

Klassifizierung unbekannter Proben ökologischer und konventioneller Herkunft mittels FAS anhand von Trainingsdaten aus dem Vorjahr

Classification of unknown organic and conventional samples by FES and training data of preceding year

J. Strube¹, P. Stolz¹ und F. Weibel²

Keywords: food quality, crop farming, spectroscopy

Schlagwörter: Lebensmittelqualität, Pflanzenbau, Spektroskopie

Abstract:

Different sorts of apples coming from pairs of organic/conv. producers of different locations in Switzerland and Germany were retrospectively investigated in 2004 and prospectively classified in 2005 based on data measured by fluorescence-excitation-spectroscopy (FES) and subsequent discriminant analysis. The result was in 8 of 9 cases a correct identification of the method of production. In one case the data showed no difference.

Einleitung und Zielsetzung:

Es wurde an Äpfeln die Frage untersucht, ob es bei unbekanntem Probenpaaren ökologischer und konventioneller Herkunft messbare Anhaltspunkte dafür gibt, sie der zugehörigen Anbauweise zuzuordnen. Dabei sollten die Proben nicht aus wissenschaftlich kontrollierten Anbauversuchen sondern von marktbeliefernden Erzeugern stammen, wobei verschiedene, aber jeweils möglichst vergleichbare Standortpaare vorkommen sollten. Die Untersuchung erfolgte im Rahmen eines Projektes im Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Einzelparameter reichen im Allgemeinen zur Klassifikation unbekannter Proben bezüglich ihrer Anbauweise nicht aus. Entsprechend wurde hier untersucht, ob durch eine Methode, die in einem Messgang eine Vielzahl von Daten liefert und anschließende Anwendung statistischer Verfahren eine Verbesserung bei der Diskriminierung und Klassifikation unbekannter Proben erreicht werden kann.

Methoden:

Es wurden Proben der Apfelsorten Golden Delicious und Elstar untersucht. Der Anbau der Sorte Golden Delicious erfolgte an fünf Standorten in der Schweiz unter Betreuung durch das FiBL. Je Standort wurden Proben eines konventionellen und eines ökologischen Erzeugers am gleichen Termin gepflückt. Klimatische Bedingungen und Bodenverhältnisse waren vergleichbar. Die Sorte Elstar wurde entsprechend an vier Standortpaaren in Deutschland angebaut. Die Proben kamen in diesem Fall von einer Erzeugergemeinschaft.

Die Untersuchung erfolgte mittels Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS). Über den Einsatz der Methode wurde mehrfach berichtet (STRUBE et al. 2004, STRUBE et al. 2001, STRUBE et al. 2000). Die Methode wurde im Rahmen eines Projektes des Bundesprogramms Ökologischer Landbau ausführlich beschrieben und nach ISO 17025 validiert (MEIER-PLOEGER et al. 2003). Sie liefert einen Datensatz von 120 Messgrößen je Apfel. Jede Probe umfasste mindestens 20 Äpfel.

¹KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH, Fuldaer Str. 21, 36160 Dipperz, Deutschland, office@kwalis.de

²FiBL, Ackerstraße, 5070 Frick, Schweiz, franco.weibel@fibl.org

Die Klassifikation unbekannter Proben auf Grundlage von FAS-Daten erfolgte in der

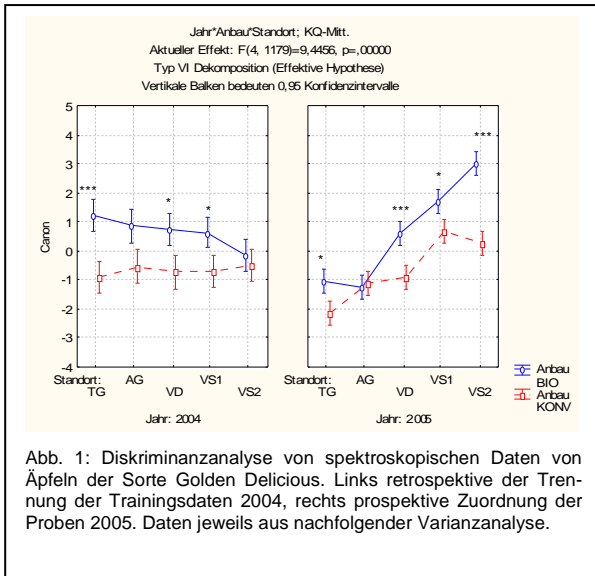


Abb. 1: Diskriminanzanalyse von spektroskopischen Daten von Äpfeln der Sorte Golden Delicious. Links retrospektive der Trennung der Trainingsdaten 2004, rechts prospektive Zuordnung der Proben 2005. Daten jeweils aus nachfolgender Varianzanalyse.

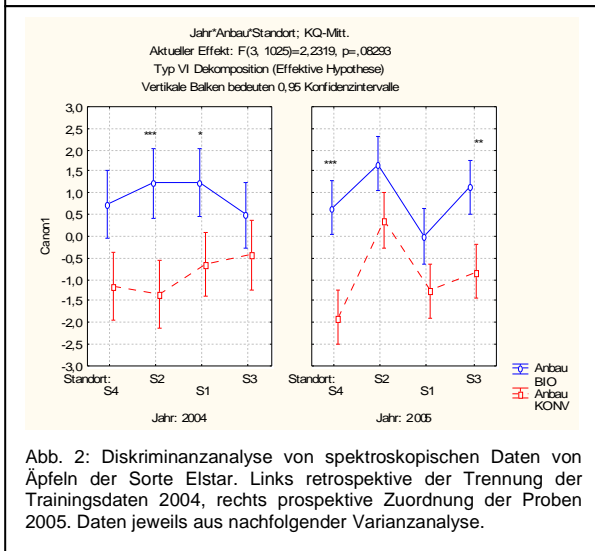


Abb. 2: Diskriminanzanalyse von spektroskopischen Daten von Äpfeln der Sorte Elstar. Links retrospektive der Trennung der Trainingsdaten 2004, rechts prospektive Zuordnung der Proben 2005. Daten jeweils aus nachfolgender Varianzanalyse.

Vergangenheit nach einer heuristischen Methode, die sich auf Erfahrungen und Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen stützte (STRUBE 2005). Nachdem sich diese Methode als recht treffsicher erwiesen hatte wurde versucht, sie konsequent in ein statistisches Verfahren zu überführen. Dafür wurden die jahresbedingten Unterschiede zwischen den Proben aus den Daten mathematisch entfernt, indem die Datensätze jahrgangsbezogen normalisiert wurden. Dazu wurde von jedem Einzelwert einer Messgröße der Mittelwert des gesamten Datensatzes bezüglich dieser Messgröße und dieses Jahrgangs subtrahiert und anschließend jeder Einzelwert entsprechend durch die zugehörige Standardabweichung dividiert. Die Normalisierung erfolgte separat für die Sorten Golden Delicious und Elstar. Aus den beiden normalisierten Datensätzen wurden

bei der Sorte Elstar 25 und bei Golden Delicious 41 Messgrößen ausgewählt und mittels Diskriminanzfunktion eine kanonische Variable sowohl für die Trainingsdaten 2004 als auch für die zu klassifizierenden Proben 2005 errechnet (Diskriminanzanalyse mittels des Statistikprogrammes JMP). Anschließend wurden die kanoni-

sche Variable einer Varianzanalyse hinsichtlich der Faktoren Jahr, Anbau und Standort unterzogen (mittels des Programmes Statistica). Eine ähnliche Vorgehensweise wurde von BIGLER angewandt (2006), jedoch ohne Normalisierung der Rohdaten und mit 5 Messgrößen. Die Entfernung des Jahrgangseinflusses aus den Daten durch entsprechende Normalisierung verbessert die prospektive Klassifikation beträchtlich. Die verwendeten 25 bzw. 41 Messgrößen sind nicht völlig unabhängig voneinander (wie es BIGLER für seine Daten bevorzugte), sondern untereinander teilkorreliert. Das hat zur Folge, dass die Trennung schärfer (signifikanter) erscheint, als bei ausschließlicher Verwendung von nicht korrelierten Messgrößen. Die Teilkorrelation ist jedoch überwiegend durch Eigenschaften der Proben selbst bedingt (STRUBE et al. 2007). Wird auf teilkorrelierte Messgrößen verzichtet, so werden Informationen über die Proben fallengelassen, die zu deren Unterscheidung beitragen.

Ergebnisse und Diskussion:

Die Abb. 1 zeigt die Werte der kanonischen Variable der Diskriminanzanalyse, die für die Sorte Golden Delicious für das Trainingsjahr 2004 retrospektiv ausgeführt (linke Seite in Abb. 1) und die prospektiv errechneten Werte für die Proben des Jahres 2005 (rechte Seite). Bei den Proben 2005 ergaben sich an vier Standorten signifikante Unterschiede, davon an zwei Standorten mit $p < 0,0001$. Ein Standort ergab keine Unterschiede zwischen den Proben. Interessanterweise lag bei diesem Probenpaar die Besonderheit vor, dass bei der ökologischen Probe während des Sommers Milbenbefall aufgetreten war. Die prospektiv ausgeführte Datenauswertung trennte nicht nur die Proben, sondern erlaubte auch die richtige Klassifikation, d.h. der höhere Wert der kanonischen Variablen entspricht sowohl im Trainingsdatensatz wie bei der prospektiven Berechnung den ökologischen Proben.

Ein vergleichbares Ergebnis, wobei zwei von vier Proben signifikante Unterschiede lieferten, ergab sich auch für die Äpfel der Sorte Elstar. Auch in diesem Fall ergab sich die richtige Klassifikation der Proben an den vier Standorten.

Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse legen nahe, dass Vergleiche und Zuordnungen im Hinblick auf die Anbauweise bei unbekanntem Apfelproben standort- und sortenbezogen möglich sind. Gegebenenfalls müsste die Datenbasis für die Trainingsdaten erweitert werden.

Danksagung:

Wir danken für die Förderung des Projekts im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau. Der Arbeitsgruppe Lebensmittelqualität von Prof. Dr. A. Ploeger, Dr. N. Busscher und Dr. J. Kahl an der Universität Kassel sowie Prof. Dr. G. Rahmann und seinen Mitarbeitern an der FAL danken wir für die konstruktive und fruchtbare Zusammenarbeit. Dem Öko-Obstbau Norddeutschland e.V. (ÖON) sei für die gut gelungene Probenorganisation gedankt. Und nicht zuletzt danken wir unseren Mitarbeitern für die sorgfältige Durchführung der Messungen.

Literatur:

Bigler C. (2006): Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS) und Gas-Discharge-Visualisation (GDV) an Äpfeln aus Bio-Anbau und Integrierter Produktion (IP). Universität Zürich. Institut für Systematische Botanik. Zürich. Diplomarbeit: 57 S.

Meier-Ploeger A. et al. (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), D-53168 Bonn. Bonn. 20. Mai 2005: 4815 S.

9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.

Beitrag archiviert unter <http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html>

Strube J. (2005): Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie. in "Abschlussbericht Projektnummer 02OE170 "Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung". A. Meier-Ploeger. Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 53168 Bonn: S. 61-157.

Strube J. et al. (2000): Fluorescence Excitation Spectroscopy for the Evaluation of Seeds. IFOAM 2000 - The World Grows Organic, 13th International IFOAM Scientific Conference, Basel, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich: S. 306-309.

Strube J. et al. (2001): Untersuchungen zur Qualität von Calendula-Samen mittels zeitaufgelöster Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie. Tagung Gewürz- und Heilpflanzen. 36. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. 2001, Jena, Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V.: S. 93-98.

Strube J. et al. (2004): Lebensmittel vermitteln Leben - Lebensmittelqualität in erweiterter Sicht. KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH, Dipperz.

Strube J. et al. (2007): Abschlussbericht zum BLE-Projekt 02OE170F (in Vorbereitung).

Archived at <http://orgprints.org/9623/>