

Zeit der Drohnen

Martin Bünnagel

■ Es gibt kaum noch einen Winkel in Geodäsie, Landvermessung und Geoinformation, in dem sie nicht fliegen. Kosteneffizient und in einem Bruchteil der Zeit erfassen sie Daten, erstellen 3D-Geländemodelle, Katasterkartierungen und multispektrale Vegetationsanalysen. In der Zeit der Drohnen schwärmt die Wissenschaft aus und erprobt immer neue Anwendungsfelder.

Eine Weide, grasende Kühe mit Halsbändern, Idylle. Im satten Nass bewegt sich die Herde aus 900 Rindern über Stunden nach Osten – bis zum Horizont schimmert das Grün des rund 500 Hektar großen Weidelandes in Brandenburg. Kein Zaun weit und breit. In der Ferne pflügt surrend eine Drohne durch den taufrischen Himmel. Doch irgendwann piepst es. Die ersten GNSS-Empfänger (Global Navigation Satellite System) in den Halsbändern der Kühe geben Alarm – mit ansteigender Tonfolge. Plötzlich ist Schluss. Eine unsichtbare Grenze, als sei sie aus Glas, teilt die Weide in ein Hier und ein Dort. Leichte elektrische Impulse aus den Halsbändern der Tiere bewegen die ersten Kühe sachte zur Umkehr. Ein virtueller Zaun aus GNSS-Koordinaten markiert ihre Grenze, vom Landwirt gezogen mit einer App.

In Deutschland sind aufgrund des Tierschutzgesetzes für »virtuelle Zäune« derzeit noch Ausnahmegenehmigungen erforderlich. In Großbritannien sind sie auf dem Vormarsch, in den USA schon verbreitet, Schweden will sie bis Anfang 2026 ermöglichen. Sie sind ein innovativer technologischer Baustein für eine effektive Rotationsbeweidung, bei der Landwirte ihren Viehbestand von einer Weidefläche zur nächsten wandern lassen. Bei dieser sogenannten Präzisionstierhaltung (Precision Livestock Farming, PLF) nutzen sie sensorbasierte Technologien, GNSS und detaillierte Geoinformationen, um mit virtuellen Zäunen die Weidewirtschaft in Zukunft flexibler und nachhaltiger betreiben zu können.

UAV für Rotationsbeweidung

Einen schnellen und präzisen Überblick darüber, in welchem Zustand sich ihre Weiden befinden, sollen dabei in Zukunft UAV-Drohnen (Unmanned Aerial Vehicle) liefern, ausgestattet mit LiDAR-Sensorik (Light Detection and Ranging). Denn für ein effektives Weidemanagement werden Entscheidungsgrundlagen benötigt, wohin die virtuellen Zäune idealerweise als nächstes verlegt werden müssen, sobald eine Weidefläche abgegrast wurde. Die hochauflösten 3D-Laserdaten, die das UAV-gestützte LiDAR erzeugt, liefern nicht nur quantitative Informationen über die oberirdische Biomasse der Weideflächen und die Höhe der Gräser. Sie schaffen auch qualitative Einblicke in die Zusammensetzung und Diversität des Grünlandbe-

standes – geben Aufschluss über die Futterqualität der Gräser und Kräuter in einer nachhaltigen Rotationsbeweidung mit virtuellen Zäunen.

Drohnen und Biomasse

In der Zeit der Drohnen wird die Fernerkundungstechnik LiDAR zum Allzweckwerkzeug mit immer neuen Anwendungsmöglichkeiten – viele von ihnen befinden sich weltweit in der wissenschaftlichen Erprobung. So auch auf den Weideflächen in Brandenburg, wo ein wissenschaftliches Team der Universitäten Köln und Göttingen, der Brandenburgischen Technischen Universität und der Industrie- und Handelskammer in Cottbus die UAV-LiDAR-Möglichkeiten für die Rotationsbeweidung mit virtuellen Zäunen in einer Studie erprobt hat. Denn mit dem Lasersensor des LiDAR können präzise dreidimensionale Punktwolken des Bodens und der darauf befindlichen Objekte erstellt werden – und eben auch von Gräsern auf einer Weide. Bei dieser Fernerkundungstechnik werden Laserimpulse ausgesendet, die von Oberflächen reflektiert und die entstehenden 3D-Laserpunktewolken vom LiDAR-Sensor empfangen werden. Diese Messungen kombiniert das LiDAR mit Positionsdaten des integrierten GNSS-Systems, die dann eine Software verarbeitet, um 3D-Modelle und detaillierte Karten zu erstellen.

In der Erprobungsstudie in Brandenburg verwendete das Forscherteam ein Mehr-Ebenen-Informationssystem (Software-based Multilevel Information System, SMI), das über ein speziell entwickeltes Daten-Framework verschiedene Datentypen verarbeiten kann. Das SMI stellt anschließend die benötigten Daten bereit, um Informationen über den Zustand des Grünlands an den Nutzer zu liefern, virtuelle Zäunungen (Virtual Fencing) zu simulieren und zu planen, und eine optimierte Priorisierung für die Beweidung einzelner Parzellen zu berechnen.

So bieten Drohnen, für ihre jeweiligen Einsatzzwecke mit GNSS und unterschiedlichen Fernerkundungssensoren ausgestattet, in Kombination mit Softwaresystemen, eine rasant wachsende Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten. Wie auch in Brandenburg liegt die häufigste Anwendung darin, auf effektive Weise räumliche Modelle und Informationssysteme auf Basis von photogrammetrischen und LiDAR-Daten zu erstellen.

Flurbereinigung im Straßenbau

So spielt LiDAR zum Beispiel auch bei der Flurbereinigung und der Vermessung und Planung von Autobahnen und Landstraßen eine wichtige Rolle. Denn solche Verkehrsprojekte durchschneiden meist auch landwirtschaftliche Flächen. Den betroffenen Eigentümern müssen



Quelle: DJI-Agras via Pixabay

Eine der weltweit dynamischsten UAV-Forschungsbereiche ist die Landwirtschaft.

Ausgleichsflächen zum Tausch angeboten werden. Das Be- fliegen der Areale dient dabei der präzisen Erfassung der Topografie. Denn beim Tausch von Flächen spielen am Ende auch Abschläge eine Rolle, die sich durch möglicherweise vorhandene topografische Schattenstreifen (Hügel und Täler) oder Masten von Stromleitungstrassen ergeben, da sie sich auf die Fruchtbarkeit und Bewirtschaftung der Ausgleichsfläche negativ auswirken können.

Für die Erfassung solcher Projekte sind unter anderem die Landesämter für Geoinformation und Landvermessung zuständig. Was früher in aufwändiger Handarbeit vermessen wurde, erledigt dort heute eine Quadrocopter-Drohne in einem Bruchteil der Zeit. Diese benötigt für einen Quadratkilometer nur 20 Minuten, für ein Flurbereinigungsgebiet von 2.000 Hektar werden fünf bis sechs Tage veranschlagt. Mit maximal zwei bis fünf Zentimetern Abweichung fliegt dabei die GNSS-gesteuerte Drohne präzise Streifen ab. Auch hierbei kommen LiDAR-Scanner zum Einsatz, die Laserpunktfolgen erzeugen und das Gebiet in einem 3D-Modell erfassen. Aus einer Höhe von 120 Metern aufgenommen, entspricht dabei jeder Pixel bis zu 2,2 Zentimetern am Boden. Mit Hilfe der kartografischen Technik der Schummerung können in der digitalen Topografie des 3D-Modells später zudem Licht- und Schattenwürfe simuliert werden, um Berge und Täler plastisch hervorzuheben.

Überall Drohnen

Zum Standard geworden sind Drohnen heute auch in der Bau- und Landnutzungsplanung, um auch dort digitale Gelände- und Oberflächenmodelle zu erstellen. Sie spielen in der Architektur und Stadtplanung eine wichtige Rolle, bei der Erstellung von 3D-Stadt- und Bauwerksmodellen und sind zu einem wichtigen Werkzeug in der Kataster- und Grundstücksvermessung und der Ergänzung oder Aktualisierung von Liegenschaftskatasterdaten geworden. Drohnen generieren georeferenzierte Orthofotos mit Zentimetergenauigkeit, die Grundlage für Katasterkarten, GIS-

Anwendungen oder Bauprojekte sind, beim Baustellenmonitoring und der Dokumentation von Baufortschritten.

In Halden, Tagebauen und Steinbrüchen überwachen sie mit regelmäßigen Flügen mögliche Erdbewegungen. Kontrollieren Brücken, Türme, Staumauern oder Windkraftanlagen. Und sind auch bei der Überwachung von Stromleitungen, Pipelines oder Schienen nicht mehr wegzudenken. Drohnen unterstützen in der Waldinventur, liefern in kurzer Zeit Informationen zu Baumhöhen und helfen bei der Kronendichtebestimmung. Im Erosions- und Hochwasserschutz erstellen sie Geländemodelle und Kartierungen von Feuchtgebieten, Küsten oder Flussläufen. Sie sorgen im Katastrophen- und Kriseneinsatz für schnelle Lagebilder nach Naturkatastrophen, wie Hochwasser, Erdrutschen und Erdbeben. Und werden in der anschließenden Schadenskartierung und Dokumentation für Behörden eingesetzt.

Multispektrale Landwirtschaft

Und eben auch in der landwirtschaftlichen Fernerkundung (Precision Farming) mit multispektralen oder thermischen Kameras für Vegetationsanalysen, der Kartierung von Bewässerungsbedarf und Nährstoffstatus auf Anbauflächen. Ein Beispiel, wie dynamisch die UAV-Forschung in diesem Sektor voranschreitet, ist die Entwicklung eines neuen multispektralen Zweiband-Kamera- und Bildgebungssystems, das kombiniert im sichtbaren Lichtspektrum (Visible-Near Infrared, VNIR) und im kurzweligen Infrarotbereich (Shortwave Infrared, SWIR) zur Überwachung von Weizen arbeitet.

Mit dem VNIR-SWIR-Kamera-System des Forscherteams von den Universitäten Koblenz und Köln können im Weizen mit Drohnenbefliegungen Zusammenhänge zwischen Wassergehalt, Stickstoffkonzentration und Düngeraufnahme nachgewiesen werden. In der Zeit der Drohnen ist das UAV-System damit ein weiteres Präzisionswerkzeug für die Landwirtschaft der Zukunft.

Kontakt: martin.buennagel@zon-verlag.de