



Mittelstand-Digital
Zentrum
Lingen.Münster.Osnabrück



Digitalisierung durch Sensoren in der Landwirtschaft

Ein Anwendungsbeispiel



Inhalt

Digitalisierung durch Sensoren in der Landwirtschaft	3
Die Komponenten im Überblick	4
Mikrokontroller	4
Näherungsschalter (Sensor)	5
Grafische Programmieroberfläche	5
Datenübertragung	6
Praktische Umsetzung - Silofüllstand	6
Ausblick	8
Quellenverzeichnis	10



Digitalisierung durch Sensoren in der Landwirtschaft

Diese Praxisstudie richtet sich an IT-Interessierte aus der Agrarbranche, an Landwirte mit Digitalisierungsinteresse und an Agrarwissenschaftler.

Die Digitalisierung hat bereits viele Lebensbereiche durchzogen und macht auch vor einem der ältesten Wirtschaftszweige keinen Halt. Informatik und Elektronik prägen an vielen Stellen den landwirtschaftlichen Arbeitsalltag. Oft liegt ein großer Nutzen der digitalen Techniken in der effizienteren Arbeit, beispielsweise unterstützen digitale Lösungen die genaue Planung von Futterrationen und die Dokumentation der durchgeführten Bearbeitungsmaßnahmen im Getreidebau.¹

Viele Arbeiten eines Landwirtes sind Tätigkeiten, die sich wiederholen. Dazu gehören zum Beispiel die Kontrolle von Betriebsmitteln und Witterungsbedingungen. Um diese Kontrolle zu digitalisieren, müssen Daten zur Überwachung der Betriebskennzahlen erhoben werden. Einige dieser Kennzahlen, wie Füllstände, Luftfeuchtigkeit oder Temperatur können mit Hilfe von Sensorsystemen arbeitsarm erfasst werden und zu reibungsloseren Prozessabläufen beitragen.² Da vor allem gut ausgebildete Fachkräfte für die wachsenden landwirtschaftlichen Betriebe zunehmend schwieriger zu finden sind, soll die Arbeitsbelastung der Landwirte durch digitale Lösungen verringert werden.³

Diese Praxisstudie zeigt anhand eines Anwendungsbeispiels, welche Möglichkeiten Landwirte haben, ihre Betriebsabläufe durch Sensoren zu unterstützen und zu verbessern. Dazu werden zunächst die verschiedenen Komponenten eines Sensorsystems aufgezeigt, wobei die besondere Herausforderung bei der Auswahl einer geeigneten Software liegt. Anschließend erfolgt die praktische Umsetzung des Anwendungsbeispiels sowie die Überprüfung in einem Praxisbetrieb. Damit Landwirte selbstständig ein individuelles Sensorsystem erstellen können, wird innerhalb der Praxisstudie die Entwicklung einer preisgünstigen, digitalen Anwenderumgebung gezeigt. Bei individuellen Sensorsystemen steht der modulare Aufbau der Hardware im Vordergrund. Da die möglichen Anwendungsbereiche für Sensorsysteme auf landwirtschaftlichen Betrieben vielfältig sind, wird sich bei der Entwicklung der Anwenderumgebung auf das Beispiel der Silofüllstandmessung beschränkt. Innerhalb der abschließenden praktischen Umsetzung wird sich besonders auf schweinehaltende Betriebe fokussiert, wovon es im Mai 2022 17.900 in Deutschland gab.

Für Landwirte mit Schweinehaltung ist es gängig über ein Futtersilo zur Lagerung zu verfügen. Zu jeder Fütterung wird die jeweils benötigte Menge dosiert und verfüttert. Hierbei ist es besonders wichtig den Futterstand im Silo regelmäßig zu überprüfen, da eine Neulieferung oder das Mischen des Futters im eigenen Betrieb meist einige Tage in Anspruch nehmen. Die Restmenge des Futters wird vom Landwirt durch Klopfen an die Silowand abgeschätzt. Dadurch kann es zu einer fehlerhaften Erfassung kommen, da sie ausschließlich auf Einschätzung und Erfahrung beruht. Diese würde dazu führen, dass die Tiere

1 BMEL (2021)
2 Sivasothy (2020)
3 Gindele (2016)

nicht rechtzeitig mit Futter versorgt werden können, wodurch es zu Stress und verschlechtertem Gesundheitszustand der Tiere kommen kann. Die stetige Überprüfung der Restmenge bzw. die Erfassung eines Schwellwertes im Futtersilo kann dem Landwirt durch einfache Sensorsysteme abgenommen werden. Durch das Erfassen der Restmenge im Futtersilo, welche durch die Einbauhöhe des Sensors festgelegt wird (Schwellenwert), bleibt ausreichend Zeit neues Futter zu mischen oder vom Händler liefern zu lassen. Bei einem Neubau eines Stalls mit angegliederter Lagerung kann der Landwirt bereits vorab entscheiden, eine Komplettlösung des Herstellers zu kaufen und somit individuelle Sensorsysteme zu integrieren. Für Altbauten sind Nachrüstlösungen am Markt verfügbar, jedoch sind die Kosten für diese Systeme häufig sehr hoch und erscheinen dem Landwirt unrentabel. Die einzelnen Komponenten eines solchen Systems sind jedoch sehr preiswert, wodurch der selbstständige Aufbau und die Programmierung von Sensoren eine gute Alternative darstellt.

Die Komponenten im Überblick

Um ein einfaches und individuelles Sensorsystem in Altbauten eigenständig nachzurüsten, werden unterschiedliche Komponenten benötigt. Für einen reibungslosen Ablauf der Funktionalität werden folgende Kernelemente vorausgesetzt: Ein Mikrocontroller (Sender), ein Näherungsschalter (Sensor), eine grafische Programmieroberfläche und eine Datenübertragung.

Mikrocontroller

Es existieren verschiedene Mikrocontroller, die je nach Anwendungsgebiet ausgewählt werden. Für die Erfassung von Sensordaten kann ein Mikrocontroller der Arduino-Familie verwendet werden. Vorteile von Mikrocontrollern sind die hohe Popularität, ein offener Zugang, Zuverlässigkeit, Robustheit, Standardanschlüsse und niedrige Preise.⁴ Die Anfängerfreundlichkeit steht im Vordergrund. Arduino bietet gegenüber NodeMCU, BeagleBoard und Intel Galileo eine besonders ausgeprägte Community, die bei Problemen unterstützend wirkt.⁵ In dem Fall der Silofüllstanderkennung wird die senseBox MCU aus der Arduino-Familie für den Aufbau der Anwenderumgebung verwendet. An die verschiedenen Ports dieses Open-Source Boards lassen sich verschiedene Sensoren und Ausgabegeräte an standardisierte Schnittstellen, wie Digital, UART oder I2C anschließen. Außerdem können die beiden XBee-Sockel mit passgenauen Modulen für die Datenübertragung und Speicherung auf MicroSD bestückt werden (siehe Abbildung 1).⁶

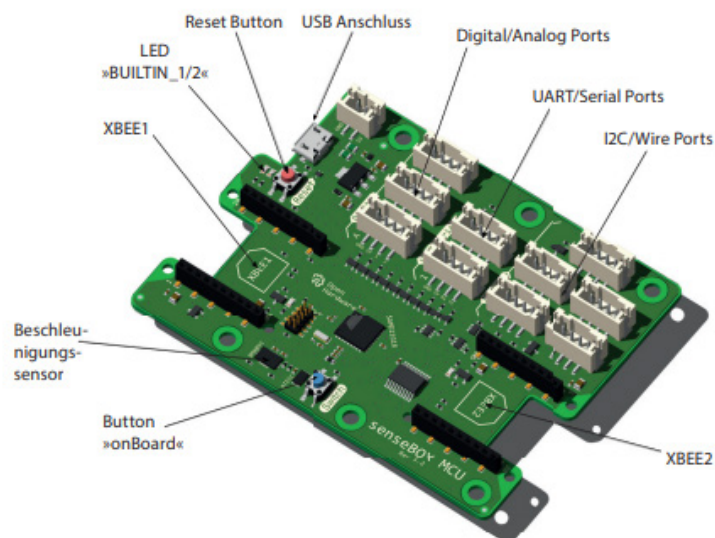


Abbildung 1: senseBox Mikrocontroller (SenseBox 2022)

4 Cvetkovic und Matijevic (2016)

5 Cvetkovic und Matijevic (2016)

6 SenseBox (2018)

Näherungsschalter (Sensor)

Zur Erhebung des Silofüllstands können verschiedene Sensoren genutzt werden. Dabei wird zwischen kapazitiven-, optischen-, akustischen- und Radarsensoren unterschieden. Optische und akustische Sensoren sind anfällig gegenüber Staubbelastungen. Radarsensoren sind eine zuverlässige und langlebige Alternative, weisen jedoch gegenüber genannten Lösungen den höchsten Preis auf. Kapazitive Verfahren zur Füllstandmessung als Grenzwertschalter sind kostengünstig, zuverlässig und mit geringem Aufwand einzurichten.⁷ Aufgrund dieser Vorteile wird der kapazitive Näherungsschalter „LJC18A3-B-Z/AX“ im Weiteren verwendet.

Grafische Programmieroberfläche

Zur Verwendung des Mikrocontrollers muss dieser entsprechend programmiert werden. Programmiererfahrene können hierfür eine integrierte Entwicklungsumgebung nutzen (z.B. Arduino IDE) nutzen, jedoch ist insbesondere für Lernende bzw. Beginner die größte Einschränkung bei der Programmierung die fehlende Visualisierung. Sie scheitern dabei oft an der Syntax und Grammatik von Programmiersprachen.⁸ Daher wird in diesem Anwendungsfall die grafische Programmieroberfläche Blockly genutzt. Diese ist von Google als Systemlösung entwickelt worden, um das Programmieren zu vereinfachen. Hiermit können außerdem Unternehmen programmieren, die über keine Ressourcen für Experten digitaler Systeme verfügen.⁹ Blockly ermöglicht Nutzern den Einstieg in die Programmierung, ohne sich Gedanken über die exakten Befehle der Programmiersprache zu machen.¹⁰ Durch die visuelle Oberfläche wird der Code übersichtlich und leicht verständlich. Wie Puzzleteile werden die Blöcke virtuell ineinandergesteckt und lassen sich anschließend in einen Code umwandeln.¹¹ Nach einer kurzen Einführung in den Ablauf von Blockly lässt sich in wenigen Augenblicken eine komplexe Syntax erstellen, ohne Kenntnisse über eine Programmiersprache, wie C++ oder Python, zu besitzen.

In Abbildung 2 wird die grafische Programmieroberfläche Blockly von senseBox dargestellt. Im linken Bereich der Abbildung ist eine Liste mit Kategorien von Blöcken zur Programmierung dargestellt. Aus der Liste und deren Untermenüs werden die benötigten Blöcke per „Drag & Drop“ in den rechten Bereich gezogen und an der ausgewählten Stelle platziert. Die Ausformung der jeweiligen Blöcke hilft dabei, die Blöcke an die richtige Stelle zu positionieren. Sind die gewünschten Blöcke auf der rechten Seite platziert, wird durch Klicken auf den orangenen Haken eine für den Mikrocontroller lesbare Datei erstellt. Diese wird nach dem Herunterladen auf den Mikrocontroller kopiert und von diesem ausgeführt.

Um die Komplexität innerhalb der Programmierung zur Erfassung des Silofüllstands für den Nutzer zu verringern, werden für diese Anwendung nicht notwendige Blöcke entfernt. Durch die Anpassung von Blockly entstehen vorgefertigte Blöcke zur Programmierung des Mikrocontrollers (siehe Abbildung 3), die vom Nutzer verwendet werden können. Diese Blöcke sind derzeit nicht öffentlich zugänglich, sondern können durch die Zusammenarbeit mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Lingen. Münster.Osnabrück verwendet werden. Des Weiteren wird innerhalb der Blöcke eine automatisierte Verbindung zum The Things Net-

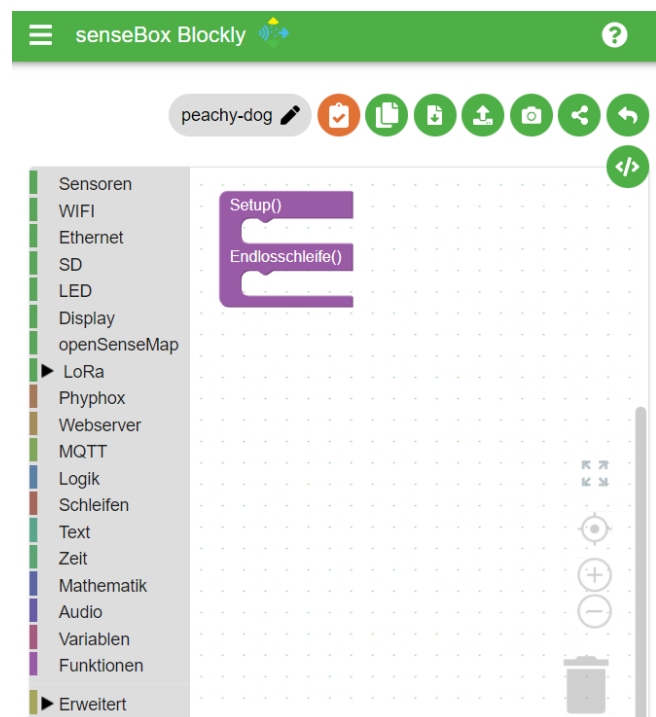


Abbildung 2: Grafische Programmieroberfläche Blockly von senseBox (Sensebox o.J.)

- 7 Sivasothy (2020)
- 8 Chochiang et al. (2019)
- 9 Machhamer et al. (2020)
- 10 Google (2022)
- 11 Ionos (2020)

work (TTN¹²) hergestellt ohne dass der Nutzer zwischen unterschiedlichen Datenübertragungen auswählen kann. Dies vereinfacht die Entscheidungen bei der Umsetzung für den Anwender. Für das Versenden des Silofüllstandes werden neue Blöcke eingefügt und die Beschriftungen der Blöcke auf den Anwendungsfall angepasst.

Datenübertragung

Insbesondere bei landwirtschaftlichen Anwendungsfällen ist es wichtig darauf zu achten, dass die erzeugten Daten über lange Strecken übertragen werden müssen.¹³ Dazu können verschiedene Datenübertragungswege verwendet werden. Auf der Betriebsstätte des Landwirts ist die Übertragung mit WLAN realistisch, jedoch verfügen nach eigenen Recherchen nur wenige Landwirte über ein WLAN-Netzwerk auf dem Betriebsgelände. Ein weiterer Datenübertragungsweg ist die Nutzung mobiler Daten, welcher jedoch laufende Kosten für einen Mobilfunkvertrag mit sich bringt. Außerdem ist der Nutzer auf die Netzverfügbarkeit angewiesen, die in einigen ländlichen Gebieten nicht vorhanden ist. Durch das Praxisprojekt mit dem Hof Langsenkamp wurde hingegen bestätigt, dass die Datenübertragung des offenen Funkstandard LoRaWAN für diese Anforderungen sehr gut geeignet ist.¹⁴ LoRaWAN steht für Long Range Wide Area Network und ermöglicht Sensordaten mit geringer Datenrate und minimalem Energieaufwand über große Distanzen zu übermitteln. Es besteht aus drei Komponenten: einem Sender, einem Gateway und einem LoRa-Server. Der Mikrocontroller erfasst die Sensordaten und sendet die Daten als LoRaWAN-Nachricht an ein Gateway in seiner Umgebung. Das Gateway nimmt diese Daten auf und gibt sie an den Server weiter, der zum Ablesen und Zwischenspeichern von Daten dient. Hierbei ist es wichtig zu wissen, dass die Rohdaten nicht persönlich zuzuordnen oder auf die genaue Verwendung zurückzuführen sind.¹⁵ Ab diesem Zeitpunkt können die Daten individuell weiterverarbeitet, visualisiert und gespeichert werden.¹⁶ Das LoRaWAN-Netzwerk ist in Deutschland und vielen anderen Staaten kostenfrei nutzbar. Dazu gehört die Datenübertragung, sowie die kurzfristige Speicherung der Daten.

Innerhalb des Anwendungsbeispiels wird zum Versenden der Daten eine zur senseBox kompatible LoRaWAN Antenne (XBEE-Schnittstelle am Mikrocontroller) basierend auf dem RFM95W Modul von HopeRF verwendet. Als Gateway wird das TTN Indoor-Gateway genutzt, um LoRaWAN Nachrichten zu empfangen und an den Server weiterzuleiten. Die empfangenen Daten stehen nach Registrierung des Mikrocontrollers¹⁷ im TTN online zur Verfügung und sind mit einem Internetbrowser abrufbar.

Praktische Umsetzung - Silofüllstand

Zuerst wird der Mikrocontroller innerhalb des TTN registriert, um eine Identifikationsnummer und einen Schlüssel zu erhalten.¹⁸ Um den Mikrocontroller im Anschluss programmieren zu können, muss auf dem Computer keine Software installiert werden. In Abbildung 3 sind die vorgefertigten Blöcke zur Erfassung des Silofüllstands von senseBox Blockly dargestellt. Um diese nutzen zu können, müssen die Identifikationsnummer (DevEUI) und der Schlüssel (AppKey) aus dem TTN kopiert und in Blockly eingefügt werden. Dadurch werden die versendeten Daten des Mikrocontrollers im TTN entsprechend zugeordnet. Das Intervall zum Versenden der Daten kann je nach Belieben angepasst werden. Aus dem Menüpunkt „1. Parameter“ wird der Block „Silofüllstand“ ausgewählt, um den Parameter Silofüllstand zu versenden. Aus dem Menüpunkt „2. Sensoren“ wird der Sensor „Silofüllstand“ zur Erfassung des Schwellwertes im Silo ausgewählt. In einem Dropdownmenü wird der Pin festgelegt, an dem der jeweilige Sensor an den Mikrocontroller angeschlossen ist. Der Kanal wird fortlaufend für den jeweiligen Parameter nummeriert, sodass die jeweiligen Daten den eingesetzten Sensoren zugeordnet werden können. Weitere Funktionen sind in

12 TTN - The Things Network (o.J.): Das TTN ist ein globales, offenes Netzwerk das für IoT-Anwendungen genutzt werden kann. Es werden Gateways zur Verfügung gestellt und das Zwischenspeichern und Ablesen von Daten ermöglicht.

13 Wolf (2021)

14 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen (o.J.)

15 Blenn und Kuipers (2017)

16 LineMetrics (o.J.)

17 Benutzeroberfläche des TTN: <https://console.cloud.thethings.network/>

18 Anleitung zur Registrierung eines Mikrocontrollers im TTN: <https://sensebox.de/projects/de/2021-02-19-ttnv3>

dieser Anpassung von Blockly nicht vorgesehen, um eine geringe Komplexität aufzuweisen. Durch Klicken auf den grünen Haken oben rechts in Abbildung 3 wird eine Datei erzeugt, die anschließend auf den Mikrocontroller übertragen wird. Dieser führt die zuvor programmierten Blöcke nun aus.

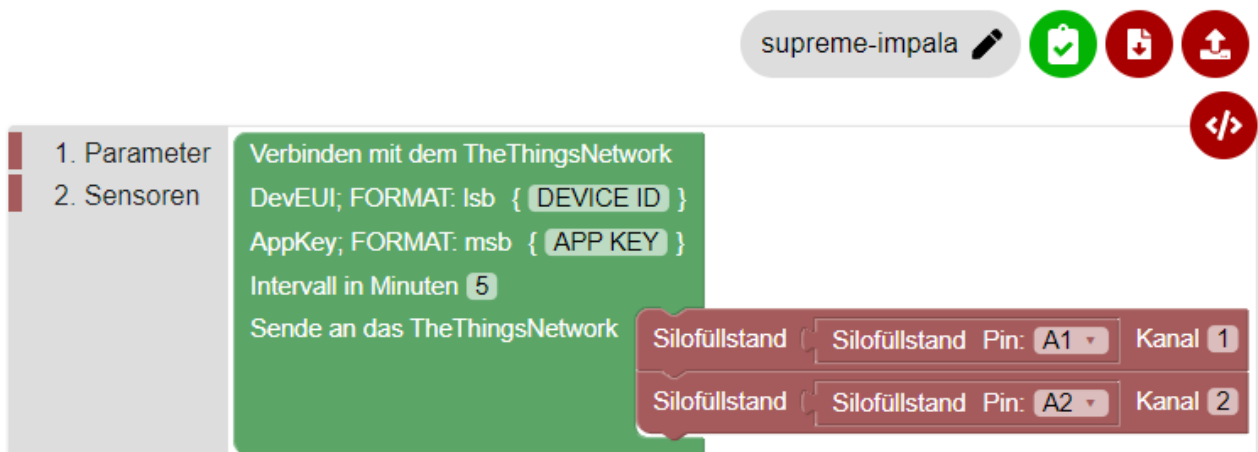


Abbildung 3: Blockly am Beispiel der Silofüllstanderfassung (Hochschule Osnabrück 2021)

Prototyp der Silofüllstanderfassung

In Abbildung 4 wird der Aufbau des Prototyps zur Ermittlung des Silofüllstands dargestellt. Hierzu gehört der Mikrocontroller mit Näherungsschalter und eine LoRa-WAN-Antenne. In dem Modellsilo befindet sich praxisübliches Schweinefutter. Am unteren Ende ist der Näherungsschalter in die Silowand verschraubt. Die Einbauhöhe des Sensors am Silo definiert den Schwellwert der Erfassung. Sobald der Füllstand des Silos unter diesen Sensor sinkt, liegt kein organisches Material am Sensor an. Die Kontrolllampe am hinteren Ende beginnt zu leuchten, dies wird vom Mikrocontroller erfasst. Der Sensor ist in einen digitalen Port des Mikrocontrollers eingesteckt und überträgt die erfassten Daten, im festgelegten Intervall, mit Hilfe der LoRaWAN-Antenne an das TTN-Indoor-Gateway. Durch das Gateway werden die erfassten Daten an den Server des TTN weitergeleitet. Auf der TTN-Webseite werden die Daten gespeichert und dem Nutzer zur Verfügung gestellt. In folgender Abbildung 5 ist die Benutzeroberfläche des TTN dargestellt in der die Daten des zuvor registrierten Mikrocontrollers abgelesen werden können. Die in grün dargestellte „1“ zeigt ein gefülltes Silo an, bei einem leeren Silo wird eine „0“ angezeigt.

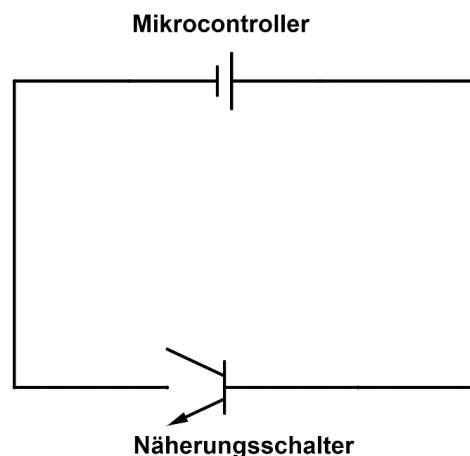
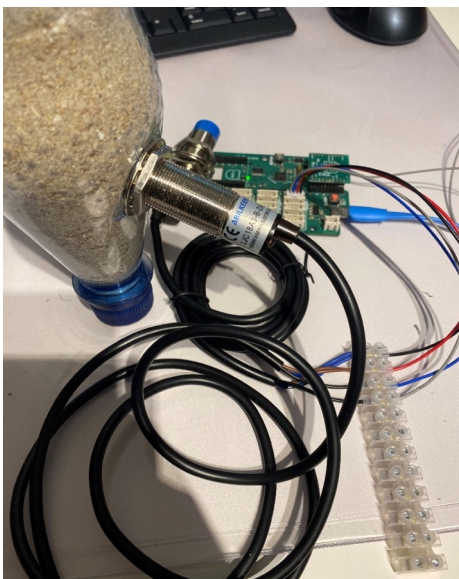


Abbildung 4: Modell und Schaltplan eines Teilergebnisses (Hochschule Osnabrück 2021)

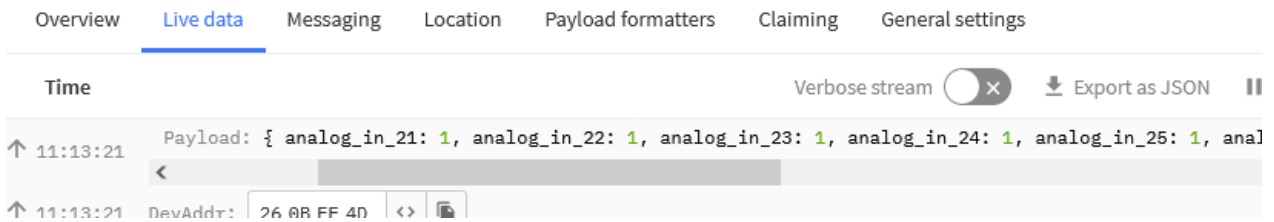


Abbildung 5: Anzeige des Silofüllstands im TTN (Hochschule Osnabrück 2021)

Ausblick

Mit Hilfe des Anwendungsbeispiels soll aufgezeigt werden, dass hemmende Faktoren, wie ein hoher Preis oder fehlende Informationen zur Technik gegenüber der Digitalisierung minimiert werden können. Der Landwirt erhält ein besseres technisches Verständnis und kann zukünftig weitere Sensoren eigenständig programmieren und somit die Datenlage auf dem Hof zunehmend verbessern, wichtige Betriebsdaten erfassen und von überall einsehen. Um das System weiterhin zu verbessern, müssen zukünftig weitere Perspektiven in Betracht gezogen werden. Dabei zeigten Gespräche mit Praktikern, dass insbesondere auf eine einfache Umsetzung der Programmierung zu achten ist, um die Akzeptanz der Nutzer zu erhöhen und damit die Praxis-tauglichkeit zu steigern.

Die in Abbildung 5 dargestellte Ansicht der Benutzeroberfläche zeigte in Gesprächen mit Landwirten einige Herausforderungen auf. Die Funktionalität ist komplex, die Darstellung sehr technisch und die Sprache der Benutzeroberfläche ist Englisch. Der Registrierungsprozess des Mikrocontrollers, sowie das Ablesen der Daten im TTN bedürfen daher zukünftig einer optischen Anpassung und Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit für einen verbreiteteren Einsatz dieses Systems in der Landwirtschaft. Dafür ist eine grafische Benutzeroberfläche im Browser oder eine Applikation für mobile Endgeräte ein möglicher Ansatz. Innerhalb des ausgewählten Näherungsschalters bedarf es keiner weiteren Erprobung, da der Prototyp einen zuverlässigen Datenfluss über das Anliegen von organischem Material (Schweinefütter) aufgezeigt hat. Daher ist der kapazitive Näherungsschalter für den Anwendungsfall der Silofüllstandserfassung sehr gut geeignet. Ebenfalls konnte im Rahmen von Veranstaltungen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Lingen bestätigt werden, dass die zuvor ausgewählte grafische Programmieroberfläche Blockly empfehlenswert ist, um den Nutzern eine Programmieroberfläche ohne Vorwissen und übermäßigen Zeitaufwand zu ermöglichen.

„Vor der Teilnahme waren digitale Lösungen für mich böhmische Dörfer. Jetzt verstehe ich den Nutzen und mit etwas Hilfe könnte ich ein solches System auf meinem Betrieb einrichten“

[Teilnehmerzitat aus dem Workshop „Entscheidung erleichtern, digitale Sensoren selber zusammenbauen“]

Neben der ausgewählten Datenübertragungsart „LoRaWAN“ wurden keine weiteren Möglichkeiten der Datenübertragung evaluiert, da mit Hilfe des Praxisprojektes auf dem Hof Langsenkamp bestätigt wurde, dass LoRaWAN für diese Anforderungen sehr gut geeignet ist. An dieser Stelle wäre die Betrachtung von WLAN oder der mobilen Datenverbindung von Vorteil. Zukünftig können zur weiteren Vereinfachung des Prozesses für die Registrierung, Programmierung und das Ablesen der Daten innerhalb von TTN leicht verständliche Kurzanleitungen in PDF-Form erstellt werden.

Für eine Nutzung des Systems außerhalb einzelner Anwendungsfälle im Rahmen von Workshops bedarf es einer größeren Reichweite der Programmieroberfläche. Derzeit ist die Programmieroberfläche nur im Rahmen von Veranstaltungen im Webbrowser verfügbar. Ein möglicher Ansatz ist es, die vorgefertigten Blöcke in Blockly über einen Webbrowser im Internet zur Verfügung zu stellen.

Durch den modularen Aufbau des Systems wird die Anbindung weiterer Sensoren ermöglicht. In zukünftigen Erprobungen können verschiedenen Sensoren betrachtet und die für Landwirte besonders wichtigen Sensoren zur Erfassung von Temperatur und Feuchtigkeit in das System eingefügt werden. Ein weiterer Anwendungsfall kann beispielsweise eine Wetterstation sein, welche die wichtigsten ackerbaulichen Parameter wie Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Luft- und Bodentemperatur erfasst. Im Bereich des Spargelanbaus ist beispielsweise die Bodentemperatur in verschiedenen Bodentiefen relevant, diese könnten durch eine Anpassung des Sensorsystems erfasst werden. Weitere Anwendungsfälle sind die Überwachung der Temperatur eines Getreidestapels bei der Lagerung sowie die Überwachung der gefühlten Temperatur, abhängig von Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit, in einem Milchviehstall.

Zusätzlich kann die Implementierung und die Betrachtung unterschiedlicher Sensoren innerhalb eines Workshops im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums ausgearbeitet werden (Abbildung 6). Dabei haben Landwirte die Möglichkeit die aufgezeigte Anwenderumgebung direkt in die Praxis zu überführen.



Abbildung 6: Programmierung der Silofüllstanderkennung in der Praxis
(Hochschule Osnabrück 2021)

Bei Interesse kann sich an Nikolas Neddermann (n.neddermann@hs-osnabrueck.de) gewendet werden. Falls bereits eine konkrete Herausforderung vorliegt, teilen Sie diese gerne per E-Mail mit. Außerdem können Sie auf der Website des Mittelstand-Digital Zentrums nach anstehenden Veranstaltungen schauen.

>>>Termine des Mittelstand-Digital Zentrums Lingen.Münster.Osnabrück<<<

Quellenverzeichnis

- Blenn, N., Kuipers, F. (2017): LoRaWAN in the Wild: Measurements from The Things Network, arXiv preprint arXiv:1706.03086
- BMEL - Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2021) (04.2021): Digitalisierung in der Landwirtschaft – Chancen nutzen – Risiken minimieren. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=19, Abrufdatum: 16.02.2022, 12:15.
- Chochiang, K., Chaowanawatee, K., Silanon, K., Kiangsuwan, T. (2019): Arduino Visual Programming. 2019 23rd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 82 – 86.
- Cvjetkovic, V., Matijevic, M. (2016): Overview of architecture with Arduino boards as building blocks for data acquisition and control systems, 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 56 – 63.
- Gindele, N. (2016): Wandel des Unternehmertums in der Landwirtschaft. Dissertation Fakultät Agrarwissenschaften, Universität Hohenheim.
- Google (2022): Introduction to Blockly URL: <https://developers.google.com/blockly/guides/overview>, Abrufdatum: 16.02.2022, 12:15.
- Ionos (Hrsg.) (2020): Was ist Blockly? URL: <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/blockly-grundlagen-erklart/>, Abrufdatum: 16.03.2022, 15:28.
- LineMetrics (Hrsg.) (o.J.): Endlich verständlich: LoRa (und LoRaWAN) einfach erklärt! URL: <https://www.linemetrics.com/de/lora-und-lorawan-einfach-erklart/>, Abrufdatum: 16.03.2022, 16:45.
- Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen (o.J.): Digitalisierung und Vernetzen – Digitalisierung im Funkloch. Ein Praxisprojekt mit dem Hof Langsenkamp. URL: https://kompetenzzentrum-lingen.digital/wp-content/uploads/2020/06/Report_Hof_Langsenkamp.pdf, Abrufdatum: 11.08.2022, 17:14.
- Machhamer, R., Altenhofer, J., Ueding, K., Czenkusch, L., Stolz, F., Harth, M., Mattern, M., Latif, A., Haab, S., Herrmann, J., Schmeink, A., Gollmer, K.U., Dartmann, G. (2020): Visual Programmed IoT Beehive Monitoring for Decision Aid by Machine Learning based Anomaly Detection. 9th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO).
- Sensebox (2022): Übersicht über die Komponenten, Die senseBox MCU URL: https://sensebox.github.io/books-v2/blockly/de/uebersicht/sensebox_components.html, Abrufdatum 15.06.2022, 15:45.
- SenseBox (2018): MCU Sneak Preview URL: https://sensebox.de/2018/03/06/sensebox_mcu, Abrufdatum: 01.07.2022, 12:38.
- SenseBox (o.J.): senseBox URL: <https://blockly.sensebox.de/ardublockly/?board=sensebox-mcu#> Abrufdatum: 04.07.2022, 11:10.
- Sivasothy, P. (2020): Potentialanalyse eines nichtinvasiven Sensorkonzepts zur Füllstandüberwachung bei mobilen Schüttgutsilos. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern.
- TTN - The Things Network (o.J.): THE THINGS NETWORK URL: <https://www.thethingsnetwork.org/country/germany/> Abrufdatum: 04.07.2022, 11:24
- Wolf, L. (2021): Erweitertes Zusammenwirken in der Landwirtschaft – zur Diskussion. In: Haux, R. et al. (Hrsg.) „Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz“. Wiesbaden: Springer VS, 89 – 96.



Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück

Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück

Das Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück gehört zu Mittelstand-Digital. Es ist kein Unternehmen, sondern ein zeitlich begrenztes Förderprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und wird Gefördert bis September 2025. Das Zentrum unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in der Region Nord-West bei der Entwicklung nachhaltiger, zukunftsfähiger Geschäftsmodelle von der Idee bis zur Umsetzung. Es ist anbieterneutral und bietet seine Leistungen kostenlos an.

Mittelstand-Digital

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren, der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft und Digital Jetzt umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung und stellt finanzielle Zuschüsse bereit.

Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand.digital.de

Impressum

Herausgeber:

Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück
c/o IT-Dienstleistungsgesellschaft mbH Emsland

Geschäftsführer:

Dipl.-Inform. Michael Schnaider
Kaiserstraße 10b
49809 Lingen

T 0049/ 591/ 80 76 980
E info@it-emsland.de

Sitz: Lingen (Ems)
Reg.-G: Amtsgericht Osnabrück, HBR: 100772
Ust-IdNr gem. § 27a UStG.: DE 220043875

Für den Inhalt Verantwortliche gem. §55 II RStV:

Hochschule Osnabrück - Fakultät Agrarwissenschaften
und Landschaftsarchitektur

Prof. Dr. Dieter Trautz
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück
T 0049/ 541/ 969 50 58
E d.trautz@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr. Hubert Korte
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück
T 0049/ 541/ 969 51 74
E h.korte@hs-osnabrueck.de

Text:

Nikolas Neddermann
Hannes Hollmeier
Lisa-Carolin Finke

Layout:

Sascha Baden

Stand:

Januar 2023