



Fraunhofer

mioty[®]-Berrynet für Karls Erdbeerhof

Dokumentation

Inhalt

1. Einführung	3
1.1 Initiative für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming	4
1.2 mioty® im Überblick	5
1.3 Energieverbrauch und Netzwerk	6
1.4 Reichweite	7
1.5 Vergleich mit LTE und anderen Technologien	8
2. Verwendete Technik	9
2.1 CLIMAVI von Agvolution	9
2.2 Climavi-App	10
2.3 Gateways	11
2.3.1 Pioty	11
2.3.2 Weitere Gateways	11
3. Projektdurchführung bei Karls	12
3.1 Standort	12
3.2 Hinweise zur Installation von Sendern und Empfängern	13
3.3 Methodik und Durchführung	13
3.4 Mehrwert von mioty® für die Pflanzenproduktion	14
4. Ergebnisse 15	
4.1 Erfahrungsbericht vom Erdbeerhof	15
5.1.1 MQTT-Explorer	16
5. Lessons Learned	16
5.1 Nützliche Hilfsmittel	16
5.1.2 mioty®-Evaluation-Point	17
5.1.3 MQTT-App	17
5.2 Erkenntnisse zum Pioty	18
5.3 Weitere Lessons Learned	19



1. Einführung

Die komplexen Abläufe in der Umwelt bieten eine Vielzahl messbarer Parameter, von denen einige speziell für die Landwirtschaft von besonderer Bedeutung sind. Um aus Messungen die richtigen Handlungen schlussfolgern zu können, müssen diese Daten nicht nur exakt, sondern auch in nahezu Echtzeit beim Nutzer ankommen. Das genaue und zeitnahe Ermitteln von beispielsweise Bodenfeuchtigkeit, Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf großräumigen Flächen stellt für das Umweltmonitoring eine besondere Herausforderung dar. Hierfür benötigt es nicht nur eine verlässliche Lösung für eine schnelle Datenübertragung von gemessenen Daten im Feld hin zum Endnutzer, sondern auch eine langfristige und kosteneffiziente Lösung für die Stromversorgung der Sensoren, welche weit verstreut auf Ackerflächen stehen können.

Für diese Problemstellung stellt die Funktechnologie mioty® eine Lösung zur Verfügung. mioty® ist ein Übertragungsverfahren, welches Daten mit geringem Energieaufwand über mehrere Kilometer übermitteln und dabei unabhängig von Mobilfunkanbietern arbeiten kann. Bei der richtigen Konfiguration der Standorte ist eine Reichweite von bis zu 30km denkbar. Der geringe Energieaufwand für die Sensoren, die beispielsweise auf Ackerflächen verteilt werden können, erlaubt allein mit Batterien eine Laufzeit von mehreren Jahren. Alternativ könnten diese durch eine kleine Solarzelle auch vollkommen autark Messdaten liefern.

Eine solche autarke Lösung für Sensoren bietet Agvolution mit ihren CLIMAVI. Die Sensorkonten können verschiedene Luft- und Bodenparameter aus mehreren Tiefen erfassen und diese regelmäßig über mioty® zum Nutzer übertragen. Außerdem verfügen sie über ein eigenes Solarpanel zur selbstständigen Stromversorgung. Die Abteilung Smart Farming des Fraunhofer IGD Rostock erprobt zusammen mit Karls Erdbeerhof in Rövershagen die Technologie auf der Fläche, um Erfahrungen mit der Technologie sammeln zu können.



»Durch die Initiative Biogene Wertschöpfung und Smart Farming werden praxisnahe Kooperationen mit landwirtschaftlichen Betrieben ermöglicht und der Wissenstransfer von neuen Technologien wie mioty® durchgeführt. Wir nutzen hier die Digitalisierung um die Herausforderungen von Klimawandel und Umweltschutz vor Ort effektiv begegnen zu können.«

Dr. Philipp Wree,

Branchenhead Bioökonomie / Gruppenleitung Smart Farming

© AdobeStock – schegi

1.1 Initiative für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat die Initiative »Biogene Wertschöpfung und Smart Farming« ins Leben gerufen, die sich auf angewandte Forschung in den Bereichen Ernährung und Landwirtschaft konzentriert. Diese Initiative besteht aus zwei Teilinitiativen und wird von Wissenschaftlern der fünf Fraunhofer-Institute IGD, IGP, IIS, IVV und EMFT an verschiedenen Standorten in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern organisiert. Die interdisziplinären Teams bringen Fachwissen in Bereichen wie Robotik, Automatisierung, Sensorik, Analytik, KI, Big Data, Konstruktion, Produktion und Verfahrenstechnik ein. Ihr Ziel ist die Entwicklung neuer Technologien

für eine nachhaltige Erzeugung und Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, angefangen beim Saatgut bis hin zum veredelten Produkt. Die Landwirtschaft steht vor wachsenden Herausforderungen in Bezug auf Umweltschutz, Lebensmittelqualität und Nachhaltigkeit, insbesondere angesichts begrenzter Landflächen, fossiler Ressourcen und Fachkräftemangels. Die Initiative zielt darauf ab, mit hochindividualisierten, automatisierten und nachhaltigen Technologien einen Beitrag zur langfristigen Sicherung und Zukunftsfähigkeit der regionalen Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion zu leisten.

1.2 mioty® im Überblick

mioty® ist ein Übertragungsverfahren, welches zur Kategorie der »Low Power Wide Area Networks«, kurz LPWAN, gehört. Diese sind dafür geeignet, unter sehr geringem Stromverbrauch Nachrichten über Entfernungen von mehreren Kilometern zu senden. Die verschiedenen LPWAN-Technologien verwenden unterschiedliche Verfahren, um gegen Störungen wie andere Übertragungen oder Hintergrundrauschen anzukommen und Eigenschaften wie Reichweite und Energieverbrauch zu optimieren. mioty® nutzt dazu beispielsweise das so genannte »Telegram Splitting«. Dieses Verfahren macht mioty® sehr robust gegenüber Störungen und es können eine hohe Anzahl von Sendern gleichzeitig mit einer einzigen Basisstation kommunizieren. Um unter anderem einen geringen Stromverbrauch zu ermöglichen, besitzen einzelne mioty®-Sender so wie jede andere LPWAN-Lösung eine nur sehr geringe Datenrate. Diese ist jedoch für Anwendungen wie das Umwelt-Monitoring meistens ausreichend.

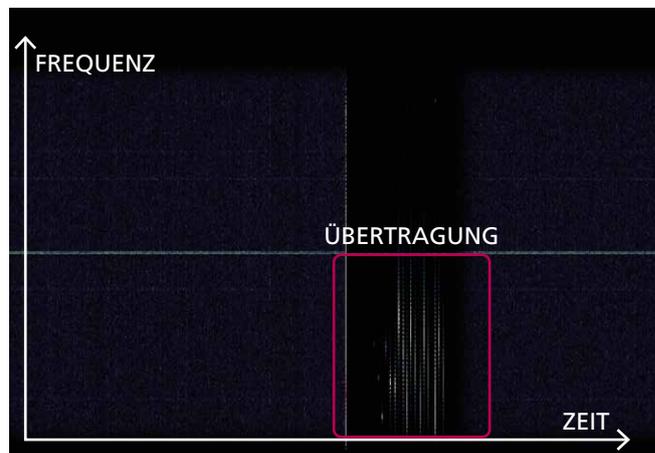


Abbildung 1: Beispiel für Telegram-Splitting
(Quelle: Screenshot vom Pioty-Dashboard)



Dank der robusten mioty® Funktechnologie können Datenübertragungen kostengünstig, sicher, autark und über hohe Reichweiten hinweg übertragen werden, um Betrieben und Städten eine intelligente Vernetzung für eine bessere Entscheidungsfindung zur Verfügung zu stellen.«

Dipl.-Ing. Ferdinand Kemeth,
Gruppenleitung Efficient Communication



© AdobeStock – Serhii

1.3 Energieverbrauch und Netzwerk

Einer der Hauptvorteile des geringen Stromverbrauches bei der Übertragung ist eine mögliche Unabhängigkeit der Sender von Stromquellen. Das geringe Energieaufkommen kann durch beispielsweise Solarzellen bewältigt werden. Dadurch können die Sensorknoten lange Zeit autark Daten sammeln.

Nur wenn der Sensor sendet oder empfängt, wird kurzzeitig viel Energie verbraucht. Im Ruhezustand sind die Energiekosten äußerst gering. Um die Menge an nötigen Übertragungen im gesamten Netzwerk gering zu halten, wird eine sogenannte Sternentopologie verwendet. Dabei werden die Daten von allen Sensoren (Knoten) direkt an einen zentralen Empfänger (Gateway/Basestation) gesendet, von diesem verwaltet und weiter übertragen. Die Anzahl der Übertragungen pro Knoten beschränkt sich somit auf eine pro Messung – vom Knoten direkt zum Gateway (siehe Abbildung 2). Eine andere Topologie wäre zum Beispiel eine Netztopologie, bei welcher jeder Knoten mit mehreren anderen im Umfeld verknüpft ist und eine Nachricht von Knoten zu Knoten springt, bis diese beim richtigen Empfänger angekommen ist. Hier werden mehrere aktive Knoten pro Übertragung benötigt. Diese Topologie bietet andere Vorteile, hätte aber für diesen Anwendungsfall einen zu hohen Energieaufwand.

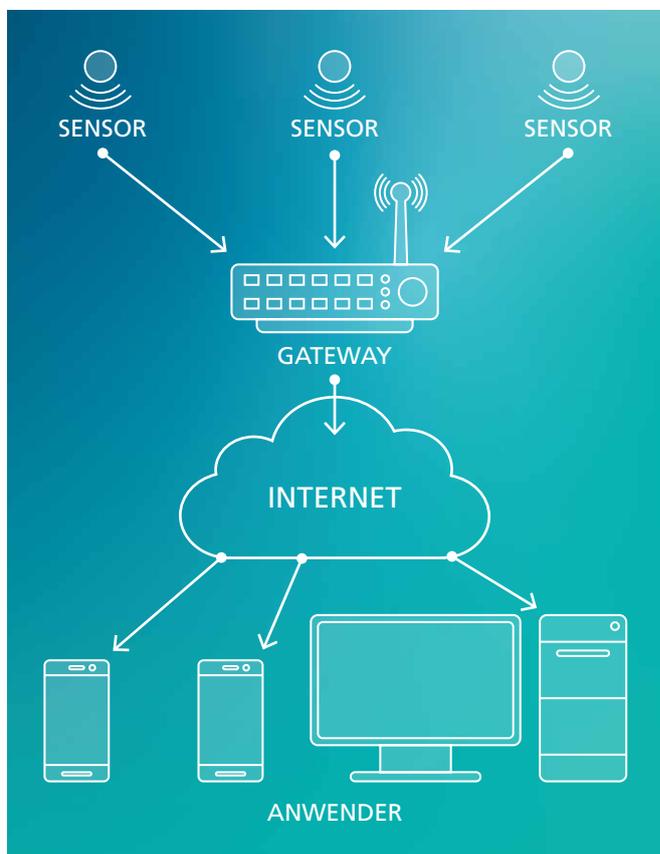


Abbildung 2: Sternentopologie als typische Topologie eines LPWAN

1.4 Reichweite

Die Reichweite hängt hauptsächlich von der Signalstärke beim Senden und der Empfindlichkeit des Empfängers ab. Diese sind vergleichbar mit der Lautstärke eines Redners und die Mindestlautstärke, die es braucht, damit ein Zuhörer das Gesagte versteht. Die Differenz zwischen der Signalstärke beim Senden (Redelautstärke) und der Empfindlichkeit des Empfängers (Mindestlautstärke zum Verstehen) ist unser »Budget« (siehe Abbildung 3). Das Budget wird einerseits durch die zurückgelegte Distanz verbraucht, andererseits aber auch durch Objekte, die in der Sichtlinie zwischen Sender und Empfänger stehen und die Nachricht »dämpfen«. Beispiele dafür sind Gebäude, Hügel oder dichte Vegetation. Um das Budget optimal für eine maximale Distanz zu nutzen, sollten andere Störfaktoren minimiert werden. Das Anbringen des Empfängers an einem hohen Standort verringert die Störung durch Objekte. Darüber hinaus wird die Empfindlichkeit des Senders durch das Grundrauschen gestört, welches durch andere elektronische Geräte in der Nähe oder andere aktive Sender erzeugt werden kann.

Aus diesen Gründen können je nach Gegebenheiten unterschiedliche Distanzen erreicht werden. Im Innenbereich eines Gebäudes können daher teilweise weniger als 100 m erwartet werden. Wenn der Empfänger auf einem Turm angebracht wird in Sichtlinie zum Empfänger, sind mehr als 15 km oder mehr denkbar. Eine genauere Einschätzung der Distanzen unter verschiedenen Umständen ist im Antenna Setup Guide (Link 1) zu finden.

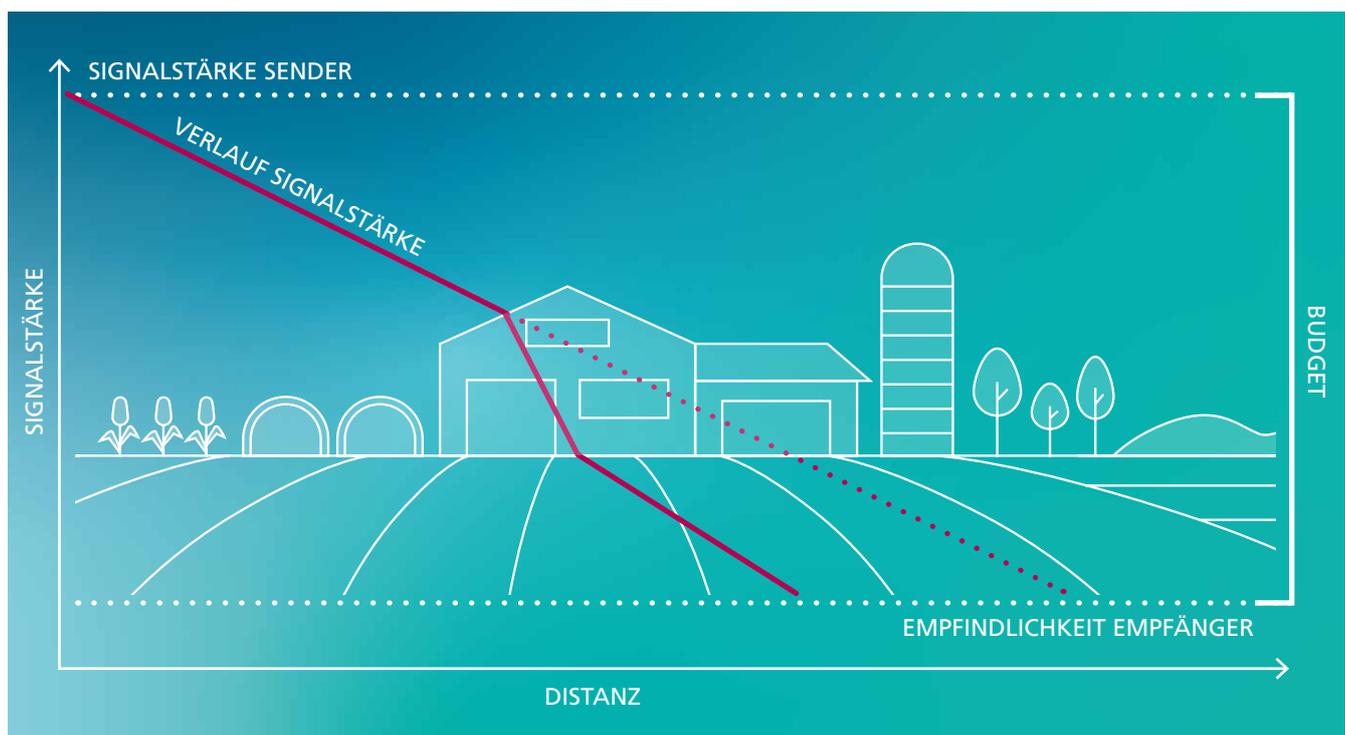


Abbildung 3: Visualisierung Budget



1.5 Vergleich mit LTE und anderen Technologien

Einer der Hauptunterschiede zwischen der Anwendung von mioty® und LTE ist die Netzabdeckung. Während auf die Abdeckung von LTE kein Einfluss genommen werden kann, ist die Reichweite von mioty® nur vom eigenen Netzwerk abhängig. Da sich LTE vor allem auf urbane Gebiete konzentriert, existieren häufig Lücken für Umwelt-Monitoring relevante Regionen. Dadurch bietet sich mioty® besonders in solchen Bereichen an.

Weitere Faktoren sind der Stromverbrauch zusammen mit der Datenrate. Für beide Verfahren steigt der Energieaufwand mit der Übertragungsdauer und -häufigkeit. Während es bei LTE keine direkte obere Grenze für das Sendeintervall gibt, unterliegt mioty® den Vorschriften des genutzten Frequenzbandes um 868 MHz. Diese Frequenzen sind zwar kostenlos nutzbar, jedoch nur mit einem sogenannten »Duty Cycle« von 1%. Dieser bedeutet, dass jedes Gerät in einer Stunde nur 1% der Zeit senden darf (36 sec/h). Dies erlaubt jedoch für ein Monitoring genügend Übertragungen und sollte im Normalfall kein

Problem darstellen. Für LPWAN gibt es eine Vielzahl an Anbietern mit unterschiedlichen Spezifikationen und Übertragungsverfahren. Dazu zählen Lösungen wie LoRa, LTE-M, NB-IoT oder auch mioty®. Für den Anwendungsfall der großflächigen Erfassung von Umweltdaten wurde lange Zeit vorrangig LoRa bzw. LoRaWAN verwendet. mioty® bietet jedoch mit anderen Herangehensweisen wie das Telegram-Splitting eine höhere Robustheit und Skalierbarkeit als beispielsweise LoRa. Gleichzeitig ist es energieeffizienter als beispielsweise LTE-M.

Tabelle 1: Vergleich LTE und mioty®

	LTE	mioty®
Stromverbrauch	hoch	Sehr gering
Datenrate	Sehr hoch	gering
Reichweite	hoch	hoch
Laufende Kosten	Netzkosten	Keine
Verlässlichkeit	hoch	hoch

2. Verwendete Technik

2.1 CLIMAVI von Agvolution

Das Start-Up Agvolution bietet eine Systemlösung für die Erfassung von Mikroklimadaten in der landwirtschaftlichen Praxis an. Es werden Messsensoren (CLIMAVI) mit Dateninfrastruktur und Betriebssoftware im Paket Angebote. mioty® ist hier ein zentraler Baustein der Datenübertragung.

AGVOLUTION®

Die CLIMAVI können eine Vielzahl relevanter Umweltparameter aufnehmen. Dazu zählen Lufttemperatur, Strahlungsintensität, Luftfeuchte und -druck. Mit angeschlossenem Bodensensor können ebenfalls Temperatur und Bodenfeuchte in verschiedenen Tiefen ermittelt werden. Insgesamt können so bis zu 12 Parameter erfasst werden, welche in der Tabelle 1 vom CLIMAVI gemessene Parameter beschrieben sind. Für die Datenübertragung kann neben mioty® auch unter anderem LTE verwendet werden.

Tabelle 2: vom CLIMAVI gemessene Parameter

Messwertgeber	Messbereich	Genauigkeit
Thermometer	-40°C bis +85°C	±0,5°C
Hygrometer	0% bis 100% relative Feuchte	±3%
Barometer	300 hPa bis 1100 hPa	±0,2 hPa
Pluviometer	0 bis 250 mm/h	±5%
Bodenfeuchtesensor	0% bis 100% volumetrische Feuchte	±2%
Bodentempersensur	-40°C bis +85°C	±0,5°C

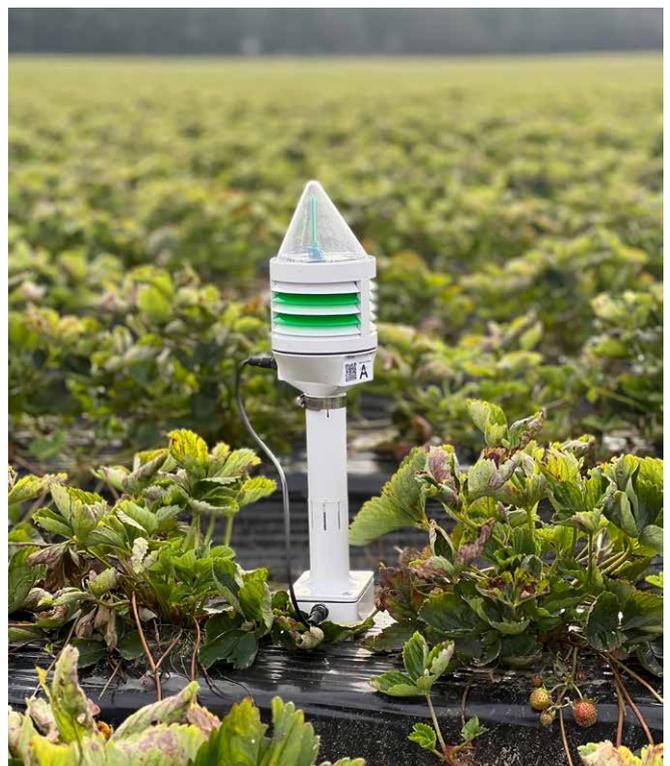


Abbildung 4: CLIMAVI



2.2 Climavi-App

Zum Einsehen und Analysieren der gesammelten Daten wird von Agvolution die Climavi-App bereitgestellt, welche für Android (Link 2) und iOS (Link 3) verfügbar ist. Außerdem wird die Climavi-App dazu benötigt, um die CLIMAVI-Sensoren

zu registrieren und zu positionieren. Die Daten können auch über die Webansicht auf iot.agvolution.com eingesehen und heruntergeladen werden.

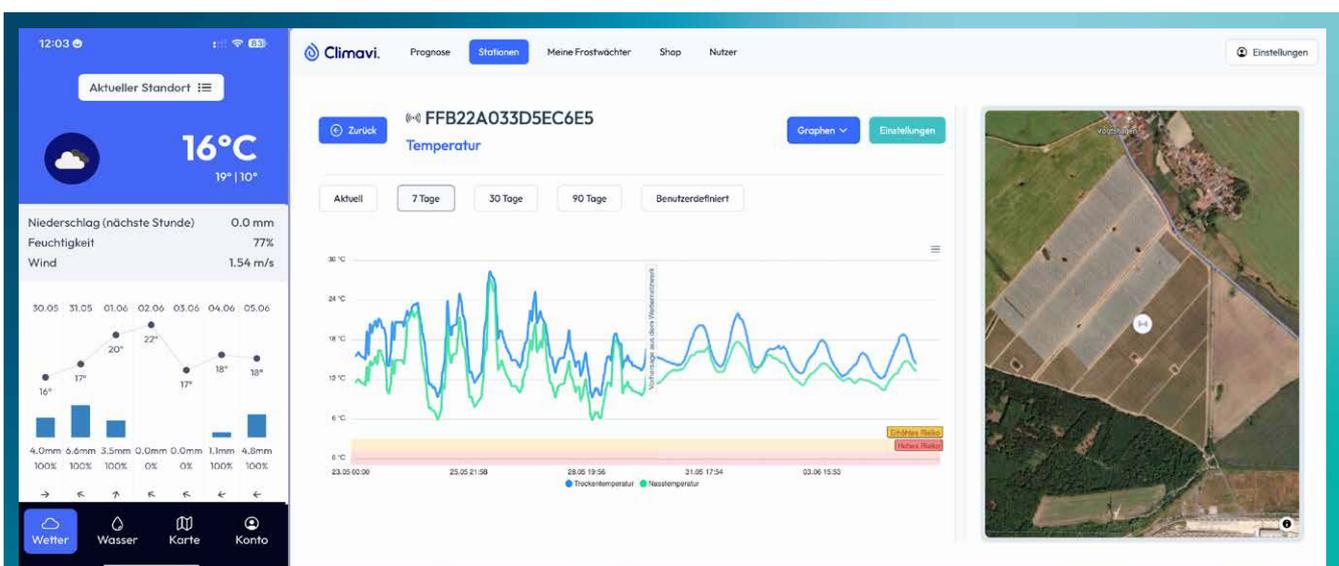


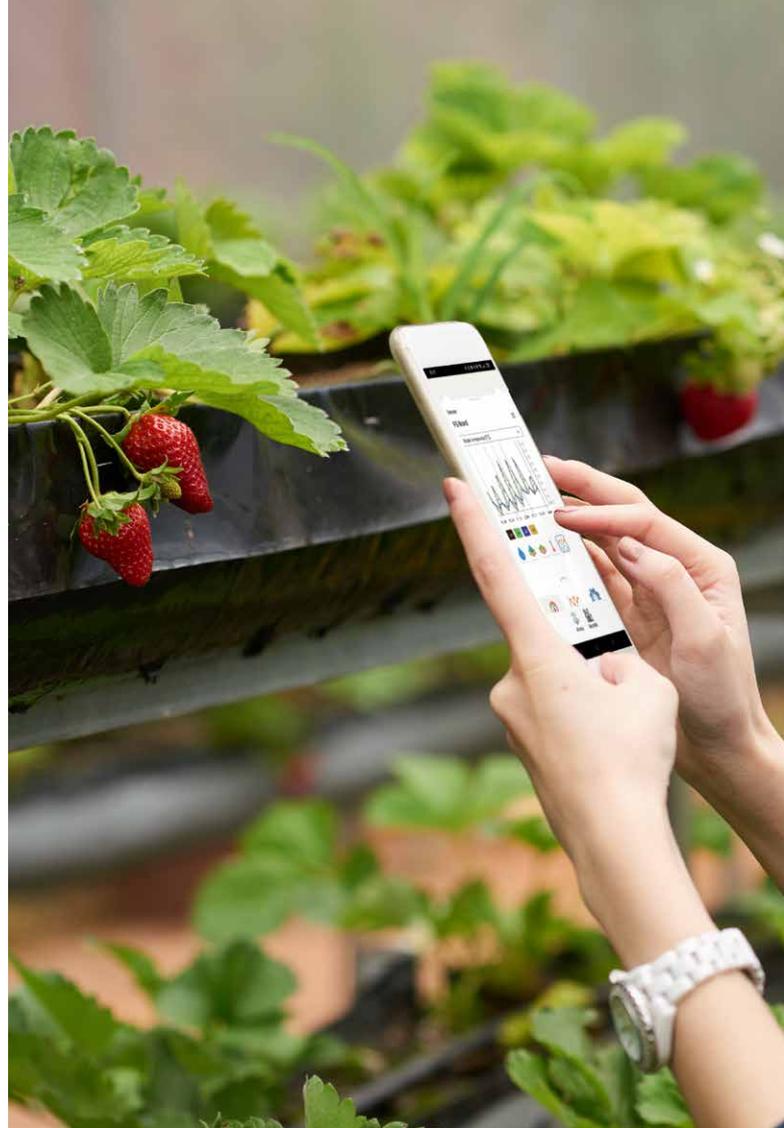
Abbildung 5: Ansicht App (links) und Website (rechts)

2.3 Gateways

Ein Gateway ist das Verbindungsstück zwischen den Sensoren und dem Internet. Entsprechend verfügen sie sowohl über eine Schnittstelle für mioty® als auch einer Internetanbindung.

2.3.1 Pioty

Für Gateways existieren mehrere Lösungen. Eine davon ist der so genannte Pioty (siehe Abbildung 6). Dieser setzt sich zusammen aus dem weit verbreiteten Mikrocontroller »Raspberry Pi« und einem mioty®-HAT, welches ein vom Fraunhofer IIS entwickeltes Modul zum Senden und Empfangen von mioty®-Übertragungen ist. Der Pioty kann entweder direkt an einem lokalen Netzwerk angeschlossen werden, oder zusammen mit einem LTE-Router über mobile Daten arbeiten.



2.3.2 Weitere Gateways

Neben dem Pioty existieren auch andere Lösung, welche alles Nötige in einem Gerät verbinden. Diese sind vorkonfigurierte Geräte zum sowohl Empfangen der mioty®-Übertragungen als auch das Weiterleiten der Daten über das Internet. Es existieren eine Vielzahl an Anbietern wie z. B. AST-X, Swisssphone oder Diehl, die solche Komplettlösungen entwickeln (siehe das Vioryti-Gateway (Link 4)).

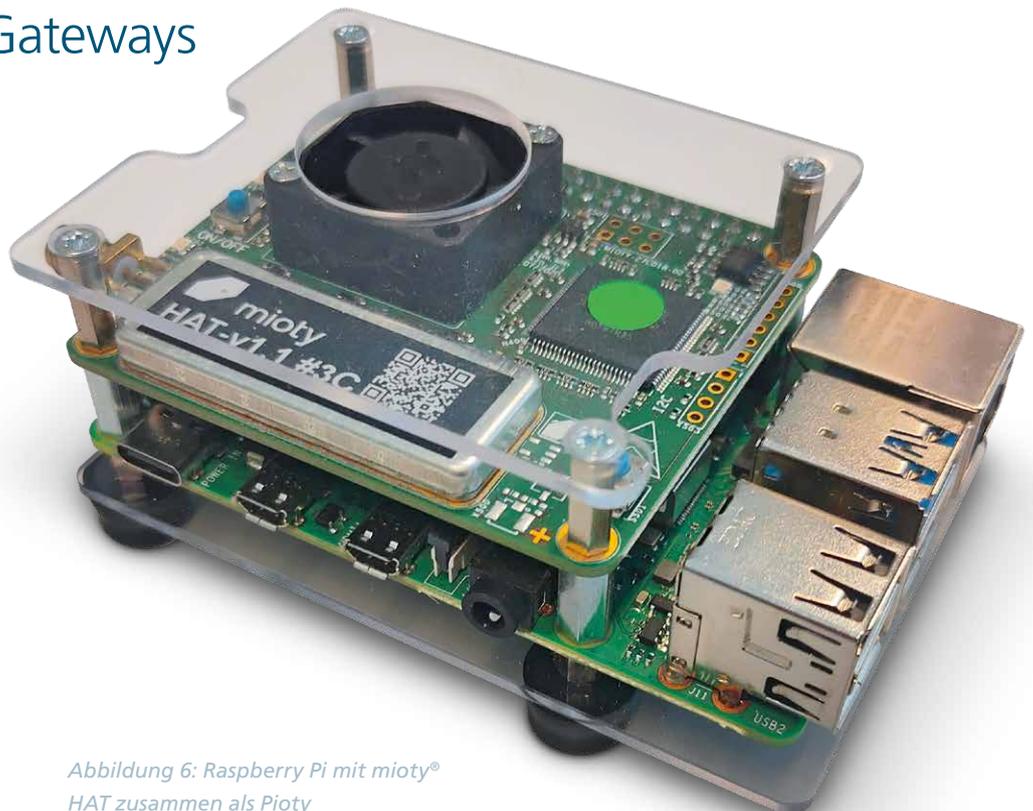


Abbildung 6: Raspberry Pi mit mioty® HAT zusammen als Pioty

3. Projektdurchführung bei Karls

Zusammen mit Karls-Erdbeerhof in Rövershagen wurden die mit mioty® ausgestatteten CLIMAVI auf deren Feldern installiert und getestet. Die Durchführung wird im Folgenden beschrieben.



3.1 Standort

Der Karlossos-Rutschturm steht auf dem Gelände von Karls-Erdbeerhof in Rövershagen, hat eine Gesamthöhe von 19 Metern und bietet von der darunterliegenden Aussichtsplattform einen störungsfreien Blick. Die drei verwendeten

CLIMAVI-Sensoren wurden auf einem Feld von Karls in einer Entfernung von knapp 5 Kilometern im Boden eingebracht. Die Sensoren wurden auf unterschiedlichen Geländehöhen installiert.

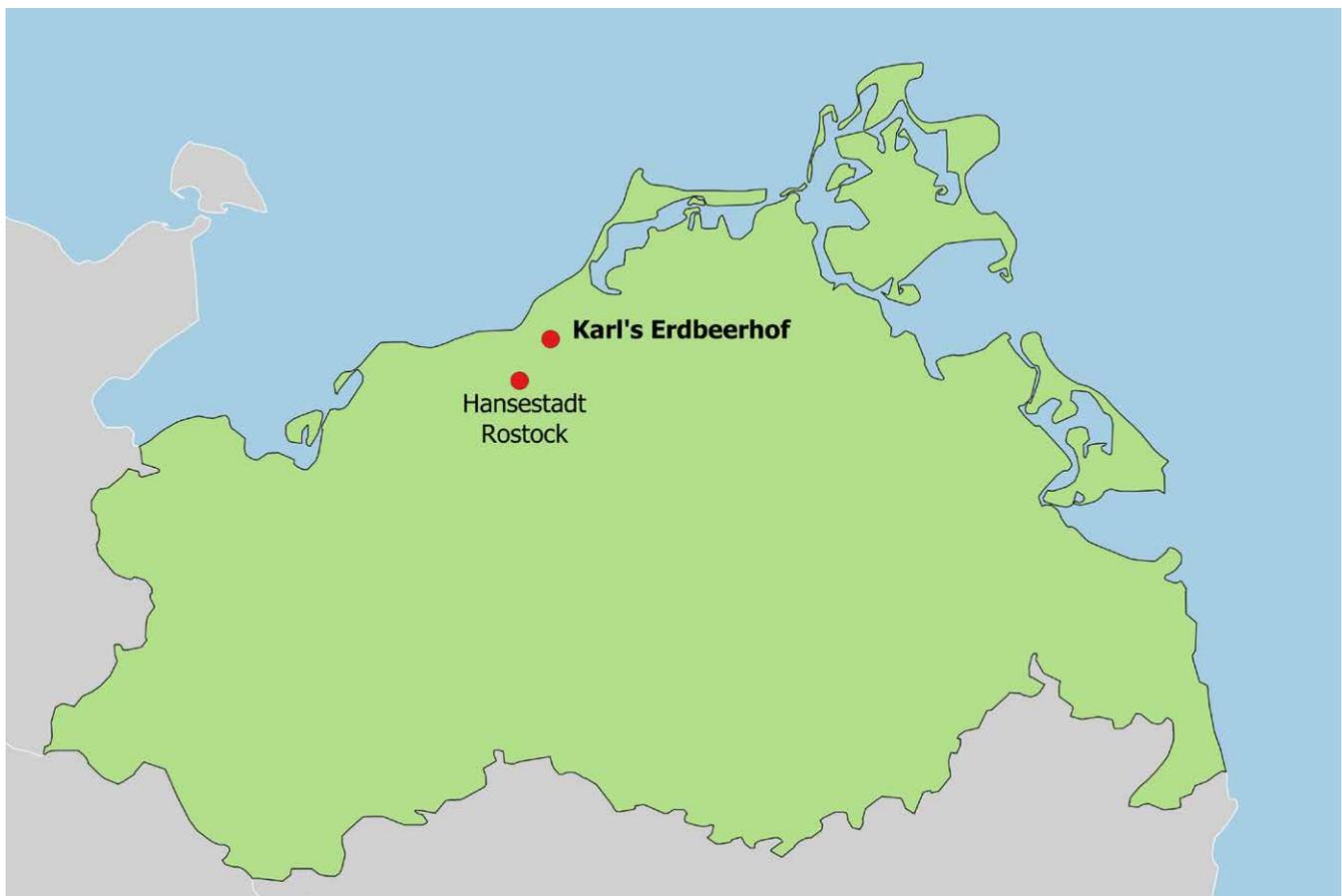


Abbildung 7: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main, 2011

3.2 Hinweise zur Installation von Sendern und Empfängern

Grundsätzliche Faktoren bei der Wahl des Installationsortes wurden bereits im Kapitel 1.4 zu der Reichweite angesprochen. Darüber hinaus sind weitere Regeln zu beachten:

- Ausrichtung aller Antennen möglichst vertikal
- Möglichst wenig Objekte in Sichtlinie zwischen Sender und Empfänger (v.a. Gebäude)

- Vermeidung von Grundrauschen durch andere Geräte in der Nähe des Empfängers (z. B. Antennen)
- Abstand zu anderen Objekten (min 70 cm über Boden, min 6 cm von Wänden)

Genauere Beschreibungen finden sich im Antenna Setup Guide (Link 1).

3.3 Methodik und Durchführung

Die Installation der CLIMAVI im Feld und die Einrichtung in der Climavi-App wird ausführlich im CLIMAVI-Handbuch beschrieben. Zusammengefasst müssen folgende Schritte erfolgen:

- Registrierung in der App und Anlegen eines Betriebes
- Vorbereiten der Löcher und Einbringen der CLIMAVI-Sensoren
- Scannen und Positionieren der Sensoren

Um eine Kommunikation über mioty® zu ermöglichen, muss der Pioty in Reichweite zu den Sensoren eingerichtet werden. Dazu wurde der Pioty mit einem Router auf dem Karlossos auf einer Höhe von schätzungsweise 15 m angebracht. Der Router ist über LTE direkt mit dem Internet verbunden und stellt damit die Verbindung zwischen dem Pioty und dem Internet her. Die graphische Oberfläche vom Pioty kann über das Eingeben der zugeordneten IP-Adresse im Browser eingesehen werden.

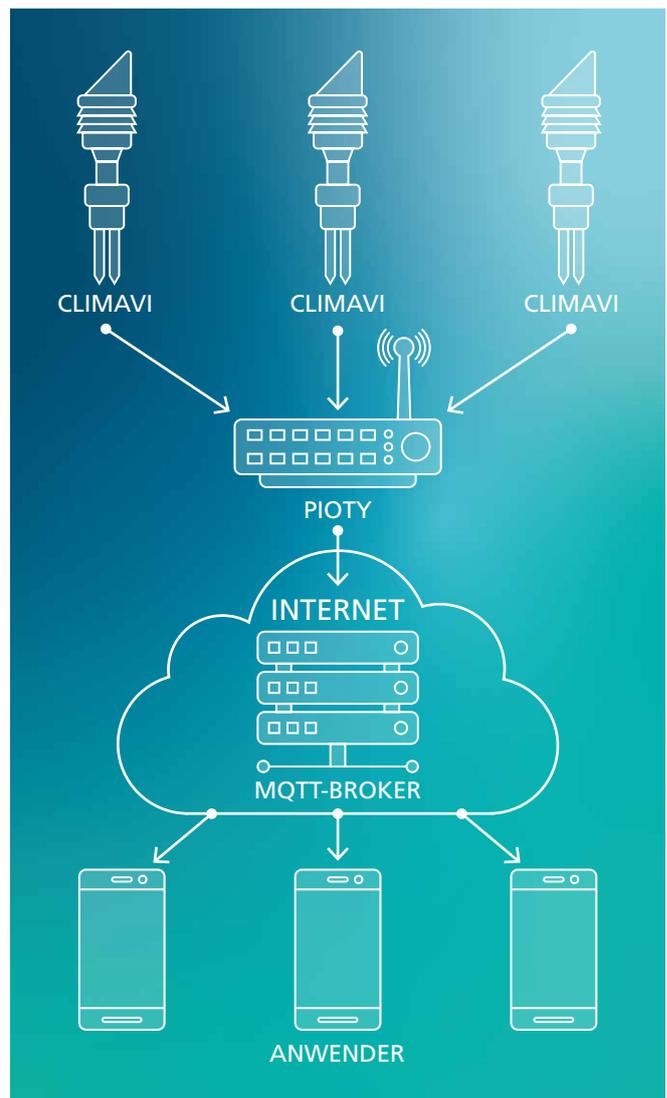


Abbildung 8: Topologie BerryNet



© AdobeStock – es0lex

3.4 Mehrwert von mioty® für die Pflanzenproduktion

Der Einfluss von Umweltfaktoren auf verschiedene bewirtschaftete Flächen ist komplex. Den Zustand der Pflanzen in einem Bereich aus allgemein zur Verfügung stehenden Informationen wie Temperatur und Niederschlag zu erkennen und vorherzusagen gestaltet sich durch die zu ungenaue räumliche Auflösung schwierig. Dabei wäre es förderlich, den Einfluss der Witterung auf ein Mikroklima zu verstehen, zu analysieren und entsprechend handeln zu können.

Am Beispiel der Climavi-Sensoren zusammen mit mioty® als Übertragungsverfahren können regelmäßig Messungen an einer Vielzahl fester Punkte erfolgen. Die gewonnenen Daten ergeben sich dadurch nicht nur aus globalen Vorhersagen mit ungenauen Aussagen für kleinräumige Strukturen. Sensornetze liefern großflächig und mehrdimensional genauere Informationen über das Mikroklima der Region, welche mit dieser Technologie ausgestattet wurde. Ein entscheidender Vorteil ist darüber hinaus die zeitliche Auflösung der gelieferten Messwertreihen. Mit mioty® ist ein Messintervall von beispielsweise 30 Minuten oder weniger ohne Probleme erreichbar.

Die Bedürfnisse von Pflanzen unterliegen kleinräumigen Schwankungen. So können Unterschiede in

der Bodenfeuchte auf wenigen hundert Metern zu verschiedenen Bewässerungsanforderungen auf der gleichen Anbaufläche führen. Durch ein Sensornetz könnte nicht nur der momentane Zustand festgestellt werden. Die Einbeziehung der gesamten Messreihe eines Standortes zusammen mit den zu erwartenden Wetterbedingungen könnte auch für Vorhersagen des Mikroklimas verwendet werden und so beispielsweise bereits vor Eintreten von Trockenstress entsprechend gehandelt werden. Diese Vorteile von Vorhersagen können ebenfalls bei der Frosterkennung genutzt werden. So ist die Wahl des Zeitpunktes der Düngemittelausbringung von der Temperatur und dem Auftreten von Frost abhängig. Die Anwendung dieser Technologie bei Karl's Erdbeerhof ist ein gutes, wenn auch nicht das einzige Beispiel für die großflächige Anwendung dieses Systems zum Umweltmonitoring. Standorte wie weitere Nutzpflanzen- oder Grünlandflächen können einen vergleichbaren Nutzen aus mioty® ziehen. Auch Themenkomplexe jenseits der Landwirtschaft wie ein städtisches Klima, Pegelmessstationen von Gewässern zur Hochwassererkennung oder die Beobachtung von schwer zugänglichen Gebieten von besonderem Interesse wie Mooren sind mit dieser Technologie realisierbar.

4. Ergebnisse

4.1 Erfahrungsbericht vom Erdbeerhof

In den Berichten von Karls über den Einsatz der AGVOLUTION-Sensoren ist die Überwachung von Trockenheit und Temperatur der Dämme eine zentrale Thematik. Die Projektdurchführung gestaltete sich im Jahr 2023 als erfolgreich, da mit der Ausbringung der neuen Sensorik Probleme mit den Beregnungsschläuchen rechtzeitig identifiziert werden konnten. Aufgrund einer schlechten Charge wiesen einige kapillare Leitungen Materialfehler auf, wodurch die Wasserzufuhr beeinträchtigt wurde. Die zuvor manuelle Inspektion der Beregnungsschläuche durch die Karls-Mitarbeiter konnte somit an den entsprechenden Untersuchungsgebieten eingespart werden.

Im Vergleich zu den konventionellen Sensoren bieten die Sensoren von AGVOLUTION den Vorteil eines Dashboards. Dieses ermöglicht eine grafische Aufbereitung der Daten, was für die Entscheidungsträger von Karls nützlich ist. Die im Dashboard veranschaulichten Informationen erleichtern die Überwachung und Steuerung der Bewässerungssysteme und begleiteten Karls ebenfalls bei kritischen Phasen wie z. B. der Kontrolle der Frostschutzmaßnahmen bei der die Temperaturen unter dem Frostschutzfließ überwacht wurden. Da allerdings die Möglichkeit der Solaraufladung unter dem Fließ fehlte und trotz einer sehr guten Kodensatorlaufzeit der Sensoren die Umweltdaten auch weiterhin gesendet worden sind, reichte diese Autonomie nur bis zu drei Tagen.

Aufgrund der Bodensensorik konnten Probleme in der Wasserversorgung für die Felder identifiziert werden, da festgestellt wurde, dass das zum Feld gepumpte Wasser nicht ausreichte. Infolgedessen wurde der Druck erhöht, und eine zusätzliche Pumpe wurde eingesetzt, um die Wasserversorgung zu verbessern. Anhand der Sensorik konnten auch klimatische Unterschiede zwischen den verschiedenen Bereichen des Feldes festgestellt werden, die darauf hinweisen, dass eine präzisere Überwachung und Anpassung der Bewässerung notwendig ist.



AGVOLUTION-Sensoren ermöglichten eine frühzeitige Identifikation von Materialfehlern (z. B. in Schläuchen), sparten manuelle Inspektionen ein und verbesserten durch die Datenvisualisierung Managemententscheidung für die Bewässerungsstrategie.«

Thomas Hahmann,
Projektleiter bei Karls Erdbeerhof

Um den Anforderungen des Managements gerecht zu werden, ist eine Vereinfachung der Software von entscheidender Bedeutung. Insbesondere der Wunsch des Managements, die aktuellen Feldtemperaturen zu kennen, erfordert eine benutzerfreundliche und zeitnahe Erfassung sowie Darstellung der Daten. Die Integration solcher Funktionen in das bestehende System kann dazu beitragen, die Effizienz der landwirtschaftlichen Prozesse zu steigern und die Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Bedingungen zu verbessern.



© AdobeStock – Zenzeta

5. Lessons Learned

Das Arbeiten mit mioty® und den CLIMAVI-Sensoren resultierte in verschiedenen Erkenntnissen zu den Grenzen und Herausforderungen aber auch vielen Möglichkeiten der mioty®-Technologie für die Landwirtschaft. Sehr allgemeine oder auch für diesen Anwendungsfall beim Erdbeerhof Karls sehr spezifische Erkenntnisse zusammen mit einer Auflistung verwendeter Soft- und Hardware sind im Folgenden beschrieben.

5.1 Nützliche Hilfsmittel

Einige Hard- und Softwarelösungen haben sich als sehr hilfreich herausgestellt. Eine Auswahl der wichtigsten Hilfsmittel sind im Folgenden beschrieben.

5.1.1 MQTT-Explorer

Diese open source Software (zugänglich über <http://mqtt-explorer.com>) ist eine einfache Möglichkeit, die gesendeten Daten einzusehen. Die empfangenen Nachrichten sind in einem JSON-Dateiformat einsehbar:

```
{ "baseStation": [
  { "bsEui": 8121069193316991000,
    "eqSnr": 6.44200086593593659362,
    "mode": "ulp",
    "profile": "eu1",
    "rssi": -41.090511322021484,
    "rxTime": 167905638101581000,
    "snr": 21.920507431030273,
    "subpackets": {
      "frequency":
        [
          868172888
```

Hier finden sich neben Informationen zum Gerät und der Übertragungsqualität auch die gemessenen Daten. Einige wichtige Parameter zur Bestimmung der Übertragungsqualität sind die Folgenden:

- **Received Signal Strength Indicator (RSSI):** Beschreibt die Reststärke des Signals, welches vom Pioty empfangen wurde in dBm
- **Signal Noise Ratio (SNR):** Verhältnis der empfangenen Signalstärke zum Hintergrundrauschen. Negative Werte bedeuten, dass das Rauschen stärker ist als das Signal.
- **RxTime:** Zeitpunkt, zu welchem die Übertragung empfangen wurde (in UNIX-Zeit)



© AdobeStock – schegi

5.1.2 mioty[®]-Evaluation-Point

Der mioty[®]-Evaluation-Point ist ein Testsender und funktioniert als Test-Knoten, welcher auf Kommando eine mioty[®]-Übertragung sendet (siehe Abbildung 12). Aus dieser können Informationen zur Übertragungsqualität abgeleitet werden. Dieser ist sowohl im Feld als auch bei der Vorbereitung nützlich, um die Funktionstüchtigkeit des Datenaustausches zu prüfen. Die übertragenen Pakete sind sowohl in der Pioty-Oberfläche als auch beispielsweise im MQTT-Explorer einsehbar. Für die Inbetriebnahme des mioty[®]-Evaluation-Point muss im ersten Schritt die beigelegte Antenne angebracht werden und im zweiten Schritt die Batterien eingelegt werden. Die Einhaltung dieser Reihenfolge ist wichtig, um potenzielle Schäden zu vermeiden. In der Standardkonfiguration wird alle 30 Sekunden eine Nachricht gesendet. Es gibt auch Möglichkeit, Nachrichten auf Kommando zu senden.

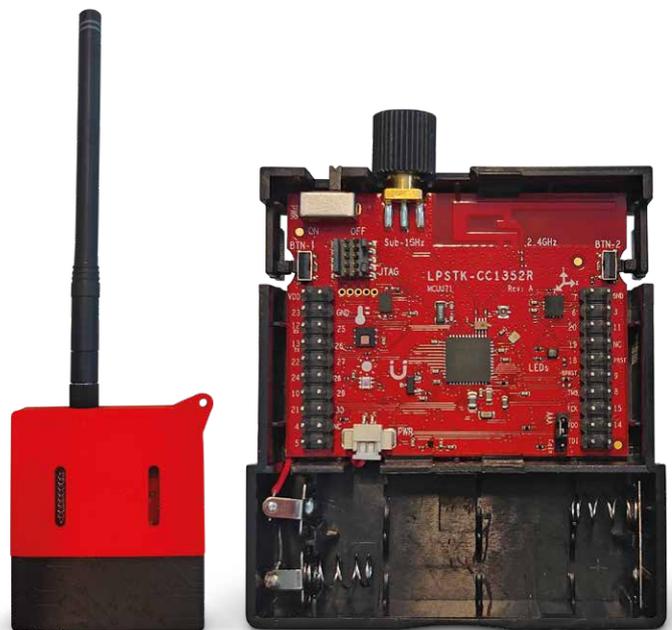


Abbildung 10: mioty[®]-Evaluation-Point

5.1.3 MQTT-App

Für das Einsehen erfolgreicher Echtzeitübertragungen hat sich eine separate MQTT-App als hilfreich erwiesen. Für Android bietet sich beispielsweise MQTT-Dash an. Eine solche App besitzt die gleichen Eigenschaften wie der MQTT-Explorer und kann während der Sensorinstallation im Feld benutzt werden. Der Vorteil gegenüber der Climavi-App ist, dass auch die

Übertragungen des Evaluation Points einsehbar sind. Dadurch können beispielsweise aus verschiedenen Entfernungen zum Pioty Datenpakete gesendet werden, um anschließend direkt die Qualität der eingegangenen Verbindungen in der MQTT-App zu prüfen.



5.2 Erkenntnisse zum Pioty

Der Pioty stellt das Kernstück der hier verwendeten mioty®-Netzwerkstruktur dar. Beim Versuchsaufbau stellte sich eine verlässliche Stromversorgung für den Pioty als essenziell heraus. Der Ausfall des Pioty entfernt den einzigen Verbindungsknoten zwischen Sensoren und dem Internet, wie in Abbildung 2 zur Netzwerktopologie zu sehen ist. Nach der Wiederherstellung der Stromversorgung muss die Verbindung zum Server per Hand neu gestartet werden. Dies resultiert auch bei einer nur kurzzeitigen Unterbrechung der Stromversorgung zu einem potenziell langen Ausfall der Datenübertragung. Für diese Problemstellung sind mehrere Lösungsansätze denkbar:

- **1. Automatisierter Neustart der Verbindung:** Durch einen Neustart vom Pioty selbst oder von außerhalb würde sich die Ausfallzeit potenziell stark verkürzen. Dieser Ansatz resultiert jedoch immer noch in einer Unterbrechung der Datenübertragung.
- **2. Installation weiterer Pioty im Netzwerk:** Sobald ein weiteres Gateway die mioty®-Übertragungen empfängt, kann bei einem Ausfall die Datenübertragung komplett gewährleistet werden. Dies ist entsprechend nur sinnvoll, wenn die Stromversorgungen der Pioty unabhängig voneinander sind.
- **3. Installation einer USV:** Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) dient der kurzzeitigen Überbrückung eines Stromausfalls. Ein zusätzlicher Vorteil wäre, dass bei einem Stromausfall dem Pioty ausreichend Zeit bleibt, um eine Benachrichtigung an Mitarbeiter zu versenden, um den Stromausfall zeitnah zu beheben.

5.3 Weitere Lessons Learned

Während des Projektes gab es eine Vielzahl von Erkenntnissen, die die weitere Arbeit erleichtert haben und in neuen Möglichkeiten und Ausblicken resultierten. Die wichtigsten noch nicht angesprochenen Punkte werden im Folgenden kurz zusammengefasst:

CLIMAVI und Agvolution

- Für die LTE-fähigen CLIMAVI-Sensoren kann der Sendeintervall über das Versenden einer Downlink-Nachricht an die Sensoren angepasst werden. Dies ist bei der mioty®-Variante noch nicht der Fall (voraussichtlich Ende 2023). Das Standardintervall von 1h kann jedoch für beide Varianten vor Auslieferung angepasst werden.
- Die von den CLIMAVI gesammelten Daten sind auch über die Website von Agvolution IoT (Link 5) einsehbar und als csv verfügbar.
- Die Solarpanels der Sensorköpfe erzeugen auch unter halbtransparenter abgedeckter Plane noch genug Strom zur autarken Versorgung der Geräte (siehe Abbildung 11).

Pioty

- Bei der Wahl der Hardware sollte auf Tauglichkeit für den Außenbereich geachtet werden (Spritzwasserfest, Kondenswasser) und ggf. weiter geschützt werden.



Abbildung 11: CLIMAVI im Feld

Danke an folgende Beteiligte für die Unterstützung und Durchführung des Projektes:

- Karls: Robert Dahl (CEO), Thomas Hahmann (Projektleitung Karls)
- Agvolution: Andreas Heckmann (CEO), Lukas Kamm, Johann Jakob Overmann
- Fraunhofer IIS: Ferdinand Kemeth, René Dünkler
- Fraunhofer IGD: Dr. Philipp Wree, Tim Bayer, Hauke Hoppe

Link 1
Antenna Setup Guide



www.iis.fraunhofer.de

Link 2
Climavi für Android



www.play.google.com

Link 3
Climavi für iOS



apps.apple.com

Link 4
Vioryti Gateway



www.ast-x.de

Link 5
Agvolution IoT



iot.agvolution.com

Kontakt

Fraunhofer-Institut für
Graphische Datenverarbeitung IGD
Joachim-Jungius-Straße 11
18059 Rostock
www.igd-r.fraunhofer.de

Dr. Philipp Wree
Abteilung Smart Farming
Telefon +49 381 4024-483
philipp.wree@igd-r.fraunhofer.de



www.fh-igd.de/Smart-Farming

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen
www.iis.fraunhofer.de

Ferdinand Kemeth
Telefon +49 911 58061-3330
ferdinand.kemeth@iis.fraunhofer.de



www.mioty.de