

Abschlussbericht der OPG E-Plant, 14.03.2022

Projekttitle:	ODPO: Online-Diagnose von Pflanzenzuständen für die Optimierung der Kulturführung
Projektnummer:	232017
Projektgebiet:	Digitale Landwirtschaft (<i>Smart Farming; digital Farming; Landwirtschaft 4.0</i>): Einsatz neuartiger Sensortechnik für die automatisierte Kulturführung für mehr Ertrag und Umweltschutz in Landwirtschaft und Gartenbau.
Projektlaufzeit:	21.12.2017 bis 31.12.2021
Budget:	Bewilligtes Gesamtbudget: 469.767,23 €

Die beschriebene Projektarbeiten wurden gefördert durch:



Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.

1. Kurzdarstellung

1.1. Ausgangssituation: Die SMART-Farming „Innovationslücke“

Um das Optimum an Ertrag und Qualität bei gleichzeitiger Ressourcenschonung zu erzielen, muss der moderne Pflanzenbau die Wachstums- und Entwicklungsfaktoren der Kulturen im Freiland und Gewächshaus präzise erfassen um zeitnah Optimierungen bzw. Schutzmaßnahmen einleiten zu können. Vor dem Hintergrund steigender Produktionskosten und dem zunehmenden Mangel an geschultem Personal erfolgt im kommerziellen Gartenbau (Freiland und Gewächshaus) verstärkt der Ausbau der Automatisierung.

Unter dem Überbegriff *Smart Farming* kommen dafür im Gartenbau unterschiedliche Sensoren zum Einsatz. Die überwiegende Mehrheit der Messsysteme erfasst physikalische Parameter (z.B. Temperatur, Licht, Bodenfeuchtigkeit). Die Einstufung der Bedeutung der gewonnen Messwerte für das Wachstum und den Ertrag in den verschiedenen Kulturen basiert überwiegend auf Erfahrungen und Beobachtungen. Das bedeutet, dass die etablierten Messverfahren „Hinweise“ liefern über mögliche Auswirkungen der veränderte Umweltparameter auf das Wachstumsverhalten der Kulturen. Die direkte pflanzliche Reaktion auf die veränderte Umwelt bleibt unbekannt.

Ein weiterer Nachteil dieser Standardmessverfahren: Zahlreiche biotische Umwelteinflüsse (z.B. Pilzbefall, Insekten Fraß Befall) werden i.d.R. nicht erkannt und bleiben bei der automatisierten Kulturführung unberücksichtigt. Zeit- und kostenintensive Begehungen bleiben aus diesem Grund weiterhin unverzichtbar.

Mit der von LEHNER für die Arbeiten der OPG bereitgestellten e-plant Sensortechnik existiert zu Beginn eine Basistechnologie, die in Vorversuchen die prinzipielle

Einsatzfähigkeit dieser neuen Sensor-Messtechnik im Gartenbau erwiesen hat. Im Unterschied zu den herkömmlichen Sensoren erfasst das e-plant Sensorsystem die pflanzlichen, elektrischen Potentialänderungen. Diese Signale entstehen als Reaktion auf abiotische und biotische Umweltreize. Die Ableitung und Interpretation elektrischer Potentialänderungen mit Oberflächenelektroden macht das e-plant Sensorsystem vergleichbar mit der Messtechnik eines EKGs.

1.2. Projektziele

Die Arbeiten der OPG verfolgen das Ziel das e-plant Sensorsystem für Kurz- und Langzeitmessungen an verschiedenen Kulturen in Versuchsgewächshäusern (SfG) und in Großgewächshäusern (Hagdorn Tomaten) zu optimieren.

Es soll überprüft werden, ob mit der Weiterentwicklung der Sensortechnik (Hardware) und der Entwicklung neuer Softwaretools für die automatisierte Signal-Detektion, -Analyse und -Korrelation die elektrischen Signale von Pflanzen 24/7 über mehrere Monate hinweg erfasst und für die automatisierte Kulturführung nutzbar gemacht werden können.



Abbildung: „e-plant“ Installation bei Hagdorn.
Bildrechte: LEHNER GmbH.

In verschiedenen Versuchsreihen soll die pflanzliche, elektrophysiologische Reaktion auf abiotische und biotische Umweltreize sichtbar und für die Kulturführung in Form von „Handlungsempfehlungen“ nutzbar gemacht werden.

„Ziel ist der Arbeiten ist die Entwicklung eines bedienerfreundlichen Sensorsystems das die als Reaktion auf Umweltreize entstehenden pflanzlichen elektrischen Signale erfasst, weiterleitet und analysiert und daraus abgeleitet dem Gärtner und Landwirt Hinweise über den Status seiner Kultur und bestmögliche Behandlungsmethoden liefert“.

1.3. Konkrete Aufgabenstellungen

Zu Beginn des Projekts wurden folgende Projektziele definiert:

- Optimierung der bestehenden e-plant Technik (Sensoren, Funktechnik). Anpassung für den Einsatz in Langzeitmessungen (Monate).
- Entwicklung der Software für die automatische Signal-Detektion und Systemsteuerung.
- Aufbau der erforderlichen Server-Infrastruktur für die Datenübertragung, Datenverarbeitung und Datensicherung.
- Einsatz des Sensorsystems bei den Mitgliedern der OPG: Hagdorn, Vogler, SfG.
- Einsatz des Sensorsystems an unterschiedlichen Kulturen.
- Durchführung von Stimulationsversuchen mit einzelnen Versuchspflanzen.
- Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Umweltreiz und Signalveränderung.
- Entwicklung der Benutzeroberflächen.

2. Organisatorisches

2.1. Mitglieder der operativen Gruppe (OPG)

Leadpartner (Industrie):
LEHNER GmbH SENSOR-SYSTEME
Kruichling 31
73230 Kirchheim/Teck



Mitglieder - Landwirtschaftliche und gartenbauliche Unternehmen

Hagdorn Tomaten
Im Grundwasen 8
71735 Hochdorf/Enz



Gärtnerei Vogler
Karlshofstraße 93,
70599 Stuttgart



Mitglied – Wissenschaftliche Beratung

Staatsschule für Gartenbau (SfG)
Stuttgart-Hohenheim
Emil-Wolff-Str. 19-21
70599 Stuttgart-Hohenheim



2.2. Aufgabenverteilung innerhalb der operativen Gruppe (OPG)

LEHNER: Leadpartner; Projekt Koordination; Öffentlichkeitsarbeit; Abrechnung; Entwicklung Hard- & Software; Produktion der Sensorsysteme. Entwicklung Software: Signaldetektion (KI); Datamining (KI); Datenanalyse; Versuchsplanung & Durchführung.

SfG: Bereitstellung der Versuchsgewächshäuser; Pflanzenzucht; Bonitur der Pflanzen; Versuchsbetreuung & Dokumentation; Wissenschaftliche Beratung.

Vogler: Bereitstellung von Hortensien; Beratung.

Hagdorn: Bereitstellung der Gewächshäuser und Tomatenkulturen; Bereitstellung der Klimadaten der Gewächshäuser; Beratung.

2.3. Projektaufgaben

Das Fördermittelprojekt wurde in folgenden Arbeitspakete unterteilt

- Projektmanagement
- Bau der Sensoren und Basisstationen
- Bereitstellung der Versuchspflanzen & Bonitur
- Durchführung von Mess- und Versuchsreihen
- Entwicklung und Aufbau der Daten Infrastruktur
- Entwicklung der Daten Auswertung
- Entwicklung der Desktop Anwendung und App
- Öffentlichkeitsarbeit

3. Zusammenarbeit in der Organisationsform „operativen Gruppe“

3.1. Die Organisationsform „operative Gruppe“

Die Gründung einer OPG halten wir für die erfolgreiche Umsetzung dieses Fördermittelprojektes nicht für erforderlich. Wichtige Vertraulichkeitsvereinbarungen und Kooperationszusagen zwischen den Partnern können nach unserer Einschätzung ohne die formelle Gründung der OPG abgeschlossen werden.

3.2. Der Zusammenschluss der „operativen Gruppe“

Vor der Ausarbeitung des Fördermittelantrags wurde auf Grundlage der von LEHNER erstellten Projektskizze die Projektpartner für die Umsetzung der Projektarbeit bestimmt. Dank der Vermittlung von Herrn Dr. Stumpe (Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH) wurde der Kontakt zu Herrn Prof. Dr. Ernst (Leiter der SfG, Stuttgart) aufgebaut. Es folgten Sondierungsgespräche mit Herrn Vogler (Gärtnerei Vogler) und Herrn Heiko Hagdorn (Fa. Hagdorn Tomaten). Nach Zustimmung der potentiellen Partner hat LEHNER als Leadpartner mit den Mitgliedern folgende Vereinbarungen festgelegt und ausgetauscht:

- „Regelung der Zusammenarbeit der Mitglieder der operationellen Gruppe (OPG) E-PLANT im Rahmen der Projektarbeit ODPO“

- „KOOOPERATIONSVEREINBARUNG für die Gründung der operationellen Gruppe (OPG) „E-PLANT“ für die Durchführung des Innovationsprojektes „ODPO: Online-Diagnose von Pflanzenzuständen für die Optimierung der Kulturführung im Rahmen der EIP-Agri Richtlinien“

Die gemeinsame Projektarbeit begann mit einem „Kick-Off“ Treffen bei der Firma Hagdorn Tomaten in Hochdorf Enz. Die nachfolgenden Arbeitstreffen dienten der Präsentation von Zwischenergebnissen und der Abstimmung der weiteren Arbeiten. Die Treffen fanden in unregelmäßigen Abständen, überwiegend an der SfG statt. Aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie konnte die Treffen nicht in der geplanten Häufigkeit stattfinden.



Abbildung: „Kick-Off“ Treffen der OPG bei Hagdorn. Bildrechte: LEHNER GmbH.

Alle OPG-Partner haben eine enge Zusammenarbeit ermöglicht. Jeder Partner hat die in seinem Leistungsumfang mögliche Unterstützung für das Gesamtprojekt erbracht. Darüber hinaus hat Herr Prof. Dr. Ernst, Leiter der SfG, die Öffentlichkeitsarbeit der OPG mehrfach durch aktive Teilnahme bei verschiedenen Veranstaltungen unterstützt. Dafür unser besonderer Dank.

3.3. Die Zukunft der „operativen Gruppe“ nach Abschluss der Förderphase

Bereits vor dem offiziellen Ende der Fördermittelfase wurden Gespräche über die Fortsetzung der erfolgreichen Zusammenarbeit geführt. Die SfG hat zugesagt 2022 weitere e-plant Messungen in den Versuchsgewächshäusern der SfG zu unterstützen. Entsprechend hat die Firma Hagdorn ebenfalls die Fortsetzung ihre Unterstützung zugesagt. Dafür bedanken wir uns - als Leadpartner - ausdrücklich.

4. Anpassung des Projektplans über die Laufzeit der Förderung

Innerhalb der reguläre Projektlaufzeit von 3 Jahren haben unerwartete technische Herausforderungen, die Minderleistung eines Zulieferers und die Auswirkungen der Pandemie die Anpassung des Projektplans notwendig gemacht. Nach Abstimmung mit dem Förderer wurden die entsprechenden Optimierungen im Projektplan eingearbeitet und umgesetzt. Die Summe der zusätzlichen Arbeiten hat maßgeblich dazu geführt, dass beim Förderer die Verlängerung der Förderphase auf 4 Jahre (Ende 2021) gestellt wurden.



Abbildung: Messung an Hortensien, SfG. Bildrechte: LEHNER GmbH.

4.1. Kulturwechsel

Im Laufe der Projektarbeiten hat sich gezeigt, dass die technisch bedingte Bauform der e-plant Sensoren keinen routinemäßigen Einsatz an den Hortensien-Kulturen der Gärtnerei Vogler ermöglicht. Die Internodien der verfügbaren Hortensien-Kulturen waren so kurz, dass Sensoren nur angebracht werden konnten, wenn zuvor einzelne Blattstiele entfernt worden sind. Ersatzweise wurden zusätzliche Messungen an den SfG-Gewächshauskulturen Auberginen, Peperoni und Paprika durchgeführt. Diese Kulturen zeigen deutlich längere Internodien.

4.2. Angepasste Aufgabenverteilung

Die Arbeiten des externen Projektpartners für den Bereich „Datenaufbereitung und Analyse“ wurden nicht in der geplanten Zeit und mit den geforderten Ergebnissen umgesetzt. Um weiteren Zeitverlust zu vermeiden wurde nach Abstimmung mit dem Förderer bei LEHNER das erforderliche *Knowhow* durch eigenen Personalausbau aufgebaut und damit die Projektarbeit erfolgreich vorangetrieben.

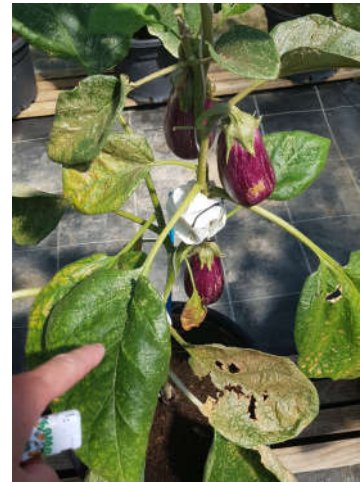


Abbildung: Messung an Auberginen, SfG. Bildrechte: LEHNER GmbH

4.3. Zusätzliche technische Herausforderungen

Die extrem hohen Sommertemperaturen in den Glasgewächshäusern haben zu Ausfällen der Basisstationen und damit der Funk-Datenübertragung geführt. Einzelne Messreihen und Datensätze konnten dadurch nicht vollwertig ausgewertet werden. Die erforderliche Neuentwicklung der Basisstation (Hardware und Software) hat Verschiebungen im Versuchsplan von mehreren Wochen verursacht.

4.4. Ausfall der Versuchsgewächshäuser

Aufgrund der Reparatur von Schäden an den Glas-Versuchsgewächshäuser der SfG konnte einzelne Messungen nicht in der geplanten Zeit durchgeführt werden. Weitere Messungen mussten in einem Foliengewächshaus fortgesetzt werden.

4.5. Covid-Pandemie

Die während der Pandemie eingeführten Schutzmaßnahmen haben den freien Zugang zu den Messungen an der SfG und bei der Firma Hagdorn-Tomaten erschwert und haben zu Verzögerungen bei der Planung und Durchführung von Messungen geführt.

5. Ergebnisse des Innovationsprojektes

5.1. Erfolgreiche Umsetzung der EIP-Zielvorgaben

„Zusammenarbeit“

Im Rahmen des Projekts sind das Fachwissen von Unternehmen (LEHNER GmbH), Gartenbauunternehmen (Gärtnerei Vogler, Hagdorn-Tomaten) und Wissenschaftlicher Einrichtung (SfG) erfolgreich zusammengeführt worden. Die Zusammenarbeit mit der SfG und Hagdorn-Tomaten wird fortgesetzt.



Abbildung: Versuchsaufbau an der SfG. Bildrechte: LEHNER GmbH.

„Brückenschlag“

Die Technik wurde von LEHNER erfolgreich für die Anforderungen der kommerziellen Anwendung im Gartenbau (Gewächshaus) entwickelt, gebaut, getestet und evaluiert. Damit wurde die Voraussetzung der erfolgreichen Etablierung einer neuen Technologie für die Anwendung im Gartenbau geschaffen.

„Innovative Lösung“

Mit e-plant steht ein innovatives Sensorsystem zu Verfügung. e-plant ermöglicht die Langzeitmessung und Anzeige pflanzlicher elektrischer Signale. Diese Technik ist die Grundlage für den Aufbau einer Kultur-spezifischen Datenbank - die Grundlage für den Aufbau neuer Regelkreisläufe in Landwirtschaft und Gartenbau für mehr Effizienz und Umweltschutz.

„Ausblicke“

Aufgrund der zeitintensiven Entwicklung der verschiedenen Programme für eine stabile Daten-Funkübertragung, die nachfolgende Signal-Detektion und Daten-Auswertung, konnten die abschließenden Arbeiten für die automatisierte Korrelations-Detektion von Umweltreizen und e-plant Signalmuster innerhalb der Förderphase nicht abgeschlossen werden. Diese Programmierarbeiten werden von LEHNER unverändert fortgesetzt. Ziel ist die direkte Wandlung der Korrelationen in „Handlungsempfehlungen“, die dem Anwender per App und Desktops-Software angezeigt werden. Die Desktop-Software und App sind dafür bereits ausgelegt.

5.2. Nebenergebnisse

Die durchgeführten Vorträge, Präsentationen und Messebeteiligung zum Thema e-plant und dem Fördermittelprojekt haben zu zahlreichen Kooperationsanfragen überwiegend von Hochschulen geführt. Der Bekanntheitsgrad der e-plant Technologie konnte damit während der Laufzeit aufgrund der Pressearbeit deutlich gesteigert werden.

5.3. Ergebnisse der Datenauswertung

Die ersten Auswertungen der von der SfG betreuten Messreihen und den Datensätze der Langzeitmessungen bei Hagdorn-Tomaten haben ergeben, dass verschiedene Kulturen bereits im „Ruhemodus“, d.h. ohne bekannten Umweltreiz, unterschiedliche elektrophysiologische Signalmuster erzeugen. Auberginen zeigen eine grundsätzlich größere



Abbildung: Visualisierung von e-plant Messdaten mit der „e-plant Desktop-Software“. Hier: Häufigkeit von Aktionspotentialen während einer Messung. Kultur: Aubergine. Bildrechte: LEHNER GmbH.

Signalaktivität als Tomaten-Pflanzen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass plötzlich auftretende extreme Umweltreize (z.B. mechanische Verletzung; Extreme Versalzung des Bodens) unmittelbare Veränderungen der Signale verursachen. „Schleichende“ Umweltveränderungen (z.B. zunehmende Austrocknung des Bodens) führen zu einer sukzessive Signalveränderung.

Damit konnten im Rahmen des Fördermittelprojektes mit e-plant erste Korrelationen zwischen Umweltreiz und der nachfolgenden elektrophysiologischen Signalveränderung nachgewiesen werden. Die geplante automatisierte Korrelationsdetektion zwischen Umweltreiz und Signalmuster (e-plant Software „Signal-Korrelation“; KI) konnten innerhalb der Förderphase aus Zeitmangel nicht abgeschlossen werden. Diese Arbeiten werden von LEHNER fortgesetzt.

5.4. Die neuentwickelten e-plant Einzelkomponenten

Im Rahmen der Förderphase wurden für die Kulturen folgende Hard- & Software-Komponenten optimiert, angepasst bzw. neuentwickelt und an Tomaten, Auberginen, Peperoni und Paprika zum Einsatz gebracht.

- **e-plant Sensoren**
Ermöglichen langzeitstabile Messungen aufgrund geringstem Energieverbrauch und smarterer Funkanbindung. Die Sensoren können nach den Messungen erneuert und wiederverwendet werden. Eine negative Beeinflussung der getesteten Kulturen durch die Sensorik konnte nicht festgestellt werden.
- **e-plant Basisstation**
Leistet die stabile Daten-Funkübertragung von den Sensoren auf das lokale Netzwerk.
- **e-plant Server-Infrastruktur**
Leistet die schnelle und gesicherte Datenverarbeitung. Installation bei LEHNER.
- **e-plant Software „Signal-Detektion“**
Leistet die automatisierte Signaldetektion.

- **e-plant Software „Signal-Korrelation“**
Leistet die automatisierte Signalkorrelation.
- **e-plant Anwendersoftware „e-plant Desktop“**
Ermöglicht die einfache und benutzerfreundliche Organisation einer e-plant Messung.

Funktionsbeispiele: Anlagen von Benutzern; Zuteilung von Zugriffsrechten für Mitarbeiter; Lokalisierung der Sensoren im Gewächshaus und Freiland (GPS unterstützt); Organisation der Meldungsverläufe („Tickets“); Statusabfrage der Sensoren; Statusabfrage der Pflanzen; Daten Visualisierung (Messergebnisse), Kommentarfelder, Ereignis-Verwaltung,...

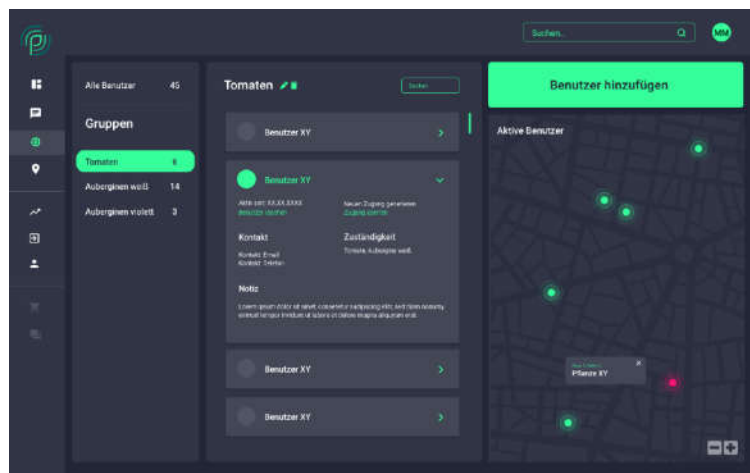


Abbildung: Screenshot der „e-plant Desktop“-Benutzeroberfläche.
Bildrechte: LEHNER GmbH.

- **e-plant Anwendersoftware „e-plant App“**
Ermöglicht die mobile Interaktion mit der e-plant Installation.

Funktionsbeispiele: Anzeige von Alarmmeldungen; Anzeige von Handlungsempfehlungen; Feedback-Oberfläche für durchgeführte Maßnahmen; Kommentarfelder; Lokalisierung der Sensoren im Freiland und Gewächshaus; Ausbringen der Sensoren im Feld und Gewächshaus (GPS unterstützt).

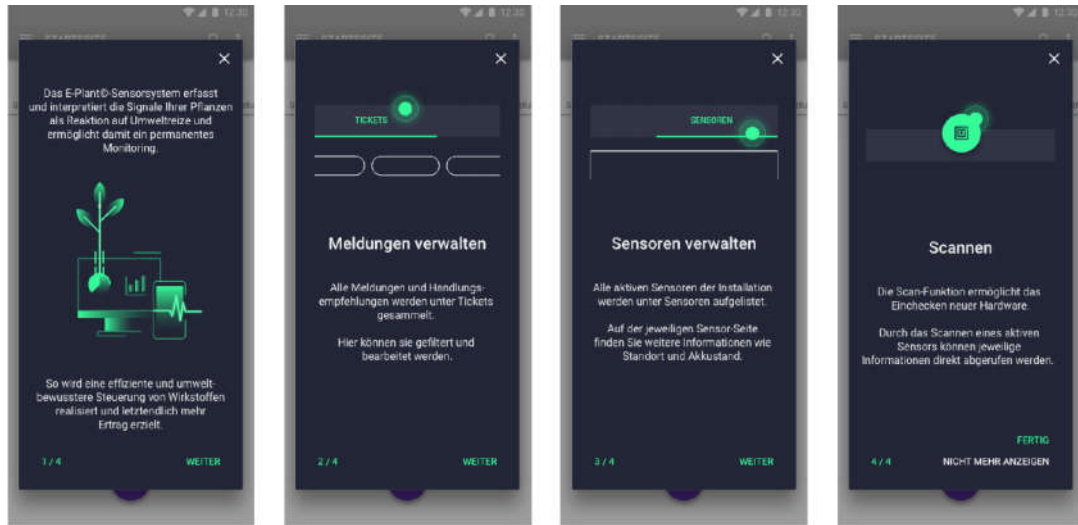


Abbildung: Screenshots verschiedener Benutzeroberflächen der „e-plant App“. Bildrechte: LEHNER GmbH.

Die verfügbaren Hard- und Software-Komponenten stehen für den Einsatz bei weiteren Kulturen zur Verfügung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ggf. Anpassung der „e-plant Sensoren“ (Bauform) und der „e-plant Signal-Detektion“ vorzunehmen sind.

5.5. Neuartiges Verfahren

Die zum Ende des Projekts verfügbare e-plant Technologie ist neuartig. Das Sensorsystem ermöglicht dem kommerziellen Gartenbau die Nutzung pflanzlicher, elektrischer Signale als Grundlage für die Optimierung der Kulturführung.

Das e-plant Sensorsystem umfasst die spezifische Pflanzen-Sensorik mit integrierter Funk-Datenübertragung, die e-plant Basisstation, eine geschlossene Serverlandschaft und ausgedehnte Analyse-, Steuer- und Bedienersoftware inkl. App. Die neue e-plant Technologieplattform macht die unmittelbaren Reaktionen der Pflanzen auf Umweltreize sichtbar und ermöglicht autonome Langzeitmessungen, ohne bei den untersuchten Kulturen das Pflanzenwachstum nachweislich negativ zu beeinflussen.

Den aktuellen Auswertungen zur Folge können die pflanzlichen elektrischen Signale dazu genutzt werden, physiologischen Stress sichtbar zu machen bevor makroskopische Schäden an den Pflanzen auffällig werden. Damit steht ein „Frühwarnsystem“ zur Verfügung, dass eine kürzere Reaktionszeit und gezieltere Behandlungen bei der Kulturführung ermöglicht. Ein vergleichbares Sensorsystem ist nach unserer Kenntnis weltweit nicht verfügbar.



Abbildung: Anbringen der Sensoren in einem Tomaten- Gewächshaus der Firma Hagdorn-Tomaten. Bildrechte: LEHNER GmbH.

5.6. Verbleibende Teilaufgaben

Die Arbeiten an der automatisierten Korrelationssoftware sind noch nicht abgeschlossen. Mit der Fertigstellung dieser umfassenden „e-plant Korrelations-Software“ wird ein neues Verfahren zur Verfügung stehen, mit dem Korrelationen automatisiert erkannt werden.

Die umfassende Erprobung der neuen e-plant Benutzeroberflächen „e-plant Desktop“ und „e-plant App“ durch Mitarbeiter der SfG und Hagdorn wird 2022 fortgesetzt.

Planung für die Fortsetzung wissenschaftlicher Arbeiten

Die Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten auf Grundlage der e-plant Messtechnik 2022 mit neuen Sonderkulturen sind bereits in Planung.

5.7. Verwertung & Nutzung der Ergebnisse

LEHNER setzt seine e-plant Entwicklungsarbeiten nach Abschluss der Förderphase unverändert fort. Die laufenden Arbeiten bauen auf den wichtigen Ergebnissen des Förderprojektes auf.

LEHNER verfolgt das Ziel 2022 mehrere komplette e-plant Installation in weiteren Testkulturen in Baden-Württemberg zu betreiben. 2023 soll mit dem Vertrieb der e-plant Sensorsysteme beginnen.



Abbildung: e-plant Sensoren mit zusätzlichem Spritzwasserschutz. Bildrechte: LEHNER GmbH.

5.8. Leistungen im Einzelnen

- Entwicklung und Bau kompletter e-plant Sensorsysteme (ca. 350 Sensoren, 3 Basisstationen) für die Erfassung elektrischer pflanzlicher Signale.
- Evaluation der Sensorsysteme unter verschiedenen Umweltbedingungen in den Versuchsgewächshäusern der SfG sowie der Firma Hagdorn-Tomaten.
- Aufzucht der Versuchspflanzen an der SfG.
- Durchführung umfassender Bonituren der Kulturen an der SfG.
- Nachweis der stabilen Daten-Funkübertragung der Messwerte aus Folien- & Glasgewächshäusern.
- Nachweis der Einsatzfähigkeit der e-plant Sensortechnik an den Gewächshauskulturen Tomaten, Auberginen und Paprika.
- Erfolgreiche Durchführung von e-plant Langzeitmessungen >6 Monaten.
- Etablierung der e-plant Server-Infrastruktur für die Datenerfassung und Datenauswertung bei LEHNER.
- Entwicklung der spezifischen KI-Datenanalyse (Software) für die Datenauswertung.
- Entwicklung der umfassenden e-plant Desktop-Anwendung & App (Software) für die Systemsteuerung und Nutzung durch den Anwender.
- Entwicklung des „e-plant“ Designs/CI.

6. e-plant Öffentlichkeitsarbeit

Über die gesamte Förderphase hinweg wurden die Zwischenergebnisse der OPG-Arbeiten über unterschiedliche Medien und Veranstaltungen publiziert. Mit dem Beginn der Pandemie sind Präsentationen auf Messen und Live-Veranstaltungen weggefallen.

6.1. e-plant Pressemeldungen

- 20.01.2019: „Ein Sensor fühlt der Tomate den Puls“, Stuttgarter Zeitung
- 01.04.2021: „Sensoren lassen Pflanzen sprechen“, IHK Magazin Wirtschaft, Region Stuttgart
- 21.01.2020: „Was sagt die Tomate?“, wfr-Stuttgart

6.2. e-plant Messen, Live-Veranstaltungen & Online-Präsentationen

- 05.10.2018: Ausstellung auf dem Landwirtschaftlichen Hauptfest, Stuttgart
- 17.12.2018: GIZ; Präsentation des e-plant Projektes; LEHNER, Kirchheim (KH)
- 18.01.2019: Besuch von Herrn Schwarz MdL; LEHNER, KH
- 03.05.2019: Innovationsseminar „Cyber Sicherheit & Bionik“; fees GmbH, KH
- 15.01.2020: Veranstaltung mit der wfr-Stuttgart; Hagdorn, Hochdorf/Enz
- 08.10.2020: Besuch des Kirchheimer OBs, Thema: „Klimaneutralität“; LEHNER, KH
- 16.10.2020: DEULA Sondierungsgespräch: „Klimaneutralität“; LEHNER, KH
- 08.03.2021: Besuch von Herrn Schwarz MdL; LEHNER, KH
- 08.04.2021: FruitAdapt - Obstbau im Klimawandel, EURAG (Online)
- 19.04.2021: Agronym e.V.: Wissenstransfer „Digitaler Pflanzenbau im Jahreszyklus“ (Online)
- 14.10.2021: ROBONOM, 6.TechTalk: Robotik & Automation im Agrar- & Gartenbau, EURAG (Online)
- 09.03.2022: Gartenbauberatertagung 2022, MIR, BW (Online)

6.3. Internet Präsentationen

www.eplant.info
www.lehner-gmbh.com



Abbildung: OPG-Arbeitstreffen an der SfG. Begutachtung einer Messung in einem der Versuchsgewächshäuser. Bildrechte: LEHNER GmbH.



Abbildung: Vorstellung des e-plant Projektes. Minister Hauk MdL und Herr Schwarz, MdL. Bildrechte: LEHNER GmbH.

7. Zusammenfassung

Die zum Ende der Förderphase verfügbare e-plant Technologie ist neuartig. Das entwickelte Sensorsystem ist geeignet für den Einsatz an Kulturen mit Internodien >60 mm und einer robustem Wuchsform, vergleichbar der von Tomaten. Eine negative Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch die an der Oberfläche angebrachten Sensoren konnte an den Testkulturen Tomaten, Auberginen, Peperoni und Paprika nicht festgestellt werden.



Abbildung: e-plant Logo. Bildrechte: LEHNER GmbH.

Das Sensorsystem umfasst die spezifische Pflanzen-Sensorik mit integrierter Funk-Datenübertragung, die e-plant Basisstation, die Nutzung der neu etablierten e-plant Serverlandschaft und ausgedehnte Analyse-, Steuer- und Bedienersoftware sowie eine App. Die neue Technologieplattform ermöglicht 24/7 stabile Langzeitmessungen von bis zu 6 Monaten Dauer. Die mittelfristige Ausdehnung der Standzeit auf >10 Monaten ist möglich.

Der Zeitpunkt „wann“ eine Pflanze auf einen Umweltreiz mit veränderten Signalen reagiert erscheint reizspezifisch zu sein: Langsam zunehmende Bodentrockenheit führt zu einer langsamen Veränderung der Signale. Sprunghafte Veränderung des Salzgehalts führt zu einer Signalantwort innerhalb von Stunden.

Die komplexe KI-Datenverarbeitung ermöglicht die automatisierte Signal-Detektion. Sie bildet die Grundlage der neu entwickelten Datenauswertung, die direkt an die Visualisierung in der Desktop- und App-Software angebunden ist. Diese Datenauswertung liefert dem Anwender eine klare Darstellung der Veränderungen der Signale während der Messungen im Feld. Plötzlich auftretende Veränderungen der elektrischen Signalmuster können dem Anwender als „unspezifischer Frühalarm“ per App angezeigt werden.

Die laufenden Datenauswertungen der durchgeführten Langzeitmessungen und Stimulationsversuche liefern bereits Hinweise auf konkrete Korrelation zwischen Umweltreiz (z.B. Temperaturveränderung) und einer festgestellten elektrophysiologischen Aktivität (z.B. Veränderung der Signalgeschwindigkeit). Die Automatisierung der Korrelationsbestimmung wird mit den aktuellen Entwicklungsarbeiten angestrebt. Mit Fertigstellung und Evaluierung der Software erwarten wir, dass zusätzliche konkreten Handlungsempfehlungen erstellt werden können. Z.B. „Trockenstress erkannt! Empfehlung: Start der Bewässerung“.

„Die e-plant Technologieplattform kann einen wichtigen Beitrag leisten für die erweiterte Automatisierung der Kulturführung – für mehr Effizienz und Umweltschutz in Gartenbau und Landwirtschaft.“

8. Danksagungen

Für die Unterstützung und Zusammenarbeit bedanken wir uns ausdrücklich bei:

- den Förderern und SachbearbeiterInnen
- den Mitgliedern der OPG
- den Mitarbeitern der Firma LEHNER
- den externen Projektpartnern
- der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH, Herr Stumpe

Bildmaterial: Alle Bildrechte liegen bei der LEHNER GmbH SENSOR-SYSTEME.

LEHNER GmbH
SENSOR-SYSTEME
Kruichling 31
D-73230 Kirchheim/Teck
Tel./Phone: +49-(0)7021-97013-21
Fax: +49-(0)7021-97013-33
E-Mail: lars.lehner@lehner-gmbh.com
Internet: <http://www.lehner-gmbh.com>