



VERSUCHSANLAGE, MIT DER Daten zur Prognose der Lagereignung erhoben werden. Hier werden unterschiedliche Temperaturen im Feld erzeugt.  Daten nach der Blüte und vor der Ernte unterschiedliche Temperaturen im Feld erzeugt. Fotos. Biegert

Mit BigApple zu weniger Lagerverlusten

Sensoren und Daten helfen bei der Prognose von Fruchtschäden

Am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) in Bavendorf wird seit 2016 in einem Projekt namens  Data erforscht, wie Vor- und Nachreifebedingungen die Lagereignung von Äpfeln der Sorte Braeburn beeinflussen. Die Projektidee nimmt direkten Bezug auf Probleme von Praktikern beim Anbau von Braeburn, Kanzi oder Envy und auch bei Birnen wie zum Beispiel Conference. Dabei können auf einem Betrieb bei ein und derselben Sorte, identischem Erntetermin und gleicher Lagerung sowie Auslagerung bei

verschiedenen Partien von außen nicht erkennbare physiologische Fruchtschäden auftreten – oder eben auch nicht. Die Frage ist nun, inwiefern sich die Partien voneinander unterscheiden?

MESSUNGEN IM FELD UND LAGER

Digitalisierung, Robotik und Künstliche Intelligenz (KI) werden landwirtschaftliche Prozesse grundlegend verändern, wenn gleich sich Landwirtschaft 4.0 bislang hauptsächlich auf Feldkulturen konzentrierte. BigApple ist nun eines der ersten

Projekte im Obstbereich, das durch das Bundeslandwirtschaftsministerium gefördert wird. Es handelt sich um ein  Projekt mit Partnern aus der Industrie und der Wissenschaft (siehe Kasten Seite 19). Hauptziel von BigApple sind Messungen im Feld und Lager mittels Sensoren wie beispielsweise Nahinfrarot-Spektrometer oder Laserscanner sowie viele weitere, um eine große Datengrundlage pro Apfel zu erlangen. Mit diesen Sensor- und den Wetterdaten werden Prognosemodelle entwickelt, die Aufschluss über ein verbessertes Ma-

Infos

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI)

Zu künstlicher Intelligenz zählen selbstlernende Maschinen mit folgenden Kennzeichen:

- Die Maschine erlernt Dinge, zu der davor nur der Mensch befähigt war (zum Beispiel große Datenmengen zu verarbeiten, Gesichtserkennung).
- Der Entscheidungsfindungsprozess wird auch als "black box" bezeichnet, da selbst der Programmierer bisher nicht weiß, wie die Maschine ihre Entscheidung trifft.

Fakten

PROJEKTVERBUND BIGAPPLE

An dem Projekt arbeiten folgende Firmen und Institutionen mit:

- Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee Forschungseinrichtung Obstbau
- Technische Universität Chemnitz Forschungseinrichtung Regelungstechnik, Datenanalyse und Modellierung
- Cubert GmbH Bilderfassung und -verarbeitung
- Inovel Elektronik GmbH; Inovel systeme AG Sensortechnik, Datenverarbeitung und -aufbereitung
- Salem-Frucht GmbH & Co. KG (Logo) Lagerung, Sortierung und Obstvermarktung



agement der Ernte und Lagerung geben sollen. Die Verluste bei Obst durch Qualitätseinbußen und Fäulnis von der Ernte bis zum Verzehr werden in Ländern wie Deutschland auf bis zu 18 Prozent beziffert. Mit BigApple sollen Obstbauern und Lagerhalter ein Werkzeug erhalten, mit dem sich Qualitäts- und Mengenverluste der gelagerten Früchte prognostizieren und damit reduzieren lassen.

Verschiedene Versuche bestätigen den großen Einfluss der Witterung auf die Fruchtqualität. Die Temperatur nach der Blüte und vor der Ernte verändert vermutlich die Zellentwicklung, beispielsweise die Zelldichte in der Frucht. Die Zellstruktur wiederum beeinflusst die Ab- und Umbauprozesse während der Lagerung der Früchte.

WETTEREINFLUSS GEZIELT ERFASSEN

Der Klimawandel stellt den Obstbau vor neue Herausforderungen. So war zum Beispiel das Jahr 2016 durch eine späte Reife und verzögerte Rotfärbung gekennzeichnet, weshalb viele Partien am Bodensee schlechter Lagereignung gepflückt wurden. Für das Jahr 2018 ist festzustellen, dass am Standort Bavendorf im April nur zehn Prozent der üblichen Niederschläge gefallen sind und statt des langjährigen Mittels von 8,1 °C eine Temperatur von 13,5 °C gemessen wurde. Um den Einfluss des Wetters auf die Lagerfähigkeit besser zu verstehen, nimmt das  Projekt über Zelt-

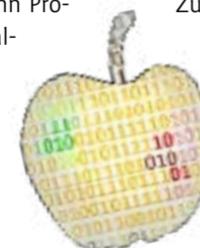
bauten Einfluss auf die Feldtemperatur zu bestimmten Entwicklungsphasen der Frucht.

VIELZAHL VON EINFLUSSFAKTOREN

Bislang sind nur einzelne Faktoren und Zusammenhänge bekannt, die zu Verlusten im Lager führen, nicht aber deren vollständige Interaktion. Nachfolgend sind bekannte Einflussgrößen aufgelistet, die Teil des Versuchsplans sind:

- Das Klima beziehungsweise das regionale Wetter mit der damit einhergehenden speziellen Nährstoffversorgung, dem Wasserhaushalt und den Bodeneigenschaften.
- Das Management in der Obstanlage, bedingt durch das Baumalter, die Sorte, den Fruchtbehang und die Düngung.
- Der sortenspezifische Erntetermin, definiert über Farbe, , Festigkeit, Zucker und Stärke. Unsicherheiten gibt es gerade bei Braeburn durch einen verzögerten Stärkeabbau, der die Berechnung des Streifenindex stark beeinflusst.
- Die sortenspezifische Lagereinstellung und Einlagerungspraxis (verzögert, direkt und CA).

Zu den Fruchterkrankungen 



Kernhausbräune, Stippigkeit, Kavernen, Schalenbräune und CO₂-Verätzungen. Bei Stippe beispielsweise liegt ein Ungleichgewicht in der Mineralstoffversorgung von Kalium und Calcium vor. Dies kann durch die Witterung und/oder zu starkes Baumwachstum und/oder ungünstige Erntetermine und/oder geringen Fruchtbehang oder unbekannte Einflüsse hervorgerufen werden. Die Faktoren können zudem von Jahr zu Jahr variieren.

VERRECHNUNG VIELER DATEN

BigApple versucht erstmals die verschiedenen Einflüsse auf physiologische Lagererkrankungen in einem engmaschigen Probenetz kontinuierlich zu erfassen. Mit Klassifikationsmethoden innerhalb der Künstlichen Intelligenz (KI) wird diese Datengrundlage untersucht. Dazu nutzt die KI Daten aus der Datenbank, Expertenwissen des KOB und statistische Standardverfahren, um am Ende Lagererkrankungen zu prognostizieren. Wie die Prognosen dabei zustande kommen, wissen die Forscher nicht. Deshalb ist es wichtig, die Ergebnisse mit vielen Früchten aus unterschiedlichen Anlagen und Jahresdaten abzusichern.

Weishaupt
23/2sp
87,8 x 23mm
2C



FRUCHTGRÖSSEN-MESSUNG MIT DIGITALER Bluetooth-Schieblehre zur direkten Datenweitergabe.

Zur Erfassung von Frucht- und Baumparametern werden verschiedene Sensoren genutzt. Die erfassten Daten sollen möglichst per WLAN direkt in die BigApple-Datenbank eingespeist werden. Dieser Big Data-Ansatz, gekoppelt mit den Sensoren, soll helfen, auf einer sehr kleinen Einheit (pro Baumsektor: oben, Mitte, unten) Informationen zu sammeln. Diese kontinuierlichen Messungen erfolgen zudem die ganze Vegetationszeit hindurch.

SENSOREN ZUR DATENERFASSUNG

Im Folgenden werden die verwendeten Sensoren erläutert. Deren Anwendung im Obstbau ist vielfach noch neu. Daher ist es nötig, noch Grundlagenforschung zu betreiben und Technik sowie Software weiter zu entwickeln.

1. Die Wetterstation liefert Werte zu Niederschlag, Blattfeuchte, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung.
2. Ferner erfolgen wiederholte Temperaturmessungen in drei Baumsektoren (oben,

Mitte, unten) und im Boden. Die Temperaturproben werden im Feld zusätzlich noch durch einen Polystyrol-Becher vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt.

3. Ein Gerät der Firma Felix, das F750 Fruit Quality Meter, erfasst die spektralen Eigenschaften an markierten Versuchsfrüchten und zwar vom T-Stadium bis zur Auslagerung und das vom sichtbaren bis zum nahinfraroten Bereich. Dadurch werden Informationen zur Veränderung der Pigmente der Fruchthaut (Chlorophyll, Anthocyan), des Zuckergehalts und der Trockensubstanz während des Reifeprozesses gesammelt.

4. Eine externe zweite Lichtquelle an einem tragbaren Spektrometer soll erforschen, ob die Streuung des Lichts Informationen zur Zellstruktur liefert. Das könnte Hinweise auf Anfälligkeiten für Lagerkrankheiten geben.

5. Mit einer digitalen Bluetooth-Schieblehre werden markierte Früchte im Feld vermessen. Mit Hilfe der Übertragung in eine

Autorin



Konni Biegert
KOMPETENZZENTRUM OBSTBAU BODENSEE
 Ertragsphysiologie & Nacherntepysiologie
 Telefon: 0751/7903-343
 E-mail: Konni.Biegert@kob-bavendorf.de

Infos **VERSUCHSFRAGEN AM BEISPIEL VON BRAEBURN**

Die Feldversuche am KOB konzentrieren sich vorerst auf die Apfelsorte Braeburn mit folgenden Versuchsanstellungen:

- Veränderung der Außentemperaturen während der Zellteilung nach der Blüte
- Veränderung der Nachttemperaturen vor der Ernte
- Calcium-Blattspritzungen (mit/ohne) im Verlauf der Fruchtentwicklung
- Ausdünnung und Einstellung unterschiedlicher Fruchtbehänge
- termingerechte beziehungsweise zu späte Erntetermine
- optimale beziehungsweise ungünstige CA-Lagerbedingungen hinsichtlich Temperatur und kontrollierter Atmosphäre für die Haltbarkeit der Äpfel

KOB-Messapp per Bluetooth ist es möglich, innerhalb von drei Stunden den Durchmesser-Zuwachs von 850 Früchten an verschiedenen Baumpositionen aufzunehmen.

6. Ein Lidar-Scanner tastet mit einem Laserstrahl die Versuchsbaume ab und berechnet baumgenau Baumvolumen und vegetatives Wachstum. Der Scanner ist an einen Schmalspurtraktor befestigt und fährt mit einer Geschwindigkeit von 1,4 km/ha durch die Anlage.

7. Der Projektpartner Cubert, der hyperspektrale Kameras baut, soll eine verkaufsfähige Kamera entwickeln, die Aussagen über ein baumgenaues Blatt-Frucht-Verhältnis und die Entwicklung der Fruchtgröße trifft.

8. Der Obstgroßmarkt Salem Frucht nutzt bei der Sortierung ebenfalls Spektrometer. Die Messungen bilden ein weiteres Standbein der Datenbank zur Bewertung der Lagerqualität. Die bildverarbeitende Technologie liefert Informationen zu allen Versuchsfrüchten, was Größe, Färbung oder äußere und innere Qualität betrifft.

ERSTE ERKENNTNISSE LIEGEN VOR

Sämtliche Sensor- und Felddaten des Projekts werden in einer Inovel Datenbank gemanagt. Die TU Chemnitz übernimmt die Datenanalyse, wobei die Verarbeitung durch klassische statistische Verfahren und Methoden des maschinellen Lernens erfolgt.

Die Daten aus dem Versuchsjahr 2016/2017 liefern erste vielversprechende Ergebnisse. Sie bestätigen einerseits bekanntes Wissen: Ein sehr hoher Fruchtbehang von etwa 200 Früchten pro Baum bei einer Baumhöhe von 3,9 m reduziert den Befall von Kernhausbraune stark. Andererseits konnten



bereits 85 Prozent der Fruchtgruppen mit dem Modell richtig eingruppiert werden, was die Prognose von Lagererkrankungen betrifft. Für ein Big Data-Projekt reicht ein Jahr nicht aus. Das Modell muss in den nächsten Jahren mit weiteren Daten abgesichert werden.

Beabsichtigt ist, die entwickelten Analyse-, Regelungs- und Optimierungsverfahren als lizenzbasierte Software anzubieten. Zur deren Nutzung soll es möglich sein, mit wenigen Startmessungen durch ein kostengünstiges Gerät das Programm zu bedienen. Die Software soll web- oder cloudbasiert arbeiten.

Fakten **ZIELE DES PROJEKTS**

Mit Big Data-getützten Modellansätzen soll das Verständnis zwischen Vor- und Nachernte-Einflussfaktoren verbessert werden, um

- eine optimierte Erntetermin-Vorhersage abzugeben, basierend auf witterungs- und fruchtspezifischen Sensordaten und
- Mengen- und Qualitätsverlusten im Obstlager zu reduzieren.

LINKS: ÜBERBLICK ÜBER die Mess- und Sensortechnik zur Erfassung der Daten.



MIT EINEM SPEKTROMETER werden alle zwei Wochen Veränderung der Pigmentierung und des Zuckergehalts erfasst.

Straubinger
1/4 2 sp
88 x 112 mm
4C