

Schätzen des Reifestadiums mit Prognosemodellen

Marco Meisser, Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), 1725 Posieux

Ausser der Beurteilung des Korns, die etwas Erfahrung braucht, verfügt der Landwirt über keine einfachen Mittel, den TS-Gehalt der Ganzpflanze zu schätzen. Greift die landwirtschaftliche Fachpresse das Thema auf, handelt es sich meist um die Schilderung einzelner Situationen: im Herbst werden einige Stichproben auf landwirtschaftlichen Schulen oder in den Forschungsanstalten genommen. In letzter Zeit wird vermehrt die Eignung von Prognosemodellen untersucht. Die Beziehung zwischen der Temperatursumme und dem Reifestadium der Pflanze wird herangezogen. In Frankreich und Nordamerika ist diese Methode bereits länger im Einsatz. Sie gewinnt auch in Deutschland immer mehr an Bedeutung.

Modelle, die die Entwicklung von Mais beschreiben Als ursprünglich subtropische Pflanze hat Mais hohe Wärmebedürfnisse, um seinen Entwicklungszyklus abzuschliessen. Die Temperatur ist der wichtigste Faktor bezüglich Ertrag und Wachstum. Bei vielen Pro-

gnosemodellen wird der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit vereinfacht simuliert.

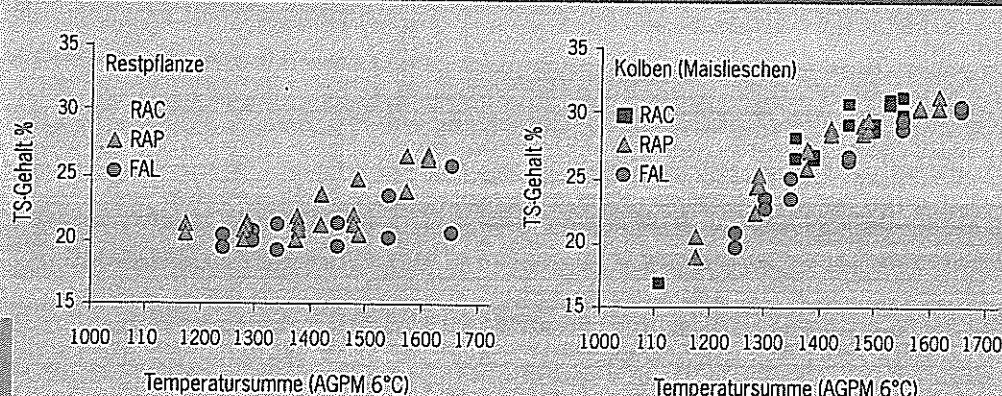
Die mathematischen Modelle sind während der Vegetationsperiode nützlich, um den TS-Gehalt der Ganzpflanze sowie den möglichen Erntetermin vorherzusagen. Basierend auf bekannten Klimaparametern des laufenden Jahres, wird das jeweilige Reifestadium der Pflanze errechnet und die verbleibenden Tage bis zum gewünschten Stadium geschätzt. Dadurch kann der Landwirt die Maisernte im Voraus planen.

In grossen Ländern werden die Modelle auch zur Erfassung der zur Verfügung stehenden Wärmesummen angewendet. Gestützt auf eine Analyse der klimatischen Bedingungen der letzten 30 bis 40 Jahre, können die verschiedenen Regionen eines Landes in agroklimatische Zonen eingeteilt werden. Diese Einteilung ist wichtig für die Wahl der Reifegruppe und liefert wertvolle Informationen zur Variabilität der Temperatursummen in den einzelnen Zonen.

Silomais wird in der Praxis oft in einem nicht optimalen Stadium geerntet. Die Konservierungsprobleme bei zu weit abgereiftem Mais sind bekannt. Das Siliergut erwärmt sich (Nachgärung); es entstehen Trockensubstanz (TS)-Verluste und eine Abnahme des Energiegehalts. Verschiedene Studien aus dem Ausland haben gezeigt, dass Maissilagen immer «trockener» und mit TS-Gehalten über 35 % einsiliert werden. Die klimatischen Bedingungen erklären nur teilweise diese Situation, wie sie auch in der Schweiz beobachtet wird.

Abbildung 1 und 2: TS-Gehalte und Temperatursummen

Entwicklung der TS-Gehalte in Abhängigkeit der Temperatursumme für die Jahre 2000 und 2001 (n = 46) bezüglich Restpflanze und Kolben.



Vergleich verschiedener Modelle Die eidgenössische Forschungsanstalt in Posieux (RAP) hat eine Studie durchgeführt, um verschiedene Prognosemodelle, die in Europa und Nordamerika heute im Einsatz sind, miteinander zu vergleichen. Das Vorhandensein einer möglichst breiten Datengrundlage ist wichtig, um eine solche Studie durchführen zu können. Im Ganzen wurden 16 verschiedene Situationen (Ort, Jahr) in Betracht gezogen. Bei jeder Ernte wurden die TS-Gehalte der Sorten Banguy (mittelfrüh) und Goldmeru (frühreif) in Beziehung mit den verschiedenen klimatischen Parametern gesetzt.

Die untersuchten Modelle beruhen alle auf demselben Prinzip: Man stellt eine lineare Beziehung zwischen der Temperatursumme und dem Reifestadium

(ausgedrückt als TS-Gehalt der Ganzpflanze) her.

Das Bestimmtheitsmass (r^2) der vier besten Modelle liegt nahe beieinander (Tabelle). Die Standardabweichungen der Residuen (RMSE) beträgt etwa 3 Punkte. Für den Praktiker heisst das, dass bei zwei Dritteln der Fälle die Schätzung bis zu 3 Prozentpunkten (%TS) abweichen kann. Schätzungsungenauigkeiten der verschiedenen Modelle sind oftmals auf die unvorhersehbare Entwicklung der Restpflanze (Stängel und Blätter) zurückzuführen. In Trockenperioden oder zu Vegetationsende können die TS-Gehalte dieser Teile stark ansteigen. Dieses Phänomen, das sich auf den TS-Gehalt der Ganzpflanze auswirkt, ist schwierig abzuschätzen: keiner der klimatischen Parameter erlaubt eine eindeutige Voraussage. Beim Kolben sind die Abwei-

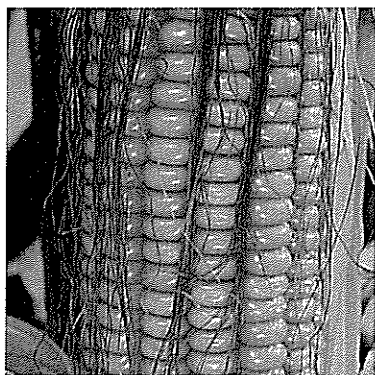


Abbildung 4:
Der Erntezeitpunkt beim Silomais ist sehr wichtig.

chungen viel schwächer als beim Stängel (Abbildung 1 und 2). Unsere Untersuchung zeigte, dass die Standorte einen viel grösseren Einfluss haben als die verschiedenen Sorten.

Die Temperatur erklärt nicht alles

Um die Schätzung zu verbessern besteht eine relativ einfache Lösung darin, die Tempertursumme zu «korrigieren», unter Berücksichtigung von besonderen klimatischen Ereignissen (limitierende Faktoren). Die Wasserversorgung ist zum Beispiel ein Faktor, der Anlass zu einer Korrektur geben kann.

In unserer Untersuchung wurde dieser Ansatz beim ersten Modell angewendet (AGPM 6, Tabelle). Unsere Beobachtungen zeigten, dass die Siloreife (33 bis 35 % TS) für frühreife und mittel-

Tabelle: **Genauigkeit der verschiedenen untersuchten Modelle zur Schätzung des TS-Gehaltes (n = 83)**

Modell	Symbol	r^2	RMSEI
1. Temperatursummen 6 °C	AGPM 6	0,78	2,85
2. Temperatursummen 8 °C	AGPM 8	0,78	2,84
3. Crop Heat Units	CHU	0,78	2,90
4. General Thermal Index	GTI	0,70	3,34
5. Thermal Leaf Unit	TLU	0,79	2,78

r^2 = Bestimmtheitsmass; zwischen 0 bis 1, zeigt die Stärke der Beziehung zwischen den einzelnen Variablen.

RMSE = Standardabweichung der Residuen (Residuen = Abweichung zwischen den beobachteten und den berechneten Werten).

frühreife Sorten bei Temperatursummen zwischen 1450 und 1510 erreicht ist. Ist die Wasserversorgung nicht optimal, «verkürzt» sich der Reifezeitpunkt auf etwa 1400. Diese Beobachtung wurde vorwiegend in der Genferseeregion gemacht.

Um der Auswirkung einer ungünstigen Wasserversorgung auf die Entwicklung der Pflanze Rechnung zu tragen, haben wir das Wasserdefizit berechnet. Ausschlaggebend sind vorwiegend die Evapotranspiration und die Niederschlagsmengen. Unter den 16 untersuchten Situationen befanden sich 6, die sich durch mehr oder weniger starke Trockenheitsperioden auszeichneten. Je nach Länge oder Zeitpunkt der Trockenheit wurden 50 bis 100 Tagesgradeinheiten zur Temperatursumme hinzugefügt.

Aber auch mit einem Korrekturfaktor bezüglich Wasserversorgung kann die Schätzung nur bedingt verbessert werden. Die Standardabweichung der Residuen (RMSE) kann kaum unter 2.3 Prozentpunkte (%TS) herabgesetzt werden. Aus der Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen der Temperatursumme und dem TS-Gehalt der Ganzpflanze ersichtlich. Ist die Wasserversorgung gut, kann die Formel direkt übernommen werden. Bei Wassermangel sollten der Temperatursumme 50 bis 100 Tagesgradeinheiten hinzugefügt werden.

Ab dem Jahr 2003 wird den Landwirten die Möglichkeit geboten, unter www.rapposieux.ch eine Schätzung des TS-Gehaltes für die Ganzpflanze (unter Angabe des Standorts und des Saatzeitpunkts) zu erhalten. Die Schätzung gilt für frühreife und mittelfrühe Sorten.

Schlussfolgerung Abweichungen beim TS-Gehalt der Ganzpflanze sind vorwiegend auf die heterogene Entwicklung der

Restpflanze am Ende der Entwicklung zurückzuführen. Es kommt vor, dass der TS-Gehalt der Restpflanze zunimmt, ohne dass es zwangsläufig mit klimatischen Parametern zu erklären ist. Dieses Phänomen begrenzt die Einsatzmöglichkeiten von Prognosemodellen.

Bei optimaler Wasserversorgung können Modelle mit einer Variablen (Temperatursumme) zufriedenstellende Ernteschätzungen ergeben. Ist der Standort während der Sommermonate Trockenperioden ausgesetzt, kann der Einbezug einer zweiten Variablen für die Wasserversorgung die Schätzung verbessern. Das Modell, das das beste Potenzial aufweist, ist jenes, welches die Wasserversorgung in Form einer Korrektur der Temperatursumme berücksichtigt.

TS-Gehalt Online

Ab dem Jahr 2003 ermöglicht die RAP den Praktikern, online den TS-Gehalt ihrer Maispflanzen auf einfache Weise zu schätzen. Machen auch Sie Gebrauch von dieser Dienstleistung!

www.rapposieux.ch

Abbildung 3: **Temperatursumme und TS-Gehalt**

Beziehung zwischen der Temperatursumme (mit Korrektur bezüglich Wasserversorgung) und dem TS-Gehalt der Ganzpflanze (n = 83)

