

A154

VAVI Onderzoekprogramma

De ontwikkeling van een objectieve meetmethode voor de textuur van frites

Project 2
Verslag januari 1995 t/m november 1995

Hannemieke Luyten

VERTROUWELIJK

ato-dlo





ATO-DLO

VAVI Onderzoekprogramma

**De ontwikkeling van een objectieve meetmethode voor de
textuur van frites**

Project 2
Verslag januari 1995 t/m november 1995

VERTROUWELIJK

**Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut
(ATO-DLO)
Bornssesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
tel. 0317 - 475000
fax. 0317 - 412260**

Hannemieke Luyten

Eigendom van VAVI en ATO-DLO. Niets uit dit verslag mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van VAVI of ATO-DLO.

2251591

Inhoudsopgave

Pagina

1.	Inleiding	3
2.	Instrumentele methoden	4
2.1	Methode-ontwikkeling	4
2.2	De heterogeniteit van de frites	6
2.3	Relatie instrumentele metingen met sensorische beoordeling	7
2.4	De invloed van de bakomstandigheden op de resultaten van puntindrukking-metingen	8
3.	De praktijkbeoordeling van de textuur van frites	9
4.	Conclusies en onderzoek komende periode	10
	 Bijlagen	 11

1. Inleiding

Dit rapport is het tweede verslag van het project aangaande de ontwikkeling van een objectieve meetmethode voor de textuur van frites (project 2) van het VAVI onderzoekprogramma bij ATO-DLO. Het doel van dit deelproject is het ontwikkelen van een instrumentele, objectieve meetmethode die informatie geeft over de textuur van frites, zoals die door produkt experts beoordeeld wordt.

Onder de textuur van frites verstaan we die eigenschappen van frites die invloed uitoefenen op het gedrag bij het vervormen en breken of kapot maken zoals dat gebeurt bij bijvoorbeeld het snijden en eten.

Om een goede objectieve methode te kunnen ontwikkelen die aansluit bij de huidige praktijkbeoordeling, is dit project in twee delen gesplitst:

1. Het vergelijken van de verschillende beoordelingen aan dezelfde partijen door produkt experts (bedrijven, ATO-DLO) ten aanzien van waarop er beoordeeld wordt, wat dit inhoudt en of er consensus is.
2. Het ontwikkelen van een snelle, makkelijke, goedkope en betrouwbare objectieve testmethode.

De looptijd van dit project is 3 jaar. Het eerste jaar is een inventarisatie gemaakt van mogelijke instrumentele methoden om de textuur van frites te bepalen. Tevens zijn toen de beoordelingsmethoden die in de verschillende nederlandse bedrijven gebruikt worden vergeleken op werkwijze en beoordeling van enkele partijen. Hierover is verslag gedaan in december 1994 (instrumentele methoden) en maart 1995 (praktijkbeoordelingen). In dit verslag zal voornamelijk ingegaan worden op de resultaten die in 1995 behaald zijn.

In hoofdstuk 2 zal ingegaan worden op de resultaten aangaande instrumentele meetmethoden. Besproken worden verschillende meetmethoden, de invloed van de heterogeniteit van frites, relaties tussen instrumentele metingen en de sensorische beoordeling en de invloed van de afbakomstandigheden. De verschillen in de sensorische beoordeling van frites worden besproken in hoofdstuk 3. Ten slotte zullen in hoofdstuk 4 de voorlopige conclusies van dit onderzoek kort besproken worden.

2. Instrumentele methoden

2.1 Methode-ontwikkeling

Verschillende instrumentele methoden werden getest op hun bruikbaarheid om de textuur van frites objectief te bepalen. Uit de resultaten van dit onderzoek (zie ook verslag project 2, december 1994) kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Met zogenaamde wigmetingen kunnen de eigenschappen van korst en kernmateriaal goed, en goed gescheiden, bepaald worden. De eigenschappen van de korst zijn van groot belang voor de textuur van frites: 80 tot 95% van de kracht die nodig is om een fritesstaafje door te bijten wordt gebruikt voor het breken van de korst. Wigmetingen kunnen ook goed gebruikt worden om de textuur van het kernmateriaal te bepalen. De breekenergie van dit materiaal lijkt een goede maat voor de gaarheid van fritesstaafjes. Enkele resultaten zijn te zien in bijlage A. Wigmetingen, zowel die van de korst als van het kernmateriaal, hebben als nadeel dat ze erg bewerkelijk zijn en veel tijd kosten. Ondanks de goede resultaten zijn we daarom in het kader van dit project niet hiermee verder gegaan.
- Compressie en shear experimenten zijn gemakkelijk uit te voeren. Een nadeel van deze methoden is dat ze voornamelijk de stevigheid van het kernmateriaal bepalen en niet de breek eigenschappen van de korst. Dit wordt veroorzaakt door het knikken van de korst zonder te breken, een verschijnsel dat slecht reproduceerbaar is. We zijn daarom niet verder gegaan met het ontwikkelen van testen op deze wijzen.
- Ook het buigen van frites is makkelijk uitvoerbaar (bijlage B). De korst van de fritesstaafjes wordt relatief meer gebogen dan het kernmateriaal en breekt het eerst. Buigmetingen zullen daarom vooral gegevens over het korstmateriaal kunnen geven. Deze experimenten zijn echter niet uitvoerbaar wanneer de fritesstaafjes te kort zijn of wanneer de fritesstaafjes niet geheel recht zijn. Ook is het niet mogelijk een waarde aan te geven wanneer de korst taai is of door een andere reden niet breekt bij het buigen. Vanwege het gemak van deze methode en de grote overeenkomst met sensorische testen (eten, breken met de hand) zijn we hier toch mee verder gegaan en zijn de resultaten van verschillende partijen frites vergeleken met sensorische beoordelingen. Resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 2.3. Er waren duidelijke verschillen in de bepaalde parameters tussen de partijen.
- Het indrukken van de korst van frites met een puntig staafje (puntindrukking zie bijlage C) geeft ook mogelijkheden om de mechanische eigenschappen van de korst te bepalen. Het idee is dat dit meer kracht vergt wanneer de frites steviger is en dat de indrukking bij het kapot gaan van het korstje kleiner is wanneer de frites krokanter of minder taai zijn. De methode is makkelijk uitvoerbaar en geeft duidelijk verschillende waarden voor de verschillende partijen frites.

- Kenmerkend voor krokante levensmiddelen is dat deze een kort en knappend geluid produceren wanneer ze breken bij het eten. Geprobeerd is of metingen aan het geluid bij breken informatie kunnen verschaffen die gerelateerd is aan de textuur van frites en of dit makkelijk en snel bepaald kan worden (bijlage D). Uit oriënterende metingen bleek dat
 1. bepalingen alleen zinvol zijn wanneer het omgevingsgeluid afgeschermd is (waarschijnlijk bij ATO-DLO al veel makkelijker dan in een bedrijf),
 2. de reproduceerbaarheid van de bepaling binnen een partij frites zeer slecht is, en
 3. taaiere frites waarschijnlijk een langdurender geluid produceren en steviger frites meer geluid.
 Tevens is het verwerken van de gegevens naar kentallen (b.v. hoeveelheid geluid bij een bepaalde frequentie) lastig. Vanwege de slechte reproduceerbaarheid is in het kader van dit project niet verder gegaan met dit soort geluidsmetingen.
- Het bepalen van de doorbuiging van een fritesstaafje door zijn eigen gewicht is makkelijk uitvoerbaar en goedkoop. Deze methode heeft echter twee theoretische bezwaren. De doorbuiging is alleen een maat voor de stevigheid van het hele fritesstaafje. Omdat het staafje niet breekt bij de bepaling, kunnen ook geen breek eigenschappen bepaald worden en het zijn juist deze eigenschappen die bij een sensorische beoordeling waargenomen worden. Een tweede bezwaar is dat de doorbuiging sterk afhankelijk is van de grootte en vorm van het fritesstaafje. De doorbuiging van een homogeen staafje ten gevolge van het eigen gewicht is theoretisch

$$\text{doorbuiging} \sim \frac{\rho * L^4}{d^2 * \text{stevigheid}}$$

ρ = dichtheid

L = lengte

d = dikte

Dit houdt in dat de doorbuiging erg gevoelig is voor variaties in de lengte van het staafje, in de dikte en de variatie in de dikte over het hele staafje en de dichtheid en de variatie hierin over het staafje. Problemen zijn dus te verwachten bij bijvoorbeeld schuine punten, plaatselijk dikkere/dunnere korst, holtes (van buiten niet altijd zichtbaar!) etc. Hieronder zijn de groottes van enkele, berekende, effecten aangegeven. Ter vergelijking een twee keer zo stevige frites geeft een verandering in de doorbuiging van -50%.

doorbuiging:

dichtheid 700 i.p.v. 800 kg·m ³	- 12.5%
lengte 45 i.p.v. 50 mm	- 35%
dikte 9 i.p.v. 10 mm	+ 23%

2.2 De heterogeniteit van de frites

De spreiding in de mechanische eigenschappen van verschillende fritesstaafjes binnen een partij is enorm. Een partij afgebakken frites is zeer heterogeen, zowel van kleur als van textuur. Verschillen zijn duidelijk aanwezig zowel binnen een enkel fritesstaafje als tussen de verschillende staafjes van een partij. Deze heterogeniteit is inherent aan het materiaal frites en bemoeilijkt het vergelijken van verschillende partijen enorm.

In het kader van dit project zijn instrumentele metingen uitgevoerd aan 15 of meer afzonderlijke fritesstaafjes per partij, 1 meting per staafje. De variatie in de meetresultaten is daarom waarschijnlijk gerelateerd aan de variatie tussen de verschillende staafjes van een partij. De grootte van deze variatie is aangegeven in bijlage E. Hieruit kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De textuur van het korstmateriaal en hele staafjes, zoals die instrumenteel bepaald kunnen worden, varieert veel sterker dan de textuur van het kernmateriaal.
- De heterogeniteit van de korst/hele staafjes lijkt niet afhankelijk te zijn van de voorbaktijd van de frites.
- Resultaten van metingen aan het breekpunt bij buigen en puntindrukking variëren binnen een partij minder sterk dan de resultaten van de helling of van de modulus. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de vorm van het fritesstaafje. Kleine variaties hierin kunnen een grote invloed hebben op de beginhelling van de kracht tegen indruk- of doorbuigcurve.
- De heterogeniteit van het kernmateriaal neemt af bij grotere verhittingsintensiteit. Gelijke resultaten werden verkregen bij het langdurende koken van aardappelblokjes.

Mogelijke oorzaken van deze verschillen in textuureigenschappen zijn:

- verschillen in de samenstelling van de verschillende staafjes, b.v. droge stof gehalte, suikers, zetmeel,
- verschillen in het soort weefsel, zoals celgrootte, celwanddikte etc.

Statistisch werd bekeken of er een correlatie is tussen de verschillen bij instrumentele metingen en de variatie in droge stofgehalte tussen en binnen aardappelknollen. Tevens werd berekend of er een verband is tussen de heterogeniteit in de kleur en de textuur zoals die door produkt experts bepaald werd, de heterogeniteit zoals die door het analytische panel beoordeeld werd en de variatie in de resultaten van de instrumentele metingen. Resultaten staan in bijlage F. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de variatie in de instrumenteel bepaalde textuur niet verklaard kan worden uit de variatie in het droge-stofgehalte van de aardappelen. Ook zijn er geen eenduidige verbanden tussen de heterogeniteit in de textuur zoals die sensorisch en instrumenteel bepaald zijn. Opmerkelijk hierbij is dat ook de heterogeniteit in de textuur zoals die bepaald is door de produkt experts en door het panel weinig met elkaar gecorreleerd zijn (lineair verband: $r^2 = 0.23!$).

2.3 Relatie instrumentele metingen met sensorische beoordeling

Om na te gaan of de ontwikkelde instrumentele methoden geschikt zijn, is statistisch nagegaan in hoeverre buigmetingen en puntindrukking de sensorisch bepaalde textuur kunnen evenaren. Omdat er geen modellen zijn om eventuele verbanden te omschrijven, zijn we uitgegaan van een lineair verband tussen de verschillende waarnemingen. Resultaten van de statistische analyses zijn weergegeven in bijlage G en H. Bij deze analyse is gekeken naar de verbanden met en zonder weglating van extreme partijen. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- De relaties tussen sensorische waarnemingen en instrumentele metingen zijn vooral duidelijk wanneer er tevens een duidelijk verband is met het droge stof gehalte van de frites. De gevonden relaties zijn ook van dezelfde orde van grootte als de relaties met het droge stof gehalte.
- Het uitsluiten van de extreme partijen (nicola, irene, saturna en een bintje met veel glas) heeft een duidelijke invloed op de berekende verbanden. Opvallend hierbij is dat de correlaties door het uitsluiten van extreme soorten aardappelen in veel gevallen omlaag gaan.
- De belangrijkste instrumentele parameters zijn de helling en maximale kracht bij puntindrukking en de breekspanning bij buigen (gegevens niet in de bijlage). Het verband tussen deze parameters en de sensorische textuur is vergelijkbaar met de resultaten die gevonden waren voor de (moeilijk uitvoerbare) wigexperimenten (zie verslag december 1994).
- Er is een duidelijk verband tussen de instrumentele metingen helling en maximale kracht bij puntindrukking en het droge stof gehalte van de rauwe aardappel en daaraan gerelateerde parameters.

Omdat we tot nu toe maar een soort verwerkingsproces gebruikt hebben om de frites te produceren en alleen de voorbaktijd als variabele gebruikt is, kan m.i. niet geconcludeerd worden dat het droge stof gehalte een evengoede voorspeller van de sensorische textuur is als de instrumentele metingen. We zullen dit in de komende periode controleren aan de hand van frites die onder andere verwerkingsomstandigheden geproduceerd zullen worden.

Puntindrukking en buigexperimenten geven gelijk vergelijkbare resultaten. Omdat puntindrukking ook mogelijk is wanneer de fritesstaafjes niet geheel recht of kleiner zijn, hebben we voorlopig deze methode gekozen om de invloed van bakomstandigheden uit te zoeken.

2.4 De invloed van de bakomstandigheden op de resultaten van puntindrukking-metingen

De invloed van de afbakomstandigheden en het bewaren na het afbakken op de resultaten van puntindrukking-metingen werd bestudeerd met een partij Agria frites die 60 seconden voorgebakken was (3952AG02). Het was een partij die door de produkt experts als weinig heterogeen beoordeeld was. Bestudeerd werden de invloed van de baktemperatuur, de afbaktijd, de soort bakoven en het bewaren na het afbakken. De resultaten van deze experimenten zijn samengevat in bijlage I. Hieruit kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De verschillen in de textuur van frites ten gevolge van verschillen in bakomstandigheden zijn zeer duidelijk meetbaar met behulp van de puntindrukkingstest.
- De resultaten verkregen voor de maximale kracht waren direct gerelateerd aan die van de helling. De variatie in de helling is iets groter, maar de invloed van de tijd of de temperatuur ook.
- Een intensievere verhitting bij het afbakken (langere baktijd of een hogere temperatuur) hebben tot gevolg dat de helling toeneemt en de indrukking bij de maximale kracht afneemt. Waarschijnlijk hangt dit samen met het steviger en krokanter worden van de frites.
- Afbakken in een huishoud friteuse geeft, ook als er maar zeer weinig frites tegelijk gebakken worden (5 staafjes t.o.v. 15, 30 of 50), steeds een lagere helling en een hogere indrukking dan bij afbakken in een grote bakoven. Frites uit een huishoud friteuse zijn waarschijnlijk steeds slapper en minder krokant.
- Bij het bewaren van frites na het afbakken neemt de helling van een puntindrukking-meting duidelijk af in de tijd. De sterkte van deze afname is afhankelijk van het soort frites. Voorgaande metingen werden steeds uitgevoerd binnen 3 minuten na het afbakken van de frites. Door deze tijd te verkorten is het waarschijnlijk mogelijk de verschillen tussen partijen frites duidelijker te maken.
- Puntindrukking lijkt een goede methode om de holding time van frites vast te leggen.

De algemene conclusie uit deze experimenten is dat kleine variaties in afbakomstandigheden goed meetbaar zijn met de puntindrukking-methode. Opvallend hierbij is dat de invloed op de helling in grote mate overeenkomt met de invloed op de maximale kracht. Het is mogelijk dat dit veroorzaakt is doordat alle gebruikte frites op dezelfde wijze geproduceerd zijn. Komende periode zal ondermeer onderzocht worden of dit ook het geval is bij verschillende frites geproduceerd met een meer gevarieerd verwerkingsproces. Indien dit het geval is, dan zou een niet destructieve instrumentele meetmethode goede informatie kunnen leveren over het gedrag bij het eten (wel destructief). In dat geval zullen we de bepalingmethode die gebaseerd is op de mate van doorbuiging van fritesstaafjes nog eens kritisch op zijn bruikbaarheid bekijken.

3. De praktijkbeoordeling van de textuur van frites

Het doel van dit deel van het project is om enerzijds een inventarisatie te maken van de wijzen waarop in de praktijk de frites op hun textuur-eigenschappen beoordeeld worden. Anderzijds willen we een ijkpunt hebben voor de te ontwikkelen objectieve methode: welke eigenschappen zijn hierbij van belang, en welke eisen worden hieraan gesteld. Uit een onderzoek waarbij verschillende bedrijven enkele ATO-DLO partijen frites op eigen wijze beoordeelden, kunnen de volgende conclusies getrokken worden (zie ook verslag maart 1995):

- De textuur van frites wordt beoordeeld door fritesstaafjes te vervormen totdat ze breken door ze te buigen, te draaien en/of te eten.
- Om de beoordeling te beschrijven worden zeer veel verschillende termen gebruikt, ook is er geen consensus over de betekenis van de verschillende termen.
- De consensus in de beoordeling is slecht.

Om deze conclusies te controleren zijn 2 standaard partijen frites, gekocht in een winkel, door produkt experts van de verschillende bedrijven onder gelijke omstandigheden getest. De twee partijen werden beoordeeld op de eigen wijze van de verschillende experts en via een aspectbeoordeling op dezelfde wijze als het ATO-DLO analytische panel werkt. Resultaten hiervan staan in bijlage J. Ook hieruit hebben we de conclusie getrokken dat er geen consensus in de beoordeling is.

Uit gesprekken met de verschillende produkt experts bleek tevens dat de betekenis van de textuurtermen onduidelijk is: eigen definities verschillen van persoon tot persoon. Daarom is gestart met het maken van een definitielijst van termen die gebruikt kunnen worden om de textuur van frites te beschrijven. In bijlage K staat een eerste concept van de definitielijst. Wij zijn hierbij uitgegaan van enkele sleuteltermen waarmee de hoofdkenmerken van de textuur van frites beschreven kan worden. Daarnaast is er een lijst gegeven van afgeleide termen en hun relatie met de hoofd- of sleuteltermen. Komende tijd zal aan de produkt experts van de verschillende frites producerende bedrijven gevraagd worden commentaar hierop te leveren. Het doel van deze lijst is te komen tot consensus over het gebruik van de verschillende termen aangaande de textuur van frites. In een later stadium zal het mogelijk zijn schalen vast te hangen aan de aspecten van de textuur die aangegeven zijn in de lijst met sleuteltermen en zo verschillende partijen te kunnen vergelijken. Ook zal de lijst nog voorzien worden van de engelstalige synoniemen.

4. Conclusies en onderzoek komende periode

Buigen en puntindrukking lijken beide goede methoden om verschillende textuureigenschappen van frites objectief te bepalen. Qua uitvoerbaarheid is een buigmethode minder aantrekkelijk vanwege problemen met korte en/of kromme fritesstaafjes. In een verder onderzoek zal gekeken worden in hoeverre de resultaten beïnvloed zijn door het niet variëren van het verwerkingsproces. Ook zal er onderzocht worden of een combinatie van een objectieve meting met het droge stof gehalte de relatie met de sensorisch waargenomen textuur kan verbeteren. Indien ook de niet-breekeigenschappen (helling bij puntindrukking) van frites geproduceerd met een gevarieerder verwerkingsproces een goede relatie geven met de sensorische textuur, zal de bepaling van de doorbuiging van fritesstaafjes weer nieuwe aandacht krijgen. Na definitieve vaststelling van een methode zal deze in de praktijk getest worden.

De verschillende termen die gebruikt worden om de textuur van frites te beschrijven zullen voorzien worden van eenduidige definities. Hierbij wordt een onderverdeling gemaakt tussen sleutel- (of hoofd-)termen en afgeleide termen.

Bijlage A

Breekenergie (in $J \cdot m^{-2}$) van het kernmateriaal van frites. Alle frites zijn 3 minuten bij $180^{\circ}C$ afgebakken. De breekenergie is waarschijnlijk een goede maat voor de gaarheid van de aardappel ($r_2 = 0.60$, $n=36$).

partij frites	194AG02	194AS02	194BI03	194BI06	194SA02	194NI01
rauwe aardappel	541	526	591	560	689	636
voorbaktijd 30'	27.2	36.5	20.5	24.7	37.6	80.8
voorbaktijd 60'	21.9	23.4	18.4	17.8	22.5	35.1
voorbaktijd 120'	17.5	19.1	15.4	15.4	19	24.3

Bijlage B

Uitvoering van buigexperimenten voor het bepalen van de textuur van frites.

Diepgevroren frites werden 3 minuten op 180°C in palmvet afgebakken. De maximale temperatuurdaling hierbij was 2°C. Direct na het afbakken werd een fritesstaafje met een minimale lengte van 6 cm op 2 ronde RVS staafjes met een afstand van 50 mm gelegd. Vervolgens werd het fritesstaafje met een derde RVS staafje in het midden vervormd zodat het fritesstaafje gebogen werd. De buigsnelheid was 40 mm/min. De benodigde kracht werd geregistreerd met een krachtopnemer van 100 N die aan een Instron duw/trekbank bevestigd was. Berekend werden:

- de spanning bij het breken [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$] uit de maximale kracht en de afmetingen van het fritesstaafje,
- de doorbuiging bij het breken [mm], zijnde de doorbuiging bij de maximale kracht,
- de Young's modulus, E [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$], uit de helling kracht versus doorbuiging bij kleine buigingen en de afmetingen van het fritesstaafje.

Per partij frites werden minstens 10 afzonderlijke staafjes gebogen tot breuk. De metingen werden steeds binnen 3 minuten na het afbakken uitgevoerd. Kantstukken, staafjes met donkere punten en zeer kromme staafjes werden niet gebruikt voor dit onderzoek.

Gemiddelde grootte van de parameters zoals bij buigexperimenten bepaald. Er zijn 67 partijen frites getest, 4 met voorbaktijd 30 seconden, 40 van 60 seconden en 23 van 120 seconden.

parameter	minimum waarde	maximum waarde
modulus [$\text{MN}\cdot\text{m}^{-2}$]	0.87	11.5
breekspanning [$\text{MN}\cdot\text{m}^{-2}$]	0.053	0.376
doorbuiging bij breken [mm]	2.1	>10

Bijlage C

Uitvoering van puntindrukking-experimenten voor het bepalen van de textuur van frites.

Diepgevroren frites werden 3 minuten op 180°C in palmvet afgebakken. De maximale temperatuurdaling hierbij was 2°C. Direct na het afbakken werd een fritesstaafje op een vlakke ondergrond gelegd. Vervolgens werd met een puntig staafje (doorsnede ...mm) de frites aan een vlakke kant in het midden en minstens 5 mm van de uiteinden af ingedrukt. De indruksnelheid was 10 mm/min. De benodigde kracht werd geregistreerd met een krachtopnemer van 100 N die aan een Instron duw/trekbank bevestigd was. Berekend werden:

- de maximale kracht [N],
- de indrukking bij deze maximale kracht [mm],
- de helling kracht versus indrukking bij kleine indrukkingen [N/mm].

Per partij frites werden minstens 15 puntindrukkingen uitgevoerd. De metingen werden steeds binnen 3 minuten na het afbakken uitgevoerd. Kantstukken, staafjes met donkere punten en zeer kromme staafjes werden niet gebruikt voor dit onderzoek.

Gemiddelde grootte van de parameters zoals bij puntindrukking-experimenten bepaald. Er zijn 80 partijen frites getest, 0 met voorbaktijd 30 seconden, 50 van 60 seconden en 30 van 120 seconden.

parameter	minimum waarde	maximum waarde
helling [N/mm]	0.20	2.79
maximale kracht [N]	0.54	2.92
indrukking bij maximale kracht [mm]	1.43	6.95

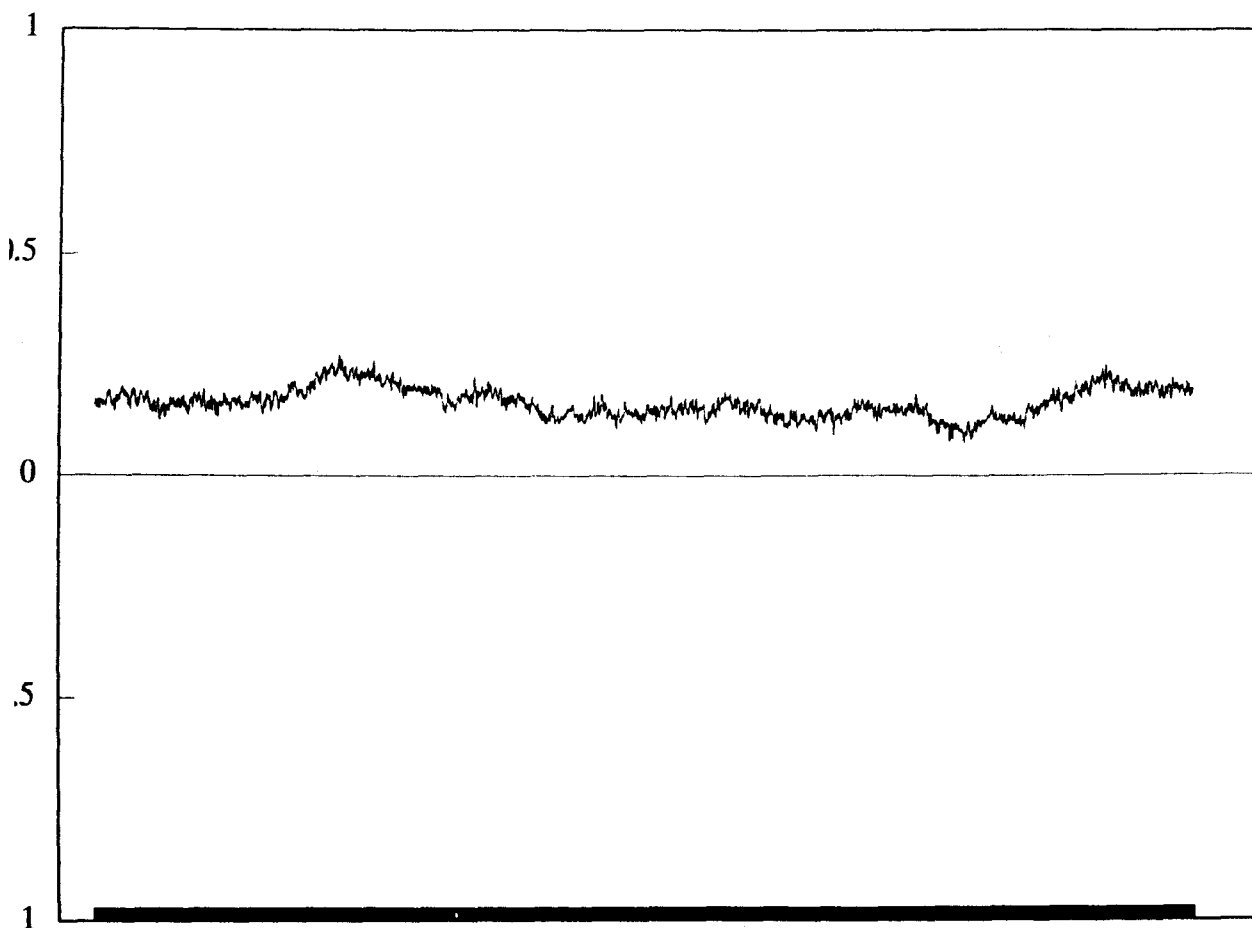
Bijlage D

Uitvoering van geluidsmetingen voor het bepalen van de textuur van frites.

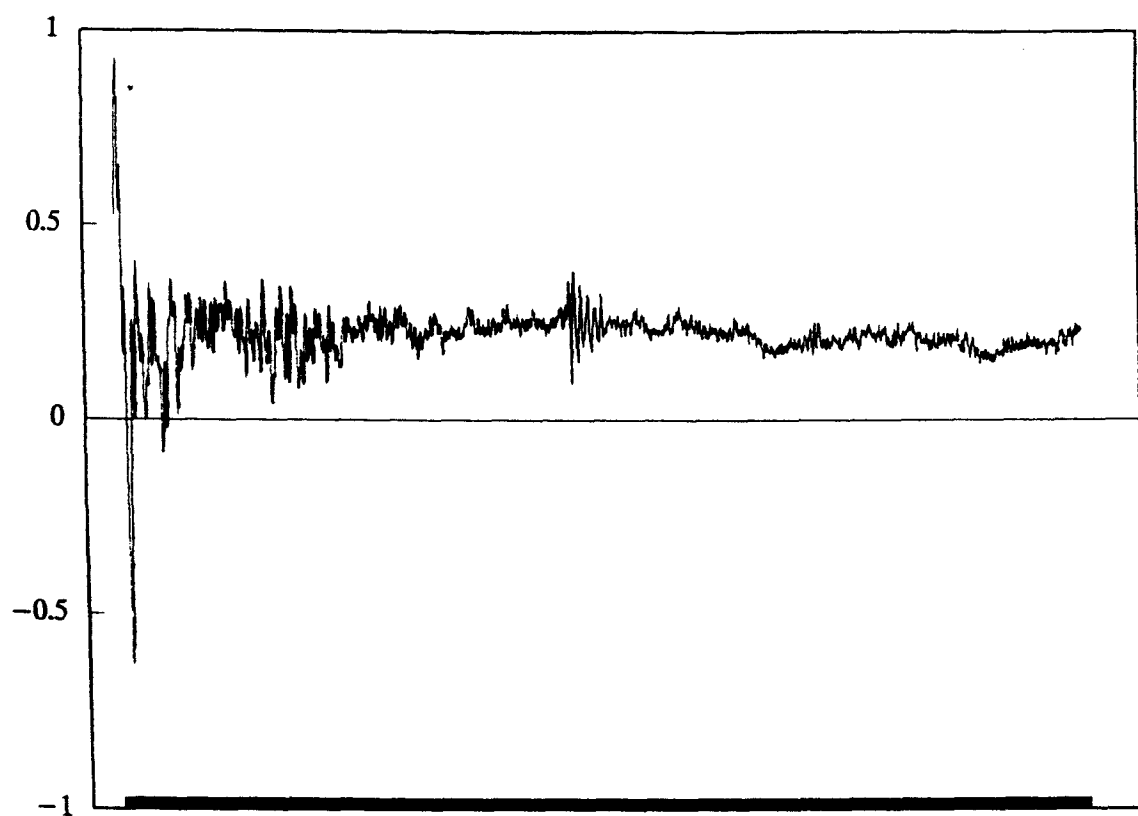
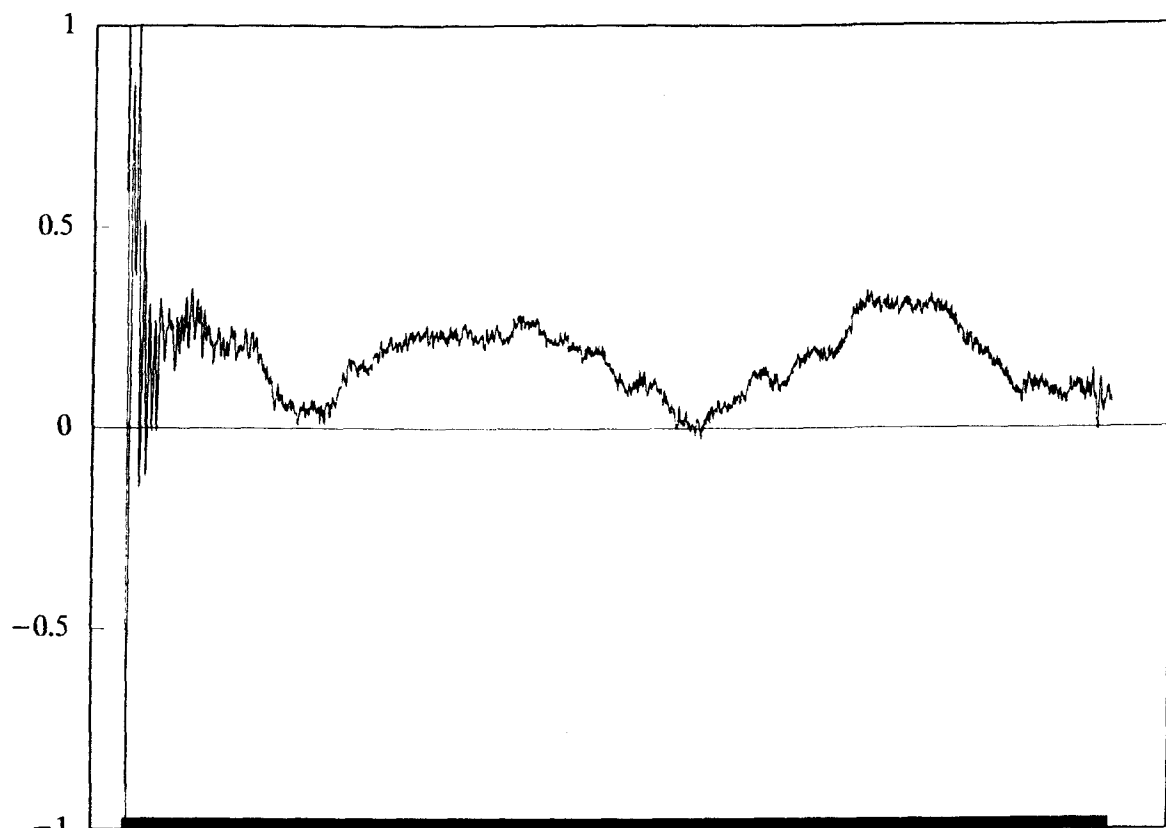
Diepgevroren frites werden 3 minuten op 180°C in palmvet afgebakken in een huishoud friteuse (Philips HD 4277). Direct na het afbakken werd een fritesstaafje gebroken door er een mesje (champignonsnijder, soort stevige eisnijder) in te duwen. Het geluid dat hierbij geproduceerd werd, werd geregistreerd en versterkt. Door het geheel uit te voeren in een geluidsdichte en geïsoleerde ruimte, was het door het brekende fritesstaafje geproduceerde geluid duidelijk sterker dan het omgevingsgeluid.

Voorbeelden van curves voor verschillende fritesstaafjes.

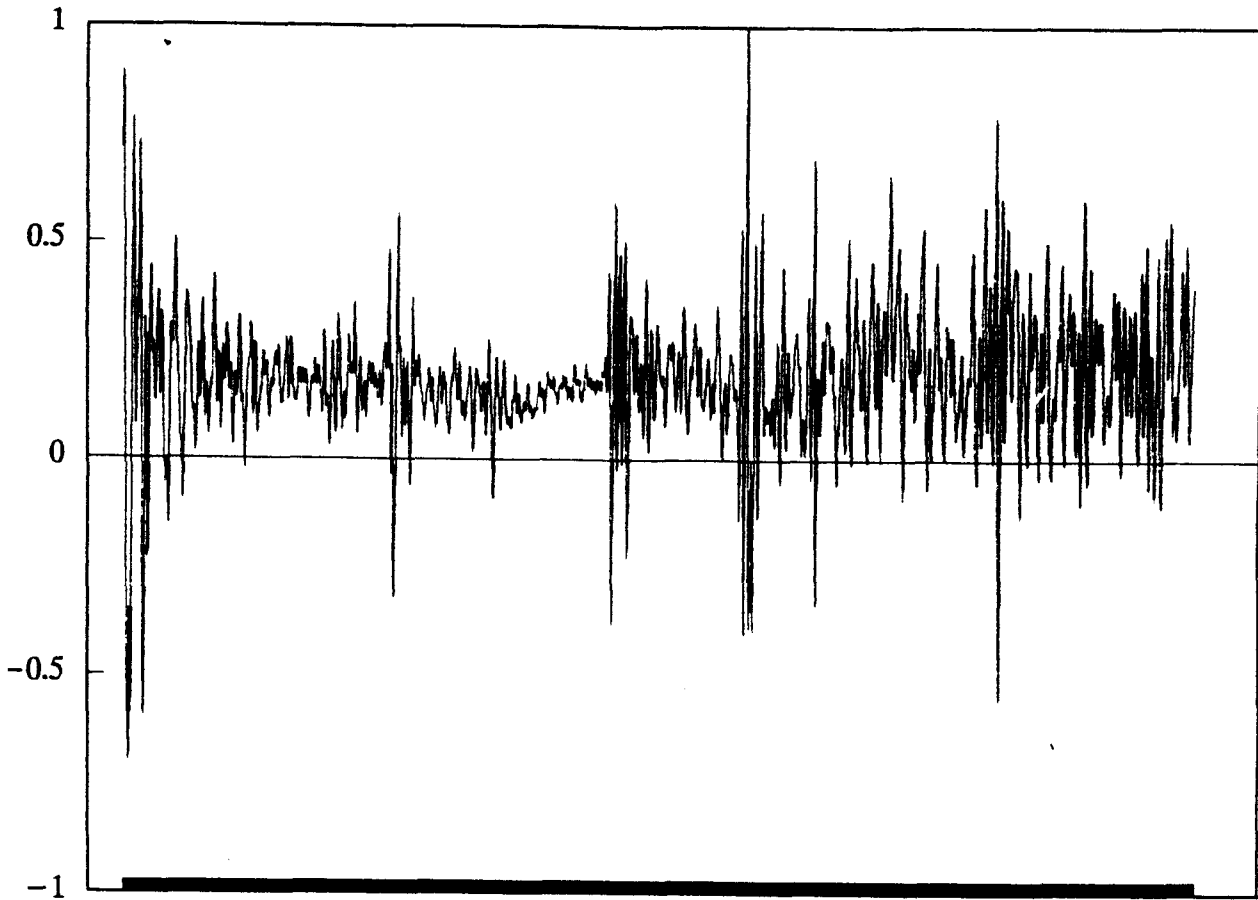
A. achtergrond-ruis



B. duplo meting van een Bintje



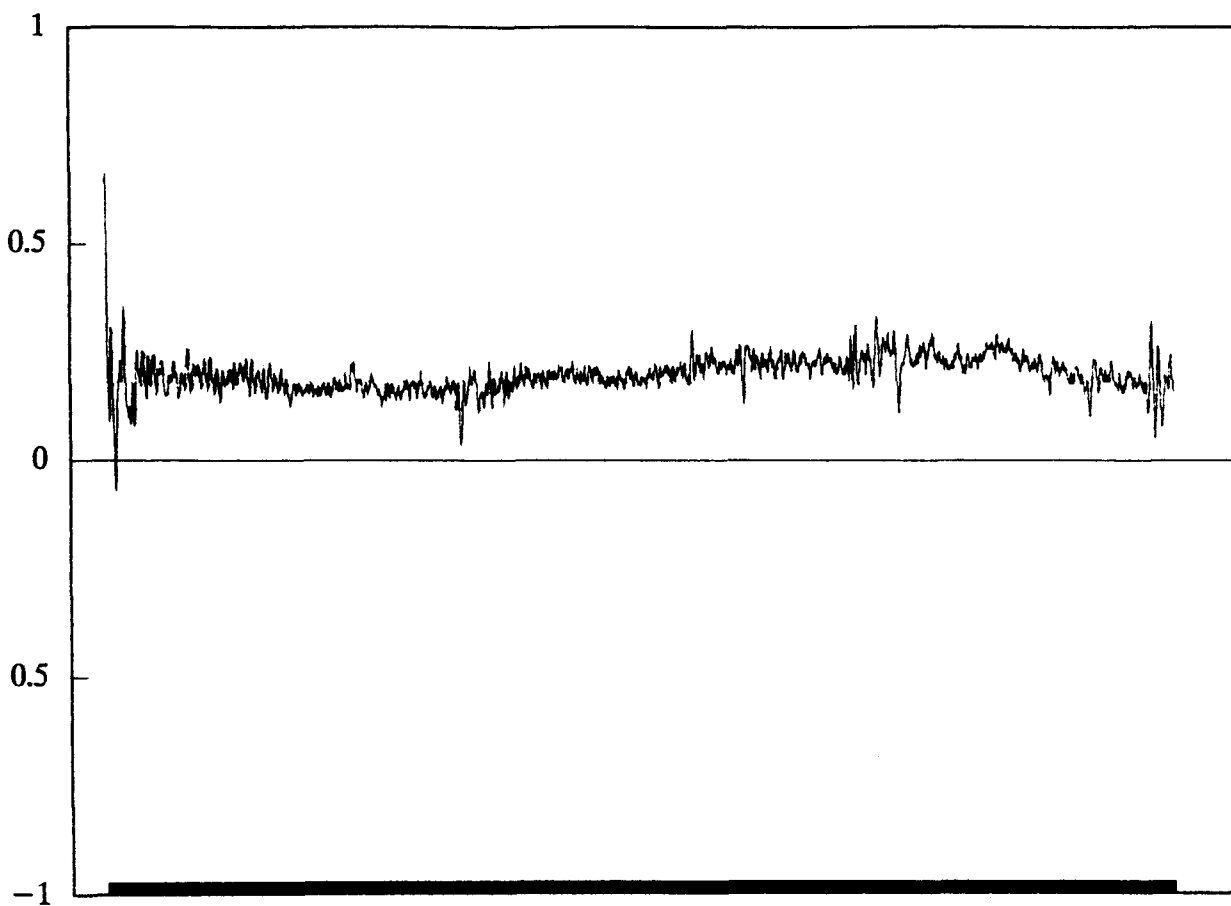
C. verschillende partijen frites



105012

slap/hard: + 1,5

taai: + 1



05013

slap/hard: 0

taai: 0

Bijlage E

Gemiddelde standaarddeviaties in % van de instrumentele metingen van hele fritesstaafjes.

methode	parameter	partij	voorbaktijd 60'	voorbaktijd 120'
buigen	modulus	194	74 %	76 %
		294	63	
	maximale spanning	194	55	53
		294	50	
	doorbuiging bij breken	194	43	59
		294	50	
puntindrukking	helling	194	75	79
		294	68	102
		395	80	
	maximale kracht	194	40	38
		294	35	44
		395	40	
	indrukking bij maximale kracht	194	45	36
		294	39	68
		395	65	

Gemiddelde standaarddeviaties in % van de breekenergie van het kernmateriaal van frites en van gekookte aardappelen zoals bepaald met wigexperimenten.

materiaal	warmtebehandeling	gemiddelde standaarddeviatie
frites	voorbaktijd 30''	38 %
	voorbaktijd 60''	26
	voorbaktijd 120''	25
aardappelen	kooktijd 5'	30-50
	kooktijd 10'	15-28

Bijlage F

Deel (in %) van de standaarddeviatie in de resultaten van de instrumentele metingen (buigen en puntindrukking) dat verklaard kan worden door de heterogeniteit in het droge stofgehalte of door de heterogeniteit in de textuur en de kleur zoals die sensorisch bepaald zijn. Indien er geen resultaat gegeven is, is er geen verband tussen de resultaten gevonden. De gevonden waarden zijn allemaal miniem.

heterogeniteit in:	buigen			puntindrukking		
	modulus	breekspanning	doorbuiging	helling	maximale kracht	indrukking
textuur produkt experts				5.6		1.5
textuur panel	1.2				0.3	1.8
kleur produkt experts						
droge stof tussen knollen		1.4			0.1	
droge stof binnen knollen		12.8			18.6	18.6

Bijlage G

Verband sensorische bepalingen van de textuur met instrumentele metingen (buigen en puntindrukking). Aangegeven is het % van de variatie in de sensorische textuur dat verklaard kan worden aan de hand van buig- en puntindrukkingsmetingen.

* 194 en 294 met voorbaktijd 60, resp. 60 en 120 seconden. n=60.

sensorisch aspect	relatie met instrumentele metingen		relatie met droge stof rauw
	alle frites*	excl. nicola-irene-saturna-bintje met glas	alle frites*
produkt experts: blaasjes	15.7	0	4.9
nat/droog	66.6	57.7	68
slap/hard	66.4	50.9	68.1
hol	18.2	13.2	1.5
taai	11	17.6	0.3
gaar	13	19.9	0
smaak	19	13.5	0
analytisch panel: krokant	46.5	36.3	59.3
taai	5.6	14.9	0
stevig	62.6	54.1	69.8
dikke korst	75	46	64.7
melig	12.9	83	32.9
droog	73.1	77.8	70.6
vettig	42.1	76.2	26.6
smeuig	42.1	44.3	48.8

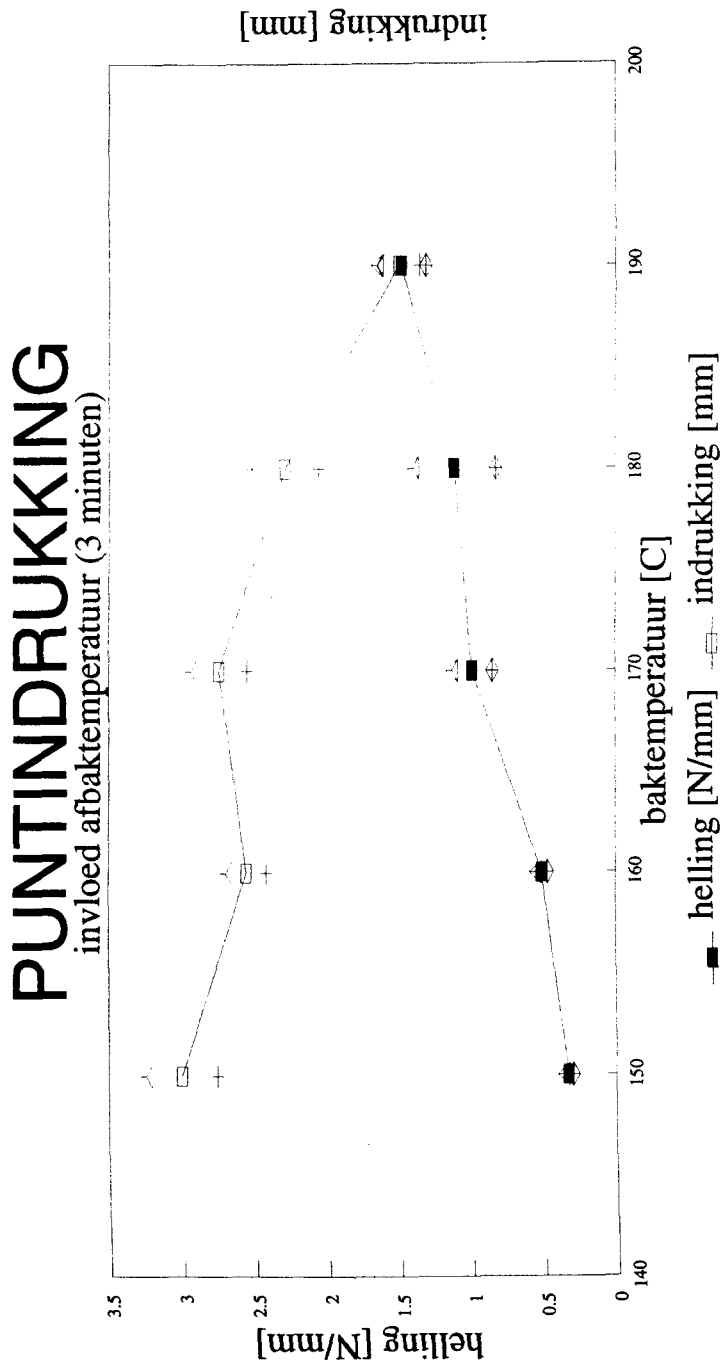
Bijlage H

Verband tussen de resultaten van instrumentele metingen (buigen en puntindrukking) met het droge stofgehalte van rauwe aardappels en frites en de gewichtsverliezen tijdens het verwerkingsproces. Gegeven is het percentage van de variatie in de instrumentele meting die verklaard kan worden met het droge stof gehalte, porositeit etc.

instrumentele parameter	droge stof rauwe aardappel	droge stof voorgebakken frites	droge stof afgebakken frites	gewichtsverliezen	porositeit	vochtverlies	droge stof rauwe aardappel plus vochtverlies
buigen: modulus	13.4	44.7	47.3	12.1	43.1	1.2	32.4
breekspanning	15.7	50.6	55.6	9.6	48.3	1.8	36.7
doorbuiging bij breken	8.3	45.3	42	15.4	49.8	0	28.3
puntindrukking: helling	43.8	47.3	49.9	8.3	14	18.3	59.8
maximale kracht	43.2	39.8	38.9	11.5	10.7	24.1	48.6
maximale indrukking	21.1	30.4	28.3	21	14.8	8.5	27.8

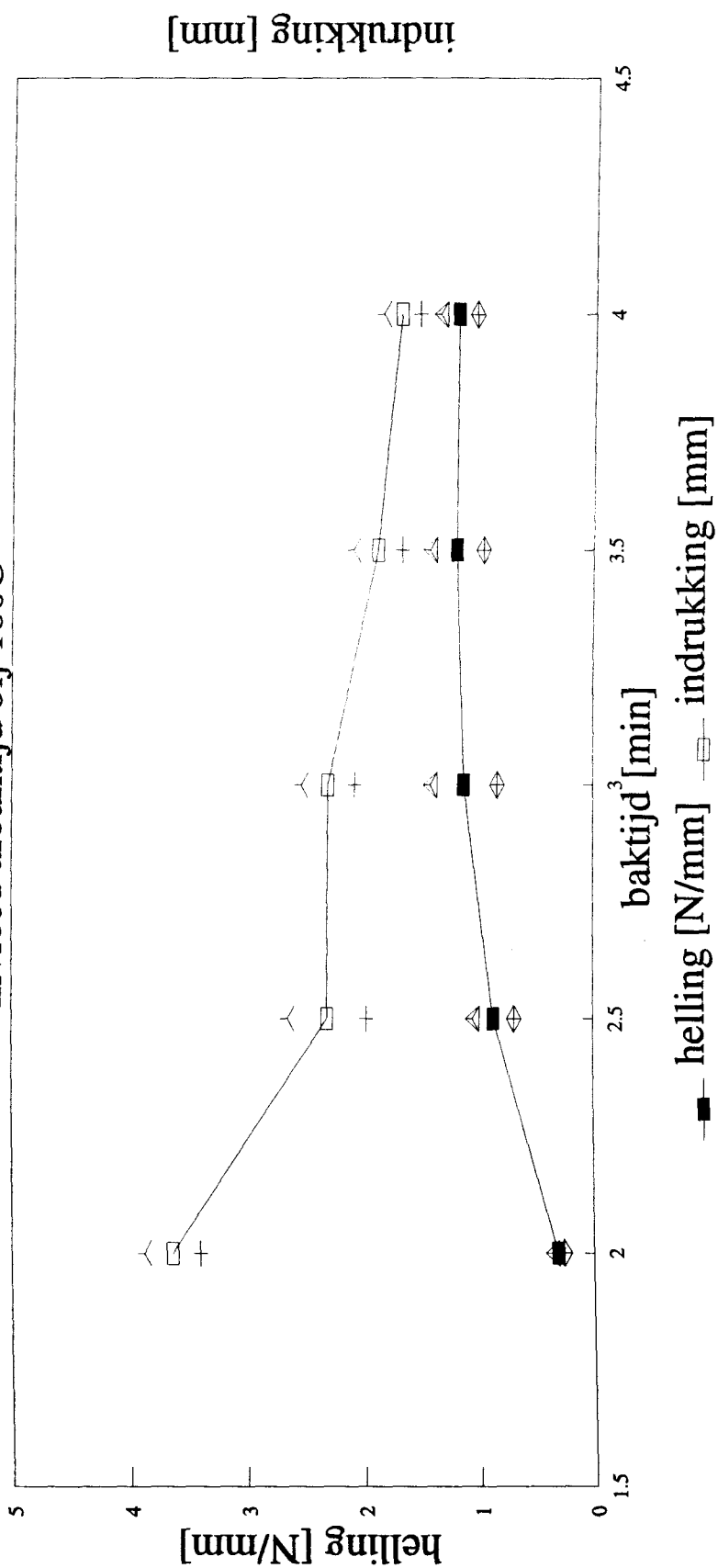
Bijlage I

De invloed van de bakomstandigheden op de helling en de indrukking bij maximale kracht bij puntindrukking-metingen. Gegeven is steeds de gemiddelde waarde en het 90% betrouwbaarheidsinterval voor 15 bepalingen.



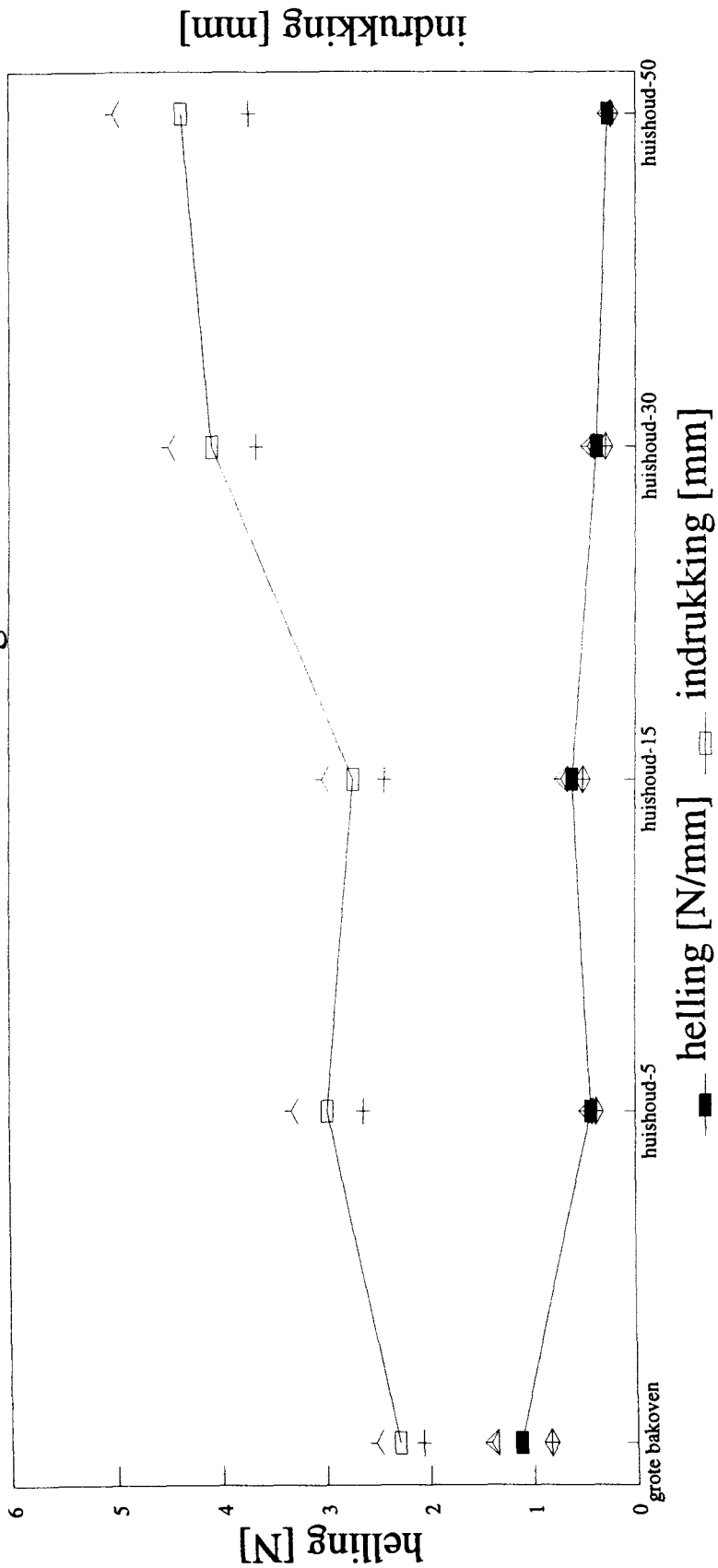
PUNTINDRUKKING

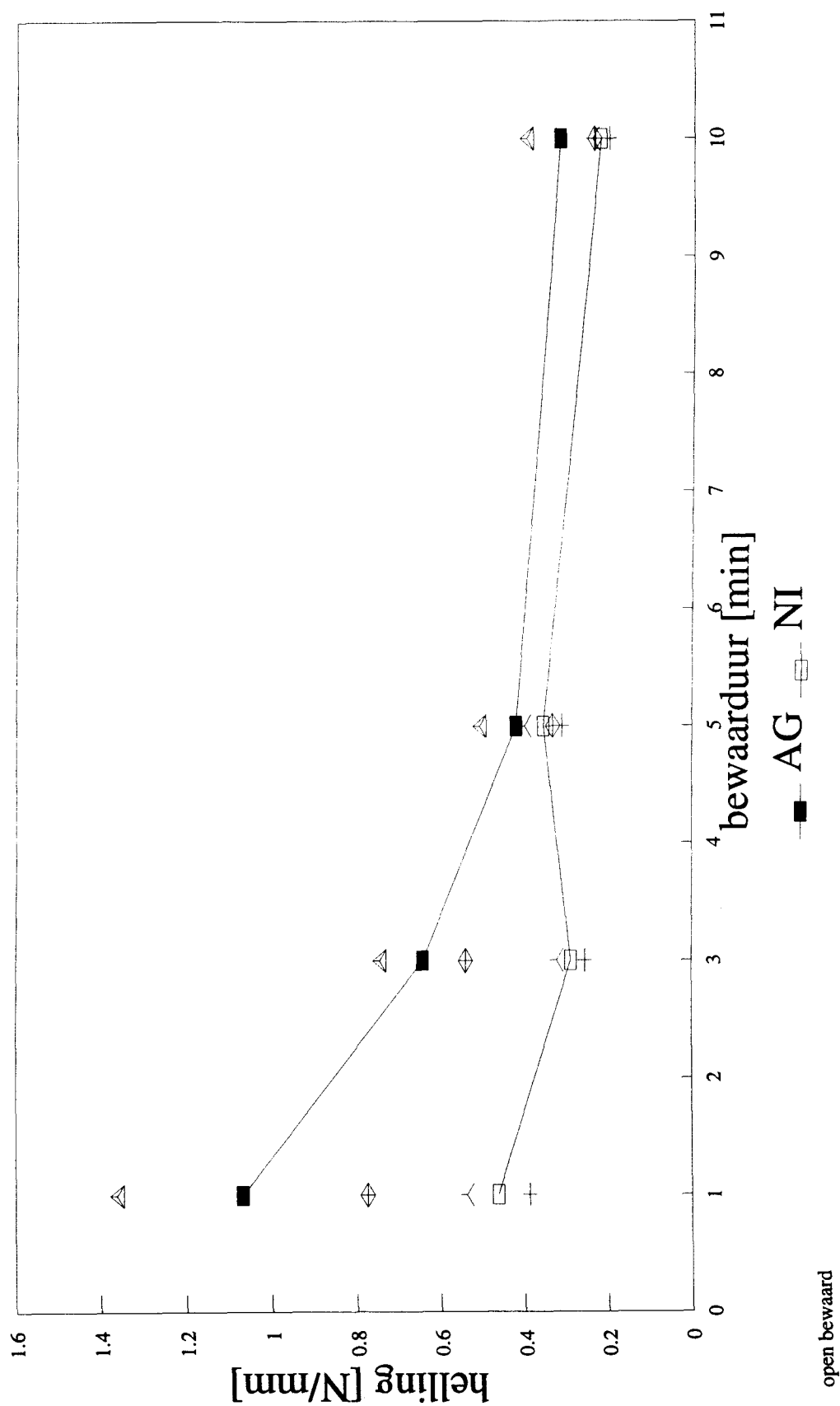
invloed afbaktijd bij 180C



PUNTINDRUKKING

invloed afbakomstandigheden





Bijlage J

Resultaten ringtest praktijkbeoordeling bij ATO. Gebruikt werden 2 partijen frites gekocht in de winkel.

bedrijf/beoordelaar	partij 1	partij 2
1	redelijk	slap/leeg
2	kern matig voldoende krokant	kern voldoende matig krokant
3	matig	redelijk
4	slap	kern hol aantal slap vettige korst
5	iets krokant wat papperig vrij vet	slap droog
6	cijfer: 6.5 veel variatie in krokantheid richting hol	cijfer: 7 redelijk produkt
7	slechte krokantheid redelijk smeug iets taai	krokantheid goed droog niet smeug
8	redelijk krokant	matig krokant te heteroegen nat-smeug
produkt experts ATO-DLO	iets slap niet hol taai gaar	iets slap beetje hol niet taai gaar

Resultaten beoordeling 2 partijen frites uit de winkel door produkt experts van verschillende bedrijven volgens de aspektbeoordelingswijze van het ATO-DLO analytische panel.

0 = aspect in het geheel niet aanwezig
 100 = aspect extreem wel aanwezig

frites 1

bedrijf	krokant	taai	stevig	dikke korst	melig totaal	droog totaal	vettig totaal	smeuig totaal	heterogeen stevig totaal
1	71.6	76	80.1	85.8	87.1	87.7	57.1	54.3	52.7
3	86.1	59	98.4	82.6	81.4	89	15.5	67.8	65.3
4	59	67.5	29.3	76.3	42.3	42.9	49.2	28.1	19.6
5	31.2	13.6	37.2	27.8	56.8	16.4	60.6	65.6	25.2
6	73.2	61.5	66.6	52.1	70	42	36.6	76.3	67.2
7A	49.2	58	21.5	42.9	46.4	46.1	40.7	43.5	62.5
7B	48.6	34.4	70	84.9	68.8	50.2	32.2	45.7	15.8

frites 2

bedrijf	krokant	taai	stevig	dikke korst	melig totaal	droog totaal	vettig totaal	smeuig totaal	heterogeen stevig totaal
1	62.5	65.6	69.1	70.7	77	81.1	38.8	39.1	42
3	68.8	2.8	75.4	65	88	81.1	3.8	86.1	17
4	67.8	36	26.8	26.8	73.8	74.1	43.2	17	60.3
5	25.9	18.6	20.8	10.1	32.8	42	41.3	30.3	61.8
6	74.8	62.8	38.8	35.3	71.3	68.5	34.4	69.7	33.1
7A	72.2	71.3	72.2	65.3	62.5	64	15.1	11.4	50.8
7B	31.5	56.5	58.7	48.6	31.9	53.3	27.4	25.9	25.9

Bijlage K

Voorstel definitielijst hoofd- of sleuteltermen textuur van frites.

sleutelterm	kern/korst-eigenschap	definitie
krokant	korst	breekt bros en gemakkelijk met een kort knappend geluid
taai	korst	moeilijk te breken, wel vervormbaar
hard	korst	kracht nodig om stafje door te bijten
gaar	kern	niet gaar = onvoldoende verhit, hard en glad, beetje glazig bij het proeven
droog	kern	speekselaantrekend
korrelig	kern	onsamenhangend, uiteenvallend in de mond, fijne structuur

Afgeleide termen voor beschrijving van de textuur van frites gerangschikt naar relevante hoofdterm

hoofdterm	afgeleide termen
krokant	knapperig bros breekbaar
taai	rubberig
hard	slap houterig
gaar	ongaar, rauw melig = hele fijne losse structuur die bij het eten meer speeksel nodig heeft om door te slikken los taaie kern
droog	nat papperig = nat en gaar, te smeug smeug vast dik
korrelig	kruimig melig

stevig → kracht nodig om te vervormen, eigenschap van de kern of het totale staafje i.t.t. hard dat een eigenschap van de korst is.

taai → korst

rubberig → kern

overige termen:

- glazig
- hol/leeg
- blaasjes
- vettig
- voelbare korst
- dikke korst

De samenhang tussen verschillende afgeleide termen en de hoofd- of sleuteltermen.
(wordt nog aan gewerkt)

