

Onderzoek naar de relatie tussen rooibeschadiging, rassenlijstcijfers en PTR-200 waarden. (2003, 2004 en 2005)

K.H. Wijnholds, A. Veerman en W. van den Berg

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door:



HOOFDPRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Hoofdproductieschap akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 510412

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Businessunit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Noorderdiep 211
7876 CL Valthermond
Tel. : 0599 - 66 25 77
Fax : 0599 - 66 25 05
E-mail : klaas.wijnholds@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

Pagina

1	INLEIDING	4
2	MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1	Proefopzet	6
2.2	Elektronische aardappel	6
2.3	Rassenlijstcijfer / PPO-index	7
2.4	Knoltemperatuur	8
3	RESULTATEN	9
3.1	Oogst 2003	9
3.1.1	Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index.....	9
3.1.2	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie.....	9
3.1.3	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras gemiddeld over beide locaties ..	12
3.1.4	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie.....	12
3.1.5	Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk	13
3.1.6	Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibeschatiging	15
3.1.7	Relatie tussen knoltemperatuur en PPO-index	15
3.2	Oogst 2004	16
3.2.1	Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index.....	16
3.2.2	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie.....	16
3.2.3	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per ras, gemiddeld over beide locaties ..	20
3.2.4	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie.....	21
3.2.5	Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk	23
3.2.6	Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibeschatiging	24
3.3	Oogst 2005	25
3.3.1	Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index.....	25
3.3.2	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie.....	25
3.3.3	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per ras gemiddeld over beide locaties ..	30
3.3.4	Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie.....	30
3.3.5	Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk	32
3.3.6	Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibeschatiging	33
4	DISCUSSIE	35
5	CONCLUSIES	39
6	AANBEVELING VOOR DE PRAKTIJK.....	40

1 Inleiding

In de praktijk is rooibeschatiging en beschadiging tijdens het inschuren van zetmeelaardappelen niet voor honderd procent te voorkomen. Zetmeelaardappelen hebben ten opzichte van consumptieaardappelen een hoog drogestofgehalte en zijn daardoor vaak gevoeliger voor beschadiging dan menige partij consumptieaardappelen. In de rassenlijst zijn waarden opgenomen voor blauwgevoeligheid en de gevoeligheid voor rooibeschatiging. Dit zijn echter waarderingscijfers op basis van visuele beoordelingen aan ongeschilde knollen. Het verschil tussen de rassen lijkt op basis van deze cijfers ook relatief gering. De getalswaarden op de rassenlijst variëren slechts van zes (voldoende) tot zeven (ruim voldoende). De mening in de praktijk is, dat de verschillen groter zijn dan deze cijfers aangeven. Daarnaast is bekend dat het effect van meer/minder beschadiging op bijvoorbeeld daling van het onderwatergewicht (OWG), ook afhankelijk is van het ras.

Foto 1: Onderhuidse verkurking als gevolg van rooibeschatiging. Grote daling van het OWG door de holtes die ontstaan.



Dit aspect van beschadiging, leidend tot meer bewaarverlies, is niet inbegrepen in de huidige rassenlijstcijfers. Dit project, in het kader van Agrobiokon 3, is dan ook opgezet met als één van de doelen om werkelijke rasverschillen te meten in de mate van gevoeligheid voor beschadiging. Op basis van deze resultaten, kunnen telers in de toekomst gericht per ras worden geadviseerd.

Kennis over rooibeschatiging en daling OWG

In eerder onderzoek in Agrobiokon bleek dat het mogelijk was om een prognose te maken van het te verwachten bewaarverlies, door het vaststellen van de PPO-beschadigingsindex voor onderhuidse beschadiging en het onderwatergewicht (OWG) (Veerman 2002). Wanneer er al bij de oogst een goede prognose gemaakt zou kunnen worden van de mate van rooibeschatiging, dan zou het te verwachten bewaarverlies en de financiële gevolgen op dat moment al berekend kunnen worden. Wellicht dat met gerichte maatregelen (bijvoorbeeld extra rubber bekledingsmateriaal of wijzigingen in de afstelling van de rooier en/of inbrengapparatuur) beschadiging op dat moment nog kan worden beperkt. Zetmeelaardappelen hebben hoge drogestofgehaltes en zijn daardoor gevoeliger voor onderhuidse

beschadiging van de knollen, wat wordt veroorzaakt tijdens de oogst en het inschuren. Hierdoor neemt tijdens de bewaring het bewaarverlies sterk toe. Ook kan vuil worden ingesloten in de wonden. Dit leidt tot vervuiling en dus tot kwaliteitsverlaging van het gewonnen zetmeel. Rooibeschatiging leidt, vooral door verlaging van het OWG, tot lagere uitbetalingsgewichten en een slechtere kwaliteit van de knollen. Voorkomen en het zoveel mogelijk beperken van rooibeschatiging, is dan ook één van de belangrijkste middelen om het financiële resultaat van de teelt van zetmeelaardappelen te verhogen.

Foto 2: De afstelling van de rooimachine (rijnsnelheid, toerental machine en het gebruik van de kloppers) is onder alle omstandigheden in sterke mate bepalend voor het optreden van rooibeschatiging.



Elektronische aardappel

Een elektronische aardappel is een apparaat om de mechanische belasting vast te stellen. Een doel van dit onderzoek was ook om te zoeken naar goede relaties tussen de rassenlijstcijfers, de index voor onderhuidse beschadiging en de gemeten waarden van de elektronische aardappel, om met behulp van de rassenlijstcijfers voor rooibeschatiging en de waarden van de elektronische aardappel een prognose te geven van het bewaarverlies per ras en locatie.

Samengevat heeft het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven de volgende doelen:

- Het vaststellen van verschillen tussen rassen in de mate van gevoeligheid voor onderhuidse (rooi)beschadiging.
- Het kwantificeren van de relatie tussen de gemeten waarden van de elektronische aardappel (PTR-200) en de mate van onderhuidse rooibeschatiging (PPO-beschadigingsindex)
- Het vaststellen van de relatie tussen de PPO-beschadigingsindex en de rassenlijstcijfers voor beschadiginggevoeligheid.
- Bij voldoende consistentie in bovengenoemde relaties datasets voorbereiden voor gebruik in en verbetering van Optirob, een door Agrobiokon ontwikkelde rekenmodule die prognoses voor bewaarverliezen geeft.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

Op de PPO proefbedrijven Kooijenburg te Marwijksoord (zandgrond) en 't Kompas te Valthermond (dalgrond) zijn in 2003 tien en in de jaren 2004 en 2005 elf rassen geteeld. Monsters van **gelijk volume** van deze rassen zijn na de oogst in duplo geschud gedurende 5, 10, 15, 20 en 30 seconden, samen met de elektronische aardappel PTR-200. In 2004 en 2005 zijn ook ongeschudde monsters in het experiment opgenomen. De monsters zijn steeds geschud bij een temperatuur van 8 graden. Na het schudden zijn de monsters gesplitst. Eén monster is gebruikt voor het direct bepalen van het OWG, zodat een relatie gelegd kan worden tussen het OWG op het moment van schudden (in de praktijk de oogst) en de PPO-beschadigingsindex. Het andere monster werd bewaard voor latere beoordeling. Twee tot drie weken na het schudden zijn deze monsters verder verwerkt. Eerst werd het OWG vastgesteld, daarna dun schillen, vervolgens vond een beoordeling plaats op de mate van onderhuidse beschadiging.

Foto 3: Dungeschild monster aardappelen voor beoordeling op (onderhuidse) beschadiging.



2.2 Elektronische aardappel

De elektronische aardappel lijkt qua omvang en gewicht op een gewone aardappelknol. Hij registreert de zwaarte en het aantal klappen en identificeert plaatsen binnen het rooi- en inschuurproces van aardappelen, waar schade aan de aardappelen zou kunnen ontstaan. De elektronische aardappel geeft geen exacte meting van de werkelijke beschadiging in aardappelen weer. Het geeft de mechanische belasting aan, door het aantal botsingen en de kracht van iedere botsing te registreren. De momenten en de hoogte van mechanische belastingen die de PTR-200 doormaakt, worden in de tijd weergegeven en geregistreerd in een bereik van 0 – 100. Vervolgens kan een relatie worden gelegd tussen de aangebrachte mechanische belasting en de opgetreden schade aan de knollen.

Er zijn verschillende elektronische aardappelen op de markt. Binnen dit onderzoek is er voor gekozen om met de PTR-200 te werken. Deze elektronische aardappel geniet in Nederland de meeste bekendheid. Bovendien is deze elektronische aardappel ook gebruikt ten behoeve van de demonstratie rooibeschatiging op Kooijenburg in 2002 en bij het doormeten van verschillende rooimachines, door DLV. Beide activiteiten zijn uitgevoerd in het kader van beperking rooibeschatiging, eveneens onderdeel van het Agrobiokon-3 programma.

2.3 Rassenlijstcijfer / PPO-index

Het rassenlijstcijfer voor de rooibeschatiging geeft de mate van gevoeligheid voor uitwendig waarneembare rooibeschatiging weer. Een hoog cijfer geeft aan dat het ras minder gevoelig is voor (uitwendige) rooibeschatiging. Bij de visuele beoordeling van de uitwendige rooibeschatiging worden naast verkurkte plekken ten gevolge van rooibeschatiging, ook de mate van ontvelling en barsten bij het vaststellen van het cijfer meegenomen.

De PPO-beschadigingsindex voor onderhuidse beschadiging wordt bepaald door monsters voor een vastgestelde tijd te schudden en deze na twee tot drie weken licht te schillen en te beoordelen. Bij deze beoordeling worden de beschadigde knollen verdeeld in vier categorieën: geen beschadiging, lichte beschadiging, matige beschadiging en zware beschadiging, waarbij haarscheurtjes en blauwgrijze plekken niet meegenomen worden.

Foto 4: Mate van beschadiging van het oppervlak van de knollen (van links naar rechts): Zwaar (>10%). Matig (2-10%), Licht (0-2%) en Vrij (0%).



De PPO-beschadigingsindex van een aardappelmonster wordt berekend door het aantal knollen per categorie met een factor te vermenigvuldigen volgens de volgende formule:

PPO-index onderhuidse beschadiging =

$$\frac{(\text{aantal knollen licht} * 1) + (\text{aantal knollen matig} * 2) + (\text{aantal knollen zwaar} * 3) * 100}{\text{totaal aantal knollen} * 6}$$

In de jaren 2004 en 2005 zijn de monsters ook beoordeeld volgens de SCF-waardering, zoals bij AVEBE in de monstertarreerlokalen gebeurt. De ervaring in eerdere projecten heeft geleerd, dat door monsters te schillen veel meer (met name onderhuidse) beschadiging waargenomen wordt dan aan ongeschilde monsters.

Foto 5: Stootblauw als gevolg van rooibeschatiging.



2.4 Knoltemperatuur

Uitsluitend in het jaar 2003 zijn er, om een indruk te krijgen van het effect van de temperatuur op de PPO-beschadigingsindex, monsters van 4 rassen (Festien, Mercator, Seresta en Valiant) van beide locaties Kooijenburg en 't Kompas, bij drie temperaturen, te weten 4, 8 en 12 graden, gedurende 15 seconden geschud samen met de elektronische aardappel PTR-200.

3 Resultaten

3.1 Oogst 2003

3.1.1 Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index

Er is per monster een PPO-beschadigingsindex bepaald, zoals beschreven in hoofdstuk 2.3. Met behulp van regressieanalyse kan de PPO-beschadigingsindex vervolgens worden berekend/voorspeld met de verschillende gemeten waarden van de elektronische aardappel, zoals:

- het aantal botsingen
- de som van de totale belasting (aantal botsingen * intensiteit per botsing)
- het aantal botsingen boven een bepaalde grenswaarde

Er zijn verschillende statistische bewerkingen uitgevoerd, waarbij verschillende waarden als parameters zijn gebruikt, zoals van PTR-totaal (de som van alle geregistreerde PTR waarden), het gemiddelde of het maximum van de gescoorde beschadigingmomenten.

Hierbij werd voor elk ras per locatie een regressielijn geschat door de gemeten indexen en als predictor, bovengenoemde verklarende variabelen. Het bleek dat de som van de PTR waarden de beste voorspeller was met de laagste spreiding, zie tabel 1. Hoe lager de spreiding hoe beter het model de waarnemingen voorspelt.

Tabel 1. De spreiding die aangeeft hoe groot de afstand is tussen de voorspelde en gemeten index.

PTR-200	spreiding
PTR TOTAAL	135.0
GEMIDDELD	400.6
MAXIMUM	342.3
25 % KWANTIEL	440.7
50 % KWANTIEL	401.4
75 % KWANTIEL	405.9

3.1.2 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie

In tabel 2 is de toename van de PPO-index per toename van 1000 eenheden van de PTR totaal, weergegeven voor beide locaties en alle rassen. De toename van de beschadigingsindex, als gevolg van toename van de waarde voor PTR-totaal is statistisch geschat als de helling van de lijnen door de oorsprong, die zo goed mogelijk door de punten gaan van elke combinatie van locatie en ras (figuur 1, 2 en 3). De standard error van de helling is groter bij een grotere hellingshoek. Dit betekent, dat wanneer de hellingshoek groot is, ook de spreiding rond de punten groter is, wat te zien is aan een hoge deviance en standard error (se).

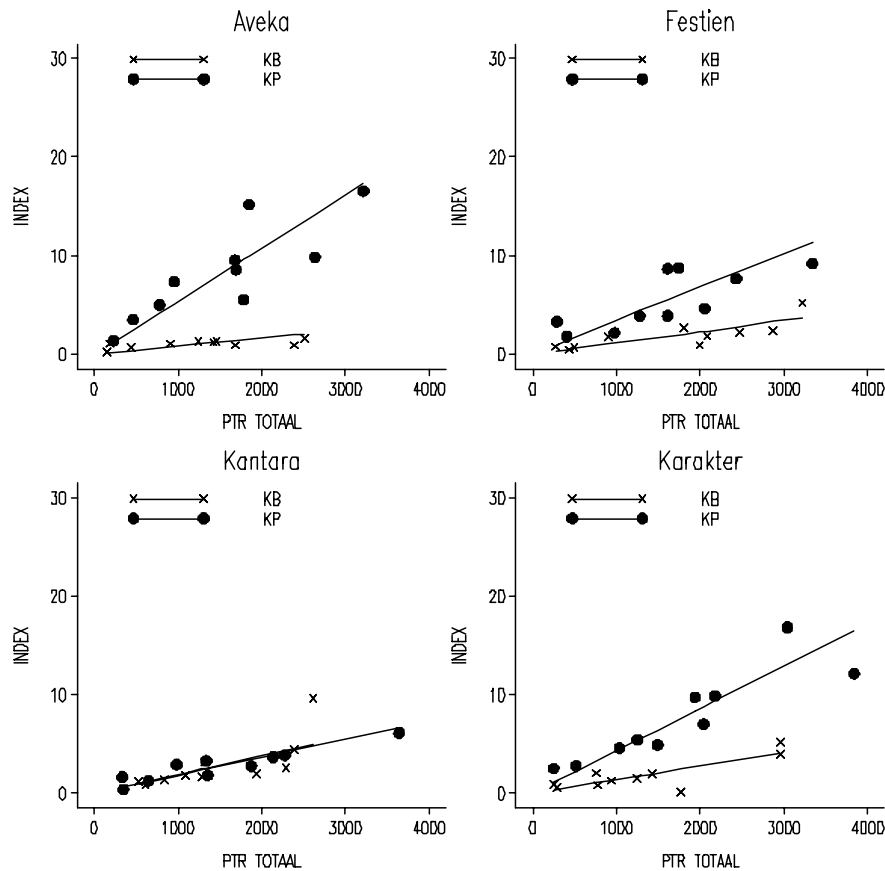
Se 2000 is de standard error van een *voorspelde nieuwe* waarneming bij een PTR totaal gelijk aan 2000. De voorspelling voor bijvoorbeeld KB Seresta bij een waarde van 2000 is $2 * 7.99 = 15.98$. Een 95 % betrouwbaarheidsinterval voor deze waarneming is $15.98 \pm t_{9,0.05; tweezijdig} * se_{2000} = 18.524 \pm 2.262 * 6.87 = 15.98 \pm 15.53$.

In de achterste kolom van de tabel staat een lettercode. Objecten zonder gemeenschappelijke lettercode zijn significant verschillend van elkaar bij onbetrouwbaarheid 5 %, terwijl objecten met een of meer gemeenschappelijke lettercodes geen significante verschillen vertonen.

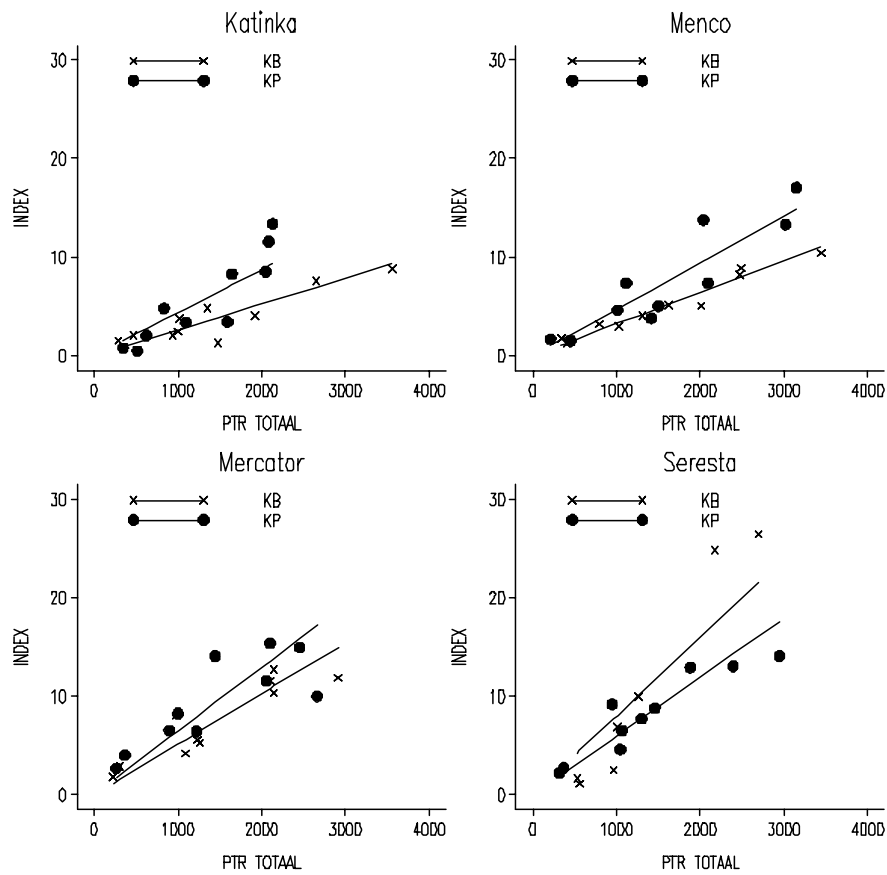
Tabel 2 Toename van de index per 1000 eenheden toename van de PTR totaal per locatie en per ras; helling, deviance, standard error (se) en se2000.

Locatie	Ras	Helling	Deviance	Se	Se2000	Lettercode
KB	Aveka	0,81	3,44	0,158	0,85	a
KB	Festien	1,14	3,25	0,158	0,96	a b
KB	Kantara	1,92	5,93	0,291	1,69	. b c
KB	Karakter	1,39	5,53	0,253	1,40	a b
KB	Katinka	2,62	4,50	0,299	1,73	. . c d
KB	Menco	3,20	1,04	0,152	0,91	. . . d e
KB	Mercator	5,15	4,35	0,415	2,38	. . . . . g h i
KB	Seresta	7,99	14,54	14,505	6,87	. . . . . . . j k l
KB	Starga	9,26	29,80	18,562	9,63	. . . . . . . . l
KB	Valiant	1,00	1,93	0,113	0,69	a
KB	Aveka	5,37	7,30	0,534	3,14	. . . . . g h i
KB	Festien	3,42	8,60	0,456	2,72	. . . . . d e f
KB	Kantara	1,85	2,52	0,186	1,08	. . b c
KB	Karakter	4,32	4,81	0,363	2,27	. . . . . e f g
KB	Katinka	4,37	8,12	0,553	3,02	. . . . . e f g h
KB	Menco	4,71	6,13	0,448	2,69	. . . . . . f g h
KB	Mercator	6,49	8,43	0,648	3,72	. . . . . . . i j k
KB	Seresta	5,96	3,58	0,416	2,33	. . . . . . . h i j
KB	Starga	8,21	8,37	0,688	4,14	. . . . . . . . k l
KB	Valiant	1,07	2,82	0,157	0,88	a b

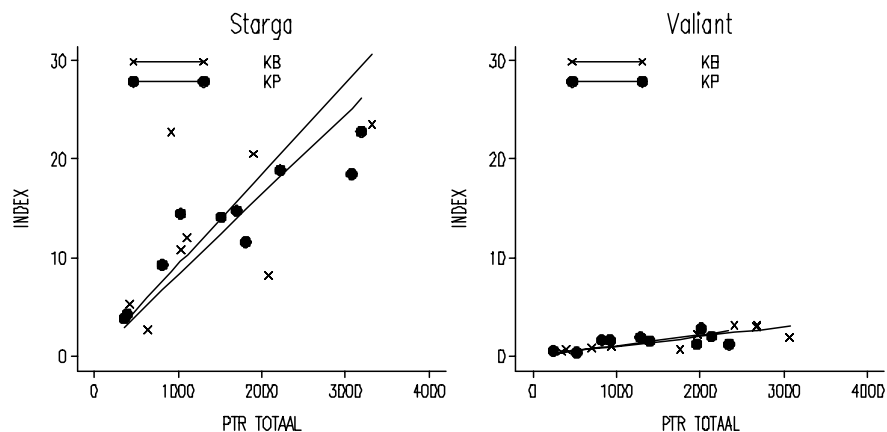
Figuur 1 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Aveka, Festien, Kantara en Karakter op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2003.



Figuur 2 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Katinka, Menco, Mercator en Seresta op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2003.



Figuur 3 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Starga en Valiant op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2003.



Uit bovenstaande figuren blijkt dat er zowel ras- als locatie-effecten zijn. Zoals verwacht (één van de doelen van het onderzoek) bleek er een verschil te zijn tussen de rassen in gevoeligheid voor rooibeschatiging. Zo bleken vooral de rassen Mercator, Seresta en Starga een sterke toename van de PPO-beschadigingsindex te geven bij toename van de waarde voor PTR-totaal, terwijl dit bij de overige rassen veel minder het geval was. Tabel 2 geeft aan welke locatie-ras combinaties significante verschillen vertonen.

Het verschil tussen de locaties zal naar alle waarschijnlijkheid te maken hebben met de ontwikkeling en de mate van afrijping van het gewas bij de oogst. Vooral bij de rassen Aveka en Karakter waren de verschillen

tussen de locaties groot. Het ras Aveka was op de locatie Kooijenburg helemaal afgerijpt bij de oogst, terwijl dit op 't Kompas nog niet het geval was. Dit feit zal zeker invloed gehad hebben op het verschil in de helling van de regressielijnen van beide locaties bij dit ras. Voor het ras Karakter zijn er echter geen directe aanwijzingen voor het grote verschil tussen beide locaties. Voor de rassen Kantara en Valiant gold dat de regressielijnen per ras nagenoeg hetzelfde waren voor beide locaties. Met de gemeten onderwatergewichten (OWG) in de proef was het niet mogelijk om binnen de rassen de locatieverschillen te verklaren.

3.1.3 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras gemiddeld over beide locaties

Door de punten is ook per ras - op data van beide locaties - een regressielijn gefit. De helling, deviance, se en se2000 van deze berekeningen staan in tabel 3.

Tabel 3 Toename van de index per 1000 eenheden toename van de PTR totaal per locatie en per ras; helling, deviance, standard error (se) en se2000.

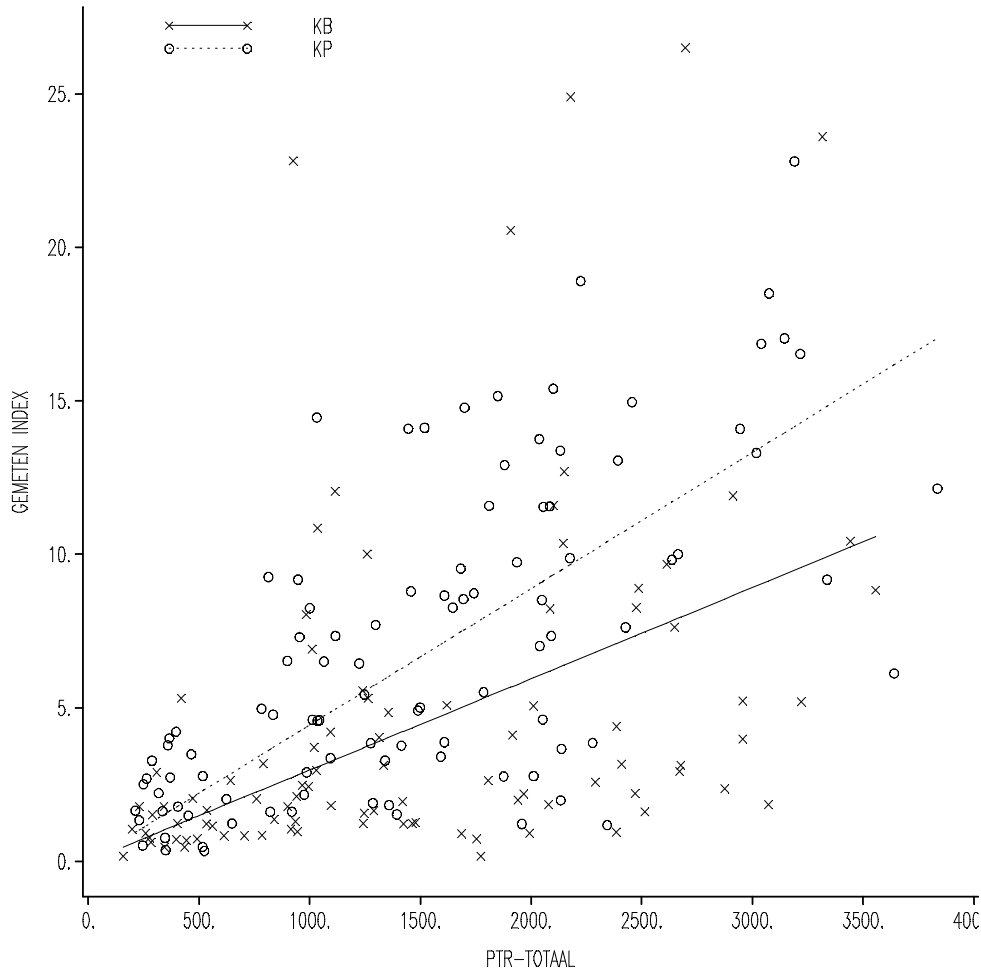
Ras	Helling	Deviance	Se	Se2000
Aveka	3,33	61,03	0,621	4,79
Festien	2,25	31,18	0,338	2,80
Kantara	1,88	8,46	0,168	1,34
Karakter	3,05	33,71	0,418	3,40
Katinka	3,44	18,75	0,351	2,70
Menco	3,95	11,79	0,277	2,28
Mercator	5,82	15,01	0,399	3,14
Seresta	6,78	21,43	0,629	4,44
Starga	8,65	39,02	0,849	6,53
Valiant	1,03	4,79	0,092	0,75

De deviance bij Aveka is dan erg groot, doordat er bij dit ras een groot verschil was tussen de schatting van de helling per locatie. Dit gold in mindere mate ook voor Festien en Karakter. De grote mate van deviance die optrad bij Seresta en Starga werd veroorzaakt doordat er naast de het verschil tussen de locaties, ook een grote variatie optrad in de beoordelingsresultaten bij deze rassen op locatie Kooijenburg.

3.1.4 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie

In figuur 4 zijn per locatie de regressielijnen weergegeven door alle waarnemingen. In tabel 4 is de regressieanalyse weergegeven. De toename van de PPO-index per 1000 eenheden toename van de PTR totaal, was 2,927 op Kooijenburg en 4,439 op 't Kompas. Dit betekent dus, dat het effect van een toename van PTR-totaal (aantal en intensiteit van de botsingen) op 't Kompas een grotere stijging gaf van de PPO-beschadigingsindex dan op Kooijenburg. Het percentage verklaarde variantie was echter slechts 32.8 %. Dit betekent dus dat het verschil tussen de locaties een verklaring is voor éénderde van alle variatie in de dataset.

Figuur 4 De geschatte regressielijnen (gemiddeld over alle rassen) voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2003.



Tabel 4 Regressie analyse van de toename van de index per toename van de PTR totaal (x 1000) van beide locaties (het gemiddelde van alle rassen samen).

Response variate: Index
Fitted terms: som_value.Loc

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.
Regression	2	8477.	4238.26	210.28
Residual	193	3890.	20.16	
Total	195	12367.	63.42	

Percentage variance accounted for **32.8**

Standard error of observations is estimated to be 4.49

*** Estimates of parameters ***

		estimate	s.e.	t(193)
som_value.Loc	KB	0.002972	0.000267	11.13
som_value.Loc	KP	0.004439	0.000258	17.22

3.1.5 Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk

Zoals al in de vorige paragrafen beschreven, bleken de rassen in de mate van gevoeligheid voor (rooi)beschadiging te verschillen. Er is nagegaan of dit samenhangt met enkele kenmerken van de aardappelen zoals vermeld in de rassenlijst namelijk: gevoeligheid voor rooibesadiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK), en onderwatergewicht (OWG). Ook is naast de PTR-totaalwaarde, de gemiddelde

PTR-waarde (GEMPTR) uit de proef meegenomen in de correlatieberekeningen (tabel 5). De correlaties met de helling waren het hoogst voor rooibeschatiging, aantal knollen en OWG. De helling nam toe met een hoger OWG en de helling nam af met een hoger waarderingcijfer voor rooibeschatiging. De helling nam toe met het aantal knollen, wat suggereert dat kleinere knollen een hogere hellingshoek geven. Dit lijkt niet logisch, alom wordt aangenomen dat kleinere knollen minder gevoelig zijn voor (rooi)beschadiging. Er zou door de gevolgde methodiek sprake van vertekening kunnen zijn, omdat steeds een gelijk volume aardappelen is gebruikt. Dit betekent bij kleinere knollen dus meer knollen op de schudbak, waardoor er ook meer onderlinge botsingen optreden.

Tabel 5 Correlatie matrix van de helling (H), rooibeschatiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK), OWG en de gemiddelde PTR-waarde (GEMPTR) voor de rassen op Kooijenburg, Kompas en Beide locaties samen.

Kooijenburg*** Degrees of freedom ***Correlations: 8

```
*** Correlation matrix ***
  H  1  1.000
  RB 2 -0.529  1.000
  VH 3  0.266  0.085  1.000
  AK 4  0.603  0.019  0.209  1.000
  GEMPTR 5 -0.285  0.459 -0.540  0.020  1.000
  OWG 6  0.492 -0.126 -0.041  0.081 -0.199  1.000

          1      2      3      4      5      6
```

Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 8

```
*** Correlation matrix ***
  H  1  1.000
  RB 2 -0.472  1.000
  VH 3  0.229  0.085  1.000
  AK 4  0.448  0.019  0.209  1.000
  GEMPTR 5  0.206 -0.313  0.140 -0.350  1.000
  OWG 6  0.734 -0.126 -0.041  0.081  0.143  1.000

          1      2      3      4      5      6
```

Kooijenburg en Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 8

```
*** Correlation matrix ***
  H  1  1.000
  RB 2 -0.536  1.000
  VH 3  0.266  0.085  1.000
  AK 4  0.572  0.019  0.209  1.000
  GEMPTR 5 -0.307  0.128 -0.321 -0.246  1.000
  OWG 6  0.628 -0.126 -0.041  0.081 -0.051  1.000

          1      2      3      4      5      6
```

Bij multiële regressie was gemiddeld over Kooijenburg en 't Kompas het percentage verklaarde variantie zelfs 84.1 met de rassenlijstcijfers voor rooibeschatiging, het aantal knollen en het onderwatergewicht als predictor (voorspeller), zie tabel 6. Onder estimates staan steeds de parameterschattingen met standard errors van de multiële regressiemodellen.

Tabel 6 Multiële regressie van de helling gemiddeld over de beide locaties (KB en KP) met als predictors rassenlijstcijfers voor rooibeschatigingcijfer (RB), aantal knollen (AK) en onderwatergewicht (OWG).

```
***** Regression Analysis *****
Response variate: H
Fitted terms: Constant + RB + AK + OWG
```

KB + KP gemiddeld

```
*** Summary of analysis ***
d.f.      s.s.      m.s.      v.r.  F pr.
Regression  3      47.589    15.8629   16.89  0.002
Residual    6       5.636     0.9393
Total       9      53.224     5.9138
```

Percentage variance accounted for **84.1**

Standard error of observations is estimated to be 0.969

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t(6)	t pr.
Constant	-15.19	9.46	-1.60	0.160
RB	-2.963	0.826	-3.59	0.012
AK	1.808	0.448	4.04	0.007
OWG	0.2588	0.0665	3.89	0.008

*** Accumulated analysis of variance ***

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
+ RB	1	15.2962	15.2962	16.29	0.007
+ AK	1	18.0491	18.0491	19.22	0.005
+ OWG	1	14.2434	14.2434	15.16	0.008
Residual	6	5.6355	0.9393		
Total	9	53.2242	5.9138		

De voorspelling van de toename (H) van de PPO-index per PTR (x 1000) is gelijk aan:

$$H = -15.19 - 2.96 * RB + 1.81 * AK + 0.26 * OWG$$

3.1.6 Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibeschatiging

De rassenlijstcijfers voor rooibeschatiging (RB) waren 6 (Karakter en Starga), 6.5 (Kantara, Katinka, Mercator en Seresta) of 7 (Aveka, Festien, Menco en Valiant). De rassen zijn zo in 3 groepen in te delen. Voor Kooijenburg (KB) en 't Kompas (KP) is de PPO-index gemeten na 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden berekend per groep van deze rassen (tabel 7 en 8).

Tabel 7 PPO-index gemeten bij 5, 10, 15, 20 en 30 seconden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibeschatigingscijfer van de rassenlijst op Kooijenburg (KB).

RB	5	10	15	20	30
6.0	2	6	*	8	14
6.5	2	4	6	6	13
7.0	1	2	2	3	4

Tabel 8 PPO-index gemeten bij 5, 10, 15, 20 en 30 seconden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibeschatigingscijfer van de rassenlijst op Kompas (KP).

RB	5	10	15	20	30
6.0	3	8	11	12	18
6.5	2	4	7	8	11
7.0	2	4	5	7	9

Op beide locaties nam de gemeten beschadigingsindex (PPO-index) steeds af, vooral bij stijging van het rassenlijstcijfer voor rooibeschatiging van 6 naar 7.

3.1.7 Relatie tussen knoltemperatuur en PPO-index

De resultaten van het effect van de knoltemperatuur op de PPO-index van de rassen Festien, Mercator, Seresta en Valiant zijn weergegeven in tabel 9. In dit onderdeel van de proef waren geen herhalingen beschikbaar. Dit heeft een negatieve invloed gehad op de betrouwbaarheid van de cijfers. Er bleek een betrouwbaar verschil te zijn tussen de verschillende rassen. Het ras Valiant, vergeleken met de rassen Mercator en Seresta bleek gemiddeld over de temperaturen een significant lagere PPO-index te hebben. Verder bleek dat gemiddeld over de rassen de PPO-index bij 4 graden het hoogste te zijn en betrouwbaar hoger dan monsters die bij 8 graden geschud waren.

Tabel 9 Effect van de knoltemperatuur op de PPO-index van verschillende rassen na 15 seconden schudden.

Temperatuur	Festien	Mercator	Seresta	Valiant	Gem.
4	7	12	18	4	10 . b ¹
8	6	7	9	2	6 a .
12	4	10	11	9	9 a b
Lsd (0,05)	7				4
Gem.	6 a b .	10 . b c	13 . . c	5 a . .	
Lsd (0,05)	4				

Monsters geschud bij 12 graden waren niet betrouwbaar verschillend van die bij 4 en 8 graden geschud waren. Dit laatste is minder logisch en werd waarschijnlijk veroorzaakt door de mate van variatie in de monsters en het ontbreken van herhalingen om die variatie te ondervangen.

3.2 Oogst 2004

3.2.1 Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index

Er is per monster een PPO-index bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 2.3. Deze index kan worden voorspeld met de SCF-waardering, PTR totaal (de som van alle geregistreerde PTR waarden), het gemiddelde (of 50 % kwantiel of mediaan; zie hoofdstuk 3.1.1) van de gescoorde beschadigingmomenten van de PTR-200, of bijvoorbeeld het onderwatergewicht (OWG) op de dag van het uitvoeren van de beschadiging op 3-11 of het OWG op de dag van beoordelen op 29-11. (SCF-waardering = manier van beoordelen zoals in de monstertarreeerlokalen van AVEBE gebeurt)

Tabel 10. De spreiding die aangeeft hoe groot de afstand is tussen de voorspelde en gemeten index.

PTR-200	Spreiding
SCF	399.7
PTR TOTAAL	202.2
GEMIDDELD	327.1
OWG 3-11	593.1
OWG 29-11	549.2

Net zoals in 2003 bleek dat de som van de gescoorde beschadigingmomenten van de PTR-200 de beste predictor (voorspeller) was met de laagste spreiding (tabel 10). Hoe lager de spreiding hoe beter het model de waarnemingen voorspelt. De OWG-predictors bleken de PPO-index het slechtst te voorspellen. Dit betekent dat er nauwelijks verband bestond tussen het OWG en de gevoeligheid voor onderhuidse beschadiging.

3.2.2 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie

In tabel 11 is de toename van de PPO-index per toename van 1000 eenheden van de PTR totaal weergegeven voor beide locaties en alle rassen. Anders dan in 2003² is de toename geschat als de helling van de lijnen, die zo goed mogelijk door de punten gaan van elke combinatie van locatie en ras (Figuur 5, 6 en 7).

De intercept is de constante van de berekende regressielijn (constante (a) in een rechte lijn ($y=a+bx$)), waar deze de y-as snijdt (bij $x=0$). Deze waarde was per ras verschillend. Aan licht geschildte aardappelen zijn allerlei gebreken te zien. De se intercept is dan de standard error van de intercept. De helling is de richtingscoëfficiënt van de berekende regressielijn en se helling, de standard error ervan.

¹ Zie hoofdstuk 3.1.2 voor de verklaring van de lettercode.

² In 2003 is de toename geschat als de helling van de lijnen *door de oorsprong*, die zo goed mogelijk door de punten gaan van elke combinatie van locatie en ras.

De predictor 1500 is de voorspelde PPO-index bij een PTR-totaal van 1500 berekend op basis van de berekende regressielijn. De se predictor 1500 is de standard error van een *voorspelde nieuwe* waarneming (predictor). In 2004 werden lagere waarden bereikt voor PTR-totaal dan in 2003. Daarom zijn de berekeningen gemaakt voor een PTR-totaal van 1500 in plaats van 2000.

De voorspelling voor bijvoorbeeld KB Seresta bij PTR 1500 is: (intercept + (1,5 * helling)) 12.42 + (1,5 * 11.41) = 29.53. Een 95 % betrouwbaarheidsinterval voor deze waarneming is (predictor $\pm t_{8;0.05; tweezijdig} * se$ predictor 1500) $29.53 \pm 2.306 * 3.38 = 29.53 \pm 7.79$.

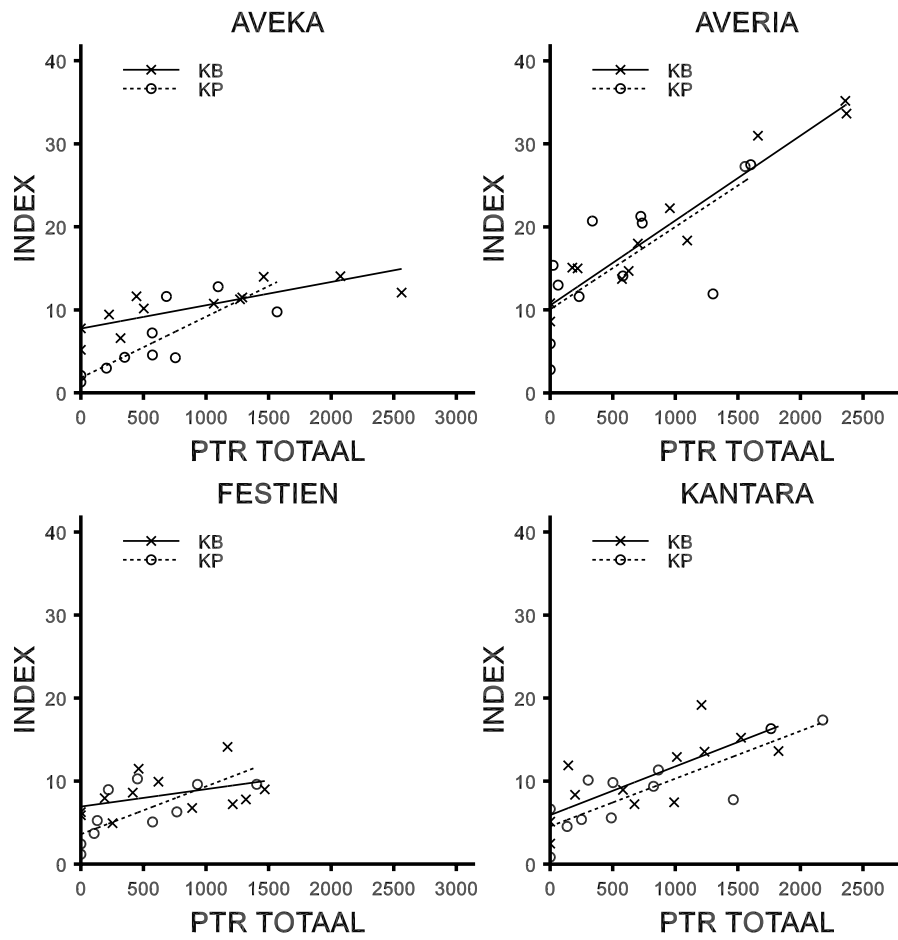
In de tabel 11 staat een lettercode. Objecten zonder een enkele gemeenschappelijke letter zijn significant verschillend van elkaar bij onbetrouwbaarheid 5%, terwijl objecten met een of meer gemeenschappelijke letters geen significante verschillen vertonen.

Tabel 11 Overzicht van de deviance, intercept, Se intercept, helling (x1000), Se helling (x1000), Predictor 1500 en Se predictor 1500 weergegeven per locatie en per ras bij een voorspelde PTR totaal gelijk aan 1500³.

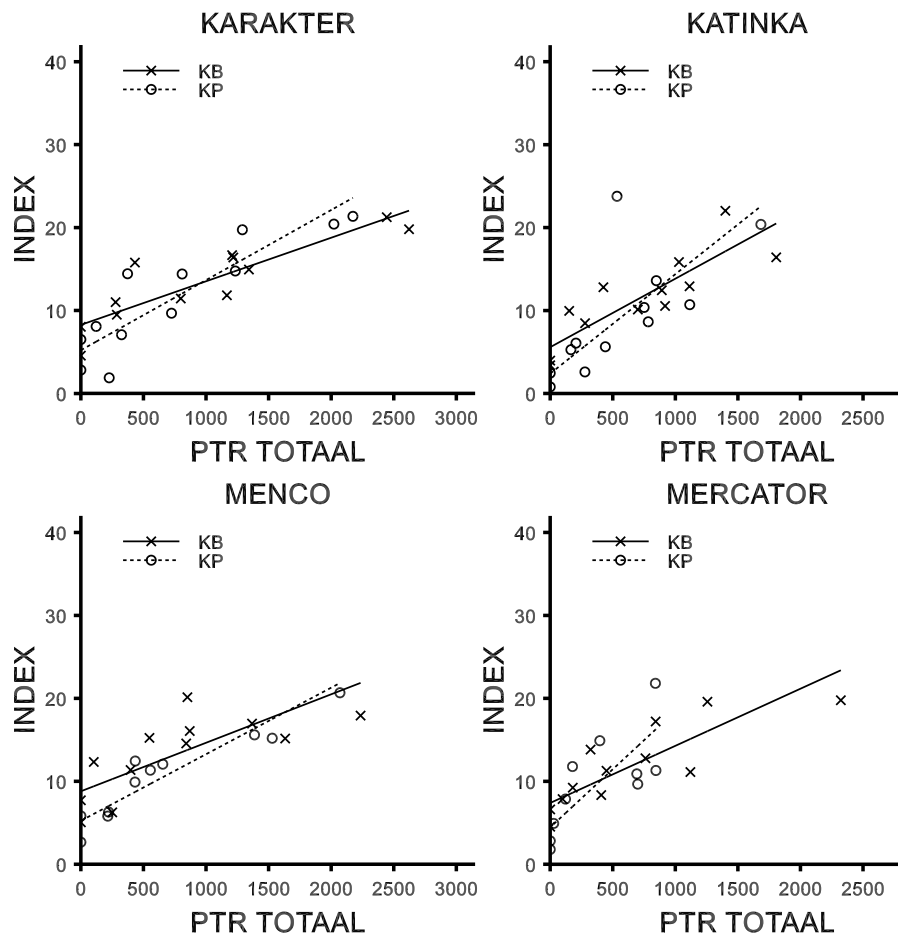
Locatie	Ras	Deviance	Intercept	Se Intercept	Helling	Se Helling	Predictor 1500	Se predictor 1500	
KB	Aveka	3.41	7.73	0.77	2.81	a b . . .	0.71	11.9	2.15
KB	Averia	3.31	10.53	0.91	10.22	. . . . e	1.00	25.9	3.13
KB	Festien	6.77	6.91	1.07	2.10	a	1.37	10.1	2.96
KB	Kantara	11.92	5.89	1.38	5.86	a b c d .	1.70	14.7	4.57
KB	Karakter	5.72	8.26	1.07	5.25	a b c d .	1.02	16.1	3.23
KB	Katinka	7.48	5.57	1.10	8.26	. . c d e	1.53	18.0	4.05
KB	Menco	9.78	8.79	1.39	5.85	a b c d .	1.66	17.6	4.53
KB	Mercator	7.07	7.38	1.05	6.89	a b c d e	1.49	17.7	3.94
KB	Seresta	3.29	12.42	1.06	11.41	. . . . e	1.23	29.5	3.38
KB	Starga	2.78	11.38	0.86	10.04	. . . d e	1.23	26.4	3.05
KB	Valiant	6.78	2.13	0.70	3.05	a b . . .	1.02	6.7	2.53
KP	Aveka	7.04	1.80	0.78	7.36	a b c d e	1.56	12.8	3.88
KP	Averia	23.74	10.04	2.17	9.94	. . . d e	3.31	25.0	8.66
KP	Festien	9.25	3.59	1.02	5.75	a b c d .	2.12	12.2	4.59
KP	Kantara	11.72	4.54	1.11	5.74	a b c d .	1.50	13.2	4.30
KP	Karakter	13.17	5.21	1.28	8.45	. . c d e	1.73	17.9	5.27
KP	Katinka	25.17	2.39	1.40	11.99	. . . d e	3.00	20.4	8.11
KP	Menco	4.37	5.23	0.81	8.02	. b c d e	1.20	17.3	3.22
KP	Mercator	13.97	4.44	1.43	14.01	. . . . e	3.91	25.5	8.42
KP	Seresta	6.17	5.94	1.02	8.46	a b c d e	1.60	18.6	3.84
KP	Starga	5.03	3.89	0.73	12.16	. . . . e	1.32	22.1	3.72
KP	Valiant	14.32	2.26	0.82	3.41	a b c . .	1.68	7.4	3.86

³ In 2003 was deze voorspellende waarde 2000; het gemiddelde van het bereik 0 – 4000. In 2004 is de voorspellende waarde op 1500 gehouden; het gemiddelde van het bereik 0 – 3000.

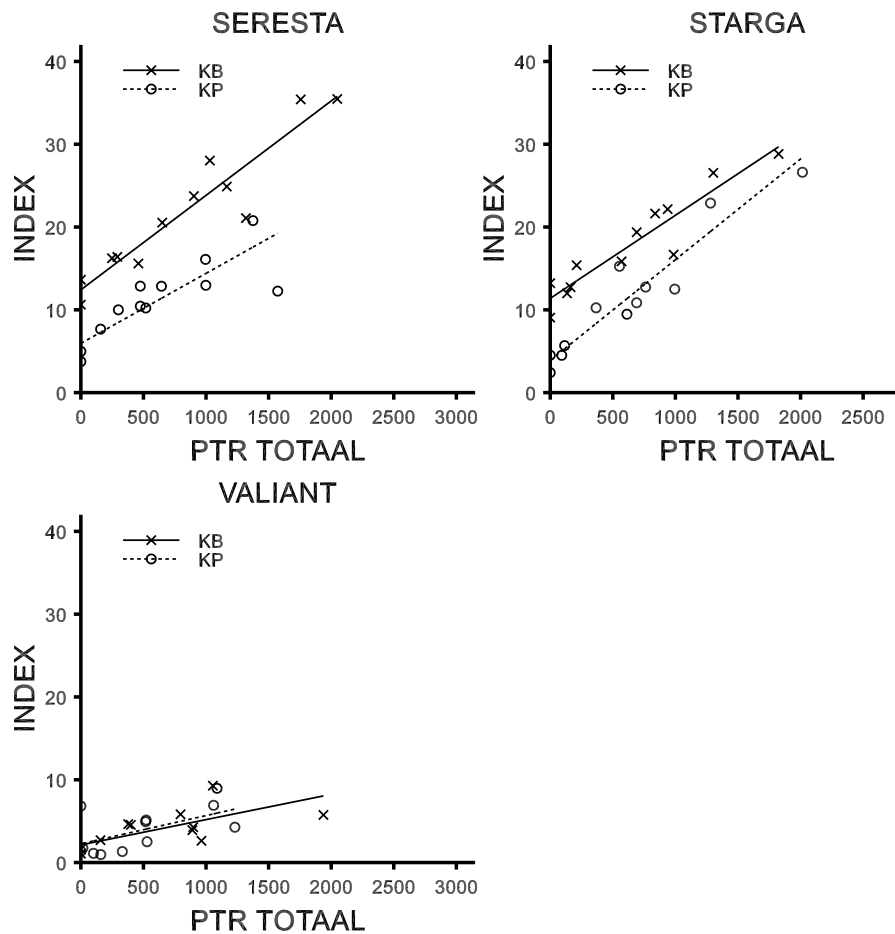
Figuur 5 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Aveka, Averia, Festien en Kantara op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2004.



Figuur 6 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Karakter, Katinka, Menco en Mercator op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2004.



Figuur 7 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Seresta, Starga en Valiant op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2004.



Uit bovenstaande figuren blijkt er zowel een raseffect te zijn als een locatie-effect. De rassen Averia, Seresta en Starga bleken gemiddeld een sterkere toename van de PPO-index te geven per PTR totaal in vergelijking met de andere rassen. Tabel 11 geeft aan welke locatie-ras combinaties significante verschillen vertonen en welke niet.

Ook bleek er bij sommige rassen een meer of minder sterk verschil te zijn tussen de locaties. Gemiddeld waren de hellingen van de regressielijnen van de rassen geteeld op locatie 't Kompas steiler (m.u.v. de rassen Averia, Kantara en Seresta) ten opzichte van Kooijenburg. Met uitzondering van het ras Valiant bleken alle rassen geteeld op locatie 't Kompas een lager intercept (y-waarde bij $x=0$) te hebben. De deviance van Averia en Katinka geteeld op locatie Kompas bleken hoog te zijn, wat verklaard kan worden door de sterk afwijkende waarden, die in figuur 5 (Averia) en figuur 6 (Katinka) te zien zijn.

3.2.3 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per ras, gemiddeld over beide locaties

Door de punten is ook per ras - op data van beide locaties - een regressielijn gefit. De deviance, intercept, se intercept, helling (x1000), se helling (x1000), predictor 1500 en se predictor 1500 van deze berekeningen staan in tabel 12.

Tabel 12 Overzicht van de deviance, intercept, Se intercept, helling (x1000), Se helling (x1000), Predictor 1500 en Se predictor 1500 per ras op data van beide locaties bij een voorspelde PTR totaal gelijk aan 1500.

Ras	Deviance	Intercept	Se Intercept	Helling	Se Helling	Predictor 1500	Se predictor 1500
Aveka	23.9	4.90 . b c . . .	0.87	4.54 a b	1.08	11.7	3.92
Averia	27.2	10.22 e	1.16	10.20 d e	1.48	25.5	5.87
Festien	19.9	5.20 . b c . . .	0.79	3.78 a b	1.23	10.9	3.58
Kantara	25.1	5.16 . b c . . .	0.86	5.88 a b c . . .	1.11	14.0	4.18
Karakter	21.9	6.62 . . c d . .	0.89	6.79 . b c d . .	0.99	16.8	4.24
Katinka	36.3	3.95 a b	0.98	9.93 d e	1.65	18.9	5.92
Menco	18.0	6.97 . . c d . .	0.84	6.99 . b c d e .	1.11	17.5	4.07
Mercator	25.0	6.23 . b c d . .	0.94	8.89 . . c d e .	1.70	19.6	5.36
Seresta	37.1	8.52 . . . d e .	1.41	11.04 e	1.93	25.1	6.85
Starga	29.7	7.60 . . c d e .	1.11	11.14 e	1.75	24.3	6.09
Valiant	21.3	2.22 a	0.52	3.16 a	0.89	7.0	2.86

De deviance bij Seresta en Katinka was erg groot (tabel 12), doordat er bij Seresta een groot verschil bleek te zijn tussen de schatting van de helling per locatie en er bij het ras Katinka geteeld op 't Kompas een sterk afwijkende waarde gemeten werd, zoals al aangegeven in de vorige paragraaf. Opvallend was de hoge waarde van de intercept van Averia (10.22) gemiddeld over beide locaties, maar ook de lage waarden van de rassen Valiant en Katinka (resp. 2.22 en 3.95).

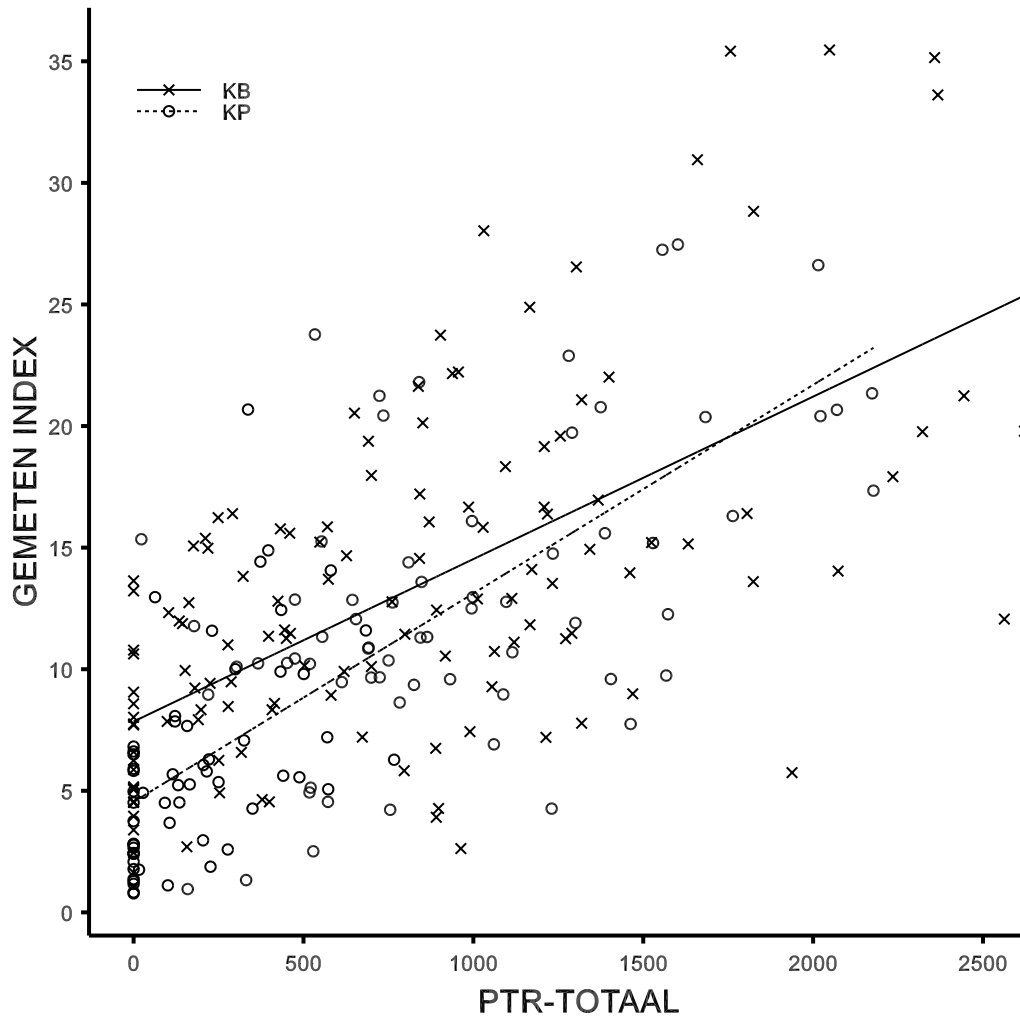
De hellingen van de regressielijnen van de rassen Starga en Seresta bleken gemiddeld over de locaties een sterkere helling van de regressielijnen te hebben (resp. 11.14 en 11.04) ten opzichte van de andere rassen. Het ras Valiant viel op met een bijzonder lage waarde van de helling (3.16). Bij dit ras zal de beschadigingsindex dus weinig stijgen bij een toename van het aantal botsingen en/of de intensiteit van de botsingen, dit ras is dus duidelijk minder beschadiginggevoelig.

Volgens de analyse (zie de letters in tabel 12) bleken de rassen Valiant, Aveka, Festien en in mindere mate Kantara en Karakter significant te verschillen van de overige rassen en dus minder beschadiginggevoelig te zijn. De hellingen van de regressielijnen van de rassen Averia, Katinka, Menco, Mercator, Seresta en Starga bleken niet significant van elkaar te verschillen.

3.2.4 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie

In figuur 8 zijn de regressielijnen weergegeven door alle waarnemingen per locatie. In tabel 13 is de regressieanalyse weergegeven.

Figuur 8 De geschatte regressielijnen (gemiddeld over alle rassen) voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2004.



Tabel 13 Regressie analyse van de toename van de index per toename van de PTR totaal (x1000) van beide locaties (het gemiddelde van alle rassen samen).

Response variate: Index
 Distribution: Poisson
 Link function: Identity
 Fitted terms: Loc + som_value.Loc

*** Summary of analysis ***

	d.f.	deviance	mean deviance	deviance ratio
Regression	3	504.4	168.140	74.56
Residual	252	568.3	2.255	
Total	255	1072.7	4.207	

Dispersion parameter is estimated to be 2.26 from the residual deviance

* MESSAGE: The following units have high leverage:

Unit	Response	Leverage
120	19.79	0.046
249	17.34	0.046
252	21.35	0.046

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t(252)	t pr.
Loc KB (intercept)	7.849	0.627	12.51	<.001
Loc KP (intercept)	4.543	0.483	9.41	<.001
som_value.Loc KB (helling)	0.006680	0.000760	8.80	<.001
som_value.Loc KP (helling)	0.008575	0.000831	10.32	<.001

*

De toename van de PPO-index per toename van de PTR totaal (x1000), was 6.680 op Kooijenburg met een intercept van 7.849 en 8.575 op 't Kompas met een intercept van 4.543.

3.2.5 Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk

Zoals al in de vorige paragrafen is gebleken verschillen de rassen in de mate van gevoeligheid voor beschadiging. Er is nagegaan of dit samenhangt met enkele kenmerken van de rassen zoals vermeld in de rassenlijst zoals: rooibeschatiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK), en onderwatergewicht (OWG). Ook is de gemiddelde PTR-waarde (GEMPTR) en het gemiddelde knolgewicht (GEMGEW) uit de proef meegenomen in de correlatieberekeningen (tabel 14).

Tabel 14 Correlatie matrix van de helling (H), rooibeschatiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK), de gemiddelde PTR-waarde (GEMPTR), OWG en gemiddeld knolgewicht (GEMGEW) voor de rassen op Kooijenburg, Kompas en beide locaties samen.

Kooijenburg*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

```
*** Correlation matrix ***
  H 1 1.000
  RB 2 -0.617 1.000
  VH 3 0.160 0.092 1.000
  AK 4 0.408 0.018 0.206 1.000
  GEMPTR 5 0.204 -0.301 0.384 -0.521 1.000
  OWG 6 0.044 -0.073 0.009 0.061 -0.174 1.000
  GEMGEW 7 0.257 -0.390 0.021 -0.586 0.841 -0.086 1.000
      1 2 3 4 5 6 7
```

Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

```
*** Correlation matrix ***
  H 1 1.000
  RB 2 -0.628 1.000
  VH 3 -0.247 0.092 1.000
  AK 4 0.462 0.018 0.206 1.000
  GEMPTR 5 -0.111 -0.129 0.529 -0.202 1.000
  OWG 6 0.318 -0.073 0.009 0.061 0.062 1.000
  GEMGEW 7 0.013 -0.292 -0.368 -0.586 0.422 -0.287 1.000
      1 2 3 4 5 6 7
```

Kooijenburg en Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

```
*** Correlation matrix ***
  H 1 1.000
  RB 2 -0.692 1.000
  VH 3 -0.028 0.092 1.000
  AK 4 0.481 0.018 0.206 1.000
  GEMPTR 5 0.082 -0.228 0.482 -0.384 1.000
  OWG 6 0.187 -0.073 0.009 0.061 -0.061 1.000
  GEMGEW 7 0.105 -0.357 -0.170 -0.609 0.716 -0.188 1.000
      1 2 3 4 5 6 7
```

De correlaties met de helling waren (net als in 2003) het hoogst voor rooibeschatiging (negatief), aantal knollen (positief) en onderwatergewicht (positief). De helling neemt toe met toename van het aantal knollen en het onderwatergewicht en de helling neemt af met toename van het rooibeschatigingscijfer.

Bij multipele regressie was gemiddeld over Kooijenburg en 't Kompas het percentage verklaarde variantie 61.9 met rooibeschatigingscijfer, aantal knollen en onderwatergewicht als predictor (tabel 15). Onder estimates staan steeds de parameterschattingen met standard errors van de multiple regressiemodellen.

Tabel 15 *Multipele regressie van de helling gemiddeld over de beide locaties (KB en KP) met als predictors rooibesadigingscijfer (RB), aantal knollen (AK) en onderwatergewicht (OWG).*

***** Regression Analysis *****

Response variate: H
Fitted terms: Constant + RB + AK + OWG

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	3	0.00005435	0.000018116	6.42	0.020
Residual	7	0.00001976	0.000002824		
Total	10	0.00007411	0.000007411		

Percentage variance accounted for **61.9**

Standard error of observations is estimated to be 0.00168

* MESSAGE: The following units have high leverage:

Unit	Response	Leverage
5	0.00642	0.78

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t(7)	t pr.
Constant	0.0212	0.0150	1.41	0.201
RB	-0.00502	0.00142	-3.54	0.010
AK	0.001928	0.000774	2.49	0.042
OWG	0.000055	0.000101	0.54	0.604

*** Accumulated analysis of variance ***

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
+ RB	1	0.000035461	0.000035461	12.56	0.009
+ AK	1	0.000018054	0.000018054	6.39	0.039
+ OWG	1	0.000000834	0.000000834	0.30	0.604
Residual	7	0.000019765	0.000002824		
Total	10	0.000074114	0.000007411		

De voorspelling van de toename (H) van de PPO-index per PTR (x1000) is gelijk aan:

$$H = 21.2 - 5.02 * RB + 1.93 * AK + 0.06 * OWG$$

3.2.6 Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibesadiging

De rassenlijst cijfers voor rooibesadiging (RB) waren 6 (Karakter en Starga), 6.5 (Averia, Kantara, Katinka, Mercator en Seresta) of 7 (Aveka, Festien, Menco en Valiant). De rassen zijn zo in 3 groepen in te delen. Voor Kooijenburg (KB) en 't Kompas (KP) is de PPO-index gemeten na 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden en berekend per groep van deze rassen (tabel 15 en 16).

Tabel 16 *PPO-index gemeten bij 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibesadigingscijfer van de rassenlijst op Kooijenburg (KB).*

RB	0	5	10	15	20	30
6.0	9	11	15	19	16	24
6.5	7	12	12	17	18	25

7.0 | 5 7 10 10 10 12

Tabel 17 PPO-index gemeten bij 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibesadigingscijfer van de rassenlijst op Kompas (KP).

RB	0	5	10	15	20	30
6.0	4	5	10	13	15	23
6.5	3	7	11	12	12	21
7.0	3	4	7	8	10	13

Op een aantal uitzonderingen na nam de gemeten PPO-besadigingsindex voor onderhuidse besadiging steeds af bij stijging van het rooibesadigingscijfer van 6 naar 7. Ook steeg de PPO-index naarmate de schudtijd langer was.

3.3 Oogst 2005

3.3.1 Relatie tussen PTR-200 waarde en PPO-index

Er is per monster een PPO-index bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 2.3. Deze index kan worden voorspeld met de SCF-waardering, PTR-totaal (de som van alle geregistreerde PTR waarden), het gemiddelde van de gescoorde besadigingsmomenten van de PTR-200, of het onderwatergewicht (OWG) op de dag van schudden op 18-11 of op de dag van beoordelen 13-12.

Tabel 18. De spreiding die aangeeft hoe groot de afstand is tussen de voorspelde en gemeten index.

PTR-200	Spreiding
SCF	2053
PTR TOTAAL	1478
GEMIDDELD	2916
STUITERS	1250
OWG 18-11	4086
OWG 13-12	3523

De onderwatergewichten voorspelden (net als in 2003 en 2004) de besadigingsindex het minst nauwkeurig. Het aantal botsingen (STUITERS) was in 2005 een nog iets betere voorspeller dan de PTR TOTAAL, welke in 2003 en 2004 de beste voorspelling gaf. In de verdere berekeningen wordt ondanks het geringe verschil ten voordele van het aantal stuiters toch gerekend in analogie van voorgaande jaren met de waarden van PTR-totaal als voorspeller voor de PPO-besadigingsindex.

3.3.2 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index, per ras en per locatie

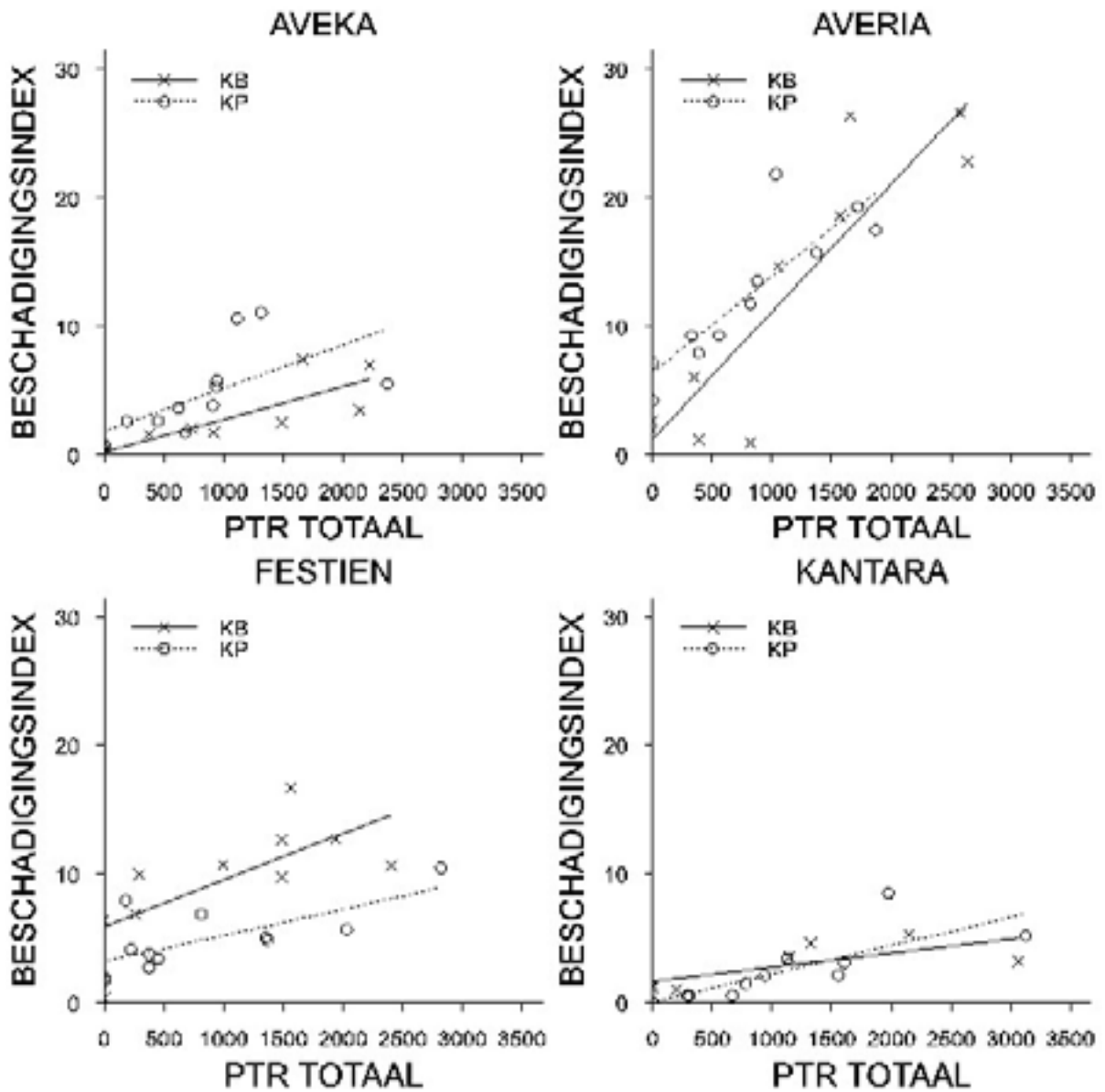
In tabel 19 is de toename van de PPO-index weergegeven als lineaire functie van PTR-totaal per locatie en ras. Ook in 2005 is er, analoog aan de analyse in 2004, weer een intercept geschat. Voor iedere combinatie van locatie en ras is de besadigingsindex voorspeld bij een waarde voor PTR-totaal gelijk aan 1500.

Tabel 19 Overzicht van de deviance, intercept, Se intercept, helling (x1000), Se helling (x1000), Predictor 1500 en Se predictor 1500 weergegeven per locatie en per ras bij een voorspelde PTR totaal gelijk aan 1500⁴.

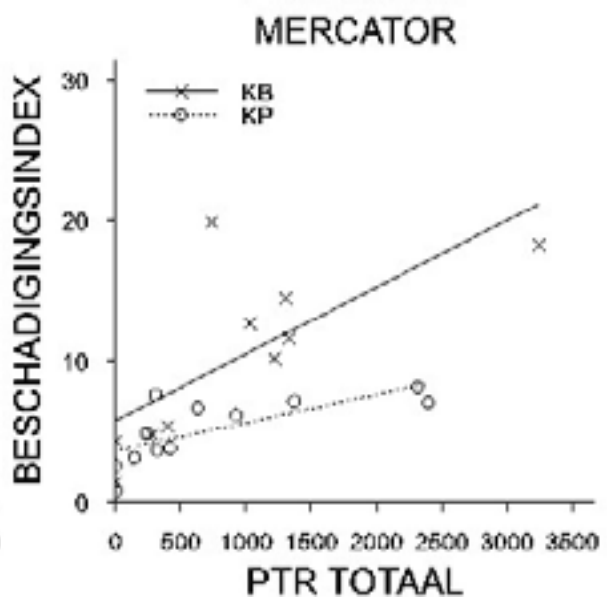
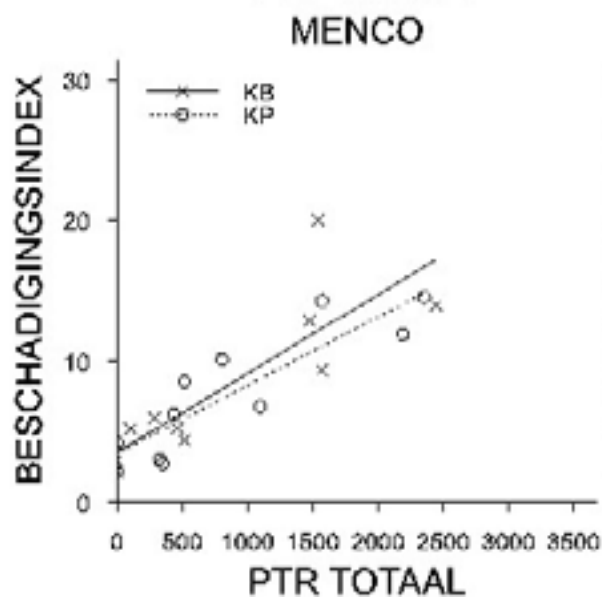
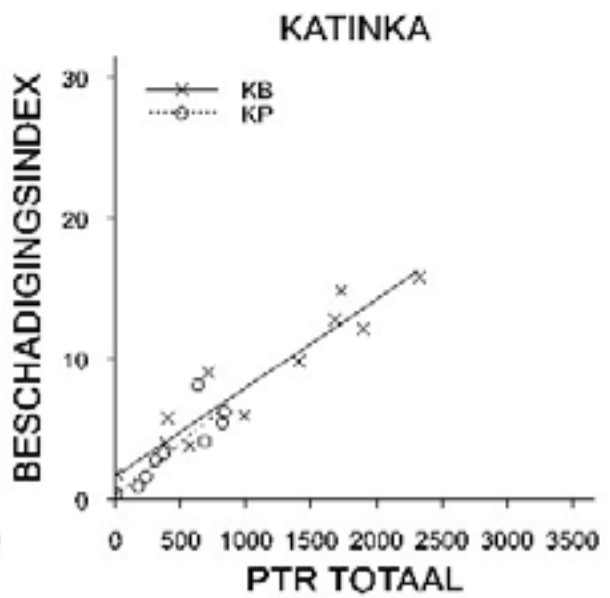
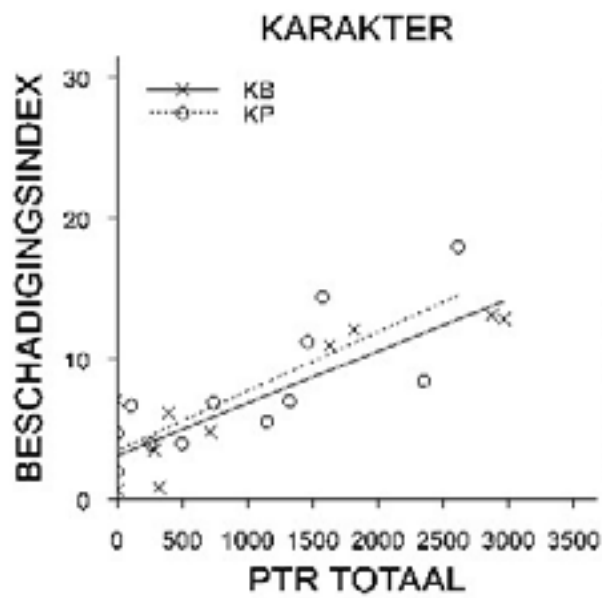
Locatie	Ras	Deviance	Intercept	Se Intercept	Helling	Se Helling	Predictor 1500	Se predictor 1500	
KB	Aveka	18	0.20	1.51	2.56	a b .	1.13	4.0	1.04
KB	Averia	199	1.23	1.35	9.92	. . c	0.93	16.1	0.94
KB	Festien	87	5.91	1.41	3.61	a b .	1.06	11.3	1.00
KB	Kantara	9	1.63	1.50	1.09	a . .	0.96	3.3	1.10
KB	Karakter	48	3.17	1.24	3.70	a b .	0.80	8.7	0.93
KB	Katinka	27	1.71	1.33	6.27	. b .	1.06	11.1	0.95
KB	Menco	91	3.52	1.25	5.61	. b .	1.08	11.9	1.12
KB	Mercator	166	5.77	1.26	4.74	. b .	0.96	12.9	1.01
KB	Seresta	97	5.88	1.18	5.31	. b .	0.78	13.8	0.95
KB	Starga	63	1.56	1.27	4.73	. b .	1.43	8.6	1.40
KB	Valiant	128	3.47	1.27	4.20	a b .	1.02	9.8	0.96
KP	Aveka	79	1.85	1.28	3.34	a b .	1.26	6.9	1.19
KP	Averia	79	6.40	1.38	7.49	. b c	1.36	17.6	1.24
KP	Festien	37	3.15	1.11	2.05	a b .	0.93	6.2	1.01
KP	Kantara	24	0.01	1.22	2.21	a b .	0.90	3.3	0.90
KP	Karakter	84	3.51	1.22	4.22	a b .	0.93	9.8	0.92
KP	Katinka	13	0.29	1.46	7.52	. b c	0.29	11.6	3.27
KP	Menco	46	3.44	1.24	4.85	. b .	1.05	10.7	1.05
KP	Mercator	29	3.62	1.09	2.01	a b .	0.98	6.6	1.08
KP	Seresta	106	6.85	1.12	5.38	. b .	1.02	14.9	1.09
KP	Starga	23	1.99	1.25	3.24	a b .	1.12	6.8	1.06
KP	Valiant	26	2.33	1.13	4.42	a b .	1.55	8.9	1.70

⁴ In 2003 was deze voorspellende waarde 2000; het gemiddelde van het bereik 0 – 4000. In 2005 is de voorspellende waarde op 1500 gehouden; het gemiddelde van het bereik 0 – 3000 net als in 2004.

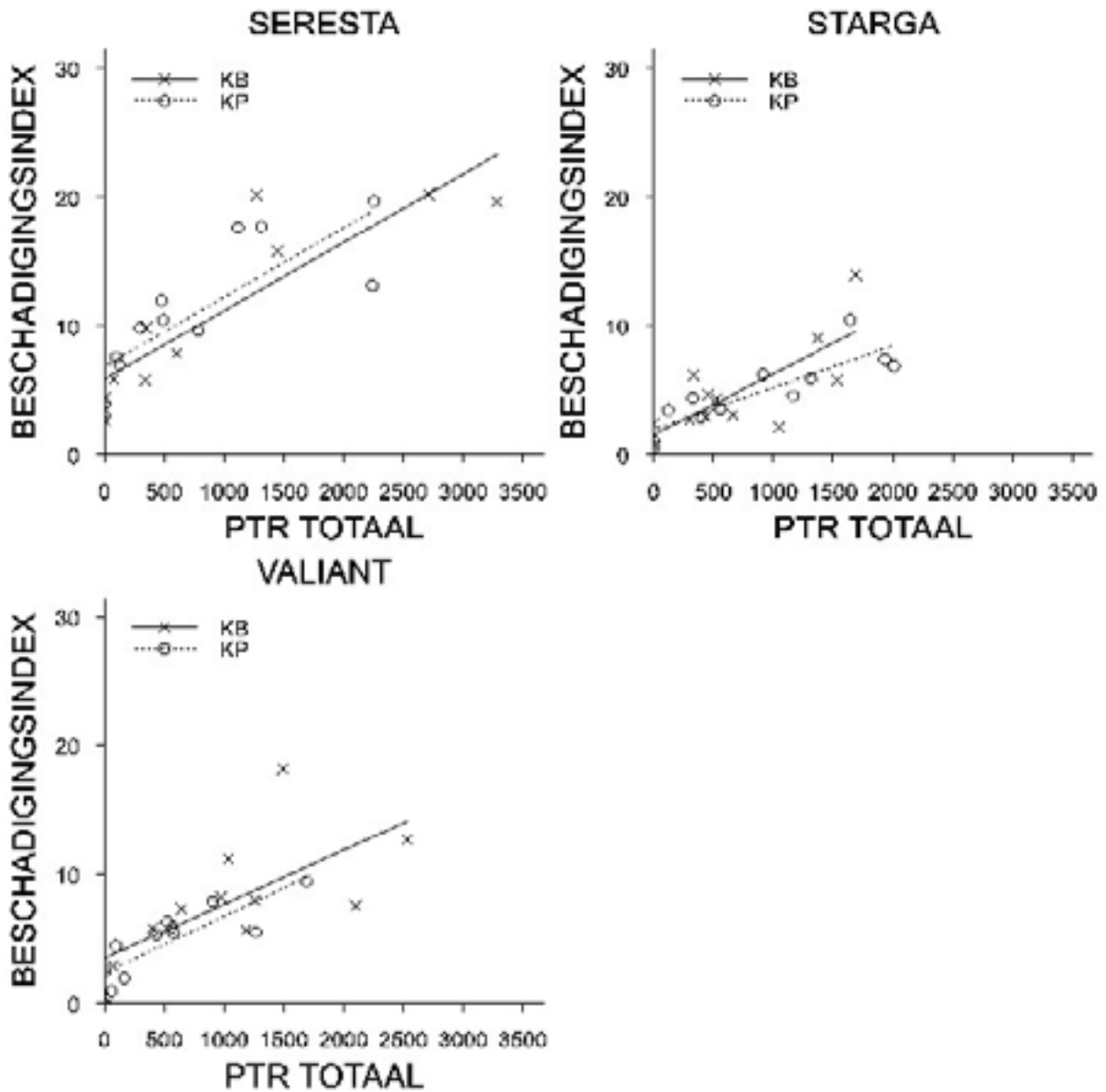
Figuur 9 De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Aveka, Averia, Festien en Kantara op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2005.



Figuur 10. De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Karakter, Katinka, Menco en Mercator op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2005.



Figuur 11. De geschatte regressielijnen voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de rassen Seresta, Starga, en Valiant op de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2005.



Bij de rassen Averia, Katinka en Seresta nam de beschadigingsindex het sterkst toe bij stijging van PTR-totaal (tabel 11). Per ras waren de hellingen van beide locaties steeds van dezelfde orde van grootte. De deviance liep sterk uiteen voor de combinatie van locatie en ras en was vooral laag bij het ras Kantara op locatie Kooijenburg.

3.3.3 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per ras gemiddeld over beide locaties

Door de punten is ook per ras - op data van beide locaties - een regressielijn gefit. De deviance, intercept, se intercept, helling (x1000), se helling (x1000), predictor 1500 en se predictor 1500 van deze berekeningen staan in tabel 20.

Tabel 20 Overzicht van de deviance, intercept, Se intercept, helling (x1000), Se helling (x1000), Predictor 1500 en Se predictor 1500 per ras op data van beide locaties bij een voorspelde PTR totaal gelijk aan 1500.

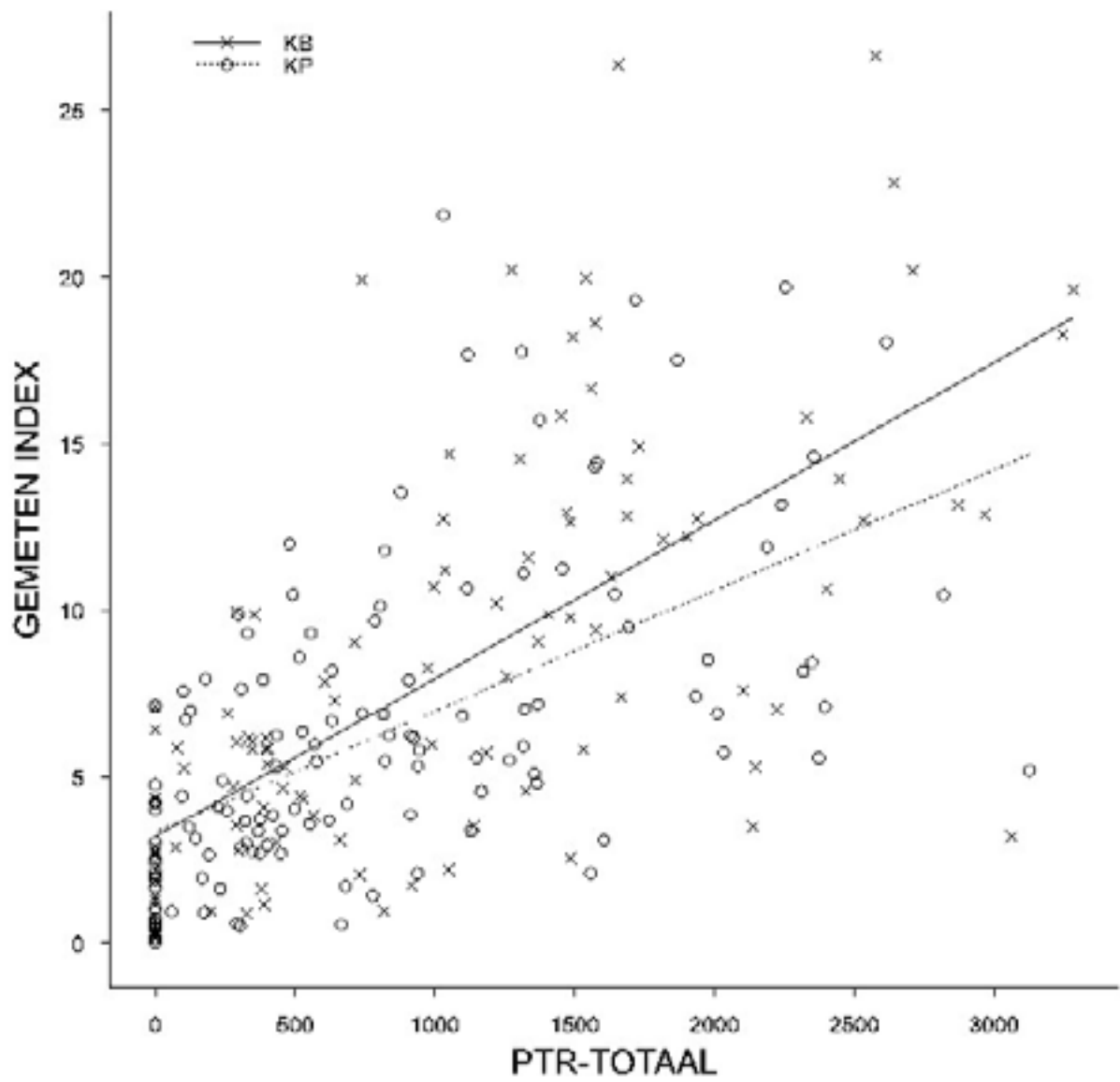
Ras	Deviance	Intercept	Se Intercept	Helling	Se Helling	Predictor 1500	Se predictor 1500
Aveka	126	1.45 a b c . .	1.02	2.61 a b . . .	0.88	5.37	0.82
Averia	339	3.97 . . c d e	1.00	8.80 e	0.80	17.16	0.77
Festien	230	4.23 . . . d e	0.93	3.04 a b . . .	0.74	8.79	0.75
Kantara	39	0.69 a	1.00	1.69 a	0.70	3.23	0.73
Karakter	138	3.43 . b c d .	0.92	3.90 . b c . .	0.64	9.28	0.69
Katinka	45	0.98 a b . . .	0.93	6.70 . . . d e	0.94	11.02	0.95
Menco	142	3.47 . b c d .	0.94	5.21 . c d .	0.80	11.28	0.82
Mercator	334	4.35 . . . d e	0.87	3.71 a b c . .	0.72	9.91	0.78
Seresta	209	6.48 e	0.85	5.27 . . c d .	0.66	14.38	0.74
Starga	93	1.91 a b c d .	0.94	3.73 a b c . .	0.93	7.50	0.89
Valiant	159	2.73 a b c d .	0.88	4.50 . b c d .	0.86	9.48	0.88

De deviance was hoger dan in voorgaande jaren. De helling was bij Averia net als in 2003 en 2004 weer het hoogst. Dit betekent dus een forse toename van de beschadigingsindex bij een toename van de waarde voor PTR-totaal. Seresta en Starga hadden een minder hoge helling dan in 2004, ook relatief gezien ten opzichte van de andere rassen.

3.3.4 Relatie tussen PTR-totaalwaarden en de PPO-index per locatie

In figuur 12 zijn de regressielijnen weergegeven door alle waarnemingen per locatie. In tabel 20 is de regressieanalyse weergegeven.

Figuur 12 De geschatte regressielijnen (gemiddeld over alle rassen) voor het verband tussen PPO-index en de PTR totaal voor de locaties Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) in 2005.



Tabel 21 Regressie analyse van de toename van de index per toename van de PTR totaal (x1000) van beide locaties (het gemiddelde van alle rassen samen).

Response variate: BESCHINDEX
Fitted terms: Lokatie + som_value.Lokatie

Summary of analysis

Source	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.
Regression	3	3074.	1024.82	59.24
Residual	236	4083.	17.30	
Total	239	7157.	29.95	

Percentage variance accounted for **42.2**
Standard error of observations is estimated to be 4.16.

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(236)	t pr.
Lokatie KB	3.195	0.588	5.44	<.001
Lokatie KP	3.333	0.537	6.21	<.001
som_value.Lokatie KB	0.004745	0.000444	10.68	<.001
som_value.Lokatie KP	0.003627	0.000492	7.37	<.001

De toename van de PPO-index per toename van de PTR totaal (x1000) was 4.75 op Kooijenburg met een intercept van 3.20 en 3.63 op Kompas met een intercept van 3.33.

3.3.5 Cijfers in de rassenlijst verklaren de rasverschillen gedeeltelijk

Zoals al in de vorige paragrafen bleek, verschillen de rassen in de mate van gevoeligheid voor rooibeschadiging. Er is nagegaan of dit samenhangt met enkele kenmerken uit de rassenlijst namelijk: rooibeschadiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK) en onderwatergewicht (OWG). Ook is de gemiddelde PTR-waarde (GEMPTR) uit de proef meegenomen in de correlatieberekeningen (tabel 21).

Tabel 22 Correlatie matrix van de helling (H), rooibeschadiging (RB), vroegheid (VH), aantal knollen (AK), de gemiddelde PTR-waarde (GEMPTR) en OWG voor de rassen op Kooijenburg, Kompas en beide locaties samen.

Kooijenburg*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

*** Correlation matrix ***

H	1.00					
RB	-0.11	1.00				
VH	-0.26	0.09	1.00			
AK	0.20	0.02	0.21	1.00		
GEMPTR	0.46	0.07	-0.41	-0.38	1.00	
OWG	-0.12	-0.07	0.01	0.06	-0.19	1.00
	H	RB	VH	AK	GEMPTR	OWG

Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

*** Correlation matrix ***

H	1.00					
RB	-0.09	1.00				
VH	-0.12	0.09	1.00			
AK	0.03	0.02	0.21	1.00		
GEMPTR	-0.11	-0.37	0.25	-0.27	1.00	
OWG	-0.30	-0.07	0.01	0.06	-0.23	1.00
	H	RB	VH	AK	GEMPTR	OWG

Kooijenburg en Kompas*** Degrees of freedom ***Correlations: 9

*** Correlation matrix ***

H	1.00		
RB	-0.10	1.00	
VH	-0.21	0.09	1.00

AK	0.13	0.02	0.21	1.00		
GEMPTR	0.20	-0.28	-0.01	-0.45	1.00	
OWG	-0.22	-0.07	0.01	0.06	-0.30	1.00
	H	RB	VH	AK	GEMPTR	OWG

De correlaties met de helling waren laag in 2005. Onder estimates staan steeds de parameterschattingen met standard errors van de multiple regressiemodellen.

Tabel 23 *Multipole regressie van de helling gemiddeld over de beide locaties (KB en KP) met als predictors rooibesadigingscijfer (RB), aantal knollen (AK) en onderwatergewicht (OWG).*

```

Regression analysis
=====

Response variate: H
Fitted terms: Constant, RB, AK, OWG

Summary of analysis
-----

Source      d.f.      s.s.      m.s.      v.r.  F pr.
Regression   3      0.00000330  0.000001099   0.21  0.886
Residual     7      0.00003649  0.000005214
Total       10      0.00003979  0.000003979

Residual variance exceeds variance of response variate.
Standard error of observations is estimated to be 0.00228.

* MESSAGE: the following units have high leverage.
Unit      Response      Leverage
5          0.00396         0.78

Estimates of parameters
-----

Parameter      estimate      s.e.      t(7)  t pr.
Constant        0.0149        0.0204      0.73  0.490
RB              -0.00066       0.00193     -0.34  0.741
AK               0.00042       0.00105      0.40  0.702
OWG            -0.000089      0.000137     -0.65  0.538

```

De voorspelling van de toename (H) van de PPO-index per PTR (x1000) is gelijk aan:

$$H = 14.9 - 0.66 * RB + 0.42 * AK - 0.089 * OWG$$

3.3.6 Relatie tussen PPO-index voor onderhuidse beschadiging en het rassenlijstcijfer voor rooibesadiging

De rassenlijst cijfers voor rooibesadiging (RB) waren 6 (Karakter en Starga), 6.5 (Averia, Kantara, Katinka, Mercator en Seresta) of 7 (Aveka, Festien, Menco en Valiant). De rassen zijn zo in 3 groepen in te delen. Voor Kooijenburg (KB) en Kompas (KP) is de PPO-index gemeten na 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden berekend per groep van deze rassen (tabel 23 en 24).

Tabel 24 *PPO-index gemeten bij 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibesadigingscijfer van de rassenlijst op Kooijenburg (KB).*

	0	5	10	15	20	30
RB						
6.0	3	3	5	3	8	12
6.5	2	4	8	10	14	17
7.0	2	6	5	9	11	12

Tabel 25 PPO-index gemeten bij 0, 5, 10, 15, 20 en 30 seconden schudden voor de rassen ingedeeld volgens het rooibesadigingscijfer van de rassenlijst op Kompas (KP).

RB	0	5	10	15	20	30
6.0	2	4	5	6	11	10
6.5	2	4	6	9	10	11
7.0	2	3	5	7	7	10

Op Kooijenburg was de beschadigingsindex steeds het hoogst bij rassenlijstcijfer 6.5, uitgezonderd bij 5 seconden schudden. De verwachte afname van de beschadigingsindex van rooibesadigingscijfer 6.5 naar 7 is niet duidelijk aanwezig. Alleen op 't Kompas was de index steeds lager bij 7 dan bij 6.5 (Tabel 24) . Alleen bij 20 en 30 seconden schudden is op KP de beschadigingsindex groter bij rassenlijstcijfer 6 vergeleken met 6.5. Op een aantal uitzonderingen na. Wel steeg de PPO-index op beide locaties voor alle drie de rassenlijstcijfers naarmate de schudtijd langer was.

4 Discussie

Door - met name onderhuidse - beschadiging, neemt tijdens de bewaring het bewaarverlies sterk toe. Het voorkomen en beperken van rooibeschatiging is dan ook een middel om het financiële resultaat van de teelt van zetmeelaardappelen te verhogen. Bij een extra gevoelig gewas kan beschadiging bij rooien en verdere verwerking dan beperkt worden door extra voorzorgmaatregelen zoals aanpassing afstelling van de machine, aanpassing van de rijsnelheid en het toerental of het vermijden van grotere valhoogten en het bekleden met zacht materiaal op de kritieke plekken.

Foto 6: Afstelling van de rooischaren is van groot belang voor een geleidelijke overgang van rooischaar naar zeefketting.



Foto 7: Bij deze afstelling van de rooischaren is van een geleidelijke overgang van rooischaar naar zeefketting absoluut geen sprake. Het gevolg is dan ook veel beschadiging aan de knollen. Dit is te voorkomen!



Het onderzoek had de volgende doelen:

- Het vaststellen van verschillen tussen rassen in de mate van gevoeligheid voor onderhuidse (rooi)beschadiging.
- Het kwantificeren van de relatie tussen de gemeten waarden van de elektronische aardappel (PTR-200) en de mate van onderhuidse rooibeschatiging (PPO-beschadigingsindex)

- Het vaststellen van de relatie tussen de PPO-beschadigingsindex en de rassenlijstcijfers voor beschadiginggevoeligheid.
- Bij voldoende consistentie in bovengenoemde relaties datasets voorbereiden voor gebruik in en verbetering van Optirob, een door Agrobiokon ontwikkelde rekenmodule die prognoses voor bewaarverliezen geeft.

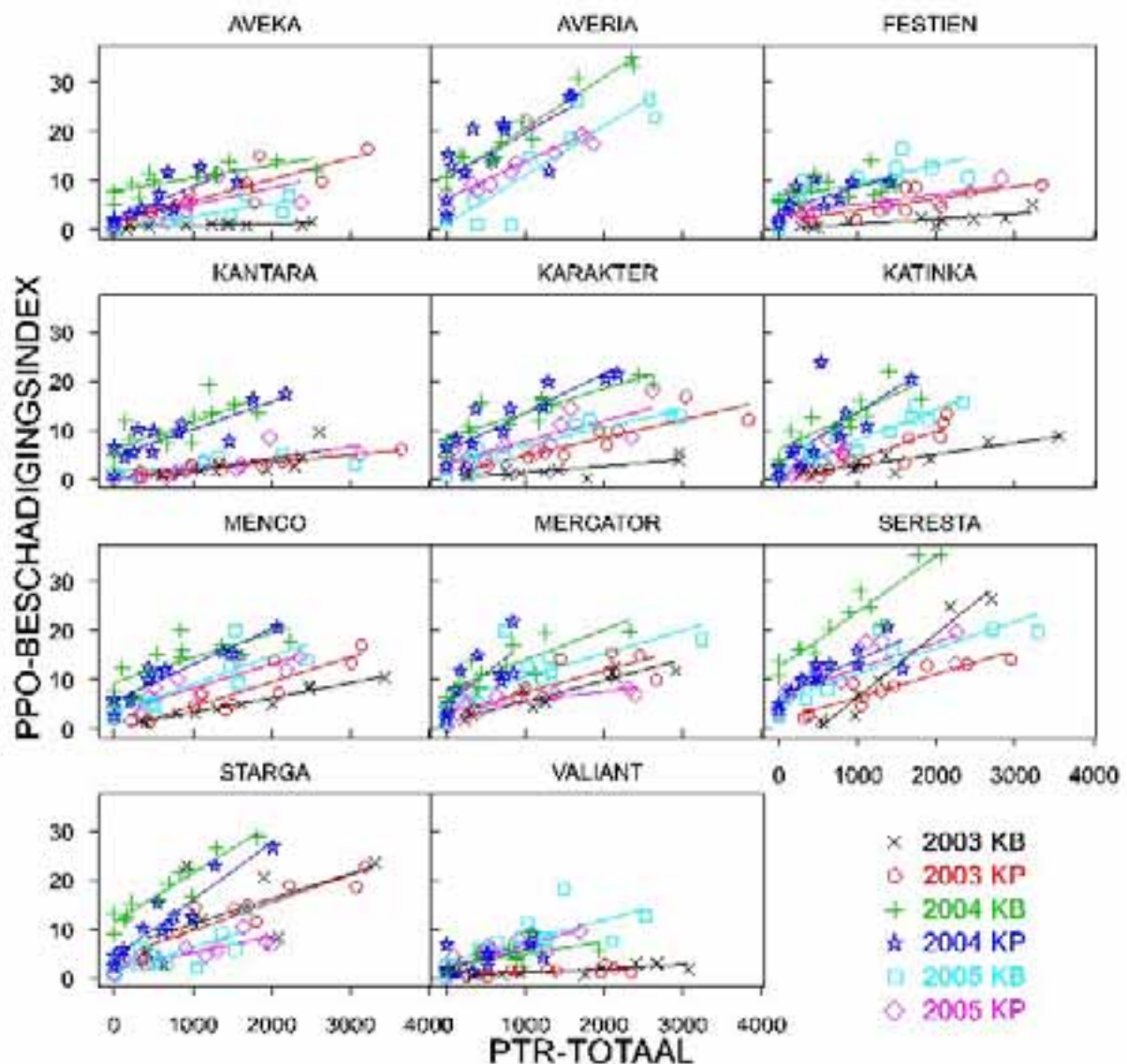
De toets bestond eruit dat monsters gerooide knollen uit een partij en een elektronische aardappel (PTR200) werden geschud in een schudbak waarin een rooiketting was gelegd. De schudtijd per monster werd verschillend ingesteld. De elektronische aardappel registreerde het aantal botsingen met de aardappelknollen onderling en met de rooiketting en tevens de intensiteit van elke botsing. Zo werd per monster de hoeveelheid mechanische belasting vastgesteld. Ook werd per monster een beoordeling gegeven van de onderhuidse rooibeschatiging na het dun schillen van de monsters (PPO—index). Zo kon de relatie tussen rooibeschatiging en de hoeveelheid mechanische belasting worden vastgesteld.

Ras niet alleszeggend

Er werden elf verschillende rassen in het onderzoek opgenomen. Uit het officiële rassenonderzoek is al gebleken dat er verschillen bestaan tussen rassen in gevoeligheid voor rooibeschatiging. Deze verschillen zijn globaal d.m.v. waarderingscijfers in de rassenlijst weergegeven. Om ook inzicht te verkrijgen in de invloed van de grondsoort werden de proeven uitgevoerd op zandgrond op proefboerderij Kooijenburg en op dalgrond op proefboerderij Kompas.

De weersomstandigheden gedurende het groeiseizoen bleken ook een grote invloed te hebben op de gevoeligheid voor rooibeschatiging. In 2003 was er veel minder beschadiging dan in 2004 en 2005. De locatieverschillen waren echter gering. Hoewel de rasverschillen elk jaar hetzelfde waren, was toch voor elk ras de uitslag tussen de jaren erg verschillend. Wellicht dat voor een aantal rassen gezegd kan worden dat ze vrijwel nooit problemen met rooibeschatiging zullen geven zoals Aveka en Festien en dat andere rassen juist erg gevoelig zijn zoals Seresta, Starga en Averia. Voor elk ras is in één grafiek de beschadigingsindex uitgezet als lineaire functie van de PTR-TOTAAL (figuur 13).

Figuur 13 De geschatte regressielijnen per combinatie van jaar, locatie (KB=Kooijenburg; KP= Kompas) en ras



De voorspelling van de gemiddelde beschadigingsindex was in 2004 hoger dan in 2005 en het laagst in 2003 (tabel 25). Binnen de jaren waren verschillen tussen Kooijenburg en Kompas gering (tabel 25).

Tabel 25 Voorspelde beschadigingsindex per jaar en locatie bij PTR-totaal = 1500.

Jaar	Lokatie	KB	KP
2003.		8	10
2004.		21	21
2005.		13	11

Rasverschillen waren op beide locaties nagenoeg gelijk. Het ras Aveka had een hogere beschadigingsindex op locatie 't Kompas dan op Kooijenburg. Voor Seresta was de voorspelde beschadigingsindex juist hoger op Kooijenburg dan op 't Kompas.

Tabel 26 Voorspelde beschadigingsindex per ras en locatie bij PTR-totaal = 1500.

Ras	Lokatie	KB	KP
-----	---------	----	----

AVEKA	7	11
AVERIA	23	23
FESTIEN	9	9
KANTARA	8	8
KARAKTER	11	14
KATINKA	14	16
MENCO	13	14
MERCATOR	15	16
SERESTA	24	17
STARGA	20	17
VALIANT	7	7

Tabel 27 Voorspelde beschadigingsindex per ras en jaar bij PTR-totaal = 1500.

Ras	Jaar	2003	2004	2005	Gemiddeld per ras
AVEKA		6	14	7	9
AVERIA		18	30	21	23
FESTIEN		4	12	10	9
KANTARA		4	17	4	8
KARAKTER		6	20	11	12
KATINKA		7	23	15	15
MENCO		8	20	14	14
MERCATOR		11	25	11	16
SERESTA		15	28	17	20
STARGA		16	29	10	18
VALIANT		2	9	11	7

Zoals al eerder vermeld varieerde de voorspelde index gemiddeld over rassen en locaties per jaar. In 2004 werden de zwaarste beschadigingen vastgesteld en in het jaar 2003 de geringste. Opmerkelijk was bovendien dat de range van de waarden PTR-totaal in 2003 opliep tot bijna 4000 en in de jaren daarna beperkt bleef tot maximaal 3000. (zie figuur 13).

Het ras Valiant week in 2005 enigszins af. De voorspelde index was in 2005 duidelijker hoger dan in voorgaande jaren. Bij het ras Starga was de index in 2005 lager dan in 2003 en 2004. Het verschil in voorspelde index tussen de jaren 2005 en 2003 was bij de meeste rassen gering. Bij het ras Festien was de voorspelde index 10 in 2005 en slechts 4 in 2003. Bij het ras Karakter was de voorspelde beschadiging 11 in 2005 en 6 in 2003. Ook bij Katinka en Menco was de voorspelde beschadiging in 2003 flink lager dan in 2004.

In eerder onderzoek in het kader van Agrobiokon is vastgesteld dat ieder punt beschadigingsindex resulteerde in 0,66 % (extra) bewaarverlies. In tabel 28 is uitgerekend wat dit betekent voor de verschillende rassen.

Tabel 28 Voorspelde gemiddelde beschadigingsindex en bewaarverlies per ras bij PTR-totaal = 1500 (1 punt beschadigingsindex = 0.66 % bewaarverlies)

Ras	Gemiddelde beschadigingsindex per ras	Geschat bewaarverlies
AVEKA	9	6
AVERIA	23	15
FESTIEN	9	6
KANTARA	8	5
KARAKTER	12	8
KATINKA	15	10
MENCO	14	9
MERCATOR	16	11
SERESTA	20	13
STARGA	18	12
VALIANT	7	5

De rassen Valiant, Kantara, Festien en Aveka zijn weinig gevoelig voor beschadiging en zullen vervolgens ook minder bewaarverlies opleveren als gevolg van (rooi)beschadiging. Bij de rassen Mercator, Starga, Seresta en Averia moet door extra voorzichtigheid extra bewaarverlies worden voorkomen.

5 Conclusies

- De waarde van PTR-totaal (som van het geregistreerde waarden) was de beste voorspeller voor de PPO-beschadigingsindex. Beter dan OWG, aantal knollen, vroegheid en het cijfer voor rooibeschatiging in de rassenlijst.
- De bereikte waarden voor PTR-totaal werd sterk bepaald door het ras. Vooral de botsingen van de aardappelen onderling (hard/veerkrachtig) is bepalend voor de hoogte van de waarde voor PTR-totaal.
- De waarde van PTR-totaal bereikte waarden tot 4000 in 2003. In 2004 en 2005 werden maximale waarden bereikt van 3000 en bij enkele rassen (bijvoorbeeld Mercator op 't Kompas in 2004) van slechts 1000.
- In 2003 zijn de relaties tussen de PTR-totaal waarde en de PPO-beschadigingsindex door de oorsprong gerekend. In 2004 en 2005 zijn de meest passende relaties berekend. De lijnen gaan dan niet meer door de oorsprong, omdat aan licht geschilde knollen gebreken te zien zijn die niet terug te voeren zijn op beschadiging en/of andere knolgebreken. Het ras Averia had in 2004 op beide locaties en in 2005 op locatie 't Kompas al een hoge PPO-beschadigingsindex bij de ongeschudde monsters. Dit betekent dat er bij dit ras allerlei onderhuidse beschadigingen zichtbaar waren na het licht schillen van de monsters. De rassen Valiant en Katinka vielen in positieve zin op door juist een lage waarde bij de niet geschudde monsters.
- De toename van de PPO-beschadigingsindex als gevolg van langere tijd schudden was sterk rasafhankelijk en ook afhankelijk van de locatie waren de aardappelen zijn gegroeid als gevolg van verschillen in grondsoort. Bij de meeste rassen was de PPO-beschadigingsindex op dalgrond (locatie 't Kompas) hoger dan op zandgrond (locatie Kooijenburg). In 2003 en 2004 was echter de beschadiginggevoeligheid van het ras Seresta van Kooijenburg groter dan van 't Kompas. Bij de rassen Kantara en Valiant was er geen verschil tussen de beproefde locaties. In het jaar 2005 was er bij geen enkel ras een verschil tussen de locaties.
- De rassen Mercator (2003), Averia (2004, 2005), Seresta (2003, 2004, 2005) en Starga (2003, 2004, 2005) lieten een sterke toename zien van de PPO-beschadigingsindex bij toename van de tijd van schudde op de schudbak.
- Met de cijfers uit de rassenlijst voor rooibeschatiging, vroegheid, aantal knollen en OWG konden rasverschillen afhankelijk van het jaar voor 84% in 2003 en 62% in 2004 worden verklaard. In 2005 was er nauwelijks een statistisch betrouwbaar verband.
 - De toename van de PPO-beschadigingsindex was sterker bij een groter aantal (dus kleinere) knollen. Dit zal te maken hebben met het feit dat steeds een vast volume aardappelen is geschud. Bij meer knollen treden er meer onderlinge botsingen op. Logischerwijs zijn grove knollen van een bepaald ras gevoeliger voor beschadiging dan kleinere knollen van hetzelfde ras.
 - Een hoger OWG had een negatieve invloed op de PPO-beschadigingsindex.
 - Een hogere waardering voor rooibeschatiging in de rassenlijst had ook inderdaad een positieve invloed op de PPO-beschadigingsindex.
- In 2003 is ook de invloed van knoltemperatuur onderzocht. Bij 8 °C waren de aardappelen significant minder beschadiginggevoelig dan bij 4 °C.
- Indeling van de rassen in klassen in volgorde van een toename in gevoeligheid per jaar:
 - 2003 Weinig gevoelig : Valiant Kantara Festien Karakter
 Gevoelig : Aveka Katinka Menco
 Zeer gevoelig : Mercator Seresta Starga
 - 2004 Weinig gevoelig : Valiant Festien Aveka
 Gevoelig : Kantara Karakter Menco Mercator
 Zeer gevoelig : Katinka Starga Seresta Averia
 - 2005 Weinig gevoelig : Kantara Aveka Festien Karakter

Gevoelig	:	Mercator	Starga	Valiant	Menco
Zeer gevoelig	:	Seresta	Katinka	Averia	

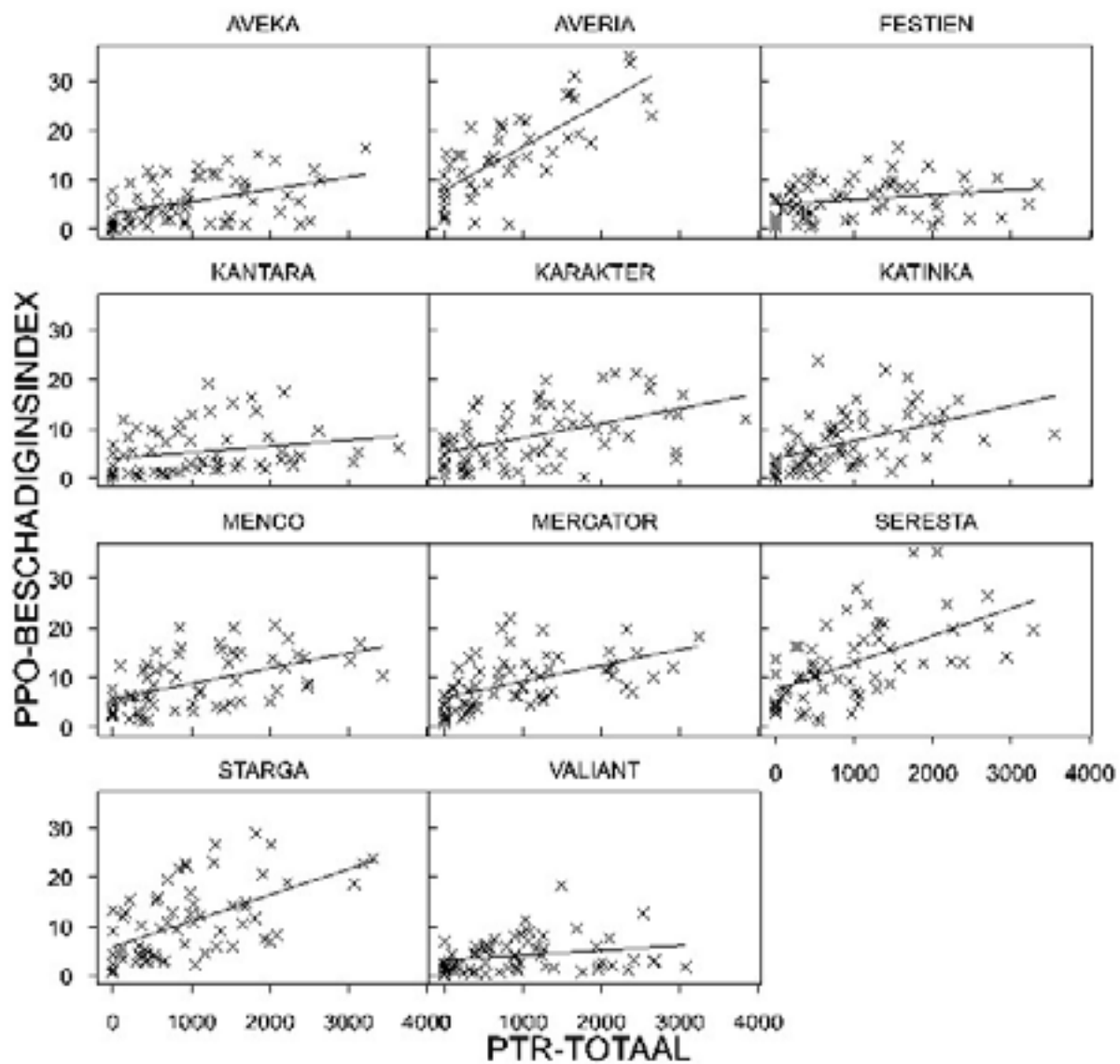
Kijkend naar de verschillende doelen van het onderzoek dan heeft het onderzoek de volgende resultaten opgeleverd:

- Het vaststellen van verschillen tussen rassen in de mate van gevoeligheid voor (rooi)beschadiging.
De rassen zijn in verschillende groepen in te delen.
Weinig gevoelig (index <10): Valiant, Kantara, Festien, Aveka
Gevoelig (index 10 – 15): Karakter, Menco, Katinka
Zeer gevoelig (index > 15): Mercator, Starga, Seresta, Averia
- Het kwantificeren van de relatie tussen onderhuidse rooibeschadiging (PPO-beschadigingsindex) en de meetwaarden van de elektronische aardappel (PTR-200).
De PTR-totaal waarde was afhankelijk van de schudduur, maar ook van het ras. Dit betekent dat per ras de relatie bekend moet zijn tussen PTR-totaal en de beschadigingsindex.
- Het vaststellen van de relatie tussen de PPO-beschadigingsindex en de rassenlijstcijfers voor beschadiginggevoeligheid.
Het cijfer in de rassenlijst voor beschadiginggevoeligheid is slechts een range van 6 tot 7. Er was enig verband tussen dit cijfer en de PPO-index voor onderhuidse beschadiging per groep van rassen. Het rassenlijstcijfer voor rooibeschadiging, in combinatie met de cijfers voor vroegheid, aantal knollen en OWG gaf een beter verband weer.
- Bij voldoende consistentie in bovengenoemde relaties datasets voorbereiden voor gebruik in en verbetering van Optirob, een door Agrobiokon ontwikkelde rekenmodule die prognoses voor bewaarverliezen geeft.
Naast rasverschillen waren er ook duidelijk jaar- en locatieverschillen. De berekende beschadigingsindex bij PTR-totaal van 1500, in combinatie met het te verwachten (extra) bewaarverlies van 0.66% per punt index kan voor de praktijk voldoende zijn om de rasverschillen inzichtelijk te maken en een afweging te maken of er extra maatregelen nodig zijn. De rekenmodule Optirob zal daarom vooral als voorlichtingsinstrument gebruikt kunnen worden om verschillen inzichtelijk te maken.

6 Aanbeveling voor de praktijk

Bij het rooien van de aardappelen kan de elektronische aardappel in de rug van de aardappelen worden gedaan. De elektronische aardappel wordt dan mee gerooid en kan op de voorraadbunker of de wagen weer worden teruggezocht. Bij de gemeten uitslag van de elektronische aardappel (PTR 200) kan de PPO-index voor onderhuidse beschadiging van de partij aardappelen worden voorspeld. Is de voorspelde rooibeschadiging onaanvaardbaar hoog, dan dient het rooien zodanig te worden aangepast dat de PTR 200-uitslag zodanig daalt, dat de voorspelde rooibeschadigingsindex beneden de van tevoren gestelde kritische drempel uitkomt. Onderstaand zijn in figuur 14 de regressielijnen per ras als gemiddelde van drie jaar en twee locaties weergegeven. Bovendien zijn in tabel 29 de parameters a en b van de regressievergelijkingen ($\text{Index} = a + b * \text{PTR-totaal}$) weergegeven, zodat voor iedere PTR-waarde de beschadigingsindex kan worden uitgerekend.

Figuur 14. De geschatte regressielijnen per ras.



Tabel 29. De geschatte regressiecoëfficiënten a en b per ras.

ras	a	b
AVEKA	3.189	0.002454
AVERIA	7.906	0.008740
FESTIEN	5.104	0.000965
KANTARA	3.975	0.001227
KARAKTER	5.115	0.002987
KATINKA	3.995	0.003544
MENCO	5.714	0.003062
MERCATOR	5.981	0.003213
SERESTA	7.407	0.005526
STARGA	5.759	0.005290
VALIANT	3.137	0.000979

In tabel 30 is per opklimmende waarde van PTR-totaal de PPO-beschadigingsindex weergegeven, zodat men relatief eenvoudig kan zien het grote verschil in stijging van de beschadigingsindex per ras.

Tabel 30. De Index bij PTR-totaal 0, 500 ... 4000 berekend per ras. Index = a + b * PTR-totaal

ras	I[0]	I[500]	I[1000]	I[1500]	I[2000]	I[2500]	I[3000]	I[3500]	I[4000]
AVEKA	3.189	4.416	5.643	6.87	8.10	9.32	10.55	11.78	13.00
AVERIA	7.906	12.276	16.646	21.02	25.39	29.76	34.13	38.50	42.87
FESTIEN	5.104	5.587	6.069	6.55	7.03	7.52	8.00	8.48	8.96
KANTARA	3.975	4.588	5.202	5.82	6.43	7.04	7.66	8.27	8.88
KARAKTER	5.115	6.609	8.102	9.60	11.09	12.58	14.08	15.57	17.06
KATINKA	3.995	5.767	7.539	9.31	11.08	12.86	14.63	16.40	18.17
MENCO	5.714	7.245	8.776	10.31	11.84	13.37	14.90	16.43	17.96
MERCATOR	5.981	7.587	9.194	10.80	12.41	14.01	15.62	17.23	18.83
SERESTA	7.407	10.169	12.932	15.69	18.46	21.22	23.98	26.75	29.51
STARGA	5.759	8.404	11.049	13.69	16.34	18.98	21.63	24.27	26.92
VALIANT	3.137	3.626	4.116	4.60	5.09	5.58	6.07	6.56	7.05

Bijvoorbeeld een index van 10 wordt bereikt bij een PTR-totaal waarde van ± 3000 bij het ras Aveka, terwijl een index van 10 bij het ras Averia reeds wordt bereikt bij een PTR-totaal waarde van ± 240.