

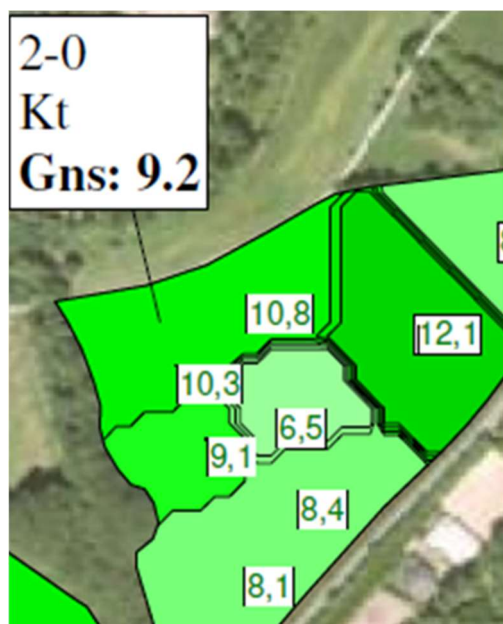
# Optimeret grundgødskning af stivelseskartofler

## Kali optimum

---

### Delrapport 2019-2020

### AKV Langholt



Skrevet af: Henrik Pedersen og Claus Nielsen  
AKV Langholt AmbA. Gravsholtvej 92. 9310 Vodskov

Samarbejdspartner: Kristian Elkjær  
KMC. Herringvej 60. 7330 Brande

## Indhold

Resumé .....	3
Baggrund.....	4-7
Gennemførelse af forsøg .....	8
Resultater .....	9-11
Konklusion.....	12
Bilag.....	13

## Resumé

Der har de senere år været stor opmærksomhed på selve grundgødskningen af stivelseskartofler.

Grundgødningerne er vigtige, for at planten får en optimal vækst, og mangel på enkelte næringsstoffer kan ødelægge denne balance. Der er stor forskel på, hvordan jorden og planten reagerer på grundgødninger, f.eks. kan fosfor bindes så hårdt til jorden, at den ikke er tilgængelig for planten. Fosfor er heller ikke mobil i jorden, så det er plantens rødder, der skal finde hen, hvor fosforen er tilgængelig.

Kalium er der derimod let tilgængeligt i jorden og bevæger sig med jordvæsken, hvilket giver stor risiko for udvaskning. Dette er et stort problem, især på let jord, og giver stor variation i Kt mellem bedrifter, men også indenfor de enkelte marker. Kalium er vigtigt for plantens energitransport. Kartoffelplanten dør derfor hurtigt ved kaliummangel. Er der derimod en overforsyning af kalium, vil planten overforsyne sig med kalium, hvilket kan blokere for optag af f.eks. magnesium og calcium.

Magnesium er vigtig for plantens robusthed og evne til indlagring af stivelse. Magnesium har den kedelige egenskab, at den ved overforsyning kan blokere for optagelse af kalium og calcium.

Der er startet undersøgelser, hvor der har været fokus på den enkelte grundgødningers optimum, og det er hensigten, at vi med denne forsøgsserie skal blive klogere på sammensætningen af grundgødninger.

Der henvises også til følgende rapporter:

Magnesium-optimum - Slutrapport 2020

Optimeret kali og magnesium udnyttelse ved brug af Protamylasse - Slut 2020

## Baggrund

Protamylasse udgør i dag den primære kaligødskning af stivelseskartofler. Det er vigtigt, at produktet anvendes på den rigtige måde. Nogle rådgivere stiller spørgsmålstejn ved gødningsværdien og kaliudnyttelsen i produktet, selv om der ikke er fagligt belæg herfor. Dette betyder, at der er risiko for forkert anvendelse af produktet.

Basis-kalinormerne for tildeling af kali til kartofler ved forskellige kalital er omkring 40 år gamle. Mange ting har ændret sig siden da. Her kan f.eks. nævnes: Sortsvalg, højere udbyttensniveau, mere tæt sædskifte, bedre vandingsmulighed, bedre kvalitet af gødning, mere udbredt jordprøvetagning mv. Dette bevirker, at de forskellige rådgivere i Danmark har udviklet egne modifikationer af disse, hvilket betyder, at hvis samme landmand henvender sig til flere rådgivningsfirmaer om en gødningsplan, vil han få forskellige kalitildelinger, afhængigt af, hvem han snakker med. Dette må uundgåeligt føre til spild af penge og over- eller undergødskning i en del tilfælde. Forsøgene i 2020 (og 2019) vil blive tilrettelagt således, at resultaterne herfra vil kunne anvendes både til vurdering af kalieffekt i Protamylasse og som vurdering af optimal kalitildeling ved de givne kalital.

Ud over jordens målte kaliindhold er der en række faktorer, der forventes at kunne påvirke optimal kalitildeling. Dette kunne være sædskifte, hvor det bl.a. fra kvælstoftildeling kendes, at nyere kartoffeljord har lavere kvælstofbehov end gamle kartoffeljord. Dette forhold søges belyst i forsøgene i 2020, ved at forsøgene anlægges på forskellige jorde med forskellig historie. Andre forhold, der på ønskelisten til afprøvning, er f.eks. jordtype og udbyttepotentiale. Jordtypens indflydelse vil indledningsvis blive undersøgt. Antagelsen er, at jo bedre jordtypen er, jo større indhold af kali vil der også være i jordlaget under 20 cm (som er den dybde, man normalt udtager jordprøver i). Hvis dette er tilfældet, betyder dette, at der f.eks. ved et kalital på 8 vil der være mere kali til rådighed på en Jb 4 end på en Jb1, altså vil man typisk overgøde marker med god jord eller områder i marken med bedre jord.

Magnesium: Protamylasse skal suppleres med magnesium og ved handelsgødning anvendes der typisk patentkali, som har et fast forhold mellem kali og magnesium. Senere års forsøg tyder på en negativ effekt, hvis ikke dette styres præcist, hvilket vil sige, at der er den rigtige mængde magnesium til rådighed og slet ikke for meget at dette. Tilsyneladende er de negative konsekvenser ved tildeling af for meget magnesium større end tidligere antaget.

Protamylasse anvendes i stigende grad i økologisk jordbrug. Dette dels, fordi kali er en knap ressource i denne produktion, og dels, fordi der kan tilføres en del kali til bedriften ved anvendelse af Protamylasse, da kvælstofindholdet er relativt lavt heri.

Der findes et system til udarbejdelse af kalitildelingskort i Næsgaard MARK, og Crop Manager (Seges) er ved at udarbejde et nyt system. Hidtil har denne tildeling været baseret på de "gamle" kalinormer, kombineret med den viden, man har om tildeling af gødning til korn. I takt med, at præcisionslandbrug og mulighed for at tildele Protamylasse ud fra tildelingskort udbredes, bliver det mere og mere aktuelt at få styr på sin baggrundsviden.

Når en væsentlig del af de danske melkartofler gødes med Protamylasse, er det også vigtigt at have sikkerhed og dokumentation for udnyttelsen af produktet, således at der ikke opstår tvivl herom.

## Formål med undersøgelsen

Både for lidt og for meget kali og magnesium har store økonomiske konsekvenser. Derfor er formålet med dette projekt at skabe forbedret viden om optimal gødskning med disse to gødningstyper. Målet er at få justeret gældende gødningsvejledning og normtal for gødskning med kali og magnesium, således at der kan blive en dokumenteret vejledning, og forhåbentlig også en fælles gødningsnorm i Danmark. Målet er også at tilvejebringe dokumentation, der kan anvendes af de virksomheder, der udarbejder tildelingskort for præcisionstildeling, således at disse systemer kan forbedres.

## Beskrivelse af projekt 2019-2020

Forsøgsled og forsøgsbehandlinger til Kalium udnyttelse og optimum

Se også slutrapport optimeret kali og magnesiumgødskning ved brug af Protamylasse (2017-2020)

Forsøgsled og forsøgsbehandlinger:

Faktor 1: Kalium				
Led	Tid	Behandling, mgd./ha *)	Specifikation, mgd./ha *)	Gprovrnr.
1	15-04-2019	Ingen kalium		
		N	NS 27-4	
		P	Tripelsuperfosf.20 S	
		Mg	Kieserit	
2	15-04-2019	100 kg K	245 kg Kaliumsulfat 41 S	
		N	NS 27-4	
		P	Tripelsuperfosf.20 S	
		Mg	Kieserit	
3	15-04-2019	150 kg K	245 kg Kaliumsulfat 41 S	
		N	NS 27-4	
		P	Tripelsuperfosf.20 S	
		Mg	Kieserit	
4	15-04-2019	200 kg K	245 kg Kaliumsulfat 41 S	
		N	NS 27-4	
		P	Tripelsuperfosf.20 S	
		Mg	Kieserit	
5	01-04-2019	K	Protamylasse	1819
	15-04-2019	100 kg K	Protamylasse	1819
		N	NS 27-4	
		P	Tripelsuperfosf.20 S	
		Mg	Kieserit	

\*) l/kg pr. ha. svarer til ml/g pr. 10 m<sup>2</sup>

Følgende prøver udtages af de organiske gødninger anvendt i forsøgsbehandlingen.

Prøve nr.	Laboratorium	Gødning	Analyse
1819	EAT - Eurofins Agro Testing	Protamylasse	AMMONIUM-N, % i tørstof
			K, % i tørstof
			P, % i tørstof
			TOTAL-N, % i foreliggende vare
			TØRSTOF, % af råvare

## VEJLEDNING TIL FORSØGSBEHANDLING:

Analyse af protamylasse/K-2 udtages minimum 14 dage før udbringning. Husk at omrøre protamylasse/K-2 inden udtagning. Kaliummængden i led 2-4 vurderes efter målt Kt. Mængder angivet under forsøgsbehandlinger er ved et kt på 7. Ved kt på 4 skal der gives hhv. 175, 225 og 275 kg K.

For at alle led rammer nogenlunde samme mængde af N, P og K, så led kan sammenlignes, skal der suppleres med andre gødninger. Dette opnås ved at tilføje forskellige mængder af NS 27-4, Tripelsuperfosfat og Kieserit. Gødninger udbringes med forsøgs-gødningsspreder inden oprilning. Endelige mængder bestemmes ud fra Kt og analysen af protamylassen. Kontakt eventuelt AKV Langholt for hjælp til dette.

I led 5 udbringes K i protamylasse/K-2. Mængden af K skal modsvare mængden af K givet i led 2. Der gødes efter analysen, der er taget 14 dage inden udbringning. Protamylasse/K-2 udbringes med vandkande. N udnyttelsen i Protamylasse/K-2 sættes til 80%. Led 5 er bevidst lidt undergødet med kalium, for bedre at ramme ind på optimumskurven, der dannes ud fra led 1-4. Mg justeres, hvis Mgt viser, der er behov. Tilført mængde Mg bliver ikke ens i alle led.

**LÆGGEMATERIALE:** Læggekartofler leveres i sorten Stratos fra KMC til LFE 6 og i sorten Allstar fra AKV til LFE1.

**GØDNING:** Gødning skaffes lokalt.

## Beskrivelse af projekt med Magnesium optimum til stivelseskartofler

Se også slutrapport Magnesium til stivelseskartofler (2018-2020)

**GRUNDBEHANDLING:** Forsøget grundgødes med kalium i form af K2/ Protamylasse efter gældende kaliumnorm. Derudover grundgødes med N og P som i den omgivende mark, og som normalt for stivelseskartofler. Der må ikke tilføres anden K og Mg end forsøgsbehandlingerne.

### Forsøgsled og forsøgsbehandlinger:

Faktor 1: Gødning			
Led	Tid	Behandling, mgd./ha *)	Specifikation, mgd./ha *)
1	Ved lægning	Ingen Mg	
2	15-04-2018 Ved lægning. Mg-mængden er inklusive Mg udbragt med protamylassen givet under grundbehandling	25 kg Mg	Kieserit
3	15-04-2018 Ved lægning. Mg-mængden er inklusive Mg udbragt med protamylassen givet under grundbehandling	50 kg Mg	Kieserit
4	15-04-2018 Ved lægning. Mg-mængden er inklusive Mg udbragt med protamylassen givet under grundbehandling	75 kg Mg	Kieserit

Eksempel på gødningsplan fra forsøg hos AKV Langholt

Led	N	P	K	Mg	S	Kr/ha
1	170	31	151	9	26	2.151
2	170	31	151	25	48	2.417
3	170	31	151	50	81	2.816
4	170	31	151	75	114	3.215

Kartoffelmarkens behov for tilførsel af magnesium på baggrund af magnesiumtallene.

Mgt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

kg Mg	35	25	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0
-------	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---

Kartoffelmarkens behov for Mg via handelsgødning afhænger primært af jordens Mg-tal og det forventede udbytt niveau.

Kartofler indeholder ca. 0,9 g Mg pr. kg tørstof. Ved et forventet

udbytt niveau på 450 hkg melkartofler kan man således forvente, at planterne bortfører ca. 10 kg

Mg. I en almindelig frugtbar dansk jord med normale Mg-tal mellem 4 og 8 opnås normalt ikke

merudbytte for at tildele mere end 10 kg Mg pr. ha.

## Beskrivelse af projekt 2020

### Kalium

Forsøgskonceptet i 2020 er som udgangspunkt efter samme plan som 2019. Forsøgsaktiviteten er dog udvidet, så der er lavet to forsøg ved hver forsøgsenhed. Formålet med dette var at få lavet flere forsøg under de samme klimatiske betingelser, men ved forskellig historik på arealet. Som f.eks. højt og lavt kalital, eller gammelt kartoffelsædskifte og nyere kartoffeljrde.

Der blev anlagt 2 forsøg ved Dronninglund:

Forsøg 040192020-001 anlagt på et areal som betegnes som gammelt kartoffelsædskifte. Jb2 med Kt 10,7

Forsøg 040192020-001 anlagt på nabo mark som betegnes som et nyere kartoffelsædskifte. Jb2 Kt 9,4

Der blev anlagt to forsøg af Ytteborg:

Forsøg 040192020-003 anlagt ved Arnborg på Jb4 jord med Kt 3,8

Forsøg 040192020-004 anlagt ved Hjerm på Jb5 jord med Kt 7,9

### Magnesium

Samme forsøgsplan som 2019 med to forsøg:

040212020-001 anlagt ved Dronninglund Jb. 2 Mgt. 4,0

040212020-002 anlagt ved Arnborg Jb. 1 Mgt. 4,8



## Gennemførelse af forsøg

### Kalium

Undersøgelserne i 2019 hos AKV. 1 landsforsøg 5 led 4 gentagelser

Undersøgelserne i 2019 hos KMC. 1 landsforsøg 5 led 4 gentagelser

Undersøgelserne i 2020 hos AKV. 2 landsforsøg 5 led 4 gentagelser

Undersøgelserne i 2020 hos KMC. 2 landsforsøg 5 led 4 gentagelser

### Magnesium

Undersøgelser i 2019 hos AKV. 1 Landsforsøg 4 led 4 gentagelser

Undersøgelser i 2019 hos KMC. 1 Landsforsøg 4 led 4 gentagelser

Undersøgelser i 2020 hos AKV. 1 Landsforsøg 4 led 4 gentagelser

Undersøgelser i 2020 hos KMC. 1 Landsforsøg 4 led 4 gentagelser



**Kaliummangel i kartofler**



## Resultater 2019-2020

Se også de to afsluttende rapporter:

Mg til stivelseskartofler 2018-2020

Udnyttelse af kalium i Protamylasse og Patentkali 2017-2020.

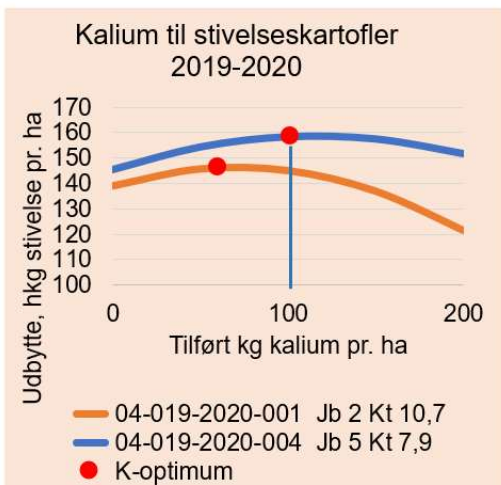
3 forsøg 2017-2018	kg Kali/ha	% stivelse	hkg stivelse	hkg knolde
Patentkali	efter norm	20,2	116,1	574,7
K-2 / Protamylasse	efter norm	20,2	116,2	576,4
Patentkali + 40 kg kali (41)	+ 40 kg kali	19,7	114,4	580,3
K-2 / Protamylasse + 40 kg kali	+ 40 kg kali	20,1	117,2	582,1

4 forsøg 2019-2020	kg Kali/ha	% stivelse	hkg stivelse	hkg knolde
Kalisulfat (41)	50 kg under norm	22,4	140,4	625,5
K-2 / Protamylasse	50 kg under norm	22,3	140,2	628,4

Ved sammenligning af kalikilderne i forsøgene kan man konkludere at et kg kalium er = et kg kalium, uanset om der bruges Patentkali, kaliumsulfat eller organisk kalium fra Protamylasse.

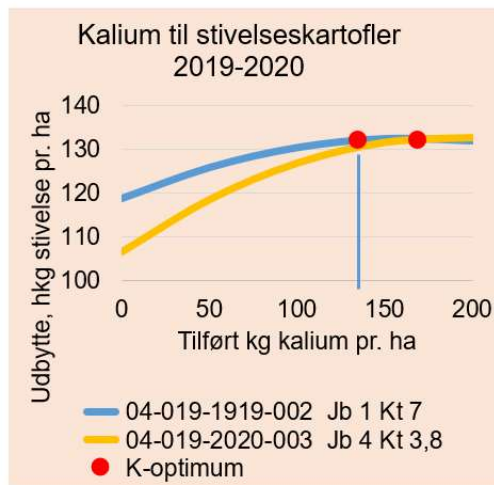
På forsøgene fra 2019-2020 er der beregnet optimumskurver, som viser det økonomiske optimum ved brug af kaliumsulfat (dyr kalikilde). Ved brug af billigere kali i form af Protamylasse /K2 er det økonomiske optimum beregnet til at være 10-15 kg Kalium højere pr/ha.

Kalium-optimum beregnet ud fra kaliumsulfat-priser. Ved brug af K-2 er optimum 10-15 kg højere (pga. billigere kalium)



**Ved høje Kt og på god jord**

Lille respons for kaliumtildeling



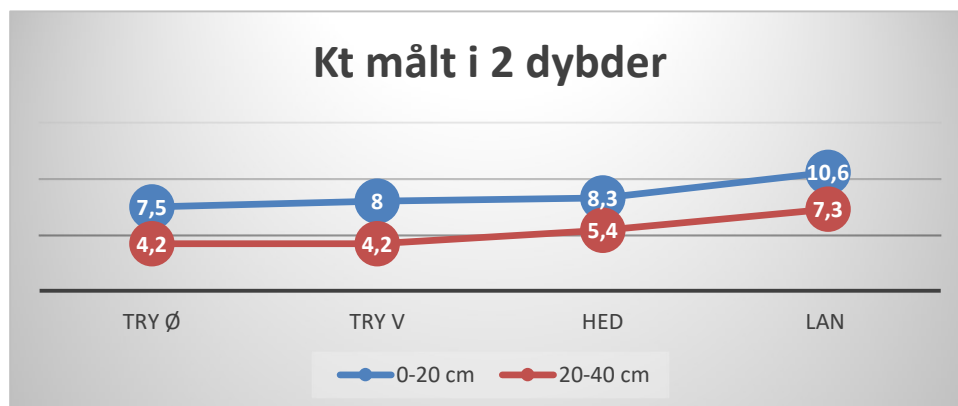
**På skarp jord og lave Kt**

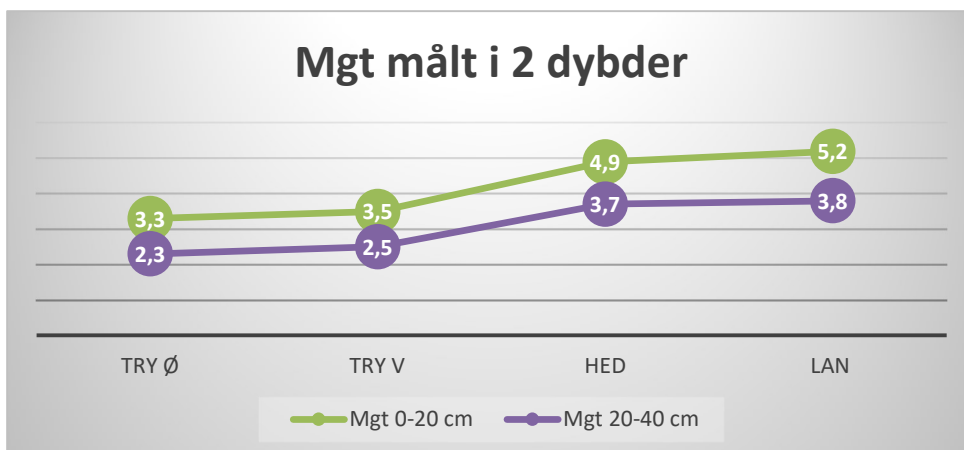
God respons for kaliumtildeling

På jorde med høje Kt og på gode jorde er der er lille respons for tildeling af kalium, og her er der en potentiel risiko for udbyttetab ved overgødskning med kalium. Årsagen er formentlig, at der er mere kalium til rådighed i jorden end vist med måling af jordprøver. Jordprøver tages i 0-20 cm dybde, så har man høje Kt på jorde uden stor risiko for udvaskning, må man forvente at der er mere kali til rådighed i 20-40 cm dybde, end der vil være på arealer med lave Kt.

Resultat af jordprøver i 2 dybder

Prøve reference	Rt	Pt	Kt	Mgt
Try øst 0-20 cm	5,7	3,8	7,5	3,3
Try øst 20-40 cm	5,8	3,2	4,2	2,3
Try Vest 0-20 cm	5,9	4,8	8,0	3,5
Try Vest 20-40 cm	5,9	3,4	4,2	2,5
Hedegaard 0-20 cm	6,1	4,7	8,3	4,9
Hedegaard 20-40 cm	6,1	3,0	5,4	3,7
Langdysse 0-20 cm	6,0	3,5	10,6	5,2
Langdysse 20-40 cm	6,2	2,7	7,3	3,8





Jordprøver taget i to dybder viser, at der er højt indhold af næringsstoffer i de øverste 0-20 cm, og der er forholdsvis også mere til rådighed for planterne i 20-40 cm dybde. Derfor er der reel risiko for overgødskning på arealer/områder med f.eks. meget høje Kt., og der er større risiko for kaliummangel på de steder, hvor man har de lave Kt.

Seks forsøg 2018-2020					
Mg kg/ha start	Mg kg/ha totalt	Stivelses-%	Hkg knolde /ha	Hkg stivelse/ha	Netto. Kr.
7	7	21,2	587	124	43.659
7	25	21,4	10	3	546
7	50	21,2	5	1	-589
7	75	21,1	1	0	-1.091

Nettoudbyttet er baseret på en stivelsespris på 3,50 kr. p.r kg stivelse og 11,50 kr. pr. kg Mg

Tendensen ses i alle seks forsøg. Stigende tildeling af Mg over ca. 25 kg/ha ved middel Kt (3-5) koster udbytte. Magnesium kan blokere for optag af kalium.

I oversigten over landsforsøg 2017 kan man på side 295 se resultaterne fra en forsøgsserie (2015-2017), der belyser forholdet mellem kalium og magnesium som ved Patentkali er 4:1 og i Protamylasse er 8:1. Det ser ikke ud til, at forholdet mellem kalium og magnesium påvirker stivelsesprocenten, og der er ikke i dette forsøg tegn på, at stivelsesprocenten falder ved stigende tildeling af kalium. Dette skyldes formentlig, at tildelingen af kalium rammer normen. Derimod er der et fald i udbyttet, når magnesium tildeles i forholdet 4:1. Det er umiddelbart svært at forklare dette, da det er i modsætning til det forventede og svarende til blandingsforholdet i Patentkali.

Det skal nævnes, at forsøgsbehandlingerne bygger på forskellige blandingsforhold mellem kaliumsulfat og kieserit.

## Konklusion

Udnyttelsen af kalium i Protamylasse er mindst lige så god som i Patentkali. Ifølge Landskonsulent Torkild Birkmose bør udnyttelsesprocenten også være 100%. Det vil derfor som udgangspunkt være en fordel at kunne bruge Protamylasse/K-2 til grundgødskning af kartofler, da det er en billigere klorfattig kaliumkilde end Patentkali.

Vi ved, at hvis der bliver der kaliummangel i en kartoffelmark, koster det store udbytter og kan ud fra forsøget se, at der skal en kraftig overgødskning til, inden det koster væsentligt udbytte, så derfor er det bedre, at der er en lille overforsyning af kalium, end der bliver mangel. Kalium-optimum er 10-15 kg højere ved brug af Protamylasse på grund af den lavere kaliumpris.

Ved brug af Protamylasse frem for patentkali bliver tilførslen af magnesium kraftigt reduceret. Dette ser ud til at være en fordel, da en overforsyning med magnesium kan blokere for plantens evne til at optage kalium. Ved middel Mgt (3-5) er det negativt at tilføre mere end 25 kg magnesium. Normtabellen for stivelseskartofler viser, at en tildeling på disse jorde er 15 kg/ha.

Der vil være arealer, hvor det er nødvendigt at tilføre mere magnesium, end det tilføres med f.eks. Protamylasse og gylle, og her er den billigste magnesiumkilde kieserit. Ved lave Mgt. og Rt. kan man med fordel anvende magnesiumkalk.

Der kan være stor variation i Kt over den enkelte mark, og derfor vil det dyrkningsmæssigt være en stor fordel med variabel tildeling af kalium på marken, og dette er en mulighed med tildelingskort fra Crop Manager.

## **Bilag**

Indlæg kartoffel workshop 2020 omkring grundgødsning af stivelseskartofler

Tidelingskort med variabel tildeling af Protamylasse ud fra Kt udtaget med GPS prøver