

Abreifeverlauf von Markerbsen korreliert sehr eng mit der Temperatursumme; AIS-Gehalt guter Qualitätsparameter	Markerbsen Sorte, Reife Ertrag, Qualität
---	---

Zusammenfassung

Am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz wurde 2012 wiederum der Abreife- und Ertragsverlauf von 8 Markerbsensorten, darunter ein 'double wrinkled' Typ, mit unterschiedlicher Entwicklungszeit miteinander verglichen. Dabei wurden neben Tenderometerwert, AIS- und Trockensubstanzgehalt auch Inhaltsstoffe und sensorische Eigenschaften der Erbsen untersucht.

Es zeigte sich, auch bei Einbeziehung der Ergebnisse vorheriger Versuche, dass der Anstieg der Tenderometerwerte in der Erntezeit sehr gut mit einer Exponentialfunktion beschrieben werden kann. Auf Basis der Umkehrfunktion wird ein Modell vorgestellt, mit dem man anhand eines aktuell gemessenen Tenderometerwertes die Zeit bis zum Erreichen des gewünschten Tenderometerwertes abschätzen kann.

Der Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und AIS-Gehalt war wiederum eng, bekannte Sortenunterschiede wurden zumeist bestätigt. Der AIS-Gehalt korrelierte mit den untersuchten Qualitätsparametern fast ausnahmslos enger als der Tenderometerwert, wobei das Bestimmtheitsmaß beim Trockensubstanz- und Stärkegehalt über 90 % lag. Auch zum bonitierten 'Geschmack' konnte mit einem Bestimmtheitsmaß von 74 % eine relativ enge Korrelation gefunden werden.

Die 'double wrinkled' Sorte fiel vor allem bei der Tenderometer-Stärkegehaltsbeziehung mit niedrigen Stärkegehalten auf.

Versuchshintergrund u. -frage

Die Bezahlung von Erbsen für die industrielle Verarbeitung erfolgt nach deren Reifegrad, der im Allgemeinen mit einem Tenderometer bestimmt wird. Der Tenderometerwert (TW) kann sehr schnell ermittelt werden und zeigt eine enge Korrelation zu sensorisch ermittelten Qualitätsparametern.

Allerdings lässt sich der TW nur an rohen, unverarbeiteten Erbsen bestimmen, so dass Abnehmer von verarbeiteten Erbsen deren Reifegrad (neben einer sensorischen Überprüfung) nur durch eine Bestimmung des AIS-Gehaltes ermitteln können, der wiederum häufig mit einem entsprechenden Faktor in einem TW umgerechnet wird.

Ein erster Versuch (LABER 2011a) sowie umfangreiches Datenmaterial eines italienischen (LABER 2011b) und nordwesteuropäischen Tiefkühlwerkes (LABER 2012) bestätigten die Vermutung, dass es sortenspezifische Unterschiede beim Zusammenhang TW zum AIS-Gehalt gibt.

In einem weiteren Versuch sollte überprüft werden, ob sich die aus den italienischen bzw. nordwesteuropäischen Daten für bestimmte Sorten ergebenden TW-AIS-Relationen am Standort Dresden-Pillnitz reproduzieren lassen. Dazu wurden u. a. Sorten einbezogen, die entweder hohe ('Rainier', 'Abador') oder niedrige ('Spring') AIS-Gehalte zeigten (Tab. 1). Mit 'XP 8570956' wurde eine 'double wrinkled' Erbse (extra süß) aufgenommen, die nach Züchterangaben einen verzögerten Stärkeaufbau aufweisen soll. Neben dem TW, dem AIS-Gehalt und dem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) wurden auch Inhaltsstoffe (Zucker, Stärke) und der Geschmack der unterschiedlich reifen Erbsen bestimmt. In Fortführung der bisherigen Versuche (LABER 2011a) wurde darüber hinaus wiederum der Abreife- und Ertragsverlauf der Erbsen erfasst.

Versuche im deutschen Gartenbau	
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,	
Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz	
Bearbeiter: Hermann Laber	2 0 1 2

Kulturdaten 2012

23. März 2012: Aussaat der frühen und mittelfrühen Sorten (110 bzw. 100 keimfähige Körner/m²), Reihenabstand 11,5 cm
10. April: Aussaat der mittelspäten und späten Sorten (90 keimfähige Körner/m²)
31. Mai: erste Beerntung ('Spring', 'Sherwood'),
6. Juli: letzte Beerntung ('Rainier')
- Parzellengröße: 5,75 m²

Material und Methoden

Der Versuch wurde in die Sortenversuche des Jahres 2012 integriert (LATTAUSCHKE 2012), wobei jeweils 6 Parzellen von einer Sorte ausgesät wurden und so 6 Ernten (ohne Wiederholung) zu unterschiedlichem Reifegrad möglich waren. Sofern die jeweilige Sorte auch in dem Sortenversuch integriert war, konnte eine 7. Zeiternte (mit dann 4-facher Wiederholung) ausgewertet werden.

Bei der Ernte wurden die Erbsenpflanzen auf den Parzellen von Hand gezogen und anschließend mit einem 'Mini Sampling Viner' (Firma Haith, GB) zeitnah mit zweimaligem Durchgang gedroschen.

Nach der Ertragerfassung wurden die Erbsen in Leitungswasser gewaschen und mit Hilfe von gewöhnlichen Küchensieben von Blatt- und Hülsenteilen befreit. Dabei wurden teilweise beim Druschvorgang zerschlagene Erbsen mit entfernt, was bei sehr früher Ernte (TW unter 80) auch etwas größere Mengen an Erbsen betreffen konnte.

An den gewaschenen, unsortierten Erbsen (auf eine Sortierung der Erbsen wie im Versuch 2011 wurde auf Grund des hohen Arbeitsaufwandes verzichtet) wurde mit dreifacher Messwiederholung an einem Tenderometer mit einer *Kramer Shear Cell* (Model TM2, Food Technology Corp., USA) der TW bestimmt. Ca. 200 g der Erbsen wurden in Fotoschalen mit untergelegten Tüchern sorgfältig von äußerer Feuchtigkeit befreit und anschließend zur Bestimmung des TS-Gehaltes bei 105°C getrocknet.

Soweit vorhanden (bei sehr früher Ernte und entsprechend geringem Ertrag mussten die Analysen und Geschmacksproben teilweise an geringen Probemengen erfolgen) wurden jeweils ca. 900 g Erbsen 3 min blanchiert, im kalten Wasser abgekühlt, sorgfältig von äußerer Feuchtigkeit befreit und anschließend bei -18°C in loser Schüttung eingefroren. An ca. 50 g dieser eingefrorenen Erbsen wurde wiederum der TS-Gehalt ermittelt.

Im Labor wurden die eingefrorenen Proben später auf ihren AIS-Gehalt (nähere Erläuterung s. LABER 2011a) sowie Zucker- (nach LUFF-SCHOORL, berechnet als Saccharose) und Stärkegehalt (polarimerisch) hin untersucht. Eine weitere Teilprobe wurden im hiesigen Tiefkühlwerk entsprechend des internen Qualitätssicherungsschemas von zwei erfahrenen Personen auf sensorische Eigenschaften überprüft, wobei eine Boniturskala von 5,0 (z. B. "keine Süße") bis 9,0 ("sehr süß") verwendet wurde. Die Proben waren zuvor zufällig nummeriert worden, so dass die Tester nicht auf Sorte und Reifegrad schließen konnten ('Blindverkostung').

Für den Erntezeitraum wurde eine mittlere Temperatur von 18,1°C (2 m Höhe) ermittelt (Tagesdurchschnittsminima: 11,0°C, -maxima: 26,0°C). Als 'Normaltag' wurde ein Tag mit 18,4°C festgelegt, was in etwa der langjährigen Mitteltemperatur während der Erbsenkampagne am hiesigen Standort entspricht. Auf Grund des geringen Einflusses der Basistemperatur auf die Variation der Temperatursumme vom Blühbeginn bis zur Ernte (vgl. LABER 2009) wurden Temperatursummen mit der 'klassischen' Basistemperatur von 4,4°C berechnet.

Ergebnisse

Ziel war es, die erste Parzelle einer Sorte bei einem TW von ca. 80 zu beernten, was mit Ausnahme von 'Abador' und 'Serge' (beide 90) auch gelang. In zumeist 1- bis 2-tägigem Abstand wurden weitere Parzellen bis zu einem TW von ca. 160-180 ausgewertet.

Reifeverlauf:

Die **Zunahmen der TW** von Erntetermin zu Erntetermin fielen wiederum unterschiedlich aus, zeigten aber eine 'gewisse' Beziehung zum Ausgangs-TW, wenn die TW-Zunahmen auf eine Temperatursummen-Einheit bzw. einen Normaltag mit 18,4°C bezogen wurden (Abb. 1). Ohne Umrechnung auf einem Normaltag lag das Bestimmtheitsmaß (R^2) bei 0,45.

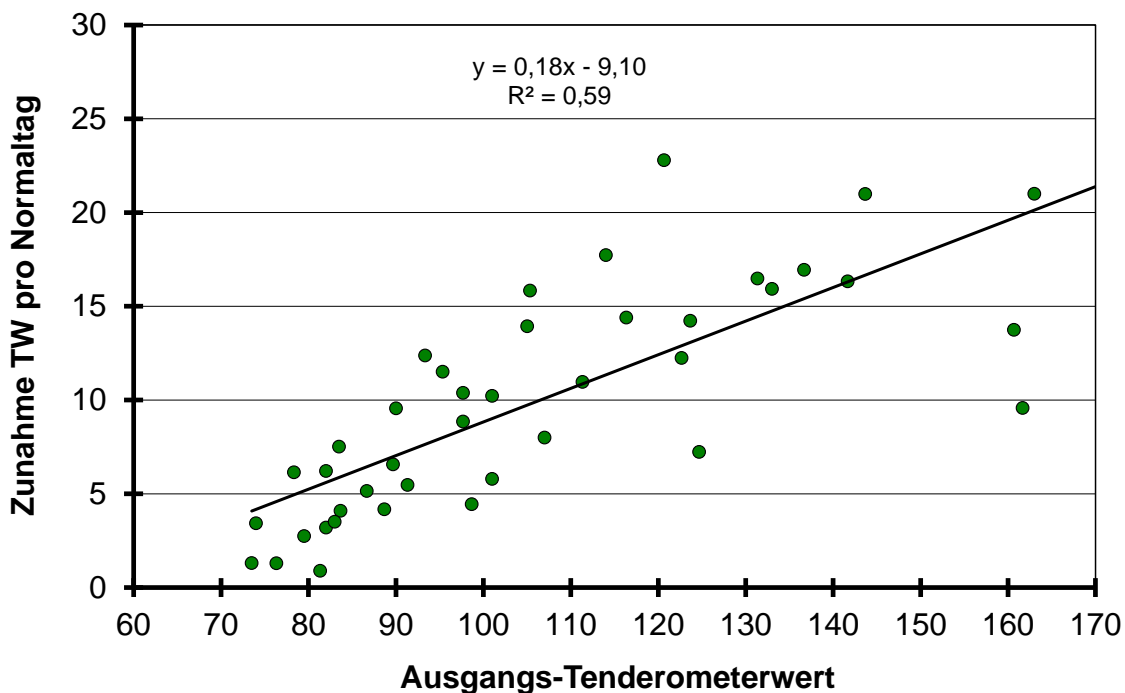


Abb. 1: Zunahme der Tenderometerwert (TW) der Erbsen pro Normaltag mit 18,4°C in Abhängigkeit vom jeweiligen Ausgangs-Tenderometerwert

Trotz der Schwankungen bei den TW-Zunahmen zeigte sich über die Reifeperiode hinweg für jede Sorte ein nahezu exakt mit einer Exponentialfunktion beschreibbarer Anstieg der TW (Abb. 2). Dabei stellt der erste Zahlenwert den theoretisch geringstmöglichen TW dar. Die Summe aus dem ersten und zweiten Zahlenwert entspricht dem TW bei der ersten Ernte (0°Cd). Der Zahlenwert im Exponenten beschreibt die Steigung der Funktion. (Bei der entsprechenden Auswertung der Vorversuche wurde eine einfache quadratische Funktion benutzt, die aber teilweise einen zunächst leicht fallenden TW beschreibt; vgl. Abb. 4.)

Auf Basis dieser Regressionsgleichungen wurde die Temperatursumme (ab Erntebeginn) bis zum Erreichen von TW 120 für jede Sorte separat geschätzt und diese Wärmesumme gleich 0 gesetzt. Damit konnten für eine gemeinsame Betrachtung aller Sorten (Abb. 3) die bei jeder Sorte etwas unterschiedlichen Beobachtungszeiträume 'synchronisiert' werden

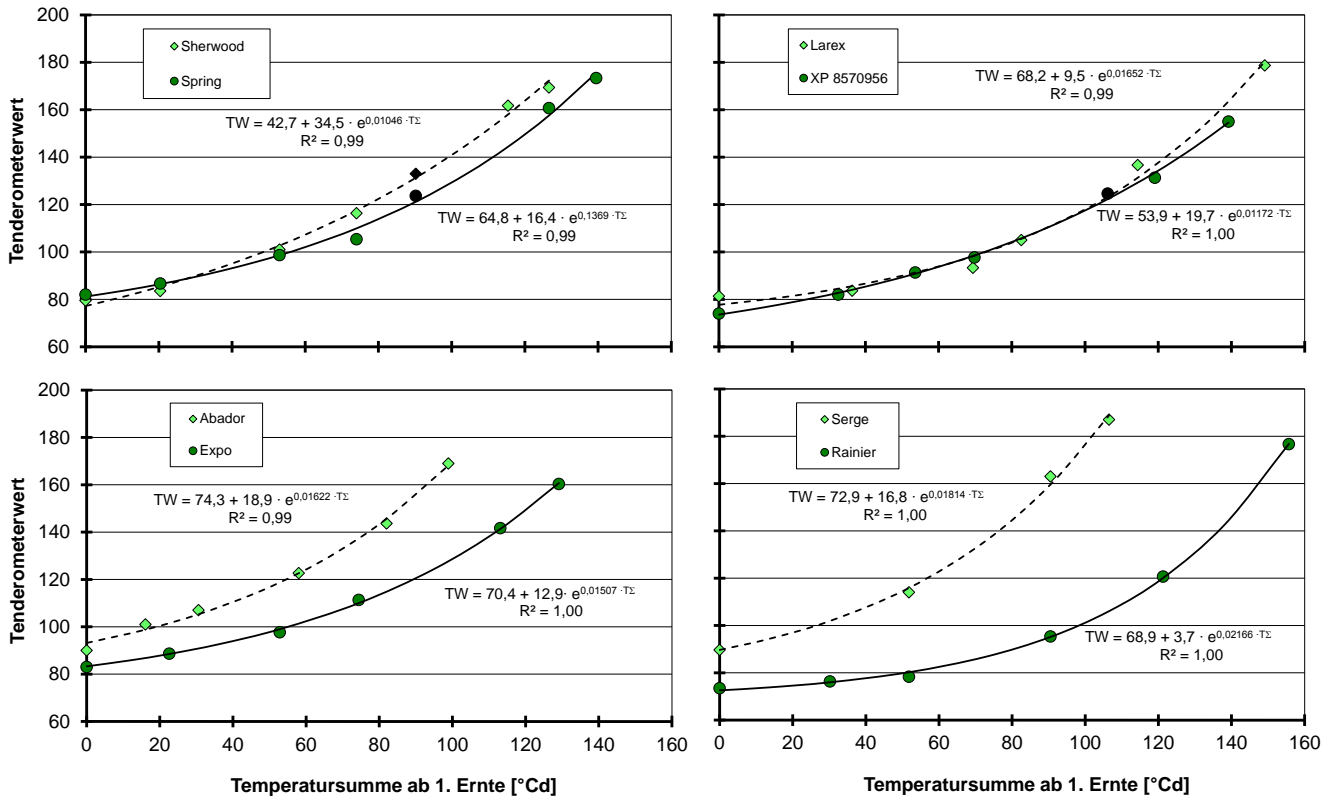


Abb. 2: Anstieg der Tenderometerwerte in Abhängigkeit von der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) nach der 1. Ernte

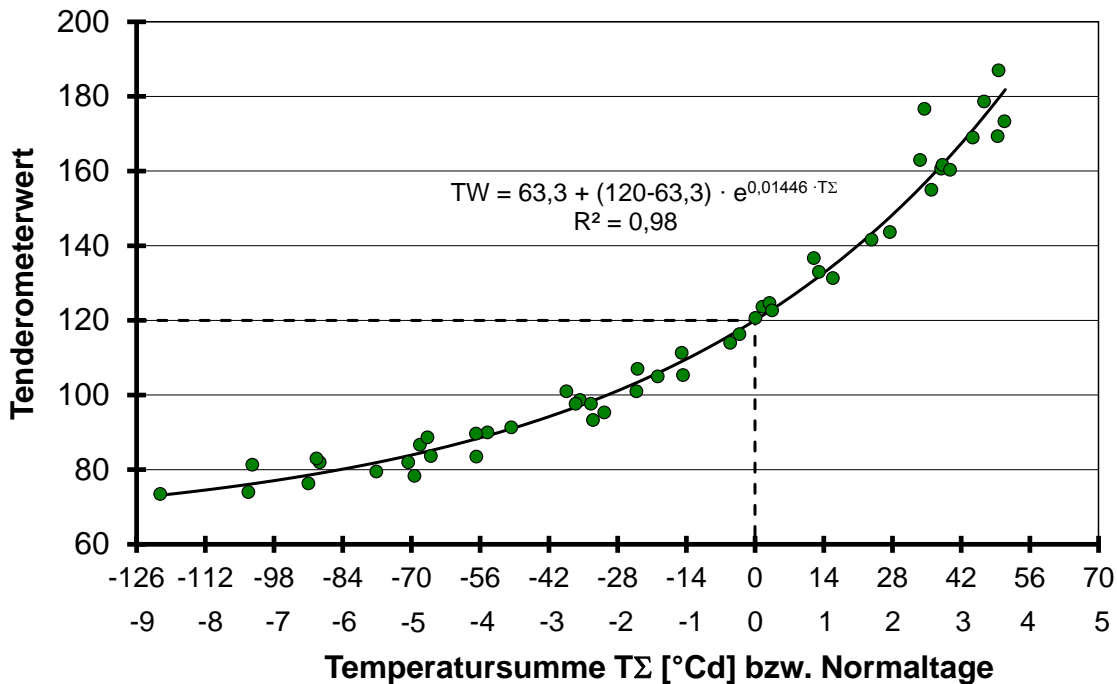


Abb. 3: Anstieg der Tenderometerwert der Erbsen mit der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) bzw. an einem Normaltag mit 18,4°C Durchschnittstemperatur (Temperatursumme bei TW 120 berechnet anhand der jeweiligen Regressionsgleichungen aus Abb. 2 und gleich 0 gesetzt.)

Auch für alle bisher untersuchten 32 Markerbsensorten (Versuche 2006-2011: s. LABER 2011a) ergibt sich ein Abreifeverhalten, das ebenfalls sehr gut mit einer exponentiellen Funktion beschrieben werden kann (Abb. 4). Auf Basis dieser Funktion kann mit Hilfe der Umkehrfunktion aus einem aktuell gemessenen TW die Temperatursumme bzw. die Zeit bis zum Erreichen des gewünschten TW (hier 120) abgeschätzt werden (Abb. 5).

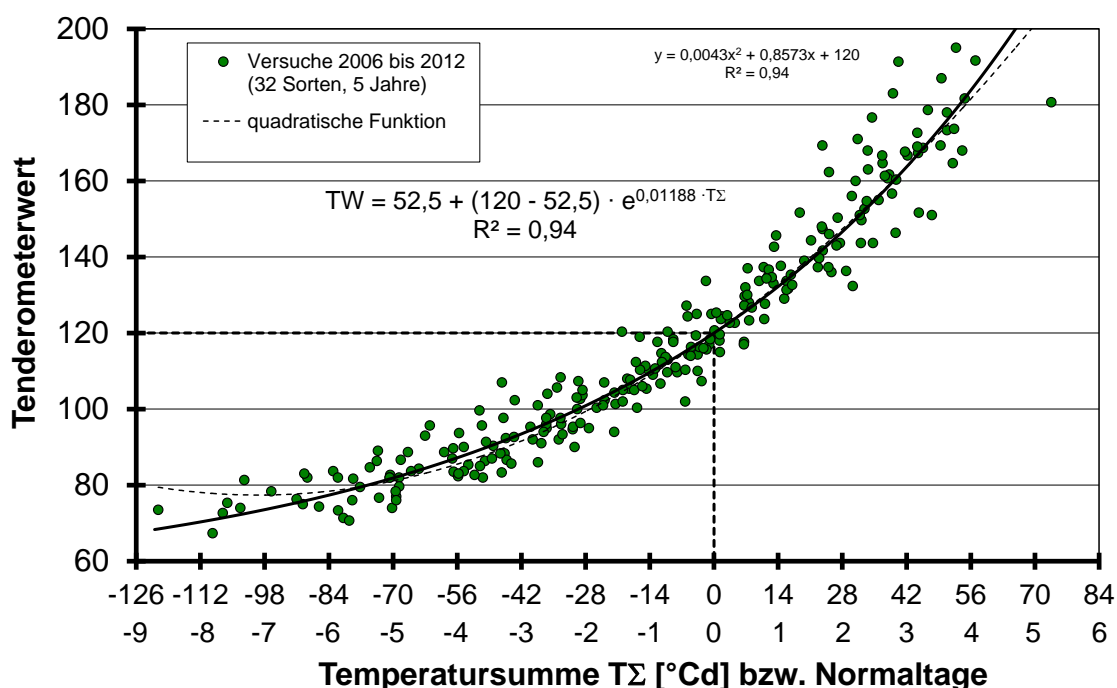


Abb. 4: Anstieg der Tenderometerwert der Erbsen mit der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) bzw. an einem Normaltag mit 18,4°C Durchschnittstemperatur; Versuche 2006-2012 (Temperatursumme bei TW 120 für die Versuche 2006-2011 nachträglich berechnet und gleich 0 gesetzt.)

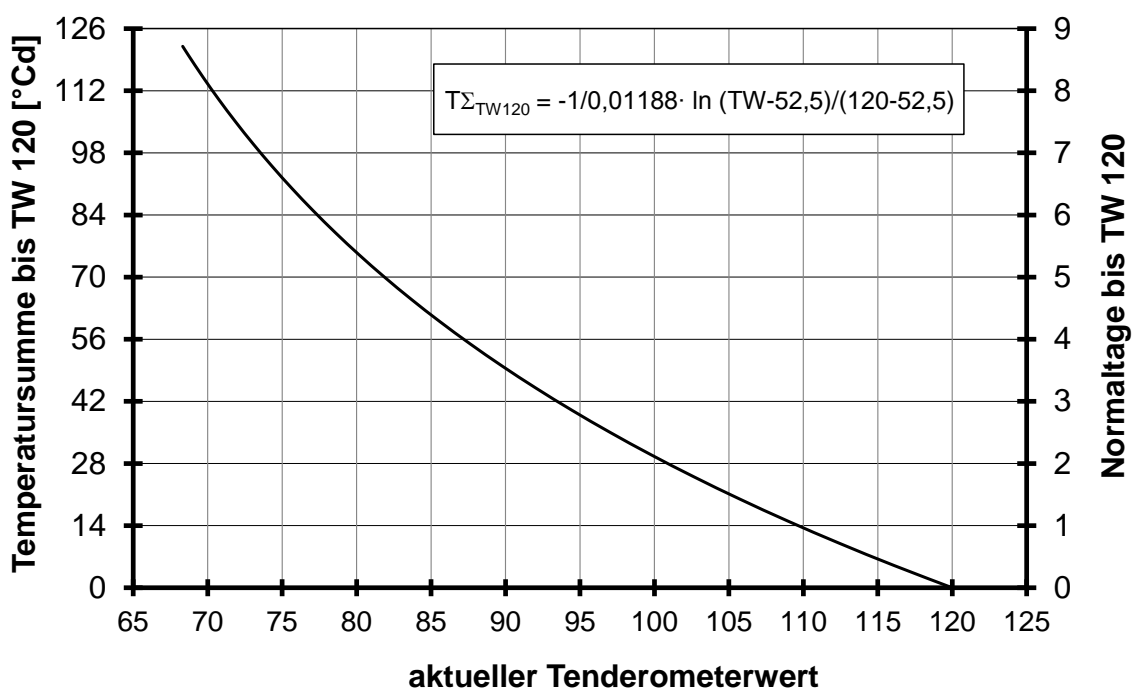


Abb. 5: Notwendige Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) bzw. Normaltage mit 18,4°C bis zum Erreichen eines Ziel-Tenderometerwertes von 120

Tenderometerwert und sensorische Eigenschaften:

Zwischen dem TW und der bei der sensorischen Prüfung bonitierten **Konsistenz** bestand ein relativ enger Zusammenhang (Abb. 6). Bei der **Geschmacks**beurteilung wurden einige der Proben mit sehr geringem TW negativ beurteilt (z. B. "sehr fad, wässrig, kein Erbsengeschmack"). Betrachtet man von daher nur Proben mit einem TW > 82, so zeigt sich eine 'gewisse' Korrelation mit dem TW (Abb. 7). Bei sortenspezifischer Betrachtung korreliert der Geschmack bei 6 der 8 Sorten (relativ) eng mit dem TW (Tab. 1).

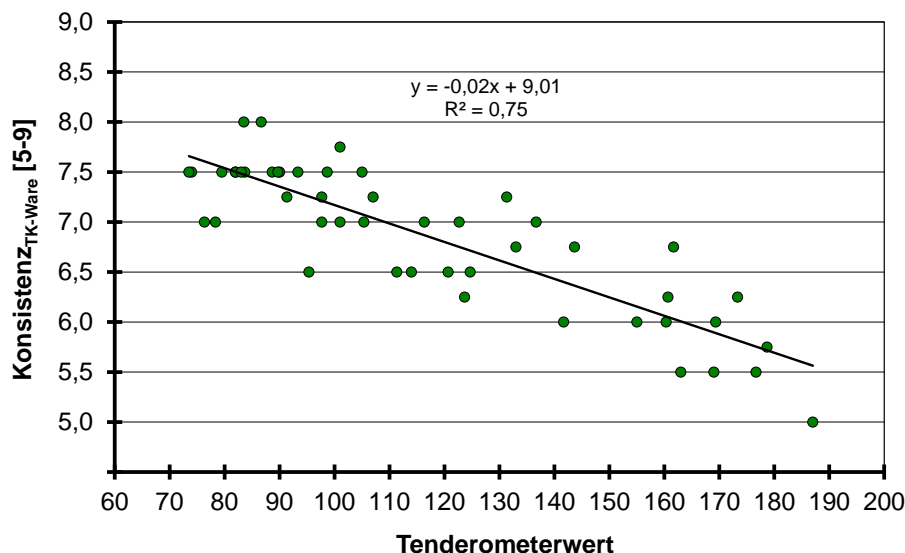


Abb. 6: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und der bonitierten Konsistenz (9,0 = sehr zart; 5,0 = sehr hart) der verarbeiteten Erbsen

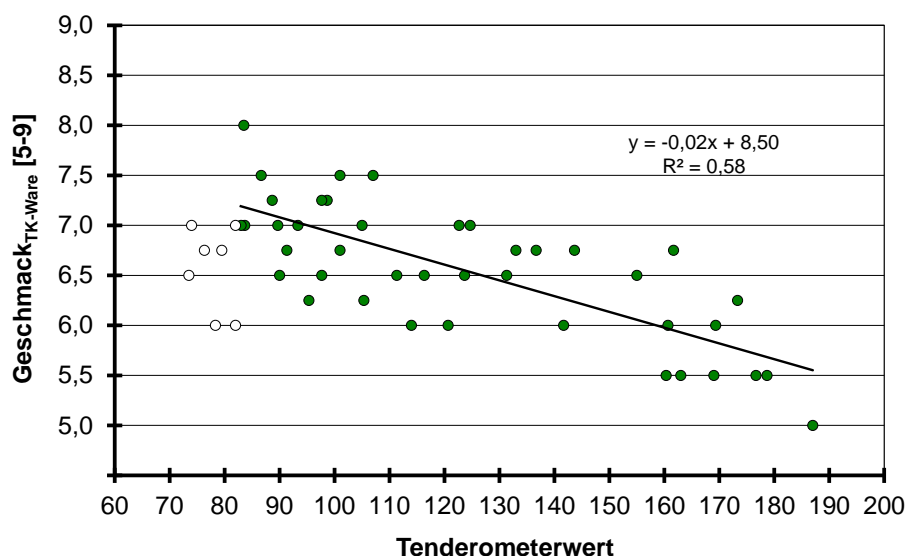


Abb. 7: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Geschmack (9,0 = sehr gut; 5,0 = sehr schlecht) der verarbeiteten Erbsen (Wertepaare mit TW < 82 wurden nicht in die Regressionsberechnung einbezogen)

Tab. 1: Regressionskoeffizient (b) und -konstante (a) sowie Bestimmtheitsmaß (R²) für den Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und bonitiertem Geschmack

Sorte (Züchter)	Reife ¹⁾	Sortierung	Blatt ²⁾	Regressionsparameter			Geschmack bei TW 120 [5-9] ³⁾
				b	a	R ²	
Spring (SVS)	0	grob	n	-0,0135	8,30	0,60	6,7
Sherwood (SVS)	1	grob	n	-0,0181	9,23	0,73	7,1
XP 8570956 (SVS)	2	grob	n	-0,0080	7,76	0,41	6,8
Larex (WAV)	6	mittelfein	n	-0,0156	8,51	0,85	6,6
Abador (SVS)	10	mittelfein	n	-0,0141	8,39	0,39	6,7
Expo (WAV)	12	mittelfein	n	-0,0198	8,71	0,91	6,3
Serge (WAV)	12	grob	af	-0,0110	7,32	0,81	6,0
Rainier (WAV)	15	grob	n	-0,0092	7,12	1,00	6,0
gesamt				-0,0158	8,50	0,58	6,6

¹⁾: Reifetage vor/nach 'Spring' = 'Avola' (Züchterangaben); ²⁾: n = normalblättrig, af = afila (fiederblattlos);

³⁾: aus der Regressionsgeraden errechnete Geschmack bei TW 120, Unterschiede statistisch nicht gesichert

Bei einem TW von 120 errechnete sich für 'Sherwood' tendenziell die höchste Geschmacknote (Tab. 1, Abb. 8), während die späten Sorten (hier allerdings auch spätere Aussaat) zumeist etwas schlechter abschnitten. Die 'double wrinkled' Sorte 'XP 8570956' wurde (bei größerer Streuung) bei niedrigem TW geschmacklich zum Teil weniger gut bewertet, zeigte dann allerdings mit zunehmendem TW die geringste Abnahme des Geschmacks (Abb. 9).

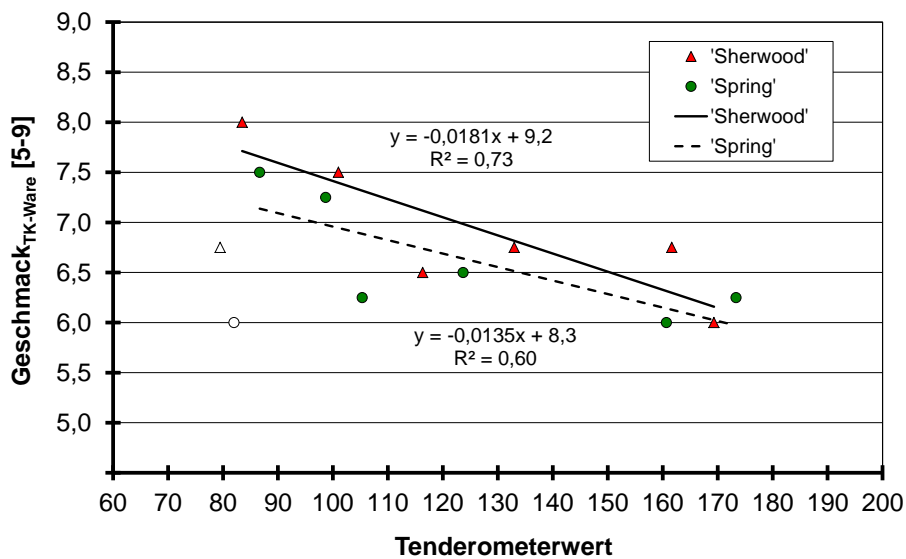


Abb. 8: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Geschmack verarbeiteter Erbsen der Sorten 'Spring' und 'Sherwood'

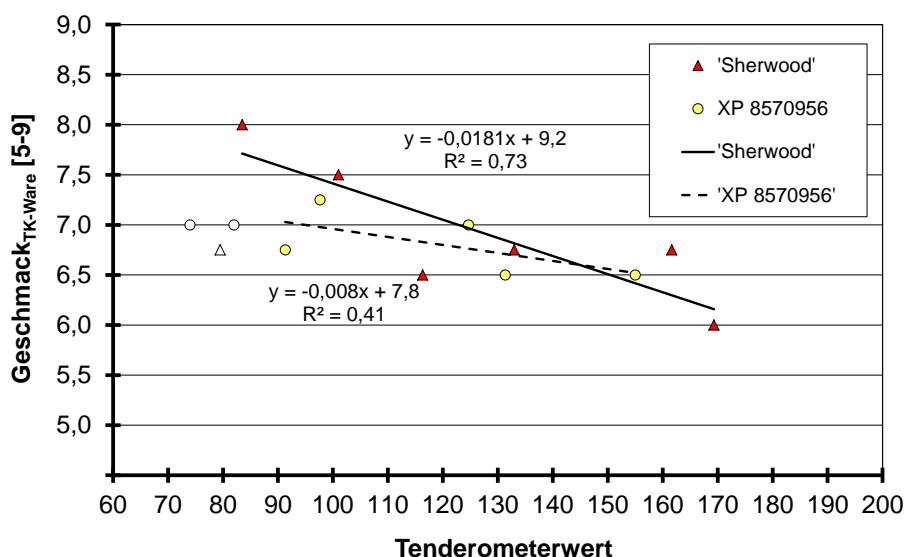


Abb. 9: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Geschmack verarbeiteter Erbsen der Sorten 'Sherwood' und 'XP 8570956'

Tenderometerwert und Trockensubstanzgehalt:

Zwischen dem TW und dem TS-Gehalt der Rohware bestand eine sehr enge Beziehung, die für einen TW von 120 einen TS-Gehalt von rund 21 % ausweist (Abb. 10). Allerdings wich der Zusammenhang stark von den sich aus Literaturdaten ergebenden Beziehungen ab. Nur aus den Daten eines kanadischen Versuchs aus dem Jahr 2000 (FALLON et. al. 2001) ergibt sich eine ähnliche Beziehung. SCOTT (1982) ermittelte den TS-Gehalt an eingefrorenen Erbsen, die zuvor aber offensichtlich nicht blanchiert wurden.

Aus dem hiesigen Tiefkühlwerk liegen Daten des Anbaujahres 2011 vor (Abb. 11), aus denen sich (bei großer Streuung, die u. a. damit zusammenhängen könnte, dass jeweils nur ca. 5 g Probenmaterial eingewogen wurden) für einen TW von 120 ein TS-Gehalt von 24,6 % errechnet, was in etwa dem TS-Gehalt entspricht, der sich nach der TW-TS-Beziehung nach OTTOSSON (1958) errechnet (vgl. Abb. 10).

Die TS-Gehalte der verarbeiteten Erbsen wichen kaum von denen der Rohware ab (Abb. 12), so dass sich analog ein noch relativ enger Zusammenhang zwischen dem TW und dem TS-Gehalt der verarbeiteten Erbsen zeigte (Abb. 13).

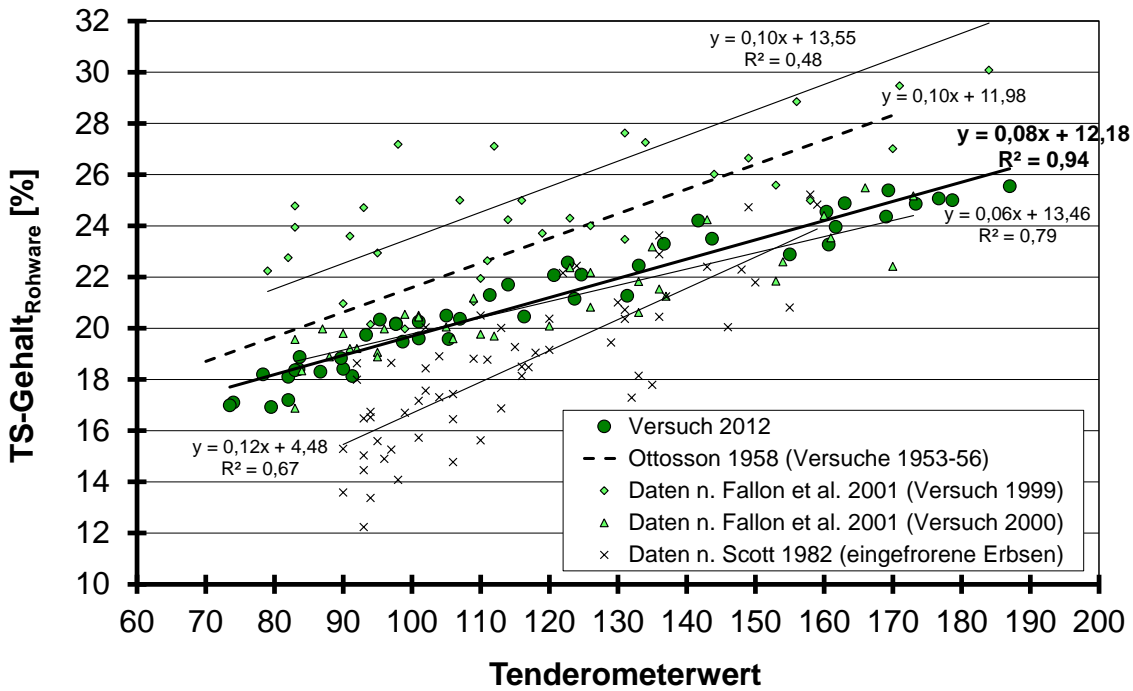


Abb. 10: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Trockensubstanzgehalt roher Erbsen

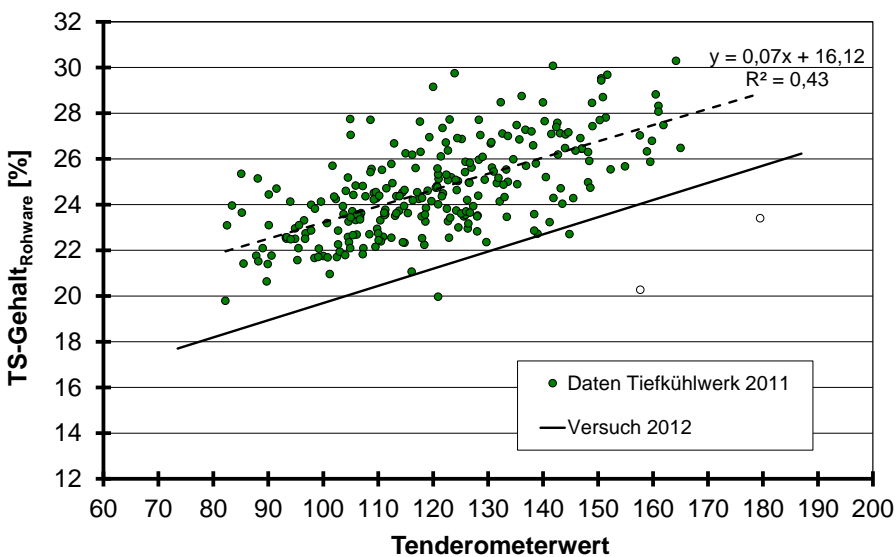


Abb. 11: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Trockensubstanzgehalt roher Erbsen (Daten Tiefkühlwerk 2011)

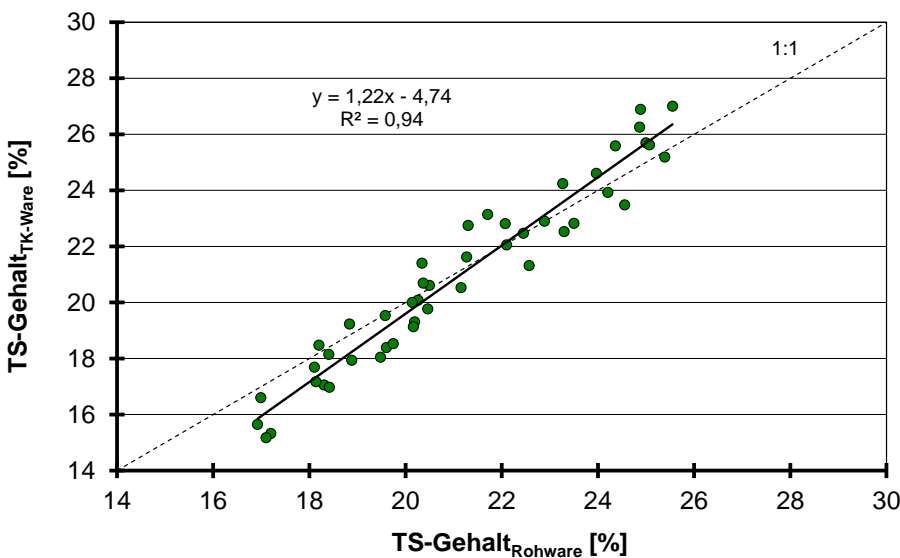


Abb. 12: Zusammenhang zwischen dem Trockensubstanzgehalt roher und verarbeiteter Erbsen

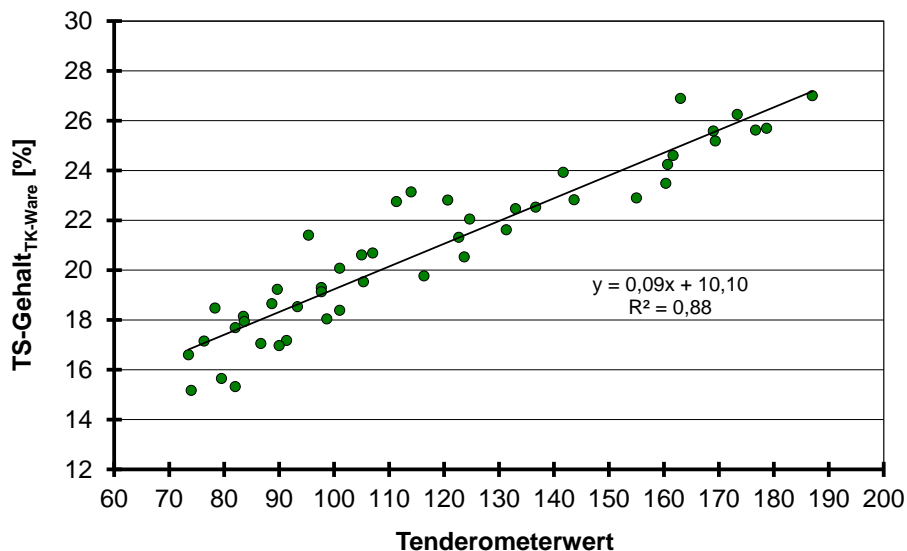


Abb. 13: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Trockensubstanzgehalt verarbeiteter Erbsen

SORENSEN et al. (2003) untersuchten neben dem TW zwar auch den TS-Gehalt verarbeiteter Erbsen, die Darstellung der Ergebnisse lässt aber keine Gegenüberstellung dieser Parameter zu. (Nur Zusammenhang zwischen AIS- und TS-Gehalt dargestellt; vgl. Abb. 18.)

Tenderometerwert und AIS-Gehalt:

Zwischen dem TW und dem AIS-Gehalt wurde nahezu der gleiche Zusammenhang wie im Vorjahresversuch gefunden (Abb. 14). Damit wurde auch der einfache Umrechnungsfaktor (Regressionsgleichung ohne Absolutglied) von 0,11 [TW \Rightarrow AIS] bzw. 9,0 [AIS \Rightarrow TW] bestätigt. (Zum Vergleich des hier gefundenen Zusammenhanges mit Literaturdaten s. LABER 2011a.)

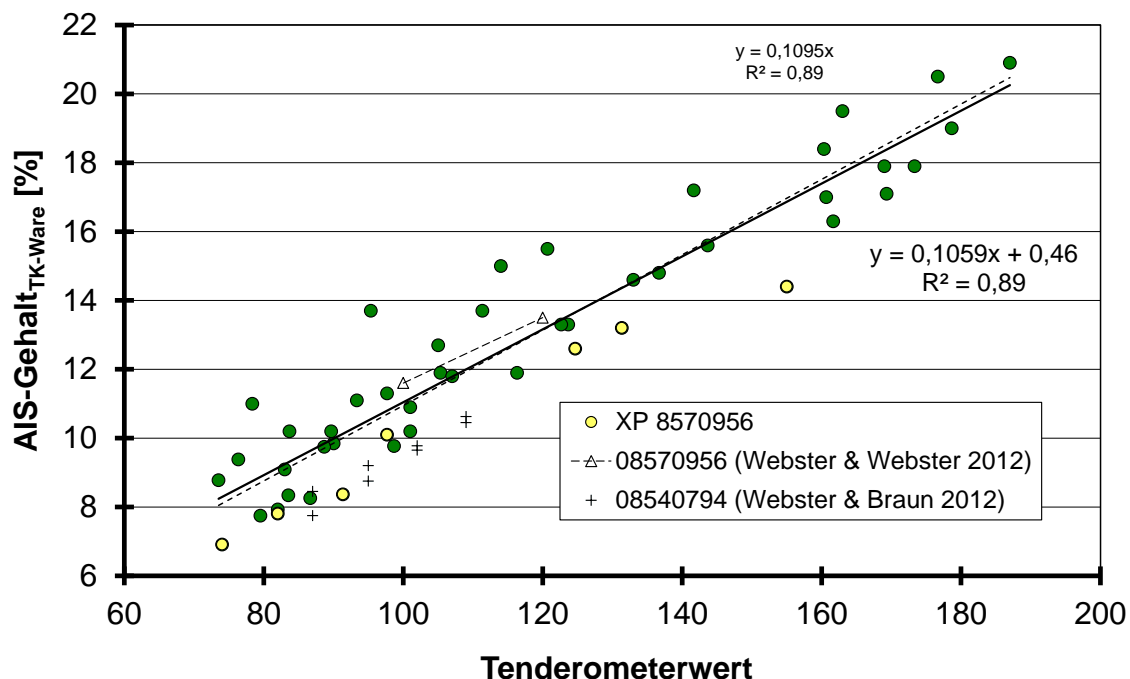


Abb. 14: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem AIS-Gehalt verarbeiteter Erbsen (die Werte der Sorte 'XP 8570956' wurden mit in die Regressionsberechnung einbezogen)

Für die einzelnen Sorten errechneten sich wiederum unterschiedliche Regressionsgeraden für den Zusammenhang zwischen TW und AIS-Gehalt (Tab. 2, exemplarisch Abb. 15). Die 'double wrinkled' Sorte 'XP 8570956' zeigte bei TW 120 (Abb. 17) aber auch bei TW 90

(Abb. 16) die geringsten AIS-Gehalte. WEBSTER & WEBSTER (2012) beschreiben für diese Sorte allerdings höhere AIS-Werte, die im Vergleich mit den hier gefundenen Ergebnissen auf durchschnittlichem Niveau liegen (vgl. Abb. 14). Für eine andere 'double wrinkled' Sorte ('08540794') fanden WEBSTER & BRAUN (2012) dagegen AIS-Gehalte, die mit den gefundenen Werten für 'XP 8570956' übereinstimmten.

Bei TW 90 stimmen die Ergebnisse der verschiedenen Sorten weitgehend mit den sich aus den italienischen (LABER 2011b) bzw. nordwesteuropäischen (LABER 2012) Daten ergebenden AIS-Gehalten überein. Lediglich bei 'Abador' wurden deutlich geringere AIS-Gehalte ermittelt. Bei TW 120 gab es bei den späteren Sorten eine Übereinstimmung mit den nordwesteuropäischen Daten, bei 'Abador' und den früheren Sorten wurden geringere AIS-Gehalte als bei den Tiefkühlwerken ermittelt.

Tab. 2: Regressionskoeffizient (b) und -konstante (a) sowie Bestimmtheitsmaß (R²) und Vertrauensbereich für den Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und AIS-Gehalt

Sorte (Züchter)	Reife ¹⁾	Sortierung	Blatt ²⁾	Regressionsparameter			AIS-Gehalt [%] bei	
				b	a	R ²	TW 90 ³⁾	TW 120 ³⁾
Spring (SVS)	0	grob	n	0,1106	-0,82	0,98	9,1 ± 0,8	12,4 ± 0,6
Sherwood (SVS)	1	grob	n	0,1046	-0,30	0,99	9,1 ± 0,7	12,2 ± 0,5
XP 8570956 (SVS)	2	grob	n	0,0977	-0,07	0,97	8,7 ± 0,7	11,7 ± 0,6
Larex (WAV)	6	mittelfein	n	0,0905	2,75	0,99	10,9 ± 0,6	13,6 ± 0,5
Abador (SVS)	10	mittelfein	n	0,1029	0,65	1,00	9,9 ± 0,3	13,0 ± 0,2
Expo (WAV)	12	mittelfein	n	0,1245	-0,92	0,98	10,3 ± 0,9	14,0 ± 0,7
Serge (WAV)	12	grob	af	0,1063	1,68	0,96	11,3 ± 4,3	14,4 ± 3,0
Rainier (WAV)	15	grob	n	0,1078	1,98	0,95	11,7 ± 1,3	14,9 ± 1,4
gesamt				0,1059	0,46	0,89	10,0 ± 0,5	13,2 ± 0,4

¹⁾: Reifetage vor/nach 'Spring' (Züchterangaben); ²⁾: n = normalblättrig, af = afila (fiederblattlos);

³⁾: ± = Vertrauensbereich für die Schätzung des AIS-Mittelwertes ($\alpha < 0,05$) (berechnet n. SACHS 2004). Bei der Sorte 'Serge' ist der Vertrauensbereich trotz eines R² von 0,96 relativ 'breit', da nur 4 Wertepaare vorliegen

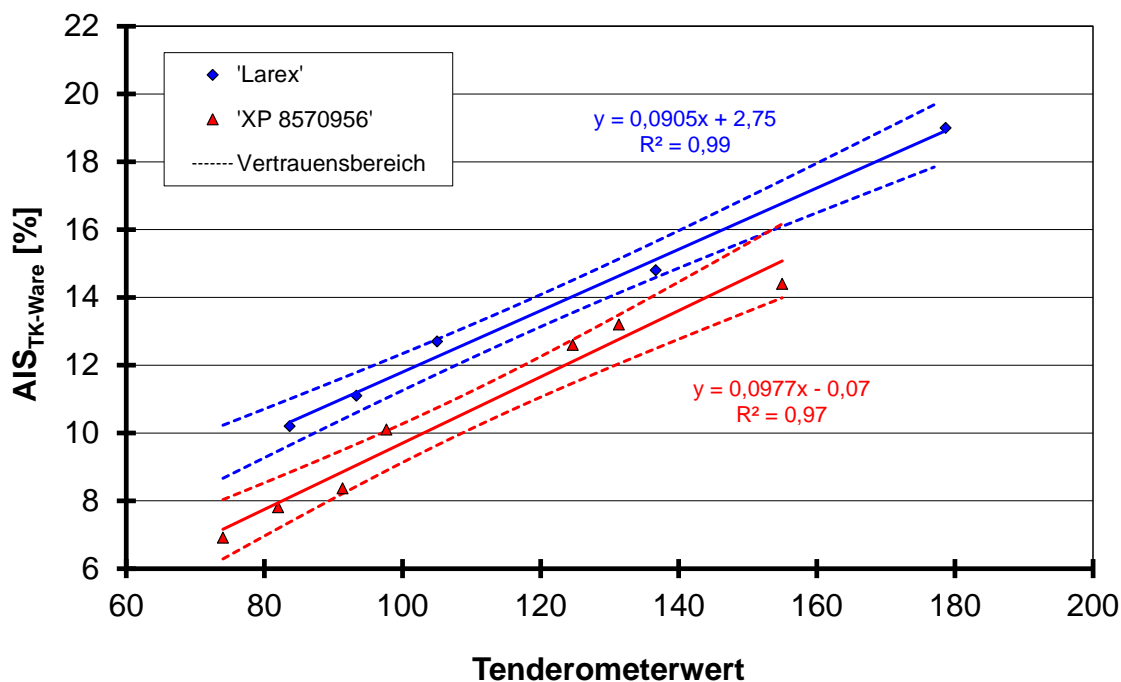


Abb. 15: Regressionsgeraden der Sorten 'Larex' und 'XP 8570956' für den Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem AIS-Gehalt mit jeweiligem Vertrauensbereich für die Schätzung des mittleren AIS-Gehaltes ($\alpha < 0,05$)

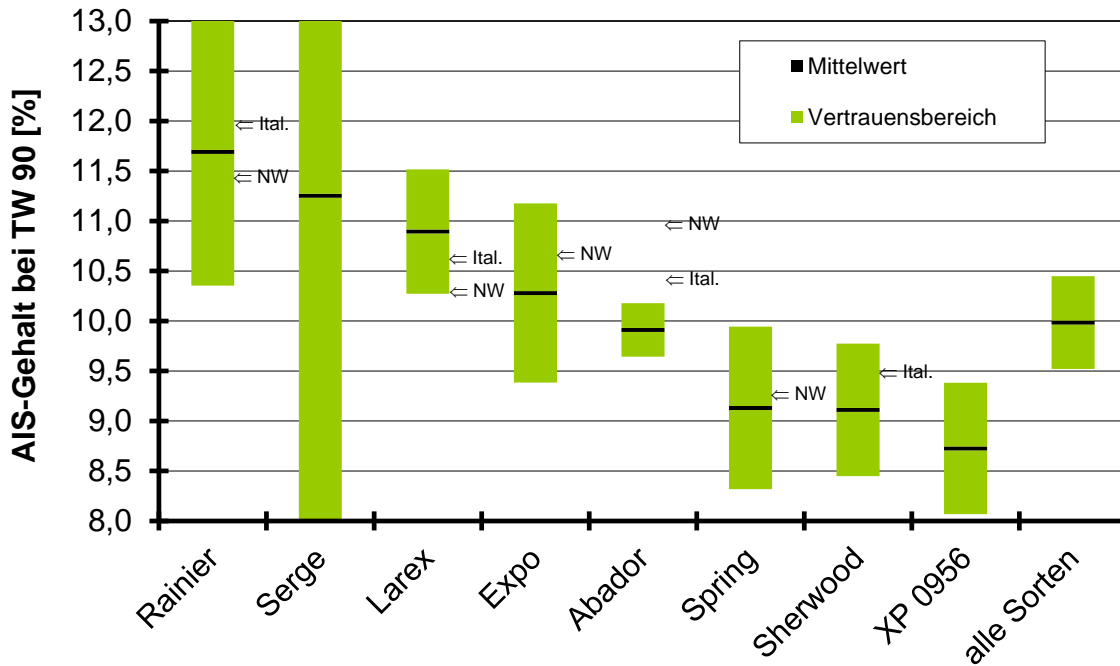


Abb. 16: Mittlere AIS-Gehalte sowie deren Vertrauensbereiche ($\alpha < 0,05$) der verschiedenen Sorten bei einem Tenderometerwert von 90 (bei sich nicht überlappendem Vertrauensbereich zweier Sorten kann von einem Unterschied zwischen den Sorten ausgegangen werden; Pfeile: mittlerer AIS-Gehalt nach Daten eine italienischen bzw. nordwesteuropäischen Tiefkühlwerks)

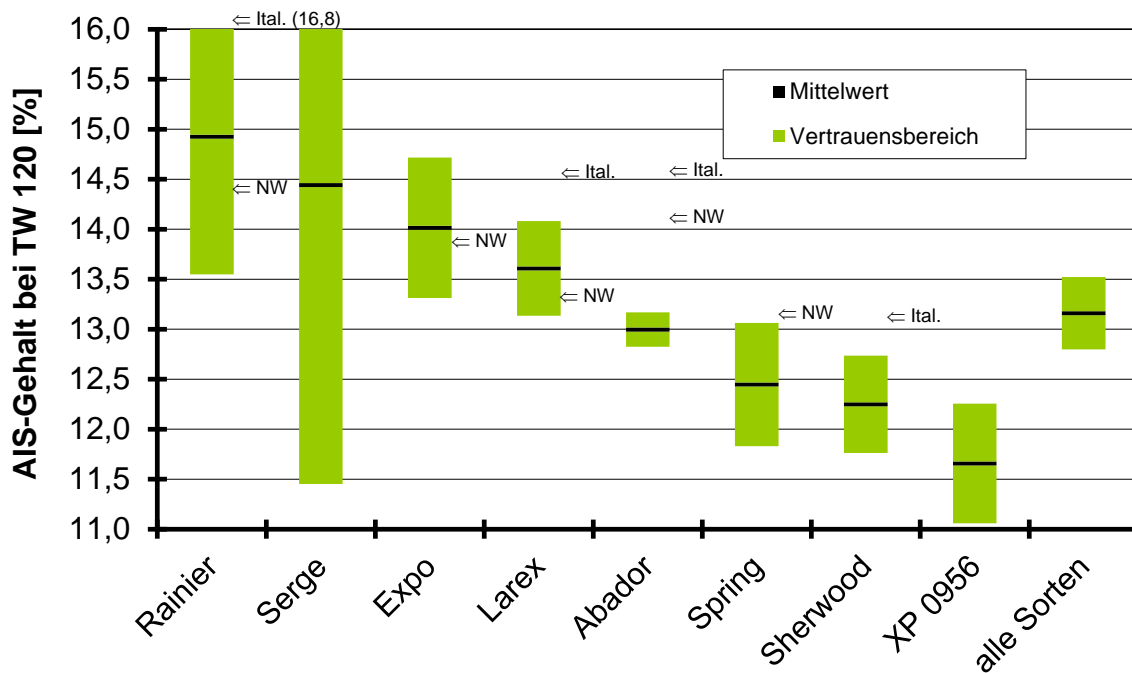


Abb. 17: Mittlere AIS-Gehalte sowie deren Vertrauensbereiche ($\alpha < 0,05$) der verschiedenen Sorten bei einem Tenderometerwert von 120 (bei sich nicht überlappendem Vertrauensbereich zweier Sorten kann von einem Unterschied zwischen den Sorten ausgegangen werden; Pfeile: mittlerer AIS-Gehalt nach Daten eine italienischen bzw. nordwesteuropäischen Tiefkühlwerks)

Obleich die Zusammenhänge zwischen TW und TS-Gehalt (roh/verarbeitet) bzw. zwischen TW und AIS-Gehalt jeweils eine 'gewisse' Streuung aufwiesen, stellte sich der Zusammenhang zwischen dem AIS-Gehalt und dem TS-Gehalt der rohen ($R^2 = 0,93$; ohne Abb.) bzw. verarbeiteten Erbsen erstaunlich eng dar (Abb. 18). Auch aus den Daten von SORENSEN et al. (2003) errechnet sich eine relativ enge Beziehung zwischen AIS- und TS-Gehalt, aber auch hier fielen die TS-Gehalte (bei einem TW vom maximal ca. 140) höher als bei der eigenen Untersuchung aus.

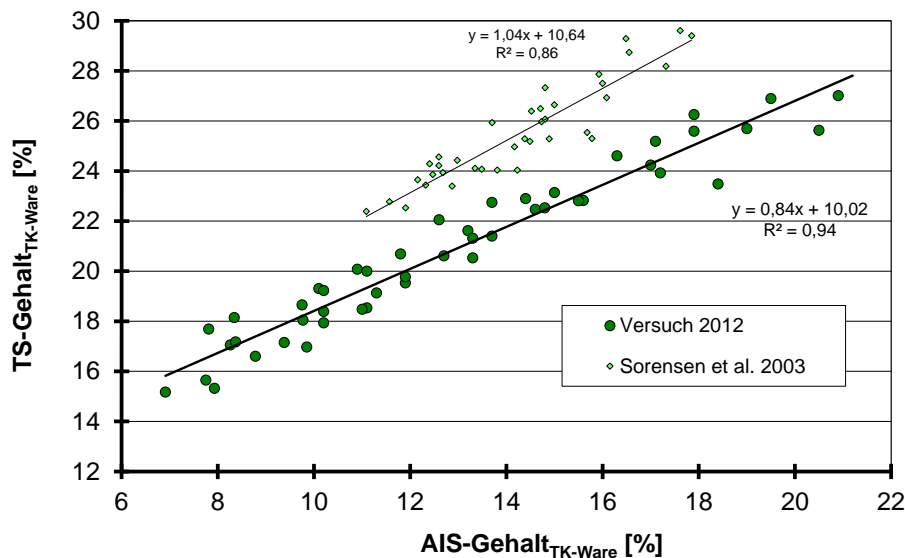


Abb. 18: Zusammenhang zwischen dem AIS-Gehalt (verarbeitet) und dem Trockensubstanzgehalt verarbeiteter Erbsen

AIS-Gehalt und sensorische

Der AIS-Gehalt korrelierte mit einem R^2 von 0,82 enger mit der bonitierten Konsistenz (ohne Abb.) als der TW ($R^2 = 0,75$, vgl. Abb. 6). Mit der 'Süße' der Erbsen ($TW > 82$) korrelierte weder der AIS-Gehalt ($R^2 = 0,38$) noch der TW ($R^2 = 0,30$) eng (beide ohne Abb.).

Mit einem R^2 von 0,74 zeigte der AIS-Gehalt (Abb. 19) eine deutlich engere Korrelation mit dem 'Geschmack' der Erbsen als der TW ($R^2 = 0,58$, vgl. Abb. 7). Auch SCHIJVENS & FRANKHUIZEN (1992) fanden bei einer gemeinsamen Auswertung von Schal- und Markerbsen eine engere Korrelation der sensorisch ermittelten 'Mehligkeit' zu den AIS-Gehalten ($R^2 = 0,88$; bei rohen Erbsen $R^2 = 0,90$) als zu den Tenderometerwerten ($R^2 = 0,58$). EDELENBOS et al. (2000) ermittelten für verschiedene sensorisch bestimmte Parameter (Knackigkeit, Saftigkeit, Härte, Mehligkeit, Zähigkeit der Samenschale) vergleichbar enge Korrelationen zum TW als auch zum AIS-Gehalt.

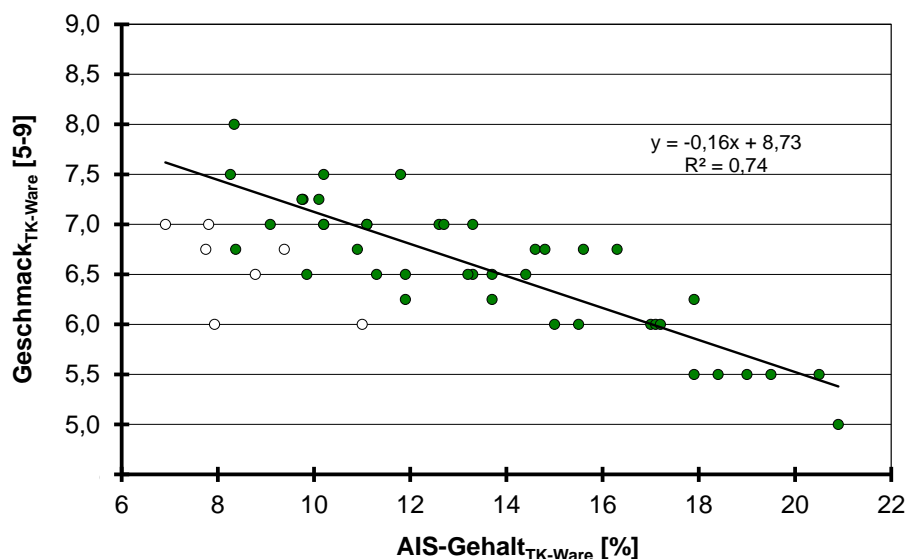


Abb. 19: Zusammenhang zwischen dem AIS-Gehalt (verarbeitet) und dem Geschmack (9,0 = sehr gut; 5,0 = sehr schlecht) der verarbeiteten Erbsen (Wertepaare mit $TW < 82$ wurden nicht in die Regressionsberechnung einbezogen)

Zucker- und Stärkegehalt:

Der **Zuckergehalt** der verarbeiteten Erbsen lag je nach Sorte und Reifestadium zwischen 1,7 und 5,6 %. Mit zunehmendem TW nahm der Zuckergehalt je nach Sorte unterschiedlich schnell ab (vgl. Tab. 3), so dass über die Sorten hinweg nur eine geringe Korrelation zwischen TW und dem Zuckergehalt bestand. Die 'double wrinkled' Sorte 'XP 8570956' zeigte tendenziell mit zunehmender Reife bzw. zunehmendem TW die geringste Abnahme des Zuckergehaltes. Für diese Sorte errechnete sich mit 4,8 % auch der höchste Zuckergehalt bei TW 120 (Tab. 3). OTTOSSON (1958) ermittelte an (vermutlich) rohen Erbsen Zuckergehalte in ähnlicher Größenordnung, wobei diese allerdings mit zunehmender Reife deutlich schneller abfielen. SORENSEN et al. (2003) fanden in Versuchen mit den Sorten 'Spring' und 'Novella' Zuckergehalte (HPLC-Analyse) von 4,5 - 7,3 % (vgl. Abb. 22).

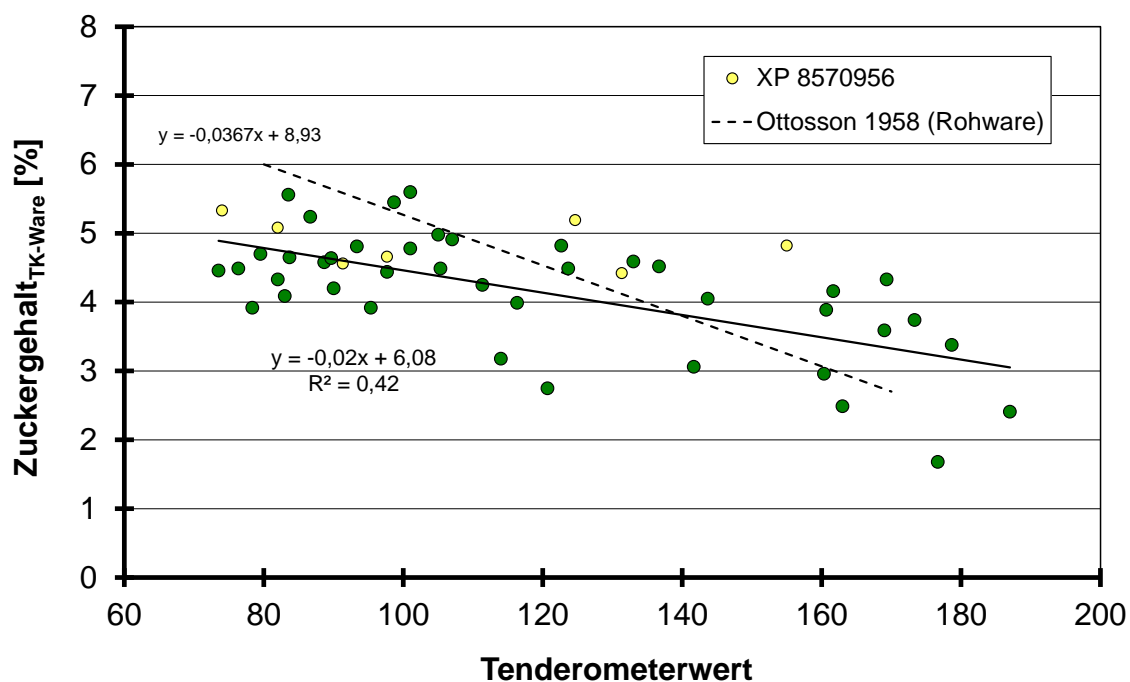


Abb. 20: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Zuckergehalt (als Saccharose) verarbeiteter Erbsen (die Werte der Sorte 'XP 8570956' wurden nicht in die Regressionsberechnung einbezogen)

Tab. 3: Regressionskoeffizient (b) und -konstante (a) sowie Bestimmtheitsmaß (R²) für den Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und Zucker- bzw. Stärkegehalt

Sorte	Zuckergehalt [%]				Stärkegehalt [%]			
	Regressionsparameter b	A	R ²	bei TW 120 ¹⁾	Regressionsparameter b	a	R ²	bei TW 120 ¹⁾
Spring	-0,0134	6,11	0,57	4,5	0,0560	-3,04	0,98	3,7
Sherwood	-0,0115	6,09	0,40	4,7	0,0475	-2,14	0,97	3,6
XP 8570956	-0,0041	5,30	0,12	4,8	0,0570	-4,48	0,94	2,4
Larex	-0,0145	6,20	0,78	4,5	0,0424	-0,67	0,96	4,4
Abador	-0,0215	5,92	0,49	4,4	0,0503	-2,58	0,99	3,5
Expo	-0,0208	6,26	0,83	3,8	0,0581	-2,60	0,94	4,4
Serge	-0,0211	6,11	0,83	3,6	0,0527	-1,78	0,97	4,5
Rainier	-0,0270	6,33	0,95	3,1	0,0612	-2,11	0,96	5,2
gesamt	-0,0157	6,10	0,39	4,2	0,0538	-2,62	0,80	3,8
ohne XP 0956					0,0511	-2,04	0,87	4,1

¹⁾: aus der Regressionsgeraden errechnete Gehalt bei TW 120

Zuckergehalte über 5 % spiegeln sich zumeist in einer mäßigen bis mittelhohen Beurteilung der Süße wieder, während Erbsen mit Zuckergehalten unter 3,5 % zumeist die Boniturnote 5 ("keine Süße") gegeben wurde (Abb. 21).

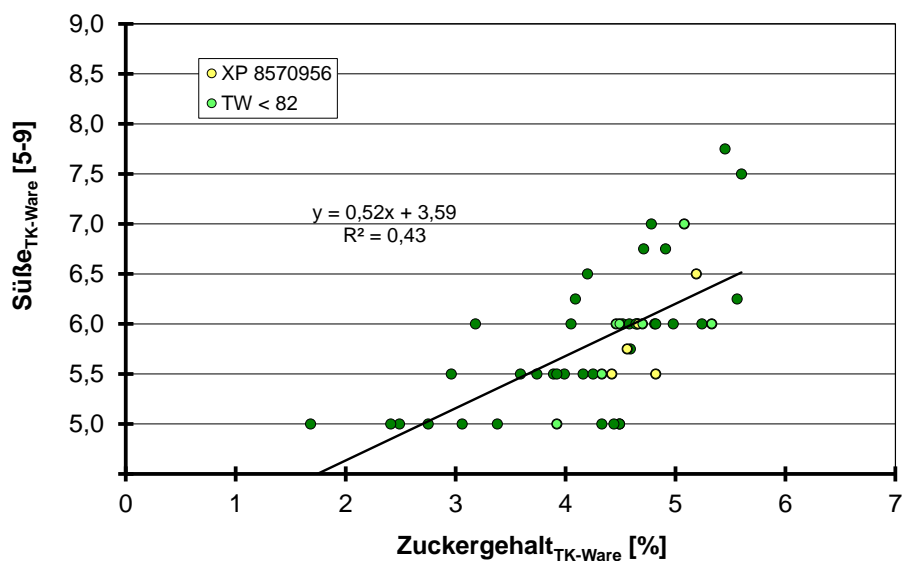


Abb. 21: Zusammenhang zwischen dem Zuckergehalt und der sensorisch beurteilten "Süße" (9,0 = sehr süß; 5,0 = keine Süße) der verarbeiteten Erbsen (die Werte der Sorte 'XP 8570956' und Reifestadien < TW 82 wurden mit in die Regressionsberechnung einbezogen)

Deutlich enger als mit dem TW korrelierte der Zuckergehalt mit dem AIS-Gehalt (Abb. 22), wobei dieser aber allerdings nur in geringem Maße mit der bonitierten Süße der Erbsen korrelierte ($R^2 = 0,38$ bei Außerachtlassung von Reifestadien mit einem TW <82, ohne Abb.).

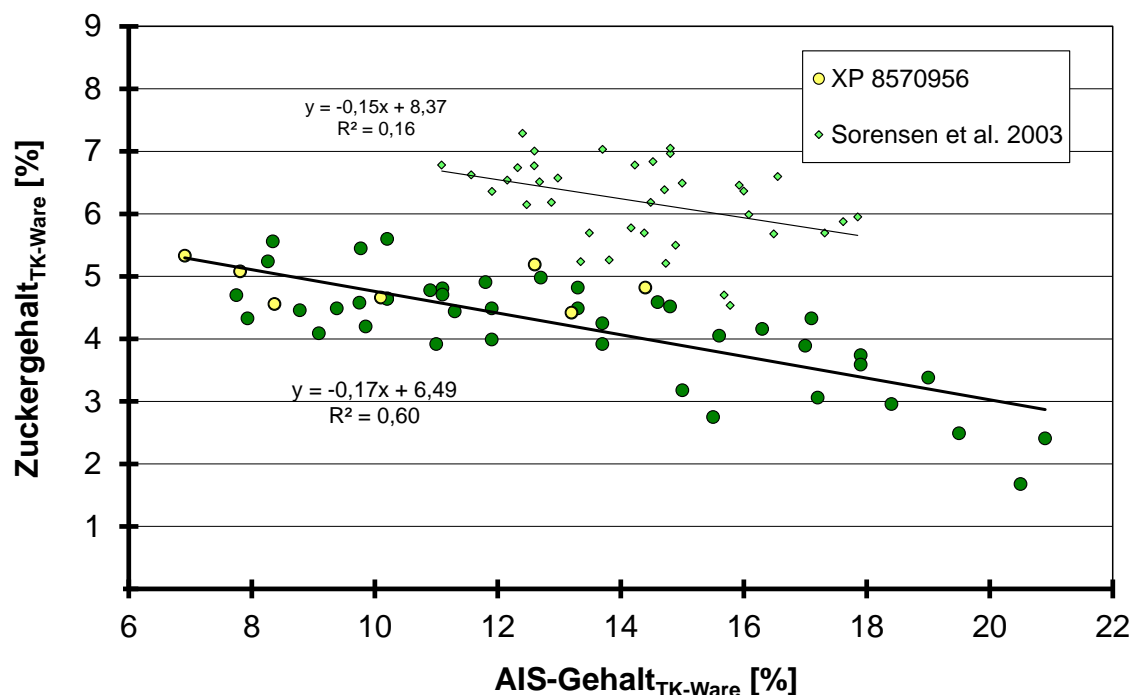


Abb. 22: Zusammenhang zwischen dem AIS-Gehalt und dem Zuckergehalt (als Saccharose) verarbeiteter Erbsen (die Werte der Sorte 'XP 8570956' wurden mit in die Regressionsberechnung einbezogen)

Der **Stärkegehalt** der verarbeiteten Erbsen lag in Abhängigkeit vom Reifegrad (TW) zwischen 1,4 und 8,4 %, in frühen Reifestadien der Sorte 'XP 8570956' konnte keine Stärke nachgewiesen werden (Abb. 23, Tab. 3). Die gefundene Regression zwischen TW und Stärkegehalt stimmte weitgehend mit dem von OTTOSSON (1958) beschriebenen Verlauf überein, wenn die Werte der Sorte 'XP 8570956' außer Acht gelassen wurden, die über das gesamte beobachtete Reifespektrum hinweg einen deutlich geringeren Stärkegehalt aufwies. SORENSEN et al. (2003) fanden in Abhängigkeit von Reifestadium (AIS-Gehalt) Stärkegehalte von 3,9 bis 8,3 % (vgl. Abb. 24). Auch der Stärkegehalt korrelierte mit dem AIS-Gehalt (auch bei Einbeziehung der Sorte 'XP 8570956') enger als mit dem TW (Abb. 24).

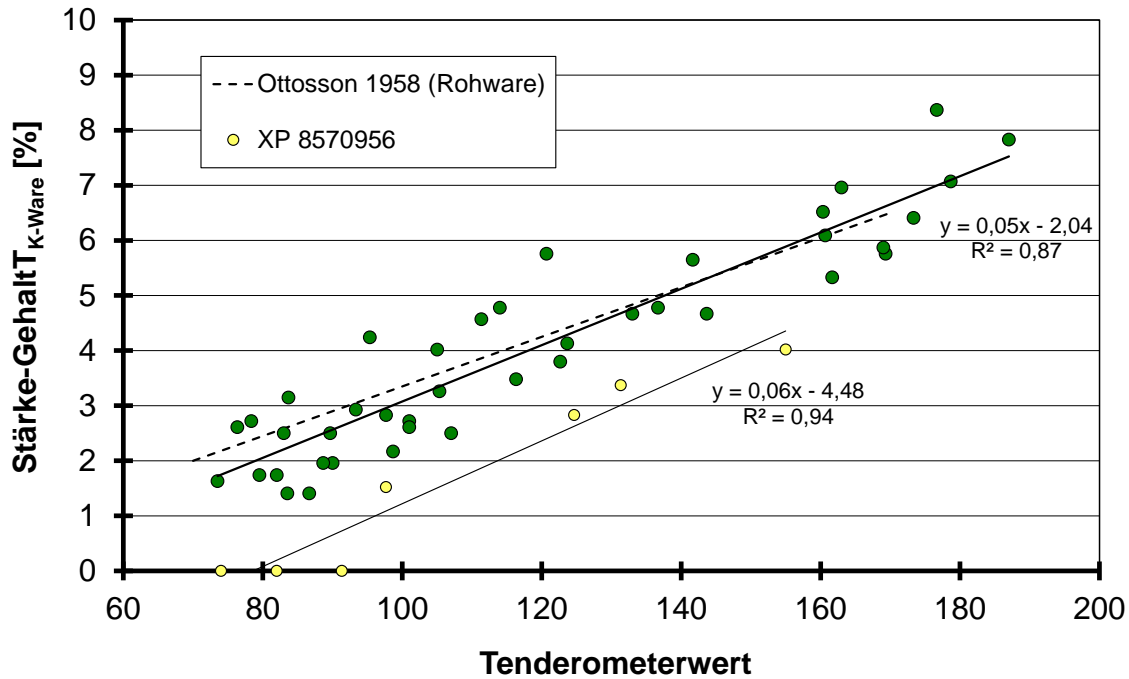


Abb. 23: Zusammenhang zwischen dem Tenderometerwert und dem Stärkegehalt verarbeiteter Erbsen

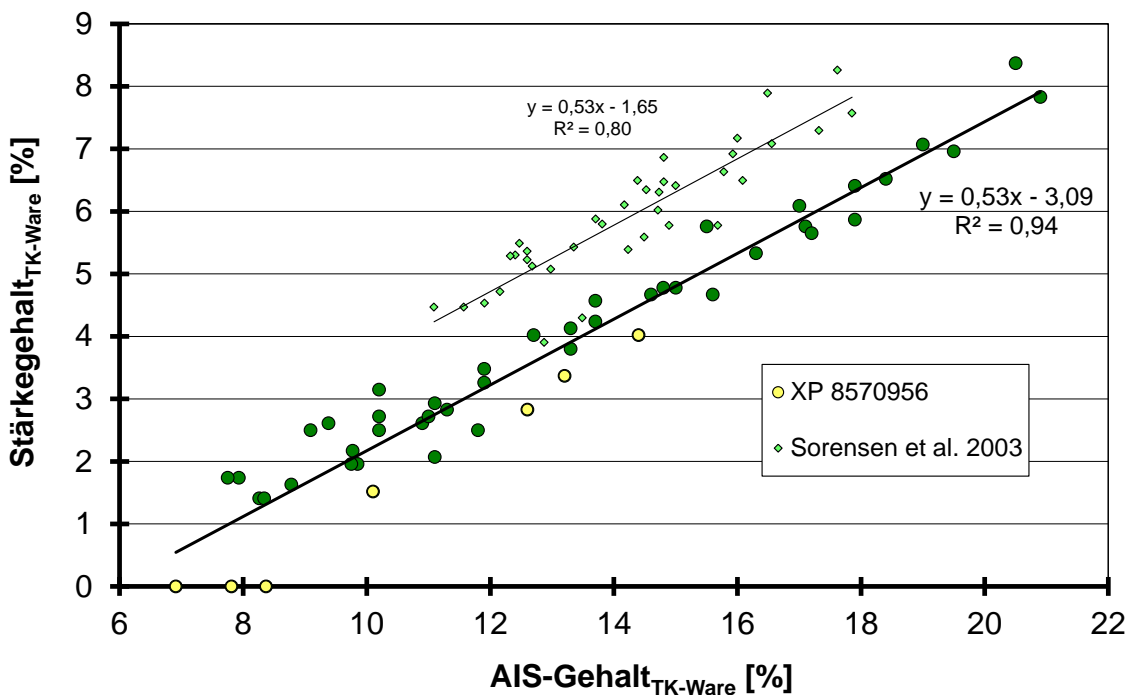


Abb. 24: Zusammenhang zwischen dem AIS-Gehalt und dem Stärkegehalt verarbeiteter Erbsen (die Werte der Sorte 'XP 8570956' wurden mit in die Regressionsberechnung einbezogen)

Ertragsanstieg mit zunehmender Reife:

Der Anstieg des **Ertrages** mit zunehmendem TW verlief (bei insgesamt größerer Streuung) im unteren und mittleren TW-Bereich ähnlich wie bei den vorherigen Untersuchungen (Abb. 25). Nur bei hohen TW führten einige hohe Erträge zu einer Abweichung gegenüber der Ertragsfunktion auf Basis von Ergebnissen von 28 Sorten über bisher 4 Versuchsjahre (vgl. LABER 2011a).

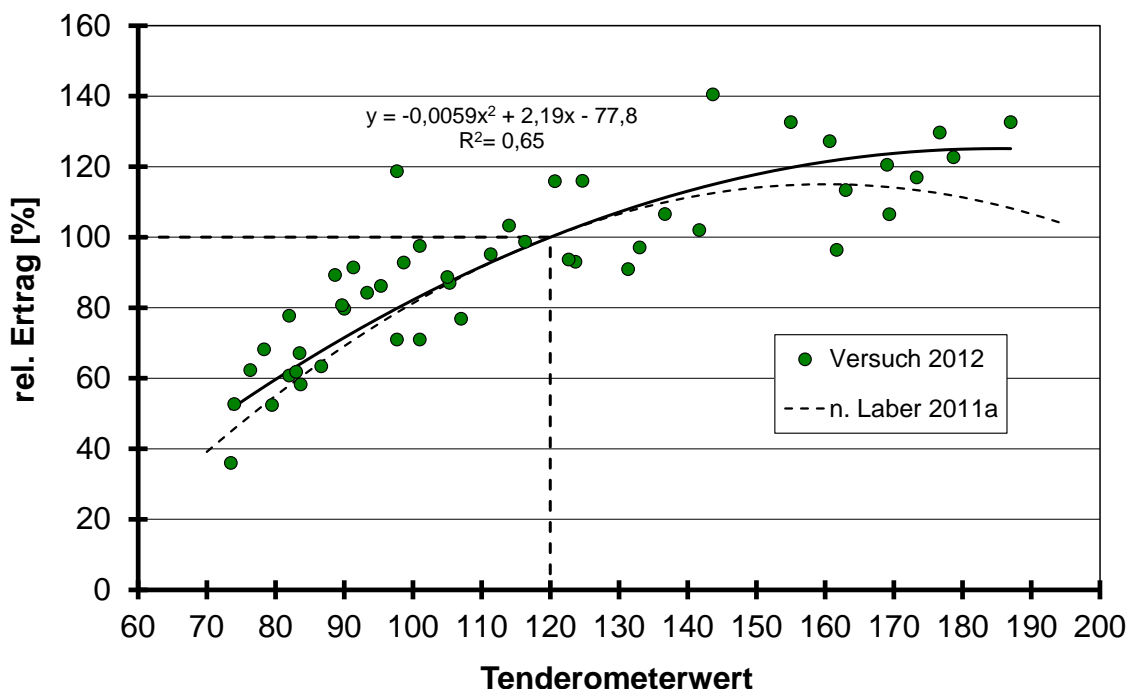


Abb. 25: Relativer Ertrag (TW 120 = 100 %) in Abhängigkeit vom Tenderometerwert

Fazit

- Der Anstieg der Tenderometerwerte in der Erntezeit kann sehr gut mit einer Exponentialfunktion beschrieben werden. Mit Hilfe der Umkehrfunktion kann aus einem aktuell gemessenen TW die Temperatursumme bzw. die Zeit bis zum Erreichen des gewünschten TW abgeschätzt werden.
- Abweichend von Literaturergebnissen konnte im Versuch eine sehr enge Beziehung zwischen dem Tenderometerwert und dem Trockensubstanzgehalt roher aber auch verarbeiteten Erbsen gefunden werden.
- Der 'einfache' Faktor von 9,0 zur Umrechnung von AIS-Gehalten in TW konnte bestätigt werden
- Der AIS-Gehalt korrelierte mit den untersuchten Qualitätsparametern fast ausnahmslos enger als der Tenderometerwert.
- Die getestete 'double wrinkled' Sorte zeigte tendenziell mit zunehmendem TW eine geringere Abnahme des Zuckergehaltes als die anderen Sorten. Auffällig bei dieser Sorte waren die deutlich niedrigeren Stärkegehalte.
- Größere Geschmacksunterschiede zwischen den Sorten wurden bei TW 120 nicht beobachtet. Spätere Sorten fielen allerdings zumeist geschmacklich etwas ab. Inwieweit dieses aber evtl. auch auf die spätere Aussaat zurückzuführen ist, bedarf weiterer Untersuchungen.

Literatur:

- EDELENBOS, M., A. THYBO, L. ERICHSEN, L. WIENBERG und L. ANDERSEN 2001: Relevant measurements of green pea texture. *Journal of food quality* **24** (2), S. 91-110
- FALLON, E., N. TREMBLAY und Y. DESJARDINS 2006: Relationships among growing degree-days, tenderness, other harvest attributes and market value of processing pea (*Pisum sativum* L.) cultivars grown in Quebec. *Can. J. Plant Sci.* **86** (2), S. 525-537
- LABER, H. 2012: Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und AIS-Gehalt möglicher Weise auch vom Klima beeinflusst. http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Erbse_TW-AIS_nordwest_07-10.pdf und www.hortigate.de
- LABER, H. 2011a: Abreife- und Ertragsverlauf bei normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsen praktisch gleich; TW und AIS eng korreliert. www.hortigate.de und http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Erbse_Reifeverlauf_06-11_korrigiert.pdf
- LABER, H. 2011b: Umfangreiches Datenmaterial belegt Sortenunterschiede beim Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und AIS-Gehalt. www.hortigate.de und http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Erbse_TW-AIS_Italien_09-11.pdf
- LABER, H. 2009: Optimierung des Temperatursummen-Modells zur Anbauplanung bei Gemüseerbsen durch Verminderung der Basistemperatur auf 1,8°C. www.hortigate.de und http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Erbesen_Temperatursumme_99-09_2_.pdf
- LATTAUSCHKE, G. 2012: a) Trockenheit und Wärme im Frühjahr stark ertragsbeeinflussend. b) 'Serge', 'Boogie', 'Mundial' und 'Naches' bei späten Markerbsen zuverlässig. c) Nach wie vor kleines Sortiment mittelfeiner früher Markerbsen. d) Späte mittelfeine Markerbsen ertragssicherer als mittelspäte Sorten. www.hortigate.de
- OTTOSSON, L. 1958: Growth and maturity of peas for canning and freezing. Publications from the Institute of Plant Husbandry (Crop Production) of the Royal Agricultural College of Sweden, Uppsala (S), *Växtodling* **9**, S. 1-112
- SCOTT, R.E. 1982: The effect of irrigation and time of harvest on maturity, yield and gross return of four vining pea cultivars. Master-Thesis, Lincoln College, Christchurch (NZ)
- SCHIJVENS, E und R. FRANKHUIZEN 1992: Meetmethoden voor de rijpheid van doperwten getoest. *Voedingsmiddelentechnologie* **25** (5), S. 23-26
- SORENSEN, J.N., M. EDELENBOS und L. WIENBERG 2003: Drought effects on green pea texture and related physical-chemical properties at comparable maturity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **128** (1), S. 128-135
- WEBSTER, D. und C.J. BRAUN 2012: Slow-maturing, determinate peas. United States Patent Application Publication, US 2012/0311735 A1, 6.12.2012
- WEBSTER, D. und C.M. WEBSTER 2012: Pea line EX 08570956. United States Patent Application Publication, US 2012/0240268 A1, 20.09.2012

Danksagung

Herrn Dr. Schönherr und Mitarbeitern (BfUL) danken wir für die AIS-, Zucker- und Stärkegehaltsbestimmung an den vielen Erbsenproben. Den Mitarbeitern des hiesigen Tiefkühlwerkes gilt unser Dank für die Bereitschaft zur Übernahme der sensorischen Prüfung dieser Erbsenproben sowie der Zurverfügungstellung des umfangreichen TW-/TS-Datenmaterials.