

Bilag 2 Baggrund for lav- og mellemtemperaturprocesser

Baggrundsnotat for Grøn Industrianalyse

Kontor/afdeling

Center for Energieffektivisering

Dato

17-08-2021

J nr. 2021 - 491

/CHVA

Indledning

Dette bilag er et baggrundsdokument for Grøn Industrianalyse. Bilaget er udarbejdet af Viegand og Maagøe A/S, og fremsatte vurderinger er Viegand Maagøes egne hvis ikke andet fremgår.

Energistyrelsen har af hensyn til offentlig fremstilling af bilaget bortredigeret følgende fra det originale notat fra Viegand og Maagøe A/S:

- Uddrag fra Energistyrelsens spørgeskemaundersøgelse, der indeholdt fortrolige virksomhedsoplysninger.

I bilaget forekommer fortsat benævnelse af spørgeskemaundersøgelsen, idet denne har været baggrundsmateriale for arbejdet med bilaget.

Notat – Bilag 2

Projekt: Energistyrelsen
Emne: Grøn Industrianalyse – Lav- og mellemtemperaturprocesser
Dato: 30.08.2021

1 Indledning

Energistyrelsen er i foråret 2021 påbegyndt arbejder med at vurdere, hvordan de "vanskelige" dele af industriens fossile energiforbrug kan omstilles. Analysen er delt i fire delanalyser, og beskæftiger sig med omstilling af forbruget til Højtemperaturprocesser, Mellem- og lavtemperaturprocesser, Raffinaderier og til Intern transport. De fire analyser er udarbejdet hver for sig, og rapporteret i fire selvstændige notater.

Dette notat er således en del af den samlede analyse og afdækker muligheder og barrierer for omstilling af det fossile energiforbrug i industriens "lav- og mellemtemperaturprocesser".

Analysen er gennemført af Viegand Maagøe og har omfattet kortlægning af nuværende teknologier og anvendelsesområder med afdækning af muligheder for CO₂-reduktioner og barrierer herfor. Analysen bygger på et omfattende litteraturstudie samt en spørgeskemaundersøgelse hos udvalgte virksomheder og interview med 24 interessenter (virksomheder, rådgivere og leverandører). Endelig danner Viegand Maagøes mangeårige erfaring med energiarbejde i industrien rammen for vurdering og tilrettelæggelse af analysen. Wilke A/S har bistået i arbejde med tilrettelæggelse og gennemførelse af interview. Spørgeguiden hertil er udarbejdet i samarbejde mellem de to partnere. Litteraturstudie og interviews er gennemført i perioden maj-juli 2021. Spørgeskemaundersøgelsen er gennemført af Energistyrelsen i foråret 2021.

Der har været en løbende dialog med Energistyrelsen undervejs i arbejdet med analysen.

En stor del af erhvervslivets energiforbrug finder sted i anlæg og processer, som kan karakteriseres som "højtemperaturprocesser", altså hvor fremstillingsprocessen foregår ved temperaturer over 150°C. Men også anlæg og processer ved lavere temperaturniveauer, under 150°C, som i nærværende sammenhæng betegnes som "lav- og mellemtemperaturprocesser", har væsentlige barrierer ift. en sådan omstilling.

Analyserne har først og fremmest omhandlet muligheder for grøn omstilling af lav- og mellemtemperaturprocesserne gennem elektrificering eller konvertering til biogas/ledningsgas eller andre alternative brændsler, men har også vurderet tilgrænsende aktiviteter, først og fremmest energieffektivisering.

Nærværende notat sammenfatter analysen for lav- og mellemtemperaturområdet i industrien, og de bagvedliggende arbejder er medtaget som følgende bilag:

- Bilag A: Teknologioversigt
- [Bortredigeret af ENS] Bilag B: Uddrag af Energistrelsens spørgeskemaundersøgelse (lav- og mellemtemperatur)
- Bilag C: Sammenfatning af interviews, udarbejdet af Wilke

2 Lav- og mellemtemperatur processers energiforbrug

Overordnet er lav- og mellemtemperatur processer et bredt og mangefacetteret område, som dækker over mange anvendelsesformål og teknologier, herunder:

- Tørreanlæg
- Inddampningsprocesser
- Destillation
- Sterilisering og CIP

- Opvarmning/kogning
- Øvrige anvendelser

De enkelte teknologier er beskrevet mere uddybende i bilag A.

Set ift. tidligere erhvervskortlægninger¹ og teknologikataloger² udarbejdet af Energistyrelsen dækker højtemperaturprocesser over følgende slutanvendelser:

Slutanvendelse	Andel af fremstillingsindustriens termiske energiforbrug (%)	Andel af fremstillingsindustriens elektriske energiforbrug (%)
Opvarmning/kogning	21,6	0,9
Tørring	19,2	1,5
Inddampning	6,7	0,3
Destillation	3,4	-
Anden procesvarme op til 150°C	2,1	0,1

Tabel 1. Energiforbrug til slutanvendelser vedr. lav- og mellemtemperaturprocesser

Slutanvendelserne i tabel 1 dækker over en række forskellige processer:

- Opvarmning/kogning omfatter således pasteurisering, blanchering, ekstraktion, sterilisering, rengøring og CIP (Cleaning in Place), vask og varmholdelse af tanke.
- Tørring omfatter udover regulær tørring af produkter også bagning og stegning m.m.
- Inddampning omfatter udover traditionel inddampning også deodorisering af olier.

Der er tale om væsentlige energiforbrug til disse områder – i alt op mod 50% af fremstillingsindustriens termiske energiforbrug. Til gengæld er omfanget af procesemissioner begrænsede sammenlignet med højtemperaturområdet.

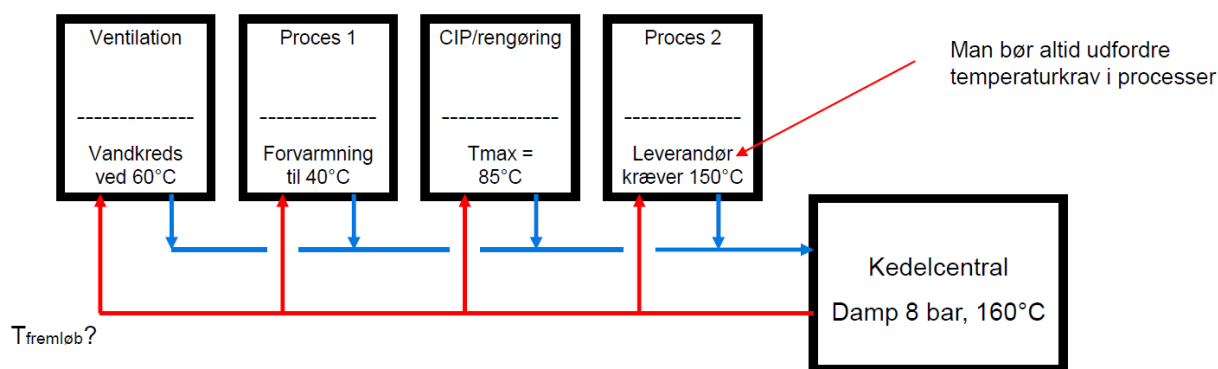
CO₂-mæssigt spiller lav- og mellemtemperatur processer en relativt mindre rolle end højtemperaturprocesserne, først og fremmest fordi processerne typisk er opvarmet med naturgas, hvor mange højtemperaturprocesser til sammenligning er opvarmet med kul, og derfor har relativt højere emissioner per forbrukt kWh.

Temperaturmæssigt er der stor forskel på slutanvendelserne og de enkelte delprocesser under hver af disse, og generelt er energibehovet i virksomheder med lav- og mellemtemperaturprocesser langt mere sammensat end i virksomhederne med højtemperaturprocesser, der typisk finder sted i én stor energitung proces.

Det er således typisk for virksomheder med lav-temperaturprocesserne, at energibehovet er fordelt på mange slutanvendelser dækket af et fælles forsyningsnet, som illustreret i figur 1 nedenfor.

¹ Energistyrelsens erhvervskortlægning: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/kortlaegning_energiforbrug_virksomheder.pdf

² <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-procesvarme-og-carbon>



Figur 1. Princip for varmforsyning i virksomhed med lav- og mellemtemperatur processer

Det er således almindeligt, at varmforsyningen er fælles på tværs af processer og anlæg i virksomhederne, og at en enkelt proces er udslagsgivende for den valgte forsyning. I eksemplet i figur 1 sker dampforsyning ved 160°C, da en enkelt proces stiller krav om opvarmning til 150°C.

På tværs af brancher vil man se forskellige temperaturbehov som illustreret i tabel 2 nedenfor

Brancher	Andel af proces <150 grader	Andel af proces <100 grader (%)	Andel af proces <80 grader (%)	Andel af proces <60 grader (%)
Slagterier	88%	80%	65%	40%
Fiskeindustri	100%	80%	65%	40%
Mejerier	100%	70%	55%	35%
Bagerier, b rødfabrikker	100%	40%	35%	20%
Anden fødevarer industri	98%	70%	55%	35%
Drikkevarer industri	100%	70%	55%	35%
Tobaks industri	92%	90%	75%	45%
Tekstil og læder industri	100%	70%	55%	35%
Træindustri	98%	90%	75%	45%
Papirindustri	100%	40%	20%	20%
Trykkerier mv	100%	80%	40%	40%
Kemisk industri	99%	40%	35%	20%
Medicinalindustri	100%	60%	50%	30%
Plast- og gummiindustri	78%	50%	40%	25%
Glas-, cement- og betonindustri	63%	10%	5%	5%
Metalindustri	62%	10%	10%	5%
Elektronikindustri	95%	80%	65%	40%
Fremstil. af elektrisk udstyr	99%	80%	65%	40%
Maskinindustri	99%	50%	40%	25%
Transportmiddelindustri	95%	50%	40%	25%
Møbel og andenindustri	98%	70%	55%	35%
Byggeri og anlæg	100%	50%	40%	25%
Handel og service	100%	50%	40%	25%

Tabel 2. Temperaturkrav og fordeling af energibehov i forskellige sektorer. Oversigten er udarbejdet af Viegand Maagøe for Dansk Fjernvarme i projektet "Fjernvarme til proces" (2019).

I visse sektorer anvendes af forskellige årsager direkte fyring af energi ind i processen, for eksempel i tørringsanlæg. En sådan "direkte fyring" skyldes typisk spørgsmål om effektivitet, simpel installation, tradition m.m., men ikke egentlige proceskrav. En undtagelse herfor er gartnerier, som har gavn af den direkte tilførsel af CO₂ til væksthuse.

3 Grøn omstilling af lav- og mellemtemperatur processer

Overordnet set pågår der omfattende aktiviteter i erhvervslivet ift. at omstille fremstillingsindustriens lav- og mellemtemperaturprocesser til mere bæredygtig energiforsyning, se blandt andet udsagn fra Energistyrelsens spørgeske-maundersøgelse i bilag B.

Generelt kan indsatsen opdeles i følgende kategorier:

- Elektrificering
- Biogas/ledningsgas og alternative brændsler
- Energieffektivisering

Indsatsen ansføres af virksomhedernes CSR-politik og en generel tendens til, at der i B2B-markedet såvel som hos forbrugere (B2C) er stigende interesse for CO₂-neutrale produkter. Da de fleste virksomheder arbejder med Scope 1 og 2 under GHG-protokollen, så handler CO₂-neutralitet stort set alene om energiforbrug³.

Således fremhæver de fleste virksomheder, at der arbejdes indgående med energieffektivisering, hvilket blandt andet bunder i, at mange større danske produktionsvirksomheder har deltaget i Energistyrelsens aftaleordning siden 1990'erne. På trods heraf ses der fortsat at effektiviseringspotentialer, blandt andet i forbindelse med varmegenvinding og integration af varmepumper i forsyningsstrukturerne, som er et nyt indsatsområde, som gradvist er under udvikling disse år.

Videre anfører mange virksomheder, at de arbejder med elektrificering på flere fronter:

- Etablering af elkedler. Dette bl.a. fordi Energinet til og med 2021 har attraktive afregningsvilkår for elkedler driftet under forskellige "systemydelser" (frekvensstabilisering eller overløbsstrøm)
- Varmepumper til forskellige formål decentralt på enkeltprocesser eller centralt som integreret i energiforsyningen på tværs af slutanvendelser.

Ifølge biogas/ledningsgas og biomasse er der noget mindre interesse blandt lav- og mellemtemperatur-virksomhederne, end der er blandt højtemperaturvirksomhederne. Det skyldes først og fremmest, at elektrificering med varmepumper ses som en effektivisering, som kan sikre konkurrencedygtige varmepriser. Desuden forventes kommende varmepumpeteknologier at kunne dække mange anvendelsesformål i virksomhederne pga. processernes lavere temperaturer end i højtemperaturvirksomhederne.

Samlet set er der et ubegrænset teknisk potentiale for at omstille lav- og mellemtemperatur processer enten til elektricitet eller ledningsgas.

Det gælder også de direkte fyrede processer, hvor der i princippet blot kan cirkuleres opvarmet luft i stedet for røggas fra en forbrænding.

Det bemærkes, at visse processer, for eksempel visse inddamperanlæg, i dag drives ved høje temperaturer (>150°C) for at opnå høj effektivitet (mange trin), og at omlægning til lavere temperaturer, for at integrere varmepumper i energiforsyningen, risikerer at forringe processernes effektivitet. Det skal desuden bemærkes, at inddamper-, destillations- og tørreanlæg ofte er stærkt integrerede løsninger med udveksling af spildvarme mellem processerne, hvorfor omlægning af enkeltprocesser kan have konsekvenser for de øvrige procesanlæg og virksomhedernes samlede energibalance.

4 Barrierer ift. omstilling af lav- og mellemtemperatur processer

Det er gennem interviews, litteratursøgning og analyser afdækket en række barrierer ift. omstilling af lav- og mellemtemperatur processer til mere bæredygtig energiforsyning. Barriererne er kategoriseret som følger:

³ Under GHG-protokollens rapporteringsformater gælder følgende definitioner:

- Scope 1: Egen afbrænding af energi (olie, gas, benzin m.m.)
- Scope 2: Import af energi (elektricitet, fjernvarme)
- Scope 3: Råvarer og affaldsstrømme m.m.

- Tekniske barrierer
- Økonomiske barrierer
- Juridiske barrierer
- Videnskabelige barrierer

Disse barrierer beskrives i det følgende for hvert af indsatsområderne elektrificering, biogas/ledningsgas og alternative brændsler samt energieffektivisering.

4.1 Barrierer ift. elektrificering

Ift. omstilling ved **elektrificering** har virksomhederne gennem interviews og spørgeskemaundersøgelse tilkendegivet en række barrierer.

4.1.1 Tekniske barrierer

Ift. tekniske barrierer skal det først og fremmest nævnes, at nuværende varmforsyningsstrukturer i virksomhederne med damp som varmemedie, se figur 1 ovenfor, er en generel udfordring for varmepumpeanlæg. Måske ikke reelt teknisk, men det er dyrt og teknisk besværligt at omlægge energiforsyning fra damp til varmt vand, som muliggør varmepumpedrift, da der både skal etableres nye (og større) varmevekslere i processen og trækkes nye rørnet som erstatning for eller supplement til den eksisterende forsyningsstruktur⁴.

Ofte kan integration af varmepumper i processer som inddampere og destillationsanlæg også kræve væsentlige ombygninger af disse, hvilket ligeledes kan være kompliceret og investeringstungt. Desuden kræver sådanne investeringer ofte også andre fordele end alene grøn omstilling for at kunne betale sig, for eksempel kapacitetsforøgelse, bedre produktkvalitet m.m.

Endelig nævnes mangel på højtemperaturvarmepumper som en teknisk barriere. Elkedler vil i modsætning til varmepumper umiddelbart kunne dække alle proces- og dampbehov i virksomheder med lav- og mellemtemperaturprocesser.

En enkelt virksomhed anfører i Wilkes interviews, se bilag C, nervøsiteten ved om en omstilling fra dampforsyning til vandbaseret opvarmning (ved anvendelse af varmepumper) vil reducere proceshastighed/kapacitet pga. dårligere varmeovergang, hvilket kan kræve større og dyre ombygninger af procesanlægget. Denne problemstilling angår først og fremmest lav- og mellemtemperaturprocesser og ikke højtemperaturprocesser. En anden virksomhed anfører, at en elopvarmet proces kan være sværere at styre, hvilke kan forringe produktkvaliteten. Det er uklart om disse tilbagemeldinger bygger på en specifik teknisk erfaring, eller bunder i manglende erfaring med nye løsninger.

4.1.2 Økonomiske barrierer

Ift. elektrificering er det et gennemgående problem, at elektricitet er dyrere end den naturgas virksomhederne typisk anvender i dag, se tabel 3 nedenfor.

Energiart	Pris excl. CO2-afgift (kr./kWh)	CO2-afgift (kr./kWh)	Pris incl. CO2-afgift (kr./kWh)
Stenkul og koks	0,12	0,06	0,18
Naturgas	0,25	0,04	0,29
Elektricitet	0,50	-	0,50
Fuelolie	0,35	0,05	0,40
Træflis	0,17	-	0,17

⁴ Dette gælder ikke specifikt for de egentlige højtemperaturprocesser, der typisk er individuelt forsynede og ikke dækket via centrale forsyningsnet. Det er værd at bemærke, at mange virksomheder, for eksempel Arla Foods og CP Kelco, er langt i processen med at etablere lav-temperaturforsyningsnet for at muliggøre elektrificering med varmepumper. Nøglen til disse projekter er at kombinere energieffektivisering og elektrificering, hvor den opnåede effektivisering er med til at finansiere investeringerne i en relativt dyr elektrificering.

Tabel 3. Typiske energipriser i erhvervslivet incl. CO₂-afgifter men excl. NO_x og svovlafgifter som anvendt i Viegand Maagøes industrirådgivning. Priser passer nogenlunde med Energistyrelsens energiprisstatistik, se <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/energipriser-og-afgifter>

Det ses af tabel 3, at specielt en 1:1-elektrificering har store driftsøkonomiske barrierer, da elektricitet er betydeligt dyrere end kul og naturgas, hvorfor eventuelle investeringer ved at omstille til elektricitet aldrig vil kunne tjene sig hjem i form af umiddelbare driftsøkonomiske besparelser.

Dette kan i et vist omfang imødegås med anvendelse af varmepumper, hvor effektfaktoren (typisk en COP på 3-4) samlet set resulterer i en lavere varmepris, men her er barriererne så:

- Investeringsniveauet – kan det betale sig?
- Temperaturbegrænsninger – hvor meget kan dækkes med kendt teknologi?
- Forsyningsstrukturer skal omlægges – hvilket er dyrt og besværligt⁵

I tilknytning til de økonomiske barrierer skal det nævnes, at mange virksomheder anfører, at omkostningerne ved elektrificering i vid udstrækning er betinget af tilslutning af ny elkapacitet.

Fremføring af større elforsyningskapacitet til virksomhederne og etablering af transformatorer kan således være meget omkostningstungt⁶, hvilket virksomhederne skal betale.⁷ Situationen kan være lidt anderledes i virksomheder som tidligere har drevet kraftvarmeanlæg. Mange af disse har stoppe driften af turbiner og motorer, hvilket kan efterlade kapacitet på transformatorer således at elektrificering kan ske uden at etablere ekstra kapacitet.

Ovenstående forhold betyder, at mange virksomheder forholder sig afventende ift. at vælge løsninger og foretage investeringer. Man har en forestilling om, at der med tiden kommer nye og mere effektive løsninger, som vil gøre en elektrificering eller lign. mere økonomisk holdbar end hvad der umiddelbart opnås med elkedler.

Denne afventen gælder først og fremmest for højtemperaturvarmepumper, hvor man hører, at nye løsninger er på vej, og afventer hvad det vil give af muligheder.

Spørgsmålet om økonomiske barrierer ved elektrificering angår også afregningsforhold for elforbrug og elkedler. Her har mange virksomheder set på muligheden for at etablere elkedler med økonomisk bidrag fra Energinets systemydelse (frekvensstabilisering, aftag af overløbsstrøm fra vindmøller), hvilket gennem 2019 og 2020 har haft en meget attraktiv økonomi. Enkelte virksomheder, for eksempel Carlsberg, er nået langt med etableringen af sådanne løsninger, men Energinet har primo 2021 annonceret, at ordningen ændres til noget mindre attraktivt fra og med 2022, hvilket har sat tilsvarende projekter i stå andre steder (for eksempel FMC Cheminova og Brdr. Hartmann).

Viegand Maagøe vurderer, at et bedre samspil mellem elforsyningsnet og industri umiddelbart vil rumme meget store tekniske muligheder for grøn omstilling af erhvervslivet, da virksomhederne generelt anser elkedler og/eller elvarmelegemer for at være teknisk attraktive og nemme at integrere i deres energiforsyning.

⁵ En case fra Viegand Maagøes arbejde for en fødevarer virksomhed viser, at investeringen typisk fordobles hvis dampforsyning skal omlægges

⁶ For mange virksomheder er elforbruget (i MW) i dag kun en brøkdel af det termiske energibehov (i MW) – måske 10-15% - hvilket betyder, at der skal etableres meget stor ekstra elkapacitet, hvis virksomheden ønsker at elektrificere

⁷ For mange virksomheder med højtemperaturprocesser er elforbruget (i MW) i dag kun en brøkdel af det termiske energibehov (i MW) – måske 10-15%. Dette betyder, at der skal etableres meget stor ekstra elkapacitet, hvis virksomheden ønsker at elektrificere

Det skal her nævnes, at manglende tilskudsmuligheder til 1:1-elektrificering (elkedler, ikke varmepumper) udgør en økonomisk barriere for virksomhederne⁸, og det anbefales, at Energistyrelsen kunne overveje at indarbejde en sådan mulighed i Erhvervspuljen, da der af denne vej kan realiseres væsentlige CO₂-reduktioner.

En enkelt virksomhed (DuPont) anfører, at afregningsforhold omkring solceller ikke er rimelige og er en barriere for deres ønske om at etablere et stort solcelleanlæg til egenforsyning

4.1.3 Juridiske barrierer

Der anføres ingen direkte juridiske barrierer ift. elektrificering.

4.1.4 Videnskæssige barrierer

Det er centralt i mange af virksomhedernes tilbagemeldinger, at man er usikker på, hvad der er af teknologiske muligheder og hvad andre virksomheder har valgt at gøre. Det vurderes, at information, pilotprojekter, støtte til foranalyser og formidlingsaktiviteter vil kunne hjælpe mange virksomheder på vej i deres afklarings- og beslutningsproces. Specifikt efterlyses der i Wilkes interviews demonstrationsprojekter for elektrificering, hvor der bl.a. kan henvises til projektet "Elektrificering af fødevarerindustrien", se <https://eliindustrien.dk>, og specifikke igangværende projekter hos Arla Foods og CP Kelco.

Et andet centralt spørgsmål i disse overvejelser angår at der pt. er stor usikkerhed om el- og forsyningsmarkedets udvikling:

- Hvad sker der med kvoteprisen (EU ETS)?
- Hvordan udvikler energiprisen sig (alene fra 2020 til i dag har gasprisen udviklet sig meget anderledes end forventet i Energistyrelsens Basisfremskrivning 2020).
- Kommer der en CO₂-afgift? – og hvor stor bliver den? – og hvordan spiller den sammen med ETS-kvoter?
- Bliver el gratis i fremtiden pga. overløb?
- Hvordan vil prisen på certifikater, som Guarantees of Origin (GoO'er), udvikle sig?
- Er der biogas nok – og hvis nu Aalborg Portland skal bruge en masse?
- Vedbliver man at betragte biogas som CO₂-netutralt? – se hvad der skete med træflis!
- M.m.

Det er for virksomhederne svært at leve med sådanne usikkerheder, når større investeringer planlægges.

4.2 Barrierer ift. omstilling med biogas/ledningsgas og alternative brændsler

Ift. omstilling ved **biogas/ledningsgas og alternative brændsler** har virksomhederne gennem interviews og spørgeskemaundersøgelse tilkendegivet relativt få barrierer.

4.2.1 Tekniske barrierer

Flere virksomheder har – måske foranlediget af specifikke erfaringer med at se på direkte leverance af ikke-opgraderet biogas fra lokale biogasanlæg – givet meldinger om risiko for rustdannelse eller udfordringer med svingende brændværdi for gassen, se specielt udsagn om dette refereret i notatet om højtemperaturprocesser.

Det skal nævnes, **at geografisk beliggenhed** udgør en udfordring for grøn omstilling af enkelte virksomheder – for eksempel inden for molerproduktion, som delvist ligger uden for naturgasnettets forsyningsområde.

4.2.2 Økonomiske barrierer

Som beskrevet ovenfor er der en stigende tendens til, at større virksomheder opgør CO₂-udledninger iht. Science Based Targets og den markedsbaserede opgørelsesmetode, hvor rapportering af biogas i ledningsnettet kræver indkøb af certifikater (GoO), som garanterer at biogassen er additional, altså at øget biogasforbrug fører til etablering af nye biogasanlæg og øget biogasproduktion.

⁸ Viegand Maagøes industrirådgivning oplever at mange virksomheder efterspørger tilskud til 1:1-elektrificering af naturgasforbrug, hvilket ikke er muligt i de nuværende ordninger

En sådan opgørelsesmetode risikerer at medføre, at omstilling med biogas/ledningsgas fører til meget høje driftsoms-kostninger, da biogasprisen, med dagens priser på GoO'er, vil ligge 3 gange højere end prisen for elektricitet⁹. Dette fremgår også af tabel 3 ovenfor).

4.2.3 Juridiske barrierer

Der er som udgangspunkt ikke opnået erfaringer med juridiske barrierer gennem litteraturstudie, spørgeskemaundersøgelse og interviews. Det skal dog nævnes, at "lødigheden" af GoO'er løbende betvivles, og at dette måske af nogen virksomheder anses for en barriere ift. køb af biogascertifikater – man har ikke nogen garanti for at løsningen er holdbar eller er korrekt på længere sigt.

4.2.4 Videnskæssige barrierer

Der angives ikke nogen specifikke videnskæssige barrierer relateret til øget anvendelse af ledningsgas/biogas.

Dog skal det nævnes, at virksomhederne generelt efterlyser inspiration og cases vedr. grøn omstilling, se afsnit 4.1.4 ovenfor. Ligeledes skal også nævnes de usikkerheder vedr. de fremtidige energimarkeder, som der henvises til i dette afsnit.

4.3 Barrierer ift. energieffektivisering

Ift. **energieffektivisering** har virksomhederne gennem interviews og spørgeskemaundersøgelse tilkendegivet en række barrierer ift. at realisere væsentlige CO₂-reduktioner ved en sådan indsats.

4.3.1 Tekniske barrierer

Der anføres som udgangspunkt ikke direkte udsagn i spørgeskemaundersøgelsen om tekniske barrierer ift. energieffektivisering, men i de af Wilke gennemførte interviews (primært virksomheder med højtemperaturprocesser), se bilag C, nævnes det, at mange virksomheder synes, at de har høstet de lavthængende frugter, og at yderligere effektivisering derfor er vanskelig.

En enkelt virksomhed (TripleNine) fremhæver, at større effektiviseringer kræver "et helt nyt produktionsflow", hvilket er kompliceret, omfattende og dyrt at etablere.

4.3.2 Økonomiske barrierer

Der anføres som udgangspunkt ikke direkte udsagn i spørgeskemaundersøgelsen eller interviews om økonomiske barrierer ift. energieffektivisering.

Det er dog en generel erfaring fra Viegand Maagøes rådgivningsarbejde, at mange virksomheder stiller krav om lave tilbagebetalingstider (for eksempel < 2 år) for energieffektiviseringsprojekter, hvilket ofte er svært at nå.

Som beskrevet i notatet om højtemperaturprocesser er krav til tilbagebetalingstider begyndt at blive blødt op, da effektivisering og grøn omstilling mange steder ses som en strategisk prioritet i virksomhederne.

4.3.3 Juridiske barrierer

Der anføres ikke nogen juridiske barrierer ift. energieffektivisering.

⁹ Ved køb af GoO (Guarantees of Origin) for biogas distribueret via naturgasnet, prisniveau opgjort af Viegand Maagøe efteråret 2020.

4.3.4 Videnskæssige barrierer

Flere virksomheder efterlyser inspiration og eksempler på cases for, hvordan andre har opnået væsentlige resultater på tværs af indsatsområderne energieffektivisering og elektrificering, se afsnit 4.1.4 ovenfor.

Bilag A: Teknologioversigt

Dette bilag er et notat, som giver en oversigt over lav- og mellemtemperaturprocesser i dansk erhvervsliv. Teknologioversigten er udarbejdet af Viegand Maagøe i perioden maj-juli 2021, og basere sig delvist på litteraturstudie og delvist på Viegand Maagøes mangeårige erfaring med rådgivning på området.

NOTAT

Projekt:	Energistyrelsen - Grøn Industrianalyse
Emne:	Teknologioversigt lav- og mellemtemperaturprocesser
Dato:	31.08.2021
Til:	Energistyrelsen
Kopi til:	-
Fra:	Viegand Maagøe

Nærværende notat giver en oversigt over lav- og mellemtemperaturprocesser i dansk erhvervsliv, dvs. processer og teknologier som anvendes til at opvarme og fremstille produkter ved temperaturer op til 150°C.

Følgende teknologier beskrives:

- Tørreanlæg
- Inddampningsprocesser
- Destillation
- Sterilisering og CIP
- Kogning, pasteurisering og autoklavering
- Øvrige anvendelser

Mange af disse processer foregår ved temperaturer under 120 °C, da processerne ofte har til formål at fjerne vand ved atmosfærisk tryk. Men ofte forsynes processerne med højere temperaturer af varmemedier, da der kræves en "drivende kraft" (eksempelvis kogning ved 100 °C), hvor energien overføres fra et medie over 120 °C. Der kan også være tale om "direkte fyring" (eksempelvis græs- og kornløst), hvor forbrændingen giver højere temperaturer.

For hver teknologi gives der i notatet en beskrivelse af:

- Overordnet afgrænsning og funktionsbeskrivelse
- Nuværende anvendelser (virksomheder/sektorer)
- Potentialer for grøn omstilling

For hver teknologi gengives desuden links og fakta indsamlet ved litteratursøgning på muligheder for grøn omstilling, som en del af nærværende analyse.

Sidst i notatet gives en kort oversigt over forsyningsstrukturer i erhvervslivet, herunder samspil mellem forsyningsstemperaturer og individuelle procesbehov, med det formål at forklare nogle af de tekniske barrierer, som findes ift. grøn omstilling af lav- og mellemtemperaturprocesser.

1 Tørreanlæg

Tørreanlæg indgår både i højtemperatur- og lavtemperaturnotatet, da der er vidt forskellige temperaturkrav om man skal tørre og opvarme materialer til for eksempel asfaltproduktion eller om man skal tørre for eksempel græs eller fødevaringredienser.

Tørring ved lav- og mellemtemperaturprocesser anvendes fortrinsvis til at fjerne vand fra produktet, og foregår oftest ved atmosfærisk tryk, hvorfor der reelt ikke temperaturer over 100 °C. Til gengæld giver en større temperaturredifference mellem varmemedie og det medie, som skal tørres, en større tørringshastighed og kapacitet, hvorfor varmemediet ofte har en væsentligt højere temperaturer end 100 °C.

Tørreprocesser sker typisk i følgende teknologier (lav- og mellemtemperaturprocesser)

- Spraytørringsanlæg
- Tromletørrere
- Damptørringsanlæg (overhedet damp er en teknologi på vej frem)
- Tunnel-/båndtørrere
- Adsorptionstørrer (affugtninganlæg med direkte fyring med gas)

Visse af disse teknologier er også beskrevet i arbejdsnotat om højtemperaturprocesser.

I mange sektorer, for eksempel indenfor fødevarer, ingredienser og kemi, kan tørring foregå i tæt samspil med indampningsanlæg og destillationsprocesser. Det gælder for eksempel mejeriindustrien (mælkepulver).

I andre sektorer, for eksempel grus og molerproduktion, er tørring ofte integreret med kalcinering og/eller brænding og kan foregå ved langt højere temperaturer.

1.1 Nuværende anvendelser

Spraytørringsanlæg anvendes først og fremmest i fødevarerindustrien, for eksempel ved fremstilling af mælkepulver hos Arla Foods eller emulgatorer hos Palsgaard, og i ingrediens- og kemivirksomheder, for eksempel ved fremstilling af vitaminer hos BASF. Mælkepulver kan tørres ved op til 220°C, medens mange øvrige anvendelser ligger ved lavere temperaturer, vitaminer for eksempel ved maksimalt 125°C.

Tromletørrere anvendes til mange forskellige formål, herunder tørring af grus og moler. For eksempel tørrer Imerys grus og moler i tromletørrere med det formål at afdampe vandet i råmaterialet. Dette sker ved atmosfærisk tryk og under direkte fyring med en blanding af fuelolie og biomasse. Efterfølgende brændes/kalcineres i en roterovn. Disse anlæg er ofte direkte fyrede, hvilket installationsmæssigt er en billig løsning, men i princippet ikke behøves, da alene varme luft er nok til at drive tørreprocessen.

Damptørringsanlæg anvendes for eksempel ved tørring af betonelementer, som kan hærdes ved anvendelse af damp for at accelerere hærdeprocessen. Hærdningen kan reduceres fra 20 timer til 1 time afhængigt af temperaturen, som betonen hærdes ved. Tørring med overhedet damp er etableret i stor skala hos Nordzucker og anses af mange som en meget lovende og energieffektiv teknologi på tørreområdet. Det danske firma ENERDRY har haft sort international succes med sådanne løsninger (se <https://enerdry.eu/>).

På fiskemelsfabrikker som FF Skagen og Triple Nine tørres fiskemelet i tunnel-/båndtørrere enten med energi overført ved overskudsvarme fra tørreprocesser eller med dampopvarmning.

Mange farmaceutiske virksomheder har renrumsproduktion med konditionering af rum via adsorptionstørreanlæg.

En del tørreanlæg vil ligge uden for naturgasforsynede områder, for eksempel inden for tørring af grus og moler samt inden for landbrugsrelaterede sektorer.

1.2 Omstillingspotentialer

Tørreanlæg dækker over vidt forskellige materialer og produkter, og derfor vil det ikke nødvendigvis være de samme omstillingsmuligheder for alle tørreanlæg. Det er både proces- og produktspecifikt.

1.2.1 Effektivisering

Anvendelse af membraner/filtre/dekantere/presning kan på nogen områder, for eksempel inden for mejeriindustrien eller fremstilling af fødevaringredienser, anvendes til rent mekanisk at reducere vandindholdet i det medie som skal tørres (eller inddampes), hvilket reducerer energiforbruget til tørreprocessen. For eksempel presser fiskemelsindustrien fiskemelet før dette tørres, hvilket for eksempel også sker på industrivaskerier. Generelt anses membran-området som værende i stor udvikling, hvilket rummer potentialer i mange sektorer.

Ellers ligger den umiddelbare effektiviseringsmulighed i at genvinde varmen i afkast fra tørreprocesserne, enten internt i processen (ved forvarmning af luft til tørreanlæg eller ved forvarmning af selv produktet) eller eksternt til øvrige procesformål eller bygningsopvarmning (overskudsvarme).

Varmegenvinding kan kompliceres af at afkast ofte indeholder partikler som kan tilstoppe varmevekslere, hvorfor det kan være nødvendigt at anvende store filteranlæg ("posefiltre") på afkastluft, hvilket gør løsningerne relativt dyre.

Damptørring ses som en kommende teknologi, der er energieffektiv og sikrer god, hurtig tørring af visse produkter, som ovenfor for eksempel ved tørring af sukker. Tørring i overhedet damp er udførligt beskrevet i dette link: <https://arunmujumdar.com/wp-content/uploads/2020/03/Temadag-om-torring-med-overhedet-damp-final.pdf>.

Tørring i overhedet damp kan kombineres med MVR-varmepumper, hvor afkast fra tørreprocessen re-komprimeres i en kompressor, og afkastet herfra anvendes til at opvarme processen selv, se <http://dry-f.eu/Industrial-heat-pumps/Open-loop>. Sådanne løsninger kan opnå en "COP" af størrelsesordenen 30-40, hvilket realiserer en meget betydelig energibesparelse.

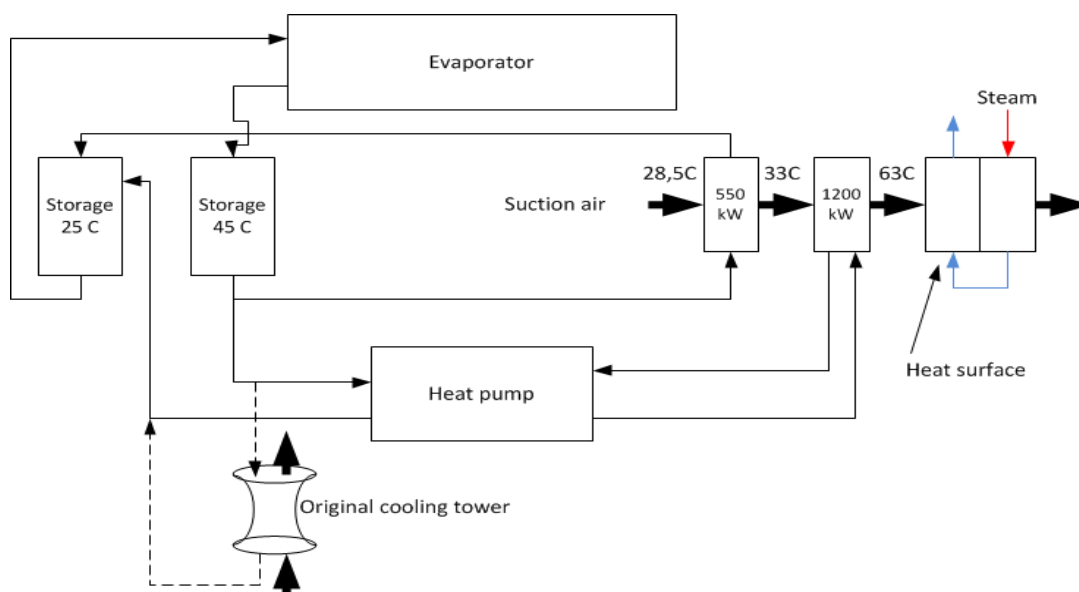
Online måling af fugtindhold i produkt kan bruges til at styre processer bedre, således at produkter ikke "overtørres", således at overflødig energiforbrug herved undgås.

Hvis man accepterer langsommere processer kan varmforsyningen til nogle formål omlægges til vandbårne medier med lavere temperaturer, hvilket kan muliggøre varmegenvinding såvel som anvendelse af varmepumper.

1.2.2 Elektrificering

Generelt anses der for at være et godt potentiale for anvendelse af varmepumper i tørreprocesser, se for eksempel anvendelsesområderne beskrevet her: <http://dry-f.eu/Demonstrations/Agrana-Food-industry>

Arla Foods har således integreret en varmepumpe i et af deres spraytørringsanlæg, se figur 1 nedenfor:



Figur 1. Varmepumpe i spraytørringsanlæg hos Arla Foods (Arlinco).

I denne løsning udnyttes spildvarme fra et inddamperanlæg i 2 step til forvarmning af fødeluften (varmemediet) til et spraytørringsanlæg: først en direkte varmegenvinding (550 kW) og dernæst en varmepumpe med en varmeydelse på 1.200 kW.

Sådanne løsninger arbejdes der med i flere sammenhænge. Blandt andet er GEA i Søborg i gang med at teste en varmepumpe, som går op til 125°C i spraytørringsanlæg, altså en noget højere temperatur end der opnås i figur 1 ovenfor (63°C).

De ovenfor nævnte MVR-varmepumper arbejdes der ligeledes med mange steder, ser for eksempel følgende links: <http://dry-f.eu/Industrial-heat-pumps/Open-loop> og <http://dry-f.eu/Demonstrations/Scanship-Waste-management>

Mikrobølgeteknologi og højfrekvens (HF)-assisteret tørring anses for at rumme potentialer, specielt for produkter som er vanskelige at tørre, for eksempel hvis vand er bundet i centrum af produktet. Mikrobølger og HF-teknologi kan gøre tørringen hurtigere, hvorved der undgås varmetab.

Adsorptionstørreanlæg kan helt eller delvist elektrificeres med varmepumper.

Generelt kan elkedler og elpatroner levere varmen til lav- og mellemtemperatur tørreprocesser fuldt ud uden tekniske problemer, hvilket dog fører til høje driftsomkostninger. Elpatroner anvendes dog allerede til den sidste del af opvarmningen i spraytørringsanlæg, da opvarmning til 220°C kræver høje damptryk og dermed en helt anden og dyrere udlægning af kedler og dampforsyningsnet end ved "normal" dampforsyning op til 8 bar (160°C). Her accepterer mange virksomheder en højere driftsomkostning til fordel for en billigere dampinstallation.

1.2.3 Alternative brændsler

Der arbejdes i mange sammenhænge med solvarme til industrielle processer, for eksempel med termiske lagre til at dække udsving i varmeleverancen over døgnet, se for eksempel dette link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117305610>

I Danmark er der aktuelt bevilliget penge fra bl.a. EUDP-programmet til firmaet Heliac, som benytter stenlagre til lagring af højtemperatursolvarme, se yderligere beskrivelse i dette link: <https://stateofgreen.com/da/nyheder/eudp-stoetter-ny-energiteknologi-med-296-mio-kroner/>

1.2.4 Nye teknologier

Udover solvarme, damptørring og varmepumpeløsninger sker der en del indenfor UV- eller mikrobølgeassisteret tørring, se for eksempel: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07373937.2014.957764>, men den kommercielle udbredelse er endnu relativt lille.

1.2.5 Nye produkter

Der er i tidligere arbejder under Energistyrelsen set på at levere produkter med vand – for eksempel vandig sukker til fabrikker med stort sukkerbehov (Toms fabrikker m.fl.) eller salt til saltning af veje som en form for brine i stedet for som tørt inddampet og tørret salt.

I og med tørreområdet dækker over meget brede anvendelsesområder og produkter må det formodes, at der også sker en del på andre områder ift. at udvikle produkter som kræver mindre tørring, hvilket dog ikke er afsøgt i nærværende sammenhæng.

1.2.6 CC/CCS/CCU

Den udvikling, som sker inden for CC/CCS/CCU, drejer sig aktuelt om meget store projekter inden for kraftværkssektoren, cementindustri, raffinaderier og tilsvarende energiintensive, storskala virksomheder. Der er ikke fundet eksempler på tørreprocesser som relateret til dette.

1.3 Øvrig litteratur

Betonhærdning med damp: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000888460201058X?via%3Dihub>
Zero Carbon Industry Plan - Electrifying Industry (2018), *Beyond Zero Emissions Inc.*

Direkte fyring ved tørring af korn, se <https://byggeri-teknik.dk/wp-content/uploads/2019/09/Grundregler-for-t%C3%B8rring-og-lagring-af-korn..pdf>

Tørring i overhedet damp, se http://www.dea.dk/images/stories/dea/rapporter/Toerring_i_overhedet_damp.pdf

2 Inddampning

Inddampning går ud på at afdampe væske for at øge koncentrationen af et tørstof. Inddampning anvendes til alt fra juiceproduktion til produktion af salt og sukker.

Inddampning udføres ofte i flere trin ved forskellige tryk, hvor man udnytter den afdampede væske fra sidste trin som varme-input til næste trin, hvor trykket er blevet sænket. På denne måde kan varmen genvindes op til 5 gange (6-trins inddampere).

Alternativt kan man anvende termisk dampkompression (TVR – *Thermal Vapor Recompression*) eller mekanisk dampkompression (MVR – *Mechanical Vapor Recompression*).

Ved TVR anvendes en dampejektor til at øge trykket på det afdampede vand og genbruge dette i inddamperen. TVR kombineres ofte med flertrinsinddampning og opnår lavere energiforbrug end en flertrinsinddamper med samme antal trin.

Ved MVR anvendes en kompressor til at øge trykket på det afdampede vand, hvorved temperaturen og kogepunktet stiger og genbruger dette i inddamperen. MVR-systemer kan dimensioneres efter at komprimere den fulde dampmængde og kræver kun et inddampningstrin.

MVR-systemer opnår ofte endnu lavere energiforbrug end flertrinsinddampere med/uden TVR, men energitilførslen går fra damp til elektricitet. Dette kan dog ofte betale sig, da MVR-kompressoren leverer op til 30-40 gang så meget varme, som den elmængde den leverer.

2.1 Nuværende anvendelser

De fleste inddampere kører ved lave temperaturer, da de anvendes i fødevarerindustrien, hvor der er krav om nænsom behandling af produktet (under 100°C).

Følgende virksomheder har installeret flere store inddamperanlæg:

- Arla Foods
- CP Kelco
- Triple Nine og FF Skagen (fiskemel))
- Daka (kød/benmel)
- Akzo Nobel Salt (tidligere Dansk Salt)

På fiskemelsfabrikker koges fisken, hvorefter man sir og presser den kogte fiskemasse for at fjerne væske. Væsken inddampes for at hæve koncentrationen af tørstof og olier, man mistede under sining og presning for at få mest mulig udnyttelse af råstoffet, der kommer ind. Typisk er inddamperanlæg her drevet med afkast fra virksomhedens tørreanlæg, dog ofte suppleret med damp fra centrale dampanlæg

Visse inddamperanlæg arbejder med høje temperaturer. Det gælder bl.a. følgende:

- Inddampning af sukkersaft hos Nordic Sugar, hvor koncentrationen hæves fra 17% til 75% i en flertrinsinddamper med seks trin
- AAK i Aarhus har højtemperaturanlæg
- Akzo Nobel Salt bruger damp ved op til 180°C til inddamperanlæg

På oliefabrikker inddampes produktet for at fjerne hjælpestoffer brugt til ekstraktion fra råmateriale.

2.2 Omstillingspotentialer

Som ved tørring anvendes inddampning også i vidt forskellige industrier, hvilket betyder, at der også vil være forskellige potentialer med forskellige teknologier for hver industri.

2.2.1 Effektivisering

Umiddelbart vil eksisterende inddamperanlæg kunne optimeres ved at anvende/tilføje flere trin. Mange anlæg er i dag for eksempel med 4 trin, hvor et 5. og evt. 6. trin vil øge effektivitet, en så til gengæld kræve varmeleverance ved et højere tryk/temperatur.

Mange inddampere kan alternativt effektiviseres med TVR, se <https://www.gea.com/en/products/evaporators-crystallizers/evaporator-configuration/tvr-heated-evaporation-plants.jsp>, hvis der er højtryksdamp til rådighed – det kræver så igen højtemperaturforsyning at effektivisere.

Membraner/Filtre/Dekantere til indledende opkoncentrering af produktet er også en mulighed – generelt er mekanisk afvanding før inddampning et område mange arbejder med, se <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/evaporators> og <https://www.evaporator.com/slurry-dryer-process>.

2.2.2 Elektrificering

Anvendelser af MVR (Mechanical Vapour Recompression) er en oplagt elektrificeringsstrategi, se <https://www.gea.com/en/products/evaporators-crystallizers/index.jsp?i=dairy-processing&m=dairy-processing-milk-powders> og <https://www.tetrapak.com/solutions/processing/main-technology-area/evaporation/tetra-pak-evaporator-mvr>. Det er dog ofte kun rentabelt for inddampere med høje afdampningsrater, altså hvor der skal fjernes rigtig meget vand under inddampningen. Desuden er det en radikal ombygning af selve hjertet i en virksomheds produktionsanlæg, hvilket af virksomhederne oftest anses for kompliceret og risikofyldt.

MVR anvendes allerede på en række danske virksomheder, for eksempel på visse inddamperanlæg hos CP Kelco og Arla Foods. Førstnævnte arbejder aktuelt med en elektrificeringsstrategi hvor samtlige af virksomhedens inddamperanlæg skal konverteres til MVR inden 2030.

Varmepumper kan integreres på flere måder i sådanne løsninger – ofte er tørrings, inddampnings- og destillationsløsninger stærkt integrerede, hvorfor den samlede energibalance i disse løsninger skal tages i betragtning jf. figur 1 ovenfor.

Almindelig dampforsyning fra elkedler er altid muligt, men dyrt i drift pga. den højere elpris.

2.2.3 Alternative brændsler

Solvarme med termisk lager er beskrevet i afsnit 1.2.3 ovenfor.

2.2.4 Nye teknologier

Generelt muliggør nye membranteknologier bortfiltrering af vand således at inddampere kan fødes med højere tørstof-% og af denne vej reducere termisk energibehov.

2.2.5 Nye produkter

Der er ikke fundet eksempler på at der på inddamperområdet arbejdes med at udvikle nye produkter.

2.2.6 CC/CCS/CCU

Se afsnit 1.2.6 ovenfor.

2.3 Øvrig litteratur

Følgende links giver yderligere beskrivelser af TVR- og MVR-inddampere:

<https://www.spxflow.com/anhydro/products/tvr-evaporators/>

<https://www.andritz.com/products-en/pulp-and-paper/pulp-and-paper/pulp-production/kraft-pulp/evaporation-plants/mvr-evaporators>

3 Destillation

Destillation anvendes indenfor mange forskellige brancher og ved vidt forskellige temperaturniveauer. I den høje temperaturende ligger raffinaderier, mens der i den modsatte ende foregår destillation ved minusgrader.

I en destillationskolonne udnyttes det, at væskekerne har forskellige kogetemperaturer, hvilket gør, at den ene væske ved gradvis opvarmning vil begynde at koge og blive til damp. Dampen kondenseres og opsamles, mens den ikke-kogende væske kan opsamles. Den afdampede væske vil desuden være rensed for urenheder, der var i fødestrømmen. Der foregår altså en opvarmning af en produktstrøm til kogepunktet med efterfølgende kondensering.

3.1 Nuværende anvendelser

I dag anvendes destillation i lav- og mellemtemperatur-processer i høj grad til genanvendelse af proceskemikalier. Et eksempel er ved udfældning med alkohol, hvor alkohol iblandes en vand-tørstof-blanding indtil der sker udfældning af produkt. Produktet opsamles og fjernes, hvorefter blandingen af vand og alkohol ledes til destillationskolonner. Da alkoholen koger ved lavere temperatur, dampes denne af og kondenseres, hvorefter den rensede alkohol kan genbruges til udfældning igen.

Visse fiskemelsfabrikker anvender hexan til udvaskning af restolier og destillerer efterfølgende hexanen for at adskille oliefasen. Triple Nine i Esbjerg har etableret et sådant anlæg og også AAK i Aarhus anvender hexan til udvaskning af olier med efterfølgende destillation

CP Kelco (pektinproduktion) anvender dampdrevne destillationskolonner af sprit i stor skala, men arbejder med løsninger til at elektrificere disse. Dette efterlader et problem med deres energibalance, da afkastvarme fra destillationen driver et stort antal inddamperanlæg, hvoraf et enkelt dog allerede er elektrificeret med MVR.

En del farmaceutiske fabrikker anvender destillation ved fremstilling af WFI ("Water For Injection" = vand med meget høj renhedsgrad).

Andre farmaceutiske fabrikker anvender destillation til rensning af ethanol m.m. i stor skala, bl.a. Novo Nordisk.

Temperaturkrav er i alle tilfælde maksimalt 100°C, men ofte er vekslersystemer per tradition udlagt til dampforsyning ved for eksempel 160°C, se beskrivelse af forsyningsstrukturer i afsnit 7 nedenfor.

Ofte integreres tørre-, inddamper-, destillationsanlæg, hvilket er en barriere at omlægge i sig selv, idet det er et komplekst samlet billede at omstille så mange anlæg.

3.2 Omstillingspotentialer

3.2.1 Effektivisering

Det er først og fremmest muligt at udnytte spildvarme fra destillationen til forvarmning af fødestrømme til disse, sekundært at anvende spildvarmen til rumvarmeformål ("overskudsvarme") eller øvrige procesformål.

Destillation under vakuum muliggør lavere temperaturer, hvilket muliggør varmforsyning med overskudsvarme fra øvrige processer eller varmtvandsanlæg (varmepumper). Alternativt kan destillationskolonner etableres med mange trin a la inddampere, som beskrevet i afsnit 2.2.1 ovenfor.

Man kan generelt udfordre processers omfang, for eksempel minimere behov for WFI. Således anvender farmaceutiske virksomheder undertiden WFI til CIP og rengøringsformål, hvilket forekommer at være et unødvendigt ressourceforbrug. Mange virksomheder kører også CIP og rengøringsprocesser efter faste procedurer uden reelt at opføre behovet.

3.2.2 Elektrificering

MVR-systemer har et stort potentiale til stort set alle lav- og mellemtemperaturformål, herunder også destillation, se for eksempel GEAs beskrivelse af denne specifikke løsning <https://www.gea.com/en/products/distillation-fermentation/distillation/mvr-tvr-heated-distillation-plants%20.jsp>

Varmepumper til forvarmning af feed/alternativt med overskudsvarme kan være en god mulighed for omstilling af destillationsprocesser. Direkte elvarme er, som beskrevet i øvrige afsnit, også en mulighed (elkedel til dampproduktion), men dyr i drift.

3.2.3 Alternative brændsler

Solvarme med termisk lager kan også være relevante for destillationsprocesser. De er beskrevet i afsnit 1.2.3 ovenfor.

3.2.4 Nye teknologier

Selektive membraner til separation er beskrevet her: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/230949/D13_951813_Ricardo_AEA_Industrial_Decarbonisation_Literature_Review_201_.pdf

Anvendelse af katalysatorer er beskrevet her: <https://www.nature.com/articles/srep04021>

3.2.5 Nye produkter

Der er ikke umiddelbart fundet eksempler på at der på destillationsområdet arbejdes med udvikling af nye produkter for at fremme den grønne omstilling.

3.2.6 CC/CCS/CCU

Se afsnit 1.2.6 ovenfor.

3.3 Øvrig litteratur

Generelt information om fremstilling af WFI i farmaceutisk industri:

- <https://www.bwt.com/da-dk/bwt-vand/bwt-wfi-ultrarent-vand/>
- https://www.gemu-group.com/dk_DK/industriel-vandbehandling/eksempler-paa-anvendelse/destillationsanlaeg-til-wfi-vand/
- <https://pharmaceutical-technologies.com/wfi-vapor-compression-distillation/>
- <https://www.bram-cor.com/en/en-equipment/pharmaceutical-water-treatment-systems/stmc-vapor-compression-distiller>

4 Sterilisering og SIP

Sterilisering og SIP (Sterilization In Place) af produktionsudstyr anvendes først og fremmest i farmaceutisk industri, i kemisk industri og visse fødevarerindustrier. Det er ofte et supplement til almindelig rengøring og CIP (Cleaning in Place).

Ved sterilisation kræves oftest damp og holdetider med god varmeovergang for at sikre, at produktionsudstyret er rent og klart til næste batch for at sikre, at der ikke kan opstå forurening mellem batches. Typisk skal udstyr opvarmes til 120-130C for at blive sterilt.

4.1 Nuværende anvendelser

Sterilisering er særligt vigtigt indenfor medico-branchen, altså hos Novo Nordisk, Novozymes, Lundbeck, Leo Pharma, Bavarian Nordic, Fujifilm etc. Men sterilisering anvendes også i enkelte fødevarerproduktioner.

Sterilisering sker typisk ved direkte indsprøjtning af damp i produktionsudstyr (tanke, vekslere m.m.). Sterilisering er typisk en kortvarig proces mellem andre, egentlige produktionsforløb, dvs. relativt set med mindre energiforbrug og dermed mindre økonomisk konsekvens, hvis energiforbruget hertil skal omlægges/elektrificeres.

4.2 Omstillingspotentialer

4.2.1 Effektivisering

Ofte et område styret af procedurer og krav som ikke er blevet udfordret, hvilket vil sige, at der kan være besparelser at hente ved at udfordre varighed og hyppighed af steriliseringen.

4.2.2 Elektrificering

UV er en velkendt teknologi til sterilisering, men svært at bringe i anvendelse i lukkede produktionsanlæg med tanke, rør og varmevekslersystemer ("aseptisk produktion"), som alle skal rengøres indefra og uden at blive skilt ad.

4.2.3 Alternative brændsler

Solvarme med termisk lager er beskrevet i afsnit 1.2.3 ovenfor, og kan være en mulighed ved sterilisering, med de begrænsninger som også er beskrevet i afsnit 1.2.3.

4.2.4 Nye teknologier

Anvendelse af UV og -mikrobølge til sterilisation er muligt indenfor flere sektorer - <https://denstoredanske.lex.dk/lev-nedsmiddelbestr%C3%A5ling>
https://just-food.nridigital.com/inside_food_jun18/fresh_ideas_microwave_assisted_thermal_sterilisation_food_processing_technology

Kemisk sterilisering muliggør lavere temperaturer, se for eksempel FDAs beskrivelse af mulighederne hér: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/liquid-chemical-sterilization>

4.2.5 Nye produkter

Der er ikke fundet eksempler på at sterilisering forbindes med udvikling af nye produkter.

4.2.6 CC/CCS/CCU

Se afsnit 1.2.6 ovenfor.

4.3 Øvrig litteratur

En række alternative sterilisationsprocesser er beskrevet her: <https://ppsnordic.dk/pulver-toerstofer/sterilisering/>

5 Kogning, pasteurisering og autoklavering

Kogning foregår typisk ved atmosfærisk tryk, hvor vands kogetemperatur er 100 °C. Kogning anvendes indenfor en række industrielle processer og i høj grad indenfor fødevarereproduktion. Kogning kræver typisk kun 100 °C, men for at have god drivende kraft og sikre en effektiv proces kræver kogeprocessen forsyning ved over 120 °C. Et eksempel på dette er kogning af øl, hvor der anvendes damp eller hedtvand ved temperaturer helt oppe på 150 °C.

Ved pasteurisering varmes et produkt op til en vis temperatur, hvor den holdes i en kort periode for at neutralisere bakterier og forlænge levetiden. Ved autoklavering opvarmes et produkt ligeledes til en given temperatur og holdes der for enten at koge produktet eller sikre en pasteurisering (sterilisering) ift. at sikre lang holdbarhed. Autoklaver anvendes også til sterilisering af laboratoriestyr.

5.1 Nuværende anvendelser

Kogning anvendes indenfor fødevarerindustrien til produktion af øl, marmelader, rødkål, sovser og meget andet. Også fisk til fremstilling af fiskemel koges.

Pasteuriseringsmaskiner i bryggeriindustrien bruger meget energi til pasteurisering af færdige produkter (øl i dåser, flasker eller kegs). Pasteurisering anvendes også til diverse andre produkter, f.eks. særligt indenfor mejerisektoren, hvor target temperatur op til 120-130°C ved for eksempel UHT-behandling.

Autoklavering anvendes i fødevarereproduktion, for eksempel skinker på dåse (Tulip/Danish Crown) eller fiskeprodukter på dåse (Esbensen m.fl.). Det sker typisk i dampopvarmede autoklaver, som er en beholder, hvor det samlede volumen med produkt opvarmes i en længere periode, med en target temperatur på godt 100°C.

5.2 Omstillingspotentialer

5.2.1 Effektivisering

Genvinding af damp fra kogeprocessen er en umiddelbar mulighed for at effektivisere kogeprocesser.

Optimering af intern varmegenvinding i pasteuriseringsprocesser er en oplagt muligt mange steder, bl.a. ses det ofte, at regenerativer på mejerier har en dårlig genvindingsgrad og med mulighed for at blive optimeret.

Omlægning af autoklavering fra dampforsyning til varmevandsforsyning vil gøre det muligt at genvinde varme fra selve processen (fra én batch til en anden). F.eks. har Cocio i Esbjerg etableret en sådan løsning.

5.2.2 Elektrificering

MVR-teknologi på egen damp fra kogeprocesser kan bruges til at drive selve processen, hvilket undertiden ses anvendt i for eksempel bryggeriindustrien, men dog ikke i Danmark, se for eksempel hér: <https://genless.govt.nz/assets/Business-Resources/Mechanical-vapour-recompression-for-evaporation-distillation-drying.pdf> og hér: <https://core.ac.uk/download/pdf/147970025.pdf>

Varmepumper og varmegenvinding til forvarmning af varmt vand til autoklaveprocessen er en mulighed

Udvikling af pasteuriseringsanlæg med varmepumper pågår, se <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-dairy-research/article/abs/operational-cost-minimization-of-heat-pump-for-milk-pasteurization-in-dairy/9D161682B719347430524A506F525B78>

5.2.3 Alternative brændsler

Solvarme med termisk lager kan være en mulighed for omstilling af kogning, pasteurisering og autoklaveringsprocesser, med de begrænsninger m.v. som er beskrevet i afsnit 1.2.3 ovenfor.

5.2.4 Nye teknologier

Lavtemperatur-pasteurisering: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12233862/>

5.2.5 Nye produkter

Generelt er der en trend i retning af at processere fødevarer mindre, for derved at sikre bedre kvalitet, for eksempel i mejeriindustrien.

5.2.6 CC/CCS/CCU

Se afsnit 1.2.6 ovenfor.

6 Øvrige anvendelser

Ud over de ovennævnte processer, anvendes ca. 2% af fremstillingsindustriens termiske energiforbrug til "øvrig anvendelse". Dette dækker over procesopvarmning som er mere branchespecifik eller enkeltstående. Procesopvarmningen, der er omfattet af denne kategori, foregår altså som særskilt anvendelse, typisk under 100C, hvor den andel af opvarmningen, som ligger ved højere temperaturer typisk foregår i en af de teknologier, som er beskrevet ovenfor.

Dog er der enkelte former for procesopvarmning, som er medregnet i kategorien "øvrig anvendelse", som foregår særskilt ved højere temperaturer. Det drejer sig om:

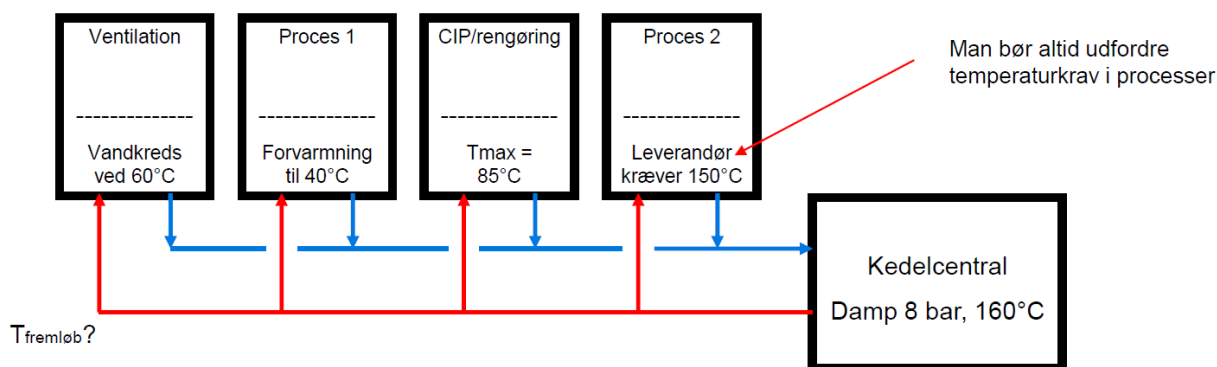
- Fremstilling af sovser og fødevaringredienser ved opvarmning i kar. Her er procestemperaturen typisk under eller op til 100C, men det kræver højere medietemperaturer
- Rygeovne i fødevarereproduktionen, som typisk foregår ved direkte damptilsætning

7 Forsyningsstrukturer i erhvervslivet

Mange lav- og mellemtemperaturprocesser under 150 °C opvarmes indirekte med damp i dag – altså med en medie-temperatur som ligger betydeligt over processens krav.

Dette er resultatet af, at det forsynings teknisk er nemmest at etablere ét fælles forsyningsnet for produktion og distribution af varme, og at man så må tilrettelægge dette til at møde de højeste gældende temperaturkrav i de enkelte processer.

Figur 1 nedenfor illustrerer et typisk distributionsnet på en virksomhed, hvor en enkelt proces ("proces 2s") er bestemmende for varmemediets temperatur. I mange tilfælde kan en enkelt mindre proces således være den udslagsgivende årsag til at varmeproduktion og distribution er valgt som dampbaseret opvarmning ved for eksempel 160°C.

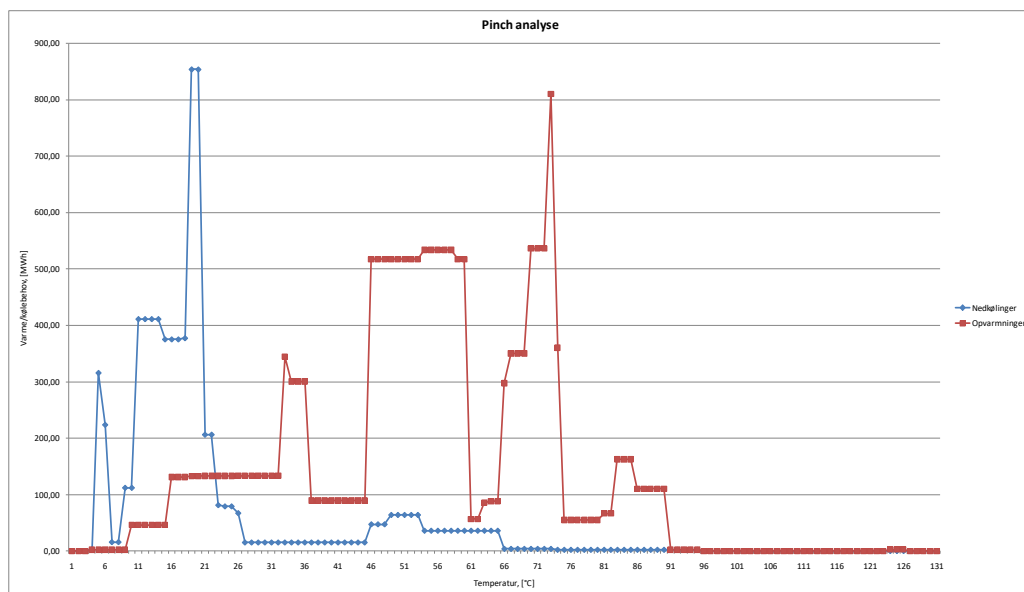


Figur 1. Eksempel på temperaturforhold i distributionsnet på en virksomhed

Hvis temperaturen fra forsyningen skal reduceres, og eksempelvis omlægges til hedtvand, for at møde de enkelte proceskrav mere præcist og hermed åbne op for anvendelse af varmepumper, så kræves det, at der etableres større varmevekslere i de enkelte processer, såvel som at der skal etableres nye distributionssystemer (vandbaserede) som erstatning for eller supplement til den traditionelle dampforsyning.

Dermed er en kaskade af tiltag nødvendige, hvilket gør en forsyningskonvertering fra damp til hedtvand dyr, omfattende og kompliceret rent teknisk.

Det er ikke ualmindeligt at varmebehovet i fødevarerindustri, ingrediensproduktion og farmaceutisk industri for 90% vedkommende ligger under 100°C, hvilket er illustreret med kompositkurverne i nedenstående figur 2.



Figur 2. Eksempel på kompositkurver for et mejeri.

Kompositkurverne ovenfor viser, at varmebeholdet (rød kurve) alle ligger under 100°C på trods af at mejeriet er 100% opvarmet med damp ved langt højere temperatur.

En række danske virksomheder, først og fremmest Arla Foods og CP Kelco, er begyndt at indse mulighederne i dette forhold og har iværksat omfattende og langsigtede projekter for en gradvis overgang til anvendelse af varmepumper i forsyningsstrukturerne.

Tabel 1 nedenfor viser skønsmæssigt vurderede temperaturkrav i en række industrielle sektorer.

Brancher	Andel af proces <150 grader	Andel af proces <100 grader (%)	Andel af proces <80 grader (%)	Andel af proces <60 grader (%)
Slagterier	88%	80%	65%	40%
Fiskeindustri	100%	80%	65%	40%
Mejerier	100%	70%	55%	35%
Bagerier, b rødfabrikker	100%	40%	35%	20%
Anden fødevarer industri	98%	70%	55%	35%
Drikkevarer industri	100%	70%	55%	35%
Tobaks industri	92%	90%	75%	45%
Tekstil og læder industri	100%	70%	55%	35%
Træindustri	98%	90%	75%	45%
Papirindustri	100%	40%	20%	20%
Trykkerier mv	100%	80%	40%	40%
Kemisk industri	99%	40%	35%	20%
Medicinalindustri	100%	60%	50%	30%
Plast- og gummiindustri	78%	50%	40%	25%
Glas-, cement- og betonindustri	63%	10%	5%	5%
Metalindustri	62%	10%	10%	5%
Elektronikindustri	95%	80%	65%	40%
Fremstil. af elektrisk udstyr	99%	80%	65%	40%
Måskeindustri	99%	50%	40%	25%
Transportmiddelindustri	95%	50%	40%	25%
Møbel og andenindustri	98%	70%	55%	35%
Byggeri og anlæg	100%	50%	40%	25%
Handel og service	100%	50%	40%	25%

Tabel 1. Eksempel på temperaturforhold i industrielle sektorer. Oversigt udarbejdet af Viegand Maagøe for Dansk Fjernvarme i projektet "Fjernvarme til proces" (2019)..

Ift. opvarmning med traditionelle ammoniakvarmepumper op til 85-90°C er det værd at fremhæve, at en stor del af varmebehovet i følgende sektorer ligger under 80°C:

- Slakteri (65%)
- Fiskeindustri (65%)
- Mejeri (55%)
- Andre fødevarer og drikkevareindustri (70%)
- Medicinalindustri (60%)
- Elektronik (60%)

Omlægning til varmevandsforsyning muliggør også udnyttelse af spildvarme/overskudsvarme i langt højere grad end det er muligt i de traditionelt dampopvarmede forsyningsnet.

Bilag B: Uddrag spørgeskemaundersøgelse (lav- og mellemtemperatur)

Energistyrelsen gennemførte i perioden maj-juni 2021 en spørgeskemaundersøgelse blandt 47 udvalgte større danske produktionsvirksomheder. Dette uddrag er ikke gengivet her, da der foreligger virksomhedsfølsomme oplysninger. Data har dannet baggrund for notatet.

Bilag C: Sammenfatning af interviews

Dette bilag er Wilkes sammenfattende rapport fra de gennemførte interview med 24 virksomheder.



Grøn industrialanalyse

Barrierer for udfasningen af fossile brændsler i dansk erhverv

Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	2
2	Lav- og mellemtemperatur processers energiforbrug	2
3	Grøn omstilling af lav- og mellemtemperatur processer	5
4	Barrierer ift. omstilling af lav- og mellemtemperatur processer	5
4.1	Barrierer ift. elektrificering.....	6
4.1.1	Tekniske barrierer.....	6
4.1.2	Økonomiske barrierer	6
4.1.3	Juridiske barrierer.....	8
4.1.4	Videnskæssige barrierer.....	8
4.2	Barrierer ift. omstilling med biogas/ledningsgas og alternative brændsler.....	8
4.2.1	Tekniske barrierer.....	8
4.2.2	Økonomiske barrierer	8
4.2.3	Juridiske barrierer.....	9
4.2.4	Videnskæssige barrierer.....	9
4.3	Barrierer ift. energieffektivisering.....	9
4.3.1	Tekniske barrierer.....	9
4.3.2	Økonomiske barrierer	9
4.3.3	Juridiske barrierer.....	9
4.3.4	Videnskæssige barrierer.....	10
	Bilag A: Teknologioversigt	11
1	Tørreanlæg	12
1.1	Nuværende anvendelser	12
1.2	Omstillingspotentialer	13
1.2.1	Effektivisering	13
1.2.2	Elektrificering.....	13
1.2.3	Alternative brændsler.....	14
1.2.4	Nye teknologier	15
1.2.5	Nye produkter	15
1.2.6	CC/CCS/CCU.....	15
1.3	Øvrig litteratur.....	15
2	Inddampning.....	15
2.1	Nuværende anvendelser	16
2.2	Omstillingspotentialer	16

2.2.1	Effektivisering	16
2.2.2	Elektrificering.....	16
2.2.3	Alternative brændsler.....	17
2.2.4	Nye teknologier	17
2.2.5	Nye produkter	17
2.2.6	CC/CCS/CCU.....	17
2.3	Øvrig litteratur.....	17
3	Destillation.....	17
3.1	Nuværende anvendelser	17
3.2	Omstillingspotentialer	18
3.2.1	Effektivisering	18
3.2.2	Elektrificering.....	18
3.2.3	Alternative brændsler.....	18
3.2.4	Nye teknologier	18
3.2.5	Nye produkter	19
3.2.6	CC/CCS/CCU.....	19
3.3	Øvrig litteratur.....	19
4	Sterilisering og SIP	19
4.1	Nuværende anvendelser	19
4.2	Omstillingspotentialer	19
4.2.1	Effektivisering	19
4.2.2	Elektrificering.....	19
4.2.3	Alternative brændsler.....	20
4.2.4	Nye teknologier	20
4.2.5	Nye produkter	20
4.2.6	CC/CCS/CCU.....	20
4.3	Øvrig litteratur.....	20
5	Kogning, pasteurisering og autoklavering	20
5.1	Nuværende anvendelser	20
5.2	Omstillingspotentialer	20
5.2.1	Effektivisering	20
5.2.2	Elektrificering.....	21
5.2.3	Alternative brændsler.....	21
5.2.4	Nye teknologier	21
5.2.5	Nye produkter	21

5.2.6	CC/CCS/CCU.....	21
6	Øvrige anvendelser.....	21
7	Forsyningsstrukturer i erhvervslivet.....	22
	Bilag B: Uddrag spørgeskemaundersøgelse (lav- og mellemtemperatur)	25
	Bilag C: Sammenfatning af interviews.....	26
1	Introduktion.....	31
1.1	Baggrund for undersøgelsen	31
1.2	Metode	31
1.3	Målgruppe	32
1.4	Dataliste: gennemførte interviews.....	32
2	Indsigter.....	33
2.1	Virksomhedernes holdning til grøn omstilling og udfasning af fossile brændsler	33
2.1.1	Virksomhederne incitamenter til grøn omstilling	33
2.2	Virksomhederne oplever en øget efterspørgsel på grønne produkter	33
2.2.1	Anbefalinger til regeringen for at sikre et efterspørgselstræk på grønne produkter:	34
2.3	Barrierer for udfasningen af fossile brændsler i dansk erhvervsliv.....	34
2.3.1	Indsatsområde 1: energieffektivisering.....	34
2.3.2	Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser	34
2.3.2.1	Økonomiske barrierer	34
2.3.2.2	Tekniske barrierer.....	35
2.3.2.3	Videnskæssige barrierer.....	35
2.3.3	Virksomheder med højtemperaturprocesser.....	35
2.3.3.1	Økonomiske barrierer	35
2.3.3.2	Tekniske barrierer.....	35
2.3.3.3	Videnskæssige barrierer.....	36
2.3.4	Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer.....	36
2.3.5	Indsatsområde 2: elektrificering	36
2.3.6	Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser	37
2.3.6.1	Økonomiske barrierer	37
2.3.6.2	Tekniske barrierer.....	37
2.3.6.3	Juridiske barrierer.....	38
2.3.6.4	Videnskæssige barrierer.....	38
2.3.6.5	Andre barrierer.....	38
2.3.7	Virksomheder med højtemperaturprocesser.....	38
2.3.7.1	Økonomiske barrierer	38

2.3.7.2	Tekniske barrierer.....	39
2.3.7.3	Juridiske barrierer.....	40
2.3.7.4	Andre barrierer.....	40
2.3.8	Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer.....	40
2.3.9	Indsatsområde 3: skift til biogas.....	41
2.3.10	Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser	42
2.3.10.1	Økonomiske barrierer	42
2.3.10.2	Tekniske barrierer.....	42
2.3.10.3	Andre barrierer	42
2.3.11	Virksomheder med højtemperaturprocesser.....	43
2.3.11.1	Økonomiske barrierer	43
2.3.11.2	Tekniske barrierer.....	43
2.3.11.3	Videnskabelige barrierer.....	43
2.3.11.4	Andre barrierer.....	43
2.3.12	Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer.....	44

1 Introduktion

1.1 Baggrund for undersøgelsen

Af klimaaftalen for energi og industri mv. d. 22. juni 2020 fremgår det:

'Partierne er desuden enige om, at der skal igangsættes en analyse, der skal identificere potentialer og barrierer for udfasning af fossile brændsler i erhverv, herunder i de dele af virksomhedernes procesenergiforbrug hvor der i dag er begrænsede muligheder for fossiludfasning, fx højtemperatur processer. Analysen forelægges partierne.'

Baggrunden for analysen er, at der aktuelt savnes svar på, hvordan især højtemperaturprocesenergi (dvs. over 150° C) omstilles mest hensigtsmæssigt, herunder navnlig teknologisk set. Det samme gælder bl.a. direkte fyrede anlæg og olieraffinaderier. Omvendt eksisterer der teknologiske svar på en grøn omstilling af mellem- og lavtemperaturprocesenergi (op til 150° C) samt også i nogen grad af den lettere interne transport (fx trucks).

Med Klimaaftalen for industri og energi mv. af 22. juni 2020 blev Erhvervspuljen på den baggrund udvidet og fremrykket til 2020, og der er samlet set afsat omkring ca. 3,5 mia. kr. i 2020-30. Det er forventningen, at puljen blandt andet skal drive en grøn omstilling af lav- og mellemtemperaturssegmentet. I hvilket omfang dette sker, afhænger dog af flere faktorer, som ikke er direkte påvirket af virkemidlet, herunder tilgængeligheden af skalérbare teknologier, som dækker forskellige behov i industrien, samt virksomhedernes samlede incitamenter til omstilling.

Formål med undersøgelsen

Analysen vil afdække virksomhedernes incitamenter til omstilling og kortlægge tekniske og økonomiske barrierer for udfasningen af fossile brændsler. På den baggrund præsenteres tekniske muligheder for en fossiludfasning, set i lyset af et større samspil med problemstillinger af fx økonomisk og regulativ karakter.

Barriererne inddeles umiddelbart efter:

- Tekniske barrierer
- Økonomiske og finansielle barrierer
- Juridiske barrierer
- Videnskæssige barrierer

I forløbet med kortlægningen er det dog oplagt at flere barrierer vil give sig til kende f.eks. at enkelte virksomheder ikke har et selvstændigt ønske om omstilling. Hvis betydningen af disse vurderes at være tilstrækkeligt tungtvejende, kan strukturen af kortlægningen tilpasses dette.

1.2 Metode

For at afdække virksomhedernes holdning, har vi anvendt kvalitativ metode i form af individuelle dybdeinterviews med virksomheder i dansk erhvervsliv. Den kvalitative metode er, qua sin problemfølgende og åbne tilgang, velegnet til at komme både i dybden med og 360 grader rundt om problemstillingen. Det individuelle dybdeinterview tillader den enkelte at komme til orde og redegøre for såvel holdninger som den baggrund og erfaring, der ligger til grund for holdningerne.

Der er gennemført 24 individuelle dybdeinterviews med en interviewlængde på 60 minutter. Interviewene er gennemført online via Teams af hensyn til den aktuelle COVID-19 pandemi.

1.3 Målgruppe

Virksomheder i dansk erhvervsliv, som repræsenterer væsentlige fossile energiforbrug både hvad angår højtemperatur og hvad angår lav/mellemtemperatur.

- Højtemperaturprocesser i erhverv, som anvender kul og olie i dag
- Højtemperaturprocesser i erhverv, som anvender gas i dag
- Mellem- og lavtemperatur i erhverv, hvor konvertering kan være vanskeligt i praksis

1.4 Dataliste: gennemførte interviews

Område	Virksomhed
Lav-/mellemtemperaturprocesser	Triple Nine (Thyborøn)
Lav-/mellemtemperaturprocesser	DuPont Nutrition Biosciences, Grindsted
Lav-/mellemtemperaturprocesser	CP Kelco ApS
Lav-/mellemtemperaturprocesser	Gærfabrikken Grenå
Lav-/mellemtemperaturprocesser	FF Skagen A/S, Skagen
Lav-/mellemtemperaturprocesser	Carlsberg
Lav-/mellemtemperaturprocesser	De Danske Gærfabrikker
Lav-/mellemtemperaturprocesser	Arla Foods Energy afd HOCO
Højtemperaturprocesser	Knauf (Gips)
Højtemperaturprocesser	Ardargh (glassmelteri)
Højtemperaturprocesser	Vesterled Teglværk, Egernsund Wienerberger
Højtemperaturprocesser	LECA-nødder
Højtemperaturprocesser	NCC
Højtemperaturprocesser	Munck Asfalt
Højtemperaturprocesser	Monier A/S Volstrup Teglværk
Højtemperaturprocesser	Aalborg Portland
Højtemperaturprocesser	Saint Gobain
Rådgivere	Dansk Energirådgivning
Rådgivere	Niras
Rådgivere	Energy Solutions
Rådgivere ¹	Danske Tegl
Leverandør	FL Smidth
Leverandør	Envotherm
Leverandør ¹⁰	Siemens (Siemens Mobility A/S)

¹⁰ Selv om vi i undersøgelsen kun har interviewet rådgivere og leverandører inden for lav-/mellemtemperaturprocesser udtaler disse sig også om højtemperaturprocesser.

2 Indsigter

2.1 Virksomhedernes holdning til grøn omstilling og udfasning af fossile brændsler

Analysen viser, at størstedelen af virksomhederne forholder sig positivt overfor regeringens grønne omstillingsplan og mål om at reducere CO₂-udledningen drastisk inden 2030 – og derfor allerede har igangsat større eller mindre energireducerende initiativer for egen vindings skyld. Mange virksomheder er nemlig kommet til den erkendelse indenfor de seneste år, at deres evne og villighed til at omstille deres virksomhed til en grønnere praksis med stor sandsynlighed bliver udslagsgivende for deres evne til at konkurrere – eller ligefrem deres eksistensgrundlag – inden for de kommende år.

*Det er med til at gøre, vi kan blive ved med at være konkurrencedygtige i fremtiden. Højtemperaturprocesser
Vi taler om license to operate. Cementvirksomheder udleder alt for meget CO₂ til det på sigt holder. Det er kun et spørgsmål om tid, før det lukkes ned for, hvis ikke vi gør noget. Højtemperaturprocesser*

2.1.1 Virksomhederne incitamenter til grøn omstilling

Det er således først og fremmest de økonomiske og forretningsmæssige incitamenter, som baner virksomhedens vej til en grøn og cirkulær omstilling, frem for idealistiske, bæredygtige intentioner om at reducere virksomhedens CO₂-udledning.

Nogle af de potentialer, virksomhederne vurderer, der er forbundet med den grønne omstilling er:

- Energibesparelser – da energi er en stor omkostningspost
- Sænke afgiftsbetalinger og kvotepriser
- Optimering af drift og produktion, herunder effektivisering og produktforbedringer
- Positionering og differentiering fra konkurrenter
- Grøn foliering og forbedring af virksomhedens image udadtil
- Reduktion af CO₂-udledning

Vi vil selvfølgelig rigtig gerne ned i energiforbrug, da udgifter til brændstof er rigtig dyre. Men derudover mærker vi også et øget pres for vores kunder, som gerne vil have bæredygtige produkter. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.2 Virksomhederne oplever en øget efterspørgsel på grønne produkter

Virksomhederne bekræfter, at deres kunder indenfor de seneste år er blevet mere optaget af bæredygtighed, hvorfor de i stigende grad mærker en efterspørgsel på grønne produkter og løsninger, som tager hensyn til klimaet og miljøet.

Vi mærker helt sikkert, der er et større fokus på det nu, end der har været tidligere. Mange vil gerne have grønne produkter. Højtemperaturprocesser

Dog oplever virksomhederne, det kan være en stor udfordring at få selvsamme kunder til at vælge de grønne – og ofte dyrere – produkter.

Problemet er bare, de ikke altid vil betale for det. Man kunne godt ønske sig, regeringen fik skabt nogle modeller, der favoriserer grønne produkter og derved skaber efterspørgsel i markedet frem for blot at presse med afgifter. Højtemperaturprocesser

Når det gælder den grønne omstilling, ligger det springende punkt derfor ikke alene hos industrien, men også i efterspørgslen efter bæredygtige produkter til en dyrere pris. Der er derfor et udtalt behov for, at regeringen udtænker initiativer og strategier, som bidrager til at modne markedet og gøre det er parat til at tage imod virksomhedernes grønne produkter, inden man presser virksomhederne i en grønnere retning.

2.2.1 Anbefalinger til regeringen for at sikre et efterspørgselstræk på grønne produkter:

1. **Krav om bæredygtighed i offentlige udbud:** ved at man i fremtiden baserer købsbeslutninger på miljøbetingede kriterier kan man bidrage til et offentligt marked for bæredygtige produkter.

Man kunne godt ønske sig der blev sat krav til for eksempel den cement, som skal bruges til i de offentlige infrastrukturprocesser. Højtemperaturprocesser

2. **Sikre kundebevidsthed om produktets CO₂-aftryk:** ved at man i fremtiden introducerer produktmærkninger kan man øge transparensen om bæredygtighed blandt slutforbrugeren.

2.3 Barrierer for udfasningen af fossile brændsler i dansk erhvervsliv

2.3.1 Indsatsområde 1: energieffektivisering

Analysen viser, at mange virksomheder længe har haft fokus på at energieffektivisering og derfor allerede har foretaget investeringer, som har reduceret deres energibehov markant – såsom optimering af produktionsprocesser og investering i mere energieffektivt maskineri.

Det er jo noget, som efterhånden er blevet gjort i mange år. Men det betyder også, at alle de lavthængende frugter efterhånden er taget. Rådgiver, højtemperaturprocesser

Det er noget, som hele tiden har været i fokus – fx når vi alligevel skal investere i nye maskiner, så sikrer vi selvfølgelig de er energioptimeret. Højtemperaturprocesser

Det store fokus skyldes, at energien ofte udgør en rigtig stor omkostningspost for virksomhederne, hvorfor de økonomiske besparelser har været den primære drivkraft til, de har forfulgt denne mulighed.

Energien er typisk den største udgift, og derfor er det også et væsentligt konkurrenceparameter. Rådgiver, højtemperaturprocesser

Mange af virksomhederne refererer dog til energieffektiviseringer som de lavt hængende frugter – de er langt mere plukke-modne – og ikke mindst mindre investeringstunge – end andre indsatsområder, hvilket gør dem fordelagtige. Dog vurderes det ikke at være et tilstrækkeligt tiltag til at skabe de nødvendige CO₂-reduktioner frem mod 2050, hvilket leder virksomhederne til at afsøge andre løsninger.

Vi har længe arbejdet på at bruge mindre energi i vores processer (udskiftning af komponenter og ændring i adfærd), men det er en lavpraktisk løsning, som ikke kan få os i mål med mission 0 – der kræver det, vi elektrificerer eller opsamler og lagrer CO₂ (carbon capture). Højtemperaturprocesser, leverandør

Man energieffektiviserer i det små – men skal det virkelig batte noget, skal man investere i nyt udstyr – elektrificere. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.2 Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.2.1 Økonomiske barrierer

Det kan være vanskeligt – for særligt de mindre virksomheder – at finde den nødvendige likviditet og tilgængelige finansieringsmuligheder til at fokusere på energieffektivisering.

Det er lige med at finde midlerne til det, og det store spørgsmål er, hvordan vi får fat i en finansieringskilde? Rådgiver

Der kan desuden være et manglende økonomisk incitament, hvis det vurderes, at det ikke er en rentabel investering eller tilbagebetalingstiden er for lang (hvor mange opererer med tilbagebetalingshorisonter på maks. 3-4 år). Det gør det vanskeligt at:

- 1) fremlægge en god business case overfor direktionen og 2) konkurrere med andre interne investeringer.

En barriere kan være økonomi – hvis vi har en for høj tilbagebetalingstid. Vi laver en business case, hvor vi vurderer, hvad det vil koste at implementere. Vi arbejder inden for termer, der hedder, at vores energibesparende projekter kun skal have en tilbagebetaling inden for 1-2 år, hvis det skal være en god business case. Så sommetider bliver vi udfordret på det område. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Det kan være svært at adressere grøn omstilling overfor ejerne, medmindre der er en økonomisk gevinst. Det er en forretning, og de ser jo gerne det skal være billigt. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.2.2 Tekniske barrierer

De tekniske barrierer forbundet med energieffektivisering vurderes at være små og langt hen ad vejen overkommelige, dog bliver det påtalt, at man ved genindvinding af spildvarme fra procesforbrug har svært ved at opnå den samme hurtige opvarmning, hvorfor slutproduktets karakter ændres.

Kogeprocesser ved lave grader kan vi i princippet godt bruge spildvarme til, men problemet er, vi gerne vil have en hurtig opvarmning, og det giver en for langsom opvarmning, og det resulterer i produktet bliver anderledes. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.2.3 Videnskæssige barrierer

Til trods for energieffektivisering har været på agendaen længe, er der forsat nogle virksomheder, som mangler viden om mulige energieffektiviseringsløsninger – og selv, hvis de har kendskab til løsningen, mangler de viden om investeringsrentabiliteten, hvorfor det er vanskeligt for dem at vurdere fordele, ulemper, økonomi og tilbagebetalingstid forbundet med investeringen.

Der er jo stadig mange virksomheder, som slet ikke kender til de løsninger, der er derude. Leverandør

2.3.3 Virksomheder med højtemperaturprocesser

2.3.3.1 Økonomiske barrierer

Mange af de samme økonomiske barrierer, som gjorde sig gældende blandt virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser, går også igen blandt virksomhederne med højtemperaturprocesser. Det kan være en udfordring at finde midler, som kan finansiere effektiviseringstiltag, og hvis ikke der foreligger en god business case, bliver projektet ofte nedprioriteret til fordel andre investeringer.

Vi er en privatejet virksomhed, og de forventer en tilbagebetalingstid inden for 3 år – og derfor er der nogle af de energiprojekter, som ikke bliver til noget. Man skal ikke glemme det er en forretning først og fremmest. Højtemperaturprocesser

2.3.3.2 Tekniske barrierer

Virksomheder og leverandører har svært ved at forstå lovgivningen på overskudsvarmeområdet og kommer med udtalelser som indikerer, at de har truffet de forkerte konklusioner eller ligefrem giver forkert rådgivning til deres kunder. For eksempel nævnes der, at virksomheder ikke har en finansiel fordel ved at udnytte deres overskudsvarme til fjernvarme, da de belægges af afgifter – og her sondres der ikke mellem, hvorvidt procesvarmen er baseret på fossile brændsler eller grønne alternativer.

Som det er i dag, bliver man beskattet, når man bruger sin spildvarme. Der kunne et ønske godt være, at reglerne blev lavet om, så det rent faktisk var fordelagtigt. Ellers går det bare til spille. Leverandør

2.3.3.3 Videnskæssige barrierer

Der er mange mindre virksomheder, som ikke har ressourcerne til at arbejde dedikeret med området, og de finder det vanskeligt at identificere yderligere potentiale for energieffektiviseringstiltag – de har hverken mandskab internt, som har tid til at kigge på det selv, eller økonomi til at ansætte eksterne rådgivere til at gøre det for dem – hvorfor det ender med at blive nedprioriteret.

Det er ikke altid man ved, hvad vej man skal gå. Nogle løsninger kender vi jo slet ikke til. Men jeg tænker vi i fremtiden kan komme til at trække på vores leverandører i forhold til at søge de her tilskud. Højtemperaturprocesser

2.3.4 Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer

Information og rådgivning er et nødvendigt onde for at støtte særligt de mindre virksomheder i deres arbejde med energieffektivisering. En anbefaling kunne derfor være at:

1. **Udvikle informationsmateriale i form af et energisparekatalog**, hvor virksomhederne kan få et overblik over mulige tiltag, finansieringsmuligheder og tilbagebetalingsberegninger.

Det har i andre brancher fungeret rigtig godt med et energisparekatalog, med inspiration til hinanden, så andre kan få glæde af samme gode løsninger. Rådgiver

2. **Facilitere netværksmøder**, hvor virksomheder kan inspirere, spare og vidensdele med andre i branchen om gode løsninger.

2.3.5 Indsatsområde 2: elektrificering

Mange virksomheder er positivt indstillet overfor elektrificering som omstillingsmulighed. De bekræfter, at der er et stort energibesparelspotentiale forbundet med elektrificering af særligt lav- og mellemtemperaturprocesser – samt visse højtemperaturprocesser. Dog kræver det ofte meget store investeringer i ny og endnu uprøvet teknologi, hvilket gør, at mange virksomheder fortsat forholder sig afventende.

Jeg vurderer at muligheden for elektrificering er meget til stede – hvis bare vi får bevist, at det er noget, der virker, er der god sandsynlighed for at arbejde videre med det. Der ligger i hvert fald store besparelser i det, så det er meget interessant. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Langt hen ad vejen er de fleste teknikker udviklet, så jeg føler mig overbevist om, at det tekniske kan løses. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Vi skal køre med el, ikke gas – så hvorfor investere 2 gange? Lav-/mellemtemperaturprocesser

Omvendt har reduktionerne været begrænsede for virksomheder, der opererer med meget høje temperaturer, da disse processer kan være svære og dyre at elektrificere. For disse virksomheder afhænger denne omstillingsmulighed til dels af udvikling og udbredelse af nye teknologier, som i nogen tilfælde indtil videre kun er på tegnebrættet eller udrullet i mindre skala.

Den er jo, det er den vej, vi skal, men vi har det problem, at vi er oppe i meget høje temperaturer. Men fx tørreprocesserne kan vi få elektrificeret, men selve brændingen, hvor vi er oppe i 1100 grader er svært at elektrificere, det er dyrt og ikke færdigudviklet, så derfor har vi købt biogas certifikater. Højtemperaturprocesser

Jeg tænker at små enheder kan vi sagtens elektrificere og store enheder som brænderen kan ikke elektrificeres på nuværende tidspunkt – du har for stort energitab – lige nu er teknologien ikke til at varme på el. Højtemperaturprocesser

2.3.6 Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.6.1 Økonomiske barrierer

En af de største barrierer forbundet med elektrificering er, at det dyrt at investere i nye eldrevne processer. Adgang til kapital synes derfor at være et tilbagevendende problem, da mange virksomheder er udfordret med at finde finansieringsmuligheder til for eksempel nye varmepumper.

Der mangler finansiering til at føre det ud i livet og vi er ikke robuste nok, at kunne køre det igennem med egne midler. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Desuden er el meget dyrere per enhed (kWh) end fossile brændsler, blandet andet på grund af afgifter, hvilket er med til at hæmme udbredelsen, da virksomhederne kan opnå en lavere pris ved brug af andre konkurrerende varmekilder. Samtidig er der blandt enkelte en opfattelse af, at virksomhedens konkurrenceevne påvirkes af udgifter, som virksomheder i andre lande ikke oplever.

Det kræver store mængder el, så bare det at betale til elnettet er dyrere end det, vi betaler i dag (naturgas). Lav-/mellemtemperaturprocesser

Jeg ved, de bruger elkedler på Island, men der er også nogle andre forhold – der er lavere strømpriser. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Ydermere er der enkelte virksomheder som mener, der fortsat er en vis risiko forbundet med investeringerne, da de vurderer nogle af teknologierne endnu er tidlig i deres modningsproces – og de er derfor i tvivl om fortjenesten kan stå mål med de risici, de tager. Samtidig rejser det spørgsmål om, hvem der bærer ansvaret, hvis noget går galt. Visse virksomheder er derfor fristet til at vente og se, indtil andre virksomheder i branchen har testet og udfaset de værste børnesygdomme.

Alle kommer frem til godt resultat, men det er risikoen, som ejeren ikke er villig til at løbe, det er både om man det har effekt og at man kan styre det og ikke afleder nye udfordringer. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Selvom der findes udmærkede tilskudsordninger, er det mange penge man skal lægge i et projekt, hvor man ikke er sikker på, at risikoen opvejer muligheden for fortjenesten. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Sidst, men ikke mindst, nævner enkelte virksomheder, at en større konvertering vil kræve en omlægning af virksomhedens processer eller en decideret midlertidig nedlukning af produktionen, hvilket selvsagt har store økonomiske konsekvenser.

Vi kan ikke bare skifte en dims, det er nærmere hele vores setup, som skal skiftes – her taber man også en investering. Det her med, at vi skal lave et helt setup om, gør at vi får en periode, hvor vi ikke ville kunne producere noget. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.6.2 Tekniske barrierer

Da det i visse tilfælde er en ny og forholdsvis uprøvet teknologi, er nogle virksomheder tilbageholdende, da de endnu ikke kan udelukke, om det vil have en negativ effekt på deres produktion og produktkvalitet.

For nogle af de her virksomheder er det her jo svarende til dengang, man skulle flyve til månen første gang. Rådgiver

Man skal ikke glemme, der er en vis risiko forbundet med at investere i de her maskiner – hvad hvis de ikke performer som forventet? Det er så nyt det hele, så man har ikke 20 års driftsdata, man kan læne sig op ad. Rådgiver

En teknisk barriere synes dog at være, at visse eldrevne varmeprocesser er sværere at styre, hvorfor dele af produktionen udsættes for alt for høj varme og derfor må kasseres.

En el-ovn kan være sværere at styre. Derfor er det afgørende, man får styr på det og sikrer, den samme opvarmning, som vi kender i dag. Ellers risikerer vi at skulle kassere nogle af vores produkter. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Det er sværere at styre – tænk på det som en mikrobølgeovn, du har hjemmet i køkkenet – den bliver også hurtig for varm. Rådgiver

2.3.6.3 Juridiske barrierer

De konstante ændringer i afgifter og CO₂-kvoter gør det vanskeligt for virksomhederne at beregne den reelle tilbagebetalings-tid og dermed afgøre, om en given investering er rentabel for dem. Mange efterspørger derfor mere klarhed og en stabilise-ring, så virksomhederne kan beregne vinding på et kvalificeret grundlag.

CO₂-kvoter kostede 25 euro i oktober, nu koster de 50 euro – hvor ender vi henne? Det gør det svært at vurdere, hvor me-get vi taber økonomisk, hvis ikke, vi gør noget nu. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.6.4 Videnskæssige barrierer

Størstedelen af de virksomheder, som har medvirket i undersøgelsen, synes at kende til deres muligheder for elektrificering, men der er fortsat nogle, som forholder sig skeptiske, eller decideret ikke har kendskab til teknologierne.

Mange virksomheder ved ikke, der findes de her teknologier. Og det er dyrt, og der er stadig en risiko forbun-det. Så længe, der ikke er krav, venter de i stilhed. Leverandør.

Der er en umiddelbar ulempe, da varmepumper max kan nå 100 grader, men nu har vi endelige fundet et firma i Sverige, som kan lave varmepumper, som kan håndtere højere temperaturer. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Af dem, som kender til teknologierne, har det krævet blod, sved og tårer at finde frem til de helt rigtige løsninger og teknolo-gier, hvilket givetvis forhindrer andre virksomheder i at gøre det samme.

Det har taget os 2 år at finde frem til den rigtige løsning (varmepumpe, som kan håndtere de temperaturer, vi har brug for). Lav-/mellemtemperaturprocesser

Desuden opleves det som tungt og yderst besværligt at navigere i de efterhånden mange forskellige støtteordninger og søge tilskud til ens energiprojekter, hvilket ikke hjælper processen på gled.

Det er svært at navigere i de forskellige tilskudsordninger. Det er virkelig tungt arbejde, som man ikke bare selv kan gøre. Det kræver man investerer i eksterne konsulenter, og det er ikke alle, der har råd til det. Lav-/mellemtempera-turprocesser

2.3.6.5 Andre barrierer

Den fortsat store omstilling fra fossile brændsler til elektrificering, får enkelte virksomheder til at tvivle på den danske forsy-ningssikkerhed og den generelle infrastruktur ift. elnettet. Der stilles ligeledes spørgsmålstegn til, hvorvidt det vil medføre for-højede el-priser, hvis Danmark i fremtiden løber ind i manglende effekttilstrækkelighed.

Dem der skal levere det til os, tror ikke de har strøm nok til at levere til os om 5 år – der er ikke kabler nok til at få strøm nok frem. Det er forsyningskædens problem, men hvis de får problemer, får jeg også problemer. Lav-/mellemtempe-raturprocesser

2.3.7 Virksomheder med højtemperaturprocesser

2.3.7.1 Økonomiske barrierer

De processer, som virksomheder med høje temperaturer kan elektrificere, er typisk forbundet med en rigtig stor investering. Ydermere er der hele den indledende omkostning med at skulle udvikle det rigtige setup og en proces, som kan bruges. Det er ikke noget, man som virksomhed bare gør: det skal times og planlægges med de eksisterende maskiners levetid.

Det er voldsomt dyrt, det er en ny teknologi og nye teknologer er dyrere – og der mangler reference anlæg, så der kan også være nogle barrierer der. Og mange gange er det nogle konservative personer, der sidder i bestyrelsen og bestemmer i de her virksomheder. Højtemperaturprocesser

Vores strategi er at udskifte til en el-ovn på sigt, men det er en dyr investering – og det er dyrt taget i betragtning, at teknologien stadig ikke er langt fremme. Vores ovn skal først gå i stykker, før vi investerer i en ny – den koster 150 millioner sådan en ovn, så det er sådan noget man udskifter hvert. 20. år” Højtemperaturprocesser

Der er helt klart en økonomisk barriere, og den er kæmpestor. Og ovnen er ikke engang udviklet endnu, den skal først udvikles, men det tager jo nok en 2-3 år og den udvikling vil ske ved store virksomheder, - så der er både en teknisk og en økonomisk udfordring (investering). Højtemperaturprocesser

Til trods for, der findes gode tilskudsordninger, kan det være vanskeligt for virksomhederne at navigere i – og har man ikke de rette kompetencer eller ressourcer til at administrere den del internt, koster det penge at investere i ekstern rådgivning.

Vi har hele det her med tilskudsordninger: det er en jungle at finde rundt i. De reklamerer meget med, de har dem, men jeg kan ikke finde ud af, hvordan og hvornår og hvad der skal til – og det er ikke engang sikkert, at man får tilskuddene alligevel. Højtemperaturprocesser

Ovenstående gør, at alene de indledende omkostninger forbundet med elektrificering er rigtige store – og kombineret med det faktum, at teknologien i visse tilfælde fortsat er umoden, vurderer mange virksomheder, der fortsat er for store økonomiske risici forbundet med investeringen.

Så er der jo hele den indledende omkostning i at skulle udvikle den her proces, som man kan være sikker på, kan bruges. Og selvom der findes udmærkede tilskud, er det mange penge, man skal lægge i et projekt, hvor man ikke engang er sikker på, at risikoen opvejer muligheden for fortjenesten. Højtemperaturprocesser

Ydermere nævnes det, at det kan være vanskeligt at udskifte en maskine, da mål på en ny maskine, kan være markant større, hvorfor den ikke passer ind i den eksisterende fabriks økosystem. Derfor ville de nye teknologier være nemmere at indtænke, hvis man stod og skulle bygge en ny fabrik, frem for at integrere det i en ældre fabrik, som ikke har de rette dimensioner.

Man prøver jo helt klart at finde løsninger, som kan passe ind i ens eksisterende fabrik. Og det er ikke altid nemt. Rådgiver

2.3.7.2 Tekniske barrierer

Den klart største barriere blandt virksomhederne med højtemperaturprocesser er dog først og fremmest, at teknologierne i nogle tilfælde ikke er på plads i dag, da ikke alle højtemperaturprocesser kan håndteres med elektricitet.

Varmepumper kan ikke generere høje nok temperaturer. Så der er helt klart en højtemperaturproblemstilling, men vi håber på bedre varmpumper i fremtiden. Højtemperaturprocesser

Præcis, hvor grænsen går ift. hvor høje temperaturer, som allerede kan elektrificeres, synes dog at variere afhængig af, hvem man spørger – men størstedelen tilslutter sig de 100-150 grader.

Dog virker det til, at de store virksomheder, som indtager positionen som firstmovers på området, er begyndte at opsnuse flere leverandører rundt omkring i verden, som i stigende grad kan hjælpe dem med at håndtere højere temperaturer – helt op til de 300 grader – men disse teknologier er fortsat under test og kræver udviklingsarbejde.

Vores hærdeovn er gasstyret nu (300 grader), men vi tror på, vi kan elektrificere den. Det er noget, vi er i gang med at teste pt., men det kræver udviklingsarbejde – teknologien er ikke modnet helt endnu. Højtemperaturprocesser

Det er ikke udviklet endnu – der er tale om en helt anden type ovn med andet udseende og med anden teknologi – men jeg synes jeg kan lytte mig frem til, at man anser det som værende teknisk muligt. Man er i gang med at afprøve. Højtemperaturprocesser

Men ikke alle virksomheder har reelle alternativer til deres nuværende produktion, hvorfor der er behov for store innovationsinvesteringer for at sikre den umodne teknologi kan udvikles og skaleres op – som for eksempel i Carbon Capture og Storage-teknologier.

Når det kommer til vibrering af selve ulden (som udgør 2/3 del af vores forbrug af gas), der er teknologien der slet ikke endnu. Vi har ikke engang en ide til det, så der foretages ingen test. Højtemperaturprocesser

Mange virksomheder nævner, at fordi teknologien fortsat er så umoden, er man slet ikke bevidst om de andre tekniske barrierer, som kan være forbundet med dem.

I og med ovnen ikke er udviklet endnu, så har jeg slet ikke kendskab til de andre problemstillinger, der kan være forbundet med den rent teknisk. Men jeg forestiller mig, der må være nogle, og dem skal man først til at tage højde for der. Højtemperaturprocesser

Dog forestiller nogle sig, det kan resultere i lavere virkningsgrader eller at produktet ændrer karakter og udseende, hvorfor der vil komme modstand blandt slutbrugerne. Andre påtaler, det kan øge risikoen for eksplosionsfare i selve arbejdsprocesserne grundet en øget trykstigningshastighed i rørene.

Der kan være, farverne på vores produkter bliver anderledes, hvor kunderne så siger, det er ikke et teglprodukt, de er vant til. Højtemperaturprocesser

Vi skal også tænke på vores medarbejders sikkerhed. Et øget tryk i rørene kan betyde, der er en større risiko for eksplosion. Højtemperaturprocesser

2.3.7.3 Juridiske barrierer

Ligesom vi så gjorde sig gældende blandt virksomheder med lav-/mellem temperaturprocesser, gives der også her udtryk for, at de konstante ændringer i afgifter og CO₂-kvoter gør det vanskeligt for virksomhederne at beregne den reelle tilbagebetalingstid og dermed afgøre, om en given investering er rentabel for dem. Mange efterspørger derfor mere klarhed og en stabilisering, så virksomhederne kan beregne vinding på et kvalificeret grundlag.

2.3.7.4 Andre barrierer

De store omkostninger, som er forbundet med denne konvertering, vil givetvis betyde, at virksomhedernes produkter på sigt vil blive dyrere – en difference, som i sidste ende vil blive presset ned over deres kunder. Som det er i dag, er ikke alle kunder villige til at betale ekstra for grønne produkter, hvorfor virksomhedens konkurrenceevne forværres – særligt blandt de virksomheder, hvis konkurrenter ikke er danske, eller hvis produkt ikke er unikt.

Der er nogle brancher, hvor marginen er så lille – der er virkelig hård konkurrence – fx for teglværkerne, der er ekstra udgifter nærmest gift. De kan ikke tillade sig at sætte prisen op, hvis de vil fastholde deres konkurrencesituation. Rådgiver

Det kan komme til at koste arbejdspladser – det er lettere at flytte produktionen over på den anden side af landegrænsen. Højtemperaturprocesser

Vi kan sagtens producere dem med el nu, men det ville blive så dyrt, at så ville der ikke være nogen, der byggede med mursten – de mursten skulle opbevares i pengeskabet. Højtemperaturprocesser

2.3.8 Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer

Finansiering og innovationsmidler er et nødvendigt onde for at støtte virksomhederne i deres arbejde med elektrificering. En anbefaling kunne derfor være at sikre:

1. Hjælp til at finansiere de nødvendige tilskud til modning og spredning af ny grøn teknologi, samt sikre de rette finansieringsrammer for større pilotprojekter, der kan elektrificere de mest udfordrende højtemperaturprocesser

Det er simpelthen forskning og udvikling vi venter på. Selvfølgelig hvis man kunne hælde offentlige penge i forskning og udvikling ville det hjælpe meget på det. Højtemperaturprocesser

Det er jo ingen tvivl om, at hvis man kunne få et engangsbeløb ville flere gå ind i det for det er noget dyrt udstyr der bliver sat op. Højtemperaturprocesser

Jeg savner jo fornyelsesfonden, som gav en garanti på nye teknologier. Det var med til at gøre det nemmere for virksomhederne at turde satse på nye teknologier. Leverandør

2. Klarhed og stabilisering af elpriser og -afgifter – så virksomhederne kan beregne vinding på et kvalificeret grundlag.
3. Nogle teknologier er der allerede, men de anvendes i dag ikke i stor skala og kræver derfor demonstration i storskala, inden de kan udrulles (fx gode cases og road shows).

Man kunne godt blive bedre til at udbrede de gode historier, så flere virksomheder kender til deres muligheder og tør gå den vej – bare sådan noget som at man hos os kan leje de her maskiner i stedet for et købe dem. Det kunne måske gøre investeringen lidt mere overskuelig. Men det kræver, de ved det. Leverandør

4. Simplificering af tilskudsordningerne, så det bliver nemmere for virksomhederne at få hjælp til at finansiere deres grønne energiprojekter.

Hvad angår funding skal vi blive bedre til at spille en proaktiv rolle, så det bliver mere gennemskueligt for virksomhederne, hvad de kan få af støttemidler. Mange virksomheder ved ikke hvordan de skal finansiere det her, og støtteordningerne er et komplekst landskab. De store virksomheder skal nok finde ud af det – de har ressourcerne til at ansætte folk til at finde ud af det – men de mindre virksomheder ved ikke, hvor de skal starte henne. Rådgiver

5. En plan for høj elforsyningssikkerhed i fremtiden, for at sikre, at udbuddet af el kan møde virksomhedernes efterspørgsel.

Ja de kan understøtte os i, at vi får den elforsyning, som vi har behov for – der kan de jo virkelig hjælpe til. Jeg ved ikke konkret, hvordan de kan gøre, det er jo lidt noget med at gå ud til elforsyninger og få klarlagt med dem, hvor meget el de egentlig kan levere, og få overblik over, hvordan de vil klare det. Højtemperaturprocesser

2.3.9 **Indsatsområde 3: skift til biogas**

Biogas synes at spille en væsentlig rolle i den grønne omstilling – først og fremmest blandt virksomheder med svære højtemperaturprocesser, som ikke umiddelbart kan elektrificeres. Her vælger mange enten at satse fuldt på biogas, eller en delvis konvertering til el og biogas.

Hvis ikke biogas, hvad så? Findes der en teknologi, som kan klare det? Højtemperaturprocesser

Modsat elektrificering som indsatsområde, er en konvertering til biogas en nem affære, som størstedelen af virksomhederne i princippet kan skifte til i morgen uden de store investeringsomkostninger og produktionsomlægninger.

Biogas vil tage få måneder at skifte over til, men en el-ovn vil tage flere år. Højtemperaturprocesser

Når det er sagt, er de største barrierer forbundet med biogas – hvis du spørger virksomheder med højtemperaturprocesser – prisen og tilgængeligheden, hvorfor der er behov for et mere forudsigeligt og økonomisk attraktivt udbud af biogas.

Den største barriere er, at biogas er dyrere end almindelig gas og så er der hele problemstillingen med forsyningssikkerheden. Højtemperaturprocesser

Jeg tror det er forsyningen der er den værste og største barriere. Og den mindste vil jeg tro er den tekniske.

Højtemperaturprocesser

Enkelte virksomheder med højtemperaturprocesser forholder sig dog afventende, da de strategisk hellere vil satse på elektrificering i fremtiden, hvorfor de ikke ønsker at foretage en investering i biogas, da det blot vil være en dobbeltinvestering.

Vi vil egentlig hellere elektrificere frem for at konvertere til biogas. Der er for mange variabler i spil, og spørgsmålet er, om det overhovedet er CO₂-neutralt om 20 år? Folk siger forskellige ting. Højtemperaturprocesser

Undersøgelsen viser, at langt færre virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser har fokus på at bruge biogas i deres grønne strategi, da det er langt dyrere sammenlignet med andre energikilder, og betragtes som en mindre holdbar løsning end elektrificering.

Biogas er den lette løsning – lidt som at springe over hvor gærdet er lavest. Den helt store forskel vil ligge i elektrificering – det er det, som batter. Hvis vi fx skifter til træflis, så vil det ikke kræve vi ændrer vores processer, men det er ikke en holdbar løsning – så skal vi jo også have transporteret alt den træflis, jeg tænker ikke det er meget bedre. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.10 Virksomheder med lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.10.1 Økonomiske barrierer

En af de største barrierer ved biogas er, at det for nærværende ikke er en rentabel løsning, da prisen simpelthen ikke kan konkurrere med naturgas. Det vil derfor fordyre slutproduktet, hvilket markedet ikke er klar til.

Det er svært at finde en løsning, der er billigere end naturgas – det er bare svært at konkurrere med – og vi er også begrænset af, at vi ikke kan lave noget, der er meget dyrere end vores konkurrenter på markedet. Lav-/mellemtemperaturprocesser

Det er meget dyrere! Jeg mindes det er 4. gange dyrere at bruge end naturgas. Så der er tale om nogle helt andre priser. Rådgiver

2.3.10.2 Tekniske barrierer

Af tekniske barrierer nævnes det, at (ikke-opgraderet) biogas og naturgas har forskellige egenskaber – blandt andet er der mere vand i biogassen, og det kan være skadeligt for anlæggene, hvis der kommer fugt ind i systemet, da de kan ruste og blive forringet.

Jeg er ikke interesseret i at få biogas ind i vores anlæg – det rustet og tærer på kedlerne, så de bliver ringere og dyrere at bruge. Lav-/mellemtemperaturprocesser

2.3.10.3 Andre barrierer

Biogas har fået hård kritik for at være CO₂-belastende (pga. metan-tab fra utætheder), hvorfor nogle virksomheder på et etisk plan er imod brugen af biogas som energikilde, mens andre blot mener, der er en risiko forbundet med at konvertere til biogas, da der ikke er nogen garanti for, det stadig betragtes for at være lige så CO₂-rigtigt om 20 år. De ønsker derfor ikke lægge alle deres æg i denne kurv, da der er en risiko for, de blive tvunget til at skulle konvertere igen inden for nogle få år.

Hvis vi går hen og bliver lidt mere filosofisk, så kan man også rejse spørgsmålet, hvad er biogas egentlig for en størrelse? Redder det overhovedet noget, hvis vi bruger biogas i stedet for? Rådgiver

2.3.11 Virksomheder med højtemperaturprocesser

2.3.11.1 Økonomiske barrierer

Også blandt virksomheder med højtemperaturprocesser er en af de største barrierer ved biogas, at det er en meget dyr energikilde holdt op imod naturgas, og det er derfor en økonomisk belastning at konvertere til biogas.

Biogas er dyrere end naturgas, så det vil fordyre produktet – og jeg har spurgt nogle kunder om de vil betale mere for brug af biogas, og det vil de ikke. Højtemperaturprocesser

Vi overvejer at konvertere til biogas, men det koster kassen! Prisen på biogas er høj. Højtemperaturprocesser

Der er den økonomiske barriere, at man afgiftspålægger biogas som man pålægger naturgas, den afgift burde man fjerne. Hvis den blev fjernet, ville vi være lidt nærmere, at det kunne blive økonomisk attraktivt. Højtemperaturprocesser

2.3.11.2 Tekniske barrierer

Som tidligere fastslået, er der ikke de store tekniske barrierer forbundet med denne konvertering, hvorfor de fleste virksomheder med højtemperaturprocesser mener, det er en løsning, de vil kunne skifte over til relativt hurtigt.

Det er heller ikke noget problem at skifte til biogas. Det er bare at trykke på en knap, det er lige til. Højtemperaturprocesser

Dog nævnes det, at der ikke er den samme varme i biogassen som naturgassen, og flere virksomheder gruer for en varierende biogaskvalitet og brændværdi¹¹.

En anden teknisk udfordring kan være, at få brændværdien op. Jeg er ikke sikker på den har den samme kvalitet. Højtemperaturprocesser

2.3.11.3 Videnskæssige barrierer

Undersøgelsen viser, der er en vis usikkerhed omkring, hvordan biogaspriserne og CO₂-kvoterne udvikler sig i fremtiden, hvorfor det for virksomhederne er svært at forudsige rentabiliteten ved en konvertering.

Vi har brug for mere klarificering og sikkerhed. Mange af os er med på den grønne omstilling, men vi har også en forretning, som skal løbe rundt. Det er vigtigt med mere klarhed, så vi kan beregne vores tab, hvis ikke vi gør noget. Højtemperaturprocesser

2.3.11.4 Andre barrierer

En anden væsentlig barriere, er den geografiske: ikke alle virksomhederne er placeret i nærheden af gasnettet, hvorfor de efterspørger en bedre gasinfrastruktur, hvis det skal være muligt for dem at konvertere til biogas.

Det vil kræve vi bygger rørledninger hertil – som igen vil være med til at fordyre produktet. Højtemperaturprocesser

Men den største barriere, som størstedelen af virksomhederne nævner, er den begrænsede kapacitet. Hertil sås der tvivl om, hvorvidt der overhovedet er tilstrækkelig med biogas nu og i fremtiden – hvortil der rejses spørgsmål til, hvorvidt en udvidelse kan foretages, da det forventes at være svært at finde velegnede placeringer til nye biogasanlæg på grund af lugtgener.

Der hvor det bliver begrænset er forsyningsnettet, det er ikke clearet endnu. Højtemperaturprocesser

¹¹ Såfremt der er tale om opgraderet biogas i naturgasnettet bør dette ikke været et problem.

Det er ikke nemt at opføre biogasanlæg i dag, der er så mange der ikke vil have det – det er det samme som med vindmøller: der er ingen der vil kigge på dem. Højtemperaturprocesser

Selve forsyningssikkerheden er derfor en stor barriere, hvorfor en udvidelse af gasnettet vurderes at være nødvendigt. Og derudover ligger det, der er svært at spå om og forberede sig fuldt ud på: fx hvis svineproduktionen rammes af sygdom, og der derfor bliver en yderligere mangel på biogas produceret af husdyrgødning.

Der er også en usikkerhed forbundet med det. Det forudsætter at dansk landbrug kører som det skal, og at et sygdomsudbrud ikke rammer griseproduktionen. Det er jo sådan nogle ting, som kan påvirke produktionen af biogas. Højtemperaturprocesser

2.3.12 Forslag til tiltag, der kan imødegå barrierer

Vished og konkurrencedygtige priser er et nødvendigt onde for at støtte virksomhederne i deres arbejde med biogas. En anbefaling kunne derfor være at sikre:

1. Klarhed omkring det fremtidige udbud, infrastruktur og pris. Herunder en strategi for, hvordan man vil øge produktionen af biogas i fremtiden – eventuelt kombineret med en garanti for, at virksomheder med højtemperaturprocesser, hvor der endnu ikke er et andet grønt alternativ til biogas, er sikret biogas i fremtiden.

Jamen jeg synes det er fint hvis man allokerer biogas til de industrier, der skal op i høje temperaturer – jeg synes det giver mest mening, at vi bruger biogassen til de industrier indtil man får det elektrificeret. Højtemperaturprocesser

2. Støtte, så biogaspriserne kan konkurrere med fossile brændsler i fremtiden – eventuelt ved hjælp af subsidier og øget kapacitet, så der kan ske en reduktion i udbudsprisen.
3. Investeringer med det formål at øge produktionen af biogas og udbygningen af gasinfrastrukturen i Danmark, så biogas bliver nemmere tilgængeligt.