



# GRØN BIORAFFINERING VÆRDIKÆDE – POTENTIALER OG BARRIERER

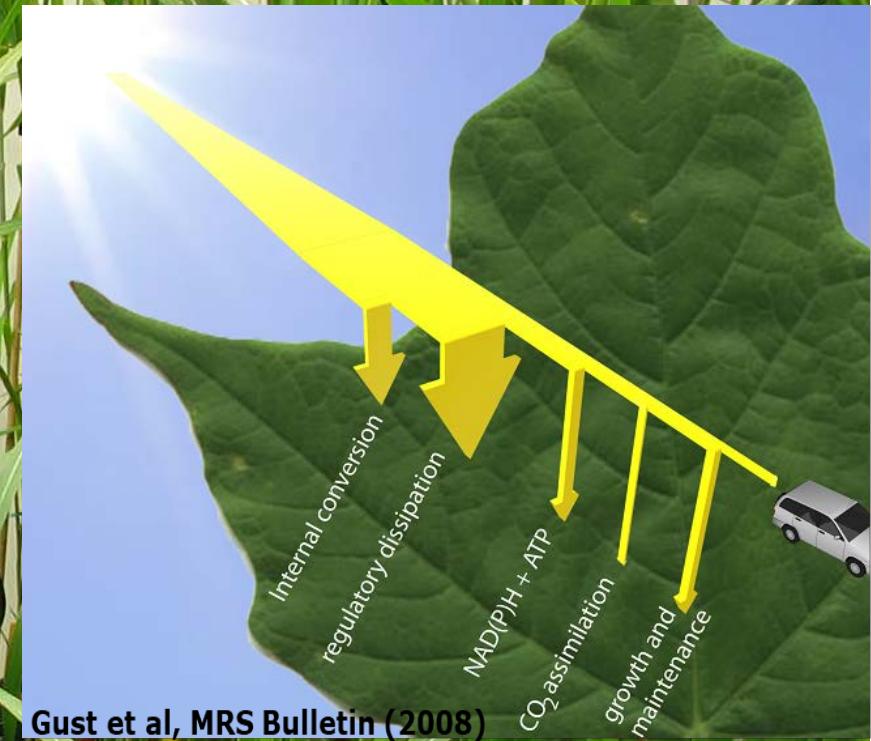
# DET HANDLER IKKE KUN OM GRÆSPROTEIN

Men om muligheden for en bæredygtig  
transformation af dansk landbrug

- Svært både at øge produktiviteten og mindske miljøpåvirkningen i eksisterende produktionstyper
- De lavthængende frugter er høstede
  - Fx bedre gylleopbevaring og -udbringning
  - Nitratudvaskningen er reduceret med næsten 50%
- Ikke muligt at stramme skruen yderligere uden at miste konkurrencedygtighed
- Så hvordan opfyldes Vandrammedirektiv, klimapolitik, grundvandsbeskyttelse og naturplaner?



# BIOØKONOMIEN ER BASERET PÅ FOTOSYNTESSEN



Gust et al, MRS Bulletin (2008)

# MEN KORN ER EN DÅRLIG SOLFANGER



Foto: Colourbox



AARHUS  
UNIVERSITET  
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

**Interreg**  
Öresund-Kattegat-Skagerrak  
European Regional Development Fund



02. OKTOBER 2019

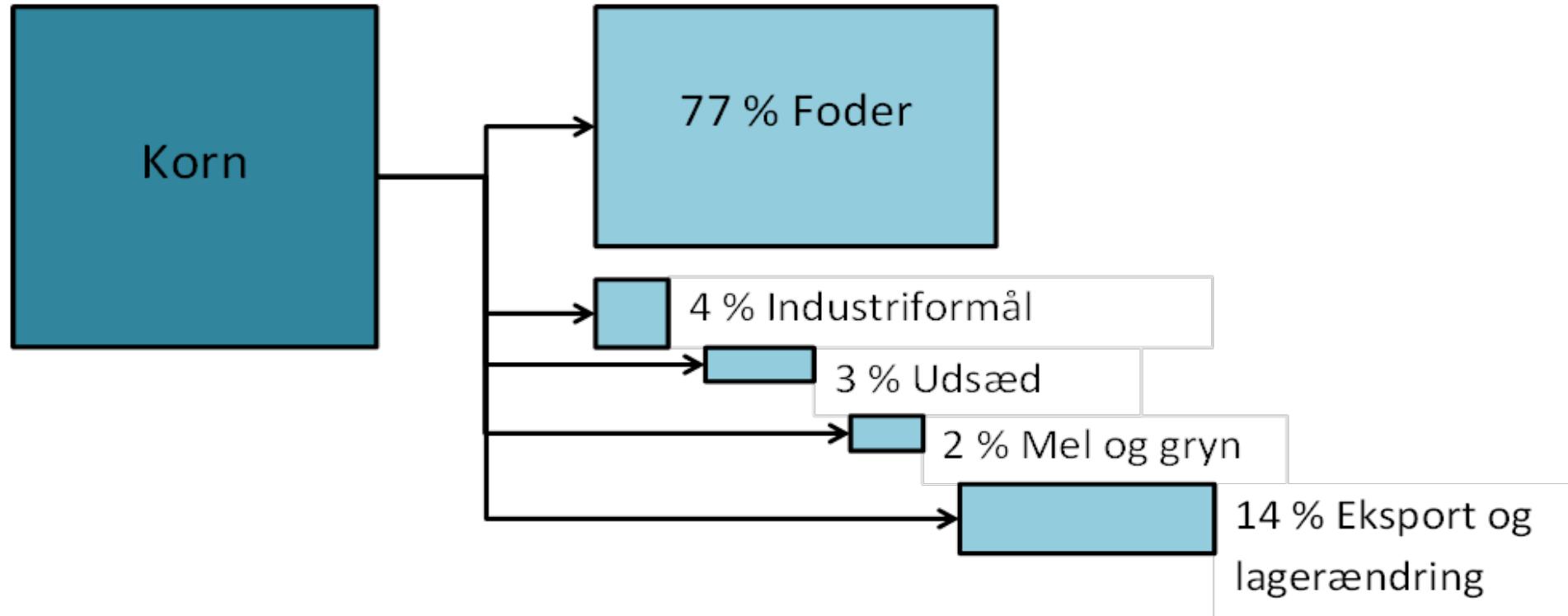
UFFE JØRGENSEN & MORTEN AMBYE-JENSEN  
CENTERLEDER & ASSISTANT PROFESSOR



**CBIO**  
AARHUS UNIVERSITETS CENTER FOR  
CIRKULÆR BIOØKONOMI



# KORN DYRKES PÅ DET MESTE AF LANDBRUGSAREALET - OG BRUGES TIL FODER



Gylling et al., 2016



AARHUS  
UNIVERSITET  
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

**Interreg**  
Öresund-Kattegat-Skagerrak  
European Regional Development Fund



02. OKTOBER 2019

UFFE JØRGENSEN & MORTEN AMBYE-JENSEN  
CENTERLEDER & ASSISTANT PROFESSOR



**CBIO**  
AARHUS UNIVERSITETS CENTER FOR  
CIRKULÆR BIOØKONOMI



# SÅ FORSKELLIGT KAN "MARKER" SE UD I EFTERÅRET



AARHUS  
UNIVERSITET  
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

**Interreg**  
**Öresund-Kattegat-Skagerrak**  
European Regional Development Fund



02. OKTOBER 2019

UFFE JØRGENSEN & MORTEN AMBYE-JENSEN  
CENTERLEDER & ASSISTANT PROFESSOR

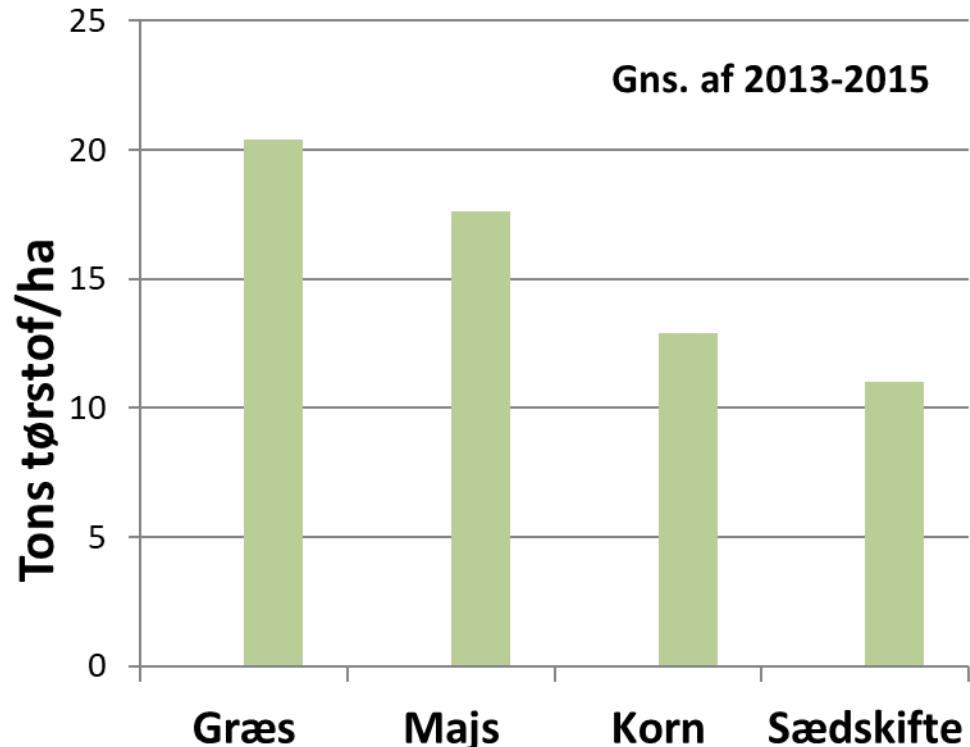


**CBIO**  
AARHUS UNIVERSITETS CENTER FOR  
CIRKULÆR BIOØKONOMI

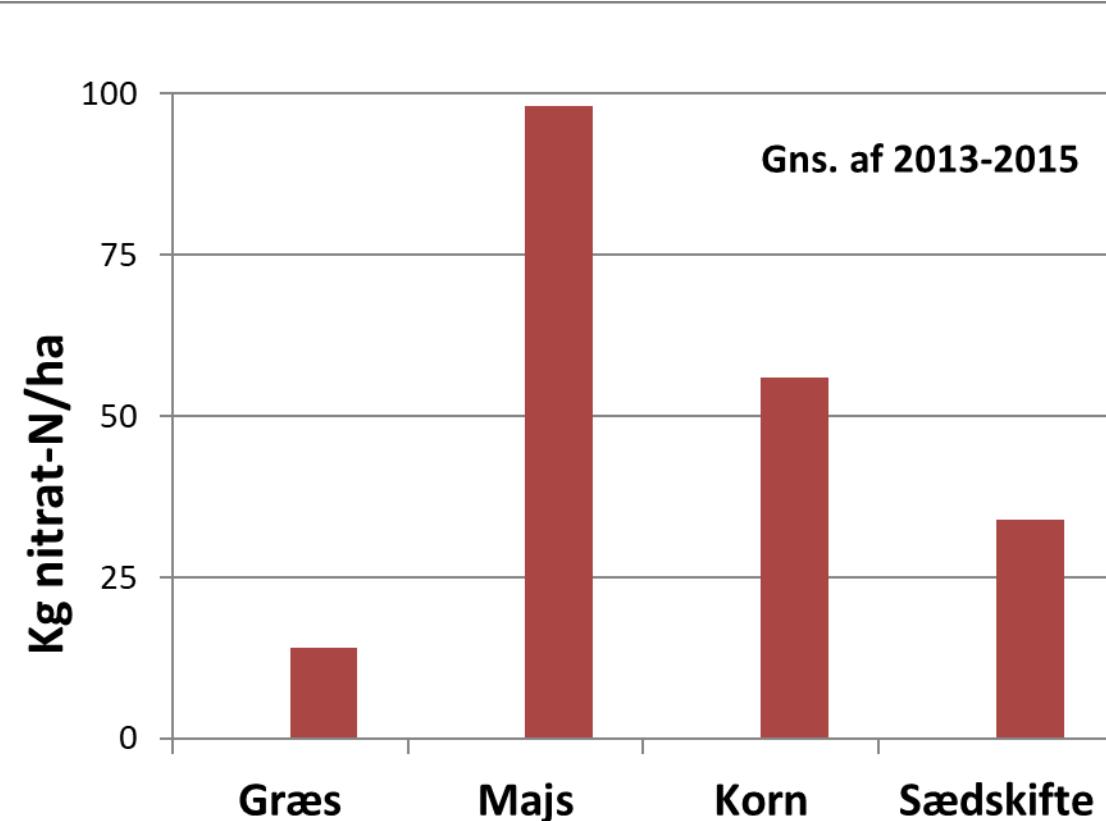


# BIOMASSEUDBYTET KAN FORDOBLES I DANSK LANDBRUG

- og nitratudvaskningen halveres



Manevski et al., 2017; 2018



# ANDRE MILJØ- OG KLIMAFORDELE VED KONVERTERING AF ENÅRIGE AFGRØDER TIL GRÆSAFGRØDER

- Reduceret jorderosion
- Reduceret drivhusgasemission (0,5-3,5 ton CO<sub>2</sub>-ækv/ha)
- Reduceret pesticidforbrug (faktor 40-50)
- Forøget biodiversitet

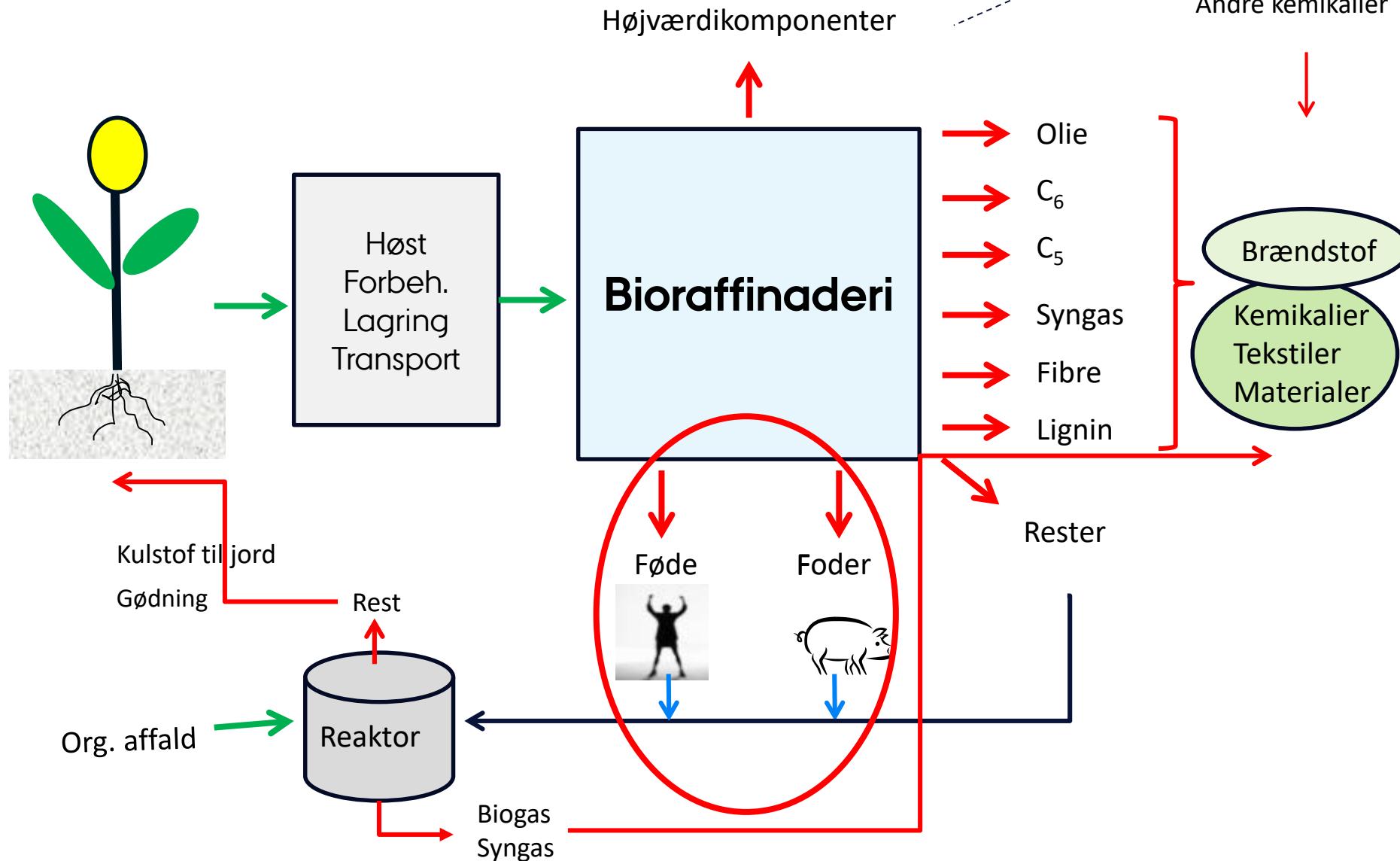


Børgesen et al., DCA Rapport Nr. 131, 2018

# SÅ HVAD SKAL VI GØRE MED AL DET GRÆS?



# VI SKAL BIORAFFINERE GRÆSSET



# GRØNNE BIORAFFINADERIER KAN SKABE MARKEDER FOR NYE PRODUKTIONSFOMRER DER GAVNER KLIMA OG BÆREDYGTIGHED



AARHUS  
UNIVERSITET  
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

**Interreg**  
Öresund-Kattegat-Skagerrak  
European Regional Development Fund



02. OKTOBER 2019

UFFE JØRGENSEN & MORTEN AMBYE-JENSEN  
CENTERLEDER & ASSISTANT PROFESSOR



**CBIO**  
AARHUS UNIVERSITETS CENTER FOR  
CIRKULÆR BIOØKONOMI



# Demo-anlæg til grøn bioraffinering for at facilitere opskaling indviet juni 2019

Støttet af GUDP, Arla, Danish Crown, DLG & DLF



# NEW DEMONSTRATION SCALE FACILITY IN 2019

## Demonstration scale technology platform for research and development in green biorefining

# Up-scaled and optimized demo-platform

- Input capacity: 10 t/hr
  - Flexible design
  - Automated control
  - Improved unit operations

## Biomass washing,

## Improved maceration,

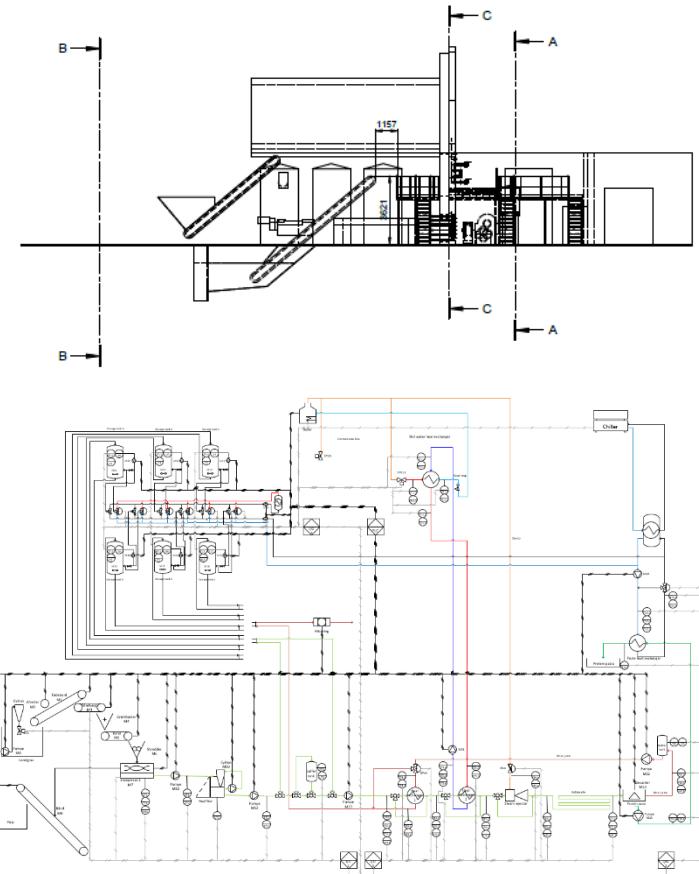
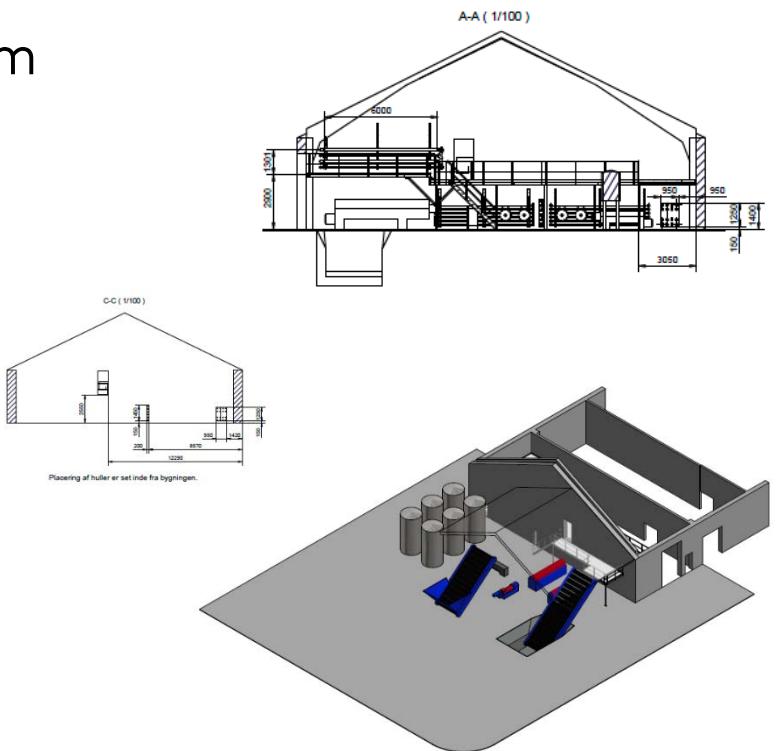
# Double pressing,

## Filtration and recirculation,

## Efficient heat recovery and possibility

6x 8m<sup>3</sup> controlled fermentation tanks

Separation with both centrifugation and membrane filtration.



# TEKNISKE BARRIERER

## **Logistikken omkring høst, transport og evt. op-splitning af procestrin**

- Kan godt simuleres i forsøg og beregninger, men vil først rigtig optimeres effektivt når kommercial produktion går i gang og flere forskellige logistiske koncepter rulles i fuld skala og kontinuert produktion
- Dvs. behov for at sætte kommercial demonstration i gang

## **Fødevaregodkendelse af græs/kløver/andre grønne biomasser**

- For at hæve værdien af proteinfraktioner bør det være muligt at adressere fødevaremarkedet – dette er pt kun muligt for lucerne
- Alternativt kan overvejes andre flerårige afgrøder, som har kendt fødevareanvendelse. Mindre forsøg med brændenælde og løvstikke gennemført i 2019

## **Energiforbruget til bioraffineringen skal komme fra fornybar grøn energi**

- Hvis energi til opvarmning, processering og tørring er baseret på fossile brændsler bliver GHG regnskabet for græsproteinet ikke nødvendigvis positivt i forhold til sojaimport.

# TEKNISKE POTENTIALER

---

Der er stadig behov for optimering på processen i forhold til **udbytter, effektivitet, og energi-integration**, men det helt store tekniske potentiiale ligger i hele essensen af bioraffinering – nemlig at skabe mere værdi af samtlige processtrømme.

- **Mere værdi fra proteinkoncentratet**
- **Mere værdi fra fiberfraktionen**
- **Mere værdi fra brunsften**

Se de næste slides...

# INCREASE VALUE OF PROTEIN CONCENTRATE

---

Basic scenario: Feed alternative to soya meal (0.34 EUR/kg)

## Speciality feeds

- Extra high protein content and low fiber
- Optimized amino acid comp. (e.g. increased Cystein content)
- Getting value out of the unsaturated fat (mainly  $\alpha$ -Linolenic acid)
- Using fermentation and promote pre- and pro- biotic effects

High value is good, but high tonnage is necessary to get environmental benefits!

## Food protein

- A source of plant based protein for consumption
- A source of protein ingredients with functional properties

# INCREASE VALUE OF FIBER PULP

Basic scenario: Feed for ruminants (0.13 EUR/kg)

or substrate for anaerobic digestion not higher value, but different application.



## Lignocellulosic feedstock for fermentation platform biorefineries

- Pretreatment, enzymatic hydrolysis and fermentation to ethanol
  - See poster by colleague Carmen Hsieh

## Biomaterial

- Insulation material
- Fiber boards
- Bio-composites
- Horticultural substrates
- Textiles



[www.biowert.com](http://www.biowert.com)

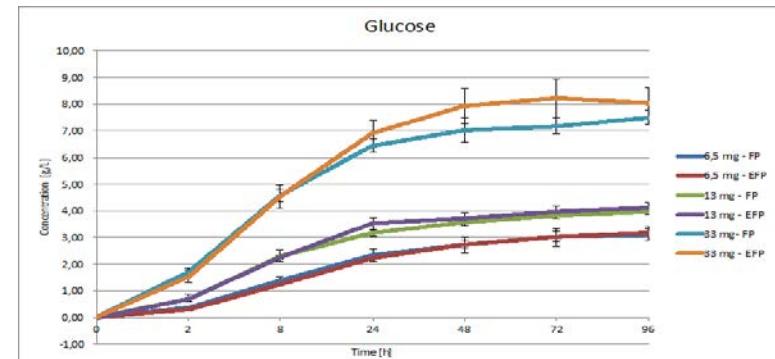


AARHUS  
UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF ENGINEERING

GRØNBIORAF

MORTEN AMBYE-JENSEN  
ASSISTANT PROFESSOR

Feedstock	Pretreatment conditions
Lucerne pulp	None
	70°C ethanol extraction
	190°C hydrothermal
	Ethanol and hydrothermal
Lucerne pulp silage	Anaerobic storage
	70°C ethanol extraction
	190°C hydrothermal
	Ethanol and hydrothermal



# INCREASE VALUE OF RESIDUAL JUICE

Basic scenario: Biogas of untreated brown juice for internal energy integration

## Up-concentrated whole broth

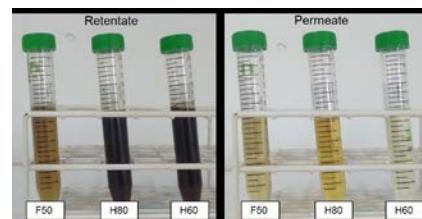
- Fermentation substrate

Brown juice	Dry matter	pH	Composition in g/kg dry matter			
			Free sugars	Organic acids	Protein	Ash
F50 Grass clover, fermented + 50°C	2.6	4.3	166.0	435.4	267.4	172.7
H60 Grass clover, 60°C	3.0	5.6	285.0	83.2	241.8	237.9
H80 Lucerne, 80°C	7.4	5.9	186.8	50.7	204.1	225.7

See posters by Carmen Hsieh and Gossaye Weldegiorgis Tirunehe

## Separated and isolated valuable organic compounds

- Sugars
- Organic acids
- Amino acids, peptides or soluble proteins

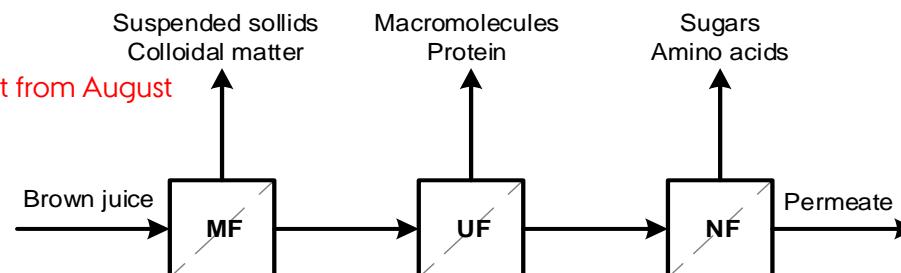


Membrane work by:

Gossaye Weldegiorgis Tirunehe, Postdoc

Natália Hachow Motta dos Passos, Research Assistant, PhD student from August

Promilleafgiftsfonden for landbrug



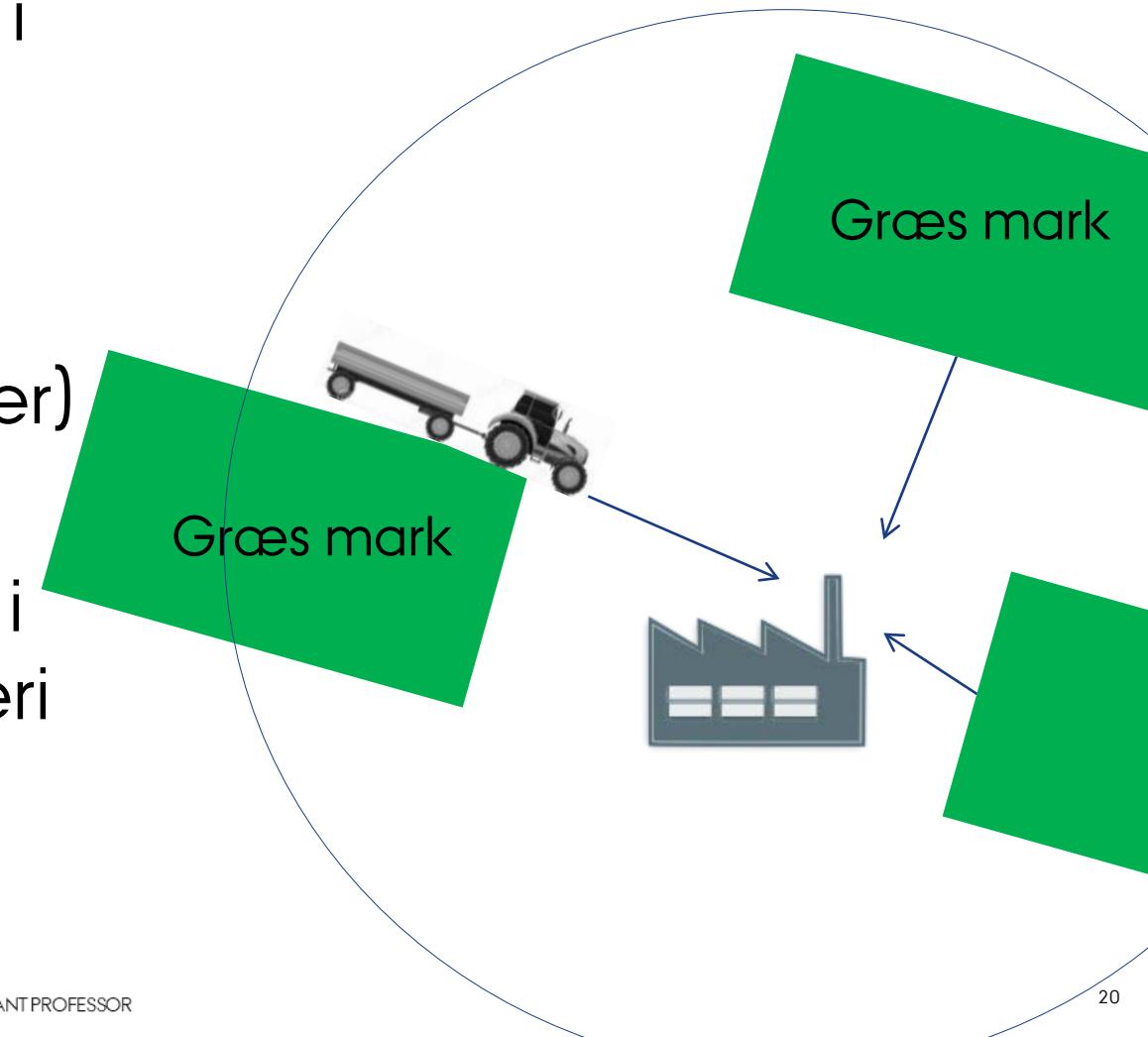
# GRØN BIORAF - POTENTIALER OG BARRIERER

## — Potentialer

- Billig og effektiv opfyldelse af politik på miljø- og klimamål i landbruget
- Nye biobaserede, lokale produkter
- Arbejdspladser (i landdistrikter)

## Barrierer

- En masse teknisk optimering i mark, logistik og bioraffinaderi
- Udvikling af nye forretningsmodeller



# TEKNISKE OPTIMERINGER I DEMOSENKALA PÅ FOULUM

---

Optimeringen handler primært om højere proteinindhold og højere udbytte af proteinproduktet.

Tørring af proteinpastaen er også i fokus efter demoplatformen er blevet operativ

Derudover arbejdes der med at op-koncentrere brunsften med membranfiltrering til anvendelse som fermenteringsmedie.

Samt alternative anvendelser af fiberpulpen...



# TEKNISKE OPTIMERINGER PÅ DEMOPLATFORMEN

---

Vask af biomassen

Vi finder store mængder jord og sand i bunden af vaskekaret efter processering 1-4 dage

Vi er konsekvent under 10% aske i proteinkoncentratet fra Demoplatformen



# TEKNISKE OPTIMERINGER PÅ DEMOPLATFORMEN

---

## Neddeling og skruepresse

Den nye skruepresse kan presse pulpen mere tør

Dette afhænger dog meget af biomassen og  
neddelingen

Neddelingen har været en udfordring.

Vores snitter virker nu, men alternative teknologier  
bør undersøges. Hvilket planlægges...



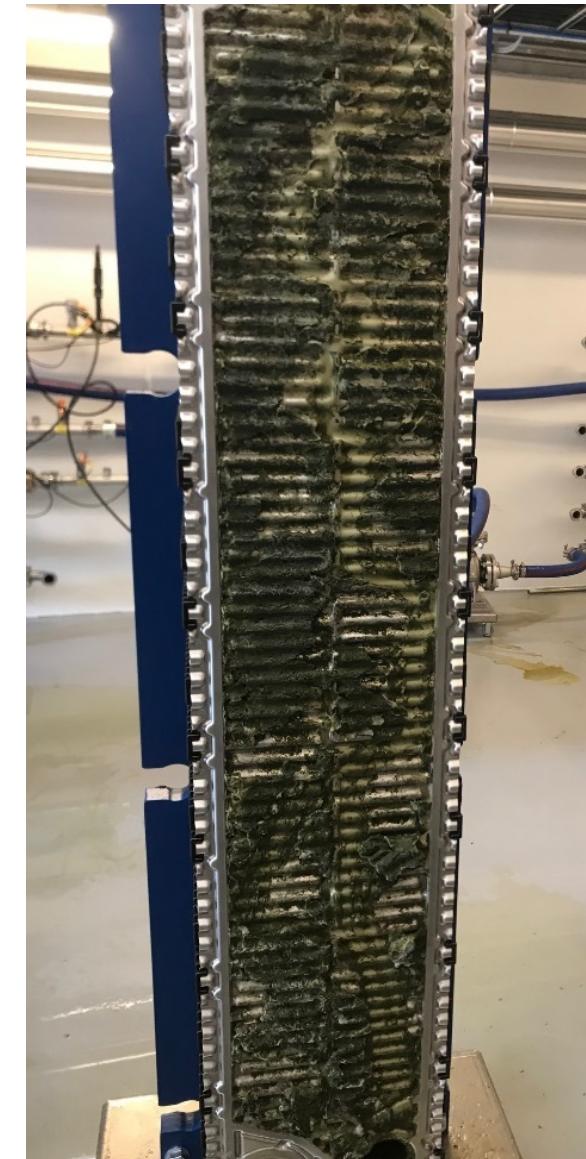
# TEKNISKE OPTIMERINGER PÅ DEMOPLATFORMEN

---

Varmefældning med nye varmeverkslere og direkte damp injektion

Vi er ved at optimere driften i forhold til hvor tit varmeverkslerne skal rengøres (CIP)

Direkte dampinjektion virker uproblematisk, men det er ikke lige så energieffektivt som varmeverksling.



# TEKNISKE OPTIMERINGER PÅ DEMOPLATFORMEN

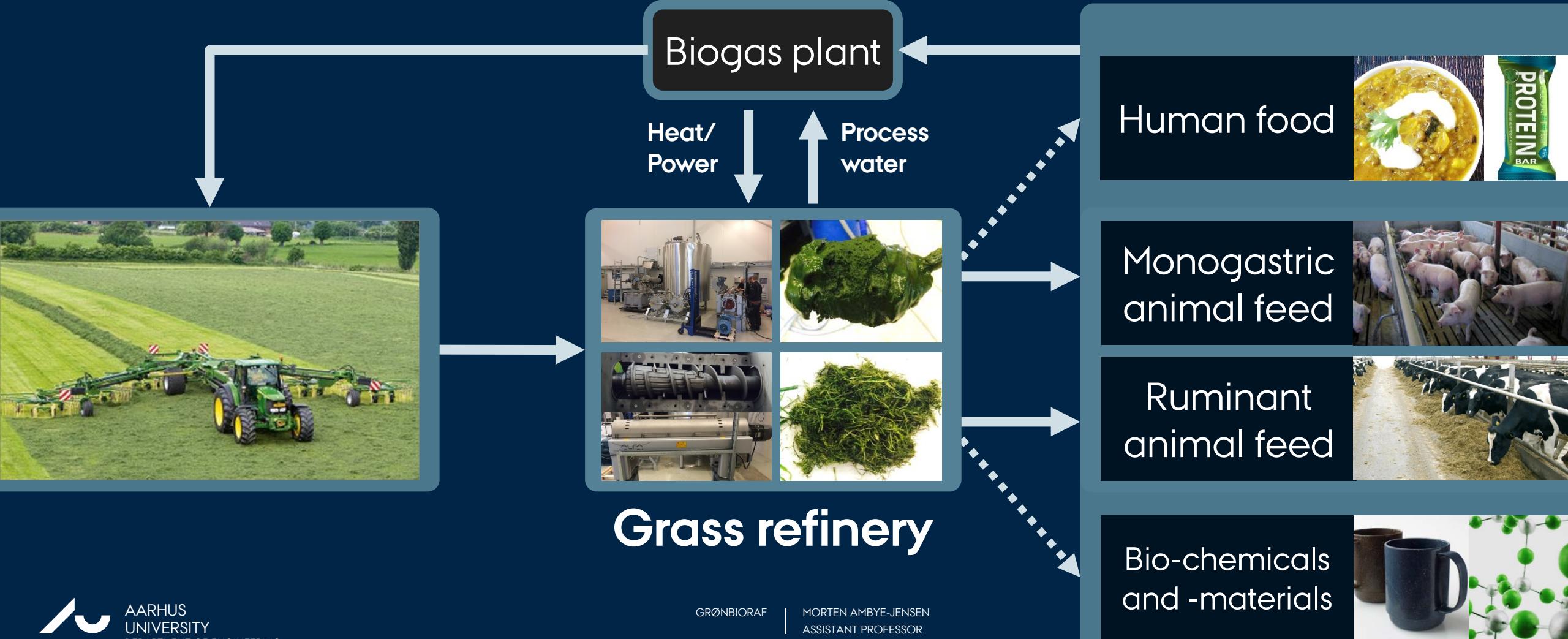
Separationen af proteinkoncentrat i dekantercentrifugen

Vi er ved at optimere separationen således at vi maksimere tørstof indhold i protein pastaen.

Det virker til at vi løbende kan få op mod 35-45% TS



# FORTSAT UDVIKLING MOD PRODUKTER MED HØJERE VÆRDI OG OPTIMAL UDNYTTELSE AF RESOURCER

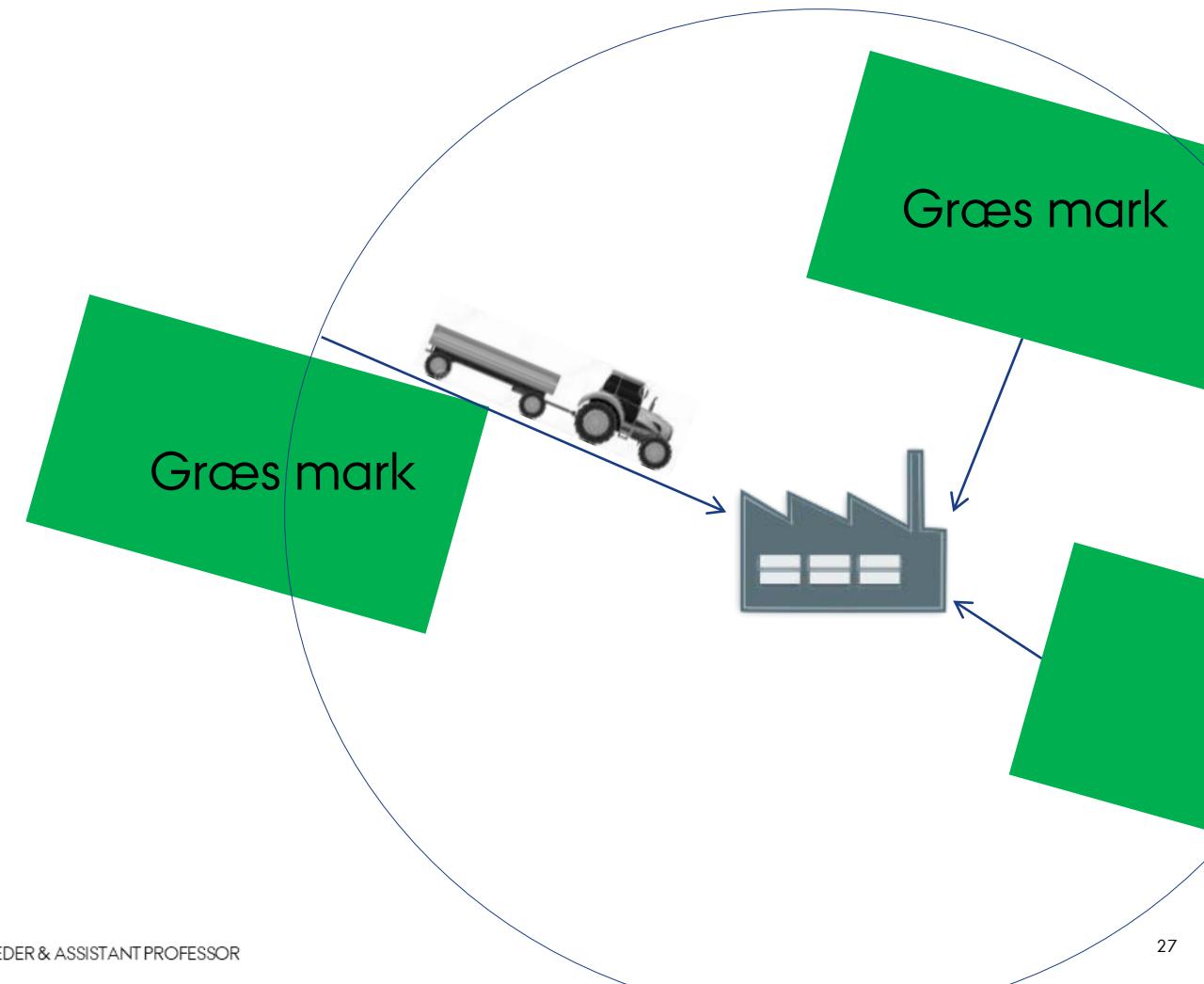


# SCENARIE FOR ET DECENTRALT GRØNT BIORAFFINADERI

- 40 ton frisk biomasse/time
- 21.600 t TS/år
- 3000 timer/år
- I kombination med biogasanlæg

Biomasse og logistik	
Grøn biomasse dyrket	30 %
Grøn biomasse udbytte	12 t TS/ha
Dyrket område	1.800 ha
Indsamlingsareal	60 km <sup>2</sup>
Gennemsnit radius ( $\frac{1}{2}$ areal)	3,1 km
Længste radius	4,4 km

Produktion	
Proteinkoncentrat	3.643 t TS/år
Fiberpulp	15.034 t TS/år
Restjuice	2.924 t TS/år



# Business case for et decentralt anlæg

---

## Antagelser:

- Anlæg: 25 mio kr
- 15 års afskrivning
- 5% i rente, 5% til vedligehold
- Råvarepris leveret til bioraffineringen:
  - Økologisk: 1,1 kr/kg tørstof
  - Konventionel: 1,0 kr/kg tørstof
- Protein priser (soja):
  - Økologisk: 5,0 kr/kg
  - Konventionel: 2,5 kr/kg
- Fiberpulp priser:
  - Identisk med råvareprisen
- Restsaft tilskrives hverken omkostning eller værdi.  
Den anvendes til intern energiproduktion på biogasanlægget.

	Scenarier	
	Økologisk	Konventionelt
	Mio. kr	Mio.kr
<b>Indtægter</b>		
Proteinkoncentrat/fibre	34,8	24,2
<b>Omkostninger</b>		
Græs	24,8	21,6
Energi/løn mm.	1,4	1,4
Vedligehold	1,3	1,3
Kapitalomkostninger	2,4	2,4
<b>Resultat</b>	<b>4,9</b>	<b>-2,5</b>

# AT SKIFTE FRA FOSSIL ÆERA TIL BIOØKONOMISK ÆERA ER IKKE HVERDAGSKOST



At etablere en ny  
industri til afløsning af  
den fossile –

samt at disrupte  
landbruget –

er enorme opgaver,  
der kræver en  
megasatsning og nye  
partnerskaber