

# HALMFYR OG EMISSIONSKRAV

TEMADAG HALM – 8. DECEMBER 2022



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



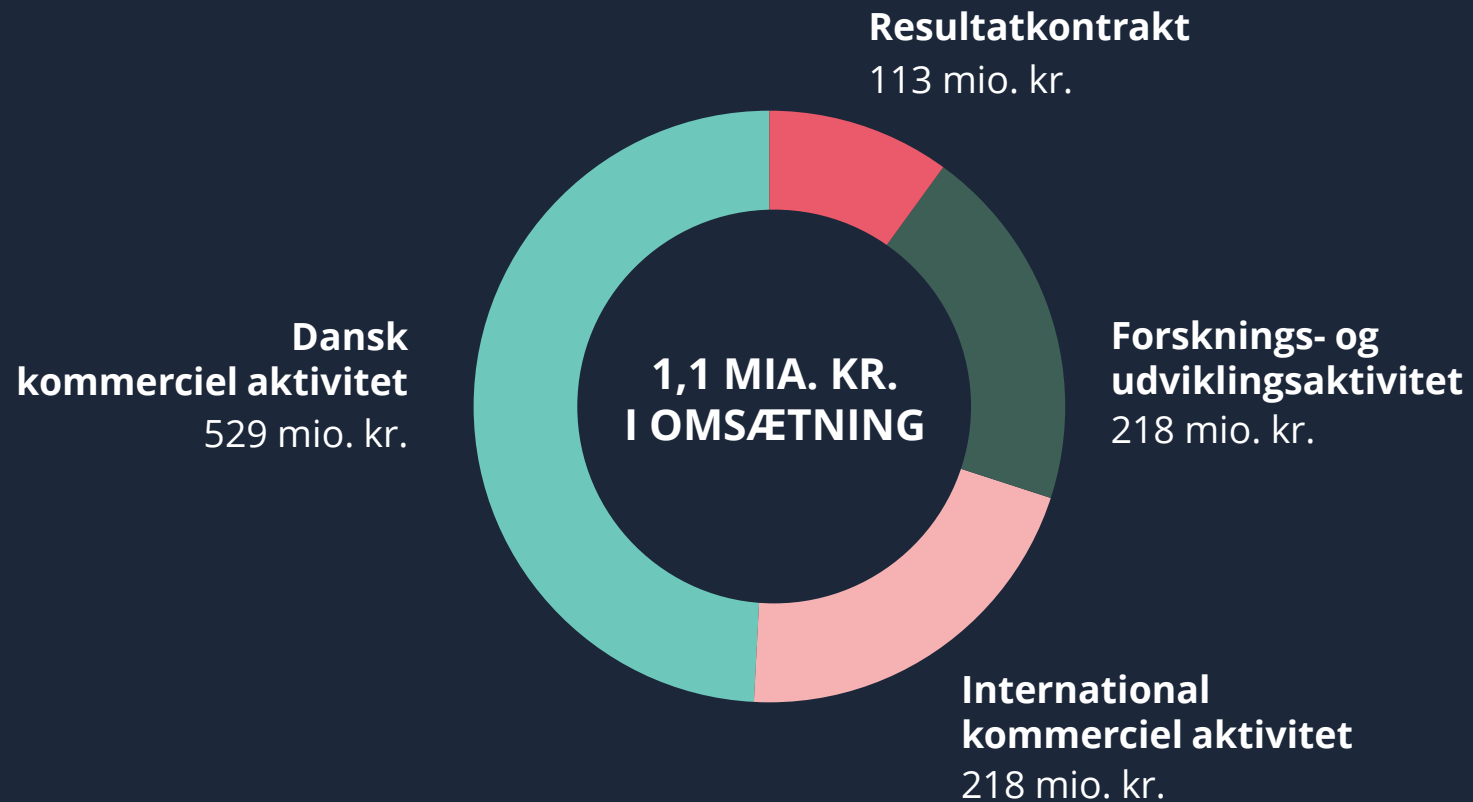
TEKNOLOGISK  
INSTITUT

FØDEVARER  
MATERIALER  
ENERGI

...FOR EN BEDRE FREMTID



# OMSÆTNINGSFORDELING I 2021



# DIVISIONER



**AGROTECH**



**BYGGERI OG ANLÆG**



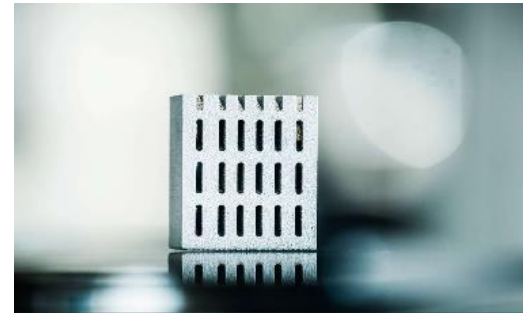
**ENERGI OG KLIMA**



**MILJØTEKNOLOGI**



**DMRI**



**MATERIALER**



**PRODUKTION OG INNOVATION**



# ENERGI & KLIMA



Vi finder grønne og konkurrencedygtige løsninger inden for:

- Energieffektivitet
- Vedvarende energi
- Fremtidige intelligente energisystemer
- Klimabeskyttelse
- Transport og elektriske systemer



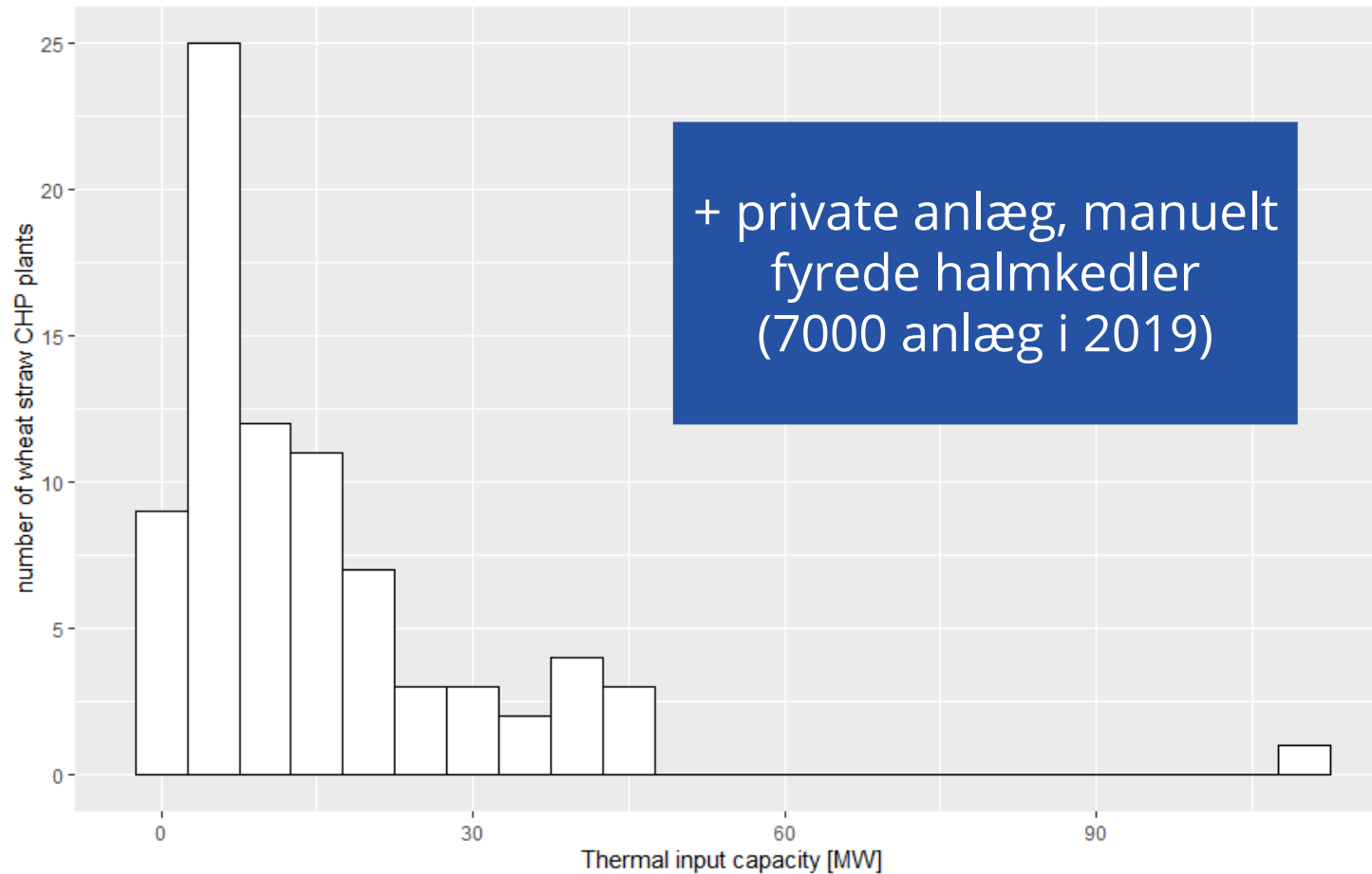


# HALMFYR OG EMISSIONSKRAV



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# HALM BRUGES MEST I MINDRE ANLÆG



## Varme-, fjernvarme- og kraftvarmeværker i DK

### Halmfyret:

- I alt 80 værker
- Sum: 1214 MW indfyret effekt
- Største: 110 MW (Aarhus N)
- Gennemsnit: 15 MW

### Øvrig biomasse:

- 191 værker
- Sum: 8290 MW indfyret effekt
- Gennemsnit: 43 MW



# HALM ER ET VANSKELIGT BRÆNDSEL

Prøve	Sammensætning				Elementæranalyse (tørt, uden aske)				
	Flygtige	Koks	Aske	Fugt	C	H	O	N	S
1	0,666	0,160	0,063	0,111	0,493	0,064	0,430	0,005	0,002
2	0,736	0,158	0,034	0,073	0,493	0,059	0,501	0,006	0,001
3	—	—	0,028	0,087	0,493	0,061	0,434	0,007	0,002
4	—	—	0,129	0,024	0,511	0,064	0,420	0,008	0,001

Kilde: Phyllis2, database for (treated) biomass, algae, feedstocks for biogas production and biochar.  
<https://phyllis.nl/>  
wheat straw (Danish) #1302, wheat straw (Danish) #1871, wheat straw (Danish) #2289, wheat straw #3564





# EMISSIONSKRAV TIL HALMFYR

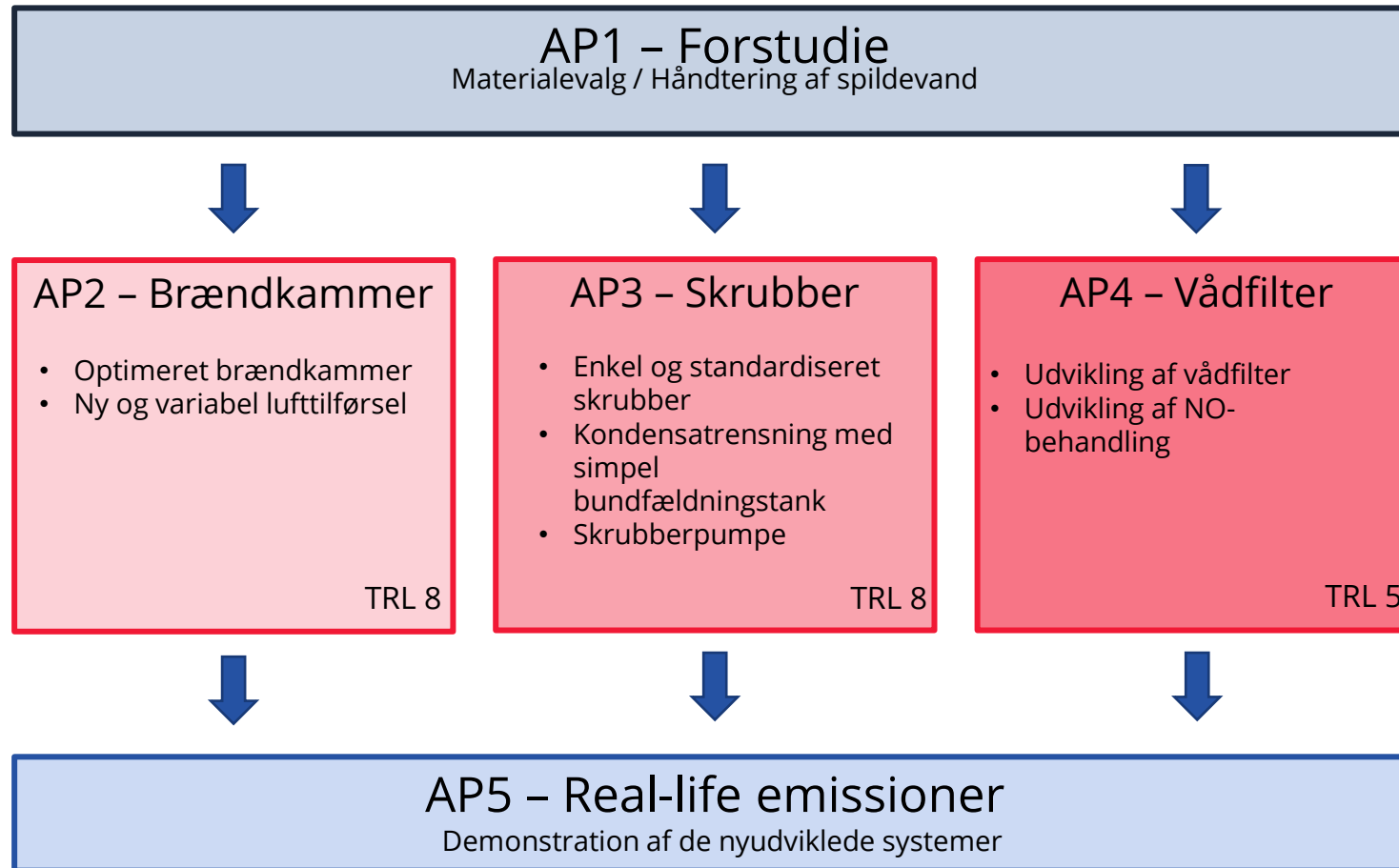
BEK nr 199 af 04/02/2022

Grænseværdier og prøvningsmetoder for halmfyr 0 – 1 MW, som installeres, jf. § 4, stk. 1, nr. 7

Fyringsprincip:	Emissionsgrænseværdier:			Prøvningsmetode
	OGC mg C/normal m <sup>3</sup> ved 10 % O <sub>2</sub>	CO mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % O <sub>2</sub>	Støv mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % O <sub>2</sub>	
Manuel	30	700	60	Producenten / importøren kan vælge at lade kedlen teste enten efter standarden EN 303-5 eller efter de standarder, der er angivet i metodebladene udgivet af Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften: MEL-06 om bestemmelse af carbonmonooxid (CO) i strømmende gas og MEL-07 om bestemmelse af koncentrationen af gasformig TOC (total organisk carbon) i strømmende gas (flammeionisationsdetektor) eller tilsvarende standarder for måling af emissioner, der er anerkendt i EU, EFTA-lande eller Tyrkiet. Prøvningsinstituttet skal være akkrediteret til de standarder, der nævnes i metodebladene.
Automatisk*	20	500	40 ***	



# "HALM" PROJEKT

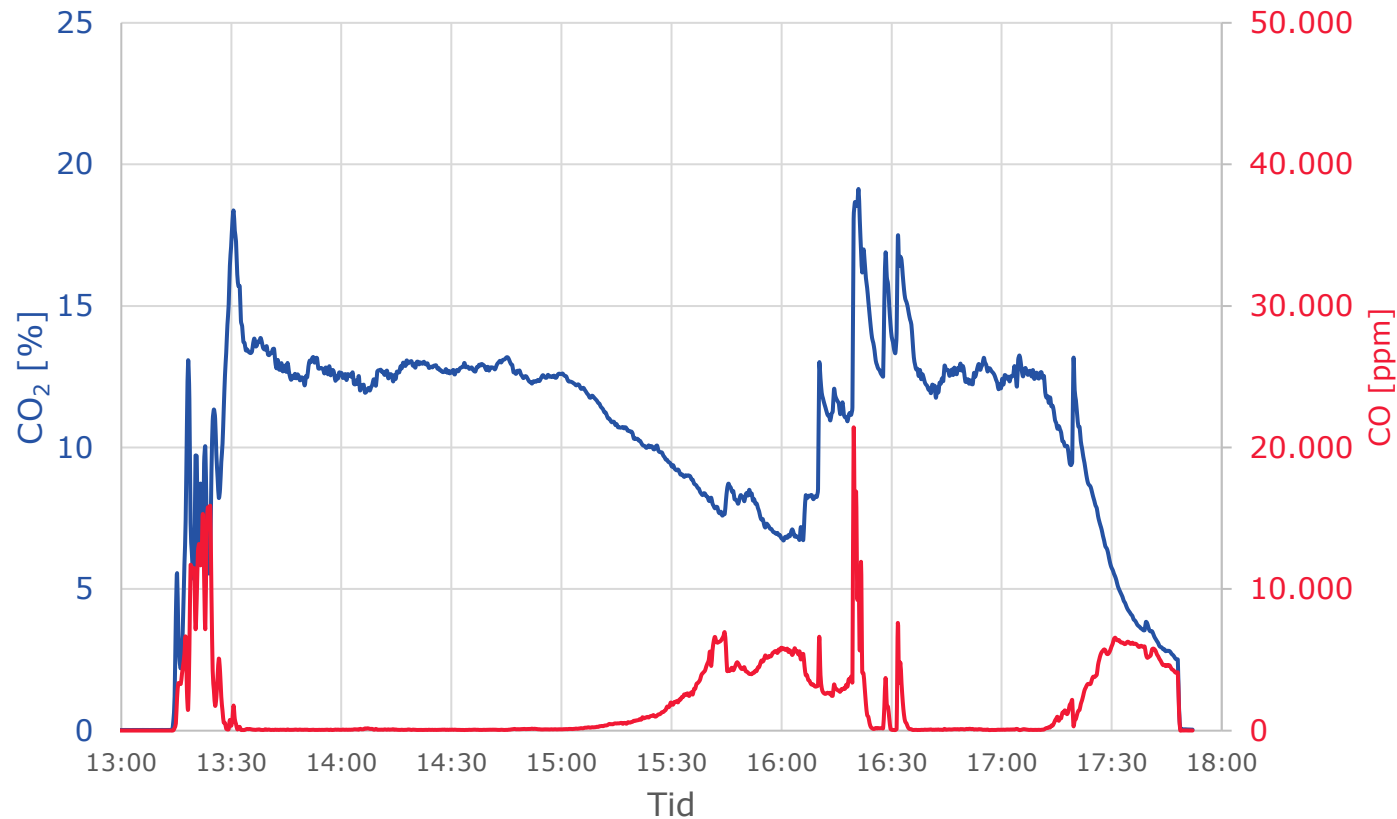


- Teknologisk Institut
- ArosTeknik
- Faust
- KF Halmfyr
- KSM
- SEG

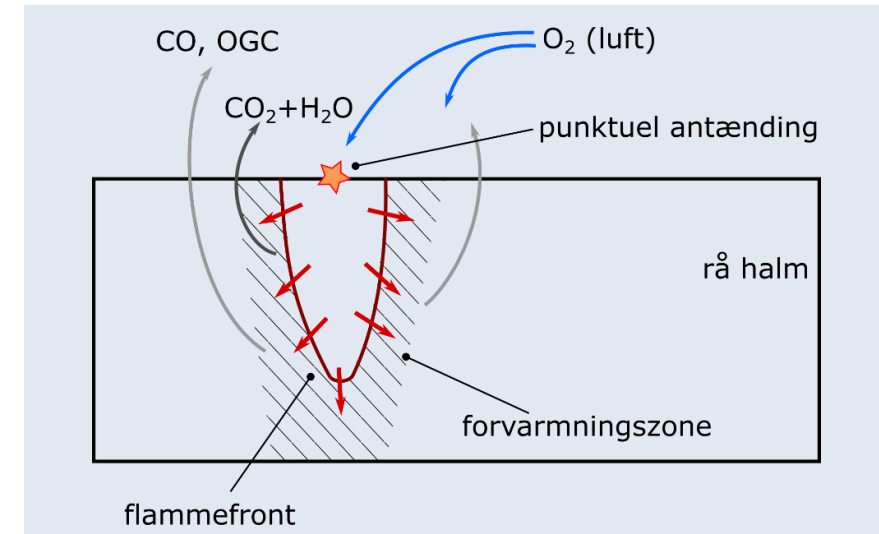
*Projektet blev støttet af  
MUDP (MST 117-00648)*



# TILTAG MOD CO OG OGC



- Emissioner af CO og OGC (ikke forbrændte afgasningsprodukter) især i start- og slutfase
- Luftstyring!



# TILTAG MOD PARTIKLER

Primære tiltag:

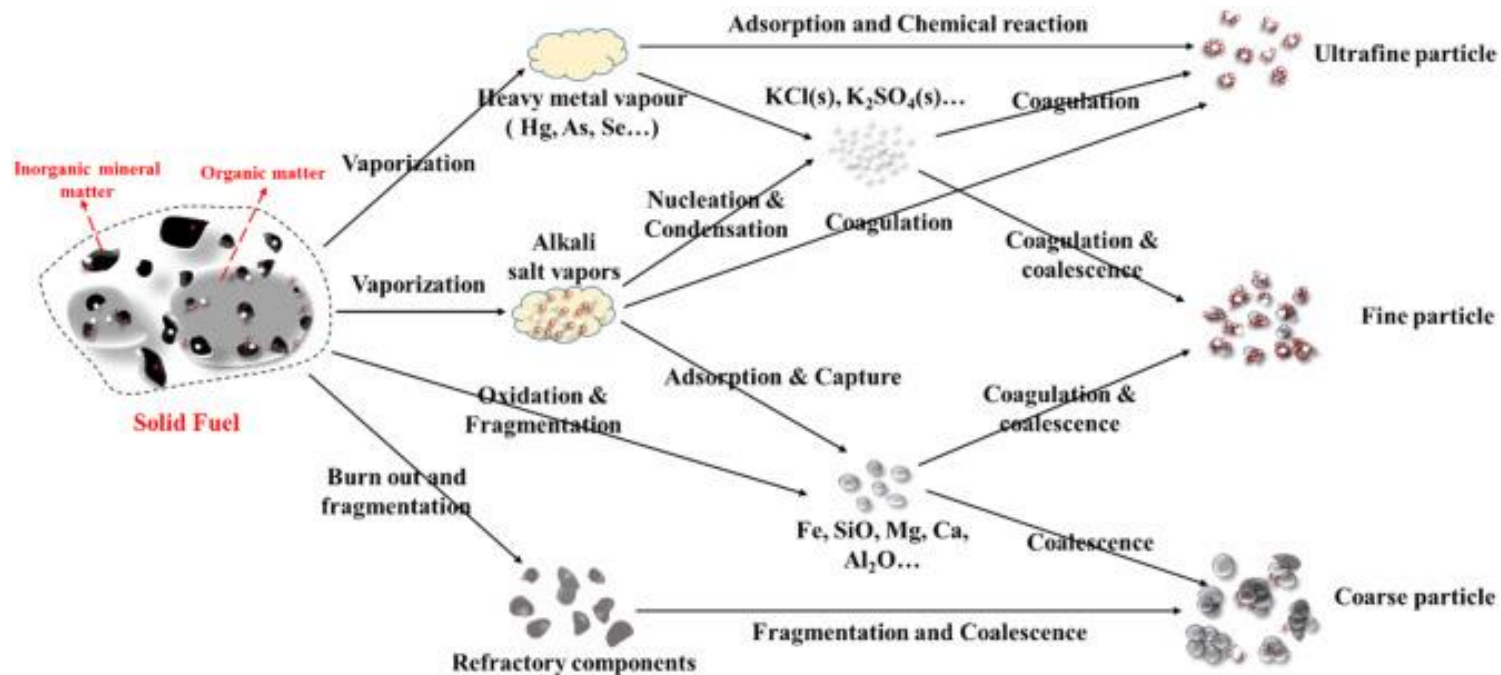
Undgå, at partiklerne dannes

Sekundære tiltag:

Fjern partiklerne



# PARTIKELDANNELSE



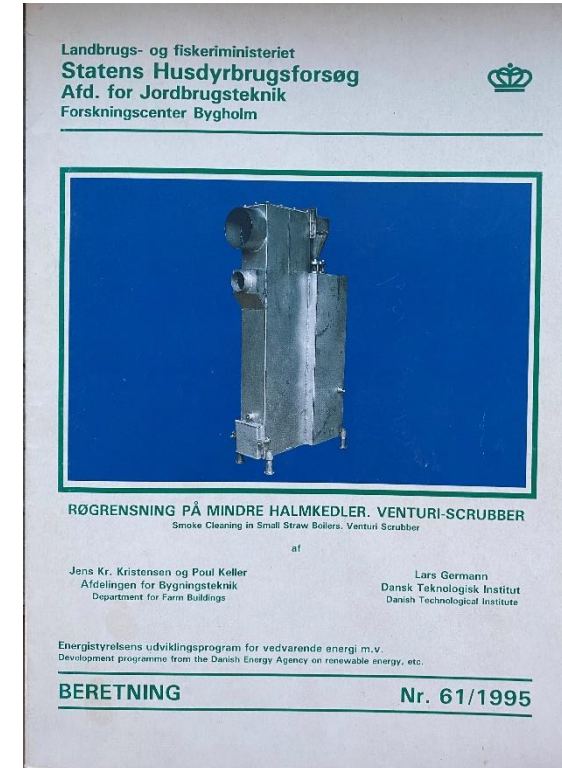
- Der er mange processer og veje, der fører til partikeldannelse
- Vigtige indflydelsesparametre:
  - Brændselssammensætning
  - Temperatur
  - Luft-/Gashastighed
- **Svært at påvirke!**

Kilde: Yang et al., 2021. DOI: 10.1016/j.fuproc.2020.106657



# PARTIKELFJERNELSE

- Cyklon
- Posefilter
- Elektrofilter
- Skrubber
- Vådfilter



# SKRUBBERFORSØG



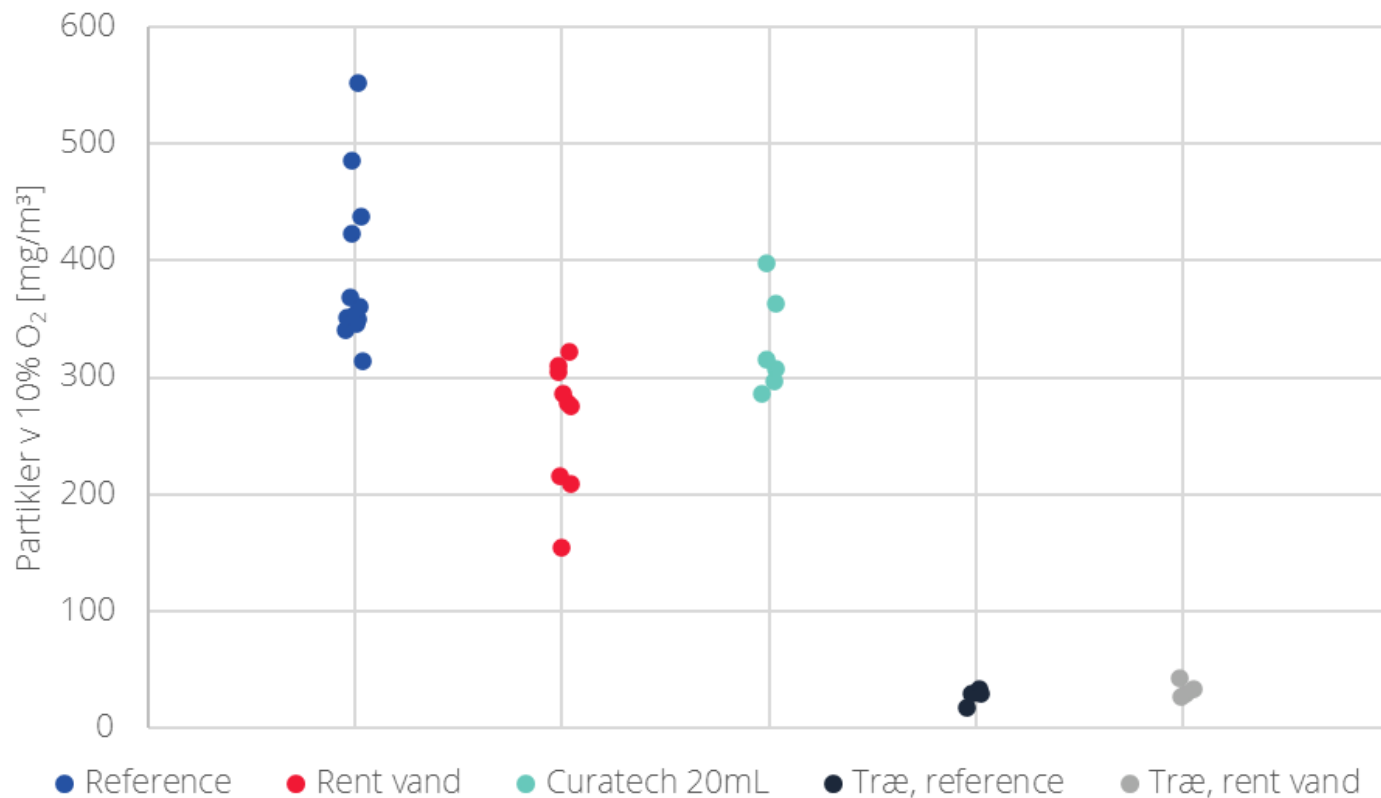
(a) Fyldlegemer



(b) Quenchdyse



# SKRUBBERFORSØG

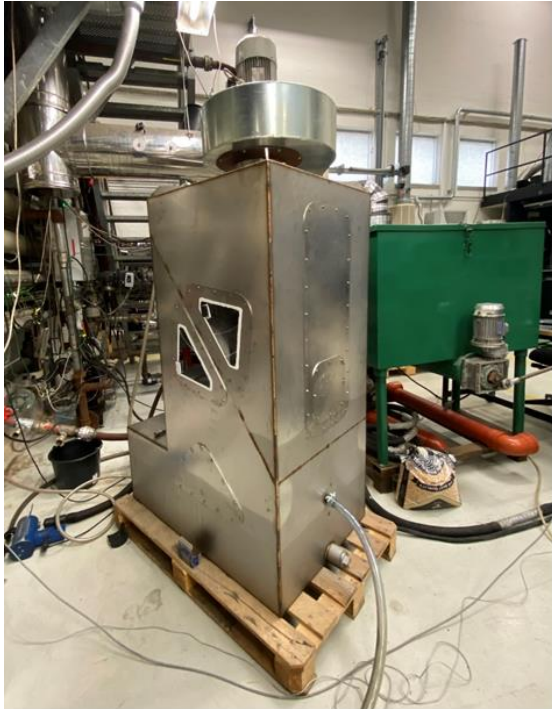


- Udgangspunkt: nedskalering af skrubber til større anlæg (>5 MW)
- Testet på laboratorie-skala (30 kW, halmpiller, ristfyret kedel)
- 12 forsøg uden skrubber ("Reference")
- 9 forsøg skrubber med vand ("Rent vand"),
- 6 forsøg tilsat afspændingsmiddel ("Curatech 20 mL")
- Stor spredning!
- Høje emissioner.





# VÅDFILTERFORSØG



(a)



(b)



Foreløbig: 25–55% filtereffektivitet



# RØGGASRENSNING FOR MINDRE ANLÆG

- Kan være teknisk udfordrende
- Høje specifikke anlægs- og driftsomkostninger (skaleringseffekter, "economies of scale")
- Omkostninger skal kompenseres (gennem salg af produkt/ydelser)



# PERSPEKTIVER

- **Centralisering** – forbrænding i større anlæg (>10 MW) med bedre mulighed for røggasbehandling
- **'Automatisering'** – væk fra portionsfyring, mere jævnt brændselstilførsel.
- **Forbehandling** – fx pelletisering, mere jævnt brændselstilførsel.

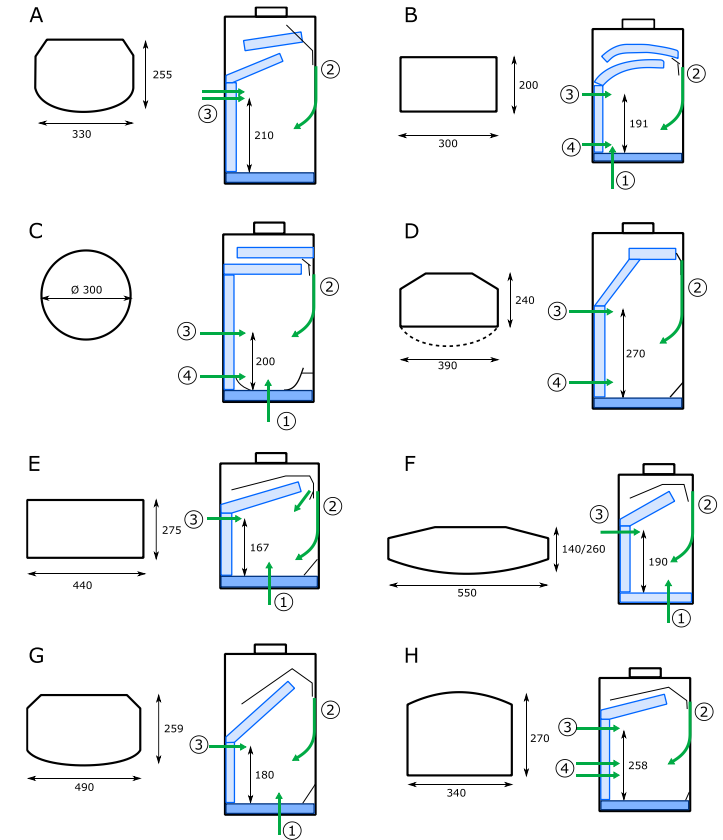


# PERSPEKTIVER (II)



Brændeovne: et lignende forbrændingsprincip...

...med forholdsvis kompleks brændkammerteknologi.



# KONKLUSION

- Halm er et vanskeligt brændsel
- Emissioner fra portionsfyring er svært at styre
- Røggasrensning kræver en vis (anlægs-)størrelse
- Stigende miljøkrav betyder, at halmkedelbranchen står over for en forandring



A low-angle photograph of industrial structures against a clear blue sky. On the left, a tall, dark, cylindrical tower rises, with a metal ladder and various pipes and cables attached to it. To the right, a large, light-colored building with a corrugated metal roof is visible. The perspective is looking up, creating a sense of height and scale.

# TAK!

*Lars Schwarzer*  
Konsulent  
Bioenergi og CCUS  
[lars@teknologisk.dk](mailto:lars@teknologisk.dk)



**TEKNOLOGISK**  
**INSTITUT**