

FLYNEX

53.544493, 9.993036



GEODATEN FÜR DEN DROHNENMARKT

PROFESSIONELLE GEODATENLÖSUNGEN
ZUR ABBILDUNG BODENGEBUNDENER
STRUKTUREN IM UNTEREN LUFTRAUM

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zeitalter der Digitalisierung und Industrie 4.0 sind Daten der Schlüssel zum Erfolg. Das gilt auch für das Drohnenbusiness, um die komplexen rechtlichen Vorschriften hierfür greifbar zu machen. Die zu beachtenden Auflagen weisen alle einen klaren Raumbezug auf und lassen sich daher in Form von Geodaten abbilden. Was Geodaten genau sind und welche Relevanz sie für den Drohnenmarkt konkret besitzen, wird zu Beginn dieses Whitepapers behandelt.

Das Problem, das hier gelöst wird, besteht in der Beschaffung, Erzeugung und Bereitstellung solcher Geodaten. Erst dadurch können aus ihnen wichtige Erkenntnisse gewonnen und qualifizierte Entscheidungen zur Machbarkeit und Durchführung von Drohnenprojekten getroffen werden. Der vielschichtige Prozess von der Datenakquise über die aufwendige Aufbereitung und Verarbeitung bis hin zur Bereitstellung für Kunden in Form von Geodiensten wird in diesem Whitepaper im Detail erläutert.

Das dritte Kapitel befasst sich anhand mehrerer Beispiele mit den vielfältigen, praktischen Einsatzmöglichkeiten der Geodaten in verschiedenen Branchen. Vor dem Hintergrund der EU-Verordnung werden zum Abschluss des Papers ergänzend zu den vorgestellten Geodiensten kurz Alternativen der Geodatenbereitstellung vorgestellt, um noch flexibler auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Organisationen eingehen zu können.

INHALT

Zusammenfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
Glossar.....	4
1. EINLEITUNG	5
2. GEODATENLÖSUNGEN	6
2.1 Was sind Geodaten?	6
2.2 Relevanz für den Drohnenmarkt	7
2.3 Datenquellen für Deutschland	8
2.4 Dateninhalt.....	10
2.5 Datenaufbereitung.....	12
2.6 Datenverarbeitung.....	14
2.7 Bereitstellung von Geodaten	15
2.8 Was sind Geodienste?.....	17
2.9 Vorteile von Geodiensten	20
3. GEODATEN IM EINSATZ	21
3.1 Geoinformationssysteme in der Energiebranche	22
3.2 Software für Drohnenmanagementsysteme.....	23
3.3 Navigationssoftware	23
3.4 Geodaten für UTM Service Provider	24
4. FAZIT	25
5. AUSBLICK	26
6. REFERENZEN	27

GLOSSAR

- GIS** Geoinformationssystem(e), Geographische Informationssysteme
- OGC** Open Geospatial Consortium
- OSM** OpenStreetMap
- PNG** Portable Network Graphics
- TIFF** Tagged Image File Format
- UAS** Unmanned Aerial System
- UAV** Unmanned Aerial Vehicle
- URL** Uniform Resource Locator
- UTM** UAS Traffic Management
- WFS** Web Feature Service
- WMS** Web Map Service
- WMTS** Web Map Tile Service
- XML** Extensible Markup Language



1. EINLEITUNG

Der Drohnenmarkt entwickelt sich rasant. Schon lange sind UAV (Unmanned Aerial Vehicles) nicht mehr nur für Militär und Hobbypiloten interessant. Drohnentechnologie ist ihrem Nischendasein entwachsen und der Markt für kommerzielle, zivile Drohnenanwendungen entwickelt sich extrem dynamisch. Dass der Einsatz von UAS (Unmanned Aerial Systems) in einigen Wirtschaftszweigen, wie der Logistik, dem Bauwesen, der Landwirtschaft, dem Medien- und Unterhaltungssektor oder der Energiebranche, revolutionäre Veränderungen mit sich bringen wird, ist kein Geheimnis. Dem immensen Wachstumspotenzial des Drohnenmarktes und insbesondere drohnenbasierter Dienstleistungen können jedoch rechtliche Limitierungen entgegenstehen.

Beim Einsatz von UAS ist eine Vielzahl von Vorgaben zu beachten. Daher muss bekannt sein, welche Gebiete von welchen Auflagen betroffen sind. Diese Bedingung klingt trivial, bedeutet allerdings hohe Anforderungen in jeglichen Bereichen wie Flugplanung, Genehmigungsverfahren, Navigation oder Projektmanagement.

Auflagen, wie beispielsweise Betriebsverbote, sind immer an die konkrete Ausdehnung einer Fläche (bzw. eines 3D-Raumes) in der realen Welt gekoppelt. Woher diese Informationen kommen und wie sich die jeweiligen Räume digital darstellen lassen, stellt nicht nur den Drohnenmarkt vor große Herausforderungen.

Demnach ist nicht nur im Themenfeld der Drohnenanwendungen immer wieder die Frage nach dem Wo zu beantworten. Dies ist zugleich die grundlegende Fragestellung der Geographie bzw. der Geoinformation. Im Zeitalter der Digitalisierung bilden zur Beantwortung auch hier Daten die Grundlage – genauer gesagt Geodaten.



2. GEODATENLÖSUNGEN

In beinahe allen Branchen sind immer wieder raumbezogene (locationbased) Entscheidungen zu treffen. Mithilfe von professionellen, digitalen Geodatenlösungen sollen räumliche Fragestellungen im Unternehmenskontext, so auch im Drohnenmarkt, unter Nutzung neuester Technologien beantwortet werden können.

Aber was sind Geodaten überhaupt? Woher kommen sie? Wie müssen sie aufbereitet und verarbeitet werden, um schließlich als innovative Geodatenlösung zur Verfügung gestellt werden zu können? Und in welcher Form und zu welchen Zwecken können diese Daten dann in der Praxis eingesetzt werden? Alle diese Fragen sollen in den folgenden Abschnitten beantwortet werden.

2.1 WAS SIND GEODATEN?

Ganz einfach gesagt: **Geodaten** sind Daten mit Raumbezug¹. Den Daten kann also eine räumliche Lage in Form von Koordinaten zugeordnet werden. Im heutigen Kontext sind damit so gut wie immer digitale, also eine computerlesbare Form von geographischen Daten gemeint. Geodaten bestehen zum einen aus der Geometrie (z. B. einer bestimmten Fläche in Deutschland), die durch eine Kombination von Koordinaten ausgedrückt wird. Zum anderen zählen Sachinformationen (z. B. diese Fläche ist ein „Wald“ und der Name des Waldes ist „Spreewald“) dazu. Erst diese Sachinformationen, die sogenannten Attribute, machen die Geometrien für räumliche Analysen (z. B. Wo in Deutschland befindet sich der Spreewald und wie groß ist er?) nutzbar.

¹ESRI (2016)

INFO | GEODATEN UND METADATEN

Geodaten sind Daten mit Bezug zu einem geographischen Ort oder Gebiet. Sie setzen sich aus einer Geometrie und dazugehörigen Sachinformationen (Attributen) zusammen.

Metadaten enthalten beschreibende Informationen zu den Geodaten.

Weiterhin wichtig sind sogenannte **Metadaten**². Dabei handelt es sich um Daten über Daten. Diese beschreibenden Informationen können etwa Angaben zur Aktualität, zum Erfasser oder zum Koordinatensystem enthalten. Sie sind besonders wichtig, um einschätzen zu können, ob sich bestimmte Datensätze für eine jeweilige Fragestellung überhaupt eignen. Möchte man beispielsweise wissen, welches der aktuell flächenmäßig größte Verkehrsflughafen in Deutschland ist, eignet sich ein zehn Jahre alter Datensatz dafür schlecht.

Geodaten dienen in unterschiedlichsten Bereichen als Entscheidungsgrundlage. Warum sie auch für den Drohnenmarkt maßgeblich sind, wird nachfolgend erläutert.

2.2 RELEVANZ FÜR DEN DROHNENMARKT

Nicht erst seit dem Inkrafttreten der **Drohnenverordnung**³ von 2017 gilt es beim Drohnenflug in Deutschland viele verschiedene Räume mit Auflagen zu beachten. Dazu gehören unter anderem Kontrollzonen von Flugplätzen, Industrieanlagen, Verfassungsorgane, Naturschutzgebiete, Wohngrundstücke, Menschenansammlungen, Krankenhäuser oder Einsatzorte der Polizei und Rettungskräfte. Bei den in der Verordnung beschriebenen Auflagen handelt es sich jedoch um reine Textinformationen. Die Schwierigkeit besteht darin, diese Informationen für Interessierte und Betroffene nutzbar zu machen. Da all diese Zonen einen klaren Raumbezug haben, handelt es sich hierbei um Geodaten.

²Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2017)

³BMVI (2017)

Geodaten nutzbar zu machen, heißt in erster Linie, sie sichtbar zu machen.

Wenn man gar nicht weiß, wo und wie weit entfernt sich der nächste Flugplatz befindet, läuft man schnell Gefahr, Vorschriften zu verletzen. Die drastisch gestiegene Drohnenanzahl in Deutschland führt daher oft aus Unwissenheit auch zu vermehrten Missbrauchsfällen. Es stellt sich somit die Frage: Woher bekommt man die zu den Textinformationen gehörigen Geodaten? Damit einher gehen auch Fragen nach der Aktualität und Qualität dieser Daten. Geodaten können immer nur ein momentanes Abbild der realen Welt sein. Da sich diese ständig verändert, sind die Daten streng genommen sofort nach dem Moment ihrer Aufnahme bereits veraltet.

Um dennoch valide Aussagen darüber treffen zu können, wo sich zu beachtende Flächen und Objekte befinden, müssen die bestmöglich geeigneten Daten aus verlässlichen Quellen dafür identifiziert, extrahiert und verarbeitet werden.

2.3 DATENQUELLEN FÜR DEUTSCHLAND

Zur Entwicklung eigener Geodatenlösungen gehört in einem der ersten Schritte die Datenakquise. Das Thema der Geodaten und ihrer Quellen in Deutschland stellt einen komplexen Sachverhalt dar. Grundsätzlich ist zwischen amtlichen und nicht amtlichen Geodaten zu unterscheiden.

Amtliche Daten haben den Vorteil, dass sie zum Zeitpunkt ihrer Erfassung valide und zuverlässig sind und ein hohes Niveau in Bezug auf einheitliche Erfassungskriterien innerhalb eines Datensatzes garantieren. Zu den Nachteilen gehört neben den teils langen Updatezyklen, dass diese Datensätze in einem Land wie Deutschland mit seinem föderalistischen System von unterschiedlichsten Behörden erhoben werden. Das kann dazu führen, dass einige Geodaten in manchen Bundesländern erfasst werden, in anderen nicht. Es gibt also kaum einheitlich erfasste, ganz Deutschland abdeckende Datensätze. In manchen Themengebieten verteilt sich die administrative Zuständigkeit für die Erfassung von Geodaten bis auf Gemeinde- bzw. Kommunenebene. Auch das kann zu Heterogenität und Datenlücken führen.

Die Datenheterogenität ist bei nicht amtlichen Daten oft ein noch größeres Problem. Das wohl bekannteste Projekt freier, nicht amtlicher Geodatenerfassung ist **OpenStreetMap**⁴ (OSM). Die Crowdsourcing Methode beinhaltet, dass jeder Freiwillige weltweit zum Projekt beitragen kann. Das führt zu einer sehr flexiblen Geodatensammlung, die im Gegensatz zu amtlichen Geodaten keinen festen Updatezyklen unterliegt. Änderungen der realen Welt werden daher oft schneller in den Daten sichtbar. Ein weiterer großer Vorteil solcher Daten ist die freie Verwendbarkeit. Zwar sind auch hier Vorgaben zu beachten, jedoch muss für die Daten nicht gezahlt und sie dürfen in jeglicher Art und Weise genutzt und verarbeitet werden. Allerdings gibt es keine Garantie für Qualität und Aktualität der Daten und auch einheitliche Erfassungskriterien sind bei einem solchen Projekt faktisch unmöglich umzusetzen.



Eine Datenquelle im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung zu validieren ist daher immer mit erheblichem Aufwand verbunden. Das gilt unabhängig davon, ob es sich um eine amtliche oder eine nicht amtliche Quelle handelt. In der Regel werden ein Vielfaches an Sekundärquellen benötigt, um Sachverhalte eindeutig zu klären und Fehler oder Lücken in Datensätzen zu identifizieren und gegebenenfalls zu beheben.

Welche Qualität und somit Eignung Geodaten für einen bestimmten Anwendungsfall aufweisen, lässt sich unter Zuhilfenahme verschiedener **Qualitätsmerkmale**⁵ überprüfen. Dazu gehören je nach Definition zum Beispiel die Vollständigkeit, die Aktualität, die geometrische Genauigkeit, die Genauigkeit der Sachinformationen und die logische Konsistenz der Geodaten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Nutzung von Geodaten ist die Lizenzfrage. Hierbei geht es darum, wer welche Rechte an den Daten hat und wie diese verwendet werden dürfen. Die möglichen Lizenzmodelle dabei sind vielfältig. Freie Geodaten bieten beinahe unbegrenzte und meist kostenfreie Einsatzmöglichkeiten. Andere Geodaten können Lizenzen mit ganz klaren Auflagen zur Verwendung und Regelungen zu Nutzungsentgelten unterliegen.

⁴OSM (2018)

⁵GDI-NI (o.D.)

FlyNex verwendet selbst weit mehr als 180 Datenquellen. Dazu gehören neben amtlichen auch nicht amtliche Datenquellen, die zu Validierungszwecken eingesetzt werden.

Die reine Recherche von verfügbaren Daten ist eine wichtige und oft auch mühsame Aufgabe. Sie ist jedoch nur einer der ersten Schritte auf dem Weg zu einer professionellen Geodatenlösung. Im Folgenden wird erläutert, welche inhaltlichen Anforderungen an die Daten zu stellen sind und wie diese aufbereitet und verarbeitet werden müssen.

2.4 DATENINHALT

Welche Sachinhalte Geodaten widerspiegeln müssen, richtet sich in erster Linie nach der primär zu beantwortenden Fragestellung. Neben der Identifizierung von relevanten Inhalten ist es jedoch ebenso wichtig, Überflüssiges zu eliminieren. Das gilt nicht nur für die Auswahl der einzelnen Objektkategorien, sondern auch für die darin enthaltenen Attribute. Beispiel: Wenn die Fragestellung lautet „Wieviel kleiner als der Schwarzwald ist der Spreewald?“, ist die Anzahl der darin lebenden Tierarten dafür irrelevant. Überflüssige Attribute können zu einer unnötig großen Datenmenge führen, die schwer zu verwalten ist.



Ableiten von Daten von aus Texten

Im Fall der von drohnenflugspezifischen Auflagen betroffenen Gebiete ergibt sich der erforderliche Dateninhalt aus den rechtlich geltenden Vorschriften, die in Textform vorliegen. Eine bereits in [Abschnitt 2.3](#) beschriebene Schwierigkeit liegt darin, dass die zugehörigen Geodaten aus vielen verschiedenen Quellen recherchiert, akquiriert und zusammengeführt werden müssen. Außerdem besteht die Notwendigkeit, diese Daten immer so aktuell und valide wie möglich zu halten, womit ein sehr hoher administrativer Aufwand verbunden ist.

Eine weitere Herausforderung besteht in der oftmals notwendigen Interpretation der Verordnungstexte. Nicht immer sind die benötigten Geodaten explizit benannt. Zu den benötigten Geodaten gehören zum Beispiel Naturschutzgebiete, Energieanlagen,

unterschiedlichste Lufträume, wie Luftsperrgebiete, oder Siedlungs- und Infrastrukturdaten, die laut Verordnung explizit oder implizit relevant sind. Explizit benannt und deshalb benötigt werden beispielsweise Bundesfernstraßen, wobei auch das ein Sammelbegriff für mehrere Straßentypen ist. Implizit relevante Daten können zum Beispiel Schulen sein. Dies ergibt sich indirekt aus dem vorgeschriebenen Abstand zu Menschenansammlungen. Die Ableitung und Integration von Daten, die nicht direkt benannt werden, aber dennoch für die Beantwortung der Fragestellung notwendig sind, macht eine solche Datensammlung besonders wertvoll.

Das Problem: Weder bei Behörden noch an anderer Stelle war eine Datensammlung vorhanden, die alle benötigten Geodaten in ausreichender Qualität und für den Drohnenmarkt aufbereitet enthält. Aus diesem Grund entschied sich FlyNex dazu, einen eigenen Datenbestand aufzubauen. Dieser umfasst, abgesehen von den einzelnen Objektklassen (Autobahnen, Naturschutzgebiete, Luftsperrgebiete, Bahnstrecken etc.), auch daraus abgeleitete Flächen, welche die vorgeschriebenen Abstände dazu beinhalten (z. B. 100 m um Autobahnen). Aktuell deckt dieser sehr umfangreiche Datenbestand ganz Deutschland ab. Relevante Daten werden dabei aus einer inzwischen mehr als 50 Gigabyte großen und fortlaufend wachsenden Datensammlung extrahiert und abgeleitet.



Zusammensetzung einer Karte

Kein Bestandteil dieser Datensätze sind sogenannte Basiskarten (Basemaps). Solche Karten dienen als reine Hintergrundinformation für die zu präsentierenden Fachdaten. Dazu gehören je nach Kontext unter anderem folgende Inhalte: Gewässer, Landflächen, Straßen, Gebäude, Grenzen, Ortsnamen, Satellitenbilder. Basiskarten können von verschiedensten Anbietern teilweise frei und im Design anpassbar bezogen werden, sofern sie nicht bereits vorhanden sind.

Nachdem die benötigten Inhalte sorgfältig definiert und die Daten akquiriert sind, folgt im nächsten Schritt eine umfassende Datenaufbereitung. Ziel ist es, die Fülle an gesammelten Daten im Hinblick auf das Themenfeld Drohnenflug überhaupt erst nutzbar zu machen.

2.5 DATENAUFBEREITUNG

Im Anschluss an die Datenakquise müssen die vorliegenden Geodaten dem speziellen Zweck entsprechend aufbereitet werden. Dies ist für bestmögliche Ergebnisse in einem komplexen, mehrschichtigen Prozess zu realisieren.

Das oftmals sehr zeitaufwendige **Validieren der Daten** (s. [Abschnitt 2.3](#)) erfolgt parallel zum Filtern nach den tatsächlich **benötigten Inhalten** (s. [Abschnitt 2.4](#)). Die Herausforderung besteht darin, durch Interpretation aus den für Drohnenflüge geltenden Vorschriften die richtigen Schlüsse für die Datenaufbereitung zu ziehen.

Es ist beispielsweise nicht ausreichend zu wissen, wo sich eine Windenergieanlage befindet, wenn aufgrund der Geodaten nicht explizit ersichtlich wird, welcher Abstand dazu einzuhalten ist. Im Anschluss an die Validierung der Ausgangsdaten und die Extrahierung der relevanten Inhalte sind somit sowohl umfangreiche semantische als auch geometrische Veränderungen an den Daten vorzunehmen. Für dieses Filtern und Verändern der Daten kommen unter anderem Geoinformationssysteme (**GIS**) zum Einsatz.

INFO | GIS

Geoinformationssysteme (GIS) dienen der Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von **Geodaten** (s. [Abschnitt 2.1](#)). Mit ihrer Hilfe können räumliche Zusammenhänge erkannt und sichtbar gemacht werden. Das zentrale Element in einem GIS sind die Daten. Geometrische Daten werden mit tabellarischen Daten, den Attributen, kombiniert. Daraus ergibt sich ein effektives Problemlösungswerkzeug. Nutzer können durch interaktive Abfragen räumliche Informationen in Karten analysieren, verändern und präsentieren.

Daten werden in einem GIS in Form von sogenannten Layern gruppiert. Ein Layer beinhaltet typischerweise eine Objektklasse (z. B. „Gewässer“). Layer können, ähnlich dem Prinzip von teiltransparenten Folien auf einem Overheadprojektor, beliebig überlagert und so digital und interaktiv in logische Zusammenhänge gebracht werden.

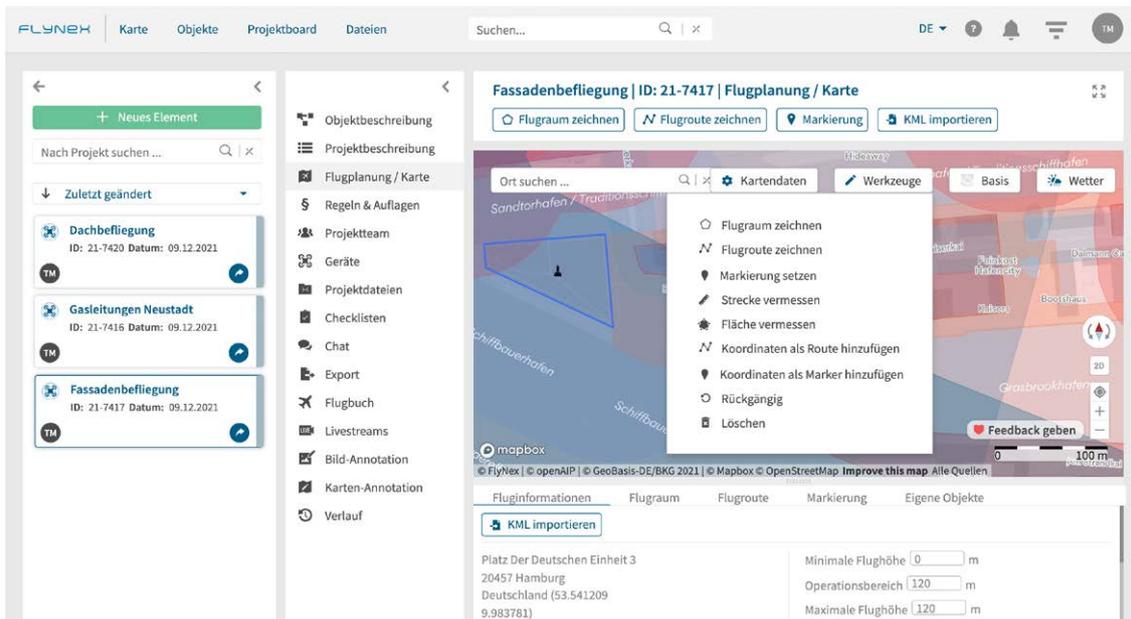
Jeder Layer steht durch Koordinaten im Bezug zu seiner realen Verortung auf der Erde oder in einem relativen Bezug zu den anderen Layern innerhalb eines GIS. GIS helfen dabei, räumliche Muster und Trends zu erkennen und zu verstehen. Auf dieser Basis können wichtige Entscheidungsprozesse unterstützt werden. Wert und Nutzen von Geoinformationen erhöhen sich durch die Möglichkeiten der räumlichen Analysen sowie der einfach verständlichen und effektiven Präsentation.

Das Ergebnis des GIS-gestützten Aufbereitungsprozesses sind offizielle (amtliche), validierte und zur Beantwortung der jeweiligen Fragestellungen (z. B. Wo sind Flughäfen und in welchen Bereichen darf ich aufgrund der Nähe dazu mit einer Drohne nicht aufsteigen?) geeignete Geodaten.

Die Aufbereitung führt im Ergebnis zur Entstehung ganz neuer Datensätze, die es in der Form und Fülle vorher nicht gegeben hat.

Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, die aufbereiteten Daten möglichst aktuell zu halten und je nach Änderung der rechtlichen Vorschriften anzupassen. Ersteres bedeutet, dass die Aufbereitung theoretisch mindestens im Zyklus der amtlichen Datenerfassung zu erfolgen hat. Da solche Zyklen jedoch im Vergleich zur benötigten Aktualität für Drohnenanwendungen zu lange dauern können, wird angestrebt, die Daten ständig zu überprüfen und zu optimieren. Weil sich nicht nur die reale Welt und die damit einhergehenden Geodaten, sondern auch die rechtlichen Vorgaben ändern können, sind stets auch neue Datenquellen auf ihre mögliche zukünftige Relevanz zu überprüfen. Im Änderungsfall kann so schnell agiert werden, um neue Aspekte zu integrieren.

Die Gesamtheit und Vielfältigkeit der Datenanforderungen bedeuten sowohl einen hohen zeitlichen Aufwand als auch ein hohes Niveau im Hinblick auf das technische und inhaltliche Know-how, um bestmögliche Ergebnisse zu generieren. Um die aufbereiteten Daten für Kunden nutzbar zu machen, verarbeitet sie FlyNex sinnvoll weiter.



Das GIS der FlyNex Plattform

2.6 DATENVERARBEITUNG

Nachdem die benötigten Geodaten zielführend aufbereitet wurden, sind sie in geeigneter Form zunächst für eigene Anwendungen bereitzustellen. Voraussetzung hierfür ist die sinnvolle Speicherung der Daten in Datenbanken. Darin werden neben der eigentlichen Geometrie, die durch eine Kombination aus Koordinaten definiert ist, auch die **Attribute** (s. [Abschnitt 2.1](#)) gespeichert. Dadurch werden effiziente Abfragen der Daten basierend auf ihrer Lage im Raum ermöglicht. Solche schnellen, präzisen und ergebnisorientierten Abfragen sind entscheidend dafür, dass sich Fragen wie: „Welche Auflagen muss ich als Drohnenpilot an meinem derzeitigen Standort beachten?“ beantworten lassen. Es reicht somit nicht aus zu wissen, dass an einem Ort Auflagen gelten. Aufgrund der Daten und ihrer Einbindung in Softwaresysteme muss es auch möglich sein, deren Art, Anzahl und Ausdehnung zu extrahieren.

Zusätzlich zur effektiven Speicherung und Abfragbarkeit ist auch die visuelle Präsentation ein entscheidender Faktor für den erfolgreichen Einsatz von Geodaten. Eine Darstellung sollte interaktiv und in Kombination mit geeigneten Basiskarten erfolgen, die die Orientierung des Nutzers unterstützen, ohne die eigentliche Aussage zu verfälschen. Hierbei ist zu entscheiden, welche Informationen in welcher Darstellungsart für den Großteil der Nutzer hilfreich und sinnvoll sind. Farblich unterscheidbare Auflagen vor einer Satelliten-Basiskarte eignen sich in den meisten

Fällen beispielsweise besser für einen Drohnenpiloten und dessen Fragestellungen als einfarbige, nicht unterscheidbare Auflagenflächen vor einer knallig bunten Hintergrundkarte, die von den eigentlichen Daten ablenkt.

Die aufwendig gesammelten und **aufbereiteten** (s. **Abschnitt 2.1 und 2.5**) Geodaten ermöglichen in Kombination mit ihrer zielführenden Speicherung in abfragbaren Datenbanken und der Darstellung in interaktiven Webanwendungen oder **GIS-Systemen** (s. **Abschnitt 2.5**) verschiedenste räumliche Analysen. Dieser Nutzen beschränkt sich nicht nur auf den Kontext von Drohnenanwendungen.

Damit auch Kunden mit eigenen, bestehenden Anwendungen oder Systemen von der Fülle der komplex aufbereiteten Daten profitieren können, gilt es Möglichkeiten der externen Bereitstellung zu evaluieren. Eine einfache, aber im seltensten Fall zielführende Option, ist das Verfügbarmachen über physische Datenträger. Nicht zielführend ist dies meist deshalb, da es sich um sehr große Datenmengen handelt und Änderungen der Daten nur sehr verzögert und umständlich übermittelt werden können. Die Datenbereitstellung muss demnach so erfolgen, dass vielen Kunden professionelle und zukunftsorientierte Geodatenlösungen zur Integration in eigene Systeme zur Verfügung gestellt werden können.

2.7 BEREITSTELLUNG VON GEODATEN

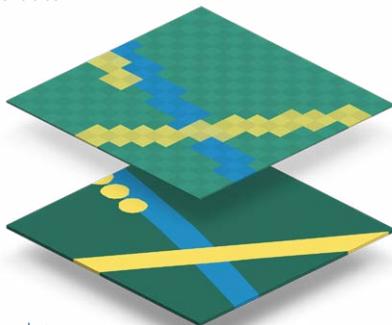
Eine Bereitstellung von Daten im Allgemeinen und Geodaten im Speziellen kann auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen. Ein hoher Anspruch an eine professionelle Lösung besteht besonders hinsichtlich Updatemöglichkeiten und Interoperabilität. Letzteres bedeutet, dass die Daten in einer Art und Weise übermittelt werden müssen, die eine unkomplizierte Nutzung und Weiterverarbeitung über Systemgrenzen hinweg ermöglicht.

Um beide Anforderungen bestmöglich zu erfüllen, bietet sich eine Bereitstellung der Geodaten in einem standardisierten Format innerhalb einer Client-Server-Struktur an. Standards in diesem Bereich werden vom international agierenden **Open Geospatial Consortium** (OGC)⁶ entwickelt. Diese gemeinnützige Organisation erarbeitet seit 1994 frei verfügbare Standards und Spezifikationen, um die Verteilung von Geodaten weltweit zu verbessern.

⁶The Open Geospatial Consortium

Auch wenn die Standards der Datenformate für jeden frei nutzbar sind, unterliegen die Geodaten selbst oft komplexen Lizenzmodellen. Unter bestimmten Bedingungen werden dabei einem Nutzer oder einer Nutzergruppe spezifische Nutzungsrechte an den Daten eingeräumt. Diese Lizenzen müssen dabei ganz klar und widerspruchsfrei formuliert sein, damit die Daten unter Wahrung der Rechte und Pflichten der Bereitsteller sowie jenen der Nutzer effektiv Verwendung finden können.

Rasterdaten



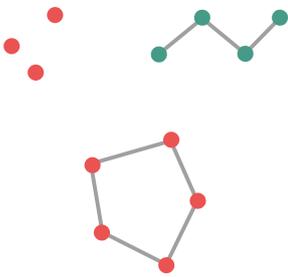
Vektordaten

Bei den Standards des OGC, die auch in der FlyNex Plattform Anwendung finden, handelt es sich um sogenannte Geodienste, die im folgenden Abschnitt näher behandelt werden. Hierbei unterscheidet man zwischen Darstellungs- und Downloaddiensten. Zum Verständnis ist dabei Hintergrundwissen über eine grundsätzliche Unterscheidung von Geodaten in Raster- und Vektordaten notwendig.

Rasterdaten bestehen in ihrer einfachsten Form aus einzelnen, gleich großen, quadratischen Bildelementen, die gleichmäßig in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Ein einzelnes Bildelement wird als Pixel bezeichnet. Jedes Pixel enthält dabei einen bestimmten Wert, der eine konkrete Information darstellt. Im Kontext von Geoinformationen sind die Pixel in Bezug auf ihre tatsächliche Lage im Raum über Koordinaten verortet. Das Bild einer Karte entsteht, indem die enthaltenen Informationswerte mit einer Farbe versehen werden. Bei solchen Informationen kann es sich dann beispielsweise um Temperaturmesswerte oder Höhenangaben handeln. Auch der Farbwert selbst kann die enthaltene Information sein. Dies ist beispielsweise bei Satellitenbildern der Fall.

Rasterdaten sind besonders für die Darstellung von Phänomenen geeignet, die sich kontinuierlich im Raum verteilen. Das gilt zum Beispiel für Schadstoffbelastungen.

Vektordaten bestehen aus geometrischen Kombinationen von Koordinatenpaaren (x, y) , die jeweils einen (Stütz-)Punkt ergeben. Solche Punkte können bereits ein Geoobjekt in einem GIS repräsentieren. Mehrere Stützpunkte, die in einer



Grundprimitive von Vektorgrafiken

bestimmten Reihenfolge verbunden sind, ergeben Linienobjekte. Aus geschlossenen Linien können wiederum Polygone entstehen. Punkte, Linien und Polygone sind somit die drei Grundprimitive, mit denen Objekte der realen Welt abgebildet werden können. Im Gegensatz zu Rasterdaten ist die Klarheit der Darstellung von Vektorobjekten nicht von der Zoomstufe abhängig.

Auch **Geodienste**⁷ übermitteln Daten entweder im Vektor- oder Rasterformat. In welcher dieser Arten die Daten dabei ursprünglich gespeichert sind, spielt dabei nur bedingt eine Rolle. Auch Vektordaten können in Form von Kartenbildern als Rasterdaten übermittelt werden. Welches Datenformat benötigt wird, hängt vom jeweils angestrebten Verwendungszweck ab. Was Geodienste eigentlich sind, und wie die Datenübertragung durch sie realisiert wird, soll im Folgenden erläutert werden.

2.8 WAS SIND GEODIENSTE?

INFO | GEODIENSTE

Bei Geodiensten, auch als OGC Webservices oder Geodatendienste bezeichnet, handelt es sich um standardisierte Webservices, mit denen Geodaten über das Internet interoperabel zugänglich gemacht werden können. Hierbei findet das Client-Server-Modell Anwendung.

Die Daten selbst liegen dabei oft in einer lokalen Datenbank und werden über einen Server, z. B. **GeoServer**⁸, bereitgestellt. Über eine Adresse im Internet (URL) ist der Dienst dann erreichbar. Dafür stellt ein Nutzer mit einem Client unter Angabe verschiedener Parameter eine Anfrage an den Service und kann dabei in der Folge die Daten erhalten. Bei den benötigten Parametern kann es sich unter anderem um die auszuführende Operation, die Version des Dienstes, den Kartenausschnitt, das gewünschte Datenformat, abzufragende Layer oder das benötigte Koordinatensystem handeln. Schnittstellen für die Nutzung von Geodiensten können Browser, spezielle Webapplikationen oder lokal installierte GIS sein.

⁷GDI-DE(2015)

⁸Geoserver(2014)

Eine einfache Unterteilung von Geodiensten kann in Darstellungs- und Downloaddienste erfolgen.



Bereitstellung von Geodaten mithilfe von Geodiensten

Bei Darstellungsdiensten werden Geodaten in Form von georeferenzierten Bildern übertragen. Der bekannteste OGC-konforme Geodienst hierfür ist der sogenannte Web Map Service (WMS). Die Geodaten, die in Vektor- oder Rasterformaten vorliegen können, werden in ein Rasterbildformat, wie TIFF oder PNG, umgewandelt und georeferenziert bereitgestellt. Erfolgt die Darstellung dieser Bilder über eine Schnittstelle mit graphischer Nutzeroberfläche, z. B. in einem Geoportal oder einem GIS, ist oft kein detailliertes Wissen zur technischen Funktionsweise des Services notwendig. Dennoch sollen hier für ein besseres Verständnis die Grundoperationen des WMS-Standards vorgestellt werden.

INFO | WMS UND WFS

WMS ist ein Webservice, der Geodaten in Form von Rasterbildern zur Verfügung stellt. **WFS** ist ein Webservice, der Geodaten im Vektorformat bereitstellt.

Im Regelfall stellt der Client zuerst eine GetCapabilities-Anfrage an den Dienst. Als Antwort liefert dieser meist ein XML-Dokument, in dem wichtige Metadaten zum Service übermittelt werden. Darin sind unter anderem Informationen zu den verfügbaren Geodaten, dem Herausgeber, den Ausgabeformaten oder den verfügbaren Koordinatensystemen enthalten. Der Client fordert die eigentlichen Kartendaten über die GetMap-Operation an. In dieser Anfrage müssen verschiedene Parameter definiert werden, damit der Server die benötigten Daten in gewünschter Art und Weise liefern kann. Dazu können der Kartenausschnitt, das Koordinatensystem, das Bildformat, die Bildgröße oder die verlangten Layer gehören. Zusätzlich können mit der GetFeature-Info-Operation Attribute zu einzelnen Objekten in den Geodaten abgefragt werden.

Eine Abwandlung dieses Standards ist der Web Map Tile Service (WMTS). Hierbei werden die Bilddaten in Form von vorberechneten Kacheln übermittelt. Da diese Kacheln bereits auf dem Server vorbereitet und gespeichert sind, funktioniert das Abrufen der Daten oft sehr viel schneller als bei einem WMS. Die Kacheln, die zu sogenannten Tile Sets zusammengesetzt werden, müssen jedoch je Maßstabsebene und Koordinatensystem einzeln vorberechnet werden. Im Gegensatz zum WMS sind somit keine Spontantransformationen der Koordinaten in andere Koordinatensysteme möglich, da hierfür erst ein neuer Bilddatensatz auf dem Server berechnet werden müsste.

Im Gegensatz zu WMS bzw. WMTS steht als Downloaddienst der sogenannte Web Feature Service (WFS) zur Verfügung. Mit ihm werden im Gegensatz zu Darstellungsdiensten die eigentlichen Geobjekte übermittelt. Es handelt sich also nicht um reine Kartenbilder, sondern um Objektgeometrien mit zugehörigen Attributen. Ausgang für einen WFS sind somit immer Vektordaten. Der Client hat neben der reinen Visualisierung anhand der Daten auch die Möglichkeit, räumliche Abfragen und Analysen durchzuführen. Ganz einfach gesagt, kann der Nutzer eines WFS die Geodaten nicht nur sehen, sondern sie auch weiterverarbeiten. Im simpelsten Fall besitzt auch ein WFS drei Grundoperationen. Die GetCapabilities-Anfrage funktioniert dabei ähnlich wie bei einem WMS. Die DescribeFeatureType-Operation gibt per XML-Dokument Auskunft über Struktur und Eigenschaften der Vektordaten. Aufgrund einer GetFeature-Anfrage an den Server erhält der Client die eigentlichen Geobjekte mit ihren Attributen.

Zusammengefasst bedeutet das: Während ein WMS Geodaten als statische Kartenbilder übermittelt, kann per WFS auf die Daten selbst zugegriffen werden.

Ob Letzteres notwendig ist, hängt vom jeweiligen Anwendungsfall ab. Es gibt noch weitere Arten von Geodiensten. Im Zusammenhang der reinen Übertragung von Geodaten stellen WMS/WMTS und WFS jedoch die wichtigsten dar, weshalb sich hier auf ihre Vorstellung beschränkt wird. In diesem Kapitel wurden kurz technische Grundlagen von Geodiensten vermittelt. Nun stellt sich die Frage, wie die Nutzung solcher Dienste praktisch aussehen kann und welche Vorteile sie mit sich bringt.

2.9 VORTEILE VON GEODIENSTEN

Die Nutzung von Webservices geht im Vergleich zur Übermittlung von Daten auf physischen Datenträgern oder der Bereitstellung mittels Downloads mit entscheidenden Vorteilen einher.

- › Wartung, Datenpflege und Updates können komplett im Hintergrund ablaufen. Das macht die Datenübermittlung besonders schnell und flexibel.
- › Weil internationale Standards verwendet werden, sind die Geodaten einfach und interoperabel in eigene Systeme integrierbar.
- › Die Bereitstellung der Daten über eigene Geoserver ermöglicht das Angebot der Daten in unterschiedlichsten Koordinatensystemen. Fehleranfällige und oft mühsame Transformationen entfallen somit.
- › Da die oft sehr großen Geodatenbanken mit Hilfe einer Client-Server-Struktur angebunden werden, wird kaum eigener Speicherplatz benötigt.
- › Dank professioneller Rollen- und Rechtesysteme kann der Datenzugriff für jeden Kunden individuell angepasst werden. So wird jeweils nur das bereitgestellt, was auch tatsächlich benötigt wird. Sowohl die Anzahl der Zugänge zum Service als auch die Freigabe bestimmter Teilmengen der Daten lassen sich so kundenspezifisch einrichten.

Auf Änderungen rechtlicher Vorschriften und damit verbundenen Anpassungen in der Datenlage kann flexibel reagiert werden, ohne dass zusätzlicher Aufwand für den Kunden entsteht. Für Nutzer eines Geodienstes stehen immer technische Ansprechpartner sowie die Möglichkeit für kontinuierlichen Support bereit.

Mit Geodiensten können Geodaten schnell und hochflexibel übertragen werden. In Form einer einfachen URL und individuellen Anmeldedaten erhalten Nutzer speziell auf sie angepasste Zugänge zu den benötigten Daten in der gewünschten Art und Weise. Der folgende Abschnitt zeigt auf, was der Einsatz solcher Geodaten in der Praxis bringt, und wozu sie konkret beitragen können.



3. GEODATEN IM EINSATZ

Das vorangegangene Kapitel behandelt den komplexen Prozess der Entwicklung von Geodatenlösungen. Von der Datenakquise bis zur Bereitstellung der Geodaten werden dabei technische und inhaltliche Aspekte im Detail erläutert. Speziell im Kontext des Drohneneinsatzes aufbereitete Daten ermöglichen Kunden den Zugang zu Informationen, die es in der Form noch nicht gegeben hat. Damit werden das Entstehen und Verbessern von Geschäftstätigkeiten unter Verwendung neuester Technologien ermöglicht. Bestehende (GIS-)Applikationen, Services und Prozesse können angereichert werden, neue können entstehen. Die Bereitstellung geschieht mit dem langfristigen Ziel, die Grundlage für eine funktionale Luftrauminfrastruktur für alle zu schaffen.

Die Einsatzmöglichkeiten der Geodaten sind dabei vielfältig. Der Verwertbarkeit für unterschiedlichste Anwendungsfälle sind auch über das Drohnenbusiness hinaus so gut wie keine Grenzen gesetzt. Auf Grundlage der Geodaten oder aus ihnen abgeleiteten Erkenntnissen können neue Tools und Produkte entstehen. Die aufbereiteten Daten sind als Zusatzinformationen für die Präsentation eigener Daten nutzbar. Anhand der Geoinformationen lassen sich aber auch eigene Analysen zur Beantwortung räumlicher Fragestellungen durchführen.

Beispiele aus der Menge möglicher Use Cases für die Verwertung der vorgestellten Geodaten sind:

- Die Einbindung in bestehende Geoinformationssysteme in der Energiebranche
- Die Integration in operationelle Software für Drohnenmanagementsysteme
- Die Entwicklung von Navigationssoftware für Urban Air Mobility und Flugtaxis
- Das Schaffen einer einheitlichen, validen Informationslage für UTM Service Provider



3.1 GEOINFORMATIONSSYSTEME IN DER ENERGIEBRANCHE

Energieunternehmen arbeiten täglich mit Geoinformationssystemen. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und den Erfordernissen des Energiewirtschaftsgesetzes zu genügen, bilden die Systeme die Grundlage für die Bewirtschaftung der zu betreibenden Infrastruktur. In diesen Systemen werden die Netztopologie abgebildet und die Wartungs- und Instandhaltungszyklen gesteuert. Für die Netzdokumentation sind GIS fester Bestandteil der täglichen Arbeit. Durch den Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen können die Netzdokumentation effektiv verbessert und die Kosten reduziert werden. Der Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung kann durch die Datenkonsistenz von Drohnen schnell und zuverlässig unterstützt werden. Auch die Netz- und Bauplanung profitieren vom Einsatz der Technologie. Ein einheitliches Informationsmanagement im GIS bildet dabei den Schlüssel für kosteneffiziente Verfahren. Die Systeme sind für den Betrieb von unbemannten Luftfahrtgeräten noch nicht ausgelegt und beinhalten auch nicht die relevanten Luftrauminformationen, die durch die Netzinfrastruktur entstehen.

Um die GIS für den Einsatz von Drohnen zu erweitern, lassen sich die Geoinformationssysteme von FlyNex einfach anbinden. Auf Basis der bereits gepflegten Systeme wird die Informationslage in den Luftraum unter 150 m erweitert. Die Objekte, Auflagen und Räume werden sofort abgebildet. Der Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen wird dadurch ohne Medienbruch unterstützt. Etablierte Arbeitsweisen und Prozesse im Unternehmen müssen nicht verändert werden. Die Einbindung der Geoinformationen über die Luftraumstrukturen der Netzinfrastruktur befähigt Netzbetreiber und Energieunternehmen zur Bewirtschaftung mit unbemannten Luftfahrtsystemen.



3.2 SOFTWARE FÜR DROHNENMANAGEMENTSYSTEME

Bei Einsätzen und Aufstiegen mittels Drohnen handelt es sich um ein bodengebundenes Verfahren. Die Anwendungsfälle zur Datengenerierung sind zu über 90 % in Bodennähe unter 150 m verortet. Dabei unterliegen die Betreiber von unbemannten Luftfahrtsystemen einer großen Menge an Auflagen. Für die Flugplanung muss eine Vielzahl von Informationen gewonnen werden. Bestehende Auflagen und existierende Verbote gilt es zu prüfen. Ebenso sind örtliche Gegebenheiten und die Verhältnisse der Infrastruktur zur Kollisionsvermeidung zu berücksichtigen. Das gilt besonders, wenn Drohnen teilautomatisiert und dauerhaft in einem bestimmten Raum betrieben werden sollen. Zusätzliche Bedeutung erfahren dabei Flüge außerhalb der Sichtweite. Hier sind valide Luftraumkarten unerlässlich und rechtlich notwendig. Daher setzen große Unternehmen vermehrt auf die Installation von Drohnenmanagementsystemen, um die Aufstiege und Flüge zu planen und zu koordinieren. Mit den Geoinformationsdiensten von FlyNex lassen sich die dafür notwendigen Interfaces und Kartenmodule unmittelbar anbinden und damit die relevanten Geoinformationen abbilden. Eigene Flugplanungstools können auf dieser Basis entwickelt und automatisiert werden. Die Steuerer erhalten damit eine einfach zu bedienende Oberfläche samt aller notwendigen Informationen und Auflagen, die den sicheren Betrieb der Systeme kontrollierbar möglich machen.

3.3 NAVIGATIONSSOFTWARE

Um zukünftig den Betrieb von Lieferdrohnen oder Flugtaxis zu ermöglichen und Urban Air Mobility Konzepte im urbanen Raum zu realisieren, sind valide Geodaten unerlässlich. Mit den Geoinformationsdiensten von FlyNex wird nicht nur eine Geoawareness geschaffen, sondern ebenfalls die Entwicklungen von Geoguiding oder Routinglösungen ermöglicht.



Auf Basis der umfassenden Informationslage lässt sich der Ansatz von navigatorischer Software im Luftraum unter 150 m realisieren. Erst das führt dazu, dass unbemannte Luftfahrtsysteme und Flugtaxi automatisiert von A nach B fliegen können. Basierend auf Geoinformationen lassen sich Routingalgorithmen im dreidimensionalen Raum abbilden, welche relevante Objekte und Auflagen berücksichtigen. Aus dem Routing sind demnach auch 4D-Trajektorien abzuleiten, die die geplanten Flugrouten abbilden. Dabei sind sowohl die bestehende Infrastruktur als auch die daraus resultierenden Lufträume Objekte, die maßgeblich die Flugroute beeinflussen. Die Geoinformationen dienen dabei als Grundlage, um objektbasierte, skalierbare Navigationsalgorithmen für verschiedene Luftfahrzeuge in den unteren Lufträumen abbilden zu können.

3.4 GEODATEN FÜR UTM SERVICE PROVIDER

Insbesondere UTM Service Provider sind auf die Verarbeitung von validen Geodaten angewiesen. Diese bilden die Basis für eine einheitliche Informationslage der entstehenden Räume samt Auflagen im Luftraum unter 150 m. Darauf können verschiedene UTM Services aufgebaut werden. 97 % der Auflagen resultieren aus bodengebundener Infrastruktur. Das einheitliche Lagebild durch amtliche, valide und gültige Geodaten beinhaltet neu entstehenden Objekte, die rechtlich zwingend zu berücksichtigend sind. Mit den dazugehörigen Metainformationen lassen sich die relevanten Geoinformationen abbilden.

So werden Flugplanung, strategische Konfliktvermeidung und Geofencing erst möglich. Die Luftraumkarten, welche als Interface für die UTM Services verwendet werden, müssen die Luftraumstrukturen für ein funktionales System abbilden. Mit der Einbindung der Geoinformationsdienste von FlyNex wird dies in schneller und zuverlässiger Art und Weise gewährleistet. Die einfache Datenanbindung samt automatisierten Updates schafft ein einheitliches Lagebild der Luftraumstruktur durch relevante, aufbereitete, valide Geodaten.



4. FAZIT

Valide und detaillierte Geodaten sind nicht nur für den Drohnenmarkt unerlässlich. Auf ihrer Grundlage müssen in verschiedensten Bereichen wichtige politische und wirtschaftliche Entscheidungen getroffen werden. Ein reines Sammeln von Informationen ist dafür nicht ausreichend. Die Geodaten müssen sorgfältig und mit dem nötigen technischen und inhaltlichen Know-how validiert, referenziert, klassifiziert, attribuiert, gespeichert und gepflegt werden. Erst dann können sie in professioneller und zeitgemäßer Art und Weise bereitgestellt werden, damit unterschiedlichste Akteure darauf zugreifen können. Der Zugriff auf die Daten erfolgt für den Kunden dabei schnell und unkompliziert unter Verwendung einer einfachen URL. Nur so ist es möglich, dass diverse Branchen von den Daten profitieren und neue Erkenntnisse daraus gewonnen werden können.

Im Fokus jeder Geodatenlösung stehen die Daten selbst. Deren Qualität spielt dabei je nach Fragestellung und Anwendungsfall eine entscheidende Rolle. Geodatenprodukte spiegeln immer die Genauigkeit der Erhebung der Ausgangsdaten wider. Um Ungenauigkeiten und Mängel in der Datenaufnahme zu minimieren, ist eine sehr genauer und aufwendiger Verarbeitungsprozess notwendig. Im Themenfeld Drohnen und dort besonders für die Entwicklung von UTM-Anwendungen bedarf es deshalb allgemeingültiger, einheitlicher und valider Datenlagen. Normen und internationale Standards könnten auch im Kontext der Erhebung und Verarbeitung von Geodaten hierzu beitragen. Die vorgestellte Entwicklung einer individualisierbaren Geodatenlösung durch [FlyNex](#) zeigt, wie komplex solche Prozesse sind. Im Ergebnis können Geodaten schnell und flexibel übermittelt werden. Damit können direkte Antworten auf Fragen der Durchführbarkeit von Drohnenflügen in ganz Deutschland geliefert werden. Ihr Anwendungsgebiet lässt sich jedoch auch darüber hinaus durch räumliche Analysen für verschiedenste Branchen beliebig erweitern. Unter anderem innerhalb der Logistik, dem Bauwesen, der Landwirtschaft, dem Medien- und Unterhaltungssektor oder der Energiebranche lassen sich solche Geoinformationsdienste nachhaltig und effektiv integrieren.

5. AUSBLICK

Im Zuge der neuen **EU-Verordnung** zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und die Flugsicherheit (2018/1139) wird es erforderlich, dass die Luftraumstrukturen zukünftig ordnungsgemäß gestaltet, vermessen und validiert werden. Mit Hilfe dieser Informationen wird es verpflichtend sein, den sicheren Betrieb sowie das Einhalten festgelegter Abstände zu gewährleisten. Der Betreiber eines unbemannten Luftfahrzeugs muss sicherstellen, dass das Luftfahrzeug über die erforderlichen Navigations-, Kommunikations-, Überwachungs-, Erkennungs- und Ausweich-ausrüstungen verfügt. Entscheidend für die benötigte Ausrüstung ist die Art des Betriebs und die für die jeweilige Flugphase zu berücksichtigenden Luftverkehrsregeln und -vorschriften. FlyNex bietet eine Art der Geodatenbereitstellung, die die Geodaten professionell und mit aktueller Technologie verfügbar macht. Im Sinne der EU-Verordnung liefert FlyNex die wichtigen Komponenten, um den sicheren Betrieb in der Folge gewährleisten zu können und schafft eine einheitliche Geodatenlage, die die Luftraumstruktur abbildet.

Damit noch mehr Kunden noch flexiblere Optionen für ihre spezifischen Bedürfnisse angeboten werden können, bilden eine API (Application Programming Interface) und das Einrichten von dedizierten Servern Alternativen zu den vorgestellten Geodiensten. Mit der API können auch on Demand räumlich begrenzte Anfragen durchgeführt werden, ohne dass die Daten hausintern vorgehalten werden müssen. Damit lassen sich insbesondere Geodatenfunktionen in eigene Applikationen integrieren. Mit einem dedizierten Server können die Geodaten in interne Organisations- und IT-Infrastrukturen eingebunden werden. Somit ist es möglich, die Daten innerhalb der Organisation weiterzuverarbeiten und zu halten, um eigene Systeme zu speisen. Die Datenhoheit kann so gewährleistet werden. Insbesondere große Organisationen können damit eine Vielzahl von Diensten und Anwendungen realisieren.



SPRECHEN SIE UNS AN,

wenn Sie mehr über Geoinformationsdienste erfahren möchten, Fragen haben oder Einzelheiten zur FlyNex Plattform wissen möchten (per Mail: info@flynex.de oder per Telefon: **+49 (0) 341 331 760**).

6. REFERENZEN

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2017): Metadaten. GDI-DE – Geodateninfrastruktur Deutschland. URL: <<https://www.gdi-de.org/INSPIRE/technische%20Umsetzung/Metadaten>>.

EU (2018): Verordnung (EU) 2018/1139 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2018 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit [...]. URL: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1139&from=EN>>.

ESRI (2016): Was sind Geodaten? URL: <<http://desktop.arcgis.com/de/arcmap/10.3/main/manage-data/what-is-geodata.htm>>.

GDI-DE (2022): GEODATENDIENSTE im Internet. 4. Aufl. URL: <<https://www.gdi-de.org/download/2022-07/Leitfaden-Geodienste-im%20Internet.pdf>>.

GDI-NI (o.D.): GDI und Datenqualität. Geodatenportal Niedersachsen. URL: <https://www.geodaten.niedersachsen.de/gdistandards/grundlagen_gdi/gdi_und_datenqualitaet/gdiund-datenqualitaet-91941.html>.

GeoServer (2014): GeoServer is an open source server for sharing geospatial data. URL: <<http://geoserver.org/>>.

GISGeography (2018): What is Geographic Information Systems (GIS)? URL: <<https://gisgeography.com/what-gis-geographic-information-systems/>>.

OGC (2018): The Open Geospatial Consortium. URL: <<http://www.opengeospatial.org/>>.

OSM (2018): OpenStreetMap – Deutschland. URL: <<https://www.openstreetmap.de/>>.

University of Wisconsin-Madison Libraries (o.D.): Mapping and Geographic Information Systems (GIS): What is GIS? URL: <<https://researchguides.library.wisc.edu/GIS>>.

FlyNex mit Sitz in **Leipzig, Hamburg, Rotenburg** und **San Francisco** ist die führende Softwarelösung für kommerzielle Drohnenprojekte. Mit seiner Cloud-Plattform deckt FlyNex den gesamten Anwendungsbereich für die Datenerfassung durch unbemannte Luftfahrtsysteme ab.



Die Lösung von FlyNex ermöglicht es Unternehmen und Organisationen, Tausende Anlagen und Gebäude mit Hilfe von Drohnen digital zu erfassen. Die vollständige Integration von Drohnen und Künstlicher Intelligenz hilft Unternehmen, Daten nicht nur zu sammeln, sondern auch automatisch zu analysieren.

FlyNex wird als Drohnen- und Datenmanagementlösung von namhaften Unternehmen und Technologieführern in der Bau-, Immobilien-, Energie- und Telekommunikationsbranche erfolgreich eingesetzt. Darüber hinaus ist FlyNex europaweit an Innovationsprojekten zur erfolgreichen Integration von Drohnen beteiligt, z.B. für den medizinischen Transport, das intelligente Luftverkehrsmanagement oder die Flugkabinennavigation.

Mehr Infos unter: <http://www.flynex.io/de/>

KONTAKT

FlyNex GmbH
c/o SpinLab
Spinnereistraße 7 | Halle 14 | 04179 Leipzig
info@flynex.de | www.flynex.io