

# Soja vermalen vraagt n

**Techniek**

[Menno Thomas\*]

**Voor structuurmalen heeft de diervoederindustrie de beschikking over de hamermolen, walsenstoel en sinds enkele jaren ook de multicracker. Qua energieverbruik scoort de multicracker vergelijkbaar met de walsenstoel, maar aanzienlijk gunstiger dan de hamermolen, blijkt uit onderzoek.**

**Opvallend is dat het vermalen van soja in alle gevallen meer energie kost dan het verkleinen van mais en tarwe.**

In 2005 maakte de multicracker zijn opwachting in Nederland, bedoeld als alternatief voor structuurmalen, dat tot die tijd was voorbehouden aan de hamermolen en walsenstoel. Voor de productie van diervoeders worden deze drie systemen gebruikt. Maar hoe verhouden de systemen zich tot elkaar en welk systeem voldoet het best aan de maalverwachtingen? Cracken en walsen zijn energetisch gezien gunstiger dan hameren, blijkt uit een door Zetadec en Wageningen Universiteit uitgevoerde studie. Verder laat deze studie zien dat er aanmerkelijke verschillen bestaan in de benodigde hoeveelheid energie voor het malen van tarwe, mais en soja tot eenzelfde gemid-

delde deeltjesgrootte. In dit artikel worden de drie maalmethodes – hamermolen, walsenstoel en multicracker – tegen het licht gehouden.

## Verkleinen

Malen is, samen met mengen en pelleten, één van de belangrijkste processen bij de vervaardiging van diervoeders voor landbouwhuisdieren. Traditioneel wordt binnen de diervoederindustrie voor het verkleinen van grondstoffen de hamermolen gebruikt. Pluspunten van een hamermolen zijn de relatief simpele constructie en de hoge verkleiningsgraad van 50; een hamermolen kan deeltjes van 50 mm in één werkgang verkleinen tot deel-

tjes van 1 mm. Een walsenstoel moet het in het algemeen doen met een verkleiningsgraad van 10: van 50 mm naar 5 mm in een werkgang. Dit betekent in de praktijk dan ook dat bij walsenstoelen meerdere paren rollen moeten worden ingezet om de juiste deeltjesgrootte te verkrijgen.

Iets wat vaak ten nadele van de hamermolen wordt opgevoerd, is dat het aandeel (ongewenst) fijn materiaal hoger is dan bij een walsenstoel, bij vergelijkbare gemiddelde deeltjesgrootte. Dit maakt de hamermolen minder geschikt voor bijvoorbeeld gebruik bij de vervaardiging van leghennenmeel.

De prestaties van de hamermolen, walsenstoel en multicracker werden met elkaar vergeleken door te kijken naar de relatie tussen gemiddelde deeltjesgrootte en (specifiek) energieverbruik [kJ/kg of kWh/ton] bij het vermalen van mais, tarwe en (volvette) soja.

## Netto energie

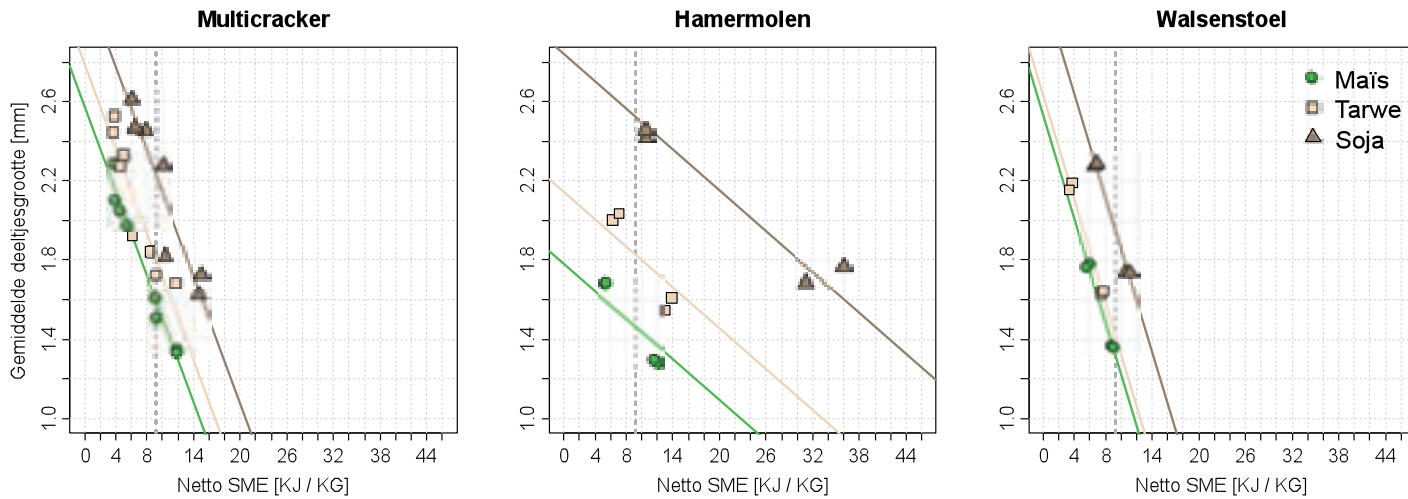
Gegevens, verkregen uit een grote maalproef met de multicracker, zijn vergeleken met gegevens verkregen van maalproeven met een hamermolen en walsenstoel. In tabel 1 wordt een aantal gege-

Vanwege het lage aandeel ongewenst fijne deeltjes, is de walsenstoel een veel gebruikte vermalingstechniek voor legpluimveevoeders.



## Cracken, hameren en walsen energetisch vergeleken

# t meeste energie



Figuur 1: Gemiddelde deeltjesgrootte als functie van netto specifiek mechanisch energie gebruik [KJ/kg] voor de grondstoffen maïs, tarwe en (volvette) soja. Omrekeningsfactor van [KJ/kg] naar [kWh/ton] is delen door 3.6 (9.22 kJ/kg = 2.56 kWh/ton). De verticale grijze stippellijn is het gemiddelde SME over alle proeven (9.22 kJ/kg).

vens van de verschillende installaties en de uitgevoerde behandelingen per molen weergegeven. Van elke run zijn monsters verzameld en geanalyseerd op deeltjesgrootte door middel van zeven. Ook is van elke uitgevoerde behandeling het energieverbruik bij het malen gemeten. Hierbij is het leegloopvermogen van de molen gemeten, dat wil zeggen de hoeveelheid energie benodigd voor het overwinnen van de lagerwrijving en het in beweging houden van de hamers, assen of rollenparen. De netto energie voor malen van grondstoffen is de totale hoeveelheid gebruikte energie verminderd

met de leegloopenergie. De netto energie wordt hier besproken. De gebruikte soja, tarwe en maïs waren alle afkomstig van dezelfde partijen. Het is niet mogelijk om op basis van mechanische verschillen molens met elkaar te vergelijken. Immers, een zeefopening van 5 mm bij een hamermolen is niet vergelijkbaar met een spalt van 5 mm bij een walsenstoel. Dit maakt een rechtstreekse vergelijking tussen uitvoeringsvormen van machines niet mogelijk. De verschillende molens zijn vergeleken door te kijken naar de relatie tussen het (netto) energieverbruik per ton gemalen product (netto

specifiek mechanisch vermogen, SME) en de hieruit voortvloeiende deeltjesgrootte van de tarwe, maïs of soja (figuur 1). Door een gemiddeld energieverbruik over alle proeven te berekenen, kunnen de prestaties van de molens bij dit energieverbruik met elkaar worden vergeleken.

### Energieverbruik

Wat opvalt op basis van de gegevens in figuur 1, is dat voor de verschillende grondstoffen het verband tussen de gemiddelde deeltjesgrootte en de netto SME over het gemeten bereik het beste wordt weergegeven door parallelle rech-

&gt;&gt;&gt;

Tabel 1. Enkele karakteristieken van de gebruikte molens en uitgevoerde behandelingen per molen. De bij de proeven gebruikte grondstoffen zijn maïs, tarwe en (volvette) soja.

Molen	Uitvoering	Behandelingen
Hamermolen	64 hamers [160*50 mm], 1475 rpm, Geïnstalleerd vermogen 45 kW, Ventilator afzuiging 7.5 kW.	Malen over - 5mm of - 8 mm zeven.
Walsenstoel	Skiold SM4000, 1 rollenpaar, 350 mm breed * 240 mm diameter, vlakke riffel, 4 riffels/cm. Geïnstalleerd motorvermogen 7.5 kW, snelheid rol 1: 405 rpm, snelheid rol 2: 505 rpm.	Spalt - 0.4mm of - 1 mm.
Multicracker	1 paar schijvenpakketten, schijven grijpen in elkaar. Iedere as wordt afzonderlijk aangedreven. Geïnstalleerd vermogen 2*18.5 kW, Toerental schijven: 2650 / 3800 rpm.	Schijven: staal / keramisch. Spalt: 0.11mm / 1.04 mm. Capaciteit: 3.4 / 6.7 ton per uur.



## >> Soja vermalen vraagt meeste energie

Tabel 2. Deeltjesgrootte bij gemiddeld energieverbruik, betrouwbaarheidsinterval, spreiding van de deeltjesgrootteverdeling en afname van de gemiddelde deeltjesgrootte bij toename van energieverbruik met 1 kWh/ton (regressiecoëfficiënt)

Molentype	Grondstof <sup>1</sup>	Deeltjesgrootte bij gemiddeld netto energieverbruik [mm] <sup>2</sup>	Spreiding in Deeltjesgrootte [mm]	Regressie coëfficiënt [mm / kWh*ton-1]
Multicracker	Mais	1.596	0.789	-0.107
	Soja	2.227	0.881	(idem)
	Tarwe	1.810	0.853	(idem)
Hamermolen	Mais	1.464	0.857	-0.034
	Soja	2.525	1.173	(idem)
	Tarwe	1.826	0.854	(idem)
Walsenstoel	Mais	1.325	0.704	-0.131
	Soja	1.958	0.684	(idem)
	Tarwe	1.426	0.684	(idem)

1 Deeltjesgroottes van de ongemalen grondstoffen waren 7.65mm, 5.62mm en 3.47mm voor respectievelijk mais, soja en tarwe.  
2 Gemiddeld energieverbruik 9.22 kJ/kg.

te lijnen binnen een molen. Verder geldt dat voor elke molen de hoeveelheid energie die in het product moet worden gestopt om een bepaalde deeltjesgrootte te bereiken, het hoogst is voor soja en het laagst voor mais. Tarwe neemt bij deze twee grondstoffen een tussenpositie in. In tabel 2 is aangegeven wat bij een gemiddeld energieverbruik van 9.22 kJ/ton (2.56 kWh/ton) de gemiddelde deeltjesgroottes van de grondstoffen per molen is. Soja blijft het meest grof (2.53 mm) wanneer deze wordt gemalen op een hamermolen. Bij hetzelfde energieverbruik realiseert de walsenstoel een gemiddelde deeltjesgrootte van 1.96 mm.



De multicracker past als vermalingswerktuig tussen hamermolen en walsenstoel.

### Normale verdeling

De deeltjesgrootteverdeling wordt in alle gevallen het beste weergegeven door een normale verdeling en niet door de, voor malen veelgebruikte, log-normale verdeling. Figuur 1 laat zien dat elke kWh/ton aan toegevoegde energie binnen een molen dezelfde mate van verkleining oplevert, ongeacht het type grondstof (parallele regressielijnen). Voor elke kWh/ton energie die bij de multicracker, hamermolen of walsenstoel extra wordt toegevoegd, daalt de gemiddelde deeltjesgrootte met respectievelijk 0,107

mm, 0,034 mm of 0,131 mm. Het type grondstof bepaalt de hoogte (intercept) van de lijn.

Uit de resultaten blijkt dat de multicracker en walsenstoel het meest efficiënt energie omzetten in het verkleinen van de grondstoffen (steilste helling). De hamermolen heeft meer energie nodig om deeltjes te verkleinen, vooral bij soja. Voor die grondstof heeft een hamermolen 30 tot 36 kJ/kg (8,3 - 10 kWh/ton) nodig om deeltjes te maken van ongeveer 1,7 mm. De multicracker en de walsenstoel hebben ongeveer de helft of minder dan de helft van deze hoeveelheid energie nodig om hetzelfde te bereiken.

### Efficiëntie

In deze proef is een vergelijking gemaakt tussen de multicracker, hamermolen en walsenstoel, waarbij alle drie molens zijn ingezet om een ietwat grover meel te verkrijgen (structuurmalen). De volgorde in energieverbruik voor het malen van de grondstoffen mais, tarwe en soja is voor elke molen gelijk, waarbij soja de meeste energie nodig heeft om te worden verkleind en mais de minste hoeveelheid energie.

De efficiëntie waarmee een extra kWh/ton wordt omgezet in een verkleining van deeltjes is het grootst voor de walsenstoel en multicracker, deze verschillen hierin niet significant van elkaar. Qua energieverbruik en performance is de multicracker gelijkwaardig aan de walsenstoel. De hamermolen heeft in voorkomende gevallen een dubbele hoeveelheid energie nodig om dezelfde mate van verkleining te bereiken.

Het (netto) specifiek mechanisch vermogen kan worden gebruikt om drie verschillende machines met elkaar te vergelijken. Uiteraard is het design van de machine bepalend voor wat betreft de mogelijkheden die beschikbaar zijn om het energieverbruik te 'sturen'. Bij hamermolens is dat het makkelijkst door de zeefmaten aan te passen en bij walsenstoelen zal in de praktijk de spalt worden aangepast. De multicracker heeft nog een aantal vrijheidsgraden meer die kunnen worden ingezet om de structuur van het verkregen meel aan te passen. Bijvoorbeeld een onafhankelijke, continue, aanpassing van toerentallen van de beide aangedreven assen. Op basis van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat met het verschijnen van de multicracker een vermalingswerktuig binnen het bereik van de mengvoederindustrie is gekomen, dat past tussen de hamermolen en walsenstoel. ■

\* De auteur van dit artikel, Menno Thomas, is werkzaam bij Zetadec in Wageningen.



De deeltjesgrootteverdeling wordt het beste weergegeven door een normale verdeling en niet door de log-normale verdeling, zo blijkt uit onderzoek.

