

<b>Abreife- und Ertragsverlauf bei normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsen praktisch gleich; TW und AIS eng korreliert</b>	<b>Markerbsen Sorte, Reife Ertrag</b>
---	---

## Zusammenfassung

Am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz wurde 2011 nochmals der Abreife- und Ertragsverlauf von 4 normalblättrigen und 4 fiederblattlosen Markerbsensorten miteinander verglichen.

Dabei zeigte sich, auch bei Einbeziehung der Ergebnisse vorheriger Versuche, bei nur geringer Streuung ein nahezu deckungsgleicher Anstieg der Tenderometerwerte (TW) bei den normalblättrigen bzw. fiederblattlosen Erbsensorten. Auch beim 2011 erstmals untersuchten Gehalt an alkoholunlöslichen Substanzen (AIS) waren praktisch keine Unterschiede im Anstiegsverhalten zu erkennen.

Zwischen dem TW und dem AIS-Gehalt bestand sortenübergreifend ein sehr enger Zusammenhang, der nahezu exakt mit einer vergleichbar umfangreichen niederländischen Untersuchung übereinstimmte. Für einzelne Sorten errechneten sich aber dennoch leicht unterschiedliche Regressionsgeraden für den Zusammenhang zwischen TW und AIS-Gehalt, so dass bei höheren TW Sortenunterschiede zu konstatieren sind.

Für jede der 2011 untersuchten Sorten wurde die Veränderung der Siebsortierung im Reifeverlauf beobachtet. Eine niederländische 'Faustzahl' für die Abnahme des Anteils extrafeiner Erbsen mit steigendem TW konnte bestätigt werden.

Der Anstieg des Ertrages mit zunehmendem TW war im praxisrelevanten Bereich von TW 90 bis 150 bei den normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsensorten ebenfalls nahezu deckungsgleich. Die Zusammenfassung der Versuchsergebnisse aller Versuchsjahre mit z. T. auch unterschiedlich sortierenden Erbsensorten bestätigte eine niederländische Reifeertragsfunktion für Markerbsen.

## Versuchshintergrund u. -frage

Die Bezahlung von Erbsen für die industrielle Verarbeitung erfolgt nach deren Reifegrad, der im Allgemeinen mit einem Tenderometer bestimmt wird. Der 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.

Seitens der Verarbeitungsindustrie und einiger Saatgutunternehmen wird allerdings aktuell darüber diskutiert, ob der bzw. die Umrechnungsfaktor(en) AIS-Gehalt zu TW (für die eigene Produktion) 'korrekt' sind und ob es ggf. sogar sortenspezifische Unterschiede gibt.

In einem Versuch mit bezüglich Siebsortierung und Wuchsverhalten möglichst unterschiedlichen Erbsensorten sollten daher über eine weite Reifegradspanne TW und AIS-Gehalte bestimmt werden. Dabei bot es sich an, wiederum normalblättrige und fiederblattlose Sorten in dem Versuch aufzunehmen, um so die Arbeiten bezüglich des Abreife- und Ertragsverlauf dieser Erbsensortentypen fortzuführen (LABER 2007 und 2008).

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

## Kulturdaten 2011

22. März: Aussaat der frühen und mittelfrühen Sorten (110 bzw. 100 keimfähige Körner/m<sup>2</sup>), Reihenabstand 11,5 cm

11. April: Aussaat der mittelspäten und späten Sorten (90 keimfähige Körner/m<sup>2</sup>)

6. Juni: erste Beerntung ('Sherwood', 'M 89282'),

29. Juni: letzte Beerntung ('Arnesa', 'Serge')

Parzellengröße: 5,75 m<sup>2</sup>

## Material und Methoden

Der Versuch wurde in die Sortenversuche des Jahres 2011 integriert (LATT AUSCHKE 2011), 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. Aus dem frühen bis späten Sortenspektrum wurde jeweils eine normalblättrige und eine fiederblattlose Sorte für den Versuch ausgewählt (siehe Tab., Seite 9).

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. Da die feinen Sorten 'Oracle' und 'Arnesa' auch dann noch viele ungeöffnete Hülsen aufwiesen, wurden diese Sorten generell 3-mal gedroschen.

Nach der Ertragserfassung 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 (noch nicht sortierten ⇒ "Mischprobe") Erbsen wurde mit dreifacher Messwiederholung an einem Tenderometer mit einer *Kramer Shear Cell* (Model TM2, Food Technology Corp., USA) der TW bestimmt. Weiteres Mischproben-Material wurde für die Bestimmung des AIS-Gehaltes zurückbehalten (s. u.). Soweit ertragsbedingt vorhanden, wurden 2-3 kg der gewaschenen Erbsen mit Hilfe von Quadratsieben mit einer Maschenweite von 7,5, 8,2, 9,3, und 10,2 mm fraktioniert und anschließend ausgewogen und so der jeweilige Masseanteil [%] berechnet. An den beiden "Hauptfraktionen" (Sortierfraktionen mit dem größten Anteil) wurde wiederum der TW bestimmt.

Jeweils ca. 300 g der Mischprobe und der beiden Hauptfraktionen wurden blanchiert und anschließend bei -18°C in loser Schüttung eingefroren. Diese Proben wurden später in Anlehnung an ISO 23392 (ISO 2006) im Labor auf ihren AIS-Gehalt hin untersucht. Dazu wurde das Probenmaterial in einem Kunststoffbeutel im Wasserbad aufgetaut. Anschließend wurden die Erbsen in warmes Wasser gegeben und geschwenkt. Auf einem Abtropfsieb wurde nochmals mit warmem Wasser abgespült und abtropfen gelassen.

Die so vorbereiteten Erbsen wurden mit einem Mixer homogenisiert. Ca. 20 g dieser Masse wurden in einem Rundkolben eingewogen und dann mit 300 ml 80%igem Ethanol für 30 min im Wasserbad mit Rückflusskühler gekocht. Danach wurde die Masse auf einem zuvor getrockneten und ausgewogenen, dann mit Ethanol angefeuchteten Faltenfilter quantitativ überführt. Dazu wurde mehrmals mit 60-75°C heißem Ethanol nachgespült.

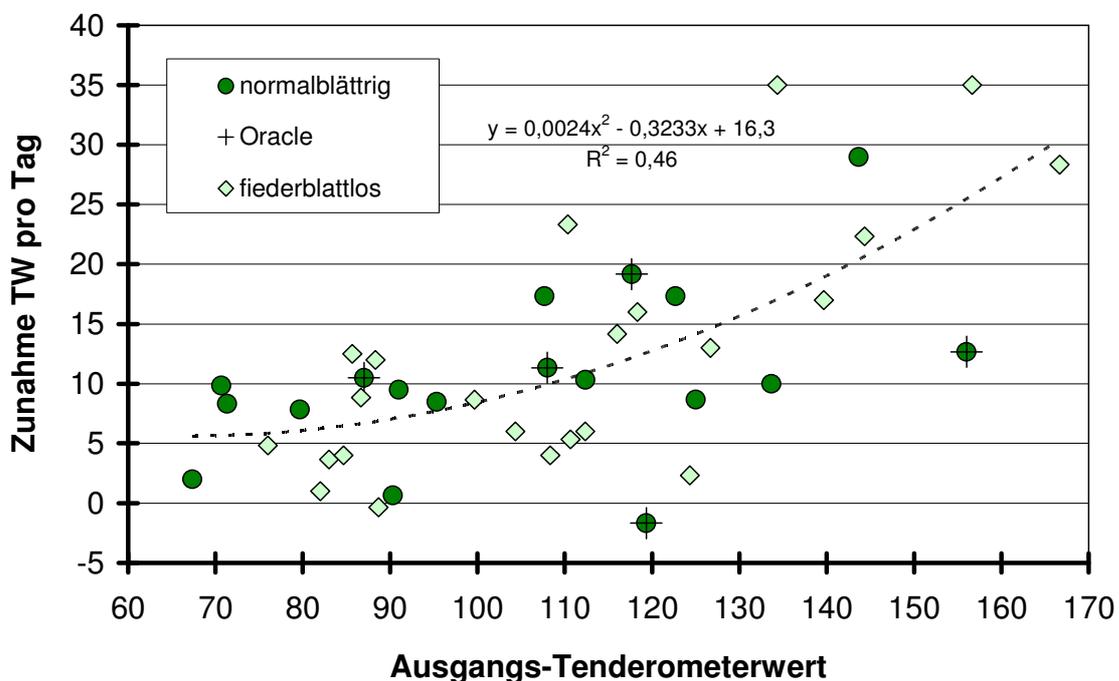
Der Filterkuchen wurde mit heißem Ethanol gewaschen, bis der Filterkuchen farblos war. Nach Abtropfen wurde der Filter über Nacht bei 105°C getrocknet und anschließend ausgewogen. Der AIS-Gehalt errechnete sich aus dem Verhältnis von getrocknetem Filterkuchen (= nicht in Alkohol gelöste Substanz) zur Einwaage (ca. 20 g).

Für den Erntezeitraum wurde eine mittlere Temperatur von 18,7°C (2 m Höhe) ermittelt (Tagesdurchschnittsminima: 14,9°C, -maxima: 22,6°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 Ernte der ersten Parzelle einer Sorte bei einem TW von ca. 80 zu beginnen. Bei den beiden frühen Sorten 'Sherwood' und 'M 89282' wurde bei der ersten Beerntung am 6. Juni aber bereits ein TW von über 100 ermittelt. Im zumeist 1- bis 2-tägigen Abstand wurden weitere Parzellen bis zu einem TW um ca. 160 ausgewertet. An einigen Terminen (Sorten) zeigte sich aber nur eine verzögerte Abreife, so dass teilweise (bei 'Moose' auch durch den Ausfall von 2 Parzellen) keine Parzellen mehr für ein späteres Reifestadium zur Verfügung standen.

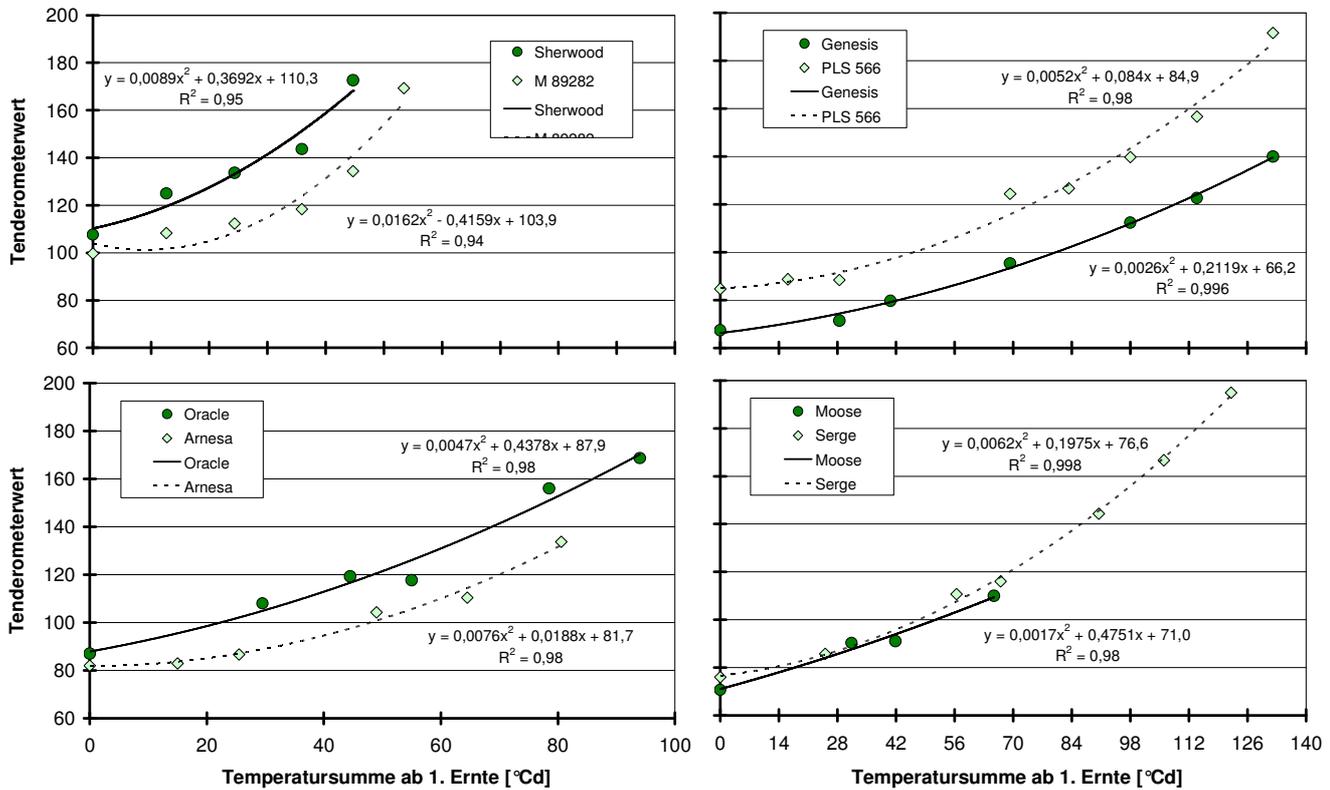
Die **Zunahmen der TW** von Tag zu Tag fielen, wie in den Vorversuchen, sehr unterschiedlich aus und zeigten wiederum nur eine 'lockere' Beziehung zum jeweiligen Ausgangs-TW (Abb. 1). (Bei einer Umrechnung auf die TW-Zunahmen pro Normaltag mit 18,4°C fiel die Beziehung mit einem  $R^2$  von 0,36 noch etwas schlechter aus.) Wie in den Vorversuchen zeigte sich aber wiederum, dass die täglichen TW-Zunahmen zu Beginn der Reifephase zumeist 5 bis 10 TW-Einheiten nicht überschreiten, später aber durchaus 10 bis 20 (oder auch mehr) betragen können.



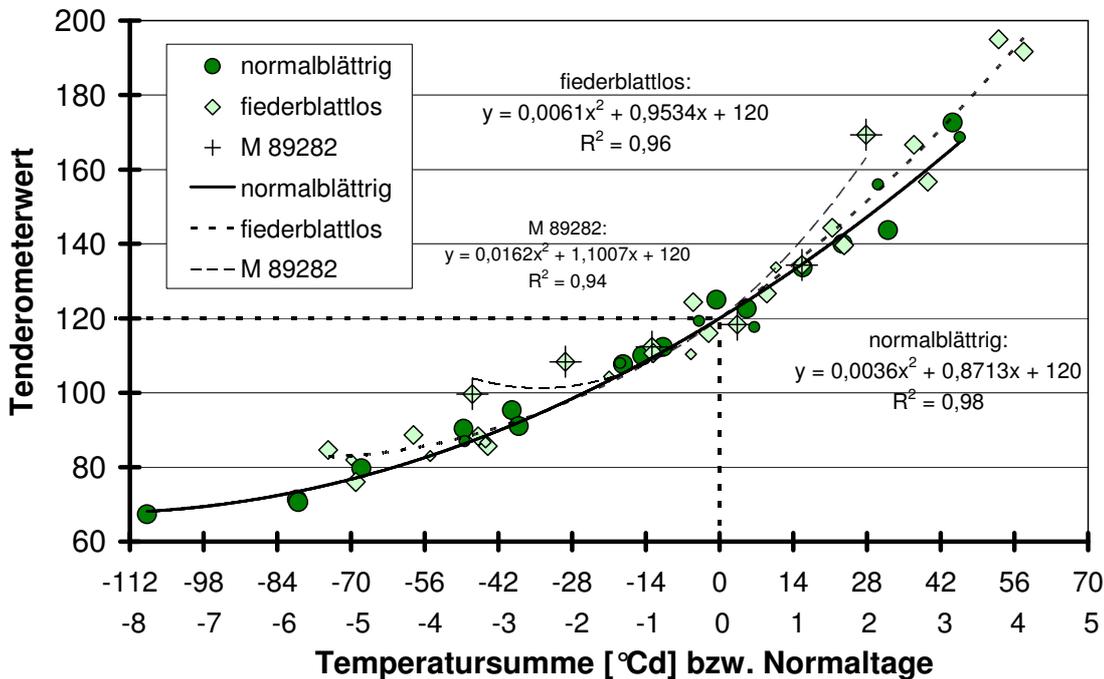
**Abb. 1: Zunahme der Tenderometerwert (TW) der Erbsen (Mischprobe) pro Tag in Abhängigkeit vom jeweiligen Ausgangs-Tenderometerwert** (Als Beispiel für die stark schwankenden täglichen TW-Zunahmen wurde die Werte der Sorte 'Oracle' hervorgehoben)

Trotz dieser großen Schwankungen bei den täglichen TW-Zunahmen zeigte sich über die Reifeperiode hinweg für jede Sorte ein sehr gut mit einer quadratischen Funktion beschreibbarer Anstieg der TW (Abb. 2).

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 unterschiedlich Beobachtungszeiträume exakter 'synchronisiert' werden. (In den vorangegangenen Versuchsauswertungen wurde jeweils die Temperatursumme des Erntetages gleich 0 gesetzt, an dem der TW einem Wert von 120 am nächsten kam.)



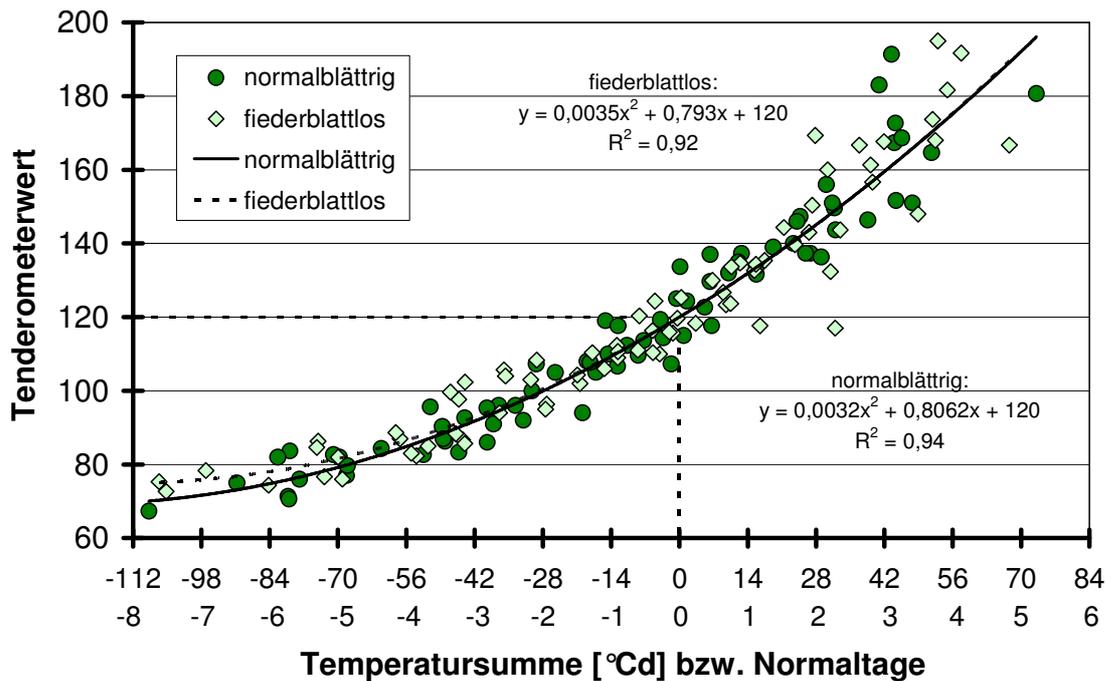
**Abb. 2: Anstieg der Tenderometerwerte (Mischproben) in Abhängigkeit von der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4 °C) nach der 1. Ernte**



**Abb. 3: Anstieg der Tenderometerwert der Erbsen (Mischproben) 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. Die kleinkörnigen Sorten 'Oracle' und 'Arnesa' wurden mit kleineren Symbolen gekennzeichnet)**

Dabei verlief der **TW-Anstieg** bei den normalblättrigen und fiederblattlosen Sorten insbesondere im praxisrelevanten Bereich von TW 90-150 wiederum nahezu identisch. Auch die sehr fein bzw. extra fein sortierenden Sorten 'Oracle' und 'Arnesa' reiten sich 'unauffällig' ein. Nur die Sorte 'M 89282' fiel (bei allerdings fehlenden Daten unterhalb TW 100) durch einen etwas abweichenden Reifeverlauf auf.

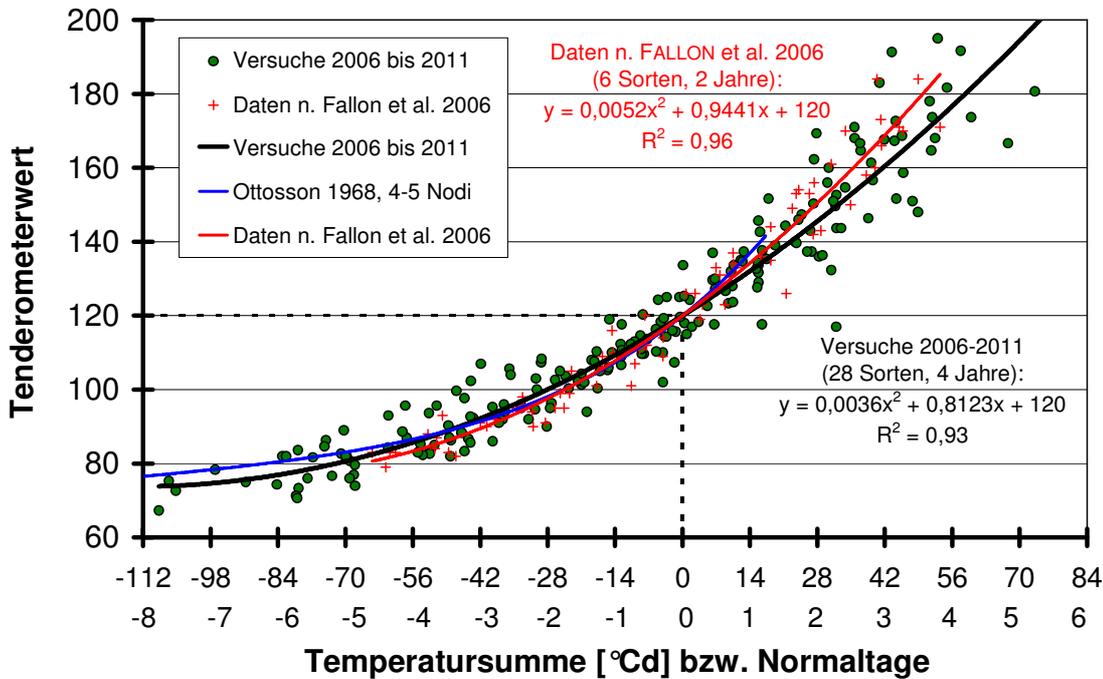
Fasst man die Ergebnisse der Versuchsjahre 2007 (LABER 2007a), 2008 (LABER 2008a) und 2011 zusammen, so zeigt sich für die untersuchten 10 normalblättrigen und 11 fiederblattlosen Erbsensorten, bei nur geringer Streuung, ein nahezu deckungsgleicher Reifeverlauf (Abb. 4). Damit kann die in der Praxis häufiger vertretene Meinung, dass fiederblattlose Markerbsensorten eine schnellere Abreife als normalblättrige Sorten zeigen, in keiner Weise bestätigt werden.



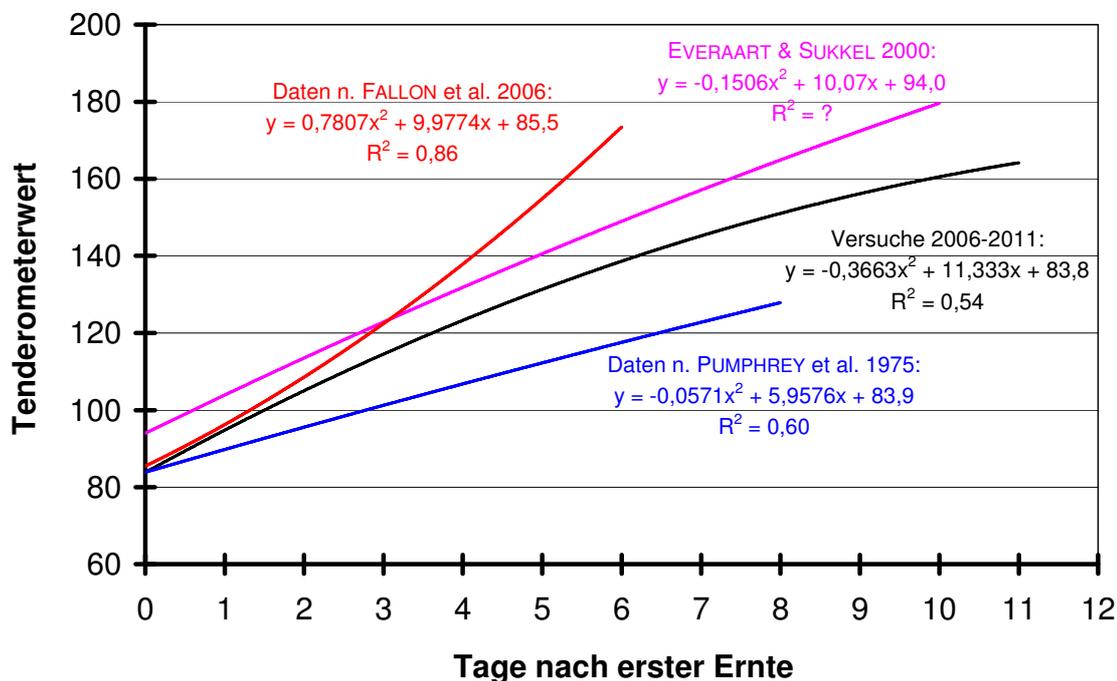
**Abb. 4: Anstieg der Tenderometerwert der Erbsen (Mischproben) mit der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) bzw. an einem Normaltag mit 18,4°C Durchschnittstemperatur; Versuche 2007, 2008, 2011 (Temperatursumme bei TW 120 für die Versuche 2007 und 2008 nachträglich berechnet und gleich 0 gesetzt)**

Für alle bisher untersuchten 28 Markerbsensorten inkl. des 2006 durchgeführten Vergleichs feiner/grober Erbsen (LABER 2006a) ergibt sich ein Abreifeverhalten, wie es sich ähnlich auch aus den Daten einer neueren kanadischen Untersuchung (FALLON et al. 2006) errechnet (Abb. 5). Auch OTTOSSON (1968) beschrieb für Erbsensorten mit 4-5 hülstragenden Nodien (ein Wert, der auch bei den heutigen Sorten zumeist vorgefunden wird) einen zunächst ähnlichen TW-Anstieg, der dann allerdings oberhalb eines TW von 120 'steiler' verlief. OTTOSSON 'setzte' den Normalerntetermin aber schon bei einem TW von 100 und hatte oberhalb TW 140 offensichtlich nur wenige oder keine Messwerte.

EVERAART & SUKEL (2000) beschrieben dagegen im Mittel für 31 untersuchte Sorten einen nahezu linearen Anstieg der TW mit sogar leicht abnehmenden Zuwachsraten (Abb. 6). Allerdings bezogen sie den TW auf die "Tage nach der ersten Ernte" der jeweiligen Sorte und führten nicht eine entsprechende 'Synchronisation' durch, in dem ein einheitlicher TW (100 bei OTTOSSON, 120 bei der eigenen Auswertung) als 'Nullpunkt' gesetzt wurde. Auch für die eigenen Daten und den Ergebnissen von PUMPHREY et al. (1975) ergibt sich im Mittel ein ähnlicher Anstieg der TW, wenn keine Synchronisation erfolgt und der TW auf die "Tage nach der ersten Ernte" bezogen wird.



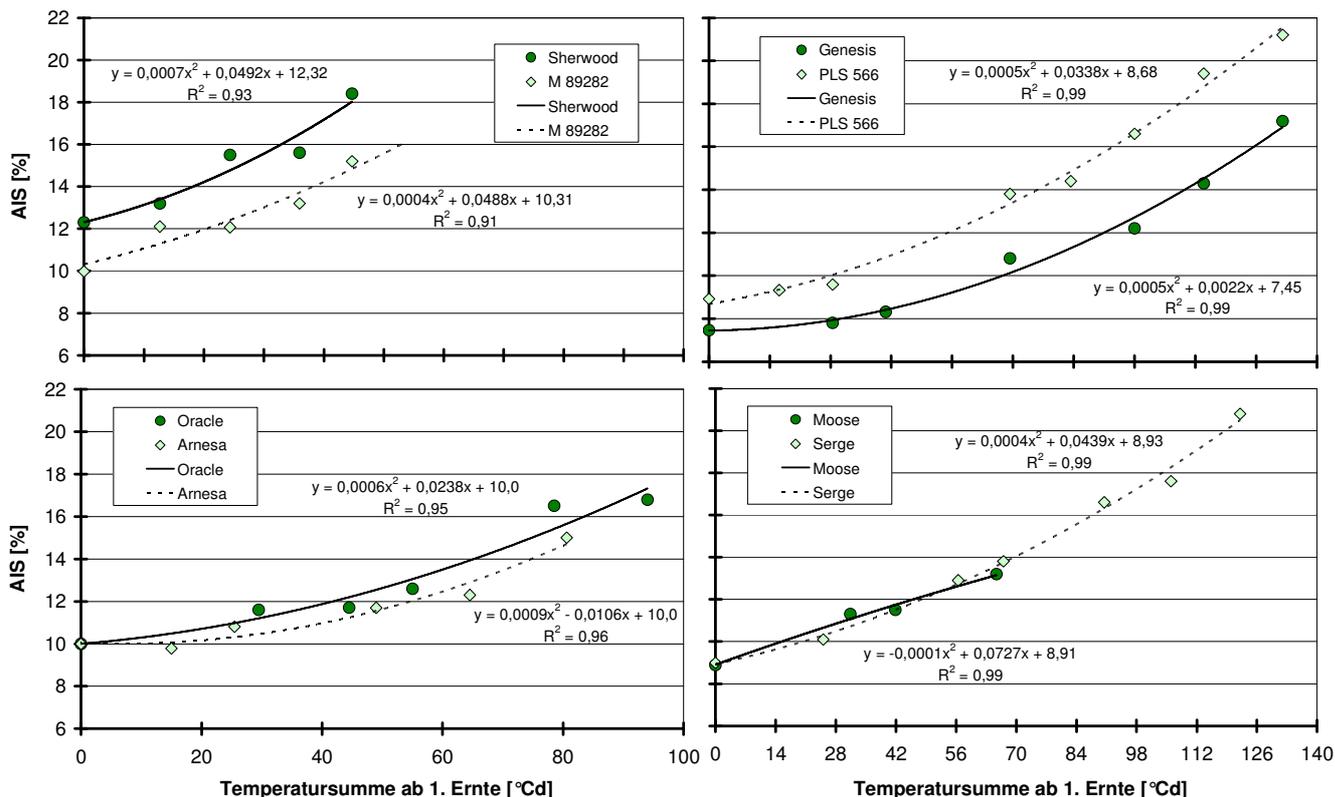
**Abb. 5: Anstieg der Tenderometerwert der Erbsen (Mischproben) mit der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4°C) bzw. an einem Normaltag mit 18,4°C Durchschnittstemperatur; Versuche 2006, 2007, 2008, 2011 (Temperatursumme bei TW 120 für die Versuche 2006 bis 2008 nachträglich berechnet und gleich 0 gesetzt. Die Daten von FALLON et al. wurden analog verrechnet.)**



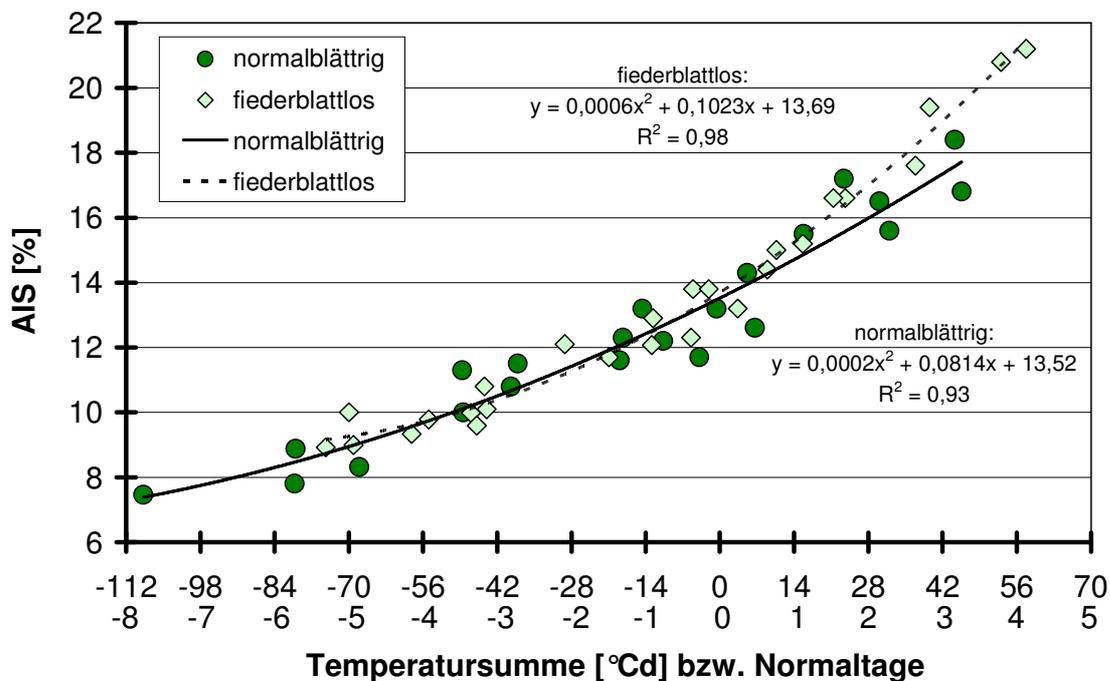
**Abb. 6: Anstieg der Tenderometerwert mit zunehmender Reife (Literaturdaten)**

Ebenso wie bei den TW zeigte sich über die Reifepériode hinweg für jede Sorte ein sehr gut mit einer quadratischen Funktion beschreibbarer Anstieg der **AIS-Gehalte** (Abb. 7). Auch hier verlief der AIS-Anstieg bei den normalblättrigen und fiederblattlosen Sorten wiederum nahezu identisch (Abb. 8). Lediglich oberhalb eines AIS-Gehaltes von ca. 16 % (entspricht

etwa einem TW von 145, vgl. Abb. 9) deutet sich ein etwas schnellerer Anstieg bei den fiederblattlosen Sorten an, der aber auf Grund der geringen 'Datendichte' in diesem Bereich in keiner Weise als gesichert angesehen werden kann.

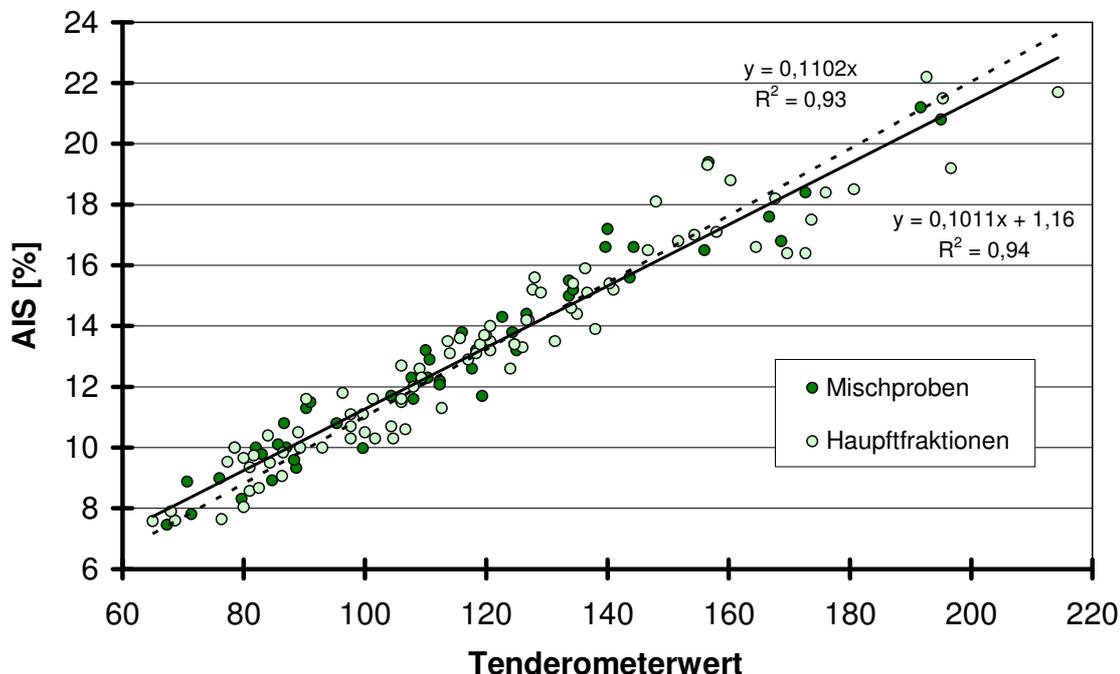


**Abb. 7: Anstieg der AIS-Gehalte (Mischproben) in Abhängigkeit von der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4 °C) nach der 1. Ernte**



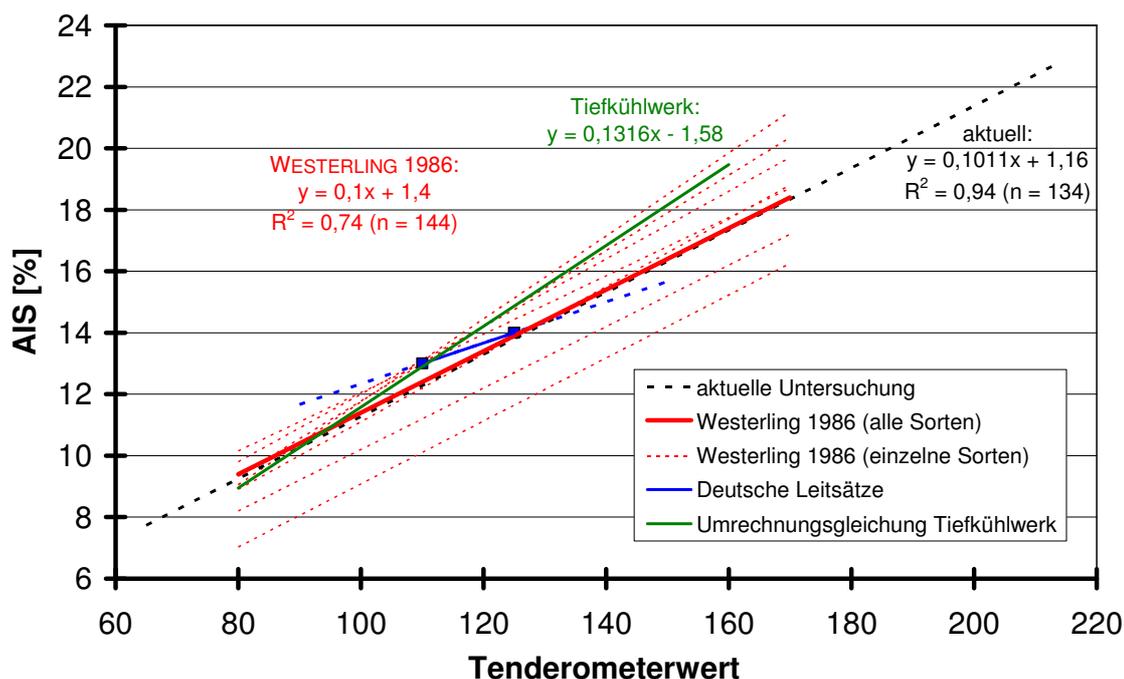
**Abb. 8: Anstieg des AIS-Gehaltes der Erbsen (Mischproben) mit der Temperatursumme (Basistemperatur 4,4 °C) bzw. an einem Normaltag mit 18,4 °C Durchschnittstemperatur (Temperatursumme analog Abb. 3)**

Entsprechend des sehr ähnlichen Verlaufs des Anstiegs der **TW und AIS-Gehalte** mit zunehmender Reife bestand ein enger Zusammenhang zwischen diesen beiden Reifeparametern (Abb. 9). Dabei zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den an den Mischproben bzw. an den jeweiligen beiden Hauptfraktionen gemessenen Werten. Berechnet man die Regressionsgleichung ohne Absolutglied, so erhält man mit 0,11 [TW  $\Rightarrow$  AIS] bzw. 9,0 [AIS  $\Rightarrow$  TW] einen einfachen Umrechnungsfaktor für diese Parameter.



**Abb. 9: Zusammenhang zwischen den gemessenen Tenderometerwerten (roh) und AIS-Gehalten der eingefrorenen Erbsen**

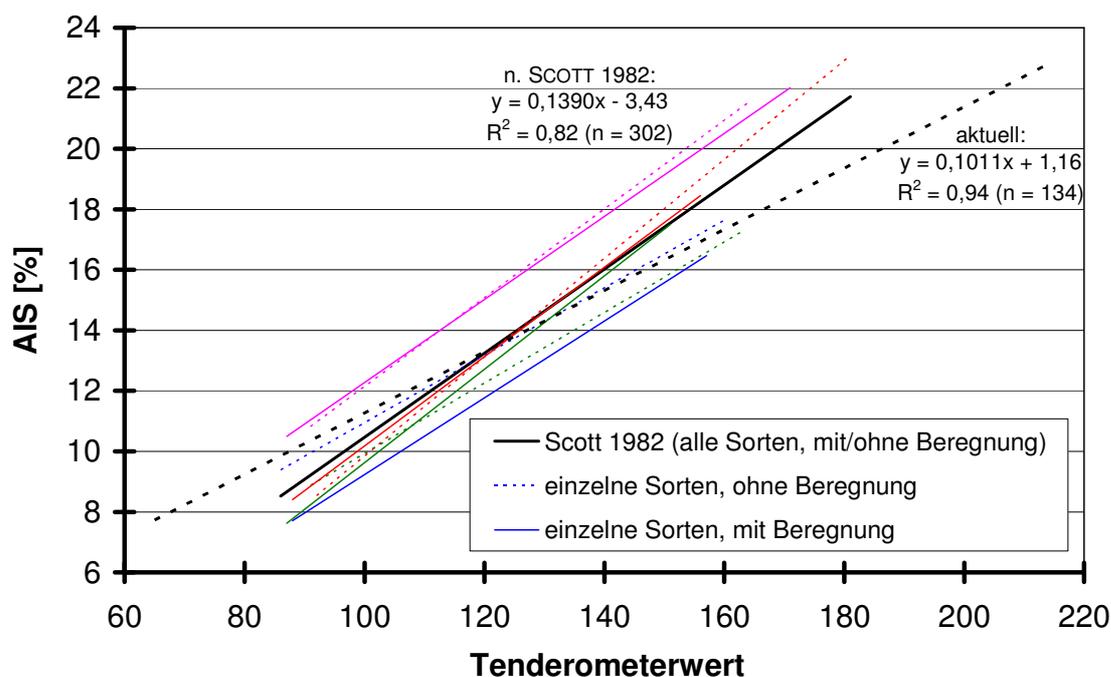
Einen nahezu identischen Zusammenhang zwischen TW und AIS-Gehalt fand auch WESTERLING (1986) vom niederländischen Sprenger-Institut im Versuchsjahr 1983, wobei die Streuung (zum Teil auch bei sortenspezifischer Auswertung) deutlich höher ausfiel.



**Abb. 10: Zusammenhang zwischen Tenderometer- und AIS-Gehalten (Literaturdaten)**

Drei Sorten wurden von WESTERLING auch über mehrere Versuchsjahre beobachtet, wobei sich zumeist relativ konstante TW-AIS-Zusammenhänge ergaben. Eine Sorte fiel in einem der vier Versuchsjahre aber deutlich ab und zeigte im Mittel rund 1,6 %-Punkte geringere AIS-Gehalte als in den drei anderen Versuchsjahren.

Aus den einjährigen Ergebnissen von SCOTT (1982) ergibt sich über die 4 untersuchten Sorten und 2 Bewässerungsstufen hinweg ein etwas schnellerer Anstieg der AIS-Gehalte mit zunehmendem TW (Abb. 11). Für die einzelnen Varianten (Sorte x Bewässerung) zeigte sich mit Bestimmtheitsmaßen von mehr als 0,92 jeweils ein sehr enger Zusammenhang zwischen TW und AIS-Gehalt (zu sortenspezifischen Unterschieden s. u.).

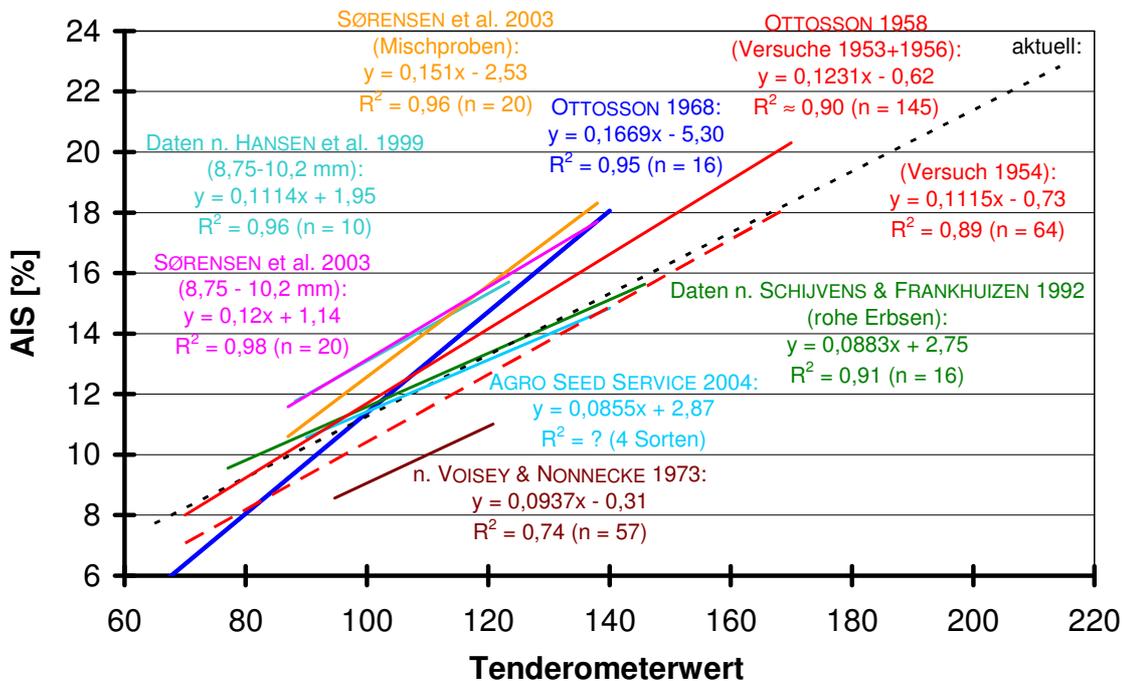


**Abb. 11: Zusammenhang zwischen Tenderometer- und AIS-Gehalten (verändert nach SCOTT 1982)**

In der Literatur finden sich noch weitere, zumeist aber nicht sehr umfangreiche Untersuchungen zum Zusammenhang von TW und AIS-Gehalt (Abb. 12). Bei zwar unterschiedlichen Steigungen (Regressionskoeffizienten) zeigen doch die meisten Verläufe (wie auch der nach WESTERLING und der der aktuellen Untersuchung) bei einem TW von 100 recht einheitlich einen AIS-Gehalt von rund 11,5 %. Nur aus zwei dänischen Arbeiten (HANSEN et al. 1999 und SØRENSEN et al. 2003) und ergibt sich bei einem TW von 100 ein AIS-Gehalt von 13,4 und 13,1 (8,75 - 10,2 mm) bzw. 12,6 (Mischproben). Nach einer älteren kanadischen Arbeit (VOISEY & NONNECKE 1973) liegt der AIS-Gehalt bei TW 100 nur bei etwa 9,1 %, OTTOSSON (1958) fand im "kalten und regnerischen" Versuchsjahr 1954 nur 10,4 %. Auch bei SCOTT (1982) lagen die AIS-Gehalte bei einem TW von 100 nur bei rund 10,5 %.

Bei den Arbeiten ist allerdings nicht immer ersichtlich, ob die AIS-Bestimmung an verarbeiteten Erbsen erfolgte; SCHIJVENS & FRANKHUIZEN (1992) untersucht den AIS-Gehalt an rohen Erbsen, die nach WESTERLING (1986) und OTTOSSON (1958) bei fortgeschrittener Reife einen etwas höheren AIS-Gehalt zeigen als entsprechend verarbeitete.

In den 'Deutschen Leitsätzen' (BMELV 2008) wird ein TW von 110 einem AIS-Gehalt von 13 %, ein TW von 125 einem Gehalt von 14 % 'gleichgesetzt'. Das hiesige Tiefkühlwerk rechnet mit der "empirisch aufgestellten" Gleichung  $TW = AIS \times 7,6 + 12$  (vgl. Abb. 10).



**Abb. 12: Zusammenhang zwischen Tenderometer- und AIS-Gehalten (Literaturdaten)**

Für die einzelnen Sorten errechneten sich leicht unterschiedliche Regressionsgeraden für den Zusammenhang zwischen TW und AIS-Gehalt (Tab., Abb. 13). Bei höheren TW wichen 'Oracle' und 'Genesis' bzw. 'PLS 566' am stärksten voneinander ab. So wies beispielsweise 'Genesis' oberhalb eines TW von knapp 105 höhere AIS-Gehalte auf als 'Oracle' (Abb. 14). Bei einem TW von 90 zeigte nur 'Moose' deutlich überdurchschnittliche AIS-Gehalte (Abb. 15). Bei TW 120 hatten 'Moose' und 'Genesis' die höchsten AIS-Gehalte, während 'Oracle' die einzige Sorte mit deutlich unterdurchschnittlichem AIS-Gehalt war (Abb. 16).

**Tab.: Regressionskoeffizient (b) und -konstante (a) sowie Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>) für den Zusammenhang zwischen Tenderometerwert und AIS-Gehalt**

Sorte	Züchter	Frühzeitigk.	Sortierung	Blatt	B	a	R <sup>2</sup>
Sherwood	SVS	früh	grob	normal	+ 0,0999	+1,34	0,90
M 89282	S&G	früh	grob	fiederblattlos	+ 0,1086	-0,14	0,93
Genesis	AGIS	mittelfrüh	grob	normal	+ 0,1325	-1,91	0,98
PLS 556	WAV	mittelfrüh	grob	fiederblattlos	+ 0,1215	-1,06	0,98
Oracle	WAV	mittelspät	sehr fein	normal	+ 0,0848	+2,36	0,98
Arnesa	NUN	mittelspät	extra fein	fiederblattlos	+ 0,0839	+3,09	0,98
Moose	SVS	spät	grob	normal	+ 0,1085	+1,28	0,96
Serge	WAV	spät	grob	fiederblattlos	+ 0,0930	+2,31	0,99

SCOTT (1982) errechnete für die einzelnen Varianten (Sorte × Bewässerung) jeweils spezifische TW-AIS-Regressionsgleichungen. Dabei wich eine Sorte mit signifikant höheren AIS-Gehalten von den drei anderen Sorten ab (vgl. Abb. 11, rosa Linien). Bei einer weiteren Sorte (blaue Linien) konnte ein signifikanter Einfluss der Bewässerung festgestellt werden.

Auch WESTERLING (1986) gibt für 7 untersuchte Sorten jeweils eigene TW-AIS-Regressionsgleichungen an (vgl. Abb. 10), macht aber keine Angaben darüber, ob diese Unterschiede statistisch abgesichert sind (die am stärksten voneinander abweichenden Sorten weisen jeweils ein R<sup>2</sup> von 'nur' rund 0,67 auf). Im Text geht der Autor auch nur auf die Differenz zwischen Markerbsen und den ebenfalls untersuchten Palerbsen ein.

Das Saatzuchtunternehmen AGRO SEED SERVICE (2004) berichtete, dass der Zusammenhang TW-AIS "stark sortenabhängig" sei, da "einige Sorten einen schnellen Umsatz von Zucker in Stärke haben" (Regression in Abb. 12 = Mittel von 4 Sorten). Nach deren Unter-

suchungen wie 'Spring' (syn. 'Avola') den schnellsten AIS-Anstieg auf (bei TW 120 14,3 %), während dieser bei 'Style' an langsamsten erfolgte (bei TW 120 12,2 %). 'Waverex' und 'Tristar' nahmen eine Mittelstellung ein. Angaben zum Umfang der Untersuchung und zur statistischen Absicherung wurden allerdings nicht gemacht.

Aus den Versuchsdaten von HANSEN et al. (1999) berechnen sich für die beiden untersuchten (aber nicht näher bezeichneten) Sorten nahezu identische Regressionsgeraden.

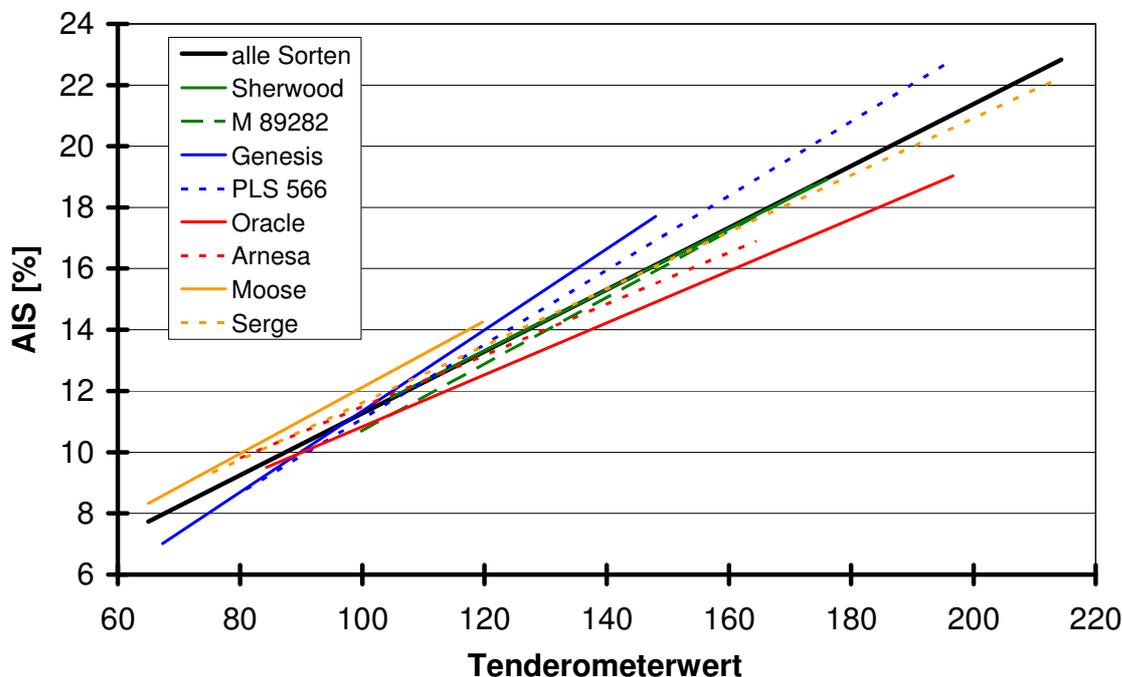


Abb. 13: Regressionsgeraden der verschiedenen Sorten für den Zusammenhang zwischen den gemessenen Tenderometerwerten und AIS-Gehalten

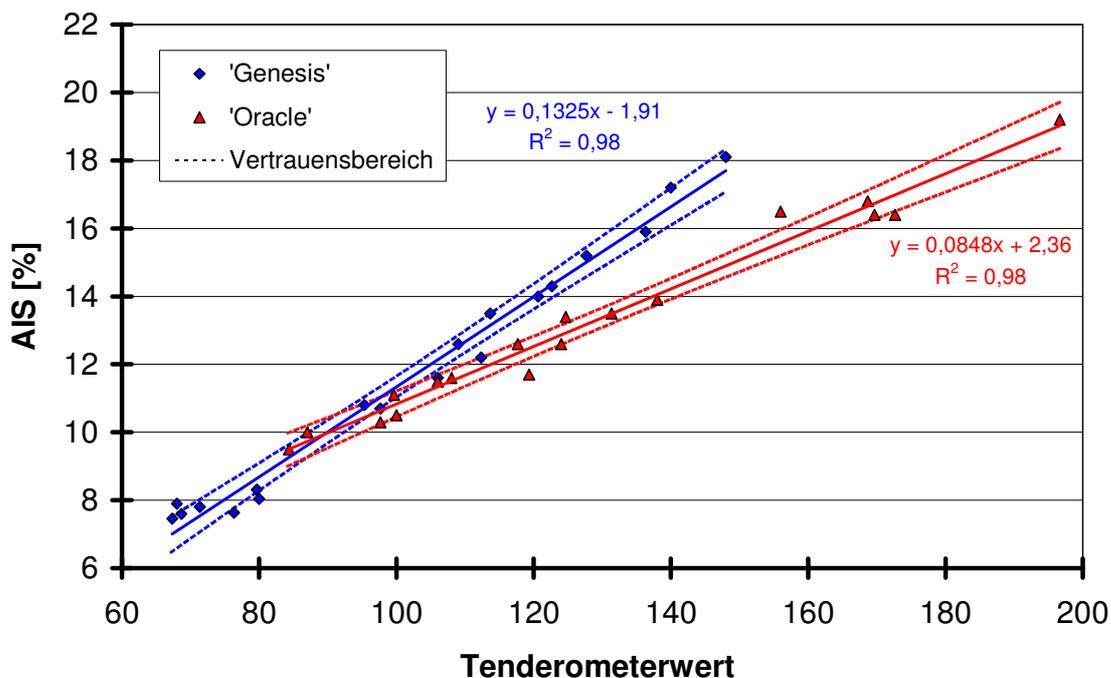
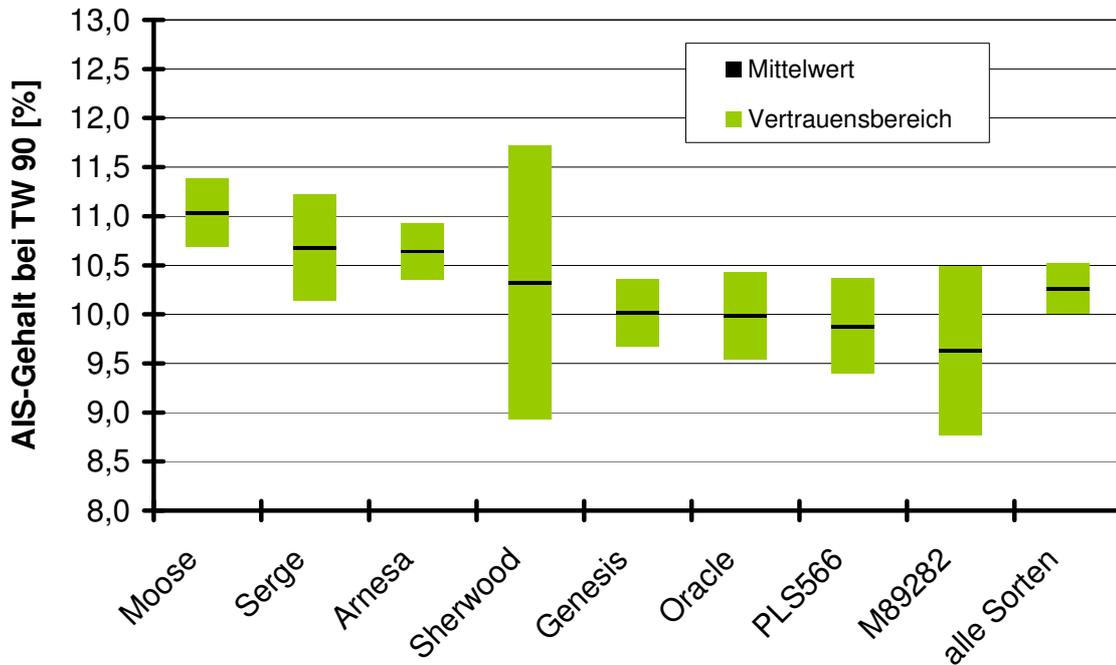
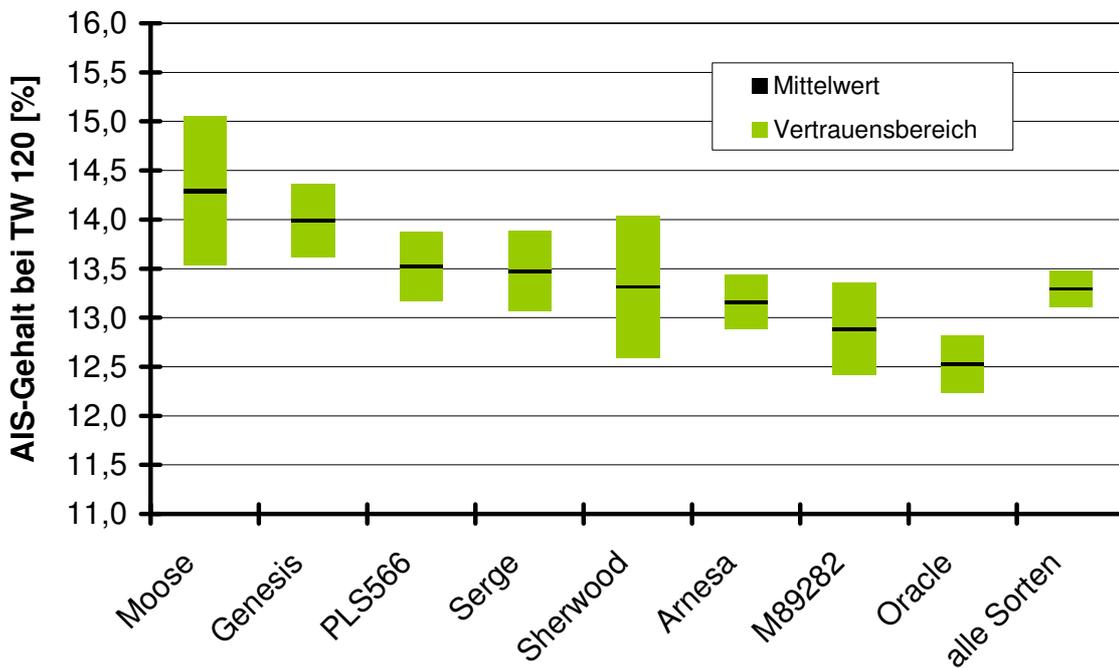


Abb. 14: Regressionsgeraden der Sorten 'Genesis' und 'Oracle' für den Zusammenhang zwischen den gemessenen Tenderometerwerten und AIS-Gehalten mit jeweiligem Vertrauensbereich für die Schätzung des mittleren AIS-Gehaltes ( $\alpha < 0,01$ )

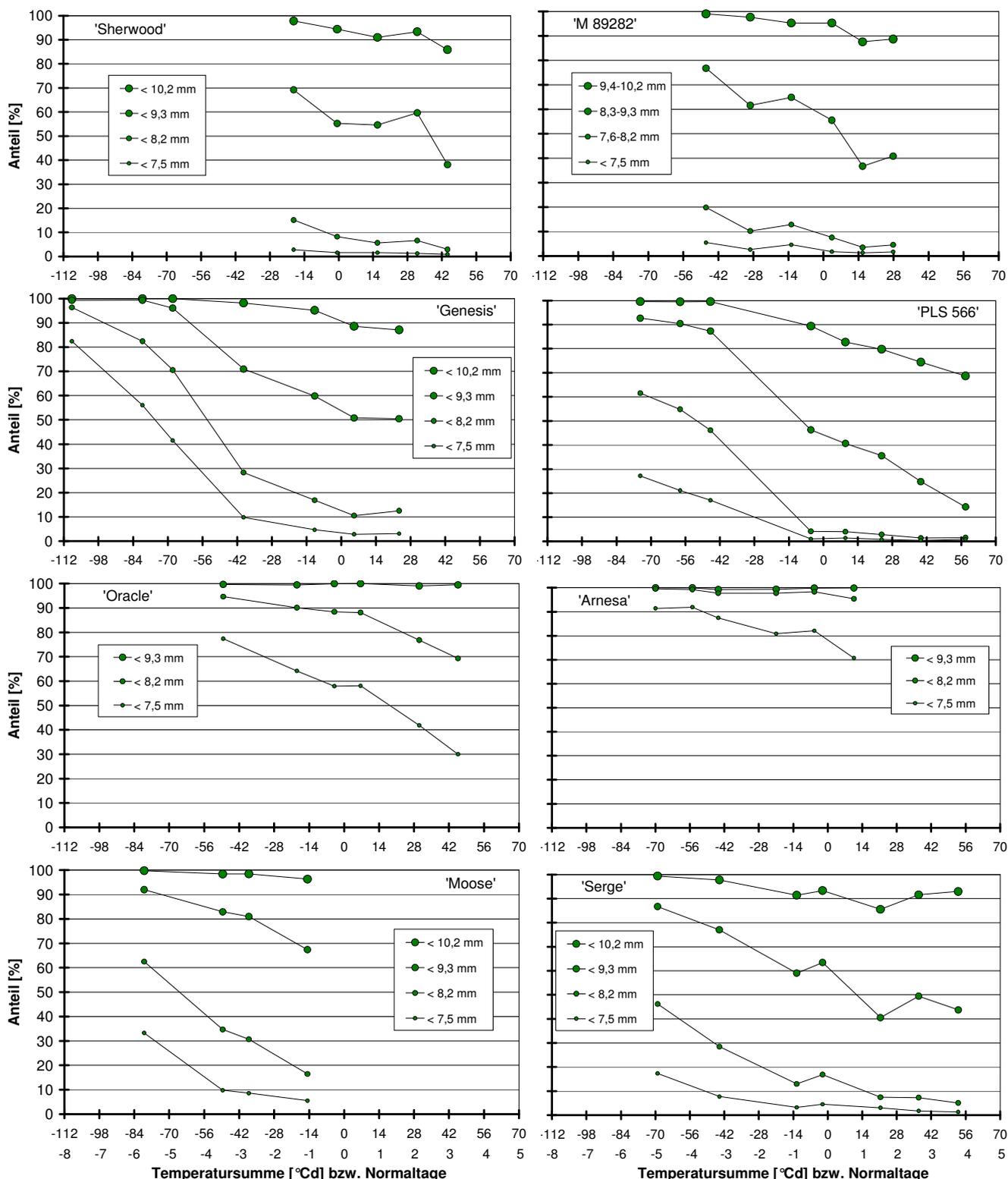


**Abb. 15: Mittlere AIS-Gehalte sowie deren Vertrauensbereiche ( $\alpha < 0,01$ ) er verschiedenen Sorten bei einem Tenderometerwert von 90 (bei sich nicht überlappendem Vertrauensbereich zweier Sorten kann von einem Unterschied zwischen den Sorten ausgegangen werden)**

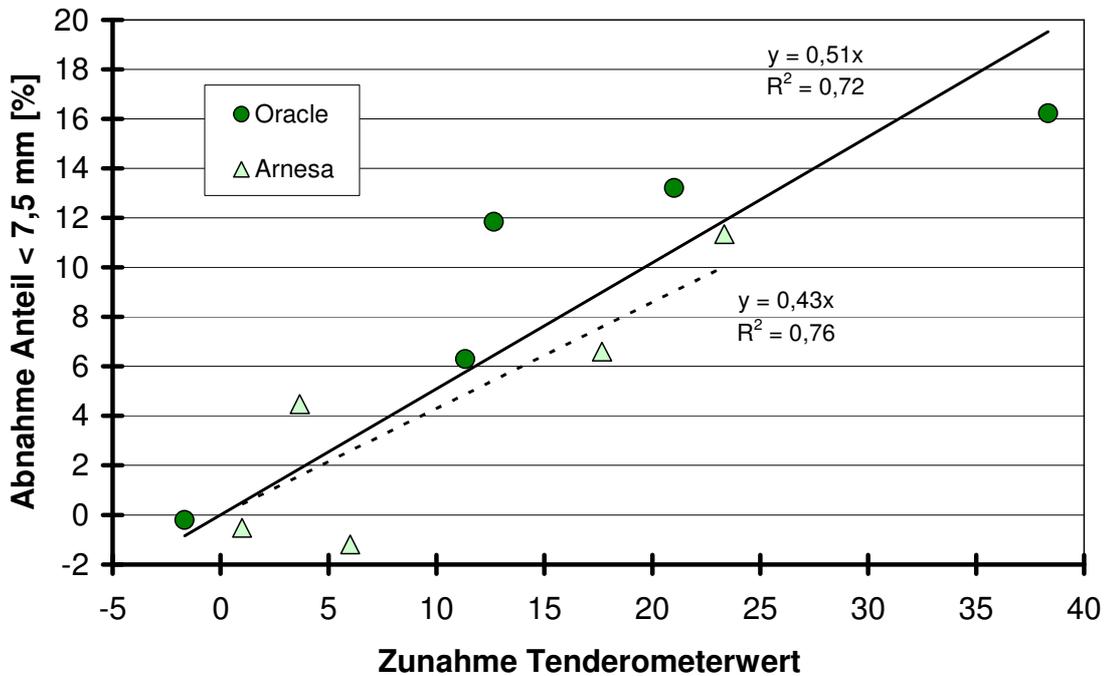


**Abb. 16: Mittlere AIS-Gehalte sowie deren Vertrauensbereiche ( $\alpha < 0,01$ ) er verschiedenen Sorten bei einem Tenderometerwert von 120 (bei sich nicht überlappendem Vertrauensbereich zweier Sorten kann von einem Unterschied zwischen den Sorten ausgegangen werden)**

Wie zu erwarten, änderte sich im Verlauf der Abreife die **Sortierung**, das heißt der Anteil kleinerer Siebfractionen nahm ab und der der größerer Fraktionen zu (Abb. 17). Die Aussage von NEUVEL (1992), dass mit einem Anstieg der TW um 10 Punkte eine Abnahme des Anteils an Erbsen < 7,5 mm (extra fein) um 3-6 %-Punkte verbunden ist, konnte für die beiden sehr bzw. extra feinen Sorten 'Oracle' und 'Arnesa' mit einer Abnahme von 5,1 bzw. 4,3 %-Punkten bestätigt werden (Abb. 18)

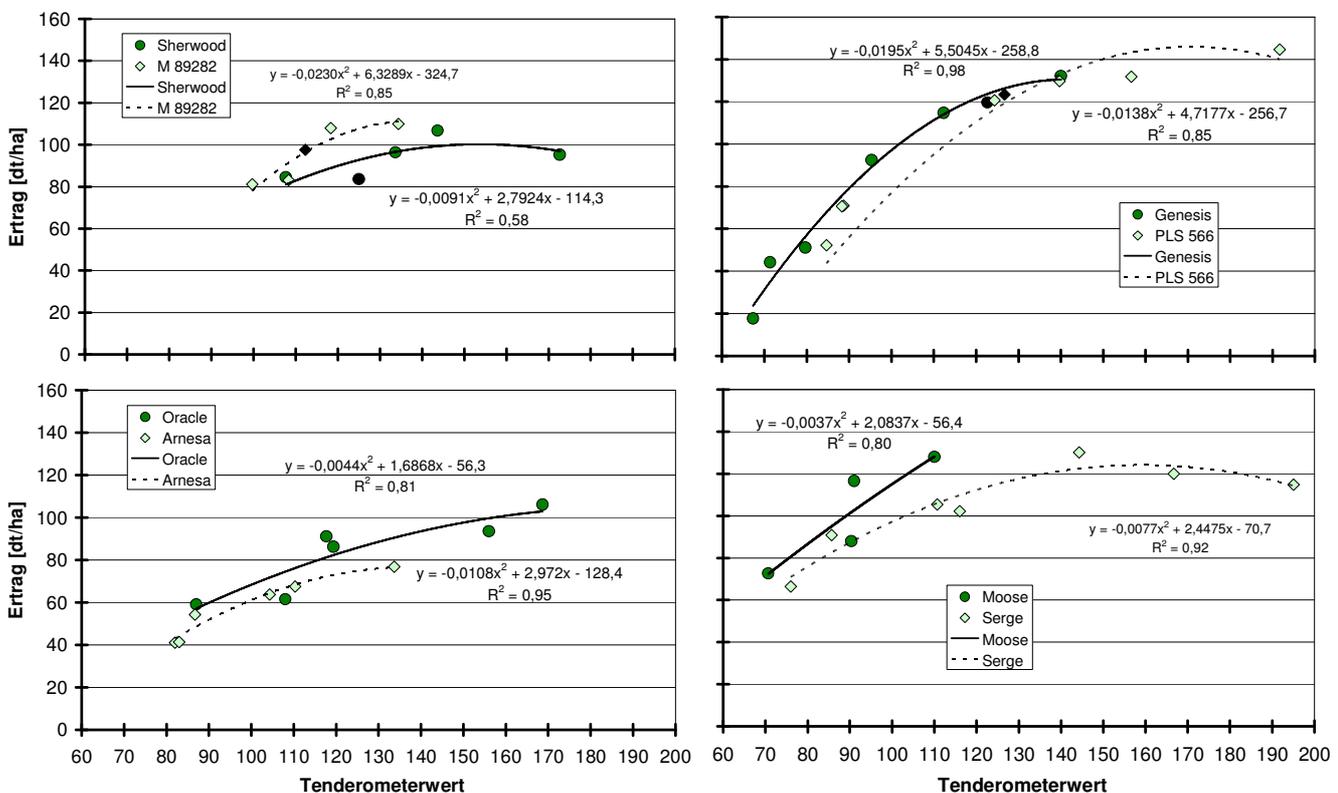


**Abb. 17: Anteil der verschiedenen Größensortierung im Reifeverlauf**  
(fehlender Anteil zu 100 % => 10,2 mm, bei 'Oracle' und 'Arnesa' > 9,3 mm)



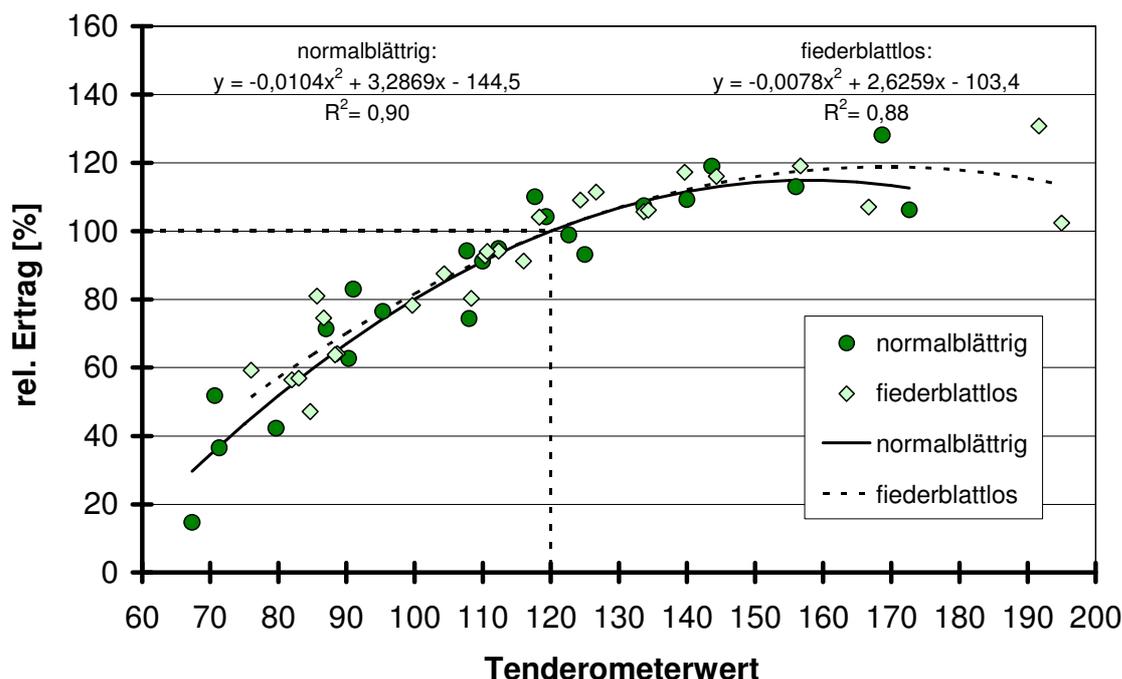
**Abb. 18: Abnahme des Anteils an Erbsen < 7,5 mm (extra fein) in Abhängigkeit von der Zunahme des Tenderometerwertes (Mischproben) zum jeweils vorherigen Erntetermin**

Der Anstieg des **Ertrages** mit zunehmendem TW verlief bei den verschiedenen Sorten unterschiedlich (Abb. 19). Er konnte zumeist gut mit einer quadratischen Funktion beschrieben werden. Aus der jeweiligen Funktion wurde der bei einem TW von 120 zu erwartende Ertrag der jeweiligen Sorte abgeleitet. Die an den verschiedenen Ernteterminen realisierten Erträge wurden dann relativ zu dem Ertrag bei TW 120 berechnet.



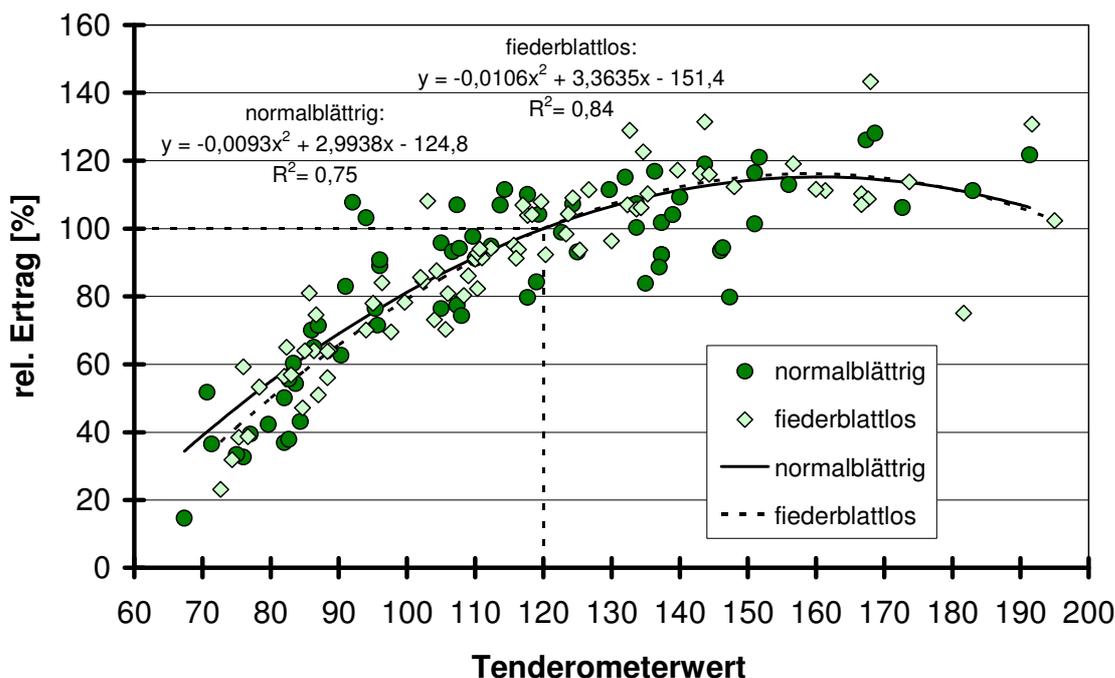
**Abb. 19: Erbsenertrag in Abhängigkeit vom Tenderometerwert (Mischproben) (die schwarz markierten Symbole stellen das Ertragsergebnis aus 4 Wiederholungen des parallel stattgefundenen Sortenversuches dar)**

Fasst man so die Sorten zusammen zeigt sich, dass der Anstieg des Ertrages bei den normalblättrigen und fiederblattlosen Sorten im praxisrelevanten Bereich von TW 90 bis 150 nahezu deckungsgleich verläuft (Abb. 20).



**Abb. 20: Relativer Ertrag (TW 120 = 100 %) in Abhängigkeit vom Tenderometerwert (Mischproben) normalblättriger und fiederblattloser Erbsensorten** (Ertrag bei TW 120 berechnet anhand der jeweiligen Regressionsgleichungen aus Abb. 19)

Auch bei Einbeziehung der im Versuchsjahr 2007 (LABER 2007b) und 2008 (LABER 2008b) gewonnenen Daten zeigten sich im relevanten TW-Bereich praktisch kein Unterschied zwischen den normalblättrigen und den fiederblattlosen Sorten (Abb. 21).



**Abb. 21: Relativer Ertrag (TW 120 = 100 %) in Abhängigkeit vom Tenderometerwert (Mischproben) normalblättriger und fiederblattloser Erbsensorten; Versuche 2007, 2008 und 2011**

Für alle 28 untersuchten Markersensorten inkl. des 2006 durchgeführten Vergleichs feiner/ grober Erbsen (LABER 2006b) ergibt sich eine Reife-Ertrag-Beziehung, die zwischen der auf einen Relativertrag umgeformten Ertragsbeziehung nach EVERAARTS & SUKKEL (2000; ermittelt an 31 Sorten, 16 Versuche, 2 Standorte über 5 Jahre) und der sich aus den Daten von FALLON et al. (2006, 6 Sorten, 2 Jahre) ergebenden Regressionsfunktion liegt (Abb. 22). Auch zu anderen in der Literatur zu findenden Reife-Ertragsbeziehungen (die aber mit Ausnahme von OTTOSSON 1958 u. 1968 und SCOTT 1982 jeweils nur an einer Sorte ermittelt wurden) besteht eine mehr oder weniger enge Übereinstimmung (Abb. 23).

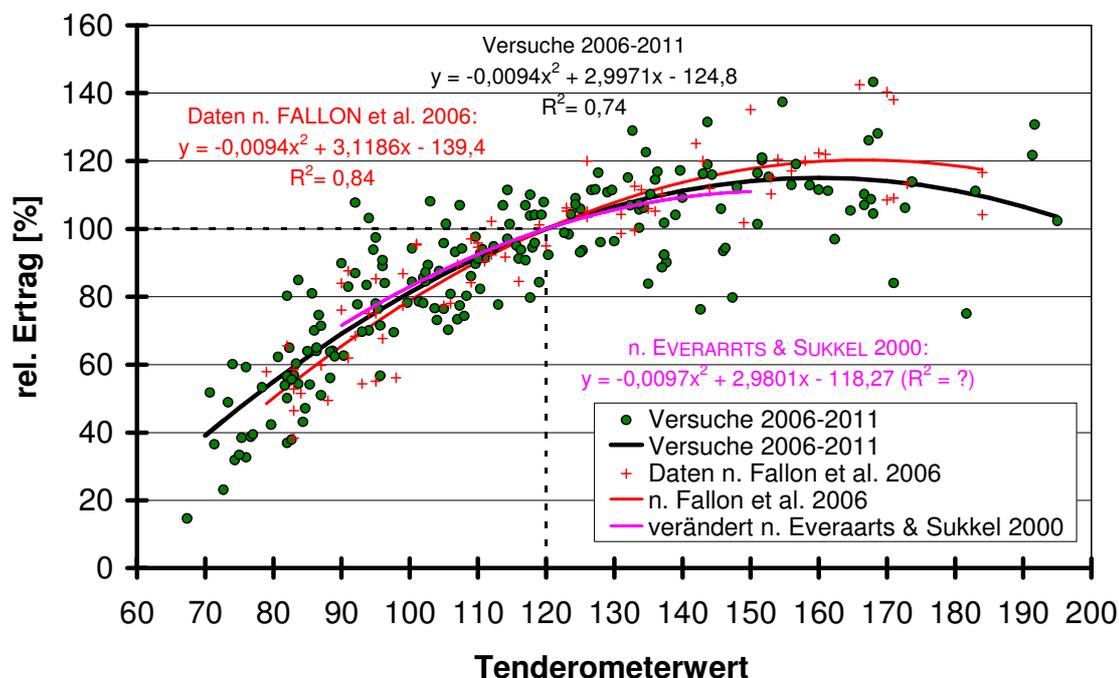


Abb. 22: Relativer Ertrag (TW 120 = 100 %) in Abhängigkeit vom Tenderometerwert (Mischproben); Versuche 2006, 2007, 2008 und 2011, verschiedene Erbsen-Sortentypen

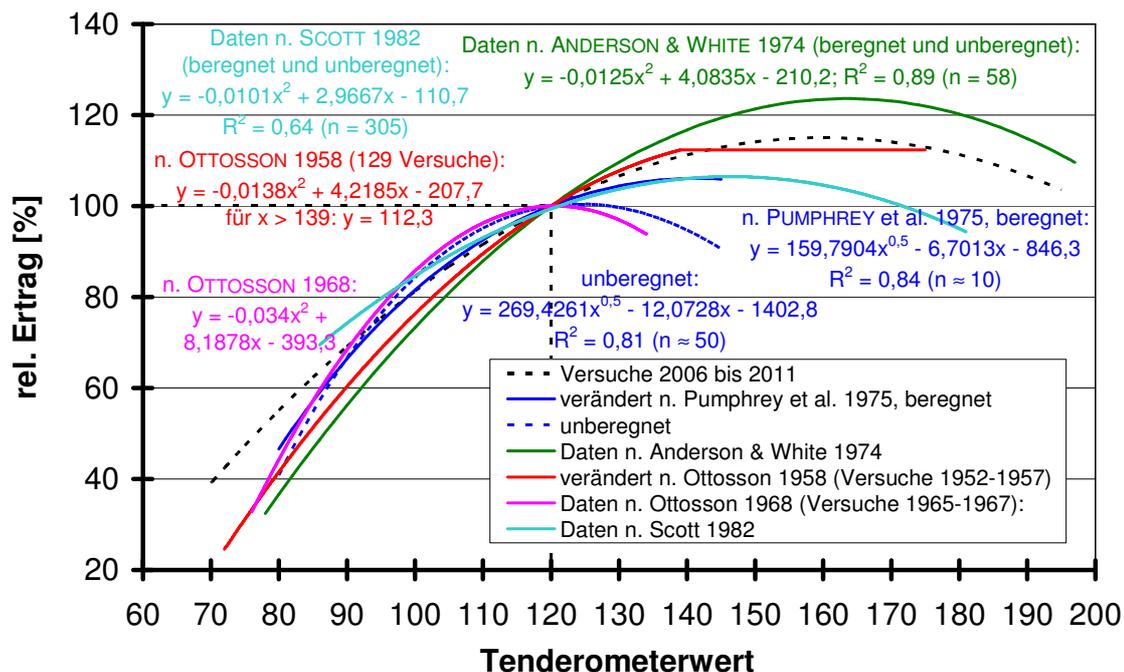


Abb. 23: Relativer Ertrag (TW 120 = 100 %) in Abhängigkeit vom Tenderometerwert (Literaturdaten)

## Fazit

- In 3 Versuchsjahren mit insgesamt 10 normalblättrigen und 11 fiederblattlosen Markerbsensorten zeigte sich ein nahezu deckungsgleicher Reifeverlauf der beiden Sortentypen. Damit wiesen fiederblattlose Markerbsensorten keinen schnelleren Anstieg der Tenderometerwerte (TW) auf als normalblättrige Sorten
- Der Anstieg des relativen Ertrages (TW 120 = 100 %) mit zunehmendem Tenderometerwert verlief bei den beiden Sortengruppen praktisch gleich. Er kann, über die Sortengruppen hinweg, mit folgender Funktion beschrieben werden:  
**rel. Ertrag [%] = -0,009363TW<sup>2</sup> + 2,9971TW - 124,82**
- Zwischen Tenderometerwert (roh) und dem AIS-Gehalt (verarbeitet) bestand über die untersuchten 8 Sorten hinweg ein enger Zusammenhang, der vereinfachend mit dem Faktor 0,11 (TW ⇒ AIS) bzw. 9,0 (AIS ⇒ TW) beschrieben werden kann
- Insbesondere bei höheren Tenderometerwerten traten Sortenunterschiede auf, die bei einer 'pauschalen' Umrechnung von AIS-Gehalten in TW zu Fehleinschätzungen des Reifezustandes führen könnten

## Literatur:

- AGRO SEED SERVICE 2004: Internet-Informationen zu "umfangreichen Untersuchungen hinsichtlich des Verhaltens AIS-Tenderometer" (24.2.2004, z. Z. nicht mehr geschaltet). [www.agroseedservice.com](http://www.agroseedservice.com)
- ANDERSON, J.A.D. und J.G.H. WHITE 1974: The relationship between green pea yield and tenderometer reading. *New Zealand Journal of experimental agriculture* **2** (1), S. 31-33
- BMELV 2008: Leitsätze für Gemüseerzeugnisse; Tiefgefrorene Gemüseerzeugnisse aus einer Gemüseart: Erbsen (Deutsches Lebensmittelbuch). Neufassung vom 08.01.2008, Bundesanzeiger Nr. 89a vom 18.06.2008
- EVERAARTS, A.P. und W. SUKKELE 2000: Yield and tenderometer reading relationships for smooth- and wrinkled-seeded processing pea cultivars. *Scientia horticulturae* **85** (3), S. 175-182
- 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
- HANSEN, M., J.N. SØRENSEN und L. WIENBERG 1999: Changes in the chemical and sensory quality of green peas during development. In: HÄGG, M., R. AHVENAINEN, A.M. EVERS und K. TIILIKKALA [Hrsg.]: *Agri-Food II: Quality management of fruit and vegetables*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge (UK), S. 134-137
- ISO 2006: ISO 23392: Fresh and quick-frozen maize and peas – determination of alcohol-insoluble solids content. International Organization for Standardization, Genf (CH)
- LABER, H. 2006a: Kein Unterschied im Abreifeverhalten von feinen und groben Markerbsensorten. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2006b: Ertragszunahme mit zunehmender Reife bei verschiedenen feinen und groben Markerbsensorten relativ ähnlich. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2007a: Kein Unterschied im Abreifeverhalten von normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsensorten. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2007b: Ertragszunahme mit zunehmender Reife bei normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsensorten relativ ähnlich. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2008a: Abreifeverhalten bei den verschiedenen Markerbsen-Sortentypen praktisch gleich. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2008b: Ertragszunahme mit zunehmender Reife bei den verschiedenen Markerbsen-Sortentypen praktisch gleich. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- LABER, H. 2009: Optimierung des Temperatursummen-Modells zur Anbauplanung bei Gemüseerbsen durch Verminderung der Basistemperatur auf 1,8°C. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)

- LATTAUSCHKE, G. 2011: a) Sehr hohe Erträge bei frühen und mittelfrühen groben Markerbsen. b) Konstanz im Sortiment mittelfeiner, mittelfrüher Markerbsen. c) Trockener und warmer Frühsommer führte bei späten Markerbsen zu Ertragseinbußen. d) Kontinuität auf hohem Niveau bei mittelfeinen mittelspäten und späten Markerbsen. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)
- NEUVEL, J.J. 1992: Teelt van Doperwten. Teelthandleiding Nr. 48, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volleground, Lelystad (NL)
- 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
- OTTOSSON, L. 1968: Experiments in vining peas. 4. Harvest time, maturation experiments and weed control. Lantbrukshögskolans meddelanden Ser. A, Nr. 106
- PUMPHERY, F.V., R.E. RAMIG und R.R. ALLMARAS 1975: Yield tenderness relationships in 'Dark Skinned Perfection' peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **100** (5), S. 507-509
- SCHIJVENS, E. und R. FRANKHUIZEN 1992: Meetmethoden voor de rijpheid van doperwten getoest. Voedingsmiddelentechnologie, **25** (5), S. 23-26
- 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)
- SØRENSEN, 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
- VOISEY, P.W. und I.L. NONNECKE 1973: Measurement of pea tenderness. V. The Ottawa pea tenderometer and its performance in relation to the pea tenderometer and the FTC texture test system. Journal of texture studies **4** (3), S. 323-343
- WESTERLING, F.J. 1986: Het AIS-gehalte als kwaliteitscriterium voor gesteriliseerde doperwten. Voedingsmiddelentechnologie **19** (11a), S. 25-28