



TEKNOLOGISK
INSTITUT

BÆREDYGTIGHED INDEN FOR RENGØRINGSBRANCHEN

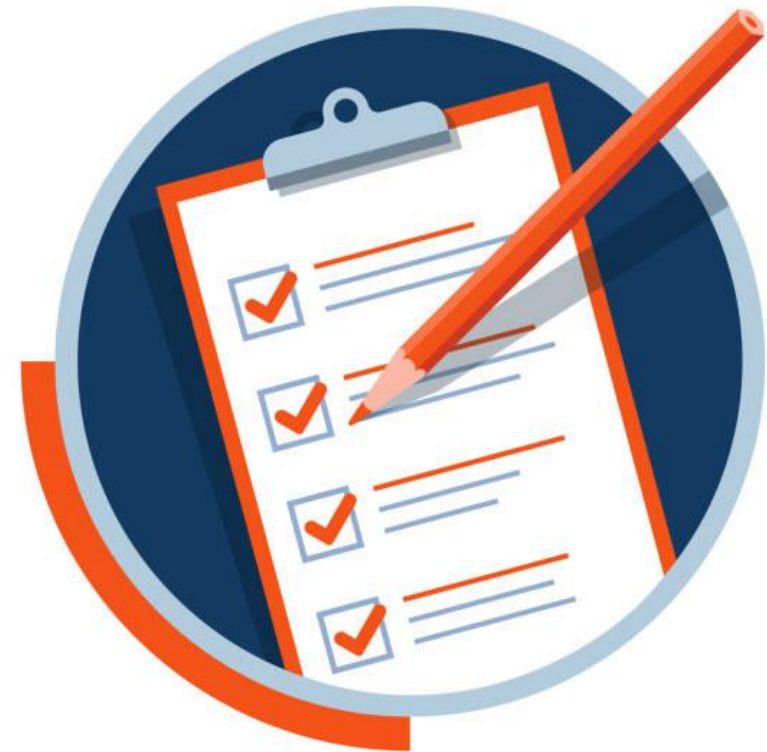
27. Juni 2023

Andreas Sommerfeldt, Teknologisk Institut

Alexander Sandahl, Teknologisk Institut

AGENDA

- Introduktion
- Bæredygtighed – hvad er det?
 - 9 planetære grænser
 - Bæredygtig omstilling
- LCA analyse – et værktøj til at vurdere bæredygtighed
- Tensider og design heraf
- Cases
 - MUDP projekt: Miljørigtig vaskemiddel
 - Plast emballage – Recycled, recyclable, etc.
 - Microfiber klude – smarte ja, men genanvendelige?
- Konklusion

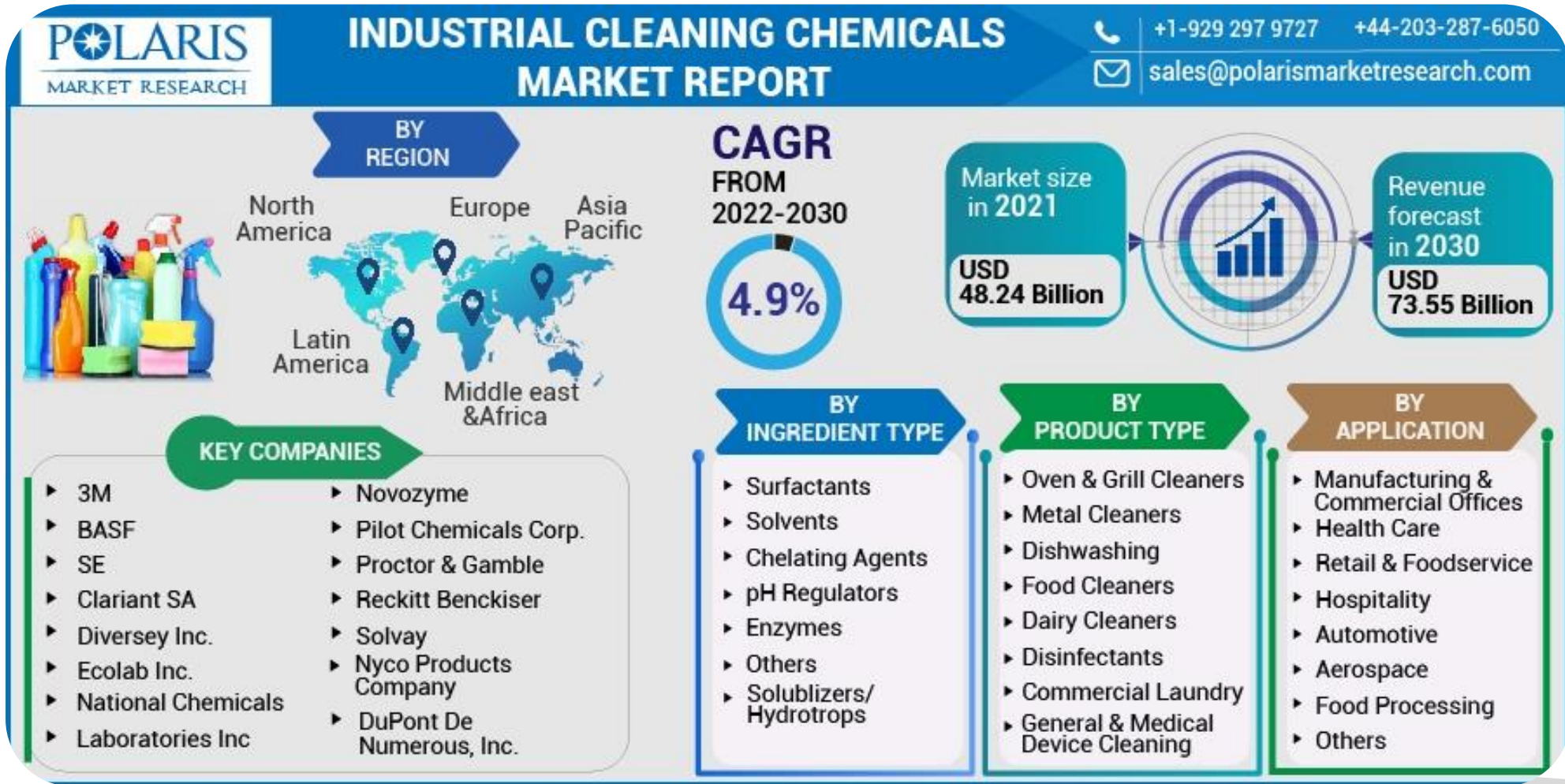


INTRODUKTION

- Andreas Sommerfeldt
- Ph.d. i organisk kemi fra Aarhus Universitet
- Konsulent ved Teknologisk Institut, Miljøteknologi
- Arbejder til dagligt med bæredygtighed indenfor alt fra vindindustri til tekstilproduktion.



LANDSKAB

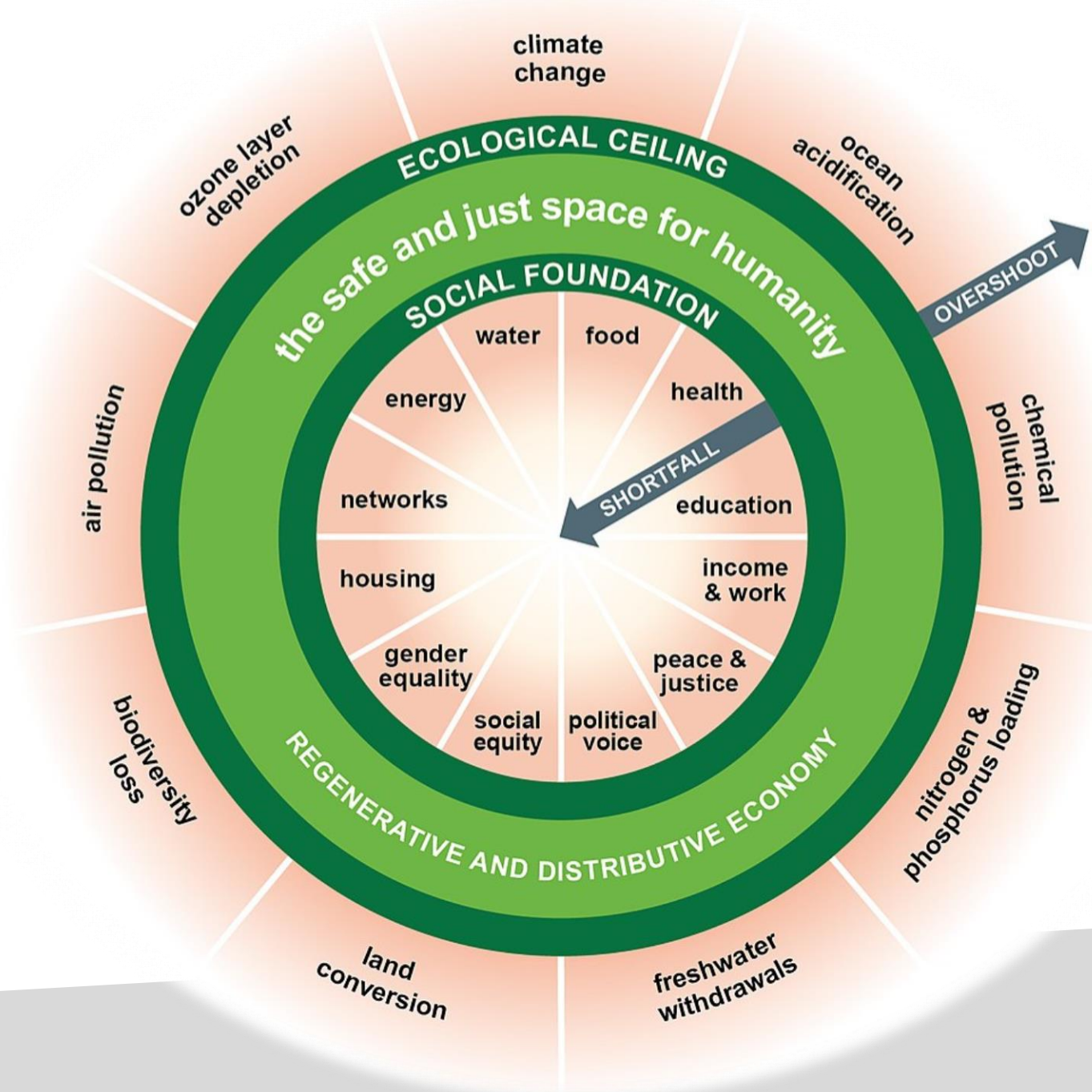


HVAD ER BÆREDYGTIGHED?

“En udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare”

- FN Brundtlandrapporten 1987





BÆREDYGTIG OMSTILLING



BÆREDYGTIG OMSTILLING

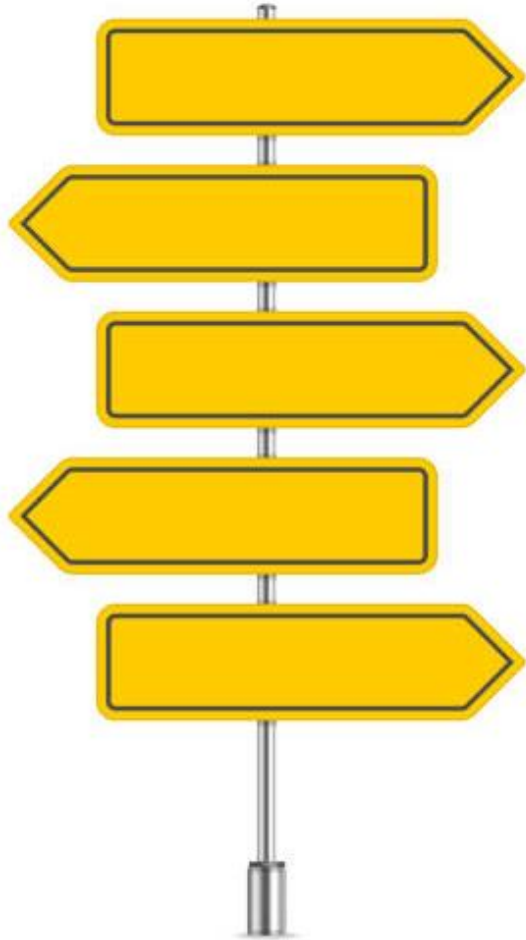


Tankegangen bag bæredygtige tiltag er i bund og grund de samme som man tænker som en iværksætter.

- Nytænkning
- Risikovillighed



HVORDAN VURDERES BÆREDYGTIGHED



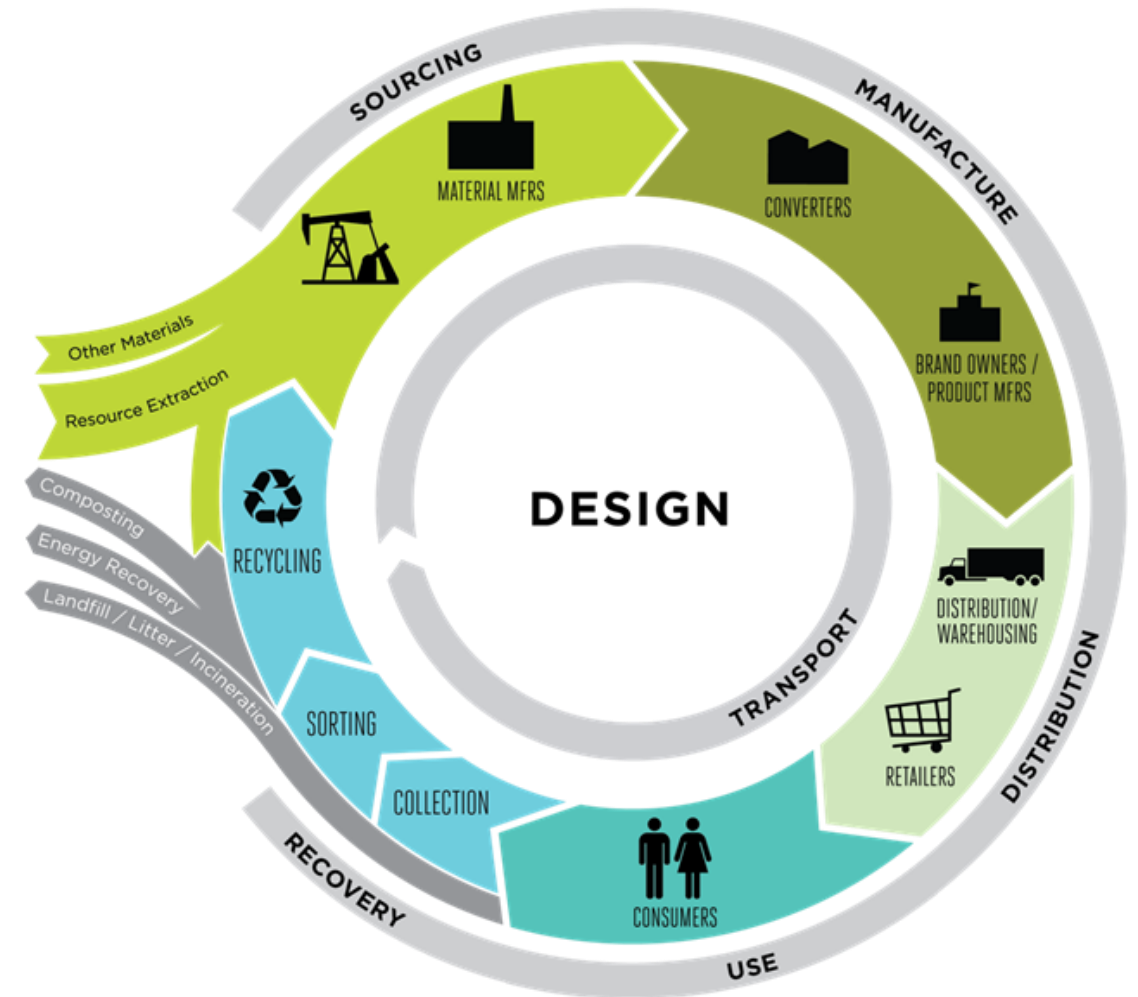
Eller



BÆREDYGTIGHEDSVURDERING

- Kvantitativt udføres en LCA (Life Cycle Assessment)
- Kvalitativt overvejes miljøpåvirkningen i 5 faser:

- 1) Råmaterialer
- 2) Produktion
- 3) Distribution
- 4) Brug
- 5) Bortskaffelse/genanvendelse



BÆREDYGTIGHEDSVURDERING

1) Råmaterialer:

- Fossile kilder eller biomasse
- Miljøbelastning fra udvinding

2) Produktion

- Forbrug af energi, vand, kemikalier
- Generering af produktionsaffald

3) Distribution

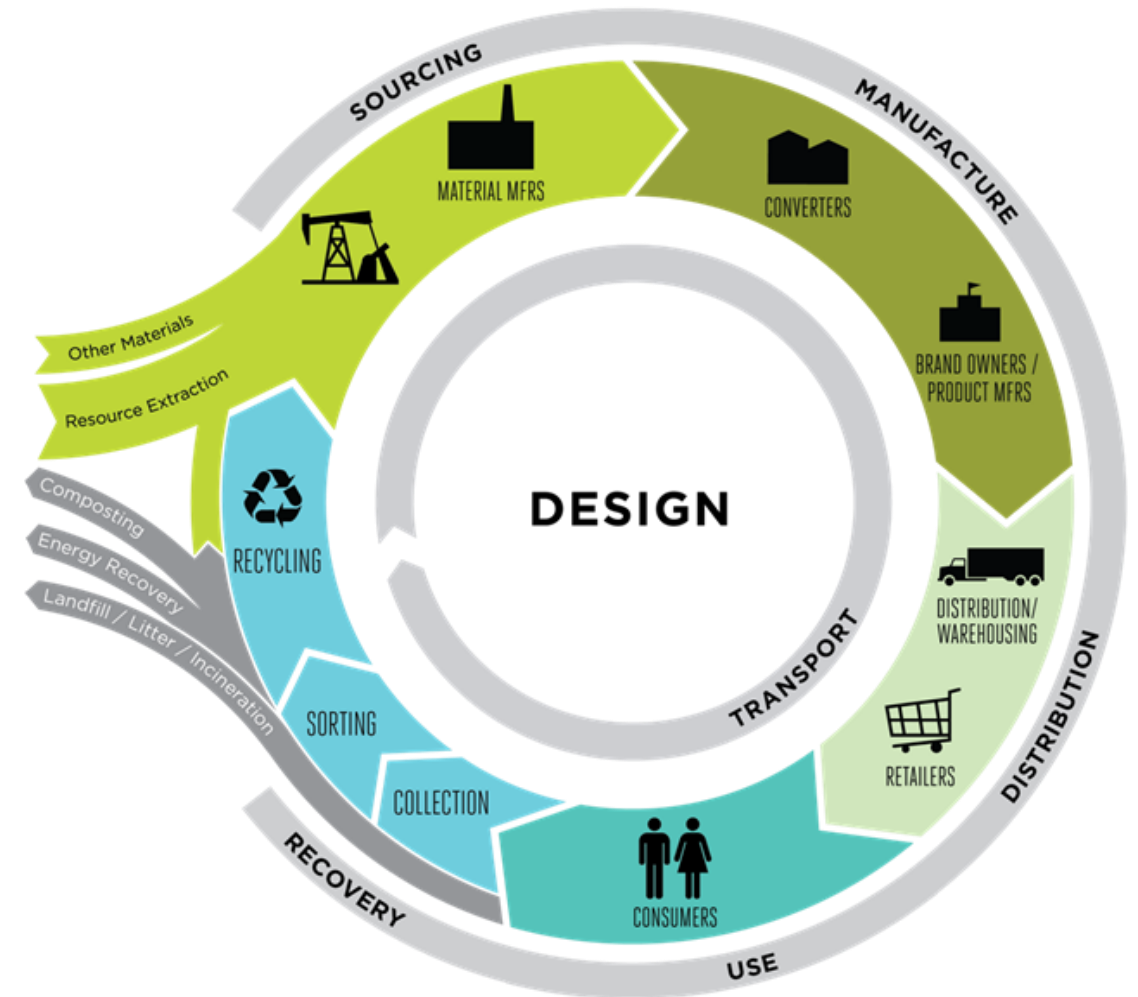
- Transport fra produktion til forbruger
- Opbevaring

4) Brug

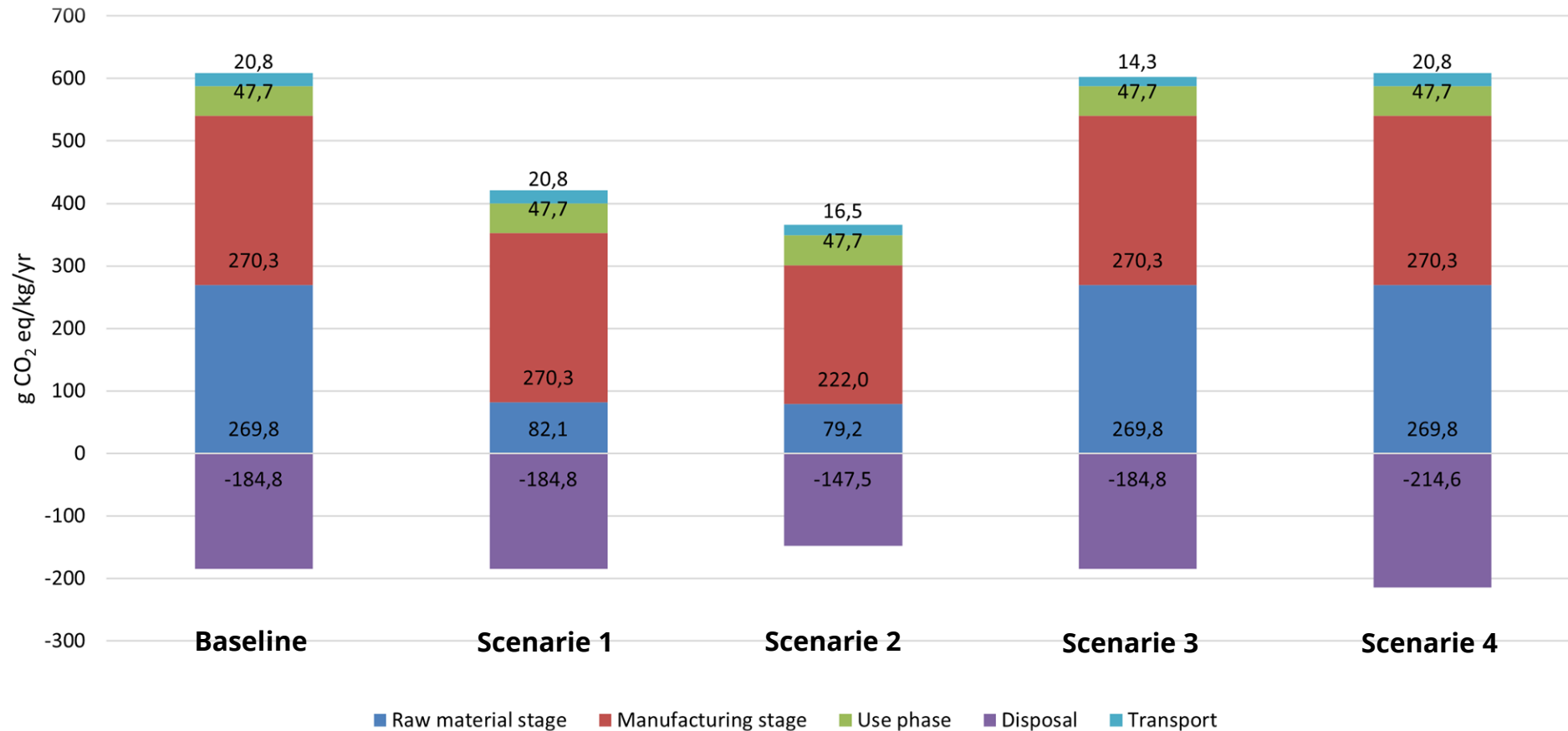
- Miljøbelastning ved forbrugernes brug af produktet
- Mulighed for direkte genbrug (længere levetid)

5) Affald/genanvendelse

- Produktets rute gennem affaldssystemet
- Mulighed for genanvendelse af materialer

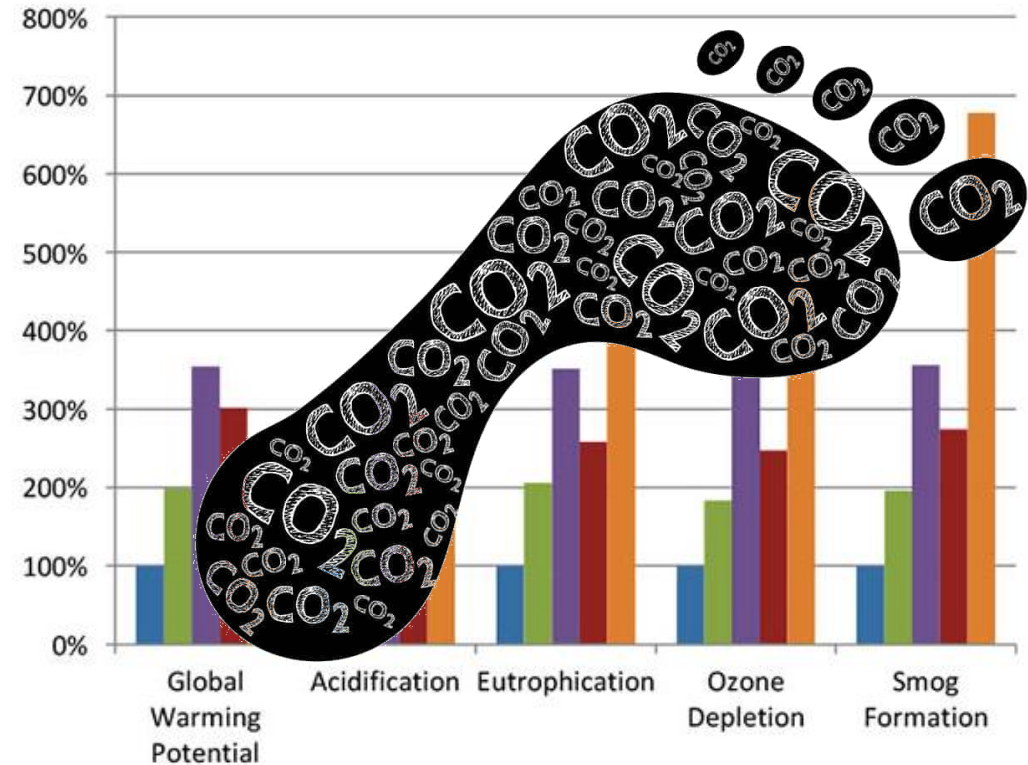


BÆREDYGTIGHEDSVURDERING



LIFE CYCLE ASSESSMENTS, LCA

- Mange forskellige "parametre"/miljøpåvirkningsindikatorer, fx
 - Global opvarmning
 - Ozonnedbrydningspotentiale
 - Udledning til luft, vand og jord
 - Forsuring
 - Humantoksicitet
 - Økosystemstoksicitet
 - Fossilt ressourceforbrug
 - Vandforbrug
 - ...
 - (Økonomiske og samfundsmæssige faktorer)



LIFE CYCLE ASSESSMENTS, LCA

Miljøbelastning vurderes for en funktionel enhed

Eksempel: Et krus

- Beholder for 2 dl varm kaffe tre gange om dagen.
- Funktionel enhed = at være beholder til varme drikke 3 gange om dagen i et år

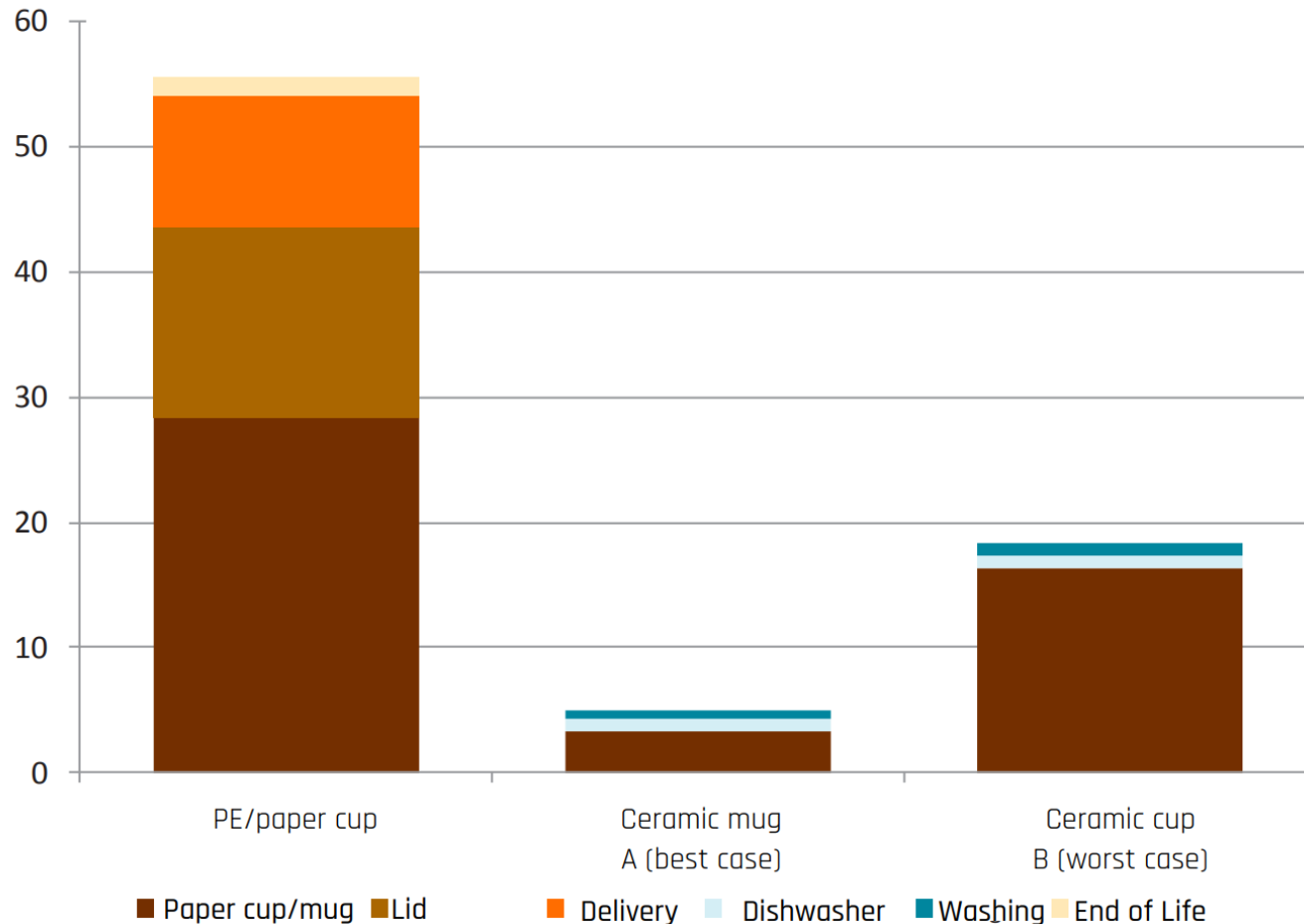
Sammenligning af alternativer (materialer, produkter, processer) bliver mulig:

- 1095 plastikkrus, skraldespand
- 274 keramikkrus, opvaskemaskine, opvaskemiddel, afspændingsmiddel, vand, salt og elektricitet

Den funktionelle enhed vurderes så gennem hele livscyklussen



LIFE CYCLE ASSESSMENTS, LCA



- Forskelle mellem produkter – samme sammenlignelighedsgrundlag
- 1095 plastikkrus, skraldespand
- 274 keramikkrus, opvaskemaskine, opvaskemiddel, afspændingsmiddel, vand, salt og elektricitet
- Kræver sammenligning – data
- For mange "best case/worst case" mudrer billedet



HVOR STARTER VI?

Kravene omfatter bl.a.:

- Kemikaliers miljømæssige egenskaber samt krav til nedbrydelighed og giftighed over for vandlevende organismer
- Kemikaliers sundhedsmæssige egenskaber, samt krav til parfume og forbud mod konserveringsmidlet MI, (methyl-isothiazolinon, som er stærkt allergifremkaldende)
- Ingen brug af mikroplast
- Test af effektivitet og krav om doseringsanvisning
- Design af emballagen – materiale og mængde



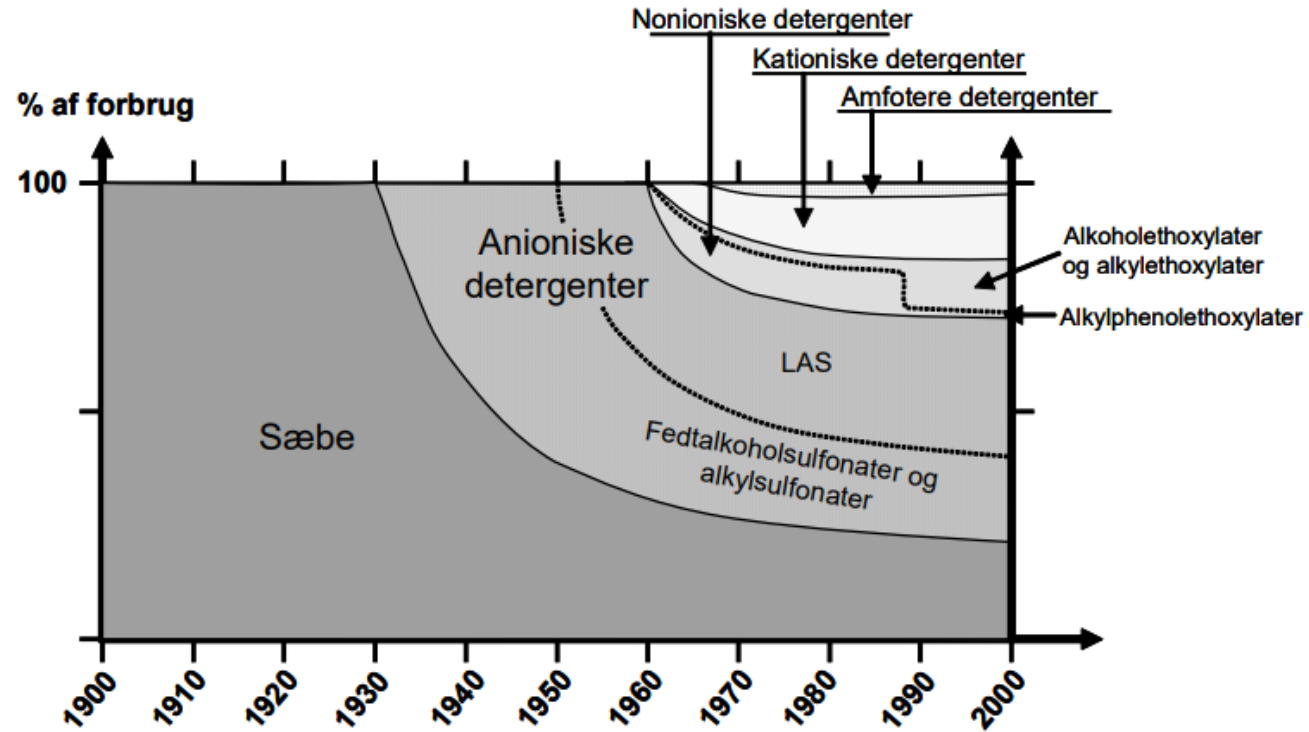
SUBSTITUTION

Substitution

Substitution betyder erstatning. Det er en god ide at erstatte færemærkede produkter med nogle uden færemærkning, eller med en lavere klassificering. Hvis man f.eks. har et produkt med faresymbolet "ætsende", kan man vælge et produkt med faresymbolet "sundhedsfare" eller et produkt helt uden færemærkning.



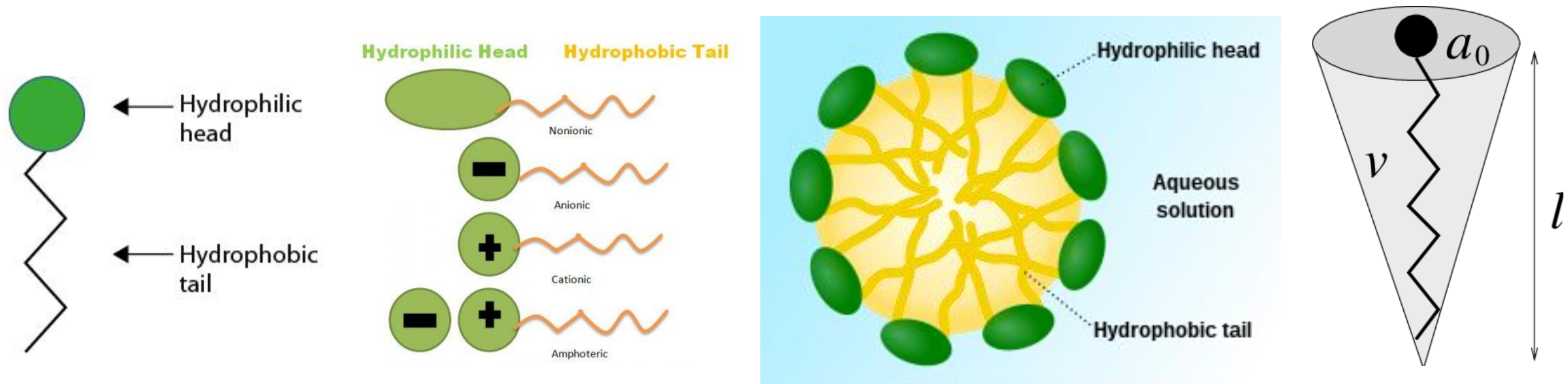
DETERGENTER



In 2020, the global Non-Ionic Surfactants market size was USD 19.8 billion and it is expected to reach USD 24.4 billion by the end of 2027.






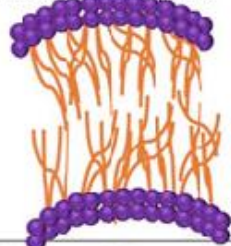

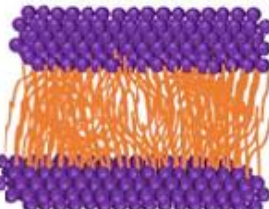




TENSIDER (VASKEAKTIVE STOFFER)



Typisk kædelængde = 16 kulstof atomer
- men naturen er fx 18 (undtagen palmeolie, og evt. soja og kokos).



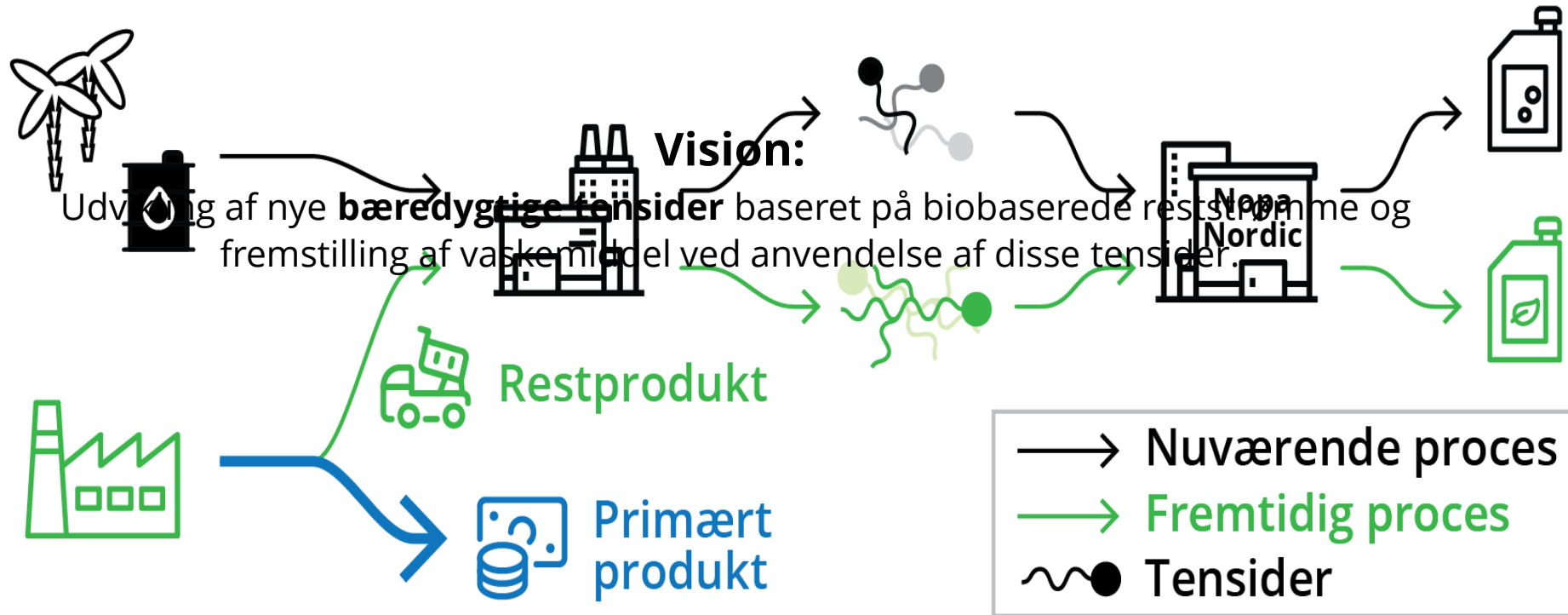
Critical Packing Parameter (v/a_0l_c)	Critical Packing Shape	Structure formed
$<1/3$	Cone 	Spherical Micelle 
$1/3-1/2$	Truncated Cone 	Cylindrical Micelle 
$1/2-1$	Truncated Cone 	Flexible Bilayers 
~ 1	Cylinder 	Planar Bilayers 
>1	Inverted truncated Cone 	Inverted Micelles 



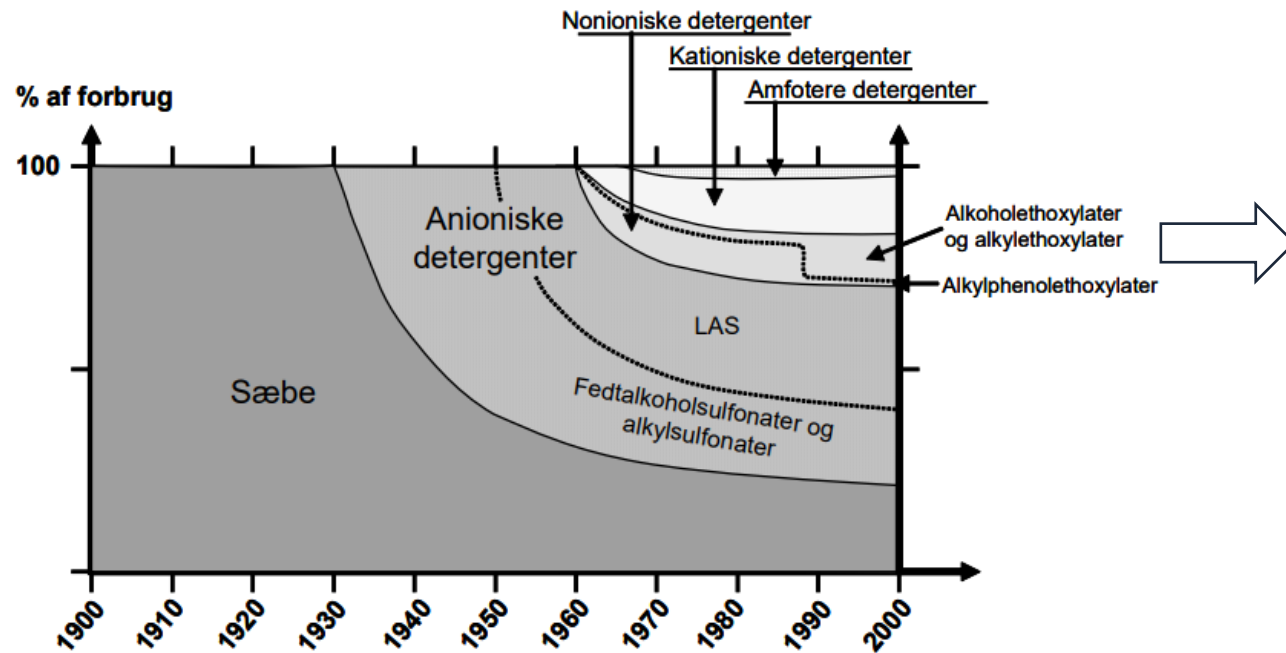
CASE 1: MILJØRIGTIG VASKEMIDDEL



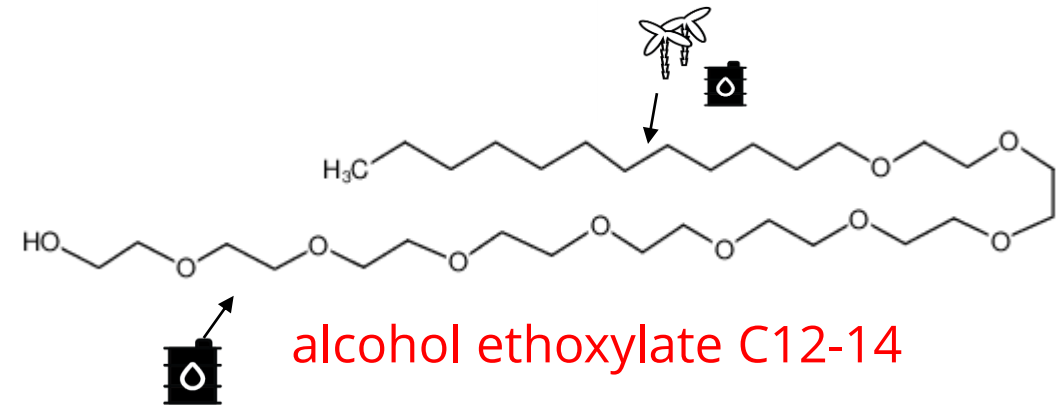
MILJØRIGTIGT VASKEMIDDEL



I PROJEKTET VÆLGES AT ARBEJDE MED NON-IONISKE TENSIDER



Projektets mål er en biobaseret erstatning af Laureth-tensider: Fokus på hydrofob hale



KRAV TIL TENSIDER

Reststrøm til hydrofob kæde

- Variation i sammensætning
- Urenheder

Procesbarhed af tensid

- Opløselighed
- Flydeegenskaber
- Arbejdsmiljø

Performance af tensid

- Flydende primær effekt
- Flydende sekundær effekt

- Pulver primær effekt
- Pulver sekundær effekt
- Applikation af tensid
 - Formulering af vaskemiddel
 - Farve
 - Lugt
- Forbrugeroplevelse
 - Minus fedtet tøj + vaskemaskine
 - Minus bundfældning



RESTSTRØMME OG MULIGE STRATEGIER TIL NY BIOBASERET HYDROFOB KÆDE

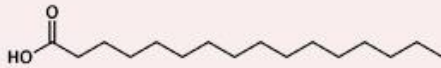
SATURATED



LAURIC ACID (C12)



MYRISTIC ACID (C14)

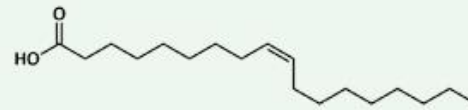


PALMITIC ACID (C16)

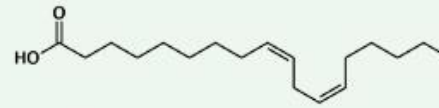


STEARIC ACID (C18)

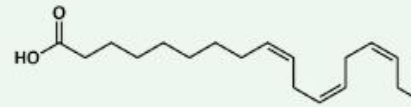
UNSATURATED



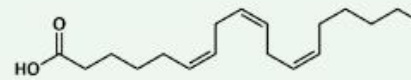
OLEIC ACID (C18)
monounsaturated



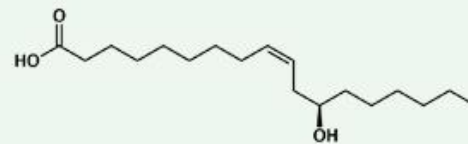
LINOLEIC ACID (C18)
polyunsaturated



ALPHA-LINOLENIC ACID (C18)
polyunsaturated



GAMMA-LINOLENIC ACID (C18)
polyunsaturated



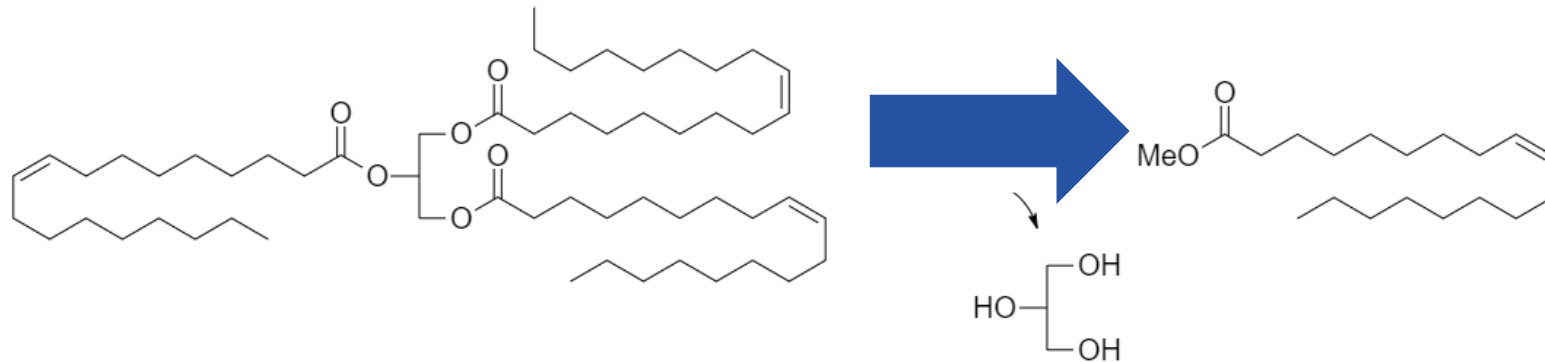
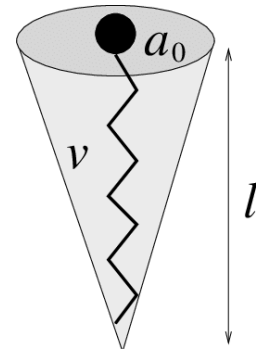
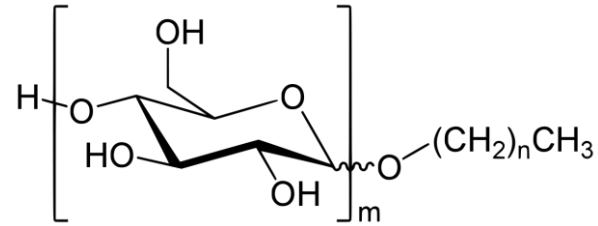
RICINOLEIC ACID (C18)
monounsaturated

labmuffin

Tidligt i projektet bliver C18-reststrøm identificeret



C18-SUKKER1 TENSID



C18-SUKKER1 TENSID

Oprensning:
Faseseparation

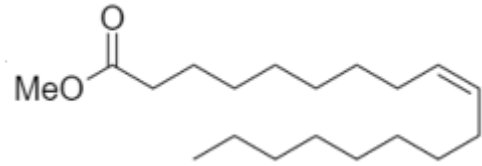


Glycerol,
MeOH, KOH

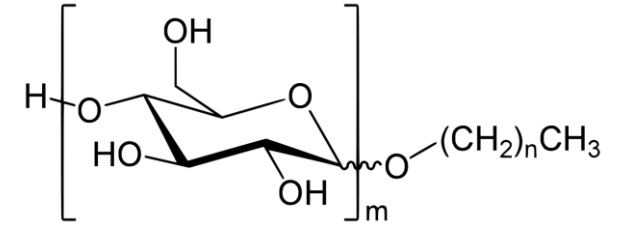
Fatty acid
methyl
ester



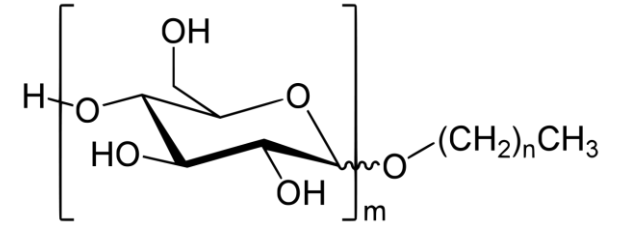
C18-SUKKER1 TENSID



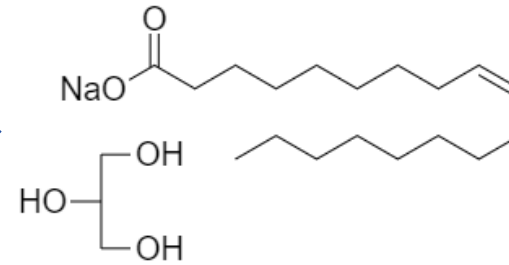
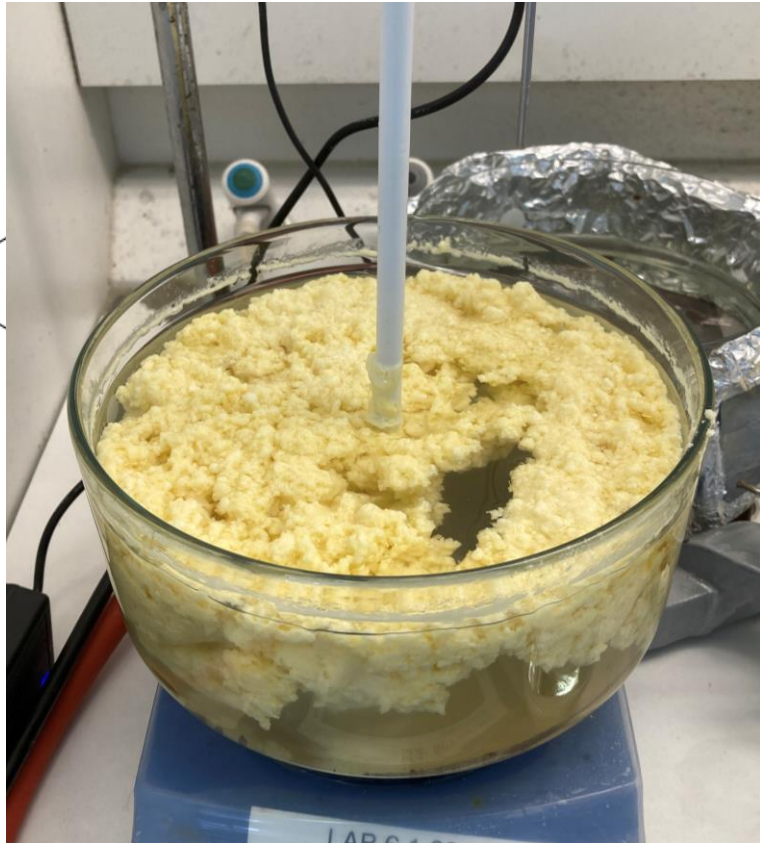
Sukker1



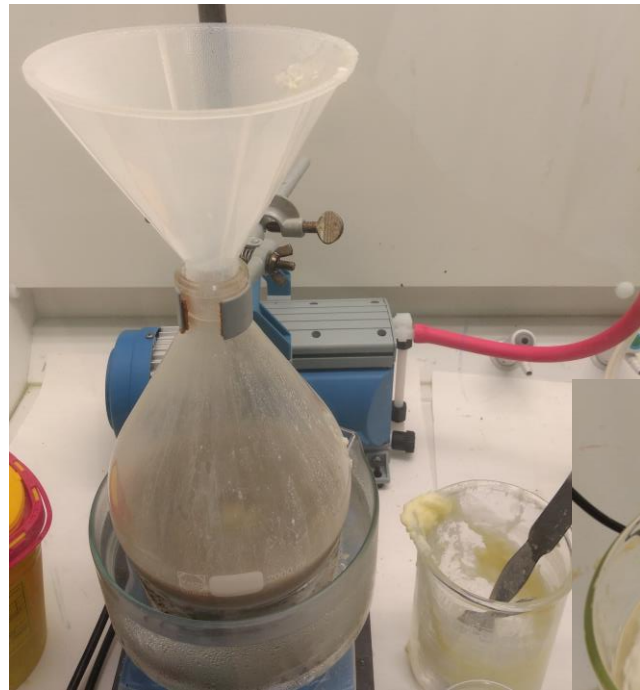
C18-SUKKER1 TENSID



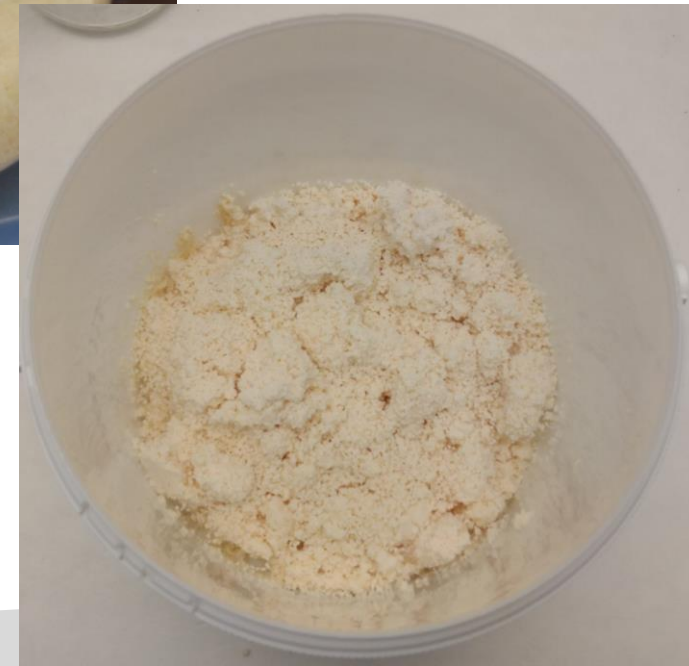
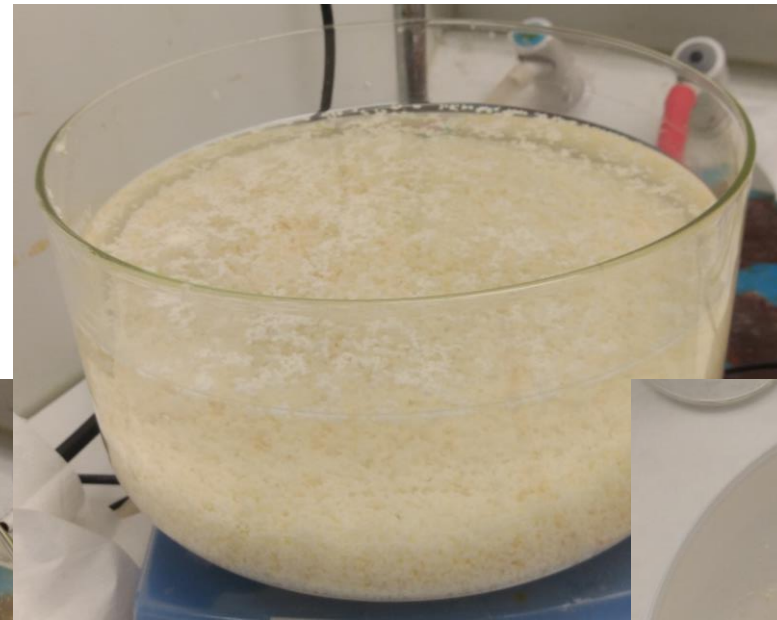
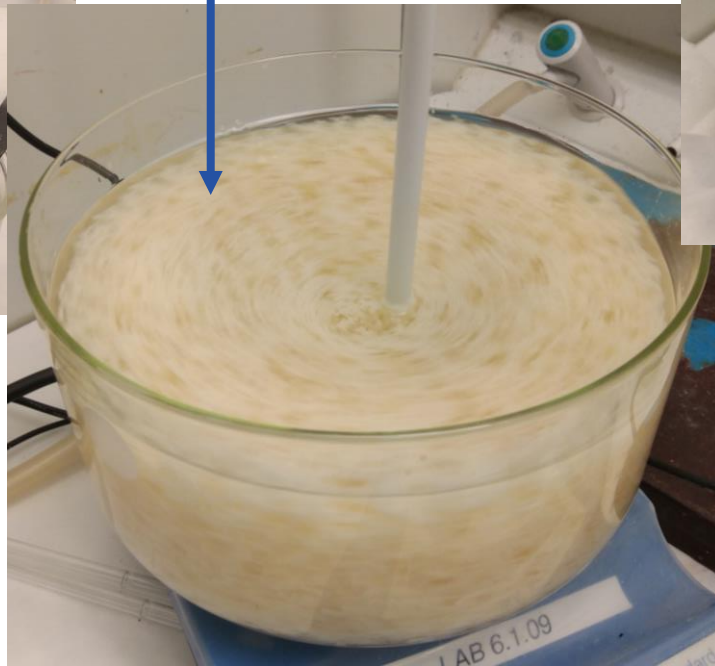
C18-SUKKER2 TENSID



C18-SUKKER2 TENSID



Sukker2

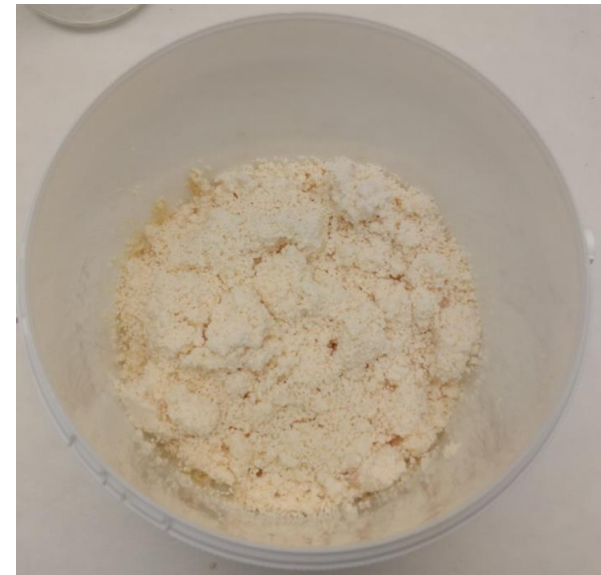


PRODUKT

C18-sukker1 tensid





C18-sukker2 tensid




Flydende vask – Wash performance according to A.I.S.E

The total performance (**Average**) of the various products are statistical evaluated in the diagram below. We use the following colours:

 The product in the column is significantly better than the product in the row

 The product in the row is significantly better than the product in the column

 No significant difference between the products

Product	Nopa Flydende Vask med almindeligt nonionisk tensid	C18-sukker1 tensid	C18-sukker2 tensid
Nopa Flydende Vask med almindeligt nonionisk tensid		4,19	2,05
C18-sukker1 tensid	4,19		5,88
C18-sukker2 tensid	2,05	5,88	



Vaskepulver – Wash performance according to A.I.S.E

The total performance (**Average**) of the various products are statistical evaluated in the diagram below. We use the following colours:



The product in the column is significantly better than the product in the row



The product in the row is significantly better than the product in the column



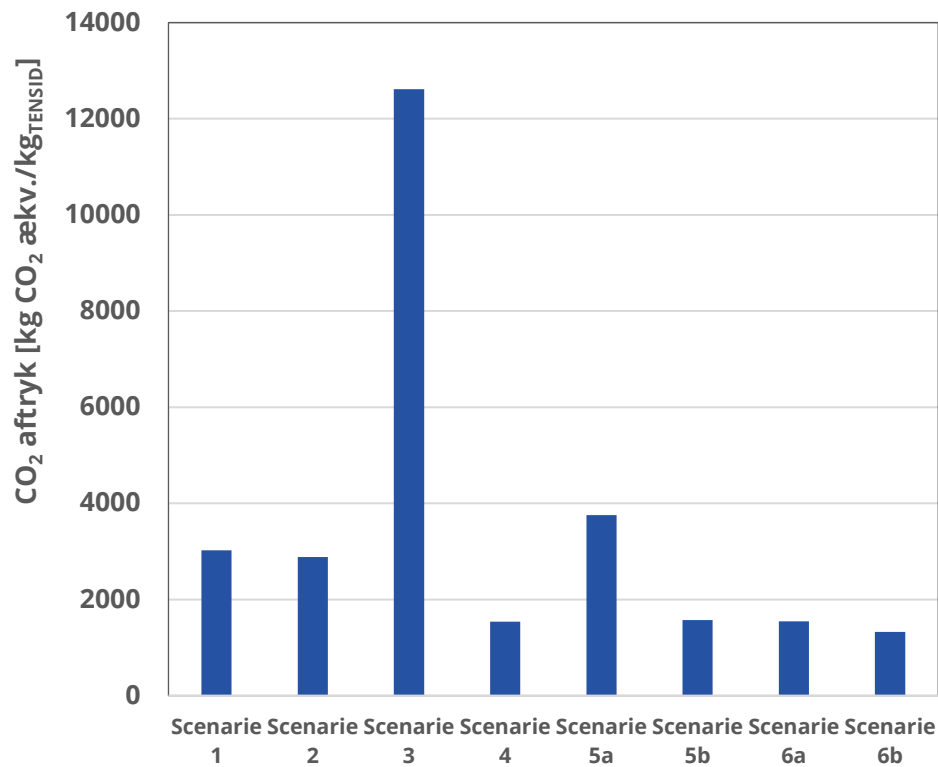
No significant difference between the products

Product	Nopa Color Vaskepulver med almindeligt nonionisk tensid	C18-sukker1 tensid	C18-sukker2 tensid
Nopa Color Vaskepulver med almindeligt nonionisk tensid		6,65	11,27
C18-sukker1 tensid	6,65		1,05
C18-sukker2 tensid	11,27	1,05	



KLIMABELASTNING (MECO)

GWP for tensidproduktion



Klimabelastning i kg CO₂ ækv./kg TENSID fra produktionen af de seks undersøgte tensider:

3021 kg CO₂ Scenario 1: Standard tensid til vaskepulver (AE3+AE7).

2881 kg CO₂ Scenario 2: Standard tensid til flydende vask produkter (AE7).

12615 kg CO₂ Scenario 3: C18-sukker2 tensid.

1543 kg CO₂ Scenario 4: C18-sukker1, methanol.

3755 kg CO₂ Scenario 5a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug.

1571 kg CO₂ Scenario 5b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe.

1546 kg CO₂ Scenario 6a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug med recirkulation.

1328 kg CO₂ Scenario 6b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe med recirkulation.





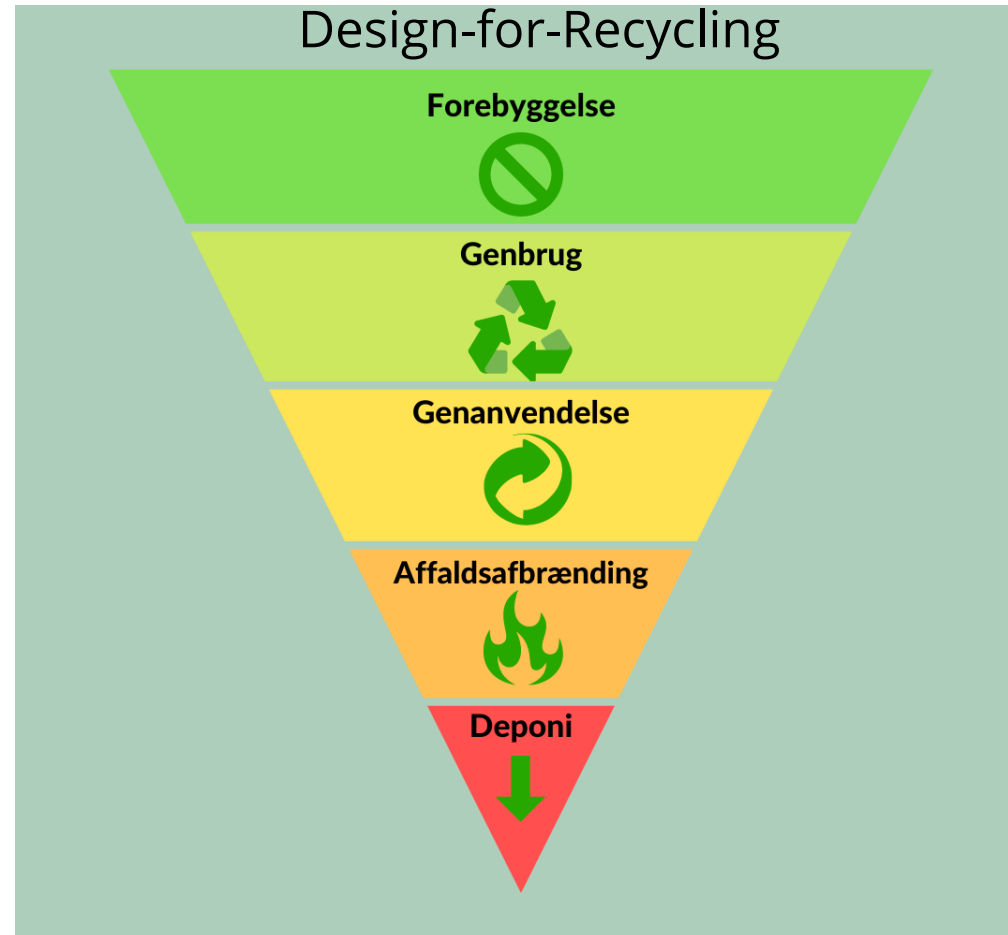
CASE 2: PLAST



VÆRDI-TREKANTEN

- Reduce
- Reuse
- Recycle

- Design-for-Recycling



DESIGN-FOR-RECYCLING

Polymer Name	POLYETHYLENE TEREPHTHALATE	HIGH-DENSITY POLYETHYLENE	POLYVINYL CHLORIDE	LOW-DENSITY POLYETHYLENE	POLYPROPYLENE	POLYSTYRENE	All other plastics, including acrylic, fiberglass, nylon, polycarbonate, and polylactic acid (a bioplastic)
--------------	----------------------------	---------------------------	--------------------	--------------------------	---------------	-------------	---



DESIGN GUIDE

Designguide

Genbrug og genanvendelse af plastemballage

- Der findes designguides til "Gør / Gør-Ikke"



FORUM FOR
CIRKULÆR
PLASTEMBALLAGE

Eksempel på designovervejelser

PE etiket – låg i PP

HDPE-flasken kan genanvendes i sig selv. PP låget følger med flasken til genanvendelse. Etiketten er af PE og kan ikke vaskes af i koldt vand. PE etiketten bliver derfor en del af emballagen/plasten og skal genanvendes med flasken. I nedenstående skema er det markeret, hvilke beslutninger der er taget for dette produkt.



		Kan genanvendes	Kan måske genanvendes	Kan ikke genanvendes
Klarhed		Transparente og lyse farver er bedst, men alle indfarvninger kan genanvendes		Carbon black sort hvis der kun bruges NIR-sortering
Hovedkomponent (beholder, bøtte, bakke, flaske, folie)	Materialer			Fyldstoffer der giver massefylde over 1 g/cm ³
	Barrierer	AlOx og SiOx coating. MXD6 med kompatibilizer	EVOH mere end 1 % af godstykkelsen	EVOH mere end 5 % af godstykkelsen
	Additiver (scavangers, antidug, antislip og lign.)			
Delkomponent	Lukninger uden print (top film, låg, forseglinger)	Plastlaminater af PP og PE	Dele af hovedkomponenten, der ikke klæber til PE, aluminium, papir eller andet	Dele af hovedkomponenten, der klæber til PE, aluminium, papir eller andet
	Lukninger med print (top film, låg, forseglinger)	Plastlaminater af PP og PE	Dele af hovedkomponenten, der ikke klæber til PE, aluminium, papir eller andet	Dele af hovedkomponenten, der klæber til PE, aluminium, papir eller andet
	Kapsler og låg	Monoplast uden mineralfyld PP og PE anbefales		Alle andre materialer, der ikke adskilles fra emballagen ved grov neddeling/kværn
Direkte tryk på hovedkomponenter	Direkte tryk og In-Mold-Label i PE		IML af andet end PE, der ikke vaskes af i koldt vand	
Etiketter (klæbestof, hovedmateriale og trykfarver)	Selvklebende labels i PE	Dele af hovedkomponenten, der ikke klæber til PE, aluminium, papir eller andet end PE	Labels i PET, papir og pap, der ikke vaskes af i koldt vand. Labels der skærmer for NIR-sortering. PVC labels	
Klæberfri dekorationsmaterialer (stræksleeves, krympesleeves, stræketiketter og papsvøb)	Dekoration som kan sorteres efter neddeling Dekoration som fjernes af slutbruger	Dækkende overflader der skærmer for NIR-sortering inden grov neddeling	PVC	
Tømning	Emballagen er naturlig tom efter brug, kan vaskes i koldt vand	Er besværlig at tømme og kan ikke vaskes i koldt vand	Kan ikke tømmes eller vaskes	
Kombination af materialer ifm. emballageløsning	PP komponenter		Alle andre materialer, der ikke adskilles fra emballagen ved grov neddeling/kværn	
Andet (indlæg, pads, etc.)	Monoplast uden mineral fyld, der nemt kan separeres eller adskilles af forbruger		Alle andre materialer, der ikke adskilles fra emballagen ved grov neddeling/kværn	

BIO-PLAST

Bionedbrydelig plast

Denne type plast kan fremstilles af biomasse, olie/gas eller en blanding heraf og kan ikke genanvendes sammen med øvrig plast. Den **bionedbrydelige** plast kan nedbrydes af mikroorganismer (bakterier eller svampe) og blive til vand, biomasse, CO₂ og/eller metan.

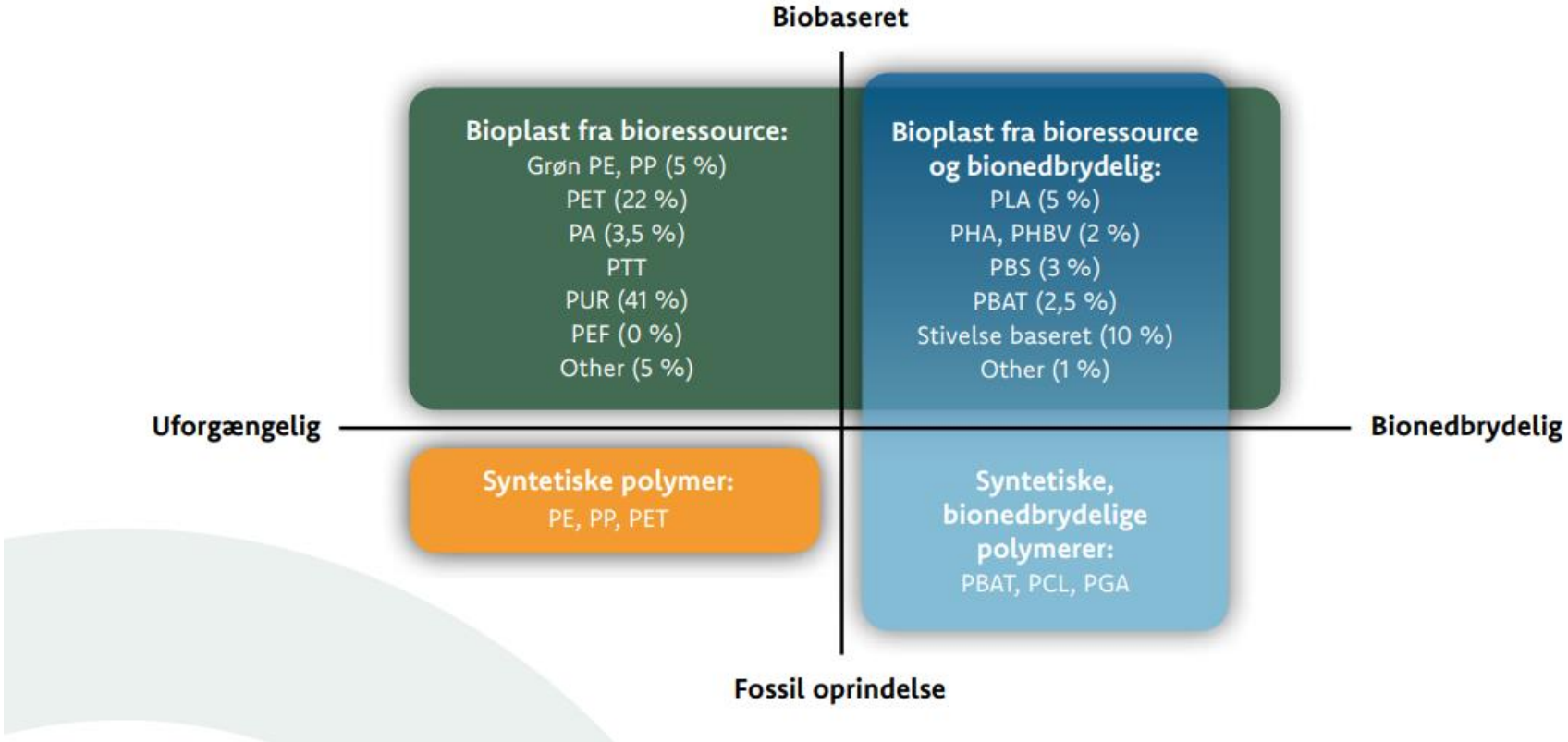
Biobaseret plast

Mange plasttyper kan laves af biomasse. **Biobaseret** plast er typisk fremstillet af f.eks. sukkerroer, sukkerrør, majs og/eller cellulose. **Biobaseret** plast kan også fremstilles af restprodukter fra landbrugsproduktion, men dette sker på nuværende tidspunkt kun i meget begrænset omfang. **Biobaseret** plast kan genbruges og genanvendes sammen med traditionel plast i den samme type.

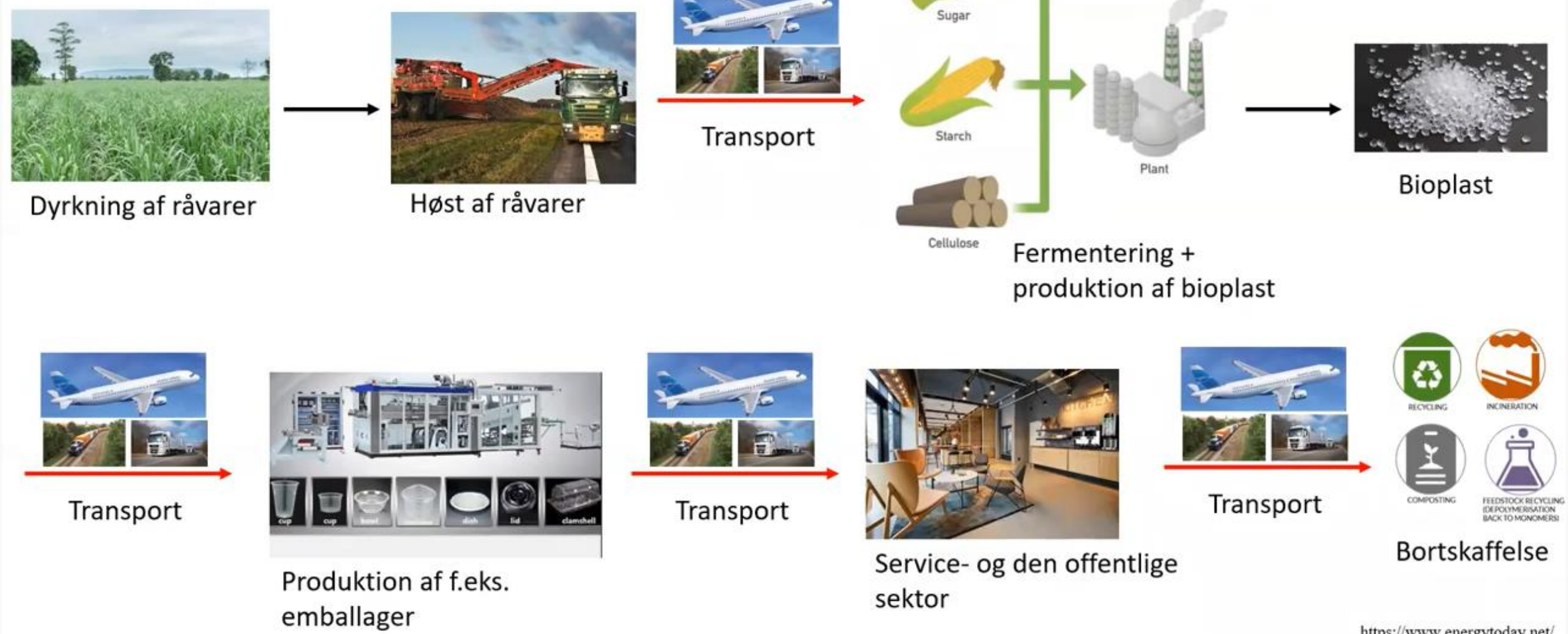


BIO-PLAST

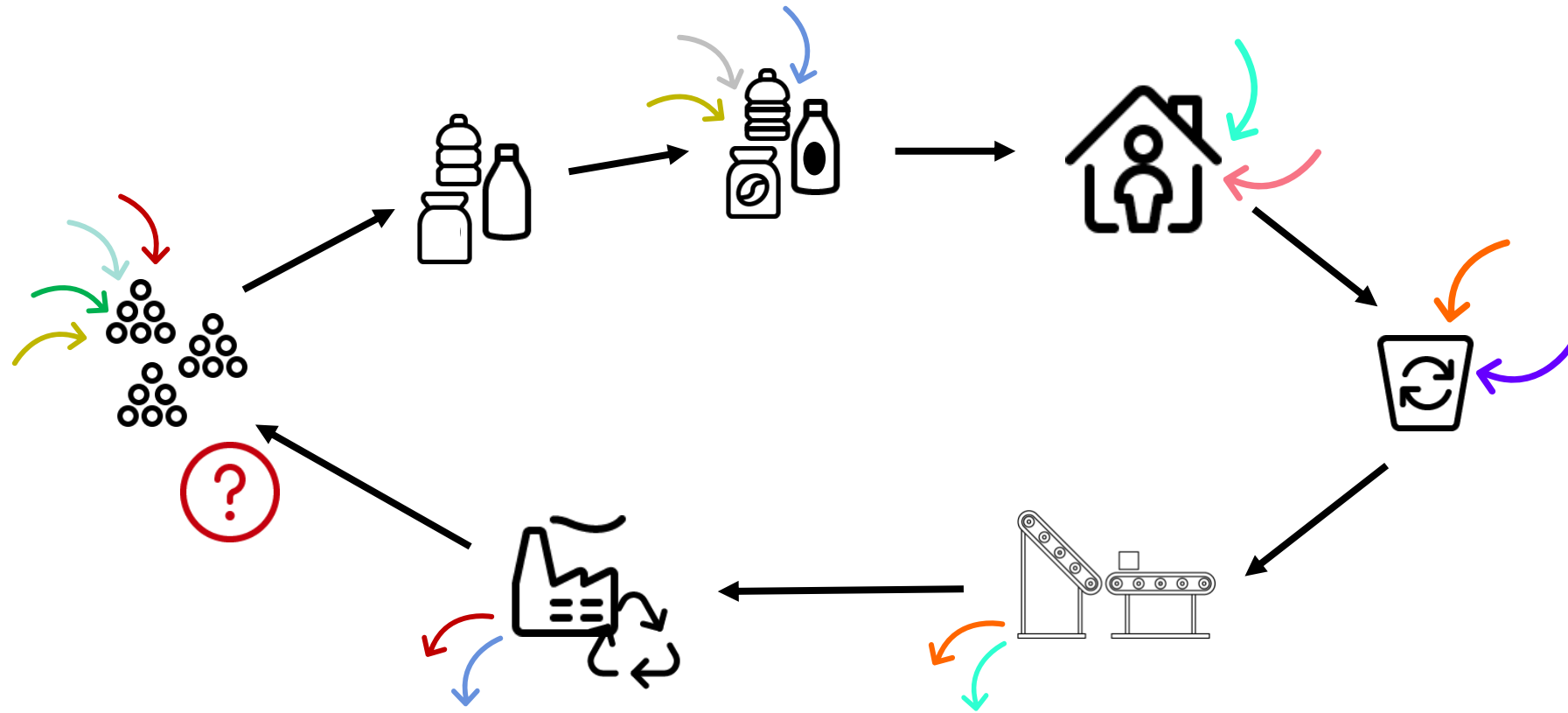
Bioplast og bionedbrydelig plast



LCA analyse

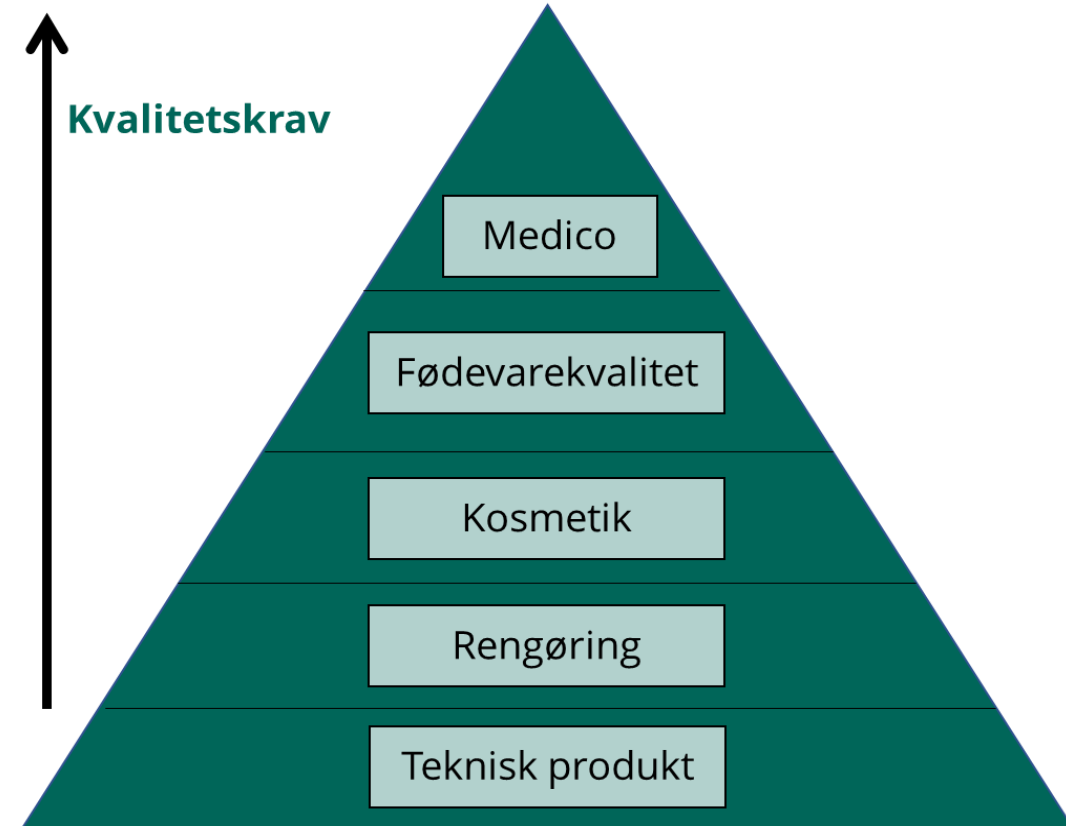


RENHEDSKRAV - KVALITETER

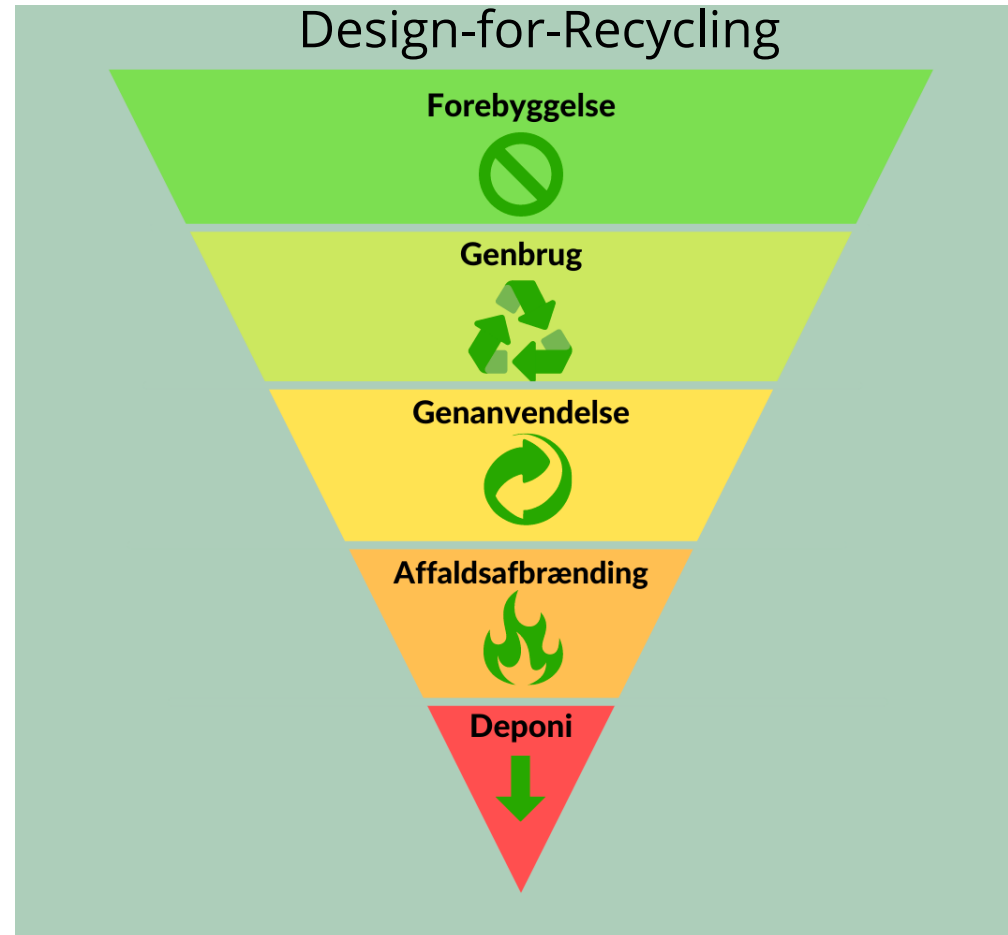


RENHEDSKRAV OG KVALITETEN AF RENGØRINGSPLAST

- Kvalitet er forbundet med risiko for eksponering
 - Rengøring er indirekte, du bliver kun eksponeret ved berøring
 - Kosmetik tilsættes hud – dvs. længere kontakttid
 - Fødevarer indtages
 - Medico injiceres
- Rengøringsbranchen bruger høj grad HDPE
- Grundet "lave krav" så findes der en stor mængde egnet genanvendt materiale



VÆRDI-TREKANTEN



GENBRUG

REUSE – Genbrug af emballage

Genbrug af en emballage betyder, at emballagen ikke ændrer form eller struktur, men blot anvendes igen som den er – oftest med en form for vask.

Formålet med følgende afsnit er at beskrive, hvordan forretningsmodeller for genbrug kan anvendes samt hvilke overvejelser, der skal gøres i forbindelse med disse. Således kan du træffe en beslutning om design til genbrug på et oplyst grundlag.





TEKNOLOGISK
INSTITUT

CASE 3: MICROFIBERKLUDE I KREDSLØB



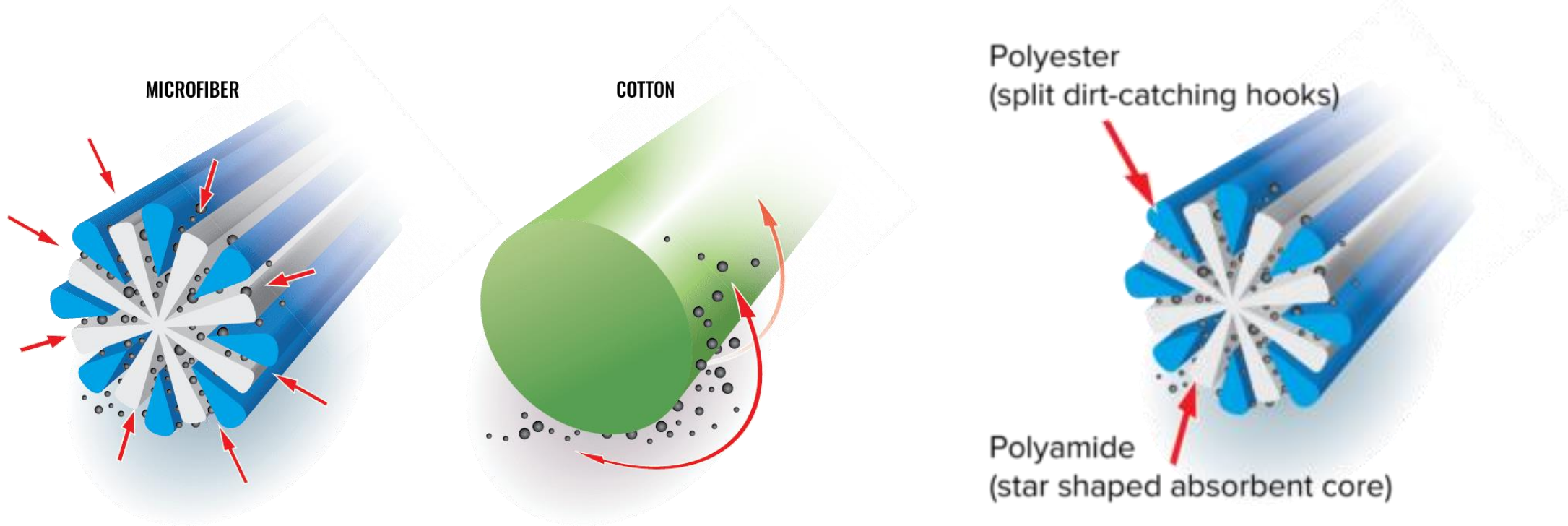
MIKROFIBER KLUDE

- Mikrofiber klude gemmer snavs i sine fibre, som kan vaskes ud senere
- Microfiber er typisk lavet af 70% **polyester** og 30% **polyamider**, bundet sammen til fibre, som er splittet 16 gange i trekantede tråde. Trådene er tyndere end en hundrededel af et menneskehår.



MIKROFIBER KLUDE

- En magnet for snavs



...OG SÅ BLEV MAN SNYDT

Hvad indeholde en moppe der hedder 70% polyester
30% polyamide?

- Polyester/polyamid blend
- Tråd til sygning. Polypropylene.
- Mærkater Polyamide
- Midte – muligvis Polyurethane



AFFALDSHIERAKI

Fordele:

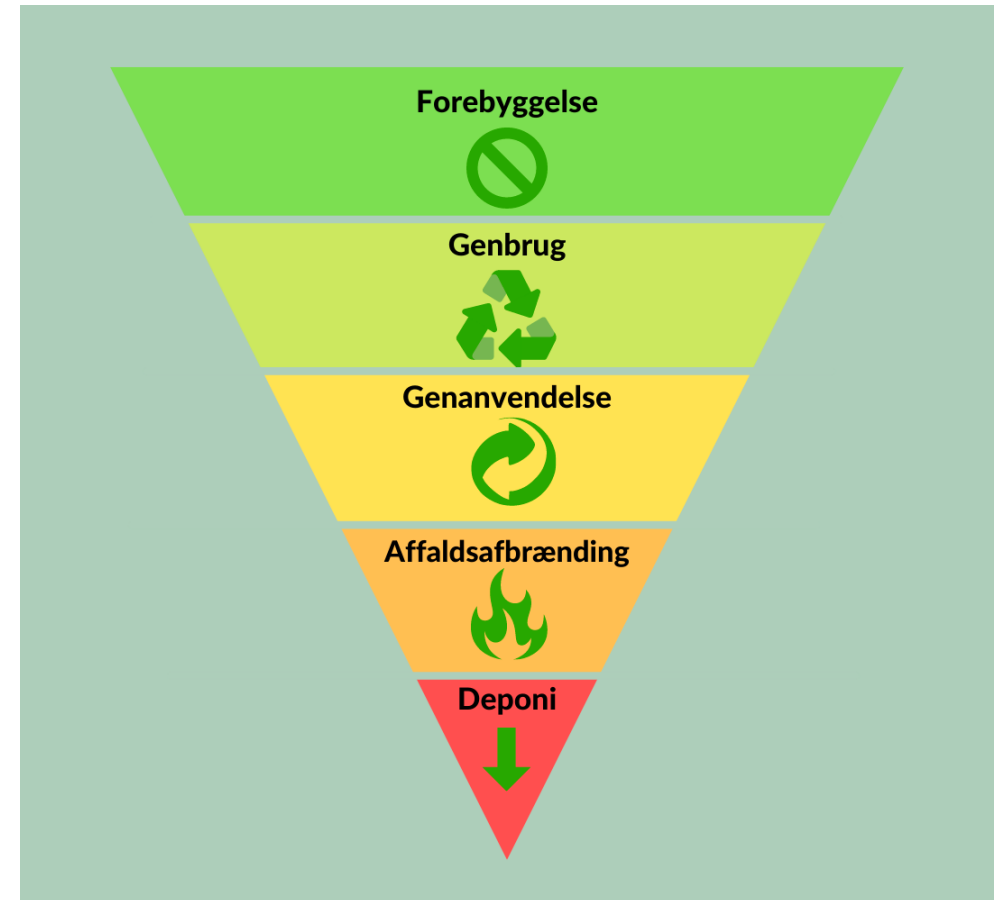
- Eliminere/reducere brug af kemi
- Kan holde til mange vaske

Krav til genanvendelse:

- Monomateriale (Nylon, polyester, etc.) kan genanvendes med omsmelting til nye produkter.
- Blandingsmaterialer kan ikke genanvendes ved omsmelting

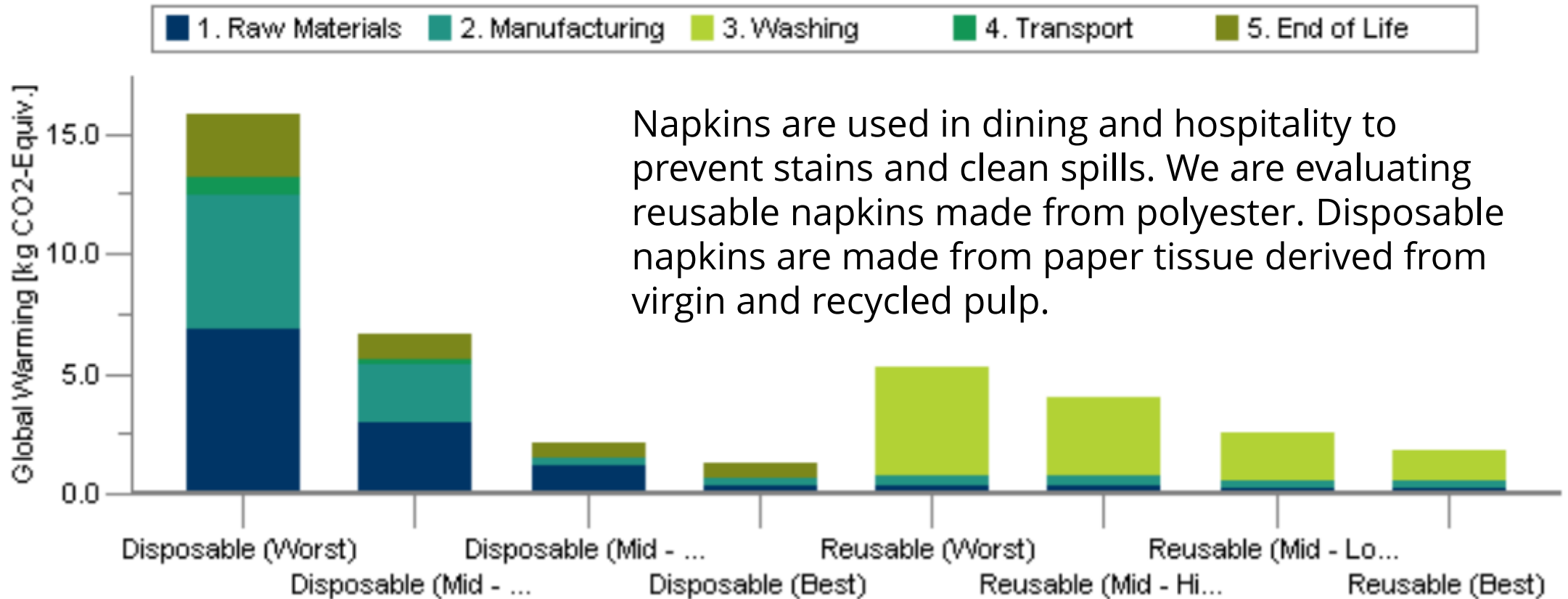
Alternativer?

- Fiber-til-fiber genanvendelse er et nyt felt.



LCA

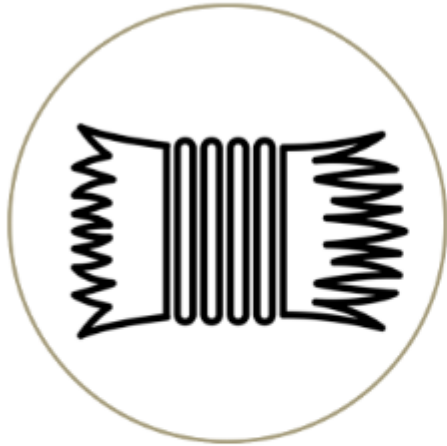
Napkins



Napkins are used in dining and hospitality to prevent stains and clean spills. We are evaluating reusable napkins made from polyester. Disposable napkins are made from paper tissue derived from virgin and recycled pulp.



FIBER-TIL-FIBER GENANVENDELSE



Shredding

Raw material is shredded down to a basic fiber or granulate



Mixing

Fiber or granulate is mixed to a composite



Cafting

Composite is made into a non-woven mat



Finishing

Mat is pressed into finished or semi-finished product



FIBER-TIL-FIBER GENANVENDELSE



FIBER TIL FIBER GENANVENDELSE

- Etableret for nogle fibertyper (bomuld)
- Kan tillade blandingsmaterialer – når de er ens
- Mangler volumen
- Kan fås i alle farver så længe det er brunt

- Skal vaskes grundigt
 - Kemikalier og snavs kan ødelægge processen
 - Hvor meget fiber uld kan vi bruge og hvem er villig til at bruge det?



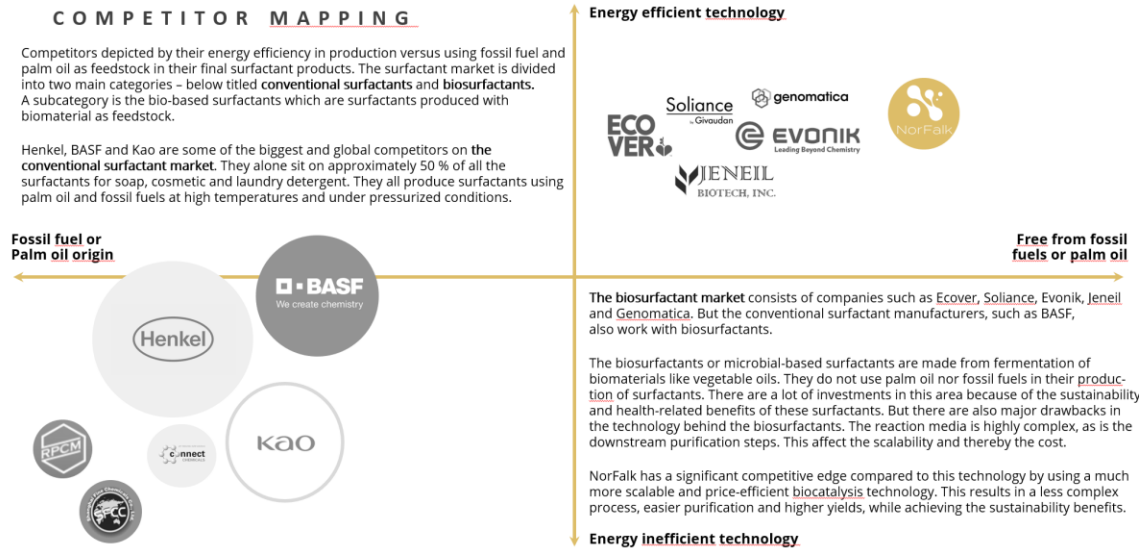
KONKLUSION

- Vi har midlerne og værktøjerne til at sammenligne løsninger i 'hvor bæredygtigt er det?'
- Bæredygtighed er komplekst, der er mange variabler og mange ting at tage højde for, også det uforudsete
 - People, planet, profit
 - Reduce, reuse, recycle
 - Design for recycling
- Kompromiser bliver fremtiden
 - Tænk som en iværksætter
- Bæredygtig omstilling er en omstilling
 - Der sker ikke noget "af sig selv"



NORFALK

- Biologi som værktøj
- Bio-baseret og -nedbrydelige surfactanter





SUS

Tilmelding til Mette Markussen mm@sus-udd.dk
senest den 20. september 2023.

Kursus

"Kemien bag rengøringsmidler"

onsdag den 4. oktober 2023,
kl. 9.30 – 16.00

på

Konferencecenter
Severin i Middelfart

Hvad er det egentlig, der får rengøringsmidler til at virke, som de gør? Og hvordan kan midlerne påvirke miljø og mennesker – og hvordan?

Kom på kurset *Kemien bag rengøringsmidler* og få en dyb forståelse af koblingen mellem rengøringsmidlers kemiske sammensætning og deres virkemåde – og bliv samtidig klogere på miljøpåvirkninger og fremtidens rengøringsmidler ved underviser Alexander Sandahl, [PhD](#) i kemi fra Aarhus Universitet.

Formål

Formålet med kurset er at give en dybere forståelse af kemien bag rengøringsmidler og gøre dig i stand til at videreformidle din viden som underviser.

Indhold

- Typer af rengøringsmidler herunder [tensider](#), syrer og baser
- Typer af snavs og overflader med fokus på forståelse af interaktioner
- Opløselighed herunder opløselighedsparametre, emulsioner og mekanismer for opløsning
- Vigtige parametre såsom pH, temperatur, koncentrationer og hvordan disse spiller ind på performance-vinduet
- Kategorisering – fareklassificering og miljøpåvirkning
- Fremtiden for rengøringsmidler herunder nyeste trends inden for rengøringsmidler

Introduktion af underviser

Underviser på kurset er konsulent og ph.d. i kemi og nanoscience Alexander Sandahl. Alexander har praktisk erfaring med udvikling og produktion af vaskemidler og har dyb indsigt i rengøringskemi.

Udbytte

- Alment kendskab til grundlæggende kemiske begreberne
- Viden om overflader og interaktioner mellem snavs og vaskeaktive stoffer
- Forståelse af rengøringsmidlernes kemiske virkemåde
- Forståelse af miljøpåvirkning og fareklassificering af rengøringsmidler
- Indsigt i trends og fremtidens bæredygtige rengøringsmidler