

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 80 (2018)

Heft: 12

Artikel: Sensoren und ihre Funktionen

Autor: Hunger, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082654>

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>

Sensoren und ihre Funktionen

Sensoren sind Signalglieder mit der Aufgabe, in elektronisch geregelten Systemen die physikalische Grösse der Betriebszustände zu erfassen und sie in elektrische Signalgrössen umzuwandeln. Entsprechend gibt es eine Vielzahl verschiedener Sensoren.

Ruedi Hunger

Moderne Motoren, lastschaltbare oder stufenlose Getriebe und feinfühlende Hydraulik, sie alle sind nicht mehr denkbar ohne Sensorik. In verschiedenen Bauarten überwachen sie Sämaschinen und kontrollieren den Endabstand bei der Einzelkornsaat. Erst Sensoren ermöglichen den hohen technischen Standard bei Pflanzenschutz- und Düngetechnik. Aktuellerweise sind sie immer stärker mitbestimmend bei Geräten zur mechanischen Unkrautregulierung. Und schliesslich werden sämtliche modernen Erntemaschinen mit einer Vielzahl von Sensoren eingestellt, kontrolliert und überwacht. Nachfolgend einige Sensorarten, die in der Landtechnik zum Einsatz kommen.

Anemometrie-Sensor

Funktionsprinzip: Bei der thermischen Anemometrie wird eine Sensorelement verwendet, das elektrisch beheizt wird und dessen elektrischer Widerstand von der Temperatur abhängt. Durch die Umströmung findet ein Wärmetransport in das Strömungsmedium statt, der sich mit der Strömungsgeschwindigkeit verändert. Durch Messung der elektrischen Grössen kann so auf die Strömungsgeschwindigkeit geschlossen werden.

Anwendungsbeispiel: Das «Flow Performance Monitor»-(FPM)-System von Vogelsang besteht aus Sensoren, die in jeden einzelnen Schlauch eingebaut werden, sowie einer Steuereinheit. Die Sensoren kontrollieren die Fließgeschwindigkeit des bewegten Mediums (Gülle). Von der Steuereinheit wird das gemessene Signal in die Fahrerkabine übertragen. Verstopft ein Kanal oder die Durchflussgeschwindigkeit ist reduziert, wird dies vom Sensor registriert und der Fahrer erhält eine entsprechende Infor-

mation. Anemometrie-Sensoren können auch bei Sämaschinen zur Überwachung der Särohre eingesetzt werden.

Beschleunigungssensoren

Funktionsprinzip: Die Beschleunigung erzeugt eine Kraft, die von einem Beschleunigungssensor erfasst wird. Die vom Sensor gemessene Grösse ist eigentlich keine Beschleunigung, sondern eine Kraft. Beschleunigungsaufnehmer (Sensoren) messen lineare Beschleunigungen entlang einer oder mehrerer Achsen. Gyroskope dagegen messen Winkelgeschwindigkeiten. Anwendungsbeispiele: Beschleunigungssensoren (und Gyroskope) werden im Transportwesen, in der Raumfahrt, in Robotern, Fahrzeugen und – man höre und staune – in Smartphones eingesetzt. Beim Auswuchten von Reifen erzeugt jede Unwucht des Rades ein entsprechendes Sensorsignal. Damit wird innert Sekunden die



Anemometrie-Sensor. Das FPM überwacht Schläuche von Gülletechnik oder Särohre an Sämaschinen. Bild: Vogelsang

Aktive und passive Sensoren

Aktive Sensoren: Unter diesem Begriff versteht man Sensoren, die zur Erfassung einer physikalischen Grösse eine eigene Spannungsversorgung benötigen (z. B. Hall-Geber).

Passive Sensoren: Im Gegensatz zu den aktiven Sensoren benötigen sie keine eigene Spannungsversorgung (z. B. Potentiometer, Klopsensor).



Beschleunigungssensoren sind neben andern Systemen Teil der Robotersteuerung. Bild: Carre



Drehraten-Sensoren kommen auch bei Fahrerassistenz-Systemen zur Anwendung. Bild: Krone

Unwucht am Reifen erkannt. Aber auch im Bereich der Tierhaltung werden Beschleunigungssensoren eingesetzt. So gibt es Ohrmarken für Zuchtsauen, die mit einem Beschleunigungssensor ausgerüstet sind und über das Nestbauverhalten die nahende Geburt überwachen.

Drehraten-Sensor

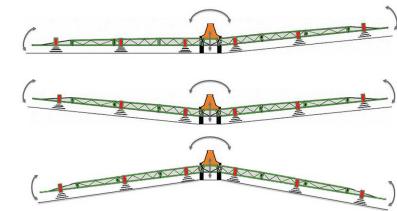
Funktionsprinzip: Drehraten-Sensoren messen die Rotationsgeschwindigkeit eines Körpers. Gemessen wird um die drei Raumachsen Hochachse (Gierrate), Längsachse (Roll- oder Wankrate) und Querachse (Nickrate).

Anwendungsbeispiel: Drehraten-Sensoren sind Teil von fahrdynamischen Assistenzsystemen, die mit steigender Geschwindigkeit und höheren Fahrzeuggewichten wachsende Bedeutung erhalten. Weil der Fahrer mit zunehmender Dynamik in Fahrsituationen kommen kann, die manuell nicht mehr kontrollierbar sind, bieten solche Assistenzsysteme eine gute Voraussetzung für mehr Sicherheit. Ein entsprechend ausgerüstetes Fahrwerk bietet bei schneller Fahrt und in Kurven ein sichereres Fahrverhalten. Dazu werden die Querbeschleunigung und die

Raddrehzahl gemessen. Drohen die kurveninneren Räder bei Kurvenfahrt abzuheben, wird eine Testbremsung durchgeführt. In diesem Moment stehende Räder lassen auf ein bevorstehendes Kippen schliessen und das Gespann wird abgebremst.

Fluoreszenz-Sensor

Funktionsprinzip: Fluoreszenz ist die spontane Emission von Licht kurz nach der Anregung eines Materials durch elektronische Übergänge. Das Messprinzip nutzt das Phänomen der Chlorophyll-Fluoreszenz. Um grüne Pflanzen zum Fluoreszieren anzuregen, senden Sensoren blaues Licht mit einer bestimmten Wellenlänge aus. Das energiereiche, kurzwellige Licht wird von der Pflanze nicht vollständig zur Photosynthese genutzt, sondern es regt das Chlorophyll zur Fluoreszenz an. Dabei sendet das Chlorophyll energieärmeres, langwelliges rotes



Ultraschall-Sensoren sind entscheidende Bauteile bei der Spritzbalkenführung «Contour Control» von Amazone. Bild: Amazone

bis dunkelrotes Licht zurück. Dieses wird von einer Fotozelle im Sensor erfasst.

Anwendungsbeispiel: Amazone macht sich beim Sensor-Düsen-System «AmaSpot» das Phänomen der Chlorophyll-Fluoreszenz zu Nutzen. Diese Sensoren erkennen Chlorophyll und sind somit in der Lage, Grünpflanzen von unbewachsenem Boden zu unterscheiden. Das Sensor-Düsen-System schaltet die dazugehörige Düse auch bei Geschwindigkeiten von 20 km/h oder bei Nacht zentimetergenau.

Ultraschall-Sensoren

Funktionsprinzip: Als Ultraschall bezeichnet man Schall mit Frequenzen oberhalb des Hörfrequenz-Bereichs des Menschen. Ultraschall-Sensoren senden in kurzen Abständen unhörbare Schallimpulse aus und registrieren deren Echo. Aus dem zeitlichen Abstand wird der millimetergenaue Abstand zum Objekt errechnet.

Anwendungsbeispiel: «Contour Control» ist eine aktive Gestängeführung zur Reduktion von vertikalen Gestängebewegungen. Zur Serienausstattung zählen



Radar-Sensoren messen bei Rauch und Amazone die ausgeworfene Düngermenge. Bild: Rauch

Einteilung der Sensoren nach: (Beispiele)

Aufgabe	Ermittlung von Drehzahlen, Temperaturen, Drücken
Signalart	analog, digital, binär, pulsweitenmoduliert
Kennlinienart	stetig linear, stetig nicht linear, nicht stetig
Physikalische Wirkungsweise	induktiv, kapazitiv, optisch, thermisch
	Anzahl der Integrationsstufen
	aktiv oder passiv

Gruppierung der Sensoren nach ihrem Wirkprinzip:

Wirkprinzip	Anwendungsbeispiel
mechanisch	Manometer, Thermometer, Federwaage, Hebelwaage
thermoelektrisch	Thermoelement
resistiv	Dehnungsmessstreifen (DMS), Hitzedraht, Halbleiter-DMS
piezoelektrisch	Beschleunigungssensor
kapazitiv	Drucksensor, Regensensor
induktiv	Neigungsmesser, Kraftsensor, Wegaufnehmer
optisch	CCD-Sensor (lichtempfindliche Bauelemente), Fotozelle
magnetisch	Hall-Sensor, Reed-Kontakte



Hall-Sensoren überwachen Drehzahlen und Lenkwinkel an verschiedenen Maschinen.

Bild: R. Hunger

mehrere Ultraschall-Sensoren, die gleichmäßig über die ganze Arbeitsbreite des Gestänges verteilt sind. Die beiden äusseren Sensoren steuern auf jeder Seite unabhängig voneinander die Anwinkelung des Gestänges. Die mittleren Sensoren tasten den Bestand links und rechts neben der Maschine ab und regeln das Mittelsegment. Voraussetzung ist ein schnell agierendes Hydrauliksystem mit kurzen Reaktionszeiten.

Radar-Sensor

Funktionsprinzip: Radar (Radio Detection and Ranging) ist die Bezeichnung für ein Messgerät auf der Basis von elektromagnetischen Wellen im Radiofrequenzbereich (Primärsignal). Die ausgesendeten Radar-Signale werden je nach Material

zurückgeworfen und als reflektiertes Echo wahrgenommen. Das Echo(signal) wird als Sekundärsignal bezeichnet. Anwendungsbeispiel: Eine Anwendung des Radar-Messprinzips ist die Erfassung geworfener Gutströme bei Mineraldüngerstreuen. Das System «Axmat» von Rauch Landmaschinen basiert auf einem ortsfesten Ringsegment mit 27 Radar-Sensoren. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet die gemeinsame Entwicklung von MSO und «Argus Twin» der Amazone-Werke. Seit über 30 Jahren kennt man in der Landtechnik die berührungslose Messung der wahren Geschwindigkeit. TGSS (True Ground Speed Sensor) beruht auf der Messung der geschwindigkeitsproportionalen Doppler-Frequenzverschiebung mittels dielektrischer Linsen.

Hall-Sensor

Funktionsprinzip: Wirkt ein Magnetfeld senkrecht auf einen stromdurchflossenen Leiter, entsteht quer zum Stromfluss eine Spannung. Da diese Spannung nur von der Stromstärke und der magnetischen Feldstärke abhängt, ist durch Anbringung eines Positions-magneten auf einer drehbaren Welle auf einfache Weise eine berührungslose Winkelmessung oder Drehzahlmessung möglich.

Anwendungsbeispiel: Beim Mähdrescher (als Beispiel) werden Lamellensiebe mit Hilfe von Linearantrieben auf die jeweilige Korngrösse des Erntegutes eingestellt. Diese von Permanentmagnetmotoren angetriebenen Linearantriebe brauchen vom Steuerungssystem die «Information» für die richtige Endposition. Hall-Sensoren messen den jeweiligen Winkel der Siebstellung präzise und zuverlässig. Diese Positionsdaten fliessen ins Steuerungssystem ein und werden am Monitor bildlich dargestellt. Weitere Anwendungen sind: Motor- und Getriebemanagement, Fahrpedal-Positionserkennung, Lenkwinkelsteuerung oder Drehzahlüberwachung. Hall-Sensoren arbeiten weitgehend alterungsunempfindlich und unabhängig von Feldstärkenschwankungen der Gebermagnete, da nur die Richtung des Magnetfeldes entscheidend ist.



Dank Fluoreszenz-Sensoren kann der Spritzmittelaufwand auf Einzelpflanzen reduziert werden. Bild: Amazone

Optische Sensoren

Funktionsprinzip: Bei optischen Sensoren (Isaria) handelt es sich um eine Reflexionsmessung. Das aktive Messsystem verfügt über Hochleistungs-LEDs. Die Systeme sind 24 Stunden einsetzbar, sind unab-

hängig vom Umgebungslicht und der Tagesgang hat keinen Einfluss. Das System muss nicht nachkalibriert werden. Gemesen wird der Biomasse-Index (IBI), das heißt der Bodenbedeckungsgrad bis Mitte Schossen. Eine andere Möglichkeit ist die IRMI-Messung (N-Aufnahme-Index), dies zur Bestimmung der Stickstoff-Aufnahme ab Bestandesschluss.

Anwendungsbeispiel: Optische Sensoren (z. B. Isaria) werden für die mineralische und die organische Düngung eingesetzt. Dabei werden eine Bestandesbonitur und ein Stickstoff-Aufnahme-Scan durchgeführt. Bei der organischen Düngung werden zusätzlich die Daten eines Nährstoff-Sensors (NIRS) zur mengengesteuerten Ausbringung miteinbezogen. Beim Pflanzenschutz werden optische Sensoren beim Einsatz von Wachstumsregulatoren und Fungiziden (Kartoffelbau) eingesetzt. Weiter werden sie bei der biomassenabhängigen Applikation von Sikkationsmitteln (Krautabtötung) eingesetzt. Jüngstes Einsatzgebiet ist das Grünland, wo bei der Grünlandnachsaat optische Sensoren die Aussaatmenge steuern.

NIR-Sensor

Funktionsweise: Nahinfrarotspektroskopie (NIR/NIRS) ist eine physikalische Analysetechnik auf der Basis der Spektroskopie im Bereich des kurzweligen Infrarotlichtes. NIRS basiert auf der Anregung von Molekülschwingungen durch elektromagnetische Strahlung im (nahen) Infrarotbereich. Einfallendes Licht kann von einem Medium (z. B. Maissilage, Gülle usw.) und seinen einzelnen Inhaltsstoffen absorbiert, reflektiert oder durchgelassen werden. Da verschiedene Inhaltsstoffe



Optische Sensoren werden zur Düngung, beim Pflanzenschutz und bei der Grünlandnachsaat eingesetzt. Bild: Fritzmeier/Isaria

Gruppierung nach ihrem Verwendungszweck:

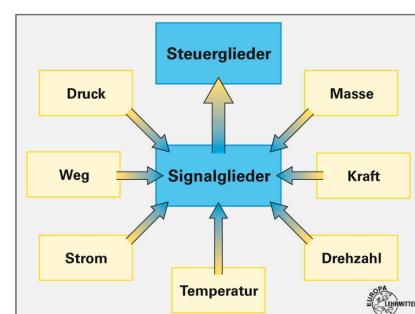
Virtuelle Sensoren	Virtuelle Sensoren (Softsensoren) sind nicht körperlich existent, sondern sind in Software realisiert. Sie berechnen Werte, welche aus den Messwerten realer Sensoren mit Hilfe eines empirisch erlernten oder physikalischen Modells abgeleitet werden.
Digitale Sensoren	Im Bereich der Automatisierung werden analoge Systeme der Regelungstechnik zunehmend von digitalen Systemen verdrängt. Daher steigt der Bedarf an Sensoren, deren Ausgangssignal ebenfalls digital ist.
Molekulare Sensoren	Sensoren, die auf einem einzelnen Molekül beruhen, das nach Bindung eines weiteren Moleküls oder durch Bestrahlung mit Photonen unterschiedliche Eigenschaften aufweist, die dann ausgelesen werden können.

bei unterschiedlichen Wellenlängen in Schwingung versetzt werden und dabei dem Licht Energie entziehen, kann somit die Inhaltsstoffmengen-Konzentration bestimmt werden.

Anwendungsbeispiele: NIRS-Analytik bei Getreideernte und -annahme, Gülle- und Gärrest-TS und Inhaltsbestimmung, Feldhäcksler-Ertragsmessung und TS- bzw. Gehaltsbestimmung. Mengenbestimmung bei der organischen Düngung in Verbindung mit einem Pflanzen-Sensor (siehe auch «Schweizer Landtechnik» 10/2018, Seite 44).



NIR-Systeme können für verschiedenste Messungen eingesetzt werden. Bild: John Deere



Verschiedenste Signale aus physikalischen Größen werden mittels Sensoren übertragen. Bild: Europa Lehrmittel