



Modulares Pop-up-Baukastensystem...vom Einzelsensor bis zum Funkmast - Eine Ergänzung zur Fernerkundung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ligocki¹, Anja Krauth¹, M. Eng., Tom Lücke¹, M. Eng.,

Einleitung / Herausforderung

Die Digitalisierung im Forst nimmt weiter an Bedeutung zu. Dennoch stößt die Integration technischer Innovationen wie Sensornetzwerke in Land- und Forstwirtschaft auf zahlreiche Hürden. Konventionelle (Boden-)Umweltsensoren sind meist teuer – ein großflächiges Ausbringen in den Bestand ist aus Kostengründen kaum möglich. Hinzu kommt, dass die Datenübertragung aus dem Wald oft an fehlender Netzabdeckung scheitert oder bei energieautarken Gatewaysystemen die versprochene Leistungsfähigkeit in der Praxis nicht gehalten wird. Bei verbauten kostengünstigen PV-Modulen führen darüber hinaus beispielsweise bereits kleinste Verschattungen, bedingt durch fehlende Sperrdioden, zu einem Ausfall des Systems. Auch bleibt die standsichere Montage dem Anwender selbst überlassen und bringt keinen unerheblichen Aufwand mit sich.

Im Fokus dieses Beitrags steht daher das Aufzeigen eines praxistauglichen, multifunktionalen Pop-up-Baukastensystems bestehend aus einem modularen Low-cost-Sensorsystems und konventioneller Kaufsensorik in Verbindung mit einem mobilen, energieautarken Funkmast als Pop-up-Lösung. Ziel ist es, mit dem Baukastensystem die Erhebung von Umweltdaten im land- und forstlichen Kontext für einen konkreten Untersuchungszeitraum möglichst einfach, praxistauglich und wirtschaftlich zu gestalten – als ideale Ergänzung zur Fernerkundung sowie zum Sammeln von Referenzdaten. Das Konzept stellt somit eine weitere innovative, digitale forstpraktische Anwendung dar.

Betroffene Stakeholder

Direkt angesprochen werden mit diesem Ansatz verschiedene Akteure der Forstbranche:

- **Wissenschaftler**, die temporär (wenige Tage bis Monate) und flexibel Referenzdaten von u.a. LoRaWAN fähigen Sensoren zur Kalibrierung von z. B. Fernerkundungsdaten (Drohne, Satellit) benötigen oder
- **Waldbesitzer und forstwirtschaftliche Betriebe**, die unkompliziert und kostengünstig forstrelevante Umwelt- oder Standortdaten erheben möchten.

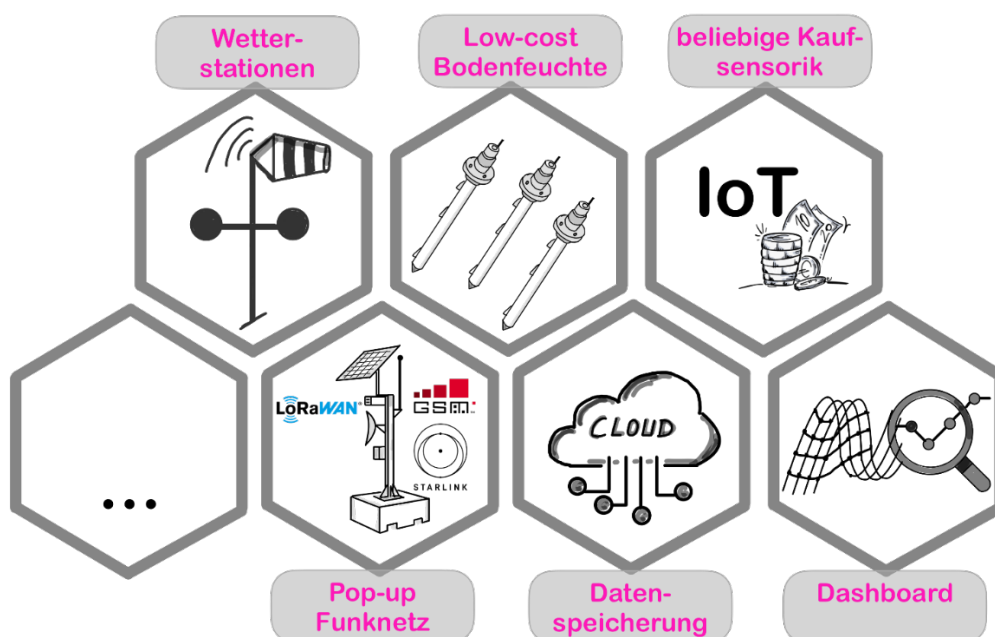
¹ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften



Praxisbezug

Ein Teil des Pop-up-Baukastensystems umfasst eigens entwickelte, modulare Low-cost-Sensoren. Durch diese können bestehende, aber auch kurzfristig kundenindividuelle Sensorkonten zusammengestellt, installiert und in Betrieb genommen werden.

Das Besondere dabei: Der Funkmast – als Eigenentwicklung –, als zentraler Baustein des Pop-up-Baukastensystems, ist als mobiles, energieautarkes System so konzipiert, dass es passgenau auf einem Pkw-Anhänger transportiert und über ein Wechselbrückensystem im Feld abgesetzt werden kann. Je nach Bedarf kann so ein LoRaWAN-Netzwerk oder ein anderes Kommunikationsnetzwerk (z.B. Internet via Starlink oder GSM-Modem) standortunabhängig aufgebaut und flexibel zwischen verschiedenen land- und forstwirtschaftlichen Flächen transportiert werden. Dieses ermöglicht sowohl flächige, wie auch temporär fokussierte Messkampagnen oder die Möglichkeit der Maschinenkommunikation – ohne dauerhafte Investitionen in eine standortgebundene Infrastruktur betreiben zu müssen. Am Beispiel des LoRaWAN-Funksystems ergeben sich bei guter Sichtlinie Reichweiten von mehreren hundert Metern bis zu einem Kilometer, im dichteren Waldbestand sind 300 bis 500 Meter realistisch. Die maximale Masthöhe von 10 Metern, begrenzt durch gesetzliche Regelungen, wird optimal ausgenutzt, um auch im hügeligen Gelände mit dichtem Bestand eine zuverlässige Datenübertragung zu ermöglichen. Dank effizient abgestimmter Energieversorgung können sowohl Sensoren als auch der Funkmast autark operieren.





Praxistauglichkeit und Übertragbarkeit

Das Pop-up-Baukastensystem ist konsequent an den Herausforderungen des forstlichen Alltags ausgerichtet:

- Modulare Low-cost Sensoren sind für verschiedene Use-Cases konfigurierbar.
- Der Funkmast ist durch ein Wechselbrückensystem, welches zum einen Hangneigungen ausgleicht und zum anderen das Entladen vom Anhänger für einen einfachen Standortwechsel ermöglicht, flexibel transportierbar.
- Das Aufspannen eines lokalen, standortunabhängigen Funknetzes für eine bessere Netzabdeckung wird praxistauglich umgesetzt.
- Keine dauerhafte Installation, keine standortgebundene Investition und somit großes Potenzial zur Nutzung für weitere Projekte, Standorte und Einsatzszenarien.
- Die gesamte Kette von der Datenerhebung, -übertragung, -verarbeitung bis zur Datenspeicherung und -visualisierung kann flexibel und praxistauglich abgebildet werden.

Das modulare Baukastensystem stellt damit einen Baustein dar, um digitale Innovationen in der Forstpraxis voranzutreiben und die Datengrundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung erheblich zu verbessern.

Die Einsatzmöglichkeiten und Übertragbarkeit des Systems werden anhand der öffentlich geförderten Projekte *KIBrain* (gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat) sowie *Waldpilz* (gefördert im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft "Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft" (EIP-Agri)) praxisnah demonstriert. Ferner werden die genutzten Konzepte und Aufbauten im Detail erläutert. Aufgrund des modularen Aufbaus und der flexiblen Einsetzbarkeit ist das Pop-up-Baukastensystem darüber hinaus problemlos in weiteren Folgeprojekten adaptierbar.



Fazit

Mit dem hier vorgestellten modularen Pop-up-Baukastensystem – vom kundenindividuelle Einzelsensor bis zum mobilen Funkmast – wird eine anwenderorientierte und direkt umsetzbare Lösung präsentiert, die die Praxistauglichkeit für den Einsatz digitaler Technologien signifikant erhöht. Für Wissenschaft und Praxis eröffnet dieses neue Wege, Messtechnik begleitend zu anderen Projektmaßnahmen auch ad-hoc in der Land- und Forstwirtschaft schnell und praxisorientiert zu implementieren.