



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Sous vide dine fødevarer  
det er bæredygtigt og foreneligt  
med høj fødevareresikkerhed

Onsdag d. 29/1-2020



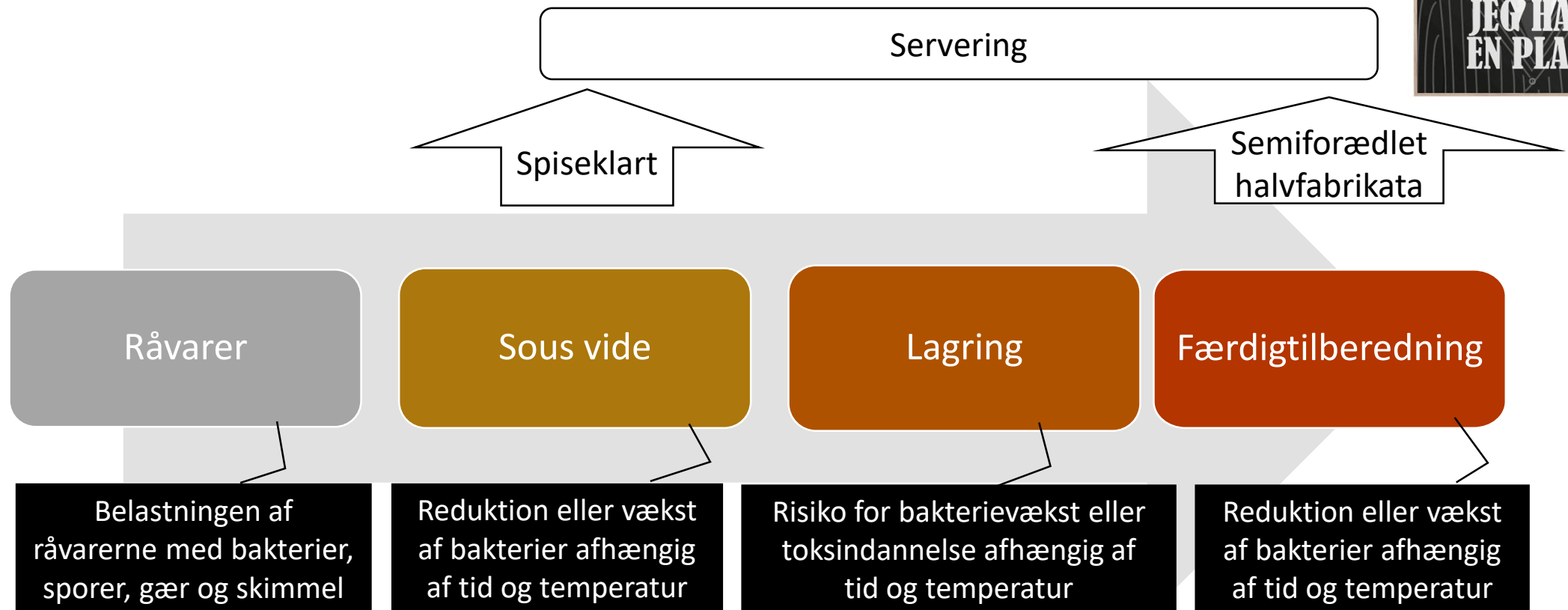
TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Sous-vide:

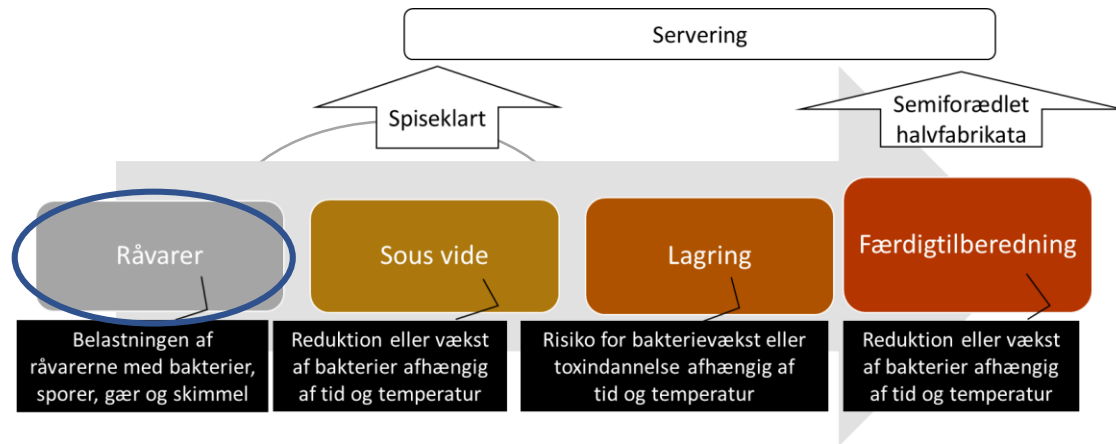
- "Under vakuum"
- Tilberedning i kogeposer under 100°C



# Man skal have en plan!



# Råvarerne



- Er råvaren frisk og med lavt kimtal?
- Har råvarene der skal sous-vide behandles været belastet eller er der krydderier eller andre tilsætninger der øger sporetallet?
- Vækst af bakterier?
- Toksin fra *Bacillus cereus* eller *Clostridium botulinum*



# *Clostridium botulinum* *Bacillus cereus*

Bakterie	temp. min. (°C)	med/uden ilt
<i>Bacillus cereus</i>	4	ja/ja
<i>Clostridium botulinum</i> - protein nedbrydende	10-12	nej/ja
<i>Clostridium botulinum</i> - ikke protein nedbrydende	3-4	nej/ja

Toksin producerende bakterier kan udgøre et særligt problem i forbindelse med varmebehandling ved lav temperatur da toksinerne er varmestabile.

Få og sjældne udbrud af toksin fra *C. botulinum* (pølseforgiftning) i DK, dødeligheden er ikke høj ved hospitalsindlæggelse.

I 2002 et tilfælde som skyldtes hvidløg i olie.

I 2008 et tilfælde med ukendt kilde.

I 2011 blev en dreng fra Kbh. syg af et tofu produkt.

I 2018 blev 7 personer syge ved en privat middag pga. en gelerand. Antistoffer måtte skaffes fra udlandet.

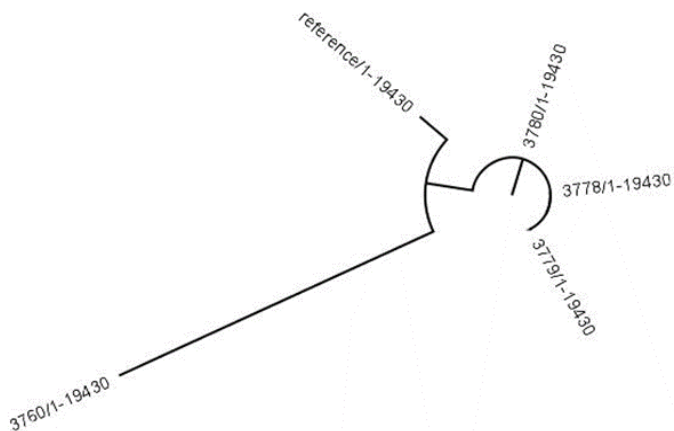


## Vækst af *Clostridium botulinum*

Vækst forsøg i forskellige udskæringer af gris, som blev podet med en cocktail af 4 stammer af ikke toksinproducerende *C. botulinum*, vakuumpakket i ilttætte poser og lagret ved 4-7°C i produktet holdbarheds periode.

Analyseret for aerobt kimtal, *C. botulinum* kimtal på SFP agar samt sensorisk lugt og udseende.

*C. botulinum* kolonier blev verificeret med 16 S rRNA analyse. 79-85% af kolonier talt som *C. botulinum* var det også.





# Resultater

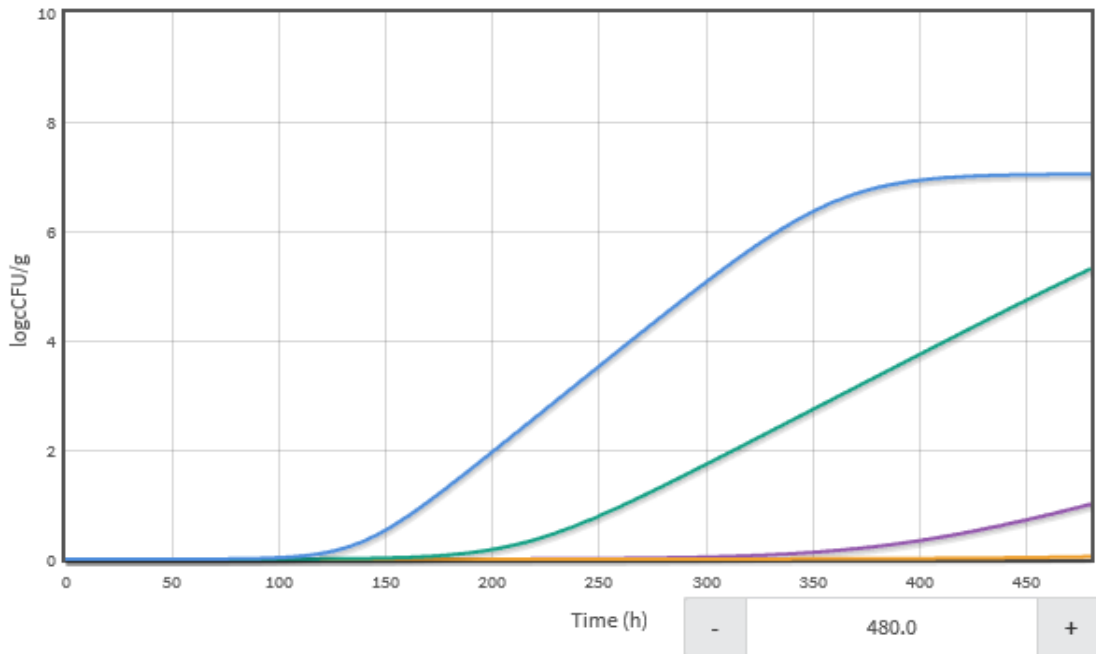
Ved forsøgene blev der ikke fundet vækst af *C. botulinum* i typiske udskæringer som kam, bryst og skinke (pH < 5,9) under 18 dages opbevaring ved 5°C og 6°C. I forsøg med temperaturbelastning ved 7°C blev der fundet vækst i noget af det vakuumpakkede kød.

## **Forsøg i vakuumpakket grisekød (forskellige udskæringer)**

- 4°C: ingen vækst under lagring i op til 20 dage når pH < 6.2
- 5°C: ingen vækst under lagring i op til 18 dage når pH < 5.9
- 6°C: ingen vækst under lagring i op til 18 dage når pH < 5.9
- 7°C: ingen vækst under lagring i op til 12 når pH=5.7 (eller lavere)



# CombasePredictor og DMRI Predict



Ikke proteolytiske *C. botulinum*

Gul: 4°C pH 5,7

Lilla: 4°C pH 6,2

Grøn: 7°C pH 5,7

Blå: 7°C pH 6,2

## Growth/no-growth of *C. botulinum* in meat products

Version 2.1 (August 2013)

Na-lactate in recipe (%) ◀  ▶

Na-nitrite in recipe (ppm) ◀  ▶

pH in final product ◀  ▶

NaCl in final product (%) ◀  ▶

Temperature (°C) ◀  ▶

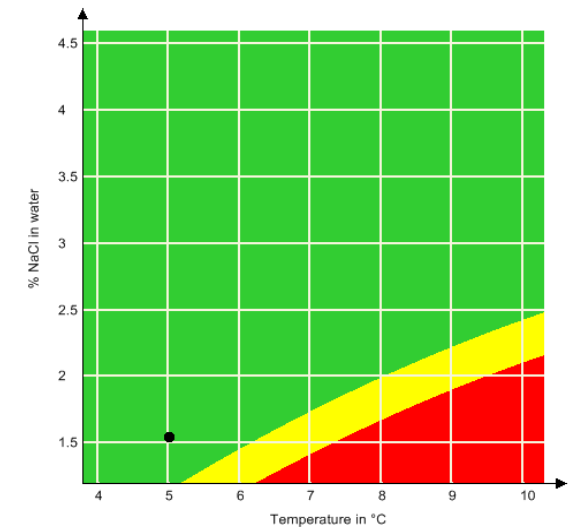
Water in final product (%) ◀  ▶

Product type

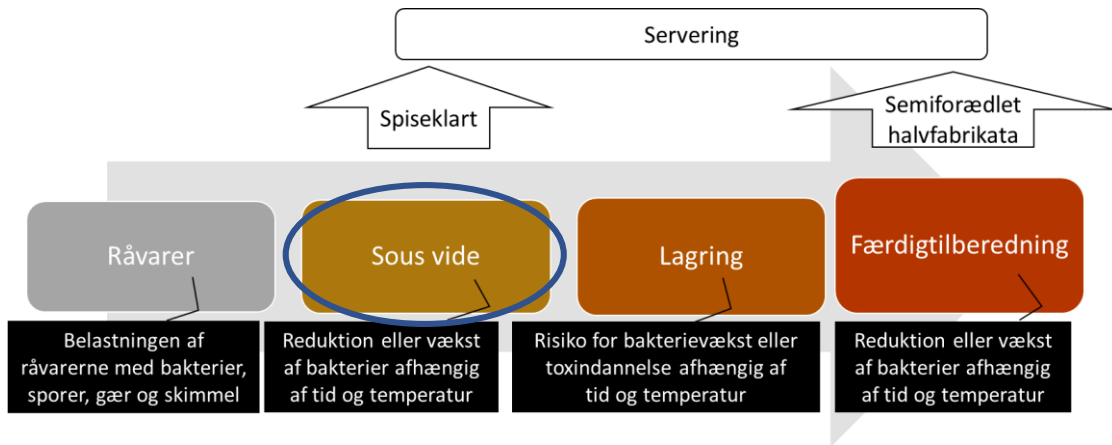
Whole muscle product (≤ 10% fat)

Emulsified product (> 10% fat)

Note







## • Sikker sous vide-behandling

Fastsættelse af temperatur og tid til sikker varmebehandling af sous-vide processer er vanskelig.

Meget bygger på "ækvivalent" varmebehandling.

Et listeria kog (72°C i 2 min.) kan omregnes til 40°C i 3 uger !!!!

Risiko afhænger af

- Varme inaktivering (tid, temp)
- Lagringsbetingelser (tid, temp)
- Ønsket holdbarhed (tid)
- Færdigtilberedning

Reduktion af *Listeria monocytogenes*

Temp. (°C)	z-værdi (°C)	D <sub>70</sub> – 95% PI = 0,52 minutter			
		Tid til 3 log	Tid til 4 log	Tid til 6 log	Tid til 7 log
75	7	0,3	0,4	0,6	0,7
72	7	0,8	1,1	1,7	1,9
70	7	1,6	2,1	3,1	3,7
68	7	3	4	6	7
65	7	8	11	16	19
63	7	16	21	31	37
60	7	42	56	84	98
58	7	80	107	161	188
55	7	220	286	430	505
53	7	420	560	840	970

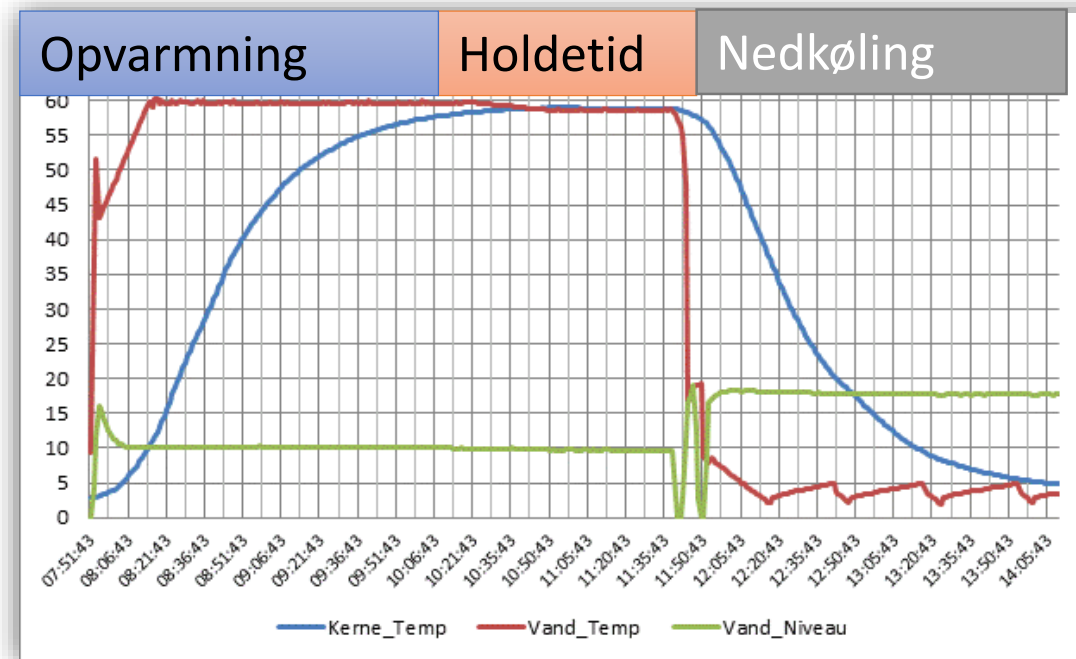
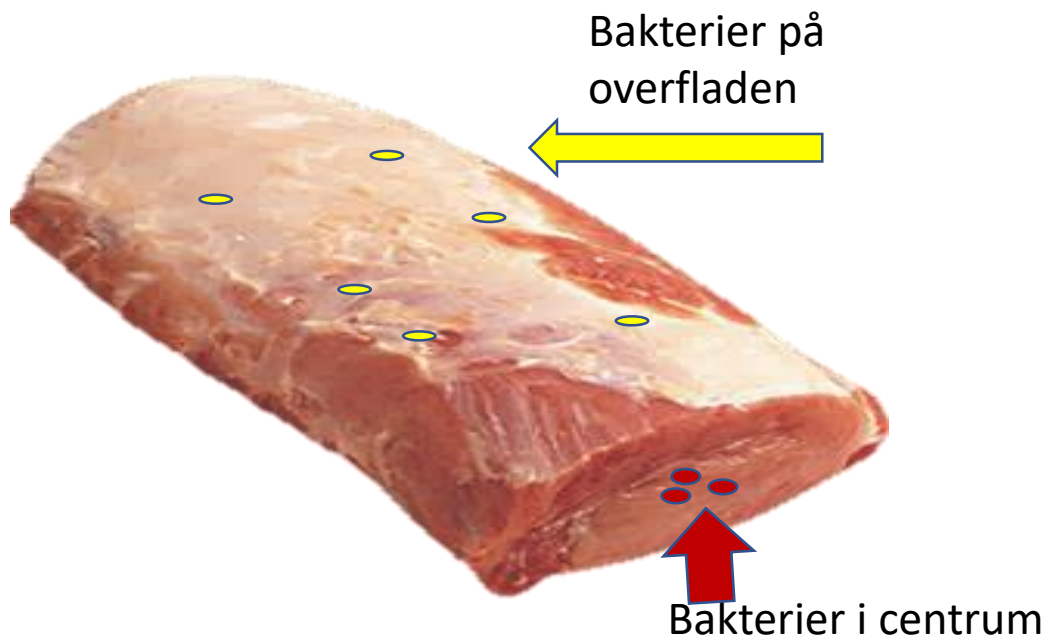


TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Hvem og hvor?

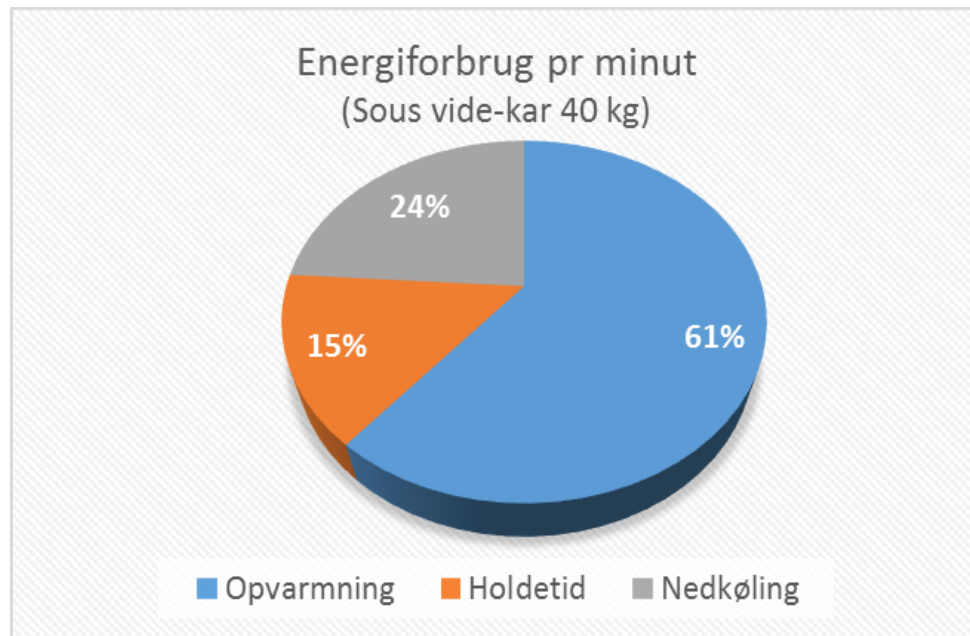


Industriell produktion

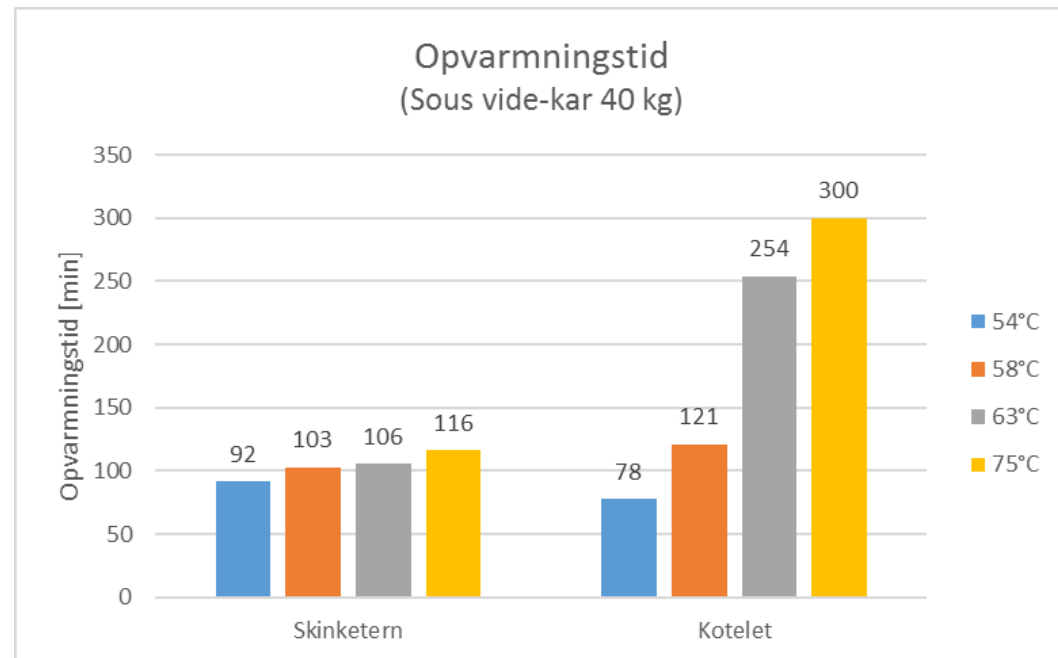




# Bæredygtighed



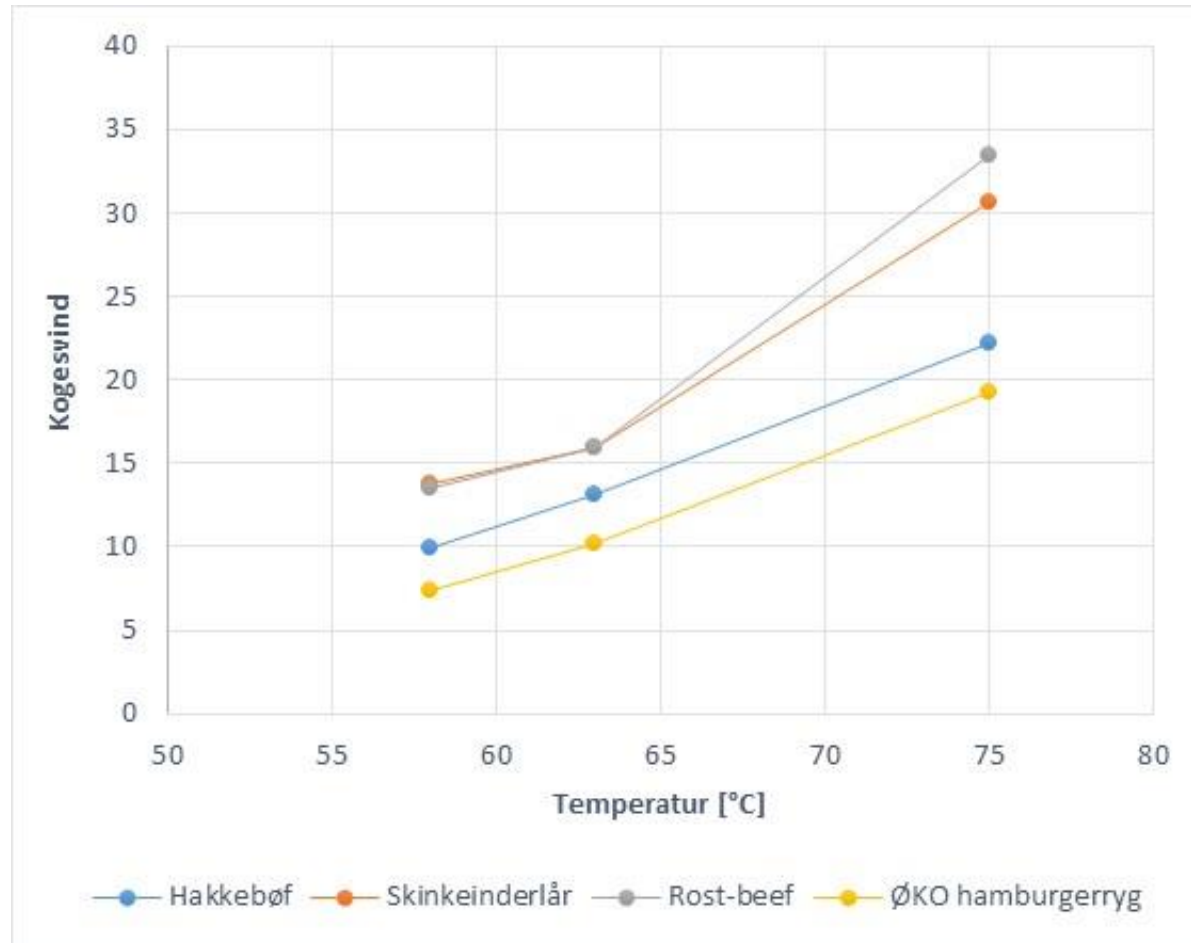
- Ingen betydning af temperatur
- Opvarmningsfasen, kræver mest energi/minut
- 61% af den samlede energi går til opvarmning af vand og kød.



- Variation i opvarmningstid, skyldes valg af råvarer, et større produkt tager længere tid at opvarme.
- Tilberedning af koteletter og tern medfører derfor oftest et lavere energiforbrug end tilberedning af stege.



# Svind afhænger af produkt og temperatur



- Stege: skrumpning både længen og tværgående og dermed presses væsken ud af muskelfibrene
- Hakkebøffer har en brudt skruktur derfor er der ikke det fysiske pres
- Hamburgerryg indeholder salt der binder vandet i kødet



# Bæredygtighed

## Case 1. Griseterne i stor skala

- Tern i kar (40 kg)
- 75°C + 60 minutters holdetid
  - Svind: 34,8%
  - Energiforbrug: 12,0 kWh
- Antal portioner á 100 g: 261 stk.



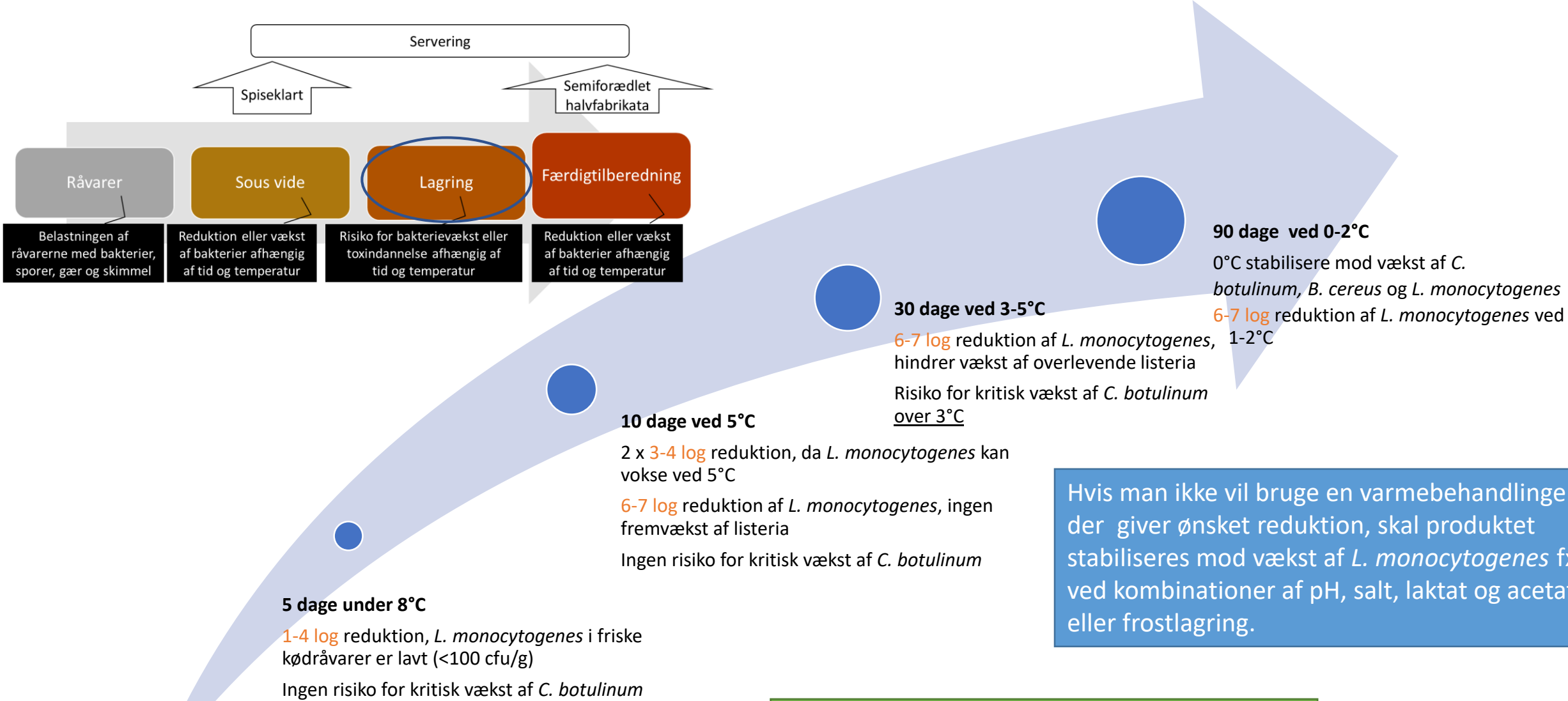
## Case 2. Den optimerede løsning

- Steg i kar (40 kg)
- 58°C + 80 minutters holdetid
  - Svind: 8,5%
  - Energiforbrug: 11,8 kWh
- Antal portioner á 100 g: 366 stk.



- Samme energi forbrug
- **> 100 portioner mere**

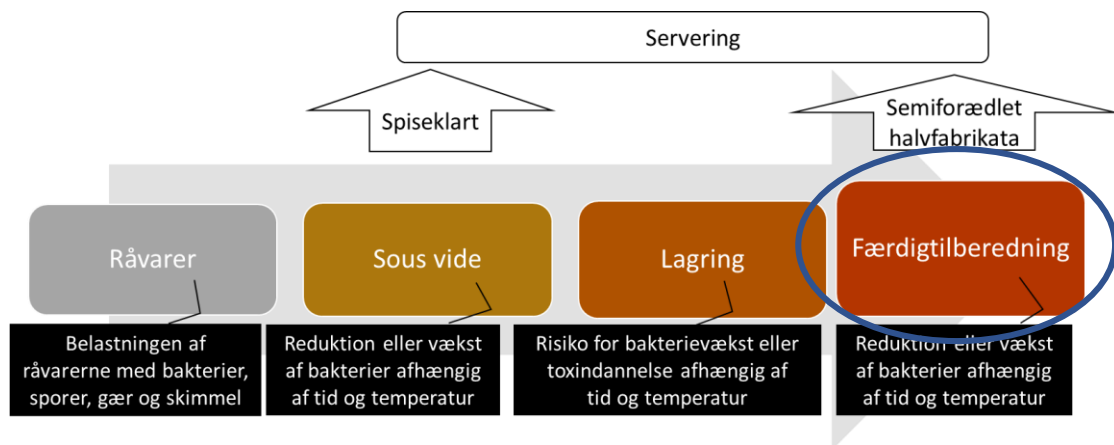
# • Holdbarhed af semiforædlede produkter



Alternativt ... sporer og bakterier fjernes inden fx med termisk chok???



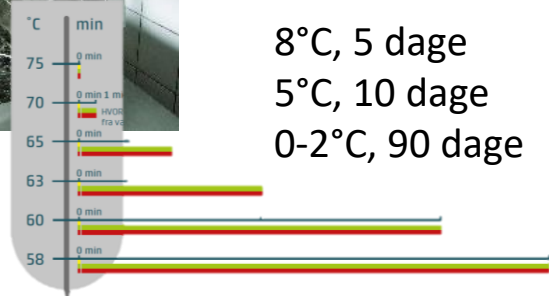
# Guidelinens for genopvarmning



- Semiforædlet produkter bør kun genopvarmes én gang
- Varmholdelse kompromitterer ikke fødevarer sikkerheden



- Vakuumpakket
- Køle lagring



8°C, 5 dage  
5°C, 10 dage  
0-2°C, 90 dage



- Max 1 x genopvarmning
- Varmholdelse 3 timer = OK



# • Hvad er termisk chok



## Succeskriterier

- Vakuumpakning
- Ingen cold spots
- Ingen leakers
- Rød kerne
- Tynd kogt overflade
- 6 logs *C. botulinum* sporer reduktion
- 6 log *L. monocytogenes* reduktion





# Termisk chok (flash)

Prøver podet med *Clostridium botulinum* sporer

De vakuumpakkede 600 g nakke fileter blev behandlet ved 130 °C i 3,7 min. derefter sous vide behandlet ved 60 °C i 84 min.

Sous vide behandling alene har ingen betydning for sporetallet.

Termisk chok + sous vide behandling giver ca. 3 logs reduktion

Vi har altså opnået ca. det halve af målet

Clostridie sporerne kunne vokse i produktet både ved 5 og 8 °C lagring

Clostridie kimtal (log CFU/g)		
Behandling	Sous-vide	Flash + Sous-vide
	5,1	1,0
	4,3	2,0
	4,4	1,0
	4,0	2,0
	4,8	1,4
Gennemsnit	4,5	1,5
Stdafv.	0,5	0,5



# Aerobt kimtal fra flash og sous vide

	PCA Kimtal 5 °C	
Dag	log CFU/g	STDEV
0	1,8*	0,1
14	4,0	0,4
21	4,7	0,4
32	4,5	0,4
42	5,1	0,3
49	5,1	0,2

	PCA Kimtal 8 °C	
Dag	log CFU/g	STDEV
0	1,8*	0,1
5	3,5	0,3
11	4,9	0,4
18	4,5	0,3
25	4,9	0,3
32	5,5	0,9

Selvom der er 3 logs reduktion af Clostridie sporer er de vakuumpakkede flash og sous-vide behandlede produkter **absolut IKKE sterile**.

Umiddelbart efter sous-vide behandling er kimtallet meget lavt, men efter 5 dage ved 8 °C eller 14 dage ved 5 °C er der klart vækst.

\* 2 ud af 5 pakker med kimtal på mere end 3,6 CFU/g, de øvrige pakker var lavere



# 16 S rRNA

TJAN_3 6	TJAN_3 7	TJAN_2 8	TJAN_3 9	TJAN_4 0	TJAN_3 6a10	TJAN_3 7a10	TJAN_3 8a10	TJAN_3 9a10	TJAN_4 0a10	Row max	Sim%	Fav%	Mark	
275	1885	292	181	419	945	989	325	557	899	6767				Total reads with no similarities
45965	86636	98670	70928	77202	81700	72881	84574	70917	86193	775666				Total original input reads
21523	79234	85512	63157	61662	66889	54329	67554	55808	72742	628410				Total reads mapped to a unique genus
9607	14003	29899	10037	25142	24596	13313	24503	23794	32630	32630	92.8	100.0	*	d_Bacteria; p_Bacteroidetes; c_Flavobacteriia; o_Flavobacteriales; f_Flavobacteriaceae; g_Flavobacterium
0	31299	22101	30316	11879	15548	6765	9404	6918	6537	31299	92.7	100.0	*	d_Bacteria; p_Proteobacteria; c_Betaproteobacteria; o_Burkholderiales; f_Burkholderiaceae; g_Burkholderia
2477	4210	4582	5094	2267	6535	5866	4382	1539	8329	8329	93.5	97.9	*	d_Bacteria; p_Proteobacteria; c_Betaproteobacteria; o_Burkholderiales; f_Comamonadaceae; g_Acidovorax
1406	977	4913	2056	2796	3168	1347	3910	2852	2271	4913	88.9	74.1	*	d_Bacteria; p_Proteobacteria; c_Betaproteobacteria; o_Burkholderiales; f_Oxalobacteraceae; g_Massilia
4111	16317	13958	6769	11176	6717	16479	14128	11218	11200	16479	93.1	100.0	*	d_Bacteria; p_Proteobacteria; c_Gammaproteobacteria; o_Pseudomonadales; f_Pseudomonadaceae; g_Pseudomonas

Flavobacterium: G -, ofte omsætter de ikke sukkerstoffer men peptider, kuldetolerante, aerobe

Burkholderia, Acidovarax, Masilia er alle beslægtede med pseudomonader: G-

## Spændende mikroflora

Sous-vide behandlingen favorisere tilsyneladende en spændende gram negativ fordærvelsesflora, det er noget vi arbejder videre med.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Mange tak for opmærksomheden

Tomas Jacobsen ( [tjan@teknologisk.dk](mailto:tjan@teknologisk.dk) )