



ERFASSUNG VON FRUCHTEIGENSCHAFTEN zur Erntezeit mittels eines neu entwickelten Spektrometers.

Foto: Biegert

Ernten zum optimalen Zeitpunkt

Projekt erforscht den besten Pflücktermin an den Früchten am Baum

Für eine gute Lagerfähigkeit von Kernobst ist die Wahl des Erntetermins entscheidend. Bislang lieferte der Streif-Index die Basis dazu. In den letzten Wochen vor der Fruchtreife werden dem Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) aus verschiedenen Anbauregionen, aber auch von eigenen Versuchsflächen exemplarisch Stichproben geliefert, um über den Streif-Index im Labor das Erntefenster zu bestimmen. Doch das ist aufwendig und so wird nach neuen Lösungen gesucht.

Beim Streif-Index wird die lösliche Trockensubstanz (Zucker) in °Brix, die Fruchtfleischfestigkeit in kg/cm² und der Stärkeabbau mit einer Boniturskala von 1 bis 10 bestimmt. Aus dem berechneten Index (Festigkeit/(Brix x Stärke) wird sortenspezifisch ein Erntefenster vorgegeben. Die Daten werden dafür in langjähriger Forschungsarbeit empirisch erhoben. Weitere Details finden sich auf der KOB Homepage unter <https://kob-bavendorf.de/reifedaten.html>.

BISHERIGE METHODE MIT MÄNGELN BEHAFTET

Limitierend an der bisherigen Methode sind Sortenneuheiten, für die das Erntefenster jeweils neu bestimmt werden muss, sowie sich stark ändernde Wetterbedingungen. Im Jahr 2018 wurde zum Beispiel durch die langanhaltende Hitzeperiode der Stärkeabbau gehemmt. Gerade der Stärkeabbau hat jedoch eine hohe Gewichtung in der Streif-Index-Formel, weshalb sie im Jahr 2018 nicht genutzt wer-

den konnte. Viele Partien der Sorte Elstar wurden durch fehlende Farbe und dem fehlenden Stärkeabbau fälschlicherweise zu spät geerntet. Im Lager haben sie dann schnell an Festigkeit verloren. Eine andere Herausforderung bei der Bestimmung des passenden Erntetermins sind Klone, die eine schnelle Rotfärbung fördern. Hier wird tendenziell zu früh geerntet. Die Lagerfähigkeit leidet dann zwar weniger, doch den Früchten fehlt es an Geschmack! Aufgrund dieser Schwierigkeiten war es dem Erfinder des Streif-Indexes wichtig, alternative und vor allem nicht-destruktive Methoden zu finden, um den Erntetermin bereits im Feld bestimmen zu können.

ERNTETERMIN AUF BASIS VIELER DATEN BESTIMMEN

Seit 2016 wird daher am KOB in verschiedenen Projekten (Projekt Big Apple und Melon) daran gearbeitet, neue Methoden zur Erntebestimmung zu finden, bei denen die Früchte intakt bleiben.

Optische Handmessgeräte für Obst sind bereits im Handel verfügbar und liefern Daten der ersten Millimeter der Apfelfhaut. Je nach Gerätetyp gibt es dabei große Unterschiede bezüglich der erhobenen Datenmenge und zum Beispiel auch zum Umgang mit störendem Umgebungslicht. Manche Geräte können den Einfluss des Sonnenlichts herausrechnen. Anhand von Spektrometerdaten werden Informationen zur Farbe (grüne, gelbe und rote Farbpigmente) der Fruchthaut und über spezielle Modelle auch zu Informationen zum Zuckergehalt oder zum Trockensubstanzgehalt der Früchte berechnet. Allein mit diesen Daten kann jedoch noch kein Erntetermin bestimmt werden.

Daten, die von im Handel bereits verfügbaren Spektrometer-Geräten erhoben werden können, wurden daher im Projekt Big Apple mit Daten anderer bekannter Einflussfaktoren auf die Lagerfähigkeit verknüpft und zu einer Prognose für einen optimalen Erntetermin zusammengefasst. Dazu zählen beispielsweise Fruchtbehang, Blatt-Frucht-Verhältnis, Calcium-Düngung und der bisherige Erntetermin. Erste zuverlässig stimmende Ergebnisse wurden zu

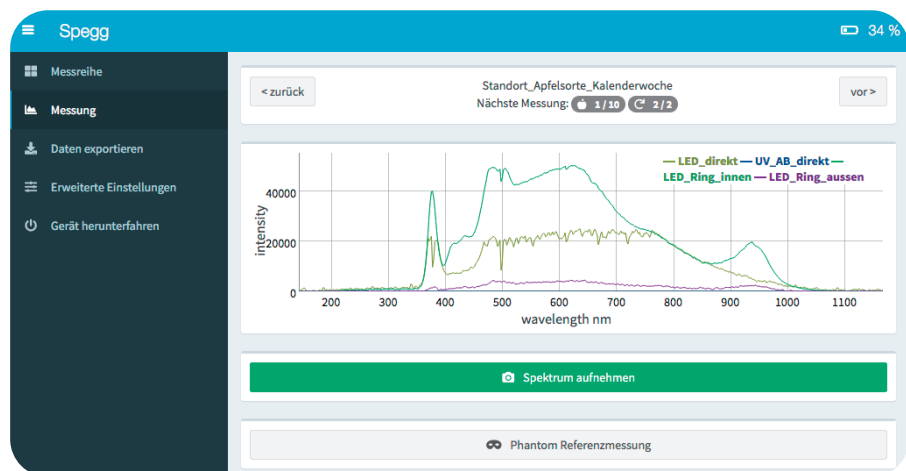
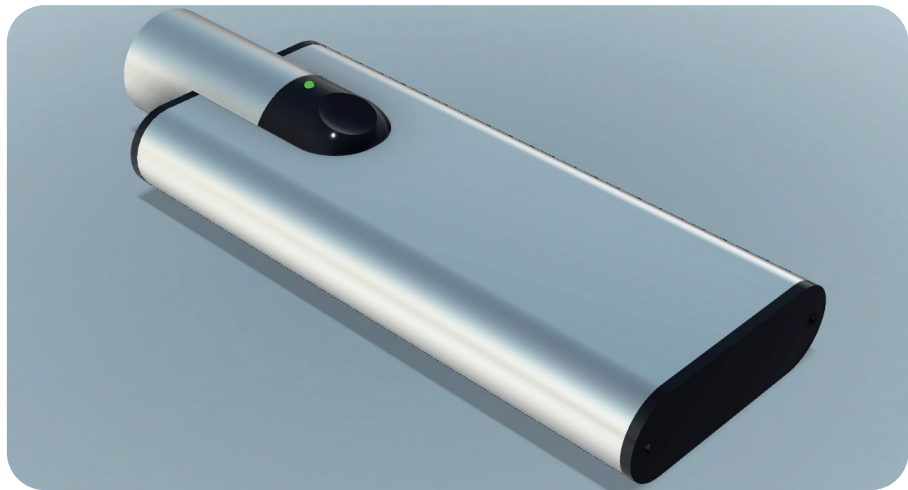


ABBILDUNG 1: NEUENTWICKELTES, handliches Feldspektrometer (oben) mit Datenübertragung und -darstellung auf das Smartphone (unten).
Fotos: UP GmbH

Beginn des Jahres veröffentlicht (<https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106015>).

Da sich die Anbaubedingung vor allem aufgrund des Wetters jährlich stark unterscheiden, sind für das Modell ständig viele weitere Datenerhebungen nötig, um ein robustes Prognosetool entwickeln zu können. Außerdem unterliegen auch optische Daten starken jährlichen Schwankungen. Ein Beispiel: Der Chlorophyllwert korreliert mit der Grundfarbe und könnte als Indikator für einen optimalen Erntetermin dienen. Jedoch messen wir zum optimalen Erntetermin jährlich unterschiedliche Werte mit dem Spektrometer. Daher kann der Chlorophyllwert aktuell nicht als alleiniger Parameter zur Erntebestimmung genutzt werden.

NEUES SPEKTROMETER

Das Ziel des Projektes Melon war deshalb, ein Spektrometer zu entwickeln, das neue Erkenntnisse für die Bestimmung des optimalen Erntetermins liefern kann. In Zusammenarbeit mit Firmen im Bereich der Optik und Messtechnik und weiteren Forschungsinstituten in Deutschland (siehe Kasten Seite 22) wurde ein Spektrometer von Grund auf neu entwickelt und erprobt. Dafür wurden unterschiedliche Gehäusetypen gefertigt und eine Software zur Datenauswertung auf dem Smartphone programmiert. Um die erhobene Datenqualität überprüfen zu können, wurden Phantome (Halbkugeln mit definierten optischen Eigenschaften) gegossen, mit denen Referenzmessungen erfolgten. Die Lichtquelle ist das Kern-

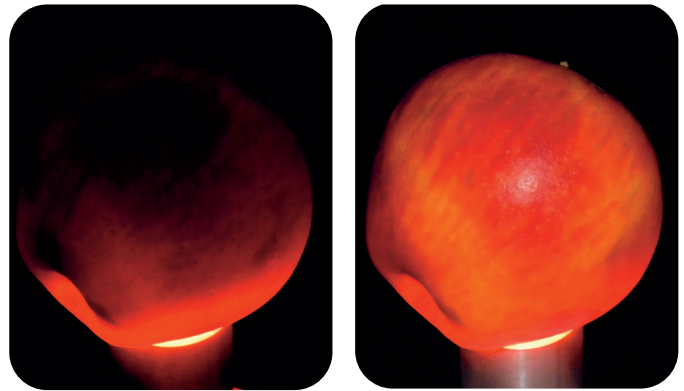
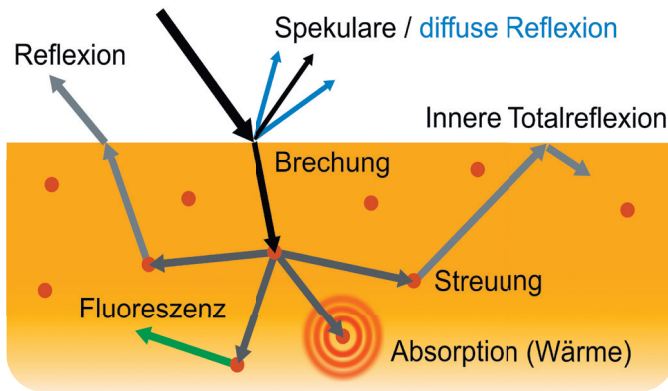


ABBILDUNG 2: SCHEMATISCHE Darstellung der auftretenden Effekte beim Auftreffen eines Lichtstrahls (schwarzer Pfeil) auf einen Apfel. Während ein geringer Teil bereits an der Oberfläche reflektiert wird, kann der Großteils des Lichts tief ins Fruchtfleisch eindringen. Dort wird es mehrfach gestreut (ändert also seine Richtung) und tritt versetzt zur Einstrahlungsstelle entsprechend abgeschwächt wieder aus. Je nach Wellenlänge (Farbe) des Lichts wird ein Teil des Lichts im Apfel absorbiert. Die optische Messung des austretenden Lichts erlaubt die Identifizierung von Pigmenten oder über zusätzliche Modelle die Bestimmung der löslichen Trockensubstanz. Die Fotos zeigen, wie sich das Licht mit einer punktuellen Lichtquelle im Apfel ausbreitet (links ohne und rechts mit zusätzlicher externer Lichtquelle). Grafik: Arbeitsgruppe Materialoptik ILM/Fotos: UP GmbH

stück eines Spektrometers. Dafür wurden neu entwickelte LEDs ringförmig eingebaut. Das entwickelte Spektrometer (siehe Abb. 1) konnte dadurch neben der Reflektion des Lichts auch die Streuung (siehe Abb. 2) mithilfe einer zweiten Lichtquelle bestimmen. Das Spektrometer wurde in Feldtests erprobt und die Früchte zudem noch an zwei

weiteren Laboraufbauten von optischen Sensoren gegengetestet. Ziel des Projekts war es, ein praktikables und gleichzeitig kostengünstiges Feldmessgerät zu entwickeln, welches zusätzlich die Streueigenschaften eines Apfels detektieren kann. Auf dem Foto Seite 20 ist die Messung mit dem ersten Prototyp im Feld zu sehen. Es

wurden Versuche an den Sorten Gala, Elstar, Jonagold und Braeburn in den Jahren 2018 bis 2020 durchgeführt, um innerhalb einer Anbausaison den gesamten Erntezeitraum von früh- bis spätreifenden Sorten abzudecken. Parallel dazu wurde am KOB mit herkömmlichen Labormethoden der Streif-Index zur Ernte bestimmt und mit eigenen Erfahrungswerten zum optimalen Erntezeitpunkt für eine Langzeitlagerung abgeglichen. Bei den Untersuchungen mit dem Prototypen des neuen Spektrometers war fest-

Fakten

DAS PROJEKT MELON UND SEINE MITWIRKENDEN

Die Arbeitsgruppe Materialoptik am Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik (ILM) an der Universität Ulm unter Leitung von Professor Dr. Alwin Kienle beschäftigt sich seit rund zwei Jahrzehnten mit der Lichtausbreitung in streuenden Medien beziehungsweise der Bestimmung derer optischer Koeffizienten, insbesondere des effektiven Streu- und des Absorptionskoeffizienten. Die InSION GmbH mit Geschäftsführer Sven Schönfelder konzentriert sich auf Entwicklung, Herstellung und Vertrieb miniaturisierter Spektro Sensoren für medizinisch-diagnostische, prozessanalytische, sicherheitstechnische und farbmessische Anwendungen. Als Auftragnehmer der InSION GmbH ist die Dr. Licht GmbH für die Beleuchtungstechnik des Spektrometers und der Chemometrie verantwortlich. Die UP GmbH mit Geschäftsführer Gerhard Kast entwickelt Messgeräte zur Bestimmung der Obstqualität. Das Unternehmen hat seit 1998 mit dem Apfelreifetest-System ein Messgerät am Markt, das bei vielen Forschungseinrichtungen und Obsterzeugern zum Einsatz kommt. Weitere Erfahrungen liegen bei der Herstellung von Programmen zur Kommunikation und Steuerung von Kleinstrechnern vor. Kompetenzen hat die UP GmbH auch bei der Datenerfassung, -auswertung, und -visualisierung von meteorologischen, bodenphysikalischen und pflanzenphysiologischen Parametern. Das Projekt „Melon“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Autoren



Konni Biegert
**KOMPETENZZENTRUM
 OBSTBAU BODENSEE
 BAVENDORF**
 Fachbereichsleiterin
 Ertragsphysiologie
 Telefon: 0751/7903-343
 E-mail: konni.biegert@kob-bavendorf.de



Roy McCormick
**KOMPETENZZENTRUM
 OBSTBAU BODENSEE**
 Fachbereich
 Ertragsphysiologie
 Telefon: 0160 5783476
 E-mail: mccormick@kob-bavendorf.de

zustellen, dass der Streukoeffizient vom Apfel zur Ernte hin abnimmt, wobei sortenspezifische Unterschiede auftraten. Weitere Ergebnisse aus dem Projekt müssen in Folgeversuchen überprüft werden. Aktuell reichen die vorhandenen Daten und Analysetechniken noch nicht aus, um mithilfe des neu entwickelten Spektrometers den optimalen Erntetermin vorherzusagen. Jedoch konnte am KOB die Expertise zu dieser Anwendung stark ausgebaut werden und mit fortschreitenden Arbeiten könnte es gelingen, den Erntetermin kleinräumig und nicht-destruktiv zu prognostizieren.

WEITERER SCHRITT ZUM SMART FARMING

Vorteilhaft für die Praxis ist die Nutzung dieses Messgeräts auch mit Blick auf die kleinräumige Datenerfassung im Feld. In Abbildung 3 ist zu erkennen, wie unterschiedliche Feldbehandlungen (zum Beispiel Fruchtbehang) die lösliche Trockensubstanz (Zucker) pro Baum im selben Apfelquartier beeinflussen und somit individuelle Entscheidungen notwendig sind. Ebenso könnte mithilfe des Geräts die Pflückentscheidung von ungelerten Arbeitskräften überprüft und in der Folge ein besseres Ernte- oder Lagerergebnis erzielt werden. Die Sensorik wird immer günstiger und die Verknüpfung von Sensordaten mit Expertenwissen und technischer Automation

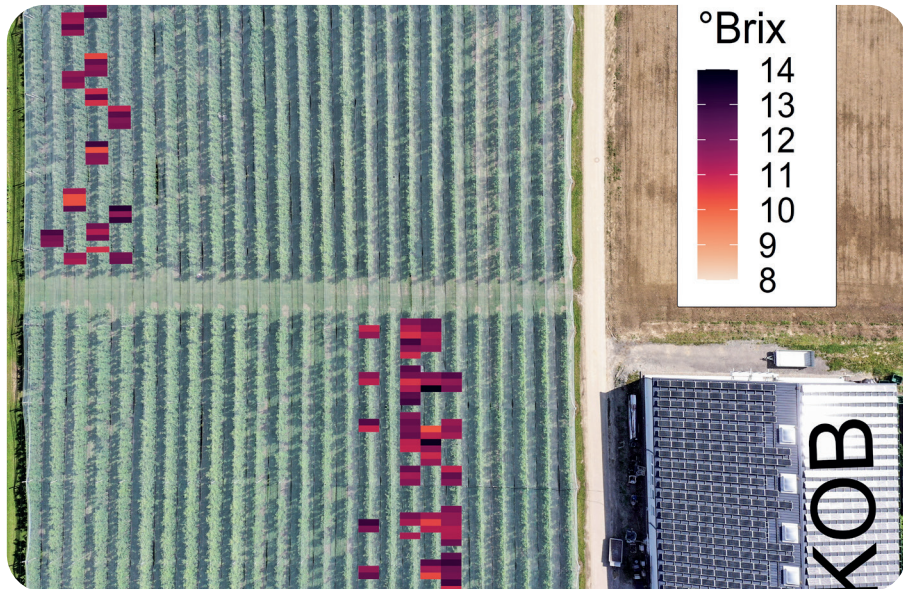


ABBILDUNG 3: IM Versuchsquartier wurde bei der Sorte Braeburn Ende September die lösliche Trockensubstanz in °Brix an verschiedenen Bäumen erfasst. Je dunkler die Farbe, umso höher die Brix-Werte. Foto: Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie/Datenaufbereitung: Nils Siefen, KOB.

ermöglicht einen weiteren Schritt Richtung Smart Farming im Obstbau. Die zukünftigen Vorteile liegen in einer erweiterten Technikanwendung. Auch bei vollautomatischen Pflückrobotern muss eine Entscheidung getroffen werden, welche Früchte bei einer Durchfahrt geerntet werden. Die Entwicklung von Pflückrobotern steht erst am Anfang und die Prozessschritte der Maschine müssen dafür weiter verfeinert werden. Die

Leistung einer menschlichen Pflückhand beziehungsweise die Augen eines Obstbauern, der grüne Früchte vor grünen Blättern erkennt, kann technisch derzeit (noch) nicht abgebildet werden. Die technische Weiterentwicklung beispielsweise von Pflückroboter ist jedoch wichtig und in Zukunft machbar, weshalb weitere Forschung bei der sensorischen Erkennung von Fruchtqualitäten im Feld unumgänglich sind.

Fruchtkalk ist die Lösung
 praxiserprobte, sichere und nachhaltige Pflanzenernährung

Wanzen, Raupen, Schildläuse, KEF und alle Pilze meiden mit Fruchtkalk gedüngte Kulturen

Verblasetechnik.de
 ☎ 0049-(0) 76 29/91 91 65

Verblase **SCHNEIDER** technik

Whailex	Schutz-Netz-Systeme Einzelreihen-Schutz
Abdrift - Netze Masche 0,27 x 0,77mm	Pflanzenschutz bei Einzelreihen-Netzen
WAGNER HYDRAULIK + ANTRIEB GMBH 79238 Ehrenkirchen-Kirchhofen Telefon: +49 7633 933108-24 E-Mail: info@whailex.com · www.whailex.com	FS Europe bv FRUIT SUPPORT Telefon +31 (0)85 - 782 7130 info@fseurope.eu www.fseurope.eu