

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 84 (2022)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Die Zeichen stehen auf Digitalisierung  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082569>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Automatisierung und Digitalisierung werden sich nur durchsetzen, wenn sie finanziell erschwinglich sind. Bild: zvg

# Die Zeichen stehen auf Digitalisierung

Zum Thema Digitalisierung im Feldgemüseanbau hat Agroscope im vergangenen Jahr mehrere Befragungsrunden durchgeführt. Automatisierung hilft, die in bestimmten Verfahren technisch installierten Prozessleistungen besser abrufen zu können.

**Ruedi Hunger**

Zur Frage: «Welche digitalen Technologien oder Technologietrends werden im Freilandgemüseanbau in Zukunft vermehrt an Bedeutung gewinnen?» äusserten sich Produzentinnen und Produzenten, Lohnunternehmerinnen und Lohnunternehmer, aber auch Zulieferer, Verbände, Forschung und Beratung.

Als meist genannte Technologien wurden Roboter/autonome Maschinen, GPS/RTK,ameratechnik und Bilderkennung

sowie generell Sensoren genannt. Bei den Anwendungen stand (erwartungsgemäss) das Hacken beziehungsweise die Unkrautbekämpfung im Vordergrund, gefolgt von der Datenerfassung/Krankheits- und dem Schädlings-Monitoring. An dritter Stelle wurden die Präzision und bedarfsgerechte Ausbringung, gefolgt von der Bewässerung, genannt. Aber auch Prognosen, Entscheidungshilfen, Warnsysteme und Automatisierung sowie Mechanisierung

wurden im Zusammenhang mit der Digitalisierung von über 20% der Expertinnen und Experten genannt.

## Einmal mehr: Ausbildung forcieren

Auf die Frage, welches die treibenden Faktoren für die Digitalisierung sind, antworteten fast 90% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit dem Argument der Ressourceneinsparung. Bei rund der Hälfte der Antworten wurde die Einhaltung



der Gesetze (Präzision), weniger Lohnkosten und mehr Ertrag sowie Arbeits- und Zeiteinsparung genannt. Bei den hemmenden Faktoren standen die hohen Kosten für die Technologien und die Störungsanfälligkeit im Vordergrund. Aber auch das Eingeständnis, dass nicht genügend Fachwissen vorhanden ist und das fehlende digitale Wissen, wurden genannt. Das führte dann auch dazu, dass für über 20% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Nutzen und die Vorteile zu klein und weitgehend unklar sind. Als Lösungsansätze zur Überwindung der Hemmnisse steht die Ausbildung an vorderster Stelle, gefolgt von dem Wunsch nach mehr praxisnahen Feld-Demonstrationen und staatlicher, finanzieller Unterstützung. Generell sind die Befragten der Meinung, dass für eine stärkere Verbreitung die digitalen Technologien erschwinglich(er) sein oder werden müssen.

### Fruchtdetektion und zerstörungsfreie Analyse

Bereits vor fast vierzig Jahren wurden erste digitale Anwendungen zu Einzelpflanzen im Bestand mit Ultraschallsystemen erprobt. Mit dieser Methode konnte die Baumhöhe gemessen und deren räumliche Verteilung dargestellt werden. Heute können Informationen über das vegetative Wachstum im Feldgemüsebau und in der Obstproduktion mithilfe von Kamerasystemen an Drohnen oder mit Satellitendaten berechnet werden. Mit diesen

Berechnungen wurden in Obstanlagen teilweise hohe Korrelationen (Übereinstimmungen) zwischen Vegetationsindizes (NDVI, siehe Kasten) und der Anzahl Blüten gefunden. In der Regel steht die Anzahl Blüten in direktem Zusammenhang mit dem Ertrag. Wobei anzumerken ist, dass noch zahlreiche weitere Faktoren mitbestimmend sind (Beschattung, Bestäubungsrate, Ernährungszustand der Bäume, Blütenansatz Vorjahr). Die Blütenerkennung kann für Ausdünnungsmassnahmen und frühe Ertragsprognosen genutzt werden. Zur genauen Ertragsvorhersage sind direkte Messungen der Früchte am Baum notwendig. Diese werden durch wechselnde Lichtverhältnisse oder Fruchtverdeckung durch Blattwerk als Störfaktoren beeinflusst. Die Fruchterkennung erfolgt unter anderem mit LiDAR, aber auch Laserscanner, Photogrammetrie und Thermalbilder kommen zum Einsatz. In einem frühen Entwicklungsstadium wurden bei Apfelbäumen (schlanke Spindel) rund 80%, kurz vor der Ernte ca. 90% der Früchte am Baum detektiert. Weiter werden heute alternative Lösungen auf der Basis von Sensordatenfusion mit Methoden des maschinellen Lernens erforscht.

Die zerstörungsfreie Analyse der Fruchtqualität ist bereits in Sortieranlagen etabliert. Auch auf diesem Gebiet gibt es Weiterentwicklungen, beispielsweise mithilfe der Spektralanalyse im sichtbaren und nahinfraroten Wellenbereich und durch Anwendung der Photogrammetrie zur Fruchtgrößen- und Fruchtmassebestimmung.

### Begriffe

NDVI = Der NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) beruht auf der Tatsache, dass gesunde Vegetation im roten Bereich des sichtbaren Spektralbereichs relativ wenig und im darauf folgenden nahen Infrarotbereich relativ viel Strahlung reflektiert. Die Reflexion im nahen Bereich ist auf die Zellstruktur der Blätter zurückzuführen und wird hauptsächlich durch Mesophyll-Zellen bestimmt.

LiDAR = (Light detection and ranging). Lidar ist eine dem Radar verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung sowie zur Fernmessung atmosphärischer Parameter. Lidar ist zudem eine Form des dreidimensionalen Laserscanning. Statt der Radiowellen wie beim Radar werden Laserstrahlen verwendet.

### Robotik im Obst- und Gemüsebau

Automatisierung hilft, die in bestimmten Verfahren technisch installierten Prozessleistungen besser abrufen zu können. Heute ist aber bereits ersichtlich, dass der Trend zu immer grösseren Maschinen weder von der Automatisierung noch von der Robotik gestoppt oder umgekehrt wird. Landtechnik zeichnet sich nun einmal durch kontinuierliche Produktivitätssteigerung und damit verbunden durch wachsenden Leistungsbedarf, höheres Gewicht und mindestens zum Teil auch durch zunehmende Grösse aus. Gleichzeitig gibt es eine sichtbare Trennung zwischen unteren und oberen Leistungsklassen.

### Elwobot zum Ersten...

Auch im Obst- und Weinbau führt der Wettbewerb zu wachsendem Druck.

Begleitet wird diese Entwicklung durch die Tatsache, dass immer weniger Menschen bereit sind, körperlich strenge und monotone Arbeit zu leisten. Damit eröffnen sich Chancen für die Robotik. Ein Projekt, das in diese Richtung zielt, ist der Plantagenroboter «Elwobot» der TU Dresden (Prof. Thomas Herlitzius). Dieser moderne Erntehelfer soll dereinst Arbeiten wie Laubschnitt, Bodenbearbeitung, Mulchen, aber auch Schädlingsbekämpfung übernehmen. Der Elwobot navigiert mithilfe von Laser-Scanner zwischen den Baum- oder Rebenreihen.

Das Fahrzeug ist für eine Nutzlast von 1500 kg ausgelegt. Das Fahrwerk besteht aus einer permanenten Synchronmaschine mit einer Leistung von 7 kW. Ein modulares Konzept ermöglicht ein skalierbares Fahrzeug, das den Bedürfnissen der Obstanlage bzw. des Weinbergs angepasst werden kann. Im Vorprojekt hat der Roboter ein dieselektrisches Konzept mit einem an den Dieselmotor angeflanschten, wassergekühlten Generator. Die elektrische Leistung beträgt 30 kW. Zusätzlich (quasi als Alternative) wird ein elektrisches, emissionsfreies Powermodul entwickelt, das aus einem Batteriesystem mit automatischer Schnellladevorrichtung, einer Brennstoffzelle oder der Kombination von beiden besteht. Derzeit erreicht die Leistung des Plantagenroboters aber noch nicht ein mit manuellen Erntehelfern vergleichbares Leistungsniveau. Geplant ist, dass etwa Mitte der 2020er-Jahre ein überarbeiteter Prototyp auf den Markt kommt.

### ... und H2Bot zum Zweiten

Ein weiteres Projekt, das auf der Brennstofftechnologie basiert, ist der «H2Bot». An sich liegen die Vorteile eines batterieelektrischen Antriebskonzepts auf der Hand, der Aufbau ist einfach und der Systemwirkungsgrad ist mit rund 80% sehr hoch. Dennoch ist die Elektrifizierung von grossen Traktoren oder Mähdreschern mittels Batteriesystemen derzeit (noch?) nicht ohne grosse Einschränkungen möglich. Grund: Der Leistungsbedarf der Maschinen ist zu gross und die Energiedichte der verfügbaren Akkumulatoren ist zu klein. Daher ist eine Elektrifizierung eher bei kleineren Fahrzeugen sinnvoll.

Noch vergleichsweise unbedeutend ist die Brennstoffzellen-Technologie für landwirtschaftliche Anwendungen. Aufgrund der hohen Leistungsdichte ist sie für den Einsatz in der Landwirtschaft einem Batteriesystem überlegen. Das hilft





Wenn die Produzentin und der Produzent überzeugt sind, öffnen sich die Türen für Automatisierung und Digitalisierung. Bild: KULT

aber nicht darüber hinweg, dass es derzeit kaum Forschungsprojekte und schon gar keine serienreifen Fahrzeuge gibt. Die Herausforderungen liegen im Bereich der Kühlung von Brennstoffzellen und Batterie, dem Wasserstofftank mit Befüllsystem und dem Luftfiltersystem mit Wasserabscheider. Ungeachtet der Schwierigkeiten oder gerade, um mehr darüber in Erfahrung zu bringen, wird das Projekt H2Bot nicht nur für den vorliegenden Anwendungsbereich (Obst- und Weinbau) entwickelt. Erfahrungen sollen durch eine möglichst breite Anwendung

und Übertragbarkeit auf eine Vielzahl von elektrifizierten landwirtschaftlichen Geräten gesammelt werden. Ziel ist im Nachgang zum Projekt die Ausstattung weiterer Geräte nach gleichem Prinzip mit Brennstoffzellensystemen.

#### Fazit

Zur Frage, welche digitalen Technologien oder Technologietrends im Freilandgemüseanbau in Zukunft vermehrt an Bedeutung gewinnen werden, hat die Forschungsanstalt Agroscope wertvolle Antworten erhalten, die aufzeigen, wo

die Erwartungen und Hemmnisse sind. Die Entwicklungen autonomer Fahrzeuge beruhen derzeit auf Entwicklungsprojekten und vereinzelten Prototypen. Zusätzlich noch auf vielen Annahmen. Das bedeutet, dass der wirtschaftliche Nutzen und die Wettbewerbsfähigkeit solcher Maschinenkonzepte oder ganzer hochautomatisierter Maschinensysteme noch zu bestätigen sind. Zudem ist die Forschung gut beraten, wenn sie beachtet, dass die neuen Systeme nur dann akzeptiert werden, wenn sie den Menschen weder unter- noch überfordern.