

# ProSenso.net2

## Erschließung von Nachhaltigkeitspotenzialen durch Nutzung innovativer Sensortechnologien und ganzheitlicher Bewertungsmodelle in der Produktionskette pflanzlicher Lebensmittel

*Im vom BMBF geförderten Verbundvorhaben ProSenso.net2 werden an zwei wirtschaftlich bedeutenden Wertschöpfungsketten - Getreide und Obst/Gemüse/Kartoffeln - neuartige Lösungskonzepte für den Einsatz von Sensoren in der Agrar- und Ernährungswirtschaft erarbeitet. Ziele der sieben Teilprojekte sind dabei auch der Nachweis von Mikroorganismen und Mykotoxinen sowie die Fusion unterschiedlicher Sensoren. Das Vorhaben wird durch sozio-ökonomische Technikbewertung unterstützt.*

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam. Dr. Oliver Schlüter und Dr. Christiane von Haselberg sind Mitarbeiter am selben Institut (komm. Wiss. Direktor: Prof. Dr. Reiner Brunsch); e-mail: [geyer@atb-potsdam.de](mailto:geyer@atb-potsdam.de)

### Schlüsselwörter

Agrartechnik, Sensorentwicklung, Nachhaltigkeit

### Keywords

Agricultural engineering, sensor development, sustainability

### Literatur

Weitere Informationen zu PSn2 sind abrufbar unter [www.atb-potsdam.de/prosenso](http://www.atb-potsdam.de/prosenso).

In der Agrar- und Ernährungswirtschaft haben technologische Entwicklungen zu weitreichenden Veränderungen geführt. Im Zentrum einer nachhaltigen Entwicklung steht der Anspruch, ökonomische, ökologische und soziale Ziele gleichermaßen zu berücksichtigen. Die allgemeine Formulierung der drei Säulen der Nachhaltigkeit muss jedoch für die Agrar- und Ernährungswirtschaft näher spezifiziert werden, wobei folgende Teilaspekte zu nennen sind:

- Gesamtgesellschaftliche Verantwortung der Land- und Ernährungswirtschaft für die Gewährleistung der Lebensmittelversorgung und die Sicherstellung der Lebensmittelqualität
- Ressourcenschonung (Erhalt der Produktionsgrundlagen, Vermeidung oder Verminderung der Umweltbelastung)
- Erhalt der biologischen Vielfalt (möglichst geringe Beeinträchtigung natürlicher Ökosysteme)
- Sozioökonomische Komponente (Sicherstellung der ökonomischen Existenzfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe, Erhalt und Schaffung von Beschäftigungsmöglichkeiten in Land- und Ernährungswirtschaft)
- Ethische Komponenten (Zukunftsethik, intergenerationelle Gerechtigkeit)
- Globale Komponente der nachhaltigen Entwicklung

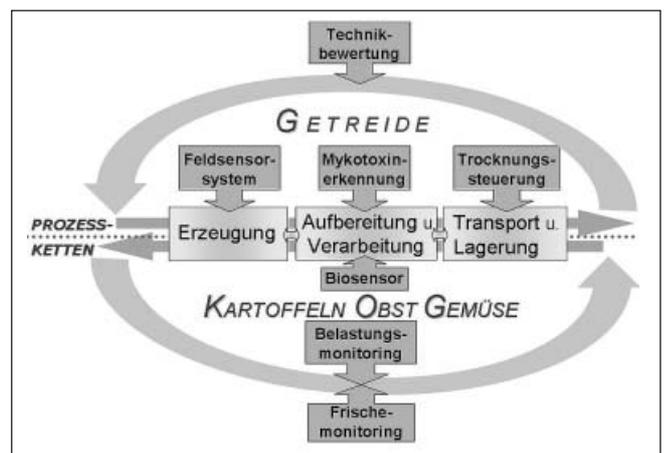
Zu dieser Thematik wurde bereits 2005 das vom ATB koordinierte Verbundvorhaben

ProSenso.net 1 (PSn1), bestehend aus zwölf Teilvorhaben, erfolgreich abgeschlossen. Das Anschlussvorhaben ProSenso.net 2 (PSn2) gründet auf PSn1 und wird seit dem 1. Juli 2006 vom BMBF gefördert. Fünf Forschungsinstitute und acht kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erarbeiten exemplarisch für zwei wirtschaftlich bedeutende Wertschöpfungsketten - Getreide und Obst/Gemüse/Kartoffeln - neuartige Lösungskonzepte. Existente und neue Sensorensysteme sollen dabei optimiert oder entwickelt und eingesetzt werden, um Prozess- und Produktqualitäten an relevanten Stellen in den Ketten möglichst online bestimmen zu können. Von größtem Interesse ist dabei der Nachweis von Mikroorganismen, zur Vermeidung sowohl von verederbedingten hohen Verlusten in den Produktionsketten als auch der Entstehung von Mykotoxinen. Um das Projekt erfolgreich zu bearbeiten, werden auch unterschiedliche Sensoren verknüpft (Sensorfusion), Prozesse modellhaft bewertet und die Forschungsarbeiten über Grenzen der Produktlinien hinaus vernetzt.

Die Verwertung der Ergebnisse, also die Übertragung in die betriebliche Praxis, wird durch das Einbinden geeigneter sozio-ökonomischer Technikbewertungsmodelle unterstützt. Eine Quantifizierung der Nachhaltigkeit des Einsatzes der erarbeiteten Sensortechnologien in der Agrartechnik soll damit erreicht werden.

*Bild 1: Teilprojekte des Verbundes PSn2 und ihre Einbindung in die für Qualität und Sicherheit relevanten Stellen der Prozessketten*

*Fig. 1: Research and development tasks of the PSn2 subprojects at critical points of the process chains*



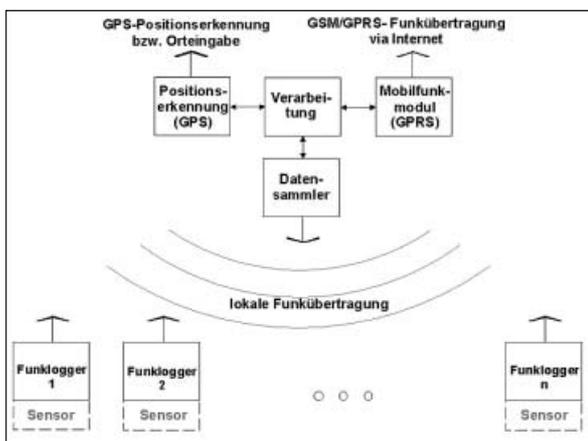


Bild 2: Sensorbasierte Qualitätskontrolle in der Logistikkette: Struktur der Hardware des modularen netzwerkbasierten Überwachungssystems

Fig. 2: Sensor-based quality control in the logistic chain: hardware structure of the modular network-based monitoring system

## PSn2 - Teilprojekte

Die beiden ausgewählten Prozessketten werden im Rahmen dieses Projektantrages nicht vollständig, sondern gezielt an den für die Qualität und Sicherheit relevanten Stellen forschungsmäßig bearbeitet (Bild 1). Die einzelnen Teilprojekte befassen sich mit unterschiedlichen Themenkomplexen:

### Prozesskette Getreide

*Sensortechnische Detektion von Mykotoxin bildenden pilzlichen Schaderregern an der Getreideähre*

Hierbei wird untersucht, ob unter Anwendung komplexer digitaler Bildauswertung (Thermografie, Chlorophyllfluoreszenz, Farbbilder, hyperspektrale Bildaufnahme) der Feldbefall mit der wichtigsten Schadpilzgattung *Fusarium* beurteilt werden kann. Im Projekt wird getestet, ob durch Kombination dieser bildgebenden Verfahren unter Freilandbedingungen die Detektion eines Befalls möglich ist.

Die Befallseinschätzung im Getreidefeld dient dazu, befallene Erntepartien schon bei der Ernte abzutrennen und gegebenenfalls gesondert zu behandeln.

*Indikatoren und Sensortechnik zur Erkennung von Mykotoxinbildnern in der Getreideaufbereitung*

Schimmelpilze und ihre Toxine bedrohen die Qualität von Lebens- und Futtermitteln an vielen Stellen der Produktionskette. Bei Getreide ist der Nacherntebereich mit Lagerung, Aufbereitung und Verarbeitung häufig mit belasteten Partien konfrontiert. Projektziel ist die Identifizierung von mit Feld- oder Lagerpilzen oder mit ihren Toxinen belasteter Getreidepartien.

Es sollen Sensoren zur Geruchsmustererkennung entwickelt sowie die Nutzung spektroskopischer Eigenschaften von Schimmelpilzen / Mykotoxinen geprüft werden. Im Weiteren werden die Voraussetzungen für die Entwicklung eines Arrays verschiedener Sensortypen geschaffen, welches für das gezielte und dokumentierte Ausschleusen belasteter Getreidepartien geeignet ist.

*Die Entwicklung eines zur Prozesskontrolle geeigneten In-line-Mikrowellen Getreidefeuchtesensors*

sowie die technische Umsetzung und Erprobung einer darauf gegründeten modellbasierten Verfahrensführung für Getreidetrockner ist das Ziel eines weiteren Teilvorhabens. Anhand der Arbeitsergebnisse soll die Entstehung von Mykotoxinbildnern vermieden sowie thermische Schädigungen und Verkaufsverluste durch Übertrocknung minimiert werden können.

Das vorhandene, dem Regelungskonzept zugrunde liegende mathematische Modell für die Wärme- und Stoffübertragung wird auf kontinuierlich arbeitende Getreidetrockner erweitert. Die Erprobung des Mikrowellen-Sensors und des Regelungssystems erfolgt im Pilotmaßstab sowie an einem industriellen Trockner.

### Prozesskette pflanzliche Frischeprodukte

*Die Methodenentwicklung zur prozessnahen Qualitätsbestimmung und vorausschauenden Bewertung des Verderbrisikos bei gartenbaulichen Produkten*

ist einer der drei Themenkomplexe entlang der Produktionslinien von Obst, Gemüse und Kartoffel. Ein innovatives spektrometrisches Sensorsystem zur Erfassung der Produktqualität wird hierbei schrittweise entwickelt und erprobt. Die Bewertung stützt sich dabei auf Qualitätsbestimmungen am Anfang der Versorgungskette sowie auf repräsentative Daten der mechanischen Belastung in der Kette, die zuvor mit einem im Vorgängervorhaben PSn1 entwickelten miniaturisierten Stoßsensor erfasst wurden. Dadurch werden frühzeitig Entscheidungen zur optimalen Verwertung einer Produktpartie möglich.

*Entwicklung von Biosensoren zur prozessbegleitenden Detektion von human- und phytopathogenen Mikroorganismen*

Produkte der Landwirtschaft sind nach der Ernte häufig stark verunreinigt. Hierdurch können sich wechselnd hohe Konzentrationen an human- und phytopathogenen Mikroorganismen einstellen. Die zeitnahe Bestimmung des mikrobiellen Kontaminationsgrades (Überwachung des Hygienestatus) ist

mit konventionellen mikrobiologischen Methoden nicht möglich. Im Rahmen des Projektes werden daher Methoden zur spezifischen und quantitativen Detektion mikrobieller Verderborganismen am Beispiel der mikrobiellen Belastung von Waschwasser aus der Gemüseproduktion entwickelt.

Ziel ist die Entwicklung robuster und automatisierbarer Applikationen (Biosensoren) auf der Basis molekularbiologischer und durchflusszytometrischer Methoden zur spezifischen Detektion von Verderberregern sowie entsprechender Gebrauchsmuster für den Einsatz in der Verfahrensoptimierung.

*Die Entwicklung eines modularen intelligenten Systems zur durchgängigen Qualitätskontrolle in der Logistikkette von pflanzlichen Frischeprodukten*

soll helfen, Messwerte lückenlos vom Produzenten über Transport und Zwischenlagerung bis in den Handel bezüglich qualitätsrelevanter Parameter zu erfassen und zu bewerten. Auf der unteren Ebene werden dabei modulare Funklogger zur Messung von Lufttemperaturen und Luftfeuchten (und zur Übertragung von Textinformationen) angeordnet, die sowohl autark als auch in einem internetbasierten, datenbankgestützten System arbeiten (Bild 2).

Durch die zielgerichtete Anwendung des Systems soll im gesamten Nacherntebereich ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette am Beispiel der Obst- und Gemüseproduktion geleistet werden.

### Technikbewertung

*Die Ketten übergreifende Technikbewertung zur Abschätzung der sozio-ökonomischen und ökologischen Effizienz*

wird in einem übergeordneten Teilprojekt bearbeitet. Das Ziel des Teilprojektes besteht darin, im Sinne einer Technikfolgenabschätzung die Auswirkungen des Sensoreinsatzes exemplarisch entlang der Getreidekette zu erfassen, zu analysieren und zu bewerten. Diese Auswirkungen bestehen etwa in Veränderungen der Produktionsverfahren, in verbesserter Produktqualität und höherer Lebensmittelsicherheit, in der Umweltentlastung, in erhöhter Wirtschaftlichkeit sowie in verbesserten Arbeitsbedingungen.

Die Ergebnisse sollen sowohl die Hersteller als auch die Anwender der Sensorsysteme unterstützen. Sie erhalten mit den Ergebnissen des Vorhabens Planungsgrundlagen für die Einordnung der Sensortechnik in die Produktionsketten und die Anpassung der Verfahren an sensorbedingte Veränderungen sowie Kenntnisse zur Abschätzung von wirtschaftlichen Folgen und Umweltwirkungen des Sensoreinsatzes.