

# **FlyingData I: Kurzbericht zum Verwendungsnachweis**

## 1. Ursprüngliche Aufgabenstellung und Stand des Wissen zu Projektbeginn

Obwohl Drohnen vielfältig im Freiland-Agrarbereich bereits bei Projektbeginn kommerziell verwendet wurden, war deren Einsatz im Gewächshaus nur begrenzt möglich. Einer der wesentlichen Gründe war, dass im Gewächshaus keine GPS-Signale oder ähnliche sicher empfangen werden konnten, da Bedachungsmaterialien - wie zum Beispiel Glas - beschichtet sind oder Stahlkonstruktionen die Signale reflektieren. Autonome Flüge, wie sie bei modernen Drohnen zu Projektbeginn im Freiland zur Verfügung standen, waren im Gewächshaus somit nicht verfügbar. Aufgrund der geringen Flughöhe und der Empfindlichkeit der Kulturen gegenüber Turbulenzen konnten nur Leichtgewichtdrohnen mit geringer Zusatzlast eingesetzt werden. Es war zu berücksichtigen, dass Änderungen oder neue elektronische Erweiterungen an der Drohne maximal 50 g bis 100 g wiegen durften, da ansonsten die Flugfähigkeit nicht mehr vollumfänglich gegeben war. Vor diesem Hintergrund ergab sich die Problemstellung des Projektes: Kommerziell verfügbare Drohnen sollten so umgebaut beziehungsweise adaptiert werden, dass sie nur aufgrund eines vorher eingegebene Pfades im Gewächshaus autonom fliegen können, ohne Nutzung von GPS-Signalen o.ä. Um einen realen Einsatz im Gewächshaus zu zeigen, sollten zusätzlich Miniatursensoren (Temperatur, Strahlung, Feuchte, etc.) eingebaut werden, deren Werte laufend an eine Bodenstation bzw. einen PC oder Klimarechner gesendet werden sollten. Bei allen Entwicklungen mussten Standards bezgl. der Sicherheit und Gewichtsbegrenzungen strikt eingehalten werden. Zum Projektstart stand weltweit kein Drohnensystem zur Verfügung, das die aufgeführten Anforderungen erfüllte. Auch während des Projektes und am Ende waren autonome Drohnenkonzeptionen zum Einsatz im Gewächshaus nach unserem Kenntnisstand (2024) nicht verfügbar.

## 2. Ablauf des Vorhabens und wesentliche Ergebnisse

Das Vorhaben konnte wie geplant umgesetzt werden. Zunächst wurde der Markt für Drohnen gesichtet und entsprechend den Anforderungen eine Leichtgewichtdrohne für die weiteren Entwicklungen ausgewählt. Bei den entsprechend notwendigen Anpassungsarbeiten stellte sich heraus, dass die favorisierte Drohne nicht in einen autonomen Betrieb überführt werden konnte, da die Drohnen-Software an einigen Stellen nicht zugänglich war. In einem zweiten Versuch wurde eine andere Drohne zur Adaption ausgewählt. Die Ortung und Navigation im Gewächshaus erfolgte über UWB-Funkstationen, die mit der Drohne in Verbindung standen und laufend ihre Position bestimmten. Der eigentliche Navigations- Algorithmus in der Drohne wurde durch entsprechende selbstentwickelte Prozeduren ersetzt. Zur Flugstabilisierung und zur Aufnahme der Sensoren und der Stromversorgung wurden spezielle Adapter im 3D-Druck angefertigt. Auf der Drohne wurde ferner ein zusätzliches Rechnersystem implementiert, welches den Funkkontakt zwischen Sensorik und Bodenstation aufrechterhielt. Zur Eingabe der Flugpfade und zur Visualisierung des Fluges wurde eine kommerzielle Open-Source-Software in die Drohnensteuerung integriert. Nach Fertigstellung der Umbauten und Adaptionen fanden Optimierungsprozesse jeweils

aufbauend auf Flugversuchen statt. Die bei Versuchen zerstörten oder beschädigten Drohnen wurden repariert oder durch neue adaptierte Drohnen ersetzt. Gleichzeitig wurde die Sensorik in die Drohne integriert und so lange optimiert, bis bei Flugversuchen ähnliche Ergebnisse wie mit stationären Messsystemen erzielt wurden. Zur Bestimmung der durch die Drohne entstehenden Turbulenzen im Pflanzenbestand wurden spezielle Versuche mit Windmessverfahren und stationären Anemometern in einer leeren Industriehalle durchgeführt. Die Daten wurden in ein Turbulenzmodell überführt, so dass bei gegebener Flughöhe direkt abgeschätzt werden konnte, welche Turbulenzen im Pflanzenbestand entstehen. Weitere Flugversuche in Gewächshäusern mit Pflanzenbeständen erfolgten, um die Sensorik hinsichtlich der Genauigkeit und Verwendbarkeit insbesondere bezüglich der Luftfeuchtigkeit, Temperatur und weiterer Klimaparameter zu testen und zu optimieren. Einsatzversuche in größeren Praxisgewächshäusern rundeten die Arbeiten ab. Um die autonome Funktionalität der Drohne auch in vertikalen Kulturen zu testen, wurden in Versuchsgewächshäusern der Hochschule Test- und Validierungsflüge bei unterschiedlichen Reihenabständen in Gurkenkulturen durchgeführt. Auf die Implementierung einer automatischen Ladestation wurde verzichtet, da diese mittlerweile käuflich erwerbbar war.

### 3. Zusammenarbeit der Projektpartner

Die Entwicklung des Drohnensystems war nur durch eine Zusammenarbeit spezialisierter Partner möglich. So mussten die Algorithmen der Steuerungssoftware der Drohne so verändert werden, dass die ursprüngliche GPS-Navigation durch eine UWB-Ortung ersetzt wurde. Diesen Part hat im Wesentlichen ein Projektmitarbeiter zusammen mit Studierenden der Ingenieur- und Informatik-Fakultät der Hochschule Osnabrück umgesetzt. Die Drohnen-Umbauarbeiten und die Flugtests wurden hauptsächlich durch ein Projektmitarbeiter der Agrarfakultät der Hochschule Osnabrück, unterstützt durch Gärtner und studentische Mitarbeiter, durchgeführt. Der Aufbau und die Integration des UWB-Systems (Sendernetzwerk im Gewächshaus und Empfänger auf der Drohne) erfolgte gemeinsam mit dem Partner iotec GmbH, Osnabrück. Die Verarbeitung und Visualisierung der Sensordaten wurde von der Firma RAM GmbH, Herrsching programmiert, implementiert und getestet.