

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 81 (2019)

**Heft:** 12

**Artikel:** Die Sensor-Kartoffel

**Autor:** Hunger, Ruedi

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082338>

### **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:** 04.02.2026

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



Kartoffeln sollten von der Ernte bis ins Lager zahlreiche Höhenstufen möglichst schadlos überstehen. Bild: Grimme

## Die Sensor-Kartoffel

**Mechanische Belastungen der Kartoffeln führen zu direkten oder indirekten Schäden an und in den Knollen. Mit einer Sensor-Kartoffel soll festgestellt werden, wo und wie stark diese Belastungen auftreten.**

**Ruedi Hunger**

Kartoffeln sind von der Ernte bis zur Einlagerung mechanischen Belastungen ausgesetzt. Solche Belastungen treten auf, wenn die Knollen hart gegen Maschinenteile stoßen oder beim Fall auf eine nicht gepolsterte Unterlage. Die Kräfte, die dann auf die Knolle einwirken, werden durch das Gewebe abgepuffert. Welche Auswirkungen dies hat, hängt einerseits von der Stärke und der Häufigkeit der Stöße ab, andererseits von der Empfindlichkeit des Knollengewebes (Sortenunterschiede). Beispielsweise sind grösere und kältere Knollen deutlich empfindlicher. Zudem rufen viele kleinere Stöße auf die gleiche Stelle an den Knollen vergleichbare Schäden hervor wie ein starker

Schlag. Besonders empfindlich ist das Nabelende. Diese Mehrfachbelastungen entstehen insbesondere beim Aufbereiten von Kartoffelposten mit Lagerdruckstellen. Da das Knollengewebe unter Lagerdruckstellen bereits stark strapaziert ist, reichen bei kalten Kartoffeln bereits kleine Stöße aus, um Schwarzfleckigkeit oder Nekrosen<sup>1</sup> hervorzurufen.

### Deutliche Qualitätsmängel

Bei der Ernte sind die Knollen sehr prall und weisen einen hohen Wassergehalt auf. Kritische mechanische Belastungen können ein Zerplatzen der Zellen auslösen. Daraus entstehen unterschiedliche Schadbilder im Knollengewebe. Zum ei-

nen kommt es zu (Schwarz-)Verfärbungen innerhalb der Knolle, zum anderen bilden sich sogenannte Ernte-Nekrosen. Letztere bilden sich bereits wenige Tage nach der kritischen Belastung. Im Bereich der späteren Nekrose trocknet das geschädigte Gewebe aus, die Stärke bleibt als weisse Masse zurück. Nekrosen befinden sich unterhalb der Schale und sind weder mit optoelektronischen Verleseautomaten noch beim manuellen Verlesen erkennbar. Sie sind für den Verbraucher ein Qualitätsmangel. Die schwarzen Verfärbungen (Schwarzfleckigkeit) werden bei niedrigem Wassergehalt gegen Lagerende ausgelöst. Dabei handelt es sich um eine chemische Reaktion, bei der



Mit Kartoffel-Attrappen, gefüllt mit einem Smartphone, werden die Belastungen in Echtzeit registriert und weitergeleitet. Bilder: Projekt «nPotato Smart Service»

keine Zellen zerstört werden. Schwarzfleckigkeit kann aber auch vor Lagerende beobachtet werden, wenn nach dem Krautentfernen die Knollentemperatur über mehrere Tage höher als 25 °C ist oder wenn die Kombination von hohen Temperaturen und Trockenheit zu Wasser- und damit Turgorverlusten führt. Die Folge ist eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Schwarzfleckigkeit.

### Damit noch nicht genug

Beschädigte Knollen weisen in den ersten Lagerwochen einen höheren Wasserverlust auf, der einerseits das Abtrocknen der Kartoffeln erschwert und andererseits die späteren Lagerverluste deutlich beeinflusst. Beschädigte Knollen weisen zudem eine höhere Atmungsrate und einen intensiveren Stoffwechsel auf. Beides führt zu einem schnelleren Abbau der knollen-eigenen Keimhemmstoffe und damit zu einem früheren und stärkeren Auskeimen.

### Ernteschäden in Echtzeit

Für das Forschungsprojekt Smart Farming Welt<sup>2</sup> wurde unter der Bezeichnung «nPotato» ein Prüfobjekt entwickelt und erprobt. Damit sollen dem Kartoffelproduzenten durch Handlungsempfehlungen

verbesserte Maschineneinstellungen und als Konsequenz eine quantitativ und qualitativ optimierte Ernte ermöglicht werden. «nPotato» ist ein plastisches Objekt mit dem Gewicht und den Massen einer echten Kartoffelknolle. Das Objekt ist mit einem handelsüblichen Smartphone ausgestattet, das physikalische Einflüsse während des Ernteprozesses erfasst. Erste Feldtests wurden im Herbst 2018 durchgeführt. Ziel war es, die Machbarkeit und Wirksamkeit einer Echtzeit-Vorhersagequalität von Ernteschäden zu bewerten. Dazu wurde die «nPotato» in einem Feldeinsatz auf drei Teilflächen zu je 25 Aren mit drei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (4 km/h, 5 km/h, 6 km/h) getestet. Vor Beginn jedes Durchgangs wurden der Maschinenführer und der Erntemaschinenhersteller gebeten, den aufgrund der gewählten Einstellungen zu erwartenden Ernteschäden zu schätzen. Dann wurden mehrere «nPotato»-Objekte in der Erde einer jeweils 25 Aren umfassenden Testfläche platziert und zusammen mit den Kartoffeln geerntet.

### Datenauswertung

Die Sensoren des Smartphones sind in der Lage, Beschleunigung und Stöße auf die

«nPotato» zu erfassen. Mit den gesammelten Rohdaten können Knollenschäden während des Erntevorgangs in Ist-Zeit vorhergesagt werden. Während jedes Durchlaufs wurden vom Sortiertisch der Erntemaschine Knollen-Stichproben entnommen. Unter Einhaltung einer 48-stündigen Wartezeit wurden die Knollen auf Schwarzfleckigkeit untersucht. Jede Kartoffel, die einen schwarzen Fleck aufwies, wurde als vollständig beschädigt eingestuft. Die Datenauswertung zeigt, dass sich der effektive Anteil geernteter Kartoffeln mit schwarzen Flecken auf 1–2 % belief (letzte Spalte in der Tabelle). Die experimentellen Auswertungen der «nPotato»-Daten zeigen ähnliche Ergebnisse (sechste Spalte in der Tabelle). Die Ergebnisse bestätigen eine hohe Genauigkeit des Modells und damit dessen Anwendbarkeit zur Optimierung von Ernteprozessen.

### Fazit

Die Initianten des Forschungsprojekts «Smart Farming Welt» ziehen eine positive Bilanz. Mit dem «nPotato Smart Service»-Projekt lasse sich in Echtzeit eine hohe und zuverlässige Vorhersagequalität von Knollenschäden während der Kartoffelernte erzielen. Aufgrund dieser in Ist-Zeit übermittelten Daten kann der Fahrer die Maschineneinstellung sofort optimieren. ■

<sup>1</sup>(Ernte-)Nekrosen bilden sich, wenn Pflanzenzellen lokal absterben.

<sup>2</sup>Projektpartner: Claas, Deutsche Telekom, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), RWTH Aachen, Grimme, Logic Way GmbH.



Die «nPotato» – vorne geschlossen, dahinter offen. Auf dem Laptop ist das von ihr aufgezeichnete Erschütterungsprofil zu sehen.

### Einfluss der Kartoffelernte auf das Erntegut (Quelle: DFKI)

Durchlauf (Teilfläche)	Wetter	Boden	Temperatur (°C)	Geschwindigkeit (km/h)	Vorhersagequalität nPotato (%)	Vorhersagequalität Landwirt (%)	Vorhersagequalität Hersteller (%)	Tatsächlicher Schaden (%)
1.	neblig	trocken, kleine Steine	10	4	2,13	5,0–10,0	3,0	2,0
2.	sonnig		13	5	0,82	7,0–12,0	3,0	1,0
3.	sonnig		16	6	0,97	2,0–3,0	3,0–4,0	1,0