

Følgegruppemøde – afgasset biomasse til kartofler

Malte Nybo Andersen

27. januar 2026

STØTTET AF
teafgiftsfonden **Plante**afgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Dagens program

10.00 – 10.10: Følge op på sidste møde

10.10 – 11.00: Fokusområder i 2026

- Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
- **Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
- Studie af risiko for **overførelse af patogener** → skal der dannes brancheregler
- **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
- Andet?

11.00 – 11.30: Arbejdsfordeling

- SEGES er ansvarlig, men det bliver bedst, hvis vi udnytter viden og data på tværs

Følge op på sidste møde

- Kommentarer til referat?

Følge op på sidste møde

- Kommentarer til referat?
- **Baggrund for projektet og følgegruppemøderne**

Baggrund for projektet og følgegruppemøderne

Erfaringer og bekymringer fra praksis og forsøg = hypoteser

- Afgasset biomasse har en lavere gødningsværdi/kvælstofudnyttelse (værdital)
- Afgasset biomasse sænker udbyttet
- Afgasset biomasse reducerer stivelsesprocent pga. højt klorindhold
- Afgasset biomasse reducerer kvaliteten (tungmetaller, PAH'er mv.)
 - Industriaffald medfører størst risiko
- Afgasset biomasse gør det sværere at præcisionsgødske (tørstof og frigivelse)

Baggrund for projektet og følgegruppemøderne

Erfaringer og bekymringer fra praksis og forsøg = hypoteser

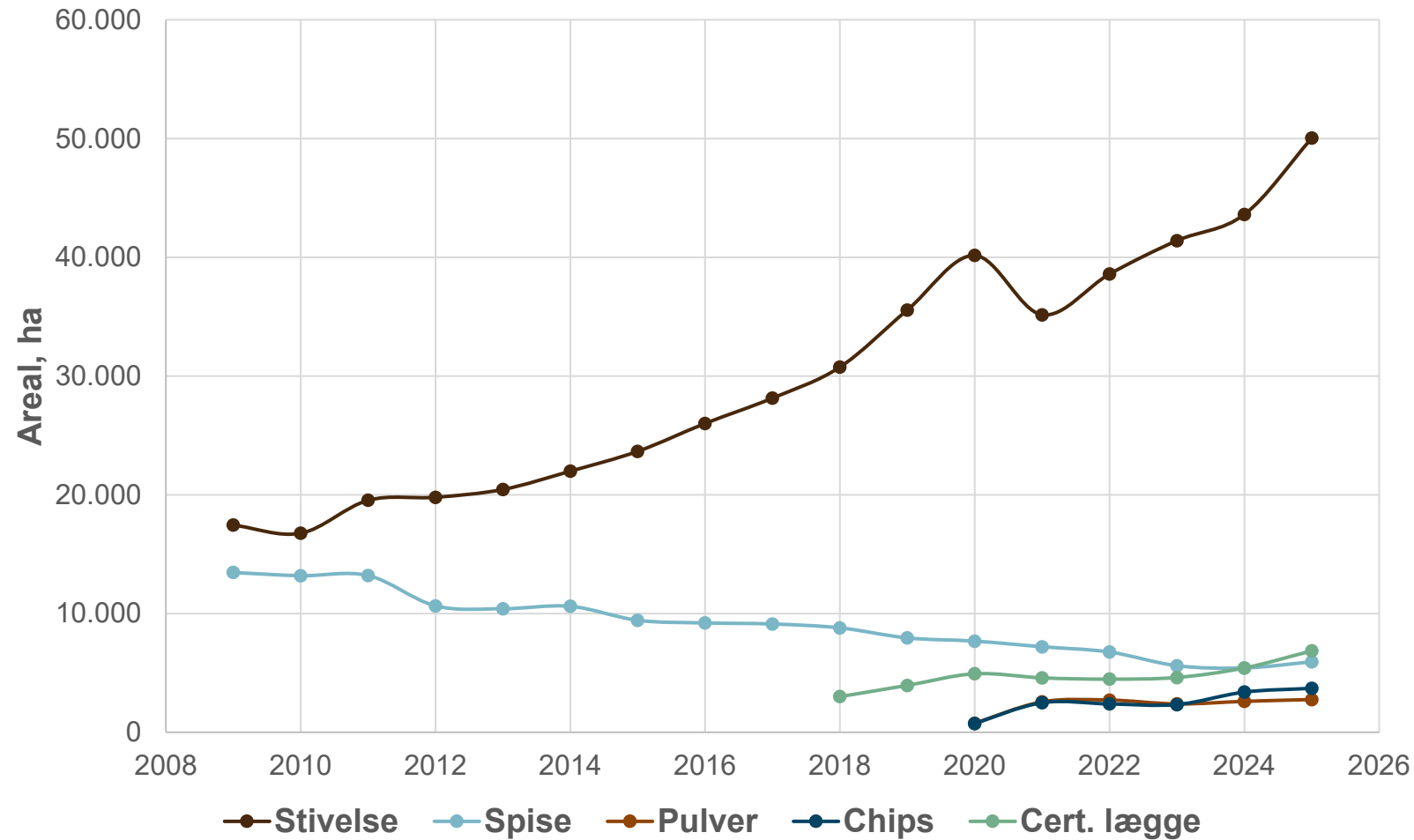
- Afgasset biomasse har en lavere gødningsværdi/kvælstofudnyttelse (værdital)
- Afgasset biomasse sænker udbyttet
- Afgasset biomasse reducerer stivelsesprocent pga. højt klorindhold
- Afgasset biomasse reducerer kvaliteten (tungmetaller, PAH'er mv.)
 - Industriaffald medfører størst risiko
- Afgasset biomasse gør det sværere at præcisionsgødske (tørstof og frigivelse)

Vi skal huske de positive

- Afgasset biomasse er en billig gødningskilde
- Afgasning af biomasse har stor klimaeffekt (substitution af fossile kilder og reduktion af metan-udledning)

Hvorfor har det betydning for biogasbranchen?

- Et voksende areal med omkring 74.000 ha kartofler i 2025



Planteafgiftsfonden: afgasset biomasse og biokul til kartofler

AP 1 – Dialog mellem kartoffel- og biogasbranchen

- Dialog om udfordringer, kvalitetsparametre og branchekrav
- Etablering af fælles retningslinjer (2027)

AP 2 – Landsforsøg med afgasset biomasse

- Dose-respons og forskellige typer
- Fokuspunkter: tørstof, klor, tungmetaller, patogener m.v....

AP 3 – Landsforsøg med biokul

- Kaliumudnyttelse samt skind- og knoldkvalitet

Økonomi

- **2026:** bevilliget 1.277 millioner (ekstra til analyser i år)
- I alt forventes 3.697 millioner i perioden 2025-2027



Målet med følgegruppemøde

- Fælles retningslinjer for produktion/anvendelsen af afgasset biomasse til kartofler, som tilgodeser begge brancher
 - Substratvalg, separering, fældning af svovl mv.

Fokusområder i 2026

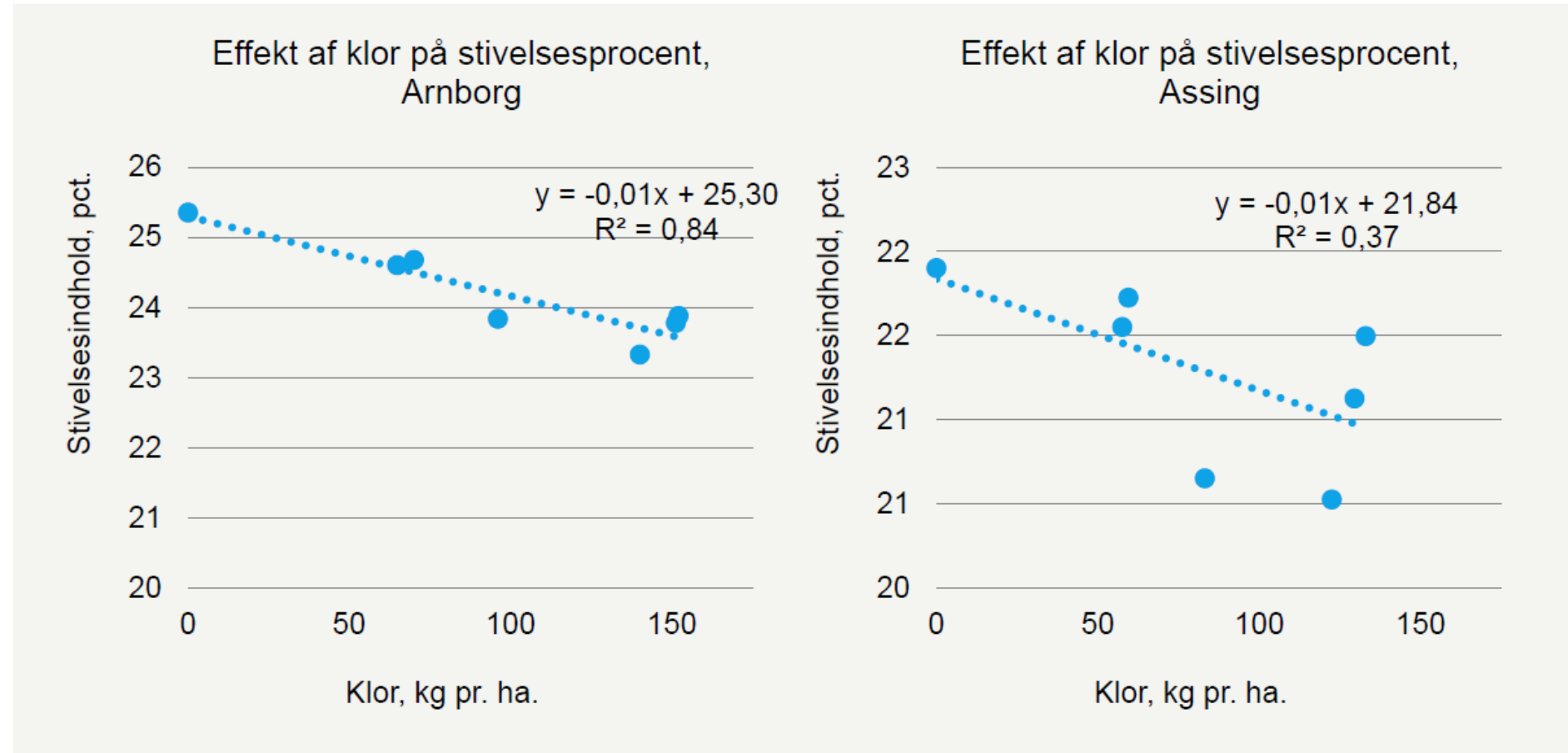
Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
2. **Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
3. Studie af risiko for **overførelse af patogener** → skal der dannes brancheregler
4. **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
5. Bedre tilgang til analysecertifikater (klor)
6. Andet?

Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler
(økonomi og effekt)

Fokusområder i 2026 - klor



Kilde: Landsforsøgene 2025, side 306

Fokusområder i 2026 - klor

Kendt udfordring med specifik viden om kvalitetspåvirkning

Fokusområder i 2026 - klor

Kendt udfordring med specifik viden om kvalitetspåvirkning

Arbejdsindsats 2026

Fokusområder i 2026 - klor

Kendt udfordring med specifik viden om kvalitetspåvirkning

Arbejdsindsats 2026

- Bud på realistisk tærskelværdi til kartofler – sammenlign med alm. typer af gylle (***DLBR, industri, Danske Kartofler, SEGES***)

Fokusområder i 2026 - klor

Kendt udfordring med specifik viden om kvalitetspåvirkning

Arbejdsindsats 2026

- Bud på realistisk tærskelværdi til kartofler – sammenlign med alm. typer af gylle (*DLBR, Danske Kartoffler, SEGES*)
- Økonomisk analyse af implementering af alternativ til jernklorid samt substitution af klorholdige biomasser/substrater (***Shell, Biocirc, Biogas Danmark og SEGES***)

Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
- 2. Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
3. Studie af risiko for **overførelse af patogener** → skal der dannes brancheregler
4. **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
5. Bedre tilgang til analysecertifikater (klor)
6. Andet?

Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

TABEL 10. Effekt af agasset biomasse til stivelse

Stivelses- kartofler	Behandling ¹⁾	Udbringning
<i>2025. 1 forsøg, Arnborg, Ydun, N-min: 46, N-optimum</i>		
1. 0 N	Ubehandlet	-
2. 100 N	NS 27-4	Placeret
3. 175 N	NS 27-4	Placeret
4. 250 N	NS 27-4	Placeret
5. 175 N	33 % N, type 1	Nedfældet
6. 175 N	66 % N, type 1	Nedfældet
7. 175 N	66 % N, type 1 (sep 1)	Nedfældet
8. 175 N	66 % N, type 1 (sep 2)	Nedfældet
9. 175 N	66 % N, type 2	Nedfældet
10. 175 N	66 % N, type 3	Nedfældet

LSD

Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

TABEL 10. Effekt af agasset biomasse til stivelse

Stivelses- kartofler	Behandling ¹⁾	Udbringning
<i>2025. 1 forsøg, Arnborg, Ydun, N-min: 46, N-optimum</i>		
1. 0 N	Ubehandlet	-
2. 100 N	NS 27-4	Placeret
3. 175 N	NS 27-4	Placeret
4. 250 N	NS 27-4	Placeret
5. 175 N	33 % N, type 1	Nedfældet
6. 175 N	66 % N, type 1	Nedfældet
7. 175 N	66 % N, type 1 (sep 1)	Nedfældet
8. 175 N	66 % N, type 1 (sep 2)	Nedfældet
9. 175 N	66 % N, type 2	Nedfældet
10. 175 N	66 % N, type 3	Nedfældet

LSD

Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

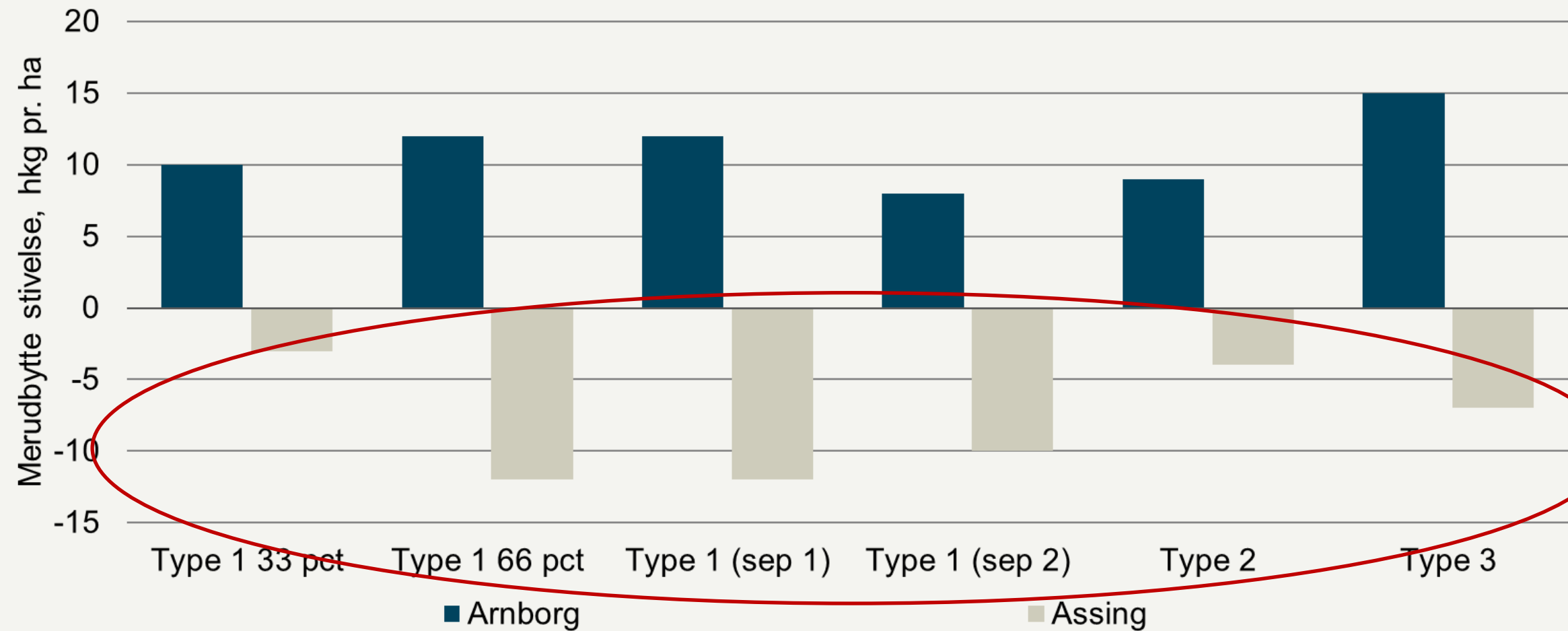
TABEL 10. Effekt af agasset biomasse til stivelse

Stivelses- kartofler	Behandling ¹⁾	Udbringning
<i>2025. 1 forsøg, Arnborg, Ydun, N-min: 46, N-optimum</i>		
1. 0 N	Ubehandlet	-
2. 100 N	NS 27-4	Placeret
3. 175 N	NS 27-4	Placeret
4. 250 N	NS 27-4	Placeret
5. 175 N	33 % N, type 1	Nedfældet
6. 175 N	66 % N, type 1	Nedfældet
7. 175 N	66 % N, type 1 (sep 1)	Nedfældet
8. 175 N	66 % N, type 1 (sep 2)	Nedfældet
9. 175 N	66 % N, type 2	Nedfældet
10. 175 N	66 % N, type 3	Nedfældet

LSD

Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

TABEL 10. Effekt af agasset biomasse til stivelse



Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

Forsøg med øget tildeling af biomassefibre

- Øget tørstof øger stivelsesudbytte 1-8 hkg ved tildeling op til 5 ton (ikke-signifikant)

Eksempel på mængde tørstof tildelt

24,2 % tørstof * **7,5 ton biomassefibre** = 1,82 ton tørstof

7,5 % tørstof * **25 tons afgasset biomasse** = 1,88 ton tørstof

Stivelses- kartofler	Andel N (NH ₄ -N) fra fiber- fraktion	plante- farve, (0-10) ¹⁾	Horiba, NO ₃ i plan- tesaft, ppm.	Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha	
					hkg knolde	hkg stivelse
2025. 1 forsøg, Kuras, 160 kg N			30.jun			
1. Ubehandlet	0 pct.	4	5.950	20,8	648	135
2. 2,5 ton	4 pct.	5	5.100	21,1	6	3
3. 5,0 ton	7 pct.	5	4.200	21,0	31	8
4. 10 ton	15 pct.	4	4.000	21,5	-17	1
5. 15 ton	23 pct.	4	3.800	20,9	-6	-1
LSD				ns	ns	ns

Fokusområder i 2026 – Landsforsøg

Arbejdsindsats 2026

- Planlægning af Landsforsøgene (***DLBR, industri og SEGES***)
- Valg af afgasset biomasser (***Shell, Biocirc, Biogas Danmark og SEGES***)

Sender udkast pr. mail

Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
2. **Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
3. Studie af risiko for **overførelse af patogener** → skal der dannes brancheregler
4. **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
5. Bedre tilgang til analysecertifikater (klor)
6. Andet?

Fokusområder i 2026 – studie af overførelse af patogener

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (*SEGES*)

Fokusområder i 2026 – studie af overførelse af patogener

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (*SEGES*)
- Analyser (***SEGES, Shell, Biocirc og Biogas Danmark***)

Fokusområder i 2026 – studie af overførelse af patogener

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (*SEGES*)
- Analyser (*SEGES, Shell, Biocirc og Biogas Danmark*)
- Eventuelle brancheretningslinjer → uvaskede kartofler (***Danske Kartofler og Biogas Danmark***)

Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
2. **Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
3. Studie af risiko for overførelse af patogener → skal der dannes brancheregler
4. **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
5. Bedre tilgang til analysecertifikater (klor)
6. Andet?

Parameter	Type 1	Type 1 (sep 2)	Type 2	Type 3	Grønseværdier i bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål
LAS - (mg/kg ts.)					
Lineær alkylkæde = effektiv til at opløse fedt (vaskemidler, industrielle rengøringsmidler mv.)			Biologisk nedbrydelige - kan dog være toksiske for vandlevende organismer		
LAS - (mg/kg ts.)	< 50	< 50	< 50	< 50	1300
Tungmetaller - (mg/kg ts.)					
Metaller med høj massefylde, som er svært nedbrydelig			I for høje koncentration er de skadelige for dyr og mennesker (nerver, nyrer, lever mv.)		
Bly (Pb) - (mg/kg ts.)	< 2	< 2	< 2	2,1	120
Cadmium (Cd) - (mg/kg ts.)	0,18	0,24	0,19	0,38	0,8
Chrom (Cr) - (mg/kg ts.)	4,8	4,3	5,4	10,0	100
Kobber (Cu) - (mg/kg ts.)	120	170	310	150	1000
Nikkel (Ni) - (mg/kg ts.)	5,8	6,0	7,7	16	30
Zink (Zn) - (mg/kg ts.)	340	390	430	480	4000
Kviksølv (Hg) - (mg/kg ts.)	0,018	0,021	0,024	0,038	0,8
PAH'er - (mg/kg ts.)					
Polyaromatiske kulbrinter dannet ved ufuldstændig forbrænding og findes i asfalt og tjæreprodukter			Giftige og kræftfremkaldende		
Sum af 9 PAH'er - (mg/kg ts.)	0,12	#	0,043	0,24	3
NPE/NP - (mg/kg ts.)					
Kan nedbrydes til polyaromatisk phenolforbindelse (NP)			Hormonforstyrrende og miljøfarlig		
Sum af Nonylphenol+ethoxylater - (mg/kg ts.)	#	#	#	0,18	10

Fokusområder i 2026 – tungmetaller

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (**SEGES**)

Fokusområder i 2026 – tungmetaller

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (SEGES)
- Knoldanalyser (**SEGES og KMC**)

Fokusområder i 2026 – tungmetaller

Arbejdsindsats 2026

- Litteraturstudie (SEGES)
- Knoldanalyser (SEGES og KMC)
- Afprøvning af tungmetalholdige afgasset biomasser i Landsforsøgene → hvilke substrater er evt. problematiske (**Biocirc, Shell, SEGES**)

Fokusområder i 2026

1. Afklaring omkring hvordan lavt **klor-indhold** prioriteres til kartofler (økonomi og effekt)
2. **Forsøgsplan** → hvad er vigtigst at få belyst
3. Studie af risiko for overførelse af patogener → skal der dannes brancheregler
4. **Tungmetaller** fra nye substrater → er det en risiko?
5. **Bedre tilgang til analysecertifikater (klor)**
6. Andet?

Fokusområder i 2026 – øget gennemsigtighed (analyser)

Arbejdsindsats 2026

- Er der mangel på åbenhed om indhold af eks. klorindhold? (***DLBR, SEGES***)
- Standardiserede kommunikationsveje (***Shell, Biocirc, Biogas Danmark, DLBR, SEGES***)

Fokusområder i 2026 – andet

Arbejdsindsats 2026

- Geografisk kortlægning af biogasanlæg og kartoffelarealer (**SEGES**)
- **Har vi glemt noget?**

Fordeling af arbejdsopgaver i 2026

Fordeling af arbejdsopgaver i 2026

Klor

- Bud på realistisk tærskelværdi til kartofler – sammenlign med alm. typer af gylle (**DLBR**, **industri**, **Danske Kartoffler**, **SEGES**)
- Økonomisk analyse af implementering af alternativ til jernklorid samt substitution af klorholdige biomasser/substrater (**Shell**, **Biocirc**, **Biogas Danmark** og **SEGES**)

Forsøg

- Planlægning af Landsforsøgene (**DLBR**, **industri** og **SEGES**)
- Valg af afgasset biomasser (**Shell**, **Biocirc**, **Biogas Danmark** og **SEGES**)

Patogene

- Litteraturstudie (**SEGES**)
- Analyser (**SEGES**, **Shell**, **Biocirc** og **Biogas Danmark**)
- Eventuelle brancheretningslinjer → uvaskede kartofler (**Danske Kartoffler** og **Biogas Danmark**)

Tungmetaller

- Litteraturstudie (**SEGES**)
- Knoldanalyser (**SEGES** og **KMC**)
- Afprøvning af tungmetallholdige afgasset biomasse(r) i Landsforsøgene → hvilke substrater er evt. problematiske (**Biocirc**, **Shell**, **SEGES**)

Tilgang til analysecertifikater

- Er der mangel på åbenhed om indhold af eks. klorindhold? (**DLBR**, **SEGES**)
- Standardiserede kommunikationsveje (**Shell**, **Biocirc**, **Biogas Danmark**, **DLBR**, **SEGES**)

Andet

- Geografisk kortlægning af biogasanlæg og kartoffelarealer (**SEGES**)

SEGES

DLBR

Biocirc

Shell

Industri

(KMC/AKV)

Biogas Danmark

Danske Kartoffler

Tak for i dag og næste møde

Næste fysiske møde (ultimo november) → hos Shell eller Biocirc?

- Præsentation af ny viden fra mindre arbejdsgrupper

Fokusområder i 2026 - klor

Kendt udfordring med specifik videnskabelig kvalitet

Arbejdsindsats 2026

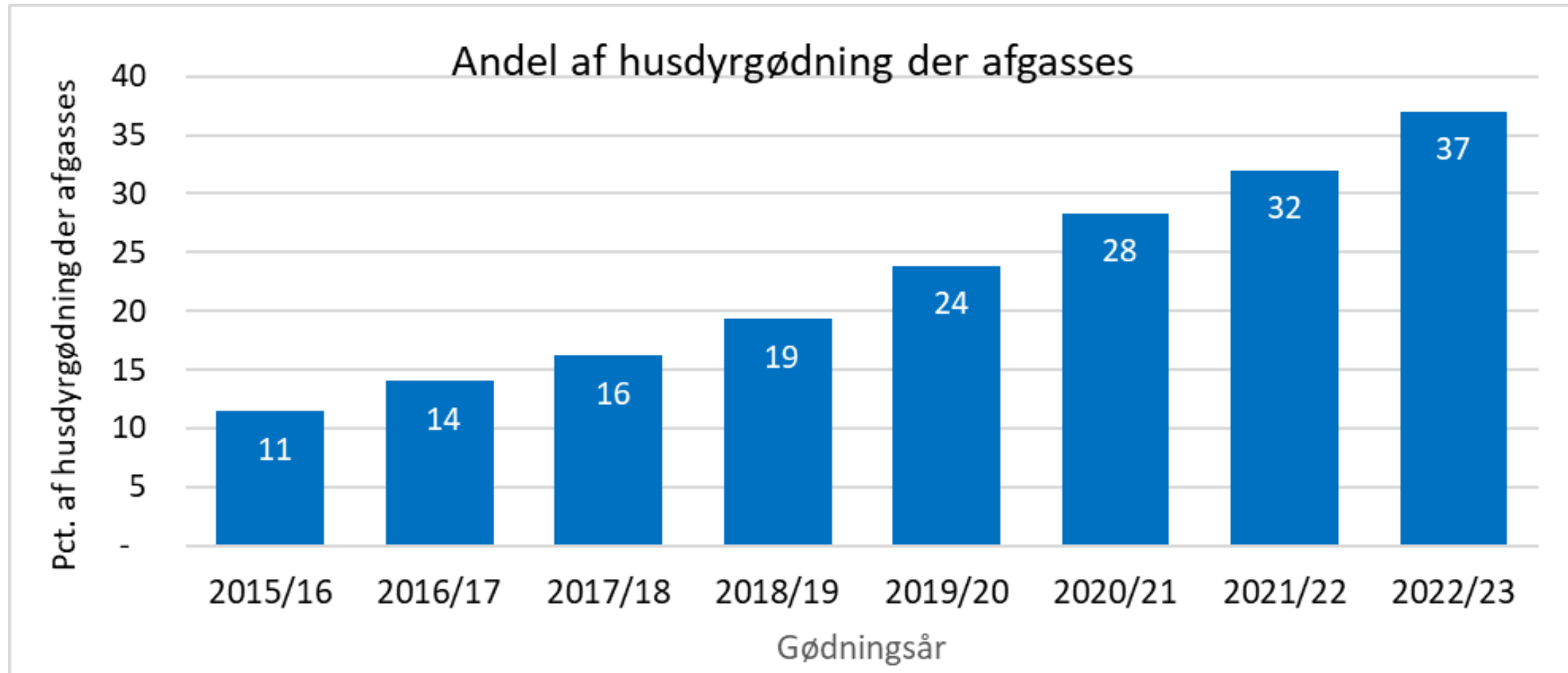
- Bud på tærskelværdi til kartofler (DLBR, Danske Kartofler, SEG)

Organisk gødning									
Indhold kg/ton	Total N	P	K	Mg	S	Cl	NH4-N	Tørstof	pH
Afgasset (type 1)	4,2	1,1	5,2	0,6	0,6	3,6	2,9	7,8	-
Afgasset (type 2)	4,1	0,6	5,4	0,3	0,5	3,8	2,9	4,7	7,9
Afgasset (type 1, sep 2)	3,7	0,6	4,9	0,3	0,5	3,6	2,8	4,7	7,8
Afgasset (type 2)	4,8	1,1	2,8	0,6	0,7	1,8	3,2	5,9	8,1
Afgasset (type 3)	5,8	0,9	5,2	0,5	0,9	3,2	3,9	8	8,1

Næringsstof	Enhed	SI-svin 1	SI-svin 2	SI-svin 3	SI-svin 4	SI-svin 5	SI-svin 6	SI-svin 7	Gennemsnit	Tidligere opgørelse
Tørstof	%	2,1	5,1	3,4	6,6	2,9	2,1	6,2	3,4	5,4 ^b
Total N	kg/t	3,63	6,07	4,44	2,76	4,53	4,10	4,18	4,24	6,0 ^b
NH ₄ -N	kg/l	2,83	4,65	3,27	2,19	2,98	3,41	3,38	3,24	4,4 ^b
Fosfor, P	kg/t	0,57	1,32	0,83	0,50	1,17	0,34	0,30	0,72	1,2 ^b
Kalium, K	kg/l	1,92	3,63	2,16	1,62	2,28	3,04	2,96	2,52	3,5 ^b
Calcium, Ca	kg/t	0,57	1,84	1,27	0,65	1,70	0,69	0,44	1,02	4,1 ^a
Magnesium, Mg	kg/t	0,29	0,73	0,47	0,30	0,66	0,15	0,08	0,38	1,0 ^a
Svovl, S-tot	kg/l	0,20	0,57	0,31	0,18	0,58	0,20	0,17	0,31	0,4 ^b
Klor, Cl	kg/t	1,06	2,05	1,56	0,98	1,28	2,01	2,62	1,65	-

Næringsstof	Enhed	Malkekæg, 1 tank	Søer, 1 tank	Mink, 1 tank	Slagtesvin, Gennemsnit 7 tanke
Tørstof	%	6,2	3,0	4,9	3,4
Total N	kg/t	3,8	3,3	9,7	4,2
Ammonium N	kg/t	2,4	2,3	8,1	3,2
Fosfor, P	kg/t	0,48	0,76	2,4	0,72
Kalium, K	kg/t	2,4	1,3	1,7	2,5
Calcium, Ca	kg/t	1,3	1,3	3,3	1,0
Magnesium, Mg	kg/t	0,48	0,39	0,42	0,38
Svovl, S-tot	kg/t	0,32	0,23	0,68	0,31
Klor, Cl	kg/t	0,84	0,98	1,26	1,65

Baggrund for projektet og følgegruppemøde



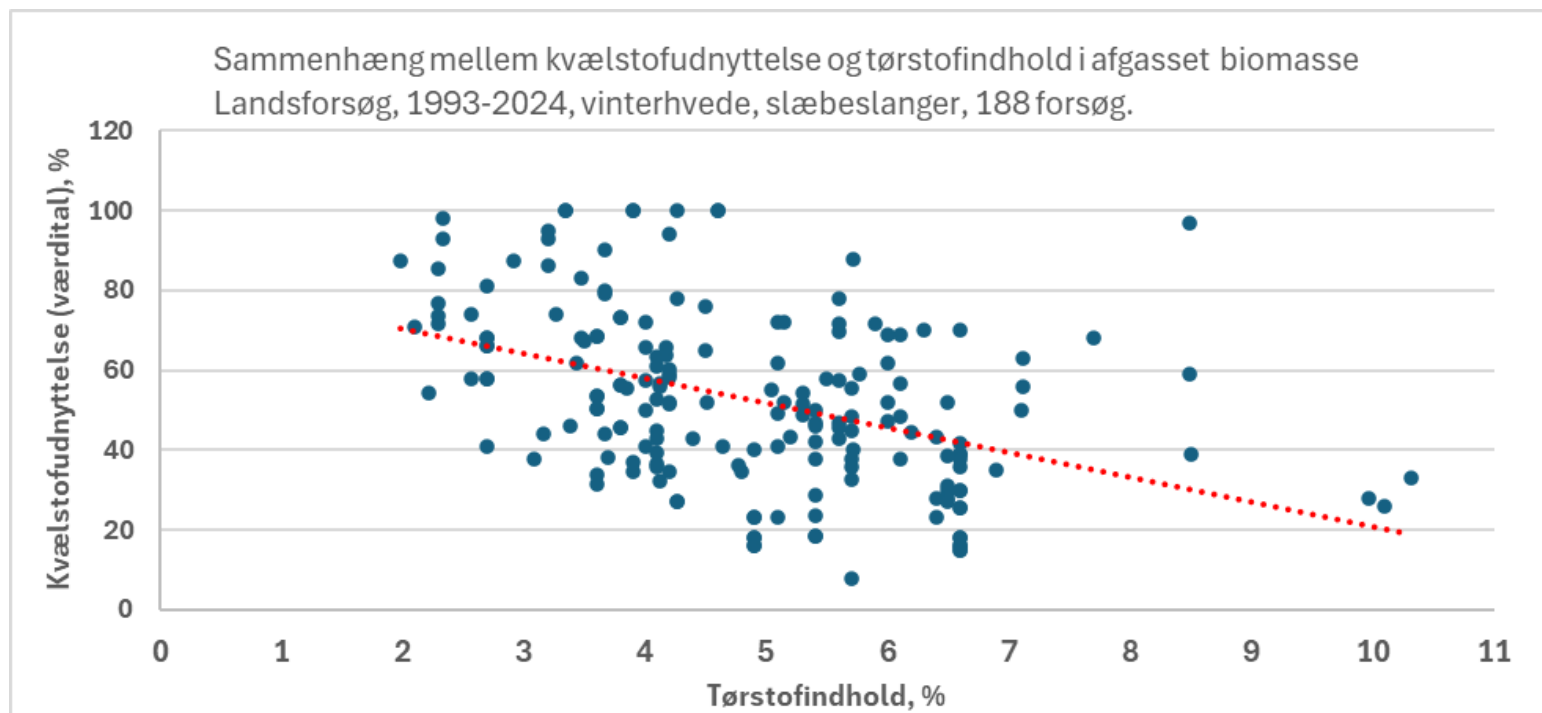
Kilde: Data fra Energistyrelsen for 2023 og fra GHI og husdyrgødningsnormerne for 2020/21

Landsforsøg 2025 – effekt af tørstof kvælstofudnyttelsen

Udvikling i pct. tørstof i afgasset biomasse					
2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
2,9%	5,4%	5,5%	5,7%	6,0%	7,2%

Obs. det er slangeudlagt i vinterhvede

- Viskositet har stor betydning for N-udnyttelse og ammoniakfordampning
- Ingen sammenhæng i årets forsøg i kartofler



Slide lånt af Martin Nørregaard Hansen,
Temadag for afgasset biomasse, 2025

Landsforsøg 2025 – effekt af tørstof kvælstofudnyttelsen

Forsøg med øget tildeling af biomassefibre

- Øget tørstof øger stivelsesudbytte 1-8 hkg ved tildeling op til 5-10 ton (ikke-signifikant)
- Horiba-måling til præcisionsgødskning er formentlig falsk lav ved øget tildeling af tørstof

