



PACC

Photonics Agrifood
Connection Center



Photonik in der Landwirtschaft 4.0

Teil 1: Sicht aus der Photonik

Inhalt

<u>Situation und Herausforderungen</u>	3
--	---

<u>Landwirtschaft und Umwelt</u>	4
----------------------------------	---

<u>Präzisionslandwirt Als Teil der Lösung</u>	5
---	---

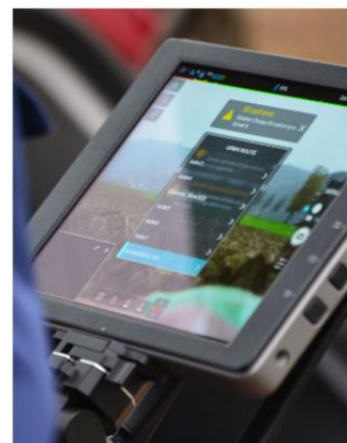
<u>Wünsche und Erwartungen An die Agri-Photonik</u>	6
---	---

<u>Appendix</u>	11
-----------------	----

Situation und Herausforderung

Ein bedeutsames Anwendungsfeld, das in Zukunft besonders von optischen Technologien profitieren kann, ist die Land- und Agrarwirtschaft. Sowohl im Bereich des Pflanzenbaus als auch bei der landwirtschaftlichen Tierhaltung ergeben sich eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten, die das Potenzial haben, die wirtschaftliche Situation in der Agrarbranche zu verbessern und den steigenden gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden. Denn dieser Wirtschaftszweig steht vor einer Vielzahl großer Herausforderungen: Zum einen wächst das Bewusstsein der Gesellschaft für Umweltschutz, Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Tierwohl deutlich. Zum anderen muss sich die Landwirtschaft mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzen. Sie ist Verursacher von Treibhausgasen und gleichzeitig Opfer von klimatischen Änderungen. An beiden Punkten muss zukünftig gearbeitet werden.

Die ohnehin schon schwerwiegenden Transformationsprozesse werden durch die Folgen des Ukrainekrieges noch einmal verschärft: Explodierende Energiepreise, unruhige, schwer zu kalkulierende Agrarmärkte und Inflation.



Landwirtschaft und Umwelt

Die Landwirtschaft ist der bedeutendste Flächennutzer in Deutschland. Landwirtschaft löst sowohl negative wie auch positive Umweltwirkungen aus. Viele Umweltprobleme wie die Eutrophierung von Biotopen und Oberflächengewässern oder der Artenverlust gehen maßgeblich auf die Landwirtschaft zurück. Dabei ist jedoch festzuhalten, dass die Landwirtschaft gerade in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Anstrengungen unternommen hat, um ihre negativen Umwelteffekte zu reduzieren. Manche derzeit diskutierten Umweltprobleme wie die Nitratbelastung von Grundwasser sind überwiegend auf die landwirtschaftliche Praxis der Vergangenheit zurückzuführen.



„Agroforst“

Quelle: agrarheute; Stand 10.10.2022



„Lerchenfenster“

Quelle: Stiftung Westfälische Kulturlandschaft 2022

Wesentliche Treiber für die Lösung von Umweltproblemen waren neue agrarpolitische Programme, ordnungsrechtliche Regeln und der technische Fortschritt. Dieser hat in den vergangenen Jahren maßgeblich dazu beigetragen, Umweltprobleme zu entschärfen. Eine Anpassung der Landwirtschaft und der gesamten landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette an die veränderten Erwartungen und Bedingungen ist somit perspektivisch notwendig. Im Hinblick auf den Klimawandel sind Innovationen gerade im Ackerbau unerlässlich.

Präzisionslandwirtschaft als Teil der Lösung

Durch die immer mehr etablierte Präzisionslandwirtschaft werden landwirtschaftliche Managementmaßnahmen zielgerichteter vorgenommen. Wesentliche Voraussetzung sind dafür die genauen lokalen Kenntnisse und eine schnelle Verarbeitung aller zur Verfügung stehenden Daten. So kann insbesondere der Einsatz landwirtschaftlicher Inputs effizienter und zielgerichteter gesteuert werden. Chemische Pflanzenschutz- oder Düngemittel werden im Rahmen der Präzisionslandwirtschaft dort eingesetzt, wo sie gebraucht werden und einen höchstmöglichen Ertrag generieren.

55%

der chem. Pflanzenschutzmittel muss DE bis 2030 reduzieren!

BMEL steht hinter dem Reduktionziel der EU-Kommission (Quelle: Agrarheute, 10.08.2022)

Hier können photonische Technologien einen erheblichen Beitrag leisten, da sie zerstörungsfrei, hochpräzise Messergebnisse über eine Vielzahl landwirtschaftlich relevanter Parameter liefern können. Doch wie kann der Einsatz photonischer Technologien in der Landwirtschaft ausgebaut werden? Optische Sensoren und Messtechnik, diverse bildgebende Verfahren sowie Lasertechnik sind verfügbar, aber eher auf den Einsatz in Laboren oder innerhalb der industriellen Produktion eingestellt und wenig erprobt in Umgebungen außerhalb eines geschlossenen Systems. Aus diesem Grund fördert das Photonics Agrifood Connection Center (PACC) den branchenübergreifenden Diskurs zwischen der Agrar- und der Photonikbranche mit dem Ziel, ein gegenseitiges Verständnis für die Herausforderungen und Probleme der Agrarwirtschaft im Rahmen ihrer strukturellen Transformation sowie Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von photonischen Technologien in landwirtschaftlichen Szenarien herzustellen.

Wünsche und Erwartungen an die Agri-Photonik

Auf Basis dieser Überlegungen hat das PACC eine nicht-repräsentative Umfrage erstellt, die sich sowohl an Vertreter aus dem Bereich der Landtechnik und Landwirtschaft als auch an Vertreter der Photonikbranche richtet, um eine erste Bestandsaufnahme über Vorstellungen und Erwartungshaltungen als Ausgangspunkt für weitere Vernetzungsmaßnahmen zu erstellen und den Wissenstransfer zu beschleunigen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der Umfrage vorgestellt und reflektiert: Auch wenn die meisten Teilnehmerangaben, bereits photonische Technologien in der Landwirtschaft zu kennen (91%), Informationen überwiegend über Landtechnikhersteller, Landwirte sowie Netzwerke und Kompetenzzentren (insgesamt 69%) bezogen werden und 70% der Teilnehmer bereits über direkte Kontakte in der Landwirtschaftsbranche verfügen, ist die Frage danach, ob sich Photonikunternehmen bereits ausführlich genug mit landwirtschaftlichen Produktionsprozessen beschäftigt haben, nicht eindeutig zu beantworten. So verfügen viele Akteure bereits über fundiertes Wissen, während andere bisher noch nicht in die Thematik eingestiegen sind. Im Rahmen der Umfrage wurden die Teilnehmer gebeten, Aussagen zu bewerten. Hier wurde entgegen aller Vermutung von den Teilnehmern überwiegend angegeben, dass Landwirtschaft keinesfalls technologisch konservativ sei und dass komplexe neue Technologien durchaus Potenzial in diesem Bereich haben. Nach der Bezahlbarkeit von Innovationen befragt, ergab sich jedoch wieder ein geteiltes Meinungsbild. So gehen etwa die Hälfte der Befragten davon aus, dass Akteure in der Landwirtschaft Innovationen nicht bezahlen können. Dies korreliert mit den Ergebnissen zu der Frage, was eine Erweiterung der Produktpalette in die Landwirtschaft hemmt. Während Skepsis und Technologieverdrossenheit lediglich für 9% der Teilnehmer einen Grund darstellen, sind die meisten Teilnehmer der Meinung, dass vor allem die Punkte



Kostenstruktur (33%) und Robustheit (28%) die wesentlichen Hemmnisse darstellen. Der Einsatz photonischer Technologien in der Landwirtschaft erfordert ein höheres Maß an Widerstandsfähigkeit, sodass laut Angaben der Teilnehmer vor allem Optikkomponenten (23%), optische Sensoren (20%) und Kameratechnologien (18%) bisher als landwirtschaftstauglich eingestuft werden. Andere Komponenten komplexer Optik- und Photoniksysteme wie Lasertechnik und optische Strahlführung/Strahlpositionierung werden hier überwiegend als noch nicht landwirtschaftstauglich eingestuft. Die Akteure aus dem Bereich der Landwirtschaft wurden gefragt, welche photonischen Verfahren bereits heute im Ackerbau und in der Tierhaltung eingesetzt werden. Hier zeigt sich, dass vor allem Kameratechnik (Ackerbau: 32%, Tierhaltung: 38%), optische Sensoren (Ackerbau: 30%, Tierhaltung 27%) sowie Bildverarbeitung mit künstlicher Intelligenz (Ackerbau: 23%, Tierhaltung 23%) eingesetzt werden und andere Verfahren bislang nahezu keine Rolle spielen. Die Befragung hinsichtlich der landwirtschaftlichen Tätigkeitsfelder, in denen optische Verfahren Anwendung finden können, ergab für den Ackerbau, dass für einige Bereiche (Bodenbearbeitung, Transport und Logistik, Verarbeitung sowie Reinigung und Lagerung) ein Einsatz durchaus realistisch, aber nicht als besonders sinnvoll und notwendig erachtet wird. Dem gegenüberstehend wird der Einsatz im Rahmen von Pflanzenschutzmaßnahmen sowie die Überwachung der Pflanzengesundheit bzw. des Pflanzenzustands als durchaus sinnvoll und notwendig erachtet. Darüber hinaus sind optische Verfahren für die Aussaat, Dünge- und Bewässerungsmaßnahmen und Ernte vorstellbar. Die Umfrageergebnisse für die Tierhaltung sehen ähnlich aus. Hier ergab, dass optische Verfahren für das Monitoring des Gesundheitszustandes der Tiere sowie die Überwachung von Tierwohlaspekten ausgeprägte Zustimmung erfahren. Optische Sensoren und moderne Kameratechnik können die Steuerung des Stallklimas übernehmen und Herdenmanagement erleichtern. Diese beiden Punkte erfuhren durch die Teilnehmer ebenfalls ausgeprägte Zustimmung. Wenig Zustimmung erhielten die Aspekte Fütterung sowie Verladen und Transport. Insgesamt lässt sich jedoch sagen, dass der Einsatz photonischer Technologien in gewissen Bereichen als sehr sinnvoll und notwendig erachtet wird und die Erwartungshaltung gilt, dass Photonik als zusätzliches Werkzeug im Arbeitsalltag der Endanwender entlasten und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit erhöhen soll. Gemessen daran müssen die passenden Verfahren für die Landwirtschaft optimiert werden. Die Befragung hat zudem ergeben, dass auf dem Weg dahin, photonische Lösungen als festen Bestandteil einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Landwirtschaft zu etablieren, noch diverse Probleme adressiert werden müssen. So stimmten die Teilnehmer den Aussagen eher zu, dass die aktuelle Kostenstruktur und die bisher verfügbaren Lösungen einen breiteren Einsatz in der Landwirtschaft verhindern.

Besonders kritisch wurde zudem die Robustheit der verfügbaren Systeme betrachtet. Hier gilt es, genauer auf die Anforderungen der Landwirtschaft zu reagieren und entsprechende Systeme zu entwickeln. Auch wenn ein mangelndes Verständnis für die Probleme der Landwirtschaft laut Teilnehmern nicht unbedingt eine weitere Verbreitung unterbindet, zeigt doch, dass im Sinne des Wissenstransfers noch viel Arbeit notwendig ist, da die Teilnehmer (87% der Stimmen) sich ziemlich einig waren, dass zu wenig unternommen wird, das Potenzial photonischer Technologien zu kommunizieren. Hier zeigt sich ganz deutlich, dass die Vernetzung und der Wissenstransfer noch deutlich intensiviert werden müssen, um bestehende Hürden zu überwinden. Administrative Hürden sehen die Akteure eher nicht als problematisch für die weitere Verbreitung. Abschließende Fragen sollten eruieren, welche Vorstellungen und Ansichten bezüglich Optik und Photonik im Teilnehmerkreis identifiziert werden können. Vor dem Hintergrund, dass auch Vertreter der Landwirtschaftsbranche anwesend waren, ist hervorzuheben, dass der Aussage, dass Hersteller und Forschende keinen Blick für die Landwirtschaft haben, eher nicht zugestimmt wird. Es scheint, als wenn erste Annäherungen beider Branchen bereits stattgefunden haben und ein gewisser Austausch bereits stattfindet. Außerdem wird

**“ ...Landwirtschaft keinesfalls technologisch konservativ sei
und dass
komplexe neue Technologien durchaus Potenzial in diesem Bereich haben. ”**

wahrgenommen, dass Optik und Photonik vielseitig in den unterschiedlichsten Szenarien einsetzbar sind. Dementsprechend werden von den Befragten Optik und Photonik eher nicht als ausschließliche Labortechnologien betrachtet. Ebenso scheint der Austausch bereits dazu geführt zu haben, dass ein gewisses Grundverständnis seitens der Landwirtschaftsbranche vorhanden ist, da der These, dass Optik und Photonik in der Anwendung zu kompliziert seien, eher nicht zugestimmt wird. Ein leicht anderes Ergebnis zeigen aber die Ergebnisse zu den Aussagen bezüglich Kosten und Anfälligkeit. Auch wenn hier kein eindeutiges Stimmungsbild abgegeben wurde, zeigen die Ergebnisse im Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Aussagen durchaus, dass die Aspekte Kosten und Anfälligkeit zumindest kritisch betrachtet werden. Dies korreliert mit den Ergebnissen der vorherigen Fragen und scheint somit evident. Bevor Investitionen getätigt werden, sollten neue Technologien unter realen Bedingungen ausgiebig getestet werden. Im Teilnehmerkreis herrschte große Uneinigkeit darüber, ob es ausreichend Möglichkeiten für Feldtests gibt. So antworteten 30% mit Ja und 37% mit Nein, während 33% mangels Informationen keine Angabe machen konnten.

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Landwirtschafts- und die Photonikbranche erste Schritte aufeinander zu gemacht haben und ein gewisser Austausch bereits stattfindet. Photonische Systeme sind durchaus schon auf landwirtschaftlichen Betrieben im Einsatz und es gibt seitens der Landtechnikhersteller und Endanwender ein grundsätzliches Interesse an diesen Technologien. Jedoch zeigt sich auch, dass die bisher stattgefundenen Bemühungen auf nahezu allen Ebenen intensiviert werden müssen, um die strukturelle Transformation der Landwirtschaft zu beschleunigen.

Die Landwirtschaftsbranche ist innovativ, aber sieht sich konfrontiert mit einer angespannten Kostenstruktur, die seitens der Forschungsinstitute und Komponentenhersteller im Rahmen ihrer Forschung und Entwicklung immer mitgedacht werden muss. Der Fokus der Photonikbranche muss hier in erster Linie auf kostengünstigen, praxistauglichen bzw. robusten Systemen für die oben dargestellten Anwendungsfelder liegen, sodass eine Verbreitung photonischer Technologien gelingen kann. Auch wenn es für die Photonikbranche unüblich ist, muss hier genau reflektiert werden, ob eine geringere Messgenauigkeit für die Erfüllung der neuen Aufgabenstellungen angebracht ist und welche weiteren Parameter neu zu definieren sind.

Wünschenswert an dieser Stelle ist das verstärkte Auftreten der öffentlichen Hand als Mittelgeber für Forschung und Entwicklung, um insbesondere frühzeitig eine praxisnahe Machbarkeit aus den Forschungs- und Entwicklungslaboren heraus zu zeigen. So könnte einerseits dem Wunsch nach mindestens teilentegrierten oder komplexeren Systemen nachgekommen werden, andererseits aber der unmittelbare ökonomische Druck auf beiden Seiten (Photonik-Hersteller und landwirtschaftlicher Urproduktion) zumindest zu Beginn der Erprobungen abgefangen werden.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch die Experteninterviews, die mit einem Spektrometerhersteller und einem großen Hersteller für optische Komponenten durchgeführt wurden. An dieser Stelle muss hervorgehoben werden, dass aus Sicht einiger Photonikunternehmen, viele große Landtechnikhersteller Innovationen stellenweise durchaus auch ausbremsen, da sie fast ausschließlich Interesse an kompletten Systemen haben, die als Plug-and-play-Modul in ihre bestehenden Landtechnikprodukte integriert werden können. Das Interesse an einzelnen Komponenten ist anscheinend eher gering. Für Photonikunternehmen ist dies oftmals unüblich und erschwert den Markteinstieg. Eine Realisierung dieser Anforderungen würde nur mit erheblichen Bemühungen, Kosten und Zeitaufwand im Bereich Forschung und Entwicklung und mit entsprechenden Kooperationspartnern zu bewerkstelligen sein. Hierfür fehlen laut den Experten jedoch oftmals die direkten Kontakte. Die Experten weisen auch

darauf hin, dass bei ihnen die Kompetenz- und Aufgabenverteilung im Unternehmen noch unzureichend ist, wie man mit dem Anwendungsfeld Agrarwirtschaft umgehen soll.

Zudem ist die aktuelle Nachfrage noch sehr gering. Perspektivisch wird nicht erwartet, dass eine relevante Menge an Komponenten abzusetzen ist. Damit liegt für die befragten Experten derzeit kein Business Case vor. Es ist somit verständlich, dass hier keine besonderen Entwicklungen stattfinden. Die Photonikindustrie sollte sich hierauf einstellen und



Bild: Claas

entsprechend Kooperationen mit Startups anstreben. Auch wenn ein grundlegendes Verständnis für Probleme und Herausforderungen der Landwirtschaft besteht und diese beginnt, sich intensiver mit den Möglichkeiten der Photonik zu befassen, machen die Ergebnisse der Umfrage dennoch deutlich, dass der Dialog zwischen beiden Branchen deutlich intensiviert werden muss. Hier ist bisher eindeutig zu wenig geschehen. Es müssen mehr Möglichkeiten zur Vernetzung, zur Technologiedemonstration und -erprobung geschaffen und relevante Akteure auf breiter Basis in den Dialog mit eingebunden werden, sodass ein ausgereifter Wissenstransfer zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und landwirtschaftlicher Praxis stattfinden und verstetigt werden kann. Diese Ergebnisse zeigen, wie wichtig Initiativen wie das Photonics Agrifood Connection Center sind, um notwendige Veränderungen und Innovationen anzustoßen und zu beschleunigen. Damit die so entstehenden Innovationen aber auch auf das Feld gelangen, wird es unumgänglich sein, Joint Ventures zu gründen, die mit dem nötigen Kapital ausgestattet sind und in Startups zu investieren. Die Experteninterviews haben gezeigt, dass gerade hier Landtechnikhersteller offenbar zu zögerlich vorgehen und eine Ausweitung dieser Aktivitäten angemessen und wünschenswert ist. Wie eingangs erwähnt, handelte es sich um eine nicht-repräsentative Umfrage, deren Ergebnisse entsprechend zu interpretieren sind. Nichtsdestotrotz zeigt sich ein interessantes, erstes Stimmungsbild mit wichtigen Erkenntnissen über Bedarfe und Möglichkeiten beider Branchen, die es in den nächsten Schritten weiter zu adressieren gilt.

Appendix



Dieses Whitepaper entstand im Rahmen des Projektes „Photonics AgriFood Connection Center (kurz PACC)“. Diskussionsgrundlage für dieses Papier bilden die Ergebnisse einer standardisierten Umfrage, die während einer Online-Konferenz durchgeführt wurde. Befragt wurden hierbei gezielt Akteure aus der Photonikbranche und der landwirtschaftlichen Praxis. Das PACC hat sich als Ziel gesetzt, heute und auch in der Zukunft den Wissenstransfer zwischen Forschung, Wirtschaft und Praxis zu fördern.

Eine Gemeinschaftsarbeit von



Gefördert durch:



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 818182.



SMART AGRI HUBS