

Drohnen verändern die Welt

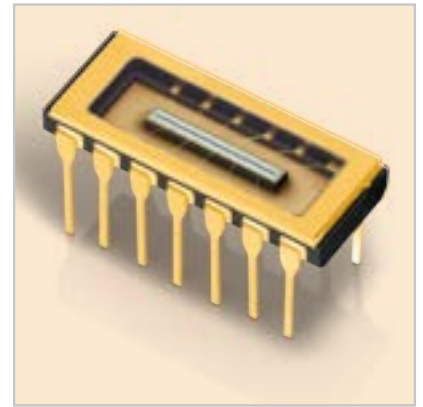
Optoelektronik sorgt für einen sicheren Flug

Unbemannte Luftfahrzeuge (Unmanned Air Vehicles – UAV) navigieren eigenständig, stellen Pakete zu und dringen in Gefahrenbereiche vor, die selbst hartgesottene Feuerwehrmänner meiden. Was sich wie Science Fiction anhört, ist schon heute in greifbarer Nähe. Wissenschaft, Wirtschaft und Politik arbeiten Hand in Hand, damit die Vision möglichst bald Wirklichkeit wird.

Eine professionelle Drohne ist kein ferngesteuertes Modellflugzeug, wie wir es seit Jahrzehnten als Spielzeug kennen: Sie soll autonom und ohne Sichtkontakt zum Bediener fliegen. Entsprechend hoch ist der Anspruch an die Steuerungs- und Sicherheitssysteme. Die UAVs müssen jederzeit ihre genaue Position bestimmen und automatisch auf äußere Einflüsse reagieren können. Allein für den reinen Flugbetrieb ist daher eine ausgefeilte Sensorik notwendig. Eine besondere Herausforderung sind Starts und Landungen bei hohen Windgeschwindigkeiten, denn dann heißt es, sogenannte Verblasungseffekte in kürzester Zeit auszugleichen und das funktioniert nur, wenn die aktuelle Position der Drohne auf den Zentimeter genau bestimmt werden kann. Satellitennavigation und Referenzmessungen sind dabei hilfreich. Entscheidend für eine effektive Gegensteuerung ist jedoch das reibungslose Zusammenspiel von Flugrechner, Navigations- und Luftdatensensoren.

Während des Fluges müssen die UAVs nicht nur feststehende Strukturen wie Bäume und Gebäude erkennen. Fast noch wichtiger ist es, dass sie schnell auf plötzlich auftretenden Hindernisse reagieren und zum Beispiel eigenständig Hubschraubern oder tief fliegenden Flugzeugen ausweichen. Das wird durch Abstandssensoren erreicht – je nach Entfernung könnten sich dabei die Radartechnologie oder lasergestützte Systeme (LiDAR – Light Detection and Ranging) durchsetzen. LiDAR-Systeme werden vermutlich auch eine Rolle bei der sogenannten Nahfeldnavigation spielen, wenn die Drohnen beispielsweise in der Nähe – oder sogar innerhalb – von Gebäuden eingesetzt werden.

Noch sind selbstfliegende Drohnen nicht im Alltag angekommen, doch bei verschiedenen Forschungsprojekten konnten Wissenschaftler bereits vielversprechende Ergebnisse erzielen: In Zusammenarbeit mit dem Institut für Flugsystemdynamik (der RWTH Aachen), geleitet von Prof. Dieter Moormann, testete DHL Paket Anfang 2016 autonome Streckenflüge in der bayerischen Gemeinde Reit im Winkl.



Bei der Zustellung vom Tal auf die Winklmoosalm wurden erfolgreich 8 km und 500 Höhenmeter überwunden – und das bei schnell wechselnden Wetterbedingungen und hohen Temperaturschwankungen. Eilige Medikamente konnten innerhalb von 8 Minuten zum DHL Skyport auf der Hochalm zugestellt werden. Ein Auto hätte bei winterlichen Verhältnissen über 30 Minuten benötigt.

Während des Flugs ohne Sichtkontakt wurden redundante Sicherungssysteme eingesetzt und ein Datenlink mit hoher Reichweite aufgebaut: Funkverbindung und Mobilfunknetz ermöglichten den Betrieb. Und auch die Paketbe- und Entladung erfolgte automatisch. Dabei wurden sogar die Akkus getauscht, um den Weiterflug unmittelbar anschließen zu können. Die technische Machbarkeit wurde damit bewiesen und DHL konnte als weltweit erster Zusteller die umfängliche Integration in die Lieferkette beweisen. (dpdhl.de/paketkopter).

Bei großflächigen Katastrophen sollen Drohnen zukünftig ohne aktive Steuerung ein vorgegebenes Gebiet analysieren und die aufgenommenen Daten weiterleiten. Mögliche Einsatzszenarien sind Flächenbrände oder Chemieunfälle, bei denen die Rettungskräfte keinen direkten Zugang zum Einsatzort haben. Diese selbstständige Gebietsanalyse ist nur mit Drohnenschwärmen möglich, in denen die einzelnen UAVs untereinander kommunizieren, Informationen sammeln und an Bodenstationen weitergeben. Sie können dann nicht nur die Lage von Verletzten oder Lecks bestimmen, sondern auch Gefahrstoffe aufspüren und Schadstoffkonzentrationen messen. So helfen sie nicht nur bei den Rettungsmaßnahmen vor Ort. Die Daten können zum Beispiel auch genutzt werden, um Prognosen über die Ausbreitung von Schadstoffwolken zu erstellen. Solche Situationen waren Gegenstand des vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekts AirShield. In statischen Anwendungen haben die IR-Arrays und pyroelektrische Detektoren von LASER COMPONENTS ihr Können bereits unter Beweis gestellt. Schon bald könnten sie auch ein wichtiger Bestandteil solcher Katastrophenschutz-Drohnen sein.

Eines steht fest: Wie auch immer die Zukunft aussieht – Drohnen werden darin eine wichtige Rolle spielen.

LiDAR-Systeme zur Hindernis-Erkennung

Wenn UAVs allein fliegen sollen, müssen sie Hindernisse selbstständig erkennen, um ihnen ausweichen zu können. Die Umfeld-Beobachtung mit LiDAR-Systemen hat einige Vorteile: Die Systeme sind nicht nur preiswert, sondern können auch schnell bis zu einigen hundert Meter Entfernung messen.

Das Messprinzip basiert auf der optischen Laufzeitmessung: Dabei werden Impulslaserdioden (PLD) als Sender und Avalanche Photodioden (APD) als Empfänger genutzt. Die PLD sendet einen einzelnen kurzen Lichtimpuls aus. Im Idealfall breitet sich das Licht auf dem kürzesten Weg ungestört in der Luft aus, bis es auf ein Hindernis trifft. Am Hindernis



© istock.com/Mooneydriver

wird das Licht reflektiert und der Impuls läuft zurück, bis er auf die APD trifft. Die Elektronik, die beide Elemente verbindet, misst den Zeitraum Δt zwischen dem Aussenden und dem Empfangen. Daraus lässt sich die Distanz des Hindernisses berechnen.

Entscheidend für die Verwendung in Drohnen ist dabei vor allem, dass die Impulse so kurz wie möglich sind, damit die Fluggeräte auch auf Objekte reagieren können, die plötzlich in nächster Nähe auftauchen. Inzwischen gibt es PLDs mit Impulsdauern von wenigen Nanosekunden. Selbstverständlich müssen auch Elektronik und Software in der Lage sein, diese kurzen Signale zu verarbeiten.

Beispielrechnung

Angenommen, ein Lichtimpuls wird nach $\Delta t = 500$ ns empfangen. Das Hindernis steht in der Distanz d , die gemessene Zeit bezieht sich auf den Hin- und Rückweg des Lichts, also auf $2 \cdot d$.

Die Entfernung lässt sich mit folgenden Näherungswerten im Kopf ausrechnen:

- Lichtgeschwindigkeit $c = 300.000.000$ m/s = $3 \cdot 10^8$ m/s (reell: 299.792.458 m/s)
- Brechungsindex $n = 1$ (in Luft reell: 1,000292)

Es gilt die Gleichung:

- $\Delta t = 2 \cdot d \cdot n / c = 500$ ns = $5 \cdot 10^{-7}$ s
- $d = 0,5 \cdot (c \cdot \Delta t) / n$
- Der Abstand berechnet sich zu:
 $d = 0,5 \cdot (3 \cdot 10^8$ m/s $\cdot 5 \cdot 10^{-7}$ s) / 1
- $d = 0,5 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 10^1$ m
- $d = 75$ m

Diese kleine Rechnung zeigt eindrucksvoll, welche kleinen Zeitabstände für Messungen in kurzen Entfernungen benötigt werden.

