

# Tagebuch eines Apfelbaums

Green Farming: sensorbasiert steuern, die Lieferketten lückenlos überwachen und gewonnene Daten mit Verbrauchern teilen.

Autor: Tilo Haase

**Dass die Kooperation von Forschung und landwirtschaftlicher Erzeugung Früchte trägt, zeigen neue und von der Wissenschaft begleitete Green Farming-Projekte. Die Idee: hochautomatisierte und interaktive Systeme für die Lebensmittelproduktion zu schaffen. Dabei sind vielfältige Anwendungsszenarien möglich, beispielsweise in urbanen Lebensräumen mit wenig Platz für einen Flächenanbau.**

Aber auch Gewächshäuser und Plantagen profitieren vom kontrollierten Wachstum mit Mehr- und Nährwert. Den Anbau von Obst- und Gemüse sensorbasiert zu steuern, dabei Einfluss auf die Güte des Produktes zu nehmen und Daten mit Erzeugern, Produzenten und Verbrauchern zu teilen – wie geht das?

Ein perfektes Zusammenspiel von Cloud, IoT-Daten und Blockchain ist dafür unerlässlich. Es sorgt für Transparenz über die gesamte Produktions- und Lieferkette – vom Anbau über den abgesicherten Ver-

trieb bis hin zum Einblick für Verbraucher. Ein Tagebuch der Pflanzen entsteht. Die Nachverfolgung erfüllt damit auch neue gesetzliche Rahmenbedingungen. Doch wie gewinnt man das Vertrauen der Verbraucher? Welche Wertschöpfung ergibt sich aus den „überwachten“ Pflanzen?

**Im ewigen Wettlauf: Bevölkerungswachstum und Nahrungsversorgung**

Mutter Natur beim Wachsen und Gedeihen unter die Arme zu greifen, ist ein uraltes

Bestreben. Stets haben Menschen neue Konzepte entwickelt, um die Lebensmittelversorgung sicherzustellen und so Hungersnöten vorzubeugen: mit Getreidespeichern, der Drei-Felder-Wirtschaft, der Nutzung von Wind- und Wassermühlen bis hin zu modernen Agrartechnologien. Doch die wachsende Bevölkerung weltweit ruft nach mehr Versorgung. Engpässe und Hungersnöte sind bis in die heutige Zeit ein ungelöstes Problem. Über 800 Millionen Menschen leiden immer noch an Hunger und fast 2 Milliarden sind von Mangelernährung betroffen.

Ein Grund dafür ist die Abhängigkeit von reibungslos funktionierenden Lieferketten. Es ist eine wesentliche Herausforderung, Störungen zu reduzieren und die Infrastrukturen unabhängiger von klimatischen und geopolitischen Einflüssen zu gestalten. Das aber lässt sich nicht mit weitgereisten Produkten und komplexen Lieferketten bewerkstelligen.

**Gesamtfläche Deutschland: 35.702.200 ha**

#### Obst

- Obstanbau in DE gesamt: 59.374 ha  
→ Davon ökologisch: 10.454,2 ha (ca. 18%)
- Obstanbauunternehmen: 8.479
- Obsterntemenge: 1.170.182 t
- Baumobst nach Bundesländern:  
→ Am meisten: Baden-Württemberg = 18.310 ha  
→ Am wenigsten: Saarland = 159 ha

#### Gemüse (einschließlich Pilze & Erdbeeren)

- Gemüseanbau in DE gesamt: 132.138 ha  
→ Davon ökologisch angebaut: 18.651,8 ha (ca. 14%)
- Gemüseanbauunternehmen: 10.162
- Gemüseerntemenge: 4.473.006,25 t

#### Insgesamt

- Obst- und Gemüseanbau insgesamt: 191.512 ha  
→ Davon ökologisch angebaut: 29.106 ha (ca. 15%)
- Obst- & Gemüseanbauunternehmen insgesamt: 18.641
- Obst- & Gemüseerntemenge insgesamt: 5.643.188,25 t

Quelle: Statistisches Bundesamt



## Umdenken und Transparenz schaffen: Durchgängige Nachverfolgung

Mit dezentralen und regionalen Ansätzen findet ein Umdenken statt. Regional erzeugte Produkte haben kürzere Lieferwege, was wiederum den Carbon Footprint – den nötigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Erzeugung und Transport – reduziert. Durch neue Kommunikationskanäle erhalten Verbraucher nun die Möglichkeit, die möglichst kurzen Wege ihres Produkts lückenlos digital zu überprüfen.

Eine Blockchain stellt alle gesammelten Informationen des Produkts zur Verfügung. Ausgangspunkt mag dabei die regionale Bio-Landwirtschaft sein, weiter geht die überwachte Reise mit dem Transport und dem Verkauf bis auf den Tisch der Konsumenten. Diese erhalten mit einem QR-Code-Scan Daten darüber, wann ein Produkt geerntet und produziert wurde und wer es hergestellt hat. Doch wie sicher und verlässlich ist das?



Durch die Überwachung der Pflanzen können Krankheiten rechtzeitig erkannt und behandelt werden, was zu einer besseren Ernte in Bezug auf Qualität und Quantität führt.

## Vertrauen festigen: Blockchain verkettet Wegpunkte der Produkte

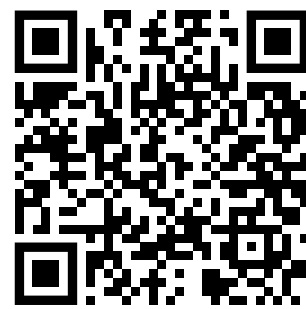
Die in der Blockchain aufgezeichneten Informationen sind unveränderlich – einmal ausgelöst liefern sie in einer Kette aneinandergereiht verlässliche Informationen durch einen für alle Teilnehmer nachvollziehbaren Konsens. Dabei werden die Informationen nicht von einer zentralen Instanz geprüft, sondern als dezentrales Register organisiert. Darin sind die Transaktionen zu einem Block zusammengefasst und die Blöcke in chronologischer Reihenfolge miteinander verkettet – über die gesamte Wertschöpfungskette aller Betriebe und Beteiligten hinweg.

Die Fälschungssicherheit gewährleisten manipulationssichere Zeitstempel und digitale Signaturen. Alle Teilnehmer können Änderungen einsehen und kontrollieren sich somit gegenseitig. Welche Blockchain-Lösung kann das realisieren?

## Energieeffizientes Zusammenspiel: T-Systems mit Ethereum und tDAO

Mit der Blockchain Lösung tDAO hat T-Systems ein Register geschaffen, das den Zugriff auf die separat verwahrten Informationen zum Liefergegenstand, auf Zertifikate oder detaillierte Produktinformationen ermöglicht. Teilnehmende können den lesenden Zugriff darauf gezielt freigeben. Damit steht es ihnen frei, nur notwendige Informationen Vertrauenspersonen zur Verfügung zu stellen – oder mit dem Anspruch auf maximale Transparenz

### Nachverfolgbarkeit mit maximaler Transparenz: QR-Codes hier scannen und überraschen lassen



der Öffentlichkeit vollen Einblick in Produktherkunft und in die Lieferbeziehungen zu gewähren. Das geht hin bis zum Bio-Bauern wenige Kilometer entfernt.

Durch die Wahl der offenen Blockchain Ethereum als Grundlage und mit maßgeschneiderten Smart Contracts und APIs unterstützt tDAO unterschiedliche Firmenphilosophien, Marketingstrategien und Sicherheitsbedürfnisse gleichermaßen. Der Zugriff auf diese Blockchain-Lösung ist von T-Systems als Gatekeeper geschützt, was das Missbrauchsrisiko noch einmal reduziert.

Im Zusammenschluss von tDAO und Ethereum bedeutet das, eben nicht wie bekannte Kryptowährungen einen hohen Energiebedarf zu benötigen, sondern die Transaktionen sehr effizient zu verbuchen und damit nachhaltig und energieeffizient zu agieren. Ein ideales Szenario für Zusammenschlüsse kleinerer Erzeuger und Produzenten, die ihre Produkte nachhaltig und transparent am Markt platzieren möchten. Genossenschaften entstehen, die die Ansprüche der Konsumenten im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Nachvollziehbarkeit der Lieferketten erfüllen. Mit welchen Techniken jedoch wird das realisiert?

### IoT-Devices zur Kontrolle der Lieferketten

Der Einsatz des IoT im Lieferkettenmanagement ermöglicht es, Daten für eine bessere Bestandsverwaltung, den Transport und die Reaktion auf Zwischenfälle zu erheben. IoT-Devices sammeln Daten zum Standort oder der Temperatur während des Transports. So kann beispielsweise die Durchgängigkeit der Kühlkette überwacht

werden. Dabei sind die Sensoren vergleichsweise kostengünstig und lassen sich leicht beim Transport beispielsweise an der Europalette anbringen.

Das bedeutet, IoT-Devices geben dem Liefermanagement reaktionsschnelle Mittel an die Hand, die Zeit und Geld sparen und auf Zwischenfälle flexibel reagieren. Der Transport wird überwacht, und auf Störungen kann schnell reagiert werden, zum Beispiel durch eine automatisierte Ersatzbestellung. Aber die Nachverfolgbarkeit ist nicht der einzige Vorteil der Sensoren. Die können vielmehr auch in der Erzeugung kleine Wunder auf kleinem Raum bewirken.

### Mit Feuer und Flamme: Chilis und Kaffeebohnen im Connected Greenhouse

Patrick Köhler von T-Systems ist die sensorüberwachte Aufzucht von Chillis und Kaffeebohnen auf solch kleinem Raum gelungen. Im Innovation Center in München ist das Mini-Gewächshaus zu bewundern.

Der Usecase „Connected Greenhouse“ zeigt beispielhaft, was schon heute möglich ist. Die Ziele: Den Ertrag zu maximieren und dabei möglichst wenig Energie zu verbrauchen. Dank integrierter IoT und der Blockchain lassen sich so Lebensmittel auf kleiner Fläche und mittels vertikaler Anordnung wesentlich effizienter anbauen.

Über das ganze Jahr ergeben sich optimale Anbaubedingungen und eine hochsichere Versorgung. Honoriert wurde dieser Usecase mit dem Paragon ISG Award. Doch da geht noch mehr. Mit dem Gewächshaus ist es möglich, Einfluss auf die Güte und Eigenschaften der Pflanzen zu nehmen.

### Was darf es sein? Einflüsse auf Größe, Farbe und Geschmack nehmen

Dass sich die Kombination aus IoT, Blockchain-Technologie und Machine Learning aber auch in größerem Stil bewährt, zeigen neueste Forschungen in enger Kooperation mit der Agrarwirtschaft.



**Über die genaue Steuerung der Umweltparameter wie Bewässerung, Beleuchtung, Düngung sowie Temperatur und Luftfeuchtigkeit können die Pflanzen optimal wachsen. Das ist aber nicht genug. Wir haben damit die Option, die Wachstumsgeschwindigkeit, den Reifeprozess der Früchte und am Ende sogar den Geschmack zu beeinflussen. Wir schreiben damit im Prinzip das Tagebuch für unsere Pflanzen selbst.**

Patrick Köhler, Senior Innovation Manager bei T-Systems



# Wert Schöpfung

## Mehr als eine Zukunftsvision: dezentrale, transparente und nachhaltige Lebensmittelversorgung

Mit den neuen Digitalisierungstechnologien wird das Umdenken in der Agrarwirtschaft weiter befeuert. „Vom Hof auf den Tisch“ ist für viele Konsumenten ein wichtiger Kaufanreiz geworden. Dezentral organisierte Zusammenschlüsse von Betrieben spielen bei der Lebensmittelversorgung eine immer wichtigere Rolle. Mittels vertrauenswürdiger Blockchain-Technologie und der Überwachung durch IoT-Devices, die sich auch über den Transport lückenlos und durchgängig erstreckt, wird der Carbon Footprint nachvollziehbar.

Erzeuger, Produzenten, Logistik-Unternehmen und Konsumenten profitieren von der Flexibilität und Durchgängigkeit der eingesetzten Lösungen. Es bestehen nun dank vertikalem Farming und Gewächshäusern auf kleinstem Raum, aber auch durch großflächiges sensorbasiertes Monitoring beim Anbau Möglichkeiten, die Nahrungsvorsorgung für eine wachsende Bevölkerung sicherzustellen. Wir erleben derzeit durch geopolitische Konflikte und lokale Ereignisse, wie anfällig wir durch Störungen in den Lieferketten sind.

Ein guter Grund, auch über den Tellerrand der Lebensmittelproduktion hinaus zu blicken und die neuen Möglichkeiten, die sich mit Blockchain- und IoT-Technologien eröffnen, einzusetzen.



Die Fernüberwachung von Nutzpflanzen ist für die Agrarwirtschaft von großer Bedeutung.





© Fraunhofer IMW

T-Systems hat es geschafft, in einem dieser kleinen Kästen mit Hilfe von Sensoren Chilis und Kaffeebohnen anzubauen.

### Gemeinsam in der Feldforschung: Fragen an Viola Süß, Lehrstuhl Informationsmanagement an der Universität Leipzig

Mit den Mehrwerten der Digitalisierung im Wein- und Obstanbau beschäftigt sich EXPRESS, ein interdisziplinärer Forschungsverbund, der die Kompetenzen verschiedener Institute bündelt und zusammenführt. Viola Süß, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Wirtschaftsinformatik, Professur für Informationsmanagement der Universität Leipzig, beschreibt die Schwerpunkte ihrer Forschung – in enger Zusammenarbeit mit erzeugenden Betrieben.

#### An welchen Projekten forschen Sie derzeit im Rahmen von Wein- und Obstanbau?

Wir forschen mit kleinen bis mittelgroßen landwirtschaftlichen Betrieben an Herausforderungen der stetigen Effizienzsteigerung, Produktverbesserung, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit, die mit innovativen Technologien unterstützt werden. Oft können bereits etablierte, konventionelle Methoden keine weiteren Optimierungspotenziale bringen. Und genau hier setzt EXPRESS an. Wir erproben dies mit dem Einsatz von neuen Technologien direkt bei und mit den landwirtschaftlichen Partnerbetrieben.

Wir haben folgende Forschungsschwerpunkte:

- **Wasserstress:** Das skalenübergreifende Monitoring von Klima und Wasserverhältnis auf dem Feld mittels eines Sensornetzes, sprich: wie gehen die Pflanzen in verschiedensten Lagen, wie Hanglage, Steilhang oder ebenerdig mit zu viel oder zu wenig Wasser um – und wie sieht eine optimale Bewässerung aus?
- **Abiotik:** automatisierte Überwachung von Umweltfaktoren anhand von Sensor-Technologie und deren Einfluss auf Wachstum und Gesundheit der Pflanzen. Mit diesen Daten können

aussagekräftige Informationen gesammelt und Prognosen abgeleitet werden.

- **Transparenz und Nachverfolgung von Wertschöpfungsketten:** Regionalität durch Blockchain-Technologie als technologischer Vertrauensanker.
- **Virtuelle Realität:** Durch AR & VR einen digitalen Zwilling erschaffen, welcher es Landwirt:innen ermöglichen soll, vom Betriebsbüro aus die Gesundheit der Pflanzen auf dem Feld zu beurteilen und mit nützlichen Informationen die visuelle Darstellung anzureichern.
- **Datenintegration:** Datenerhebung aus vielen unterschiedlichen heterogenen Datenquellen, wie z.B. Sensor Technologie, IT-Systeme, landwirtschaftliche Gerätschaften und Schaffung einer sinnvollen Aufbereitung für Landwirt:innen.

#### Bitte skizzieren Sie Ihre Zusammenarbeit mit der Obstland Dürreweitzschen AG, welche Schwerpunkte gab es?

Wir forschen auf Versuchsflächen der Obstland Dürreweitzschen AG, des Weinguts Schloss Proschwitz und der Global Change Experimental Facility (GCEF). Bei der Obstland Dürreweitzschen AG, welche rund 1.500 ha Anbaufläche

bewirtschaftet, liegen unsere Schwerpunkte auf dem Obstanbau, explizit dem Apfelanbau. Unser Fokus liegt auf der Transparenz und Nachverfolgung mittels Blockchain-Technologie.

#### Wie unterstützen Sie die Erzeugung und Produktion? Was kann die Digitalisierung dazu beitragen?

Wir unterstützen die Erzeugung und Produktion auf allen Ebenen. Beispielsweise bringen wir unser technologisches Fachwissen auch beratend bei unseren Partnerbetrieben ein. EXPRESS begleitet gemeinsam mit den Partnern die Entwicklung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen, innovativen Geschäftsmodellen bis hin zu einer prototypischen Implementierung und zeigt mögliche Optimierungspotenziale auf.

#### Was ist der konkrete Nutzen einer Blockchain?

Der liegt in der Technologie selbst, da die Blockchain-Technologie verschiedene informationstechnische Merkmale mitein-

ander vereint, entsteht ein vertrauenswürdiges Gesamtsystem, welches auf Dezentralität, Transparenz und Manipulationssicherheit basiert.

So kann Vertrauen in die regionale Lieferkette geschaffen werden, in welchen oft viel Misstrauen herrscht:

- Bei Anbaubetrieben durch Nachweise von Pflanzenschutzmittel, beispielsweise Biozertifizierungen
- Bei Logistikunternehmen durch pünktliche Lieferung, unbeschädigte Ware und eine flüssige Kühlkette
- Bei Konsumenten mittels digitaler Transparenz und schneller Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln

#### Welche Wertschöpfung lässt sich erreichen? Sind Qualitäts- und Mengensteigerungen oder eine Reduktion des Ausschusses möglich?

Zunächst einmal streben wir eine nachhaltige und ökologische Symbiose aus Landwirtschaft und digitalen Technologien an. Was wir bislang erreicht haben und anstreben:

- Durch Pflanzen-Monitoring können Krankheiten rechtzeitig erkannt und behandelt werden, was sich sowohl quantitativ als auch qualitativ auf eine bessere Ernte auswirkt.
- Beim Wasserstress haben wir viel Erfahrung gesammelt, vor allem in Sachsen erleben wir derzeit die stärkste Grundwasserdürre seit 100 Jahren. Hier ist eine nachhaltige Bewässerung von enormer Wichtigkeit, um den Ertrag zu steigern.
- Bei der Spritzmittelausbringung können mehrere Anbauzeilen bearbeitet werden und mit automatisierter und gezielter An- und Abschaltung

Ressourcen und so Zeit sparen, zum Beispiel mittels einer Sprüh-Drohne bei Steilhängen und Terrassen im Weinbau.

- Mit einem Anhänger-Sprühgerät mit einer drei-Reihen-Spritze können drei Reihen parallel innerhalb von wenigen Minuten bearbeitet werden, was vor allem eine wesentliche Arbeitserleichterung bedeutet.
- Aber auch abseits von Spritzmitteln können wir Schädlingsbefall, wie zum Beispiel durch den Apfelwickler, mit Nützlingen auf natürliche Weise behandeln. In Planung ist zudem die Schädlingserkennung durch Sensoren und AR/VR.
- Zudem lassen sich durch KI-Blattzustandserkennung Ernteerträge voraussagen. Es werden Daten für Prognosen gesammelt und der voraussichtliche Wasserbedarf wird festgestellt.

Wetterphänomene und vegetationsbedingte Abweichungen können präziser identifiziert werden.

#### Sind die Technologien großflächig anwendbar?

Die Sensorik auf größeren Flächen anzubringen, gestaltet sich derzeit aufgrund von Unterbrechungen in den Technologie-Lieferketten für uns schwierig, ist aber grundsätzlich machbar. Wir gehen jedoch so vor, meist nur eine kleine Fläche abzudecken und dann exemplarisch zu interpretieren. Wir analysieren beispielsweise einen Schlag mit mehreren Bestandseinheiten und berücksichtigen verschiedene geographische Eigenschaften, um eine umfassende Datengrundlage zu erhalten, diese zu sammeln und zu analysieren. Letztendlich bereichern die Erkenntnisse die neuen Technologien, wie z.B. AR/VR oder KI-Erkennung. ■