Smart Farmging gGmbH

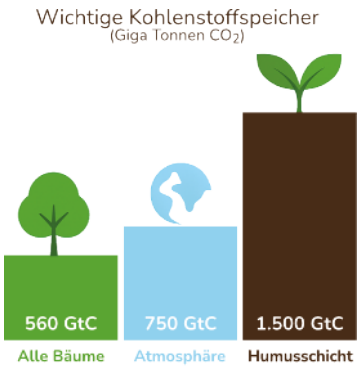
Tätigkeitsbericht 2024 - Konzept und Aufbauphase

Dieser Tätigkeitsbericht dokumentiert die Arbeit der Smart Farming gGmbH im Geschäftsjahr 2024. Er dient der formalen Berichterstattung gegenüber dem Finanzamt und stellt ausschließlich die Aktivitäten des Kalenderjahres 2024 dar.

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Smart Farming gGmbH verfolgt das Ziel, **Kleinbauern im Globalen Süden** zu unterstützen. Sie nehmen in Zeiten von Klimawandel, Ernteunsicherheiten und steigenden Kosten eine Schlüsselrolle ein. Sie sind es, die mit ihrer Arbeit entscheidend zum Erhalt unserer Lebensgrundlagen beitragen.

Studien zeigen eindeutig: **Regenerative Landwirtschaft**, wie sie Kleinbauern vielerorts praktizieren oder wiederbeleben, ist der wirksamste Weg, die **Humusschicht als einen der größten Kohlenstoffspeicher der Erde** zu erhalten und auszubauen. Ein gesunder, humusreicher Boden speichert nicht nur ein Vielfaches an Kohlenstoff, sondern sorgt auch für höhere Wasserspeicherkapazität, bessere Bodenfruchtbarkeit und mehr Biodiversität. Damit leisten Kleinbauern einen unverzichtbaren Beitrag sowohl zur Ernährungssicherheit als auch zum globalen Klimaschutz.



Quelle: IPCC AR6, FAO Soil Organic Carbon Reports, UNEP

Um diese Potenziale zu stärken, entwickelt die Smart Farming gGmbH ein **Boden-Monitoring-Gerät (BMG)**. Dieses Gerät ermöglicht es, zentrale Parameter wie Nährstoffe, Feuchtigkeit, pH-Wert und Temperatur regelmäßig zu messen. Die gewonnenen Daten geben Kleinbauern eine Grundlage für gezielte Entscheidungen: wann und wie bewässert oder gedüngt werden sollte – und das mit möglichst geringem Ressourceneinsatz.

Das BMG soll so zu einem **praktischen Werkzeug** werden, mit dem Kleinbauern ihre Felder nachhaltiger bewirtschaften, ihre Erträge stabilisieren und gleichzeitig die Bodenqualität langfristig verbessern können. Ziel ist es, technologische Unterstützung so zu gestalten, dass sie den Bauern gehört, von ihnen verstanden und weiterentwickelt werden kann – ein Ansatz, der ihre Unabhängigkeit stärkt und ihre Rolle in der Gesellschaft als Hüter der Böden und der Humusschicht anerkennt.

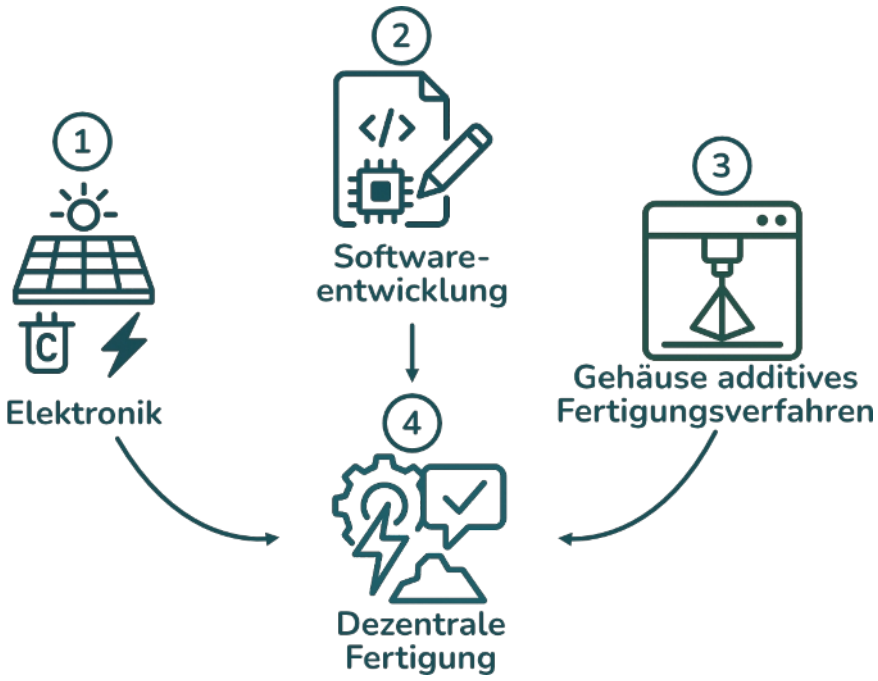
Herausforderungen

Ein erster Schritt bestand in der Ausarbeitung eines fundierten Konzepts. Dabei wurden die Anforderungen an ein Boden-Monitoring-System systematisch analysiert: Energieautarkie durch Solarzellen, robuste Bauweise für den Feldeinsatz, einfache Bedienbarkeit und flexible Einsetzbarkeit in unterschiedlichen Ländern.

Besonders wichtig waren dabei folgende Punkte:

1. **Entwicklung einer Elektronik** für eine stabilen, autarke Energieversorgung, Standardschnittstellen für Sensoren und einer vielseitigen offenen Kommunikationsplattform.
2. **Entwicklung freier** Software für den Einsatz in der Cloud und für den Mikrocontroller. Verwendung ausschließlich **frei verfügbarer** Entwicklungswerkzeuge.
3. **Konstruktion eines Gehäuses**, das für Länder mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen geeignet ist.
4. **Dezentrale Fertigung** als Ziel, damit Geräte direkt vor Ort produziert und gewartet werden können.

Die Bearbeitung dieser Punkte war zeitaufwendig, aber entscheidend für die Praxistauglichkeit.



4 Punkte-Anforderungen für das Boden-Monitoring-Gerät

Konzept in die Praxis übertragen

1. Elektronik

1.1. Technische Anforderungen

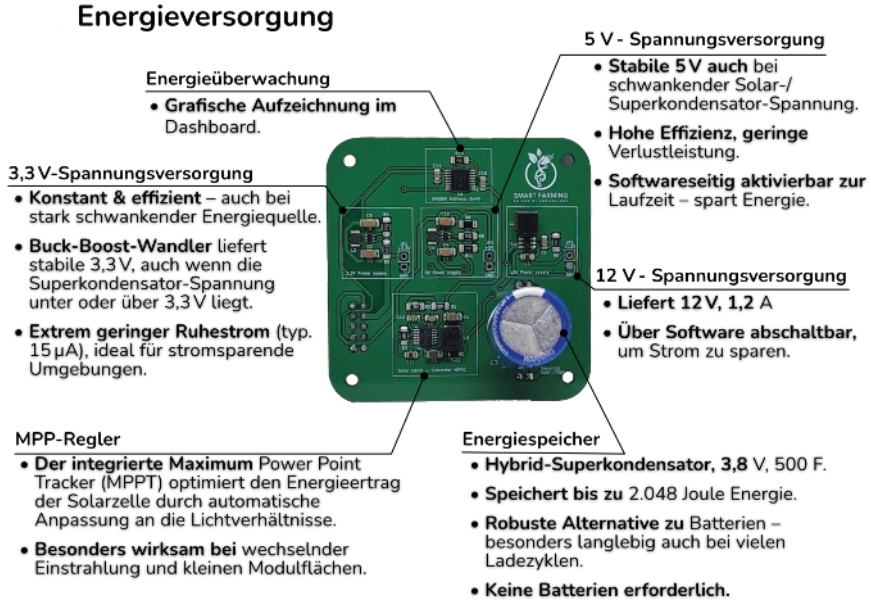
a) Energieversorgung ohne Batterien

b) Stabile Spannungsregelung für unterschiedliche Versorgungsspannungen,

c) Unterschiedliche drahtlose Verbindungsmöglichkeiten: GSM, LoRA, WiFi

1.2. **Energieversorgung** ohne Batterien

Die Elektronik wurde so konzipiert, dass das BMG **energieautark** mit Solarzellen und Superkondensatoren, ohne Batterien betrieben werden kann. Ein spezieller **Laderegler mit Maximum-Power-Point-Tracker (MPPT)** sorgt für optimale Energieausbeute. Die Spannungsversorgung wurde flexibel gestaltet, sodass **3,3 V, 5 V und 12 V** für unterschiedliche Sensoren und Module stabil bereitgestellt werden können.



1.3. **Schnittstellenvielfalt** für Sensoren: I²C, SPI, Modbus

Für den Anschluss von Sensoren werden auf der Platine drei wichtige Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Mit I²C, SPI und Modbus deckt das BMG die gesamte Bandbreite von Sensoren ab: Von kleinen, günstigen Sensoren über leistungsfähige Zusatzmodule bis hin zu robusten, industriellen Feldsensoren.

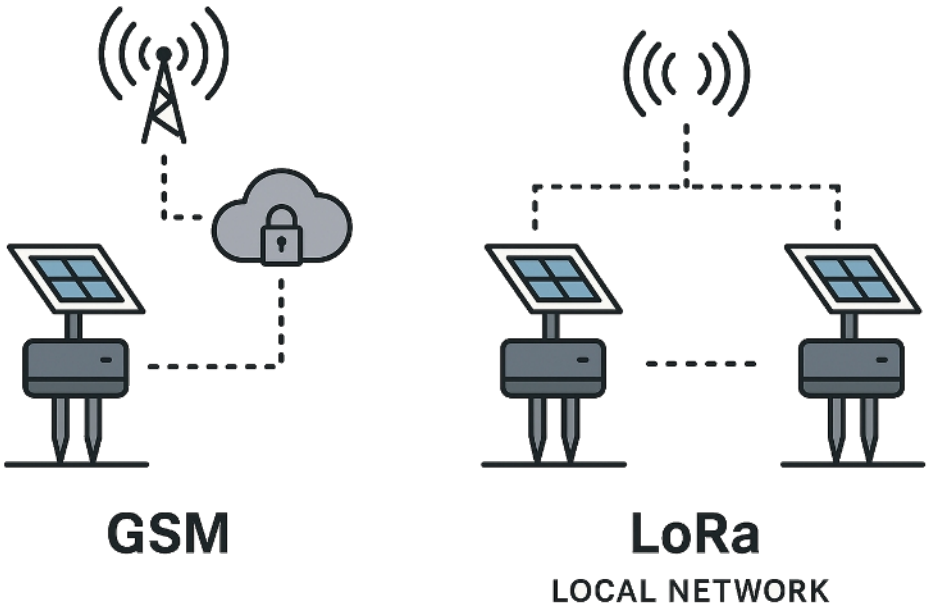
a) Dadurch ist das System:

- modular – verschiedene Sensoren lassen sich flexibel kombinieren,
- zukunftssicher – auch künftige Sensoren und Erweiterungen sind integrierbar,

- praxisnah – es passt sich an die Bedingungen im Feld an, von Forschung bis Kleinbauernalltag.

1.4. Kommunikationstechnologie

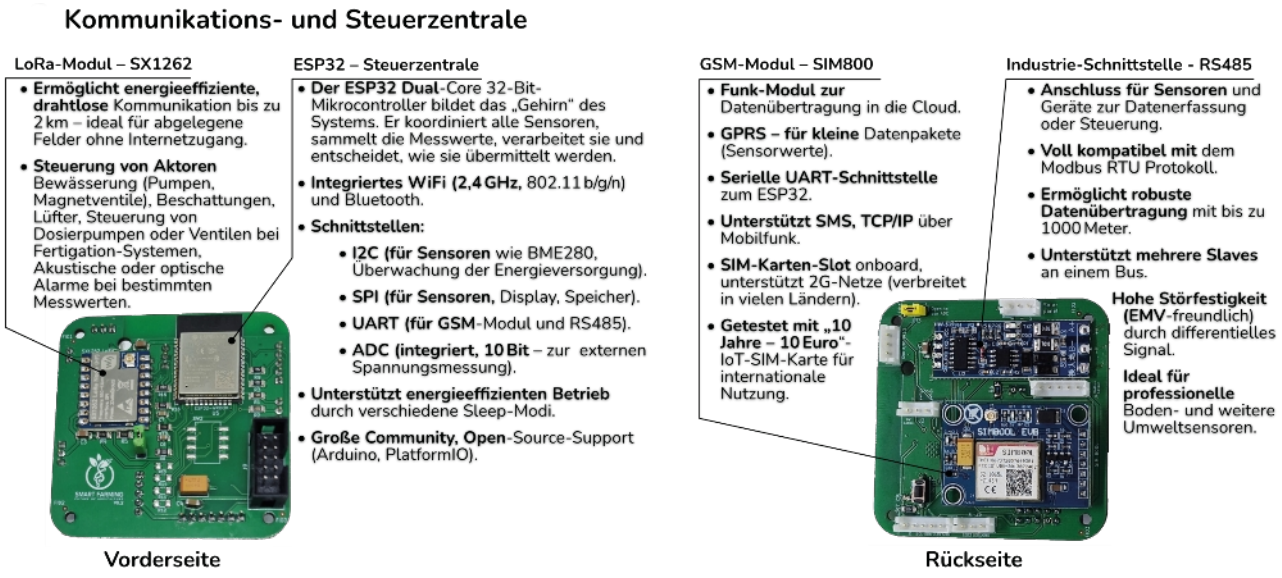
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die **Kommunikationstechnologie**: Neben GSM mit SIM-Karte wurde von Beginn an, bei der Hardware die Funktechnologie Long-Range-Wide-Area Network (**LoRa)** vorgesehen, die drahtlose Verbindungen von bis zu 2 km ermöglicht. Mit dem **SX1260**-Modul werden alle die für verschiedene Länder zulässigen Frequenzen abgedeckt. So ist das BMG auch in Regionen ohne GSM-Abdeckung einsetzbar.
Langfristig eröffnet dies die Möglichkeit, ein **vom Internet unabhängiges, lokales LoRa-Netzwerk** aufzubauen, das mehrere Sensorknoten und einen lokalen Web-Server miteinander verbindet.



Kommunikation mit Cloud-Web-Server über GSM oder über LoRa mit lokalem Web-Server

Als Steuer- und Kommunikationszentrale wurde der Mikrocontroller ESP32 ausgewählt, der eine integrierte Antenne für **WiFi** zur Verfügung stellt. Die Implementierung unterschiedlicher Netzwerke ist damit nur noch eine Angelegenheit der Software, die Hardware bringt bereits alle Voraussetzungen mit.

Um Kosten bei der Hardware zu sparen, können einzelne Module (GSM, LoRa, Modbus), die nicht zum Einsatz kommen sollen, auf der Platine unbestückt bleiben.



Kommunikations- und Steuerzentrale des Boden-Monitoring-Geräts

Entwicklungswerkzeuge

Für die Schaltplan-Entwicklung, die Konstruktion der Leiterplatten und Entflechtung der Leiterbahnen kommt die **freie Software KiCAD** zum Einsatz.

2. **Softwareentwicklung** für die Cloud & Mikrocontroller

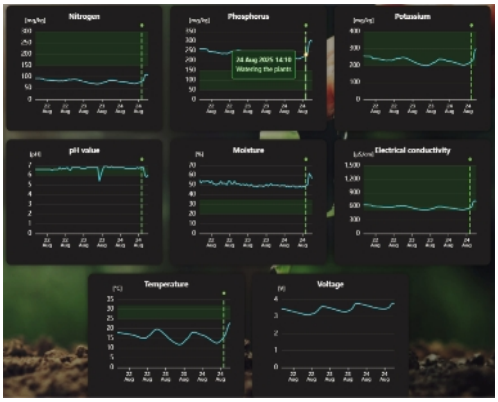
Parallel zur Hardwareentwicklung wurde intensiv an der Software gearbeitet. Ein zentrales Ergebnis war der Aufbau einer sicheren Cloud-Plattform, die eine verschlüsselte Datenübertragung und Analyse der Messwerte ermöglicht. Die Software wurde zweigleisig entwickelt.

2.1. Cloud-Plattform: Es wurde ein **Datenbankkonzept** geschaffen, das die Konfiguration der Sensorknoten, die am BMG angeschlossen werden, online ermöglicht. Sensoren können einzelnen **Feldern, Pflanzenarten oder Bodentexturen** zugeordnet werden, sodass eine differenzierte Auswertung der Daten möglich ist.

2.2. Visualisierung und Analyse: Messwerte werden grafisch aufbereitet und sind von jedem Ort mit Internetzugang abrufbar. Damit entsteht für Landwirte, Wissenschaftler und Organisationen ein flexibles Werkzeug zur Überwachung und Analyse von Bodendaten.



Aktuelle Messwerte



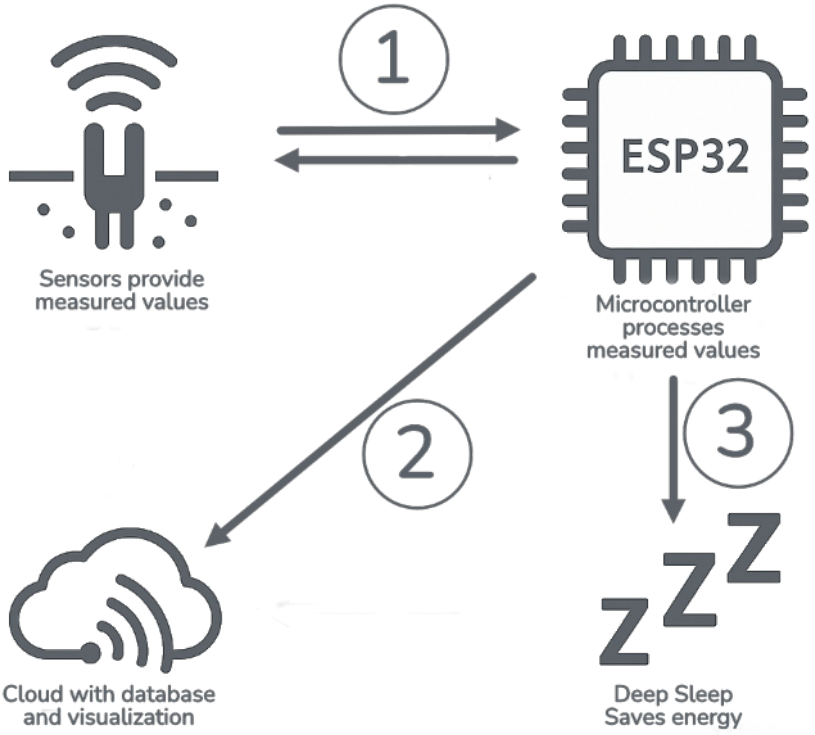
Liniendiagramme für historische Messwerte

2.3. Programmierung des Mikrocontrollers

Die Programmierung des eingesetzten Mikrocontrollers ESP32 war ein wesentlicher Bestandteil der Arbeiten im Jahr 2024. Ziel war es, das Gerät so zu steuern, dass es energieautark, flexibel und sicher eingesetzt werden kann.

- **Energieoptimierung**: Der ESP32 wurde so programmiert, dass er den größten Teil der Zeit im sogenannten Deep-Sleep-Modus verbleibt und nur zum Messen und Übertragen von Daten aktiv wird. Damit lässt sich das BMG zuverlässig mit Solarenergie und Superkondensatoren betreiben – vollständig ohne Batterien.
- **Modularer Aufbau**: Die Software ist modular gestaltet. Unterschiedliche Sensoren mit Schnittstellen wie I²C, SPI und Modbus können über Treiber eingebunden werden. Dies ermöglicht eine schnelle Anpassung an regionale Bedingungen und neue Sensoren.

- **Sichere Kommunikation**: Für die Datenübertragung kommt eine AES-Verschlüsselung zum Einsatz. Dadurch bleiben die gesammelten Messdaten vertraulich. Unterstützt werden verschiedene Übertragungswege: GSM, WiFi und LoRa.
- **Zeitmanagement**: Durch regelmäßige Synchronisation mit dem Server stellt der ESP32 sicher, dass Messwerte mit präzisen Zeitstempeln gespeichert werden – eine zentrale Voraussetzung für Auswertungen und Vergleiche.



***1** Messwerterfassung & Verarbeitung · **2** Speichern & Visualisieren · **3** Energie sparen*

- **Offene Entwicklungsumgebung**: Bei der Programmierung wird ausschließlich auf **frei verfügbare Werkzeuge** zurückgegriffen, insbesondere PlattformIO und C++ für die Mikrocontroller-Programmierung. Die Cloud-Plattform basiert auf PHP, ECharts, HTML und JavaScript und wurde ebenfalls unter der frei verfügbaren PlattformIO programmiert. Der Quellcode wird nach Freigabe offen dokumentiert, sodass er nachvollziehbar, anpassbar und erweiterbar bleibt.

Damit bildet die Programmierung des Mikrocontrollers das **technische Herzstück** des BMG und verbindet die entwickelte Elektronik mit der Cloud-Plattform zu einem funktionalen Gesamtsystem.

3. Gehäuse

3.1. Auch das Gehäuse des BMG war 2024 ein wichtiger Schwerpunkt. Es wurde ein **zweischichtiges Design** konstruiert: Ein innenliegendes Gehäuse schützt die Elektronik, während ein äußerer Mantel für zusätzlichen Witterungsschutz und eine geregelte Luftzirkulation sorgt.
In Tests mit dezentraler Fertigung im 3D-Druck wurde der Einsatz umweltschonender, kompostierbarer Materialien ohne Mikroplastik-Rückstände (PHA-Filament) erprobt.
Diese Materialien erfüllen gleichzeitig die Anforderung an hohe Stabilität und Langlebigkeit im Feldeinsatz.



Gehäuse mit 3D-Drucker und kompostierbarem Material, ohne Mikroplastik-Rückstände

3.2. In allen Phasen der Entwicklung wurde festgelegt, dass **ausschließlich frei verfügbare Werkzeuge** zum Einsatz kommen. Für die Gehäusekonstruktion kam **FreeCAD** zum Einsatz.

4. Dezentrale Fertigung

Ein zentrales Element des Konzepts ist die Möglichkeit, das Boden-Monitoring-Gerät dezentral zu fertigen. Diese Entscheidung hat weitreichende Vorteile, die über den rein technischen Bereich hinausgehen:

4.1. Wissen und Perspektiven im ländlichen Raum
Durch die Fertigung vor Ort wird Know-how in ländlichen Regionen aufgebaut. Junge Menschen erhalten die Chance, sich praktische Fähigkeiten im Bereich Elektronik, Software und 3D-Druck anzueignen. Dieses Wissen bleibt in den Gemeinden und eröffnet neue Perspektiven, sodass die Abwanderung in die Städte verringert werden kann.

4.2. Lokale Wertschöpfung und Service
Transportwege werden verkürzt oder ganz eingespart, da Geräte und Ersatzteile direkt vor Ort produziert werden können. Support und Serviceleistungen sind in unmittelbarer Nähe verfügbar. Damit entsteht ein lokales, unabhängiges Ökosystem, das den Bedürfnissen der Bevölkerung gerecht wird – ohne Abhängigkeit von großen Konzernen.

4.3. Anpassungsfähigkeit und individuelle Lösungen
Durch die lokale Fertigung können Geräte leichter an die besonderen Bedingungen und Anforderungen vor Ort angepasst werden – etwa an klimatische Gegebenheiten, spezielle Feldgrößen oder bevorzugte Pflanzensorten.

4.4. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung
Dezentrale Produktion vermeidet lange Transportketten und reduziert damit den ökologischen Fußabdruck. Zudem können regionale Materialien eingesetzt werden, und 3D-Druck ermöglicht eine ressourcenschonende Fertigung ohne großen Abfall.

4.5. Stärkung der Gemeinschaft und Selbstbestimmung
Gemeinden erhalten die Möglichkeit, selbst über ihre Technologie zu verfügen und diese eigenständig weiterzuentwickeln. Das fördert die Unabhängigkeit und Selbstbestimmung der Kleinbauern und macht die Technologie zu einem Teil der Gemeinschaft – anstatt zu einem Produkt, das von außen aufgezwungen wird.

4.6. Resilienz und Krisenfestigkeit
In Zeiten gestörter Lieferketten (z. B. durch Pandemien oder geopolitische Konflikte) sorgt die dezentrale Fertigung für eine höhere Resilienz. Benötigte Geräte oder Ersatzteile können auch dann hergestellt werden, wenn internationale Lieferwege unterbrochen sind.

Damit wird die **dezentrale Fertigung** nicht nur zu einem technischen Vorteil, sondern zu einem **strategischen Schlüssel** für nachhaltige Entwicklung und soziale Stabilität.

Zusammenfassung

Mit diesen Fortschritten wurde 2024 ein entscheidender Grundstein gelegt, um das Boden-Monitoring-Gerät in den kommenden Jahren praxisnah einzusetzen und Kleinbauern weltweit eine **offene, nachhaltige Technologie** bereitzustellen. Das Boden-Monitoring-Gerät (BMG) ist mehr als ein technisches Werkzeug. Es soll dazu beitragen, eine Landwirtschaft zu fördern, die im Einklang mit den natürlichen Kreisläufen steht. Eine Landwirtschaft, die den Boden erhält und aufbaut, anstatt ihn auszulaugen.

Durch präzise Daten können Kleinbauern ihre Felder so bewirtschaften, dass Nährstoffe, Wasser und Energie effizient und verantwortungsvoll eingesetzt werden. Das verbessert die Bodenfruchtbarkeit, erhöht die Erträge und stärkt zugleich die Biodiversität.

Das BMG unterstützt damit den Übergang zu einer **resilienten, regenerativen Landwirtschaft**, die die Lebensgrundlage kommender Generationen schützt und einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leistet.

Danke an alle Unterstützer, die uns im Jahr **2024** dabei geholfen haben.

Senden, 20.12.2024

Achim Giebler, Geschäftsführer