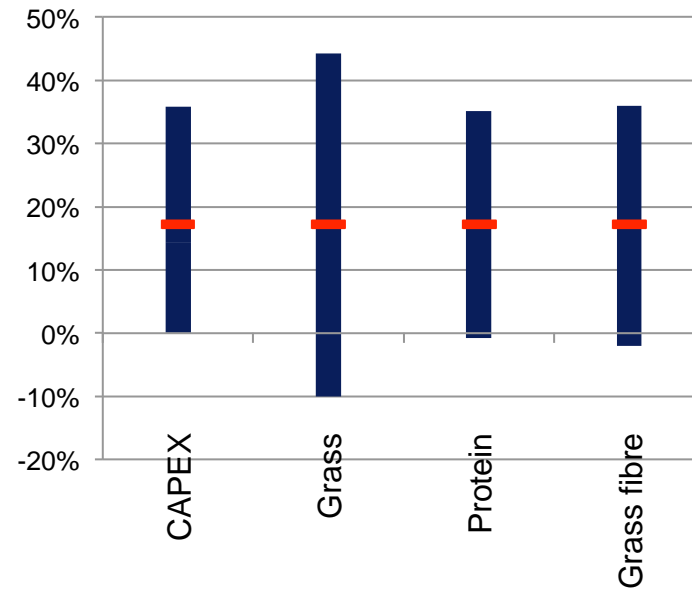
- Forudsætninger:
 - Decentral anlæg
 - Produktion maj – sept./okt. 2000 driftstimer
 - Restbiomasse i saft anvendes til biogas
 - omkostningsneutral
 - Næringsstoffer, P og K, tilbage med afgasset gylle
 - Protein-koncentrat: 3,0 kr./kg
 - Græsfibre: 1,3 kr./kg
 - Biomasse: 0,7 kr./kg

SENSITIVITY ANALYSIS

Central scenario
± 20% of costs and selling prices



Decentral scenario
± 20% of costs and selling prices



PROTEIN MANGEL ER IKKE KUN ET PROBLEM I ØKOLOGISK REGI

HELE EU MANGLER ALTERNATIVER TIL SOJAPROTEIN

- › Kødproduktionen i EU er 75% afhængig af sojaprotein import fra sydamerika
- › Det svare til et areal på størrelse med England
- › EU food industry is vulnerable to world market changes
- › Soy protein production adds to soil depletion due to unsustainable carbon and nutrient flux out of South America!
- › Soy protein qualities for feed:
High protein content / Essential amino acids / Stable quality



GLOBAL TRENDS

- › Increasing population
- › Increasing prosperity

**More people will demand
more meat in their diet**

- › Increasing meat production of especially monogastric animals (pigs and poultry)



ARGUMENTS FOR USING GREEN BIOMASS PROTEIN

- ▶ Green leaves are the origin of protein synthesis -> No translocation losses
- ▶ Active growth during the entire growth season -> Several harvest
- ▶ Perennial growth -> Soil carbon generation and Less nitrate leaching
- ▶ Integrated in crop rotation management -> Increasing biodiversity

High yields
[Protein ha⁻¹ yr⁻¹]

Environmental
benefits