

# Fôrteknologi – styring av teknisk fôrkvalitet

av

**Tor Andreas Samuelsen**

**Biomarint Industriseminar, Bergen, 2 – 3 desember, 2008**

# Innhold

- Nofima Feed Technology Research Center
- Presentasjon av prosess -og labutstyr
- Ekstruderingsprosessen og styring av teknisk fôr kvalitet

# Nofima Feed Technology Research Center – et næringsrettet forskningscenter

- Prosessering av ingredienser og ingredienskunnskap
- Fôrteknologi
- Pellet-lab
- Prosessutvikling
- Fôrutvikling
- Fôr til nye arter
- Fremstilling av eksperimentelle fôr
- Oppskalering / kommersialisering
- Opplæring / kursing / undervisning

Senteret samarbeider / kjøper tjenester innen ernærings- / biologiske studier og analyser

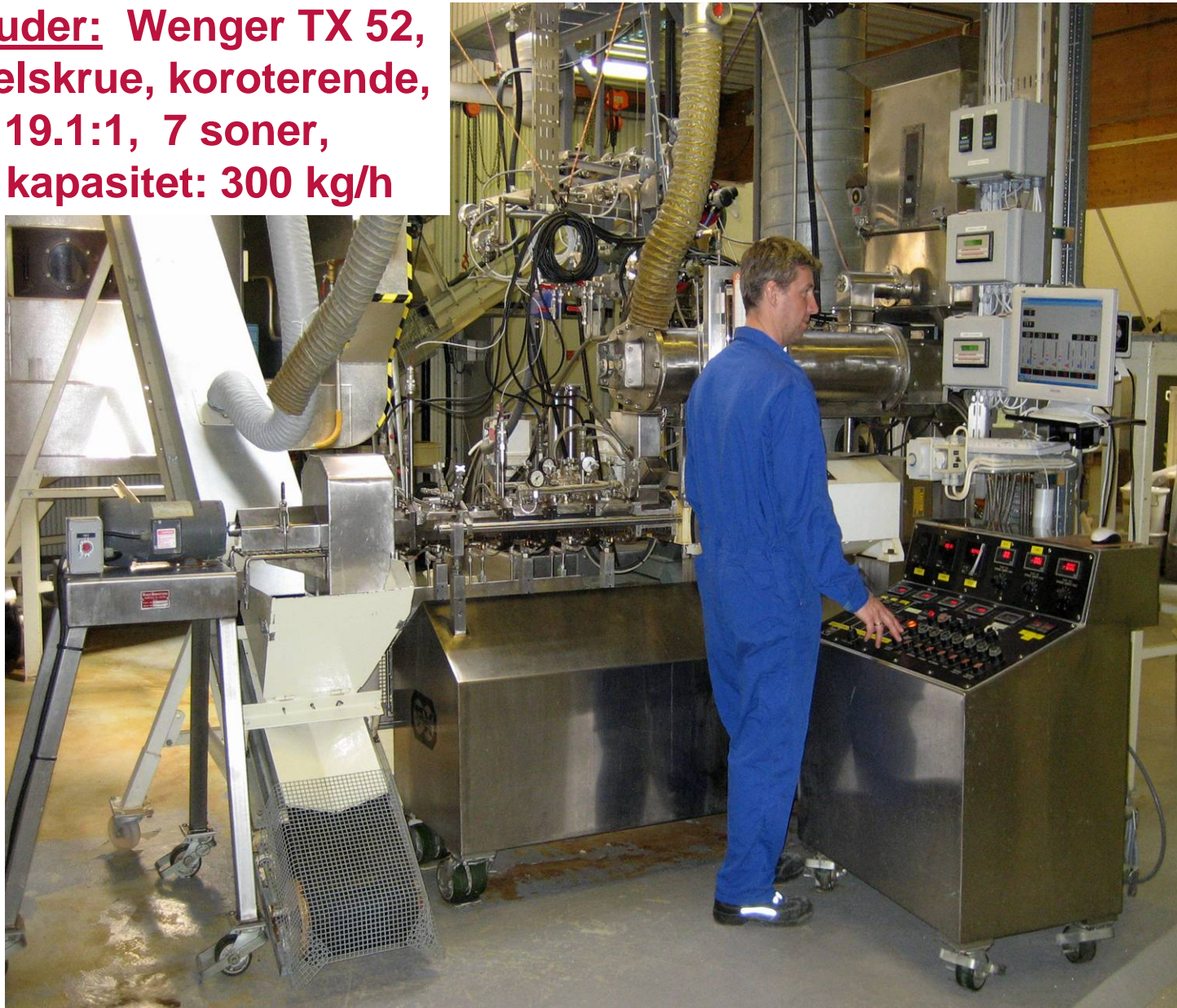
# Prosess -og labutstyr

## Prosesstrinn

- **Formaling/sikting**
- **Miksing**
- **Prekondisjonering**
- **Ekstrudering**
- **Pelletering**
- **Tørking**
- **Fett/topp coating**
- **Kjøling**



**Ekstruder: Wenger TX 52,  
dobbelskrue, koroterende,  
L/D = 19.1:1, 7 soner,  
Maks kapasitet: 300 kg/h**

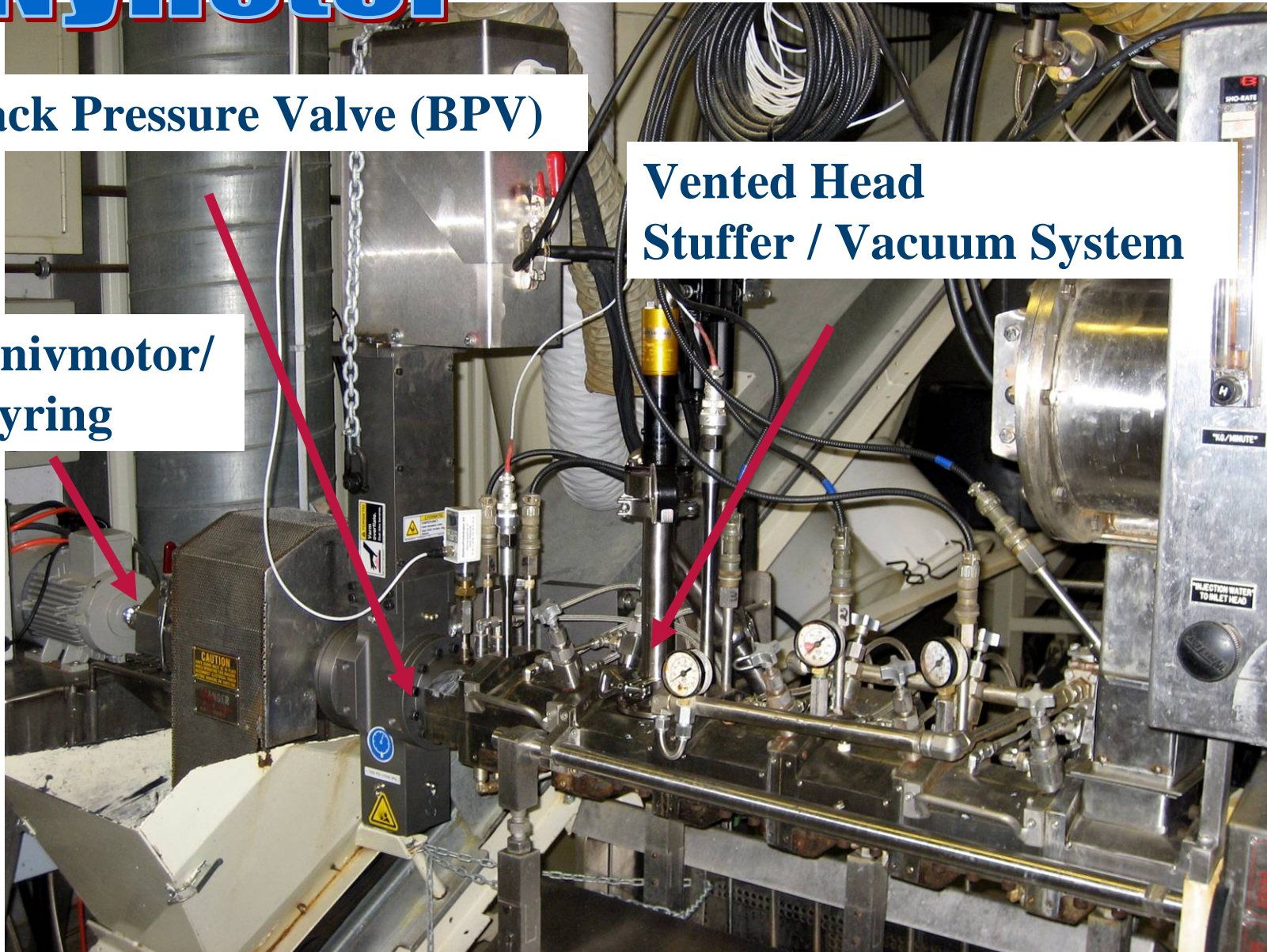


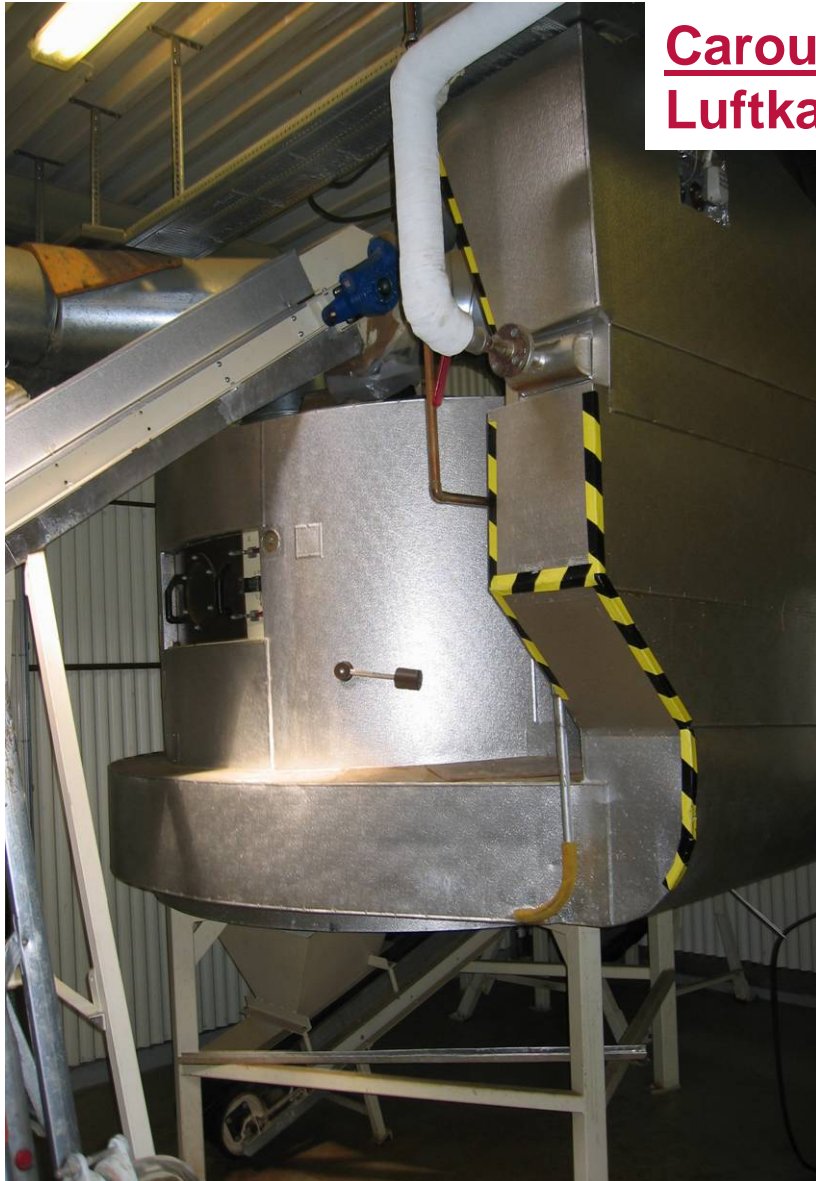
# Nyheter

Back Pressure Valve (BPV)

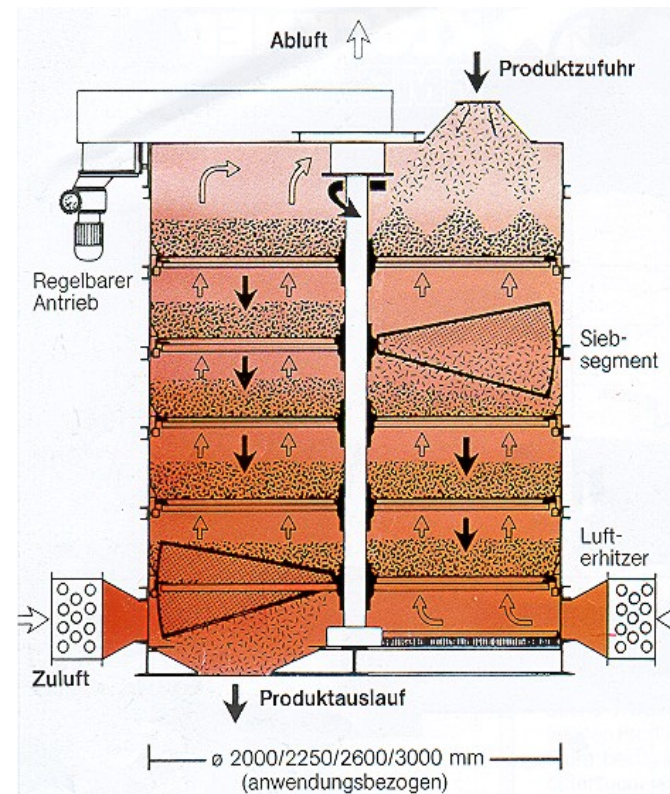
Vented Head  
Stuffer / Vacuum System

Knivmotor/  
styring





**Carousel Dryer: Paul Klöckner, type 200.2**  
**Luftkapazität: 100 m<sup>3</sup>/min**



**Vakuum -og topp coater:**  
**DINNISSEN**

**Maks kapasitet: 200 kg/h**  
**Batchstørrelse: 60 liter**

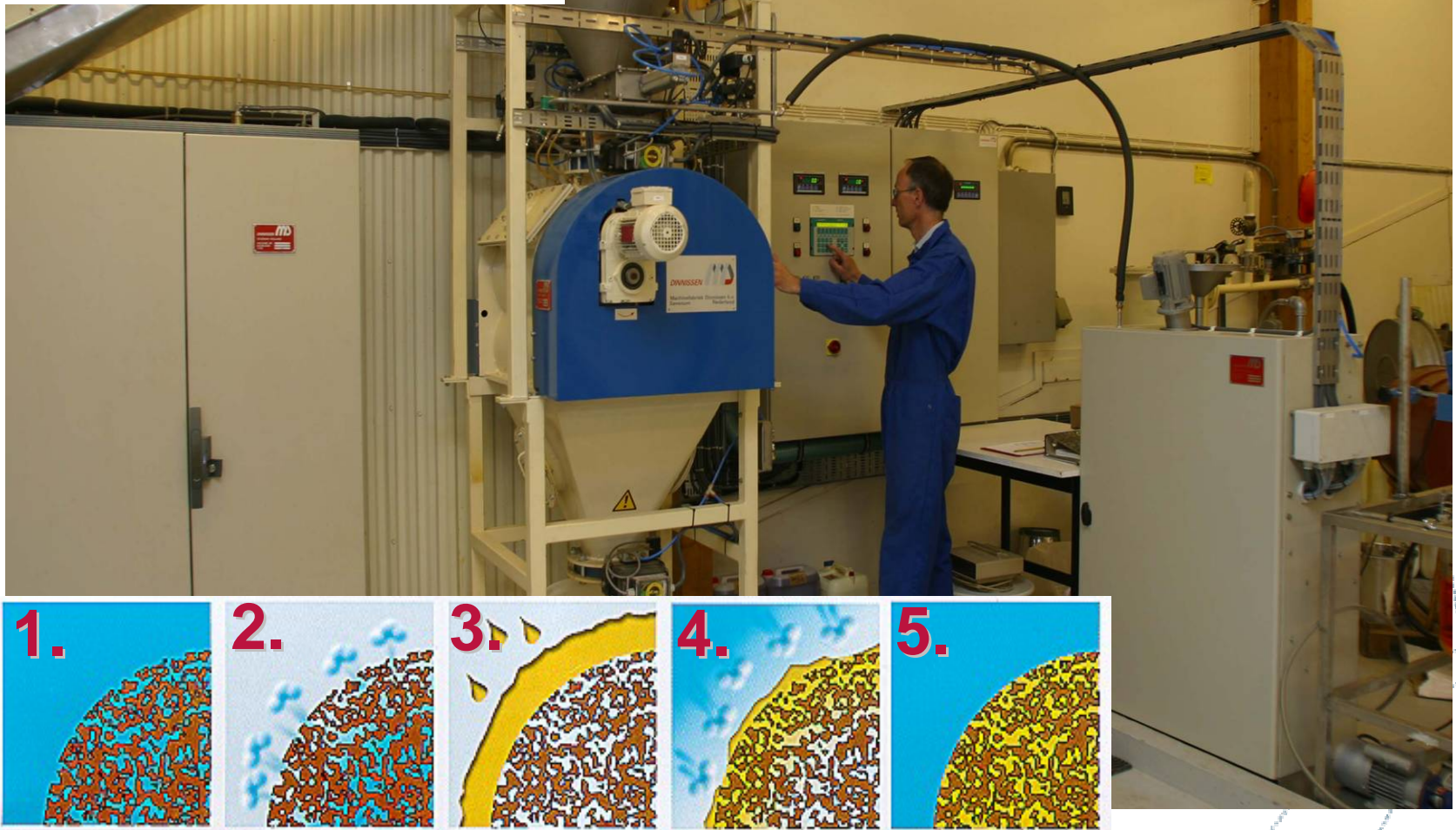
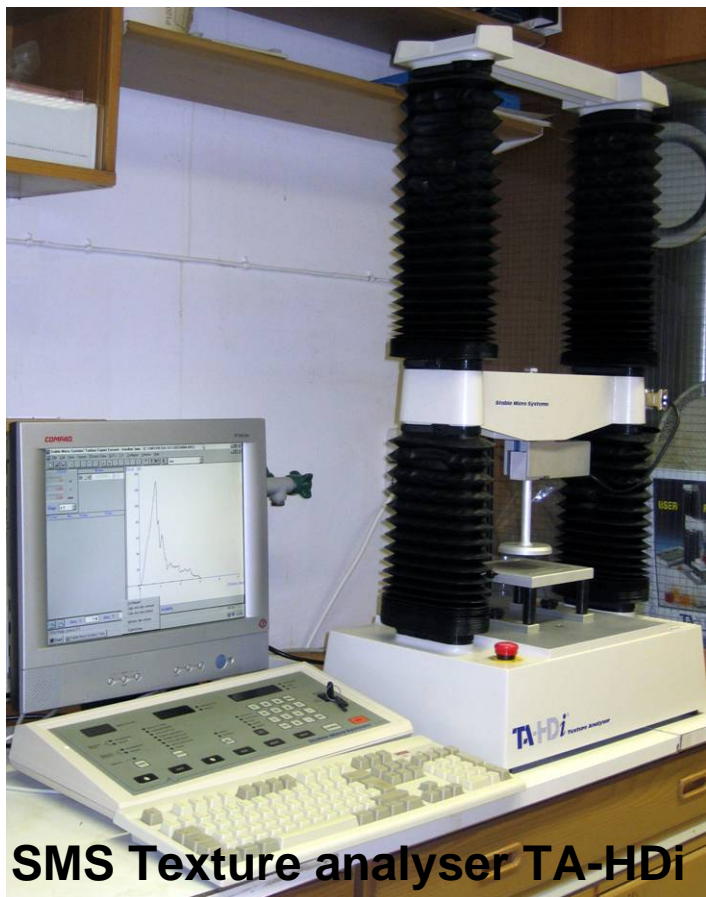


Figure from: Brochure "Vacuum Coater - For extreme product quality", Sprout-Matador, 1999



# Analytiske metoder

- **Hardhet**



SMS Texture analyser TA-HDi



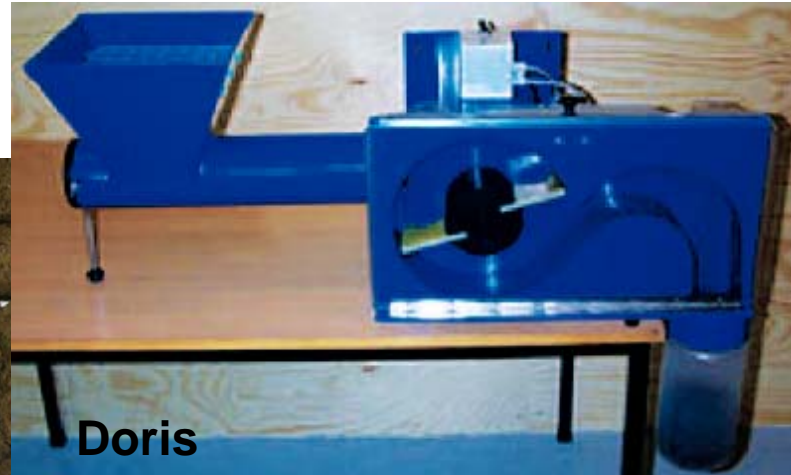
- **Pneumatisk og mekanisk durabilitet**



Holmen durabilitetstester



**Lingo durabilitetstester**



**Doris**



**Matador durabilitetstester**

- **Vannstabilitet**
- **Fettadsorpsjon (vakuum)/lekkasje**



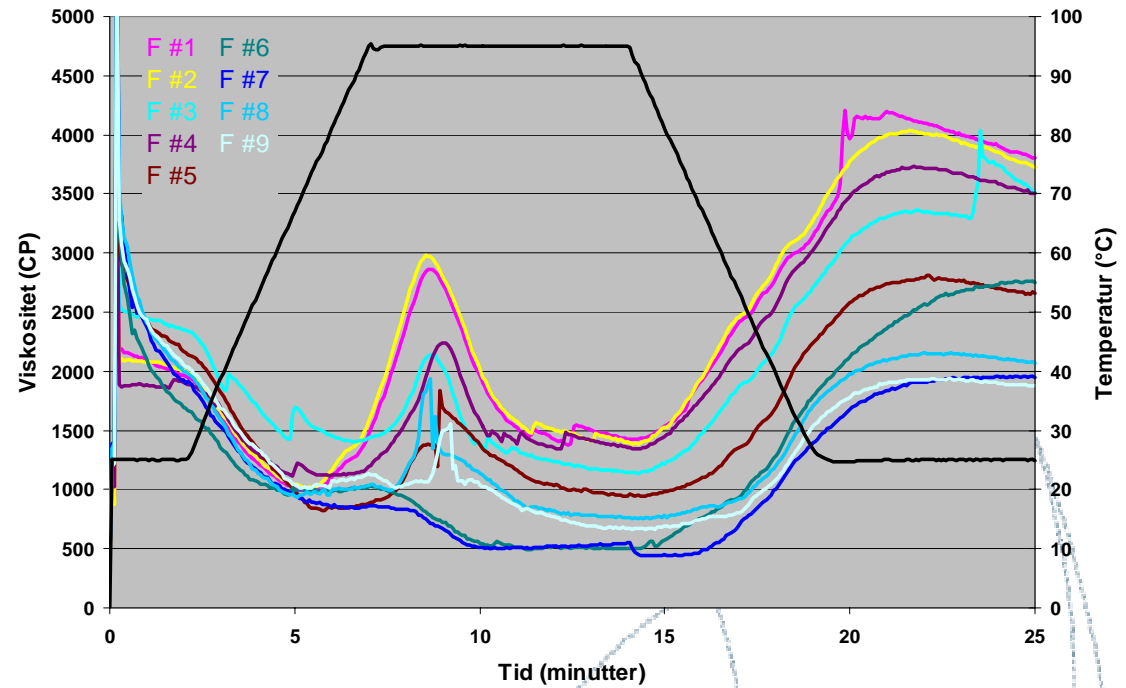
100 gram

- **Synkehastighet**
- **Bulktetthet**
- **Diameter/lengde/ekspansjon**
- **Forklustringsgrad**



1000 gram

# • Viskositet



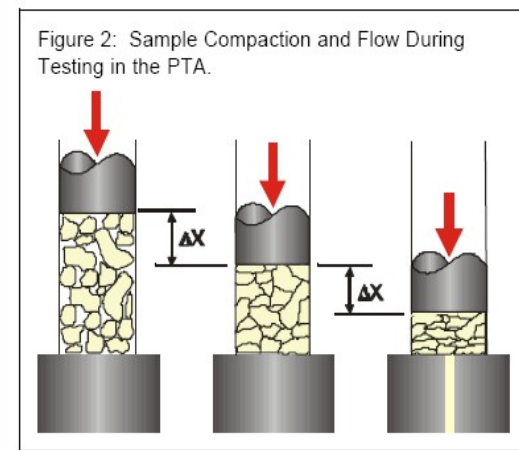
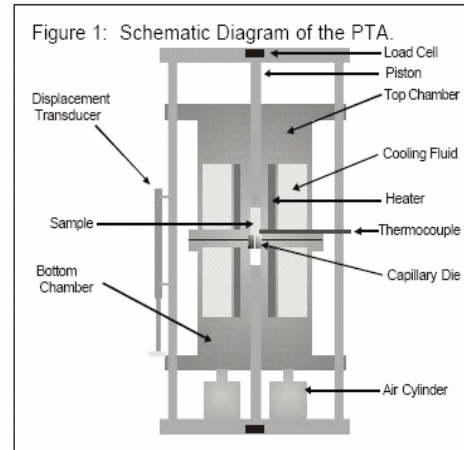
Rapid Visco Analyzer (RVA), Newport Scientific, Australia

- Glass og smelteovergangstemperaturer (Tg og Tm)

➤ Close-chamber capillary rheometer



Phase Transition Analyser (PTA),  
Wenger, Inc., USA.



# EKSTRUDEREN

– noe av det mest spennende som finnes

Hvis du i det hele tatt vet hva en ekstruder er, er du ganske sikkert ikke særlig opptatt av hva som skjer inne i den. Da skulle du møtt Nils Håvard Marvik på Skretting Aquaculture Research Centre.

– Ekstrudere er noe av det mest spennende som fins, erklærer forsker Nils Håvard Marvik (33) og blir gnistrende engasjert. Det syntes vi høstes ubegripelig ut, men det var før vi hadde hørt ham fortelle, så følg med.

Ekstruderen er på mange måter hjertet i forproduksjonen. Mekanisk er den enkel nok – en metallsylinder med mateskrue og dyser. Det er her fôrdeigen blir pelletet. Den har vært med fra 1982 da Skretting som de første erstattet den kompakte pelleteden fra presser med en porøs fra ekstruder. Hadde det ikke vært for det, spørs det om vi hadde hatt noe lakseoppdrett i dag. Porøs pellet er nemlig en forutsetning for høyenergifôr og lav fôrfaktor.

Men at den enkle maskinen skulle være så fascinerende for en forsker?

## MAT OG MASKINER

Vi hopper til Trondheim ved årtusensskiftet. Der møter vi ingeniørstudenten Marvik på Trondheim ingeniørhøgskole der han studerer næringsmiddel-fag i hjembyen og er opptatt av kombinasjonen mellom mat og maskiner. Den interessen tar ham videre til Institutt for næringsmiddel-fag på Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) på Ås og mastergrad med oppdrettsplaner Per Olav Skjervold som en av veilederne. Via veier som vi skal komme tilbake til, fører det ham etter hvert til Skretting Aquaculture Research Centre og avdelingen for Feed Production.

Og derfra til ekstrudere.

– Etter 25 år er ekstruderen fortsatt litt av

en svart boks i prosessen, for hva i svarte er det som skjer der inne? Det er så mye vi ikke vet, men som det må gå an å finne ut. Naturlovene gjelder jo der som overalt ellers, sier han.

## JUSTERE ALT SAMTIDIG

På en ekstruder må du stille inn mengde vann og steam, kapasitet, temperatur og type dyse slik at du får den pelleteden du skal ha – god til å ta opp olje, god fysisk kvalitet.

– Råvarene bestemmer hvordan du stiller inn, og du må ikke tro at du kan justere på bare en av parameterne. Forandrer du en, ulager de andre seg, så du må ha med deg alle på en gang. Det er slett ikke sant at det er enkelt å produsere fiskefôr.

Jobben til Marvik er å finne sammenhengen mellom egenskaper i råvarene og innstillinger på ekstruderen. Det er en ekstremt viktig jobb.

– Ekstruderen er så følsom at den gir ulikt resultat på samme fôrresept bare du bytter råvarebatch, for ikke å snakke om hva som skjer når du går over på helt andre råvarer i resepten, forteller han.

Det er en betydelig utfordring fordi slike skifter kommer oftest i høysesongen, når du slett ikke har tid å bruke på å kjøre inn ekstruderen.

– Per i dag har vi det jeg vil kalle milde retningslinjer for å stille inn. Resten redder vi med erfarne operatører. Det fungerer for så vidt aldeles utmerket, men systemet er sårbart.

## GODE TIL Å KJØRE FABRIKK

Marvik slår fast at Skretting er gode til å kjøre fabrikk med effektiv produksjonstid i klasse med Toyota.

– Men ekstrudering er fortsatt håndverk der operatøren har enormt mye å si. Vår jobb er å sette tall på deres fingerspitzengefühl, sier Marvik.

Lyset i tunnelen er en ny testekstruder som står på Skretting ARCs forskningsfabrikk og ser ut som et digert vaffeljern.

– Vi kan løfte på lokket og sjekke hvordan det ser ut inni der mens ekstruderingen pågår. Da kan vi teste sammenhenger mellom råvarenes sammensetning og innstilling av ekstruderen på en måte som ikke har vært mulig tidligere. Det kommer til å øke framdriften i forskningen betydelig, sier Marvik som også peker på det tette og gode samarbeidet med ekstruderoperatørene.

– Innspill fra dem går rett inn i forskningsarbeidet, for de opplever mer realistiske situasjoner enn de vi kan konstruere i testfabrikken.

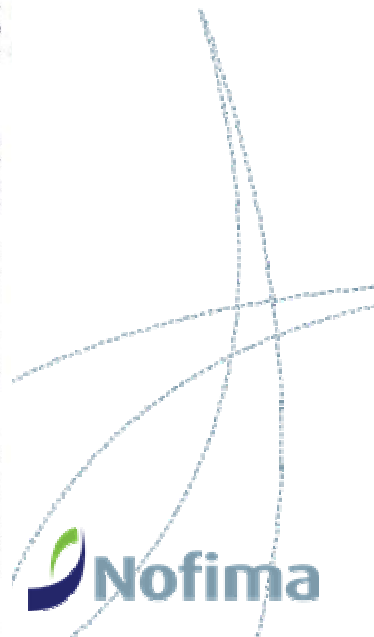
## HEMMELIGE FORSKERE

Målet for en ekstruderforsker er den smarte ekstruderen med sensorer som analyserer råvarene og så stiller seg inn automatisk. Det fins i plastindustrien, men Marvik tror det er langt dit i forproduksjonen.

– Men vi er ikke allverdens langt unna objektive målemetoder og hjelpesystemer som støtter operatørene og gjør jobben deres lettere. Takket være den nye testmaskinen vil vi være mye lenger framme om bare et par år, kanskje med softsensorer og diagnostikk på ekstruderen som gir data til å justere inn mot en profil.

Jobben er viktig og betyr mye for oppdrettsnæringen, men Nils Håvard Marvik regner ikke med at et gjennombrudd vil gjøre ham berømt.

– Når vi finner ut noe, er vi selektive på hvem som får vite hva. Slike funn må nødvendigvis være bedriftshemmeligheter. Det er ikke slike forskere som oss som kommer i avisen og publiserer artikler i kjente tidsskrifter. ■



# Styring av teknisk fôrkvalitet

- **Litt ekstruderteori**
- **Effekt av å bytte råvarebatch**
- **Styre ved å blande ulike råvarebatcher**
- **Styre ved å bruke bindemidler**
- **Styre ved å endre skruekonfigurasjon**
- **Styre ved å bruke BPV og Vented Head**

**Pulverformet biopolymere**

**Termisk og skjærindusert koking**

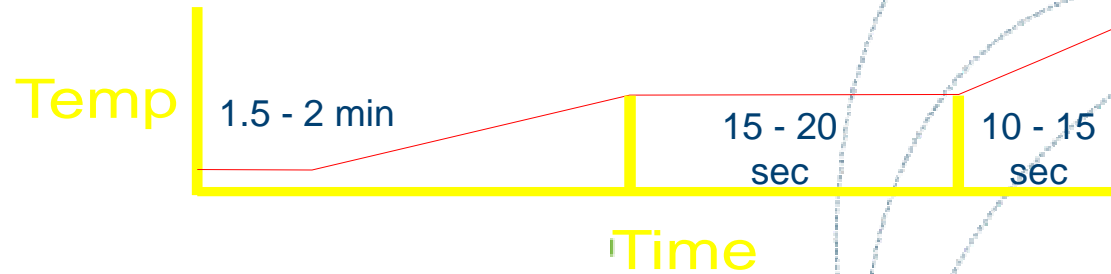
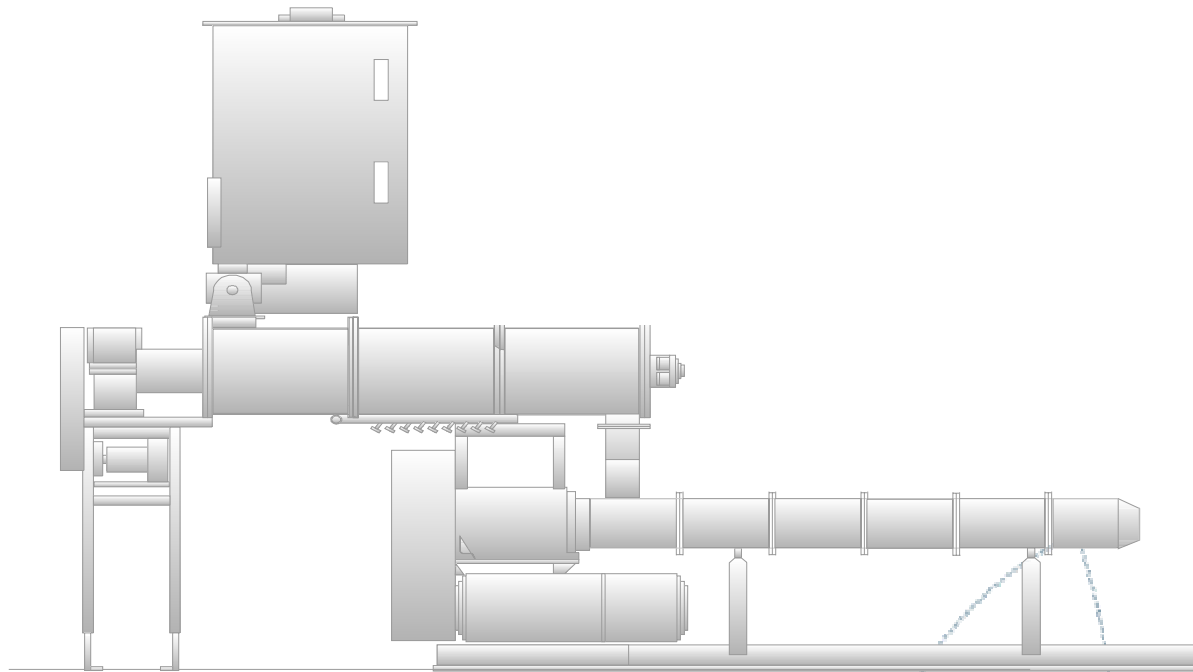
**(ekstrudersystemet)**

**Kokt masse, smelte**

**Reologi, dysegeometri, temperatur**

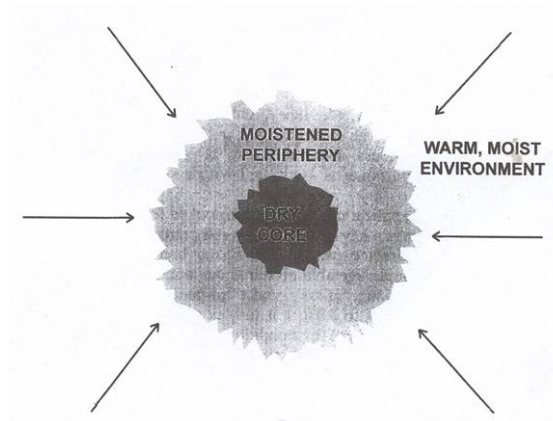
**(ekstruderdyse)**

**Teksturisert ekspandert ekstrudat**





**Hydratisering av råmaterialet** → **Diffusjonsavhengig trinn**

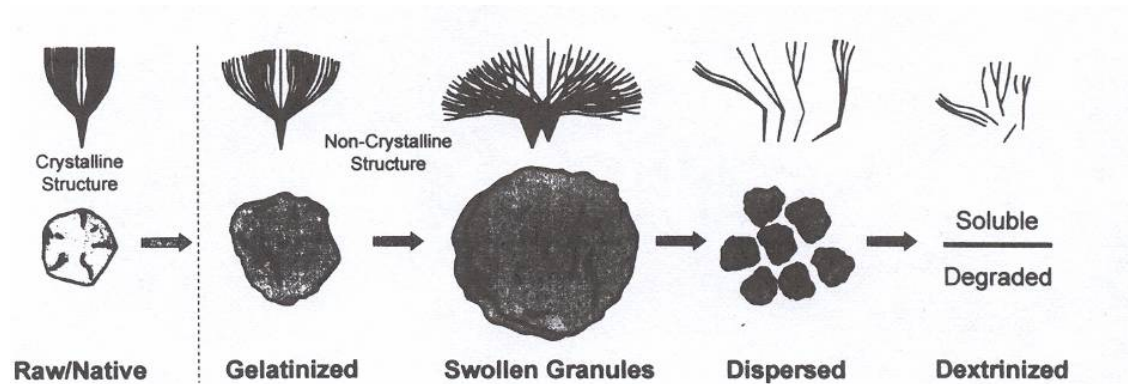


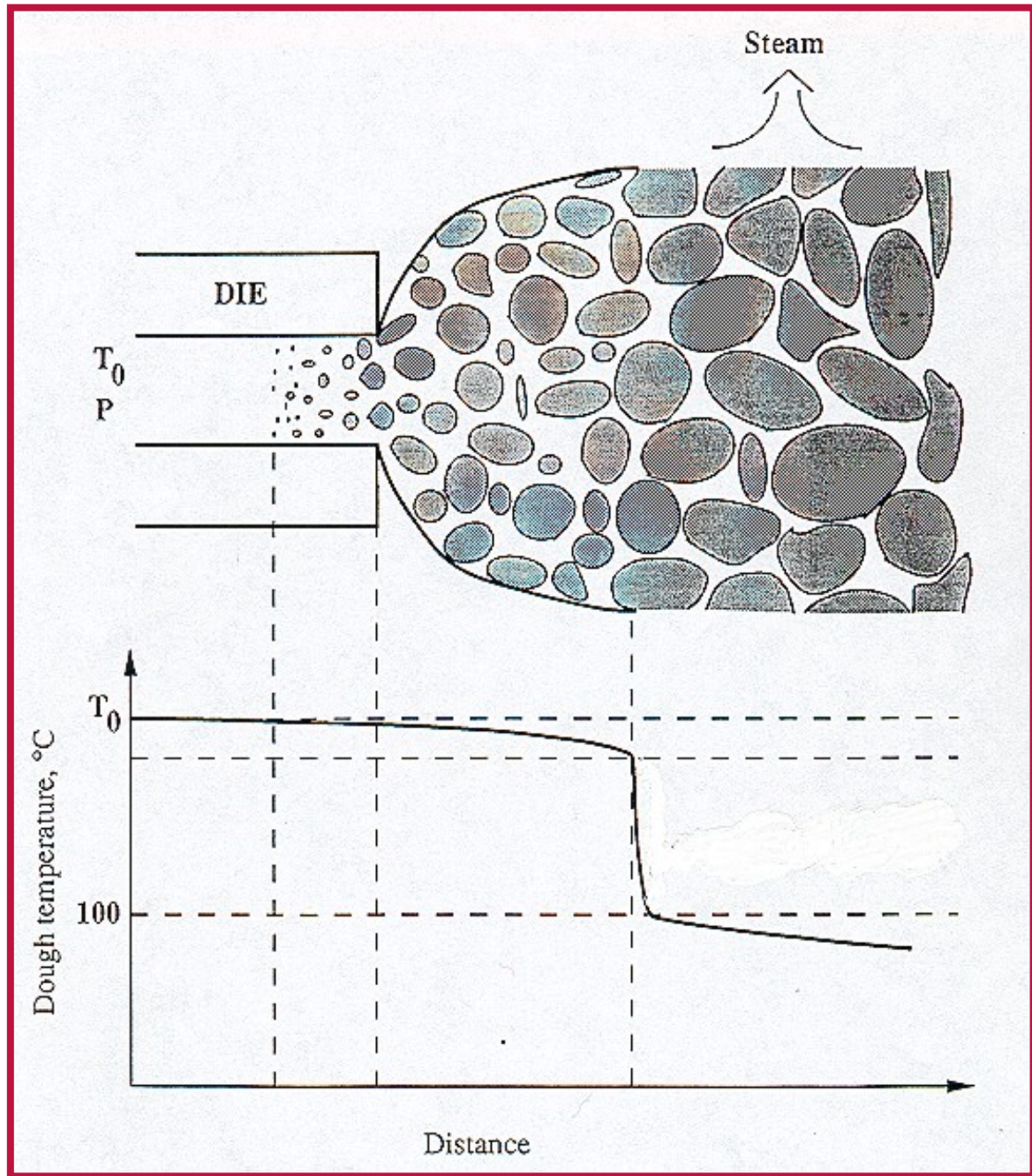
**Faseovergang** →

- Gelatinisering av stivelse
- Plastifisering av proteiner

**Energikrevende trinn**

- Skjærindustert energi
- Termisk energi

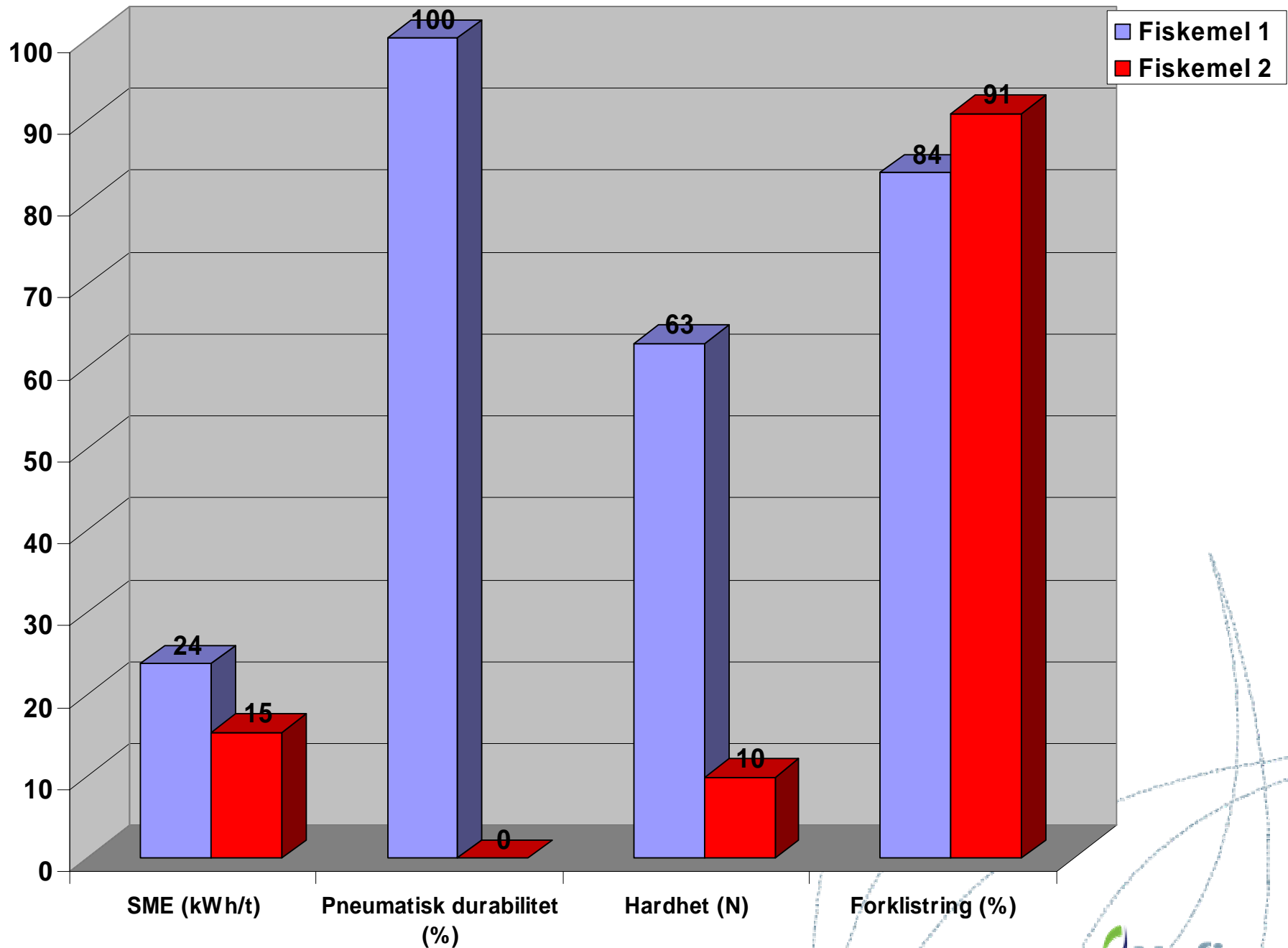




## Effekt av å bytte råvarebatch

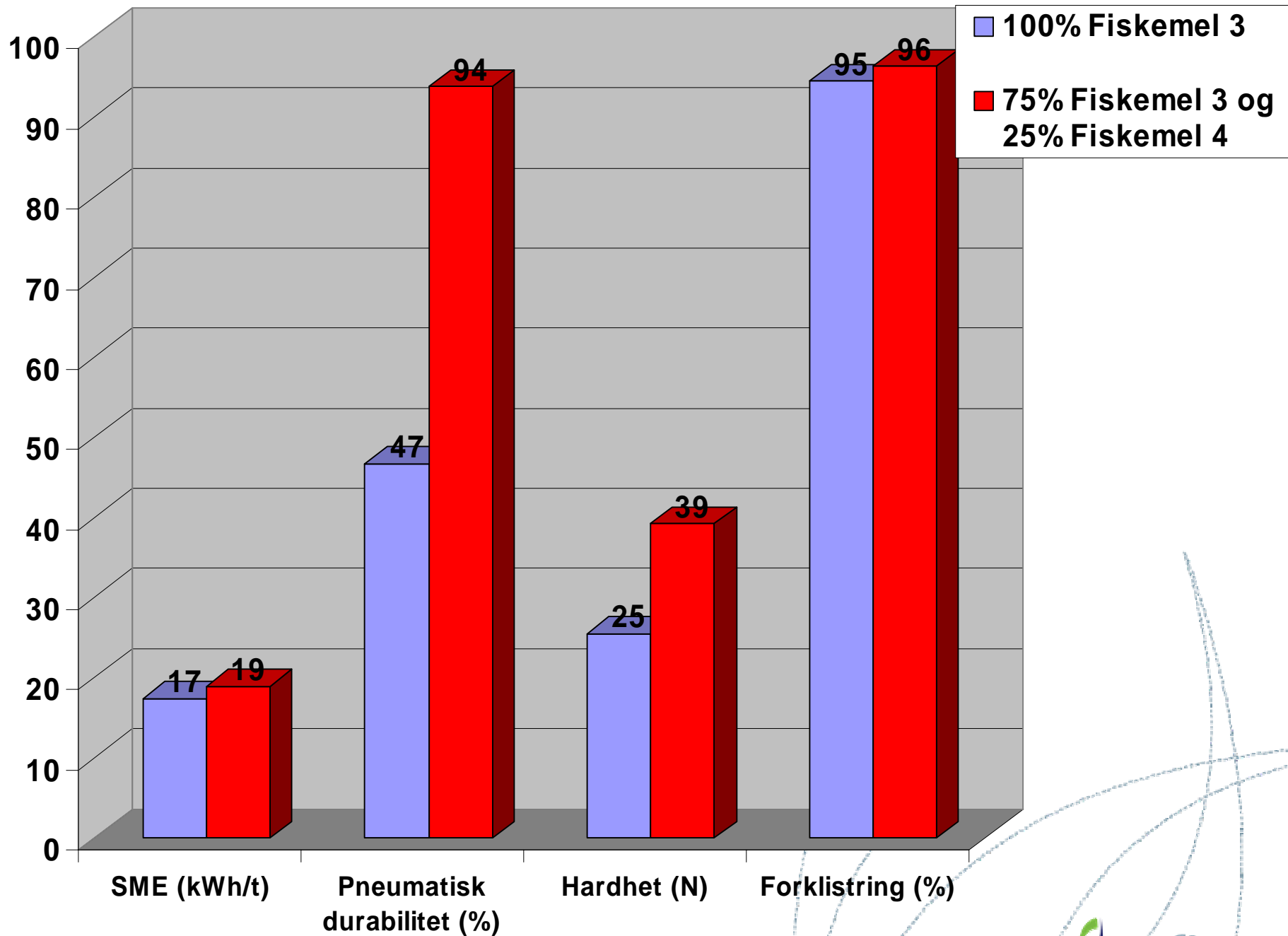
	Fiskemel 1	Fiskemel 2
Protein (%)	75,9	74,9
Vannløselig protein (%)	26,3	26,1
Vann (%)	7,1	7,7
Aske(%)	9,9	10,8
Fett (%)	9,4	8,0
Tetthet, normal/pakket/differanse (kg/m <sup>3</sup> )	539 / 705 / 166	515 / 687 / 172

- Standardisert fôrblanding
- Like betingelser på ekstruderen



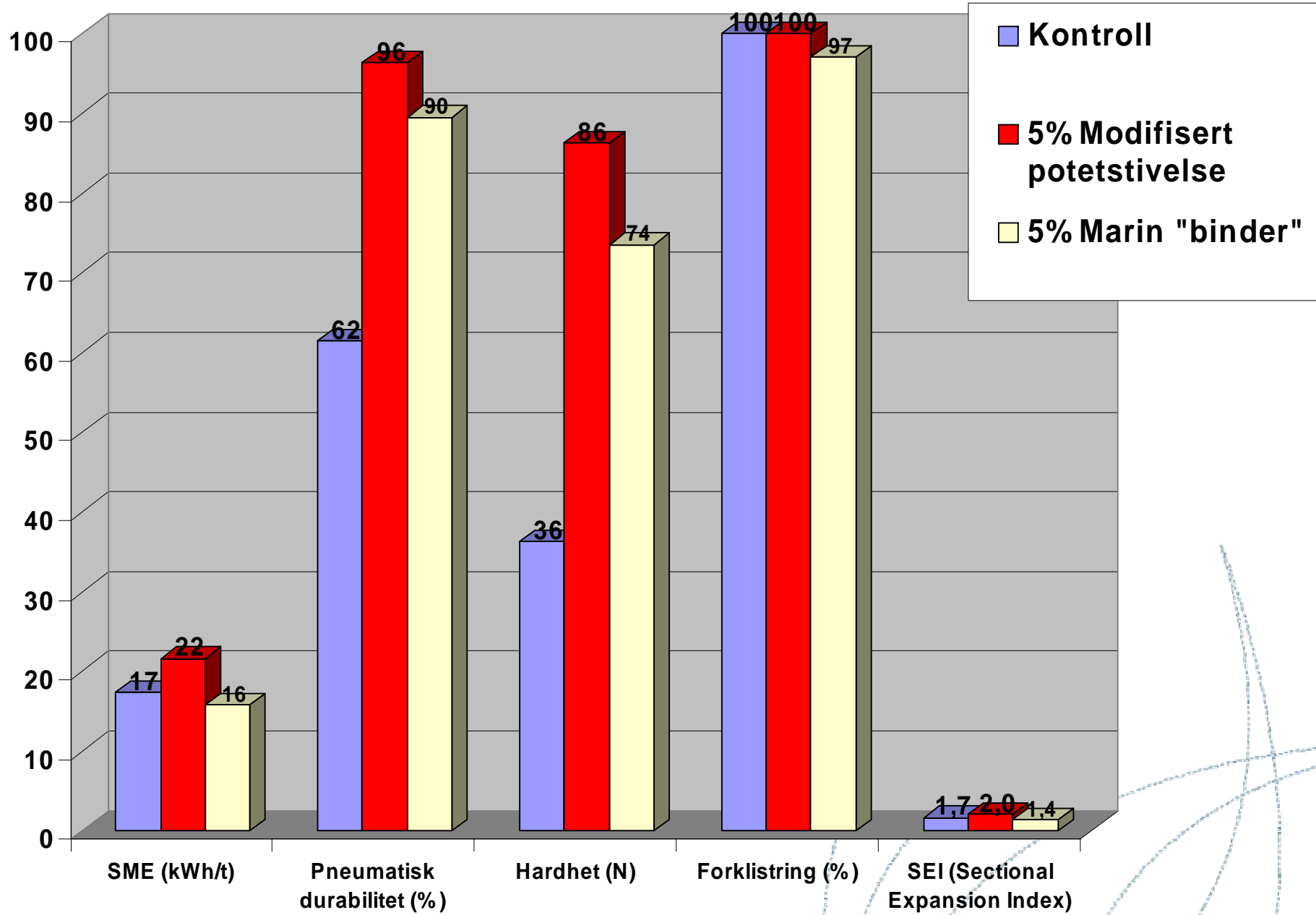
# Styre ved å blande ulike råvarebatcher

- Standardisert fôrblanding med 100% Fiskemel 3
- Standardisert fôrblanding med 75% fiskemel 3 blandet med 25% fiskemel 4
- Like betingelser på ekstruderen



# Styre ved å bruke bindemidler

- Standardisert fôrblanding
- Standardisert fôrblanding hvor 5% sammalt hvete er byttet ut med 5% modifisert potetstivelse
- Standardisert fôrblanding hvor 5% av fiskemelet er byttet ut med 5% proteinbasert marin "binder"
- Like betingelser på ekstruderen

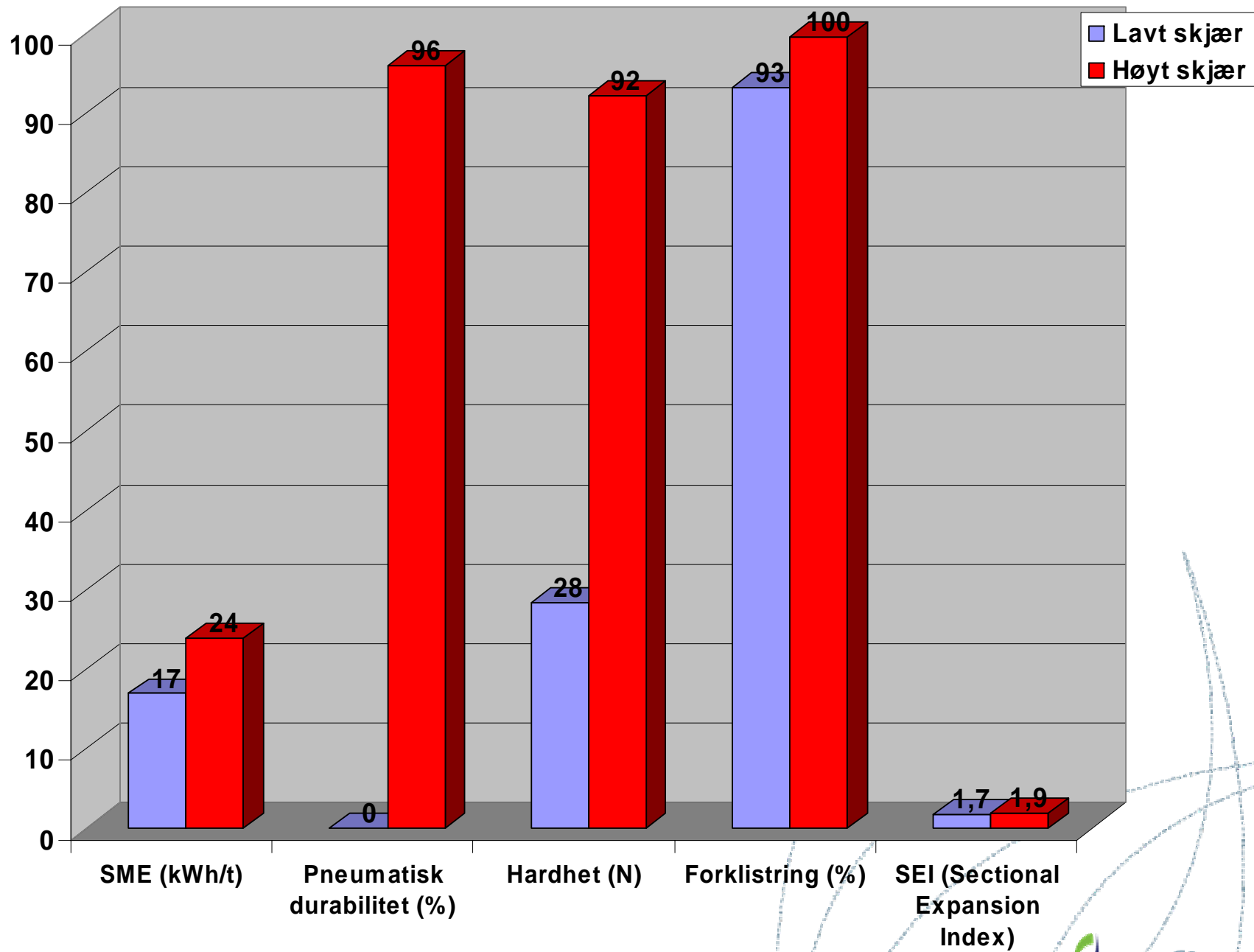




# Styre ved å endre skruekonfigurasjon

- Byttet skrue med lavt skjær til skrue med høyere skjær
- Standardisert fôrblanding
- Like betingelser på ekstruderen





## Styre ved å bruke Back Pressure Valve (BPV)

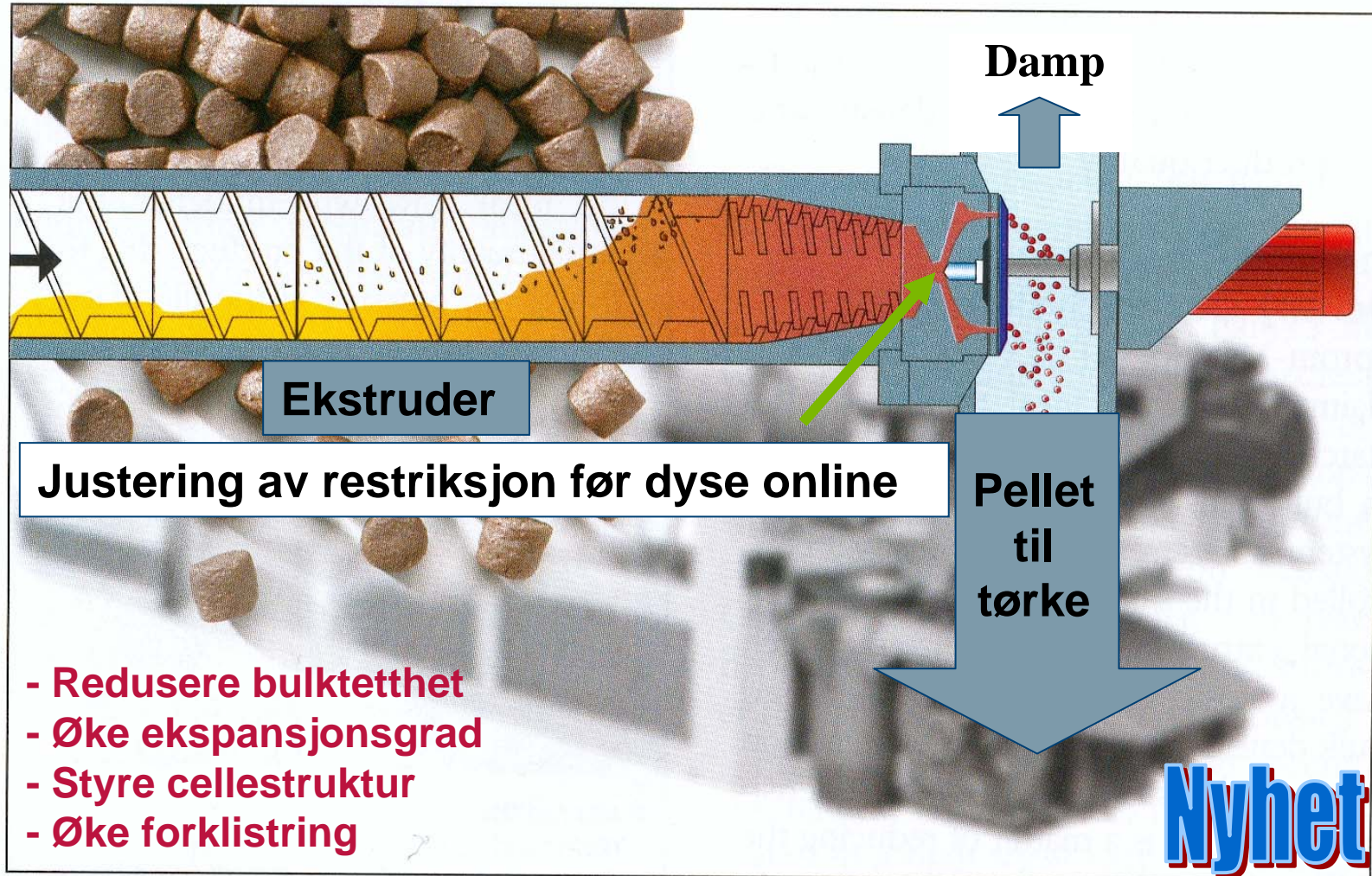
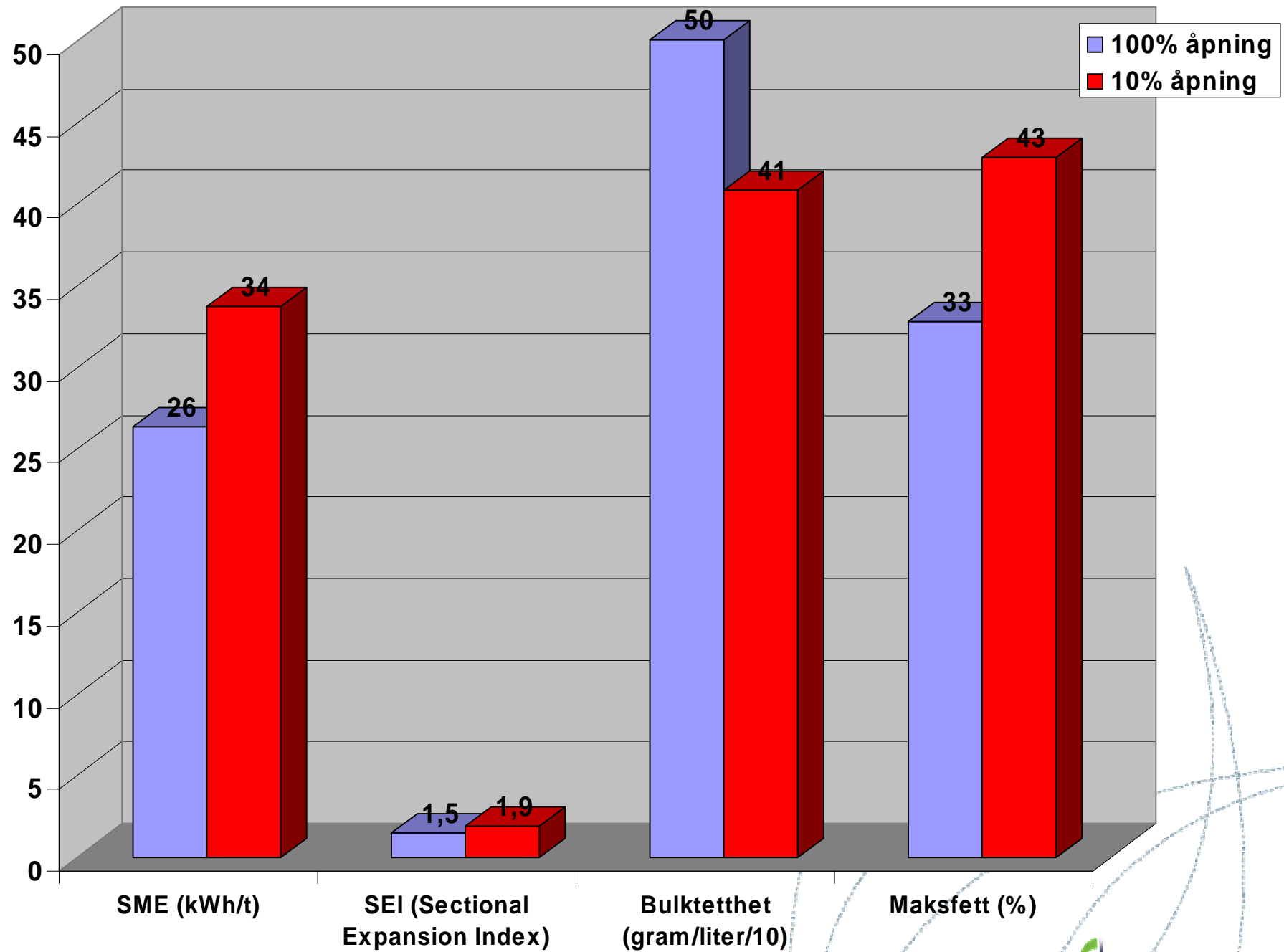


Fig fra: International Aquafeed, Directory & Buyer's Guide 2005/6, side 24



## Styre ved å bruke Vented Head

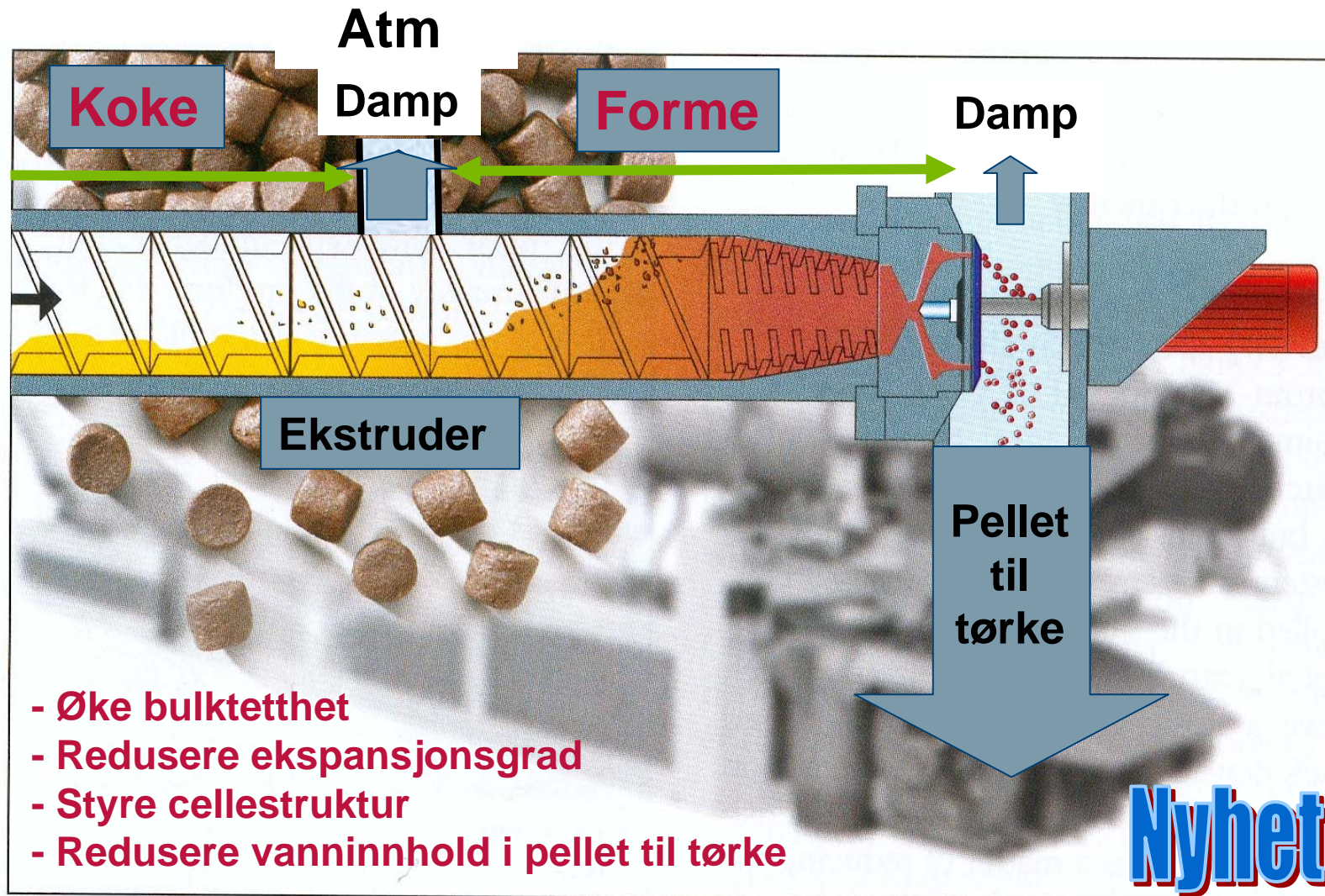


Fig fra: International Aquafeed, Directory & Buyer's Guide 2005/6, side 24

# Ekstruderen er spennende

Kunnskap om råvarer, prosess og teknologi



# Takk for oppmerksomheten

