

# Untersuchungsbericht

## Identifikation

Art des Ereignisses: Unfall

Datum: 25.09.2021

Ort: Reinheim

Luftfahrzeug 1: Flugzeug

Hersteller: Avions Pierre Robin

Muster: DR 400/180 R

Luftfahrzeug 2: Flugmodell

Hersteller: Privatperson

Muster: Einzelstück

Personenschaden: ohne Verletzte

Sachschaden: Luftfahrzeug 1 schwer beschädigt, Luftfahrzeug 2 zerstört

Drittschaden: keiner

Aktenzeichen: BFU21-0874-3X

## Kurzdarstellung

Das Flugzeug startete mit einem Segelflugzeug im Schlepp auf einem Segelfluggelände. Ungefähr zur gleichen Zeit startete das Flugmodell auf einem nahe gelegenen Modellfluggelände. Etwa eine Minute später kollidierten die beiden Luftfahrzeuge in ca. 100 m AGL in unmittelbarer Nähe des Modellfluggeländes.

## Sachverhalt

### Ereignisse und Flugverlauf

Die DR 400/180 R hob um 15:25:02 Uhr<sup>1</sup> mit einem Segelflugzeug vom Muster DG-1000S im Schlepp von der Piste 19 des Segelfluggeländes Reinheim ab. Der Flugverlauf stellt sich auf Basis der im Kollisionswarnsystem des geschleppten Segelflugzeuges gespeicherten Daten und verschiedener Zeugenaussagen wie folgt dar:

In einer Höhe von ca. 40 m AGL drehte der Schleppzug nach links, um das Überfliegen der nächstgelegenen auf der geraden Abfluglinie befindlichen Ortschaft zu vermeiden. Der Schleppzug erreichte 20 Sekunden nach dem Abheben eine Flughöhe von ca. 200 m AMSL. Um 15:25:42 Uhr befand er sich ca. 900 m nordwestlich des Modellfluggeländes in einer Höhe von ca. 250 m AMSL, flog mit einem Kurs von 120° und begann nach rechts auf einen Kurs von 140° zu drehen. Dieser führte direkt auf das Modellfluggelände zu. Weniger als 1 Minute nach dem Start informierte nach eigener Aussage der Pilot des Segelflugzeuges den Piloten der DR 400/180 R über Funk, dass er voraus, in der 11-Uhr-Position, ein Flugmodell in etwa gleicher Höhe sehen würde.

Um 15:25:52 Uhr befand sich der Schleppzug ca. 500 m nordwestlich des Modellfluggeländes in einer Höhe von ca. 280 m AMSL und flog direkt auf diesen zu.

Der Pilot der DR 400/180 R entdeckte nach eigener Aussage, nachdem er den Funkpruch des Segelflugpiloten erhalten hatte, ein Flugmodell in seiner 1-Uhr-Position, das deutlich unter ihm flog. Das Flugmodell bewegte sich zunächst von links nach rechts, machte dann eine Rechtskurve und verschwand nach unten aus seinem Sichtfeld. Aufgrund dieses Abtauchens war das Flugmodell für ihn „kein Faktor mehr“.

Um 15:25:57 Uhr flog der Schleppzug in einer Höhe von ca. 290 m AMSL und mit einer Geschwindigkeit über Grund von ca. 140 km/h in den Flugraum des Modellfluggeländes ein.

Der Pilot des Segelflugzeuges verlor das Flugmodell gleichfalls aus seinem Sichtfeld. Wenige Sekunden später tauchte es wieder auf und kollidierte von unten kommend um ca. 15:26:05 Uhr mit dem linken Höhenleitwerk der DR 400/180 R. Der Schleppzug befand sich zu diesem Zeitpunkt an der südwestlichen Grenze des Modellfluggeländes in einer Höhe von ca. 300 m AMSL bzw. 100 m AGL.

---

<sup>1</sup> Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Das Flugmodell war nach Zeugenaussagen 2-3 Minuten vor dem Zusammenstoß auf einem Modellfluggelände, welches ca. 2 km südöstlich des Segelfluggeländes liegt, gestartet. Anschließend flog es westlich des Geländes in Nord- und Südrichtung mehrmals hin und her. Ein Zeuge auf dem Modellfluggelände gab an, dass er den heranahenden Schleppzug bemerkt hätte, aber zu der Einschätzung gekommen sei, dass dieser zwar sehr tief, aber immer noch höher als das Flugmodell fliegen würde. Trotzdem habe er den Fernpiloten durch Zuruf auf den Schleppzug aufmerksam gemacht. Kurz darauf kollidierte das Flugmodell während es in nördlicher Richtung flog, für den Zeugen nach eigener Aussage überraschend mit dem Schleppflugzeug. Der Fernpilot des Flugmodells gab an, dass er den Schleppzug erst im Moment der Kollision wahrgenommen habe. Der Fernpilot und der Zeuge befanden sich während des Fluges des Flugmodells auf der östlichen Seite des Geländes.



Abb. 1: Flugweg des Schleppzuges (rote Linie)

Quelle: Google Earth Kartenservice™, Bearbeitung BFU

Bei der Kollision wurde das linke Höhenleitwerk fast vollständig abgetrennt. Der Pilot des Segelflugzeugs informierte den Piloten der DR 400/180 R über Funk, dass es

einen Zusammenstoß mit einem Flugmodell gegeben habe und dass das linke Höhenleitwerk der DR 400/180 R fast vollständig fehle.

Der Pilot der DR 400/180 R hatte eine Erschütterung und eine geringfügige Nickbewegung nach unten bemerkt, die sich durch Nachtrimmen ausgleichen ließ. Ein zudem eingetretener Schiebeflugzustand ließ sich mit einer Seitenrudereingabe leicht korrigieren.

Die Piloten sprachen sich über Funk ab, dass das Segelflugzeug ausklinken solle. Beide Luftfahrzeuge landeten wenige Minuten später auf dem Startflugplatz.

Der Pilot der DR 400/180 R sagte aus, dass er in der Nähe des Unfallortes früher auch schon gelegentlich Flugmodelle gesehen habe. Von der Existenz des Modellfluggeländes habe er aber erst nach dem Ereignis erfahren. Auf Nachfragen gab er an, dass seines Wissens nach Flugmodelle bemannten Luftfahrzeugen ausweichen müssten.

## Angaben zu Personen

### Verantwortlicher Luftfahrzeugführer des Flugzeugs

Der 56-jährige Pilot war seit dem 15.09.2013 im Besitz einer gemäß Teil-FCL ausgestellten Privatpilotenlizenz (PPL(A)). In die Lizenz war unter anderem die Berechtigung zum Führen von einmotorigen Landflugzeugen mit Kolbentriebwerk eingetragen. Diese war bis zum 30.09.2023 gültig. Außerdem besaß er die unbefristet gültige Berechtigung zum Schleppen von Segelflugzeugen.

Sein flugmedizinisches Tauglichkeitszeugnis gemäß Teil-MED war in der Klasse 2 bis zum 28.08.2022 gültig.

Seine Gesamtflugerfahrung auf einmotorigen Landflugzeugen mit Kolbentriebwerk betrug nach eigenen Angaben insgesamt 346 Stunden, die Anzahl seiner Schleppflüge insgesamt 871. In den letzten 90 Tagen war er ca. 25 Stunden geflogen und hatte 52 Schleppflüge durchgeführt.

### Fernpilot des Flugmodells

Der 55-jährige Pilot war nach eigenen Angaben seit 42 Jahren aktiver Modellflieger.

## Angaben zu den Luftfahrzeugen

### Flugzeug

Bei der Robin DR 400/180 R handelt es sich um einen einmotorigen freitragenden Tiefdecker in Holzbauweise mit festem Fahrwerk in Bugradanordnung und einer maximal zulässigen Abflugmasse von 1 000 kg (Abb. 2).

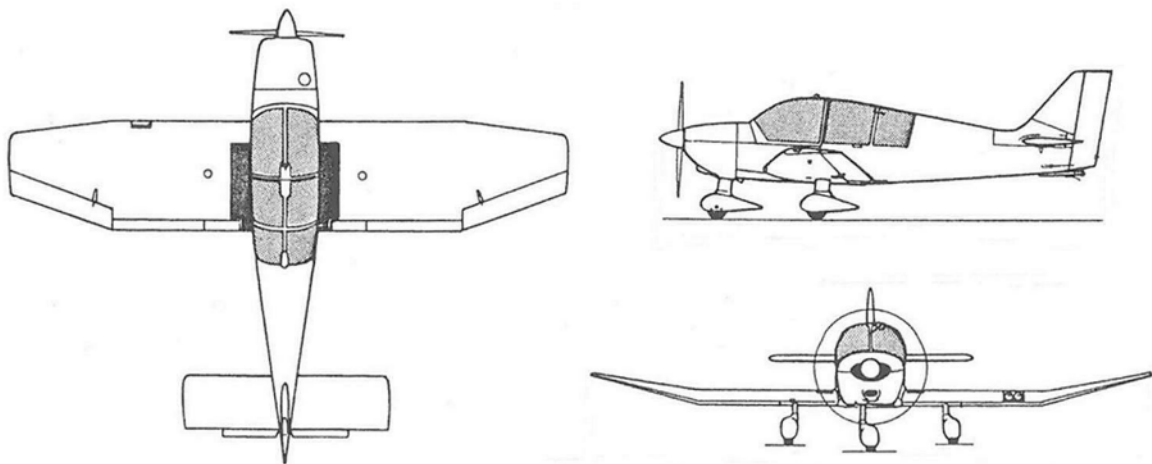


Abb. 2: 3-Seitenansicht DR 400/verschiedene Baureihen

Quelle: Avions Pierre Robin

Das Flugzeug war in Deutschland zum Verkehr zugelassen und wurde von einem Luftsportverein betrieben. An dem im Jahr 1977 mit der Werknummer 1264 gebauten Flugzeug erfolgte die letzte Prüfung der Lufttüchtigkeit am 12.08.2021. Die Gesamtbetriebszeit betrug 6 425:47 Stunden mit 36 804 Landungen.

Nach den Angaben der EASA „Light propeller driven aeroplanes noise database Issue 38“ erzeugt die DR 400/180 R mit der vorliegenden Motor-Propeller-Schalldämpfer-Kombination im Überflug eine Schallemission von 66,8 dbA.

### Flugmodell

Bei dem Flugmodell handelte es sich um einen Eigenbau des Piloten mit einem GFK-Rumpf und einer mit Balsaholz beplankten Tragfläche aus expandiertem Polystyrol. Es hatte eine Spannweite von ca. 1,6 m, eine maximale Abflugmasse von ca. 3,5 kg und war mit einem Zweitaktmotor mit einem Hubraum von 10 ccm ausgerüstet.



Die Schallemission der Motor-Propeller-Schalldämpfer-Kombination lag nach Angaben des Halters knapp unter 85 dbA.

Für die Steuerung des Flugmodells wurde eine Fernlenkanlage mit der Produktbezeichnung mc-24 der Firma Graupner verwendet.



Abb. 3: Flugmodell vor dem Unfall

Quelle: privat

## Meteorologische Informationen

Die METARs von 15:20 Uhr und 15:50 Uhr des ca. 30 km nordwestlich gelegenen Verkehrsflughafens Frankfurt gaben schwachen Wind aus nordöstlicher Richtung, eine Lufttemperatur von ca. 25 °C, Sichtweiten über 10 km und geringe Bewölkung ab 4 600 ft über dem Flugplatzbezugspunkt an.

Zeugen berichteten von sonnigem Wetter, einer Lufttemperatur am Boden von 25 °C und variablem schwachen Wind.

## Angaben zu den Geländen

### Segelfluggelände

Das Segelfluggelände Reinheim liegt ca. 800 m nordöstlich der Ortschaft Reinheim. Der Flugplatzbezugspunkt befindet sich auf 49°50,37'N 008°51,05'E in einer Höhe von 155 m über dem Normalhöhennull<sup>2</sup>.

Die 770 m lange und 30 m breite Piste für Starts und Landungen mit motorgetriebenen Luftfahrzeugen verläuft in Richtung 010°/190°.

Die vom Regierungspräsidium Darmstadt erteilte Genehmigung des Flugplatzes enthielt unter anderem folgende Vorgaben:

1. Unter C. Betrieb, 9.:

*Beim Betrieb motorgetriebener Luftfahrzeuge ist der Fluglärm möglichst gering zu halten. Das Überfliegen geschlossener Ortschaften [...] ist nach Möglichkeit zu vermeiden.*

2. Unter D. Naturschutzrechtliche Nebenbestimmungen, 6.:

*Ein Überfliegen [des Naturschutzgebietes „Reinheimer Teich“] ist nur in folgenden Fällen erlaubt:*

- *beim Landen von Norden*
- *beim Starten von Süden, wenn die flugtechnischen Bedingungen [...] dies erzwingen [...].*

### Modellfluggelände

Das Modellfluggelände liegt ca. 1 600 m westlich der Ortschaft Nieder-Klingen auf 49°49'22.07"N 008°51'58.59"E in einer Höhe von 200 m über dem Normalhöhennull.

Nach den vorliegenden Informationen erteilte das Regierungspräsidium Darmstadt für das Gelände erstmalig am 07.10.1987 eine Genehmigung zum Betrieb von Flugmodellen.

In der Aufstiegsgenehmigung für Flugmodelle des Geländes vom 26.05.1992 war unter Punkt III. A) 16 unter anderem festgelegt, dass Flugmodelle mit Verbrennungsmotor nur bis zu einer Höhe von 100 m über Grund betrieben werden dürfen. Darüber

---

<sup>2</sup> Das Normalhöhennull (NHN) entspricht mit nur wenigen Zentimetern Abweichung dem Mean Sea Level (MSL)

hinaus dürfen Segelflugmodell-Schleppflüge bis zu einer Höhe von 150 m über Grund betrieben werden.

Unter Punkt III. B) 1. hieß es: „Die Flugmodelle müssen während des gesamten Fluges ständig vom Steuerer beobachtet werden können. Sie haben anderen bemannten Luftfahrzeugen stets auszuweichen.“

Im Nachtrag zur Aufstiegs Genehmigung vom 16.01.2002 wurde ein halbkreisförmiger Flugsektor mit einem Radius von 300 m westlich des Flugplatzes festgelegt.

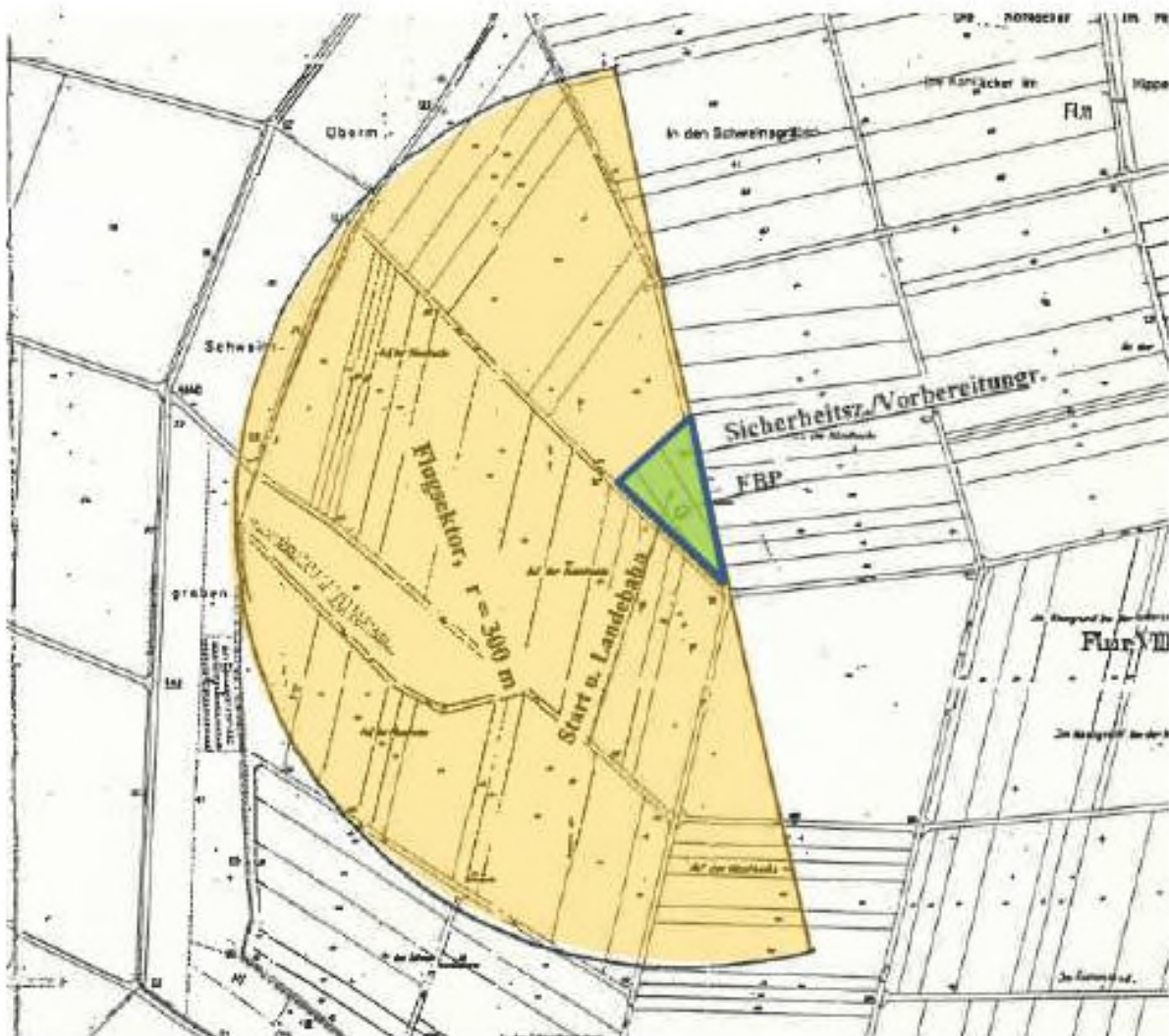


Abb. 4: Lage des Flugsektors für Flugmodelle

Quelle: Genehmigungsbescheid, Bearbeitung BFU



## Lage der Gelände zueinander

Das Modellfluggelände liegt ca. 50 m oberhalb und ca. 2 200 m südöstlich des Segelfluggeländes. Es liegt innerhalb der in der NfL 1-1679-19 für Segelfluggelände definierten Schutzbereiche und auch innerhalb der in der NfL II 37/00 definierten Standardplatzrunde der Piste 19 für Motorflugzeuge.



Abb. 5: Lage der Gelände zueinander (Gelbe Linie: Standardplatzrunde Piste 19 gemäß NfL II 37/00)

Quelle: Google Earth Kartenservice™, Bearbeitung BFU

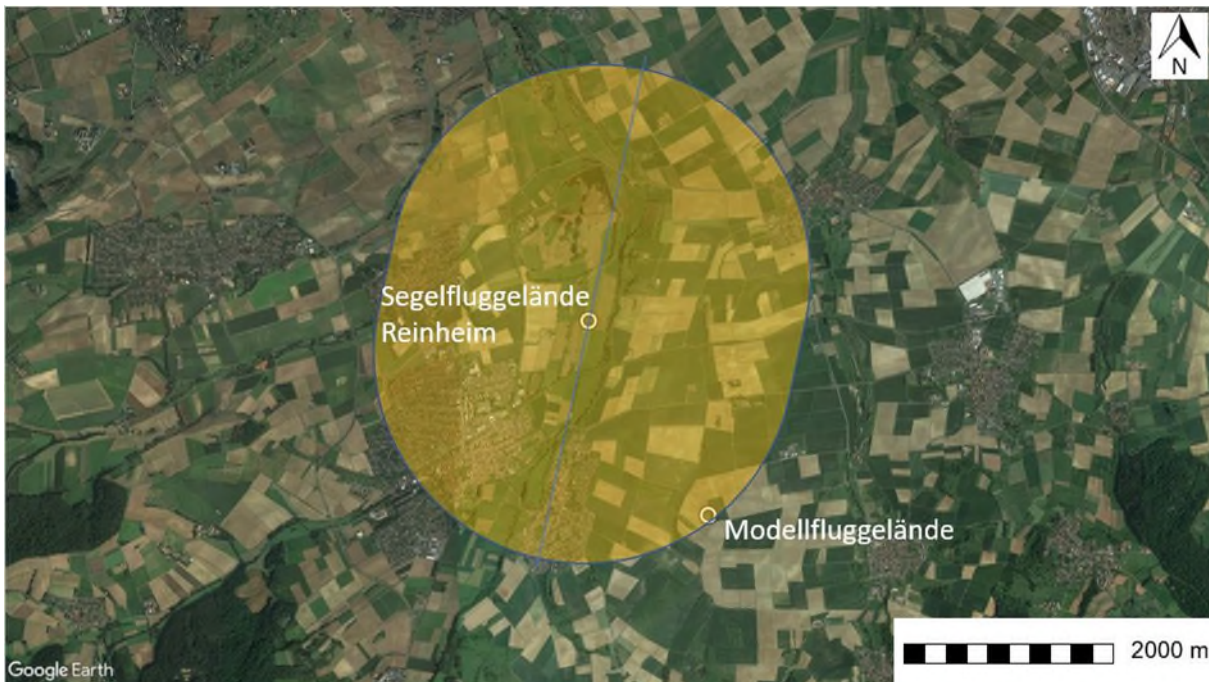


Abb. 6: Laterale Ausdehnung der Schutzbereiche gemäß NfL 1-1679-19

Quelle: Google Earth Kartenservice™, Bearbeitung BFU

## Flugdatenaufzeichnung

### Flugwegaufzeichnung des Segelflugzeugs

Das Segelflugzeug, das von der Robin während des Unfalls geschleppt wurde, war mit einem Kollisionswarngerät ausgestattet, das den Flugweg vom Start bis zur Landung mit einer Rate von 1/s aufgezeichnet hatte. Der Speicher wurde vom Halter des Segelflugzeugs ausgelesen und die Aufzeichnung des Flugweges der BFU zur Verfügung gestellt. Die wesentlichen Informationen wurden im Abschnitt „Ereignisse und Flugverlauf“ dargestellt.

### Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Bei der DR 400/180 R war annähernd die ganze linke Seite des Höhenleitwerks abgerissen. Die Höhensteuerung funktionierte nach Zeugenaussagen weiterhin ohne größere Einschränkungen.



Abb. 7: Geborgene Teile des abgerissenen Höhenleitwerks der DR 400/180 R

Quelle: privat





Abb. 8: Reststück des Höhenleitwerks der DR 400/180 R

Quelle: privat

Die abgetrennten Teile des Höhenleitwerks der DR 400/180 R und die Wrackteile des Flugmodells fielen nach Zeugenaussagen auf ein Feld ca. 20 m südwestlich des Modellfluggeländes.

Der Rumpf des Flugmodells war zerstört. Die linke Seite der Tragfläche wies in der äußeren Hälfte eine von der Nasenkante ausgehende schwere Beschädigung auf.

## Organisationen und deren Verfahren

### Genehmigung von Flugplätzen

In der Bundesrepublik Deutschland liegt die Genehmigung von Flugplätzen in der Zuständigkeit der Luftfahrtbehörden der Länder. Als Orientierungshilfe für diese Tätigkeit wurden in verschiedenen NfLs gemeinsame Grundsätze des Bundes und der Länder festgelegt.



## **Flugplätze**

Der Terminus „Flugplätze“ ist gemäß Luftverkehrsgesetz § 6 (1) der Oberbegriff für Flughäfen, Landeplätze und Segelfluggelände.

Die Grundsätze für die Regelung des Verkehrs an Flugplätzen ohne Flugverkehrskontrollstelle waren in der NfL II 37/00 „Grundsätze des Bundes und der Länder für die Regelung des Flugverkehrs an Flugplätzen ohne Flugverkehrskontrollstelle“ veröffentlicht.

In dieser NfL war die Standardplatzrunde für Motorflug unter Punkt 2.2.1 wie folgt beschrieben:

*Die Standardplatzrunde hat:*

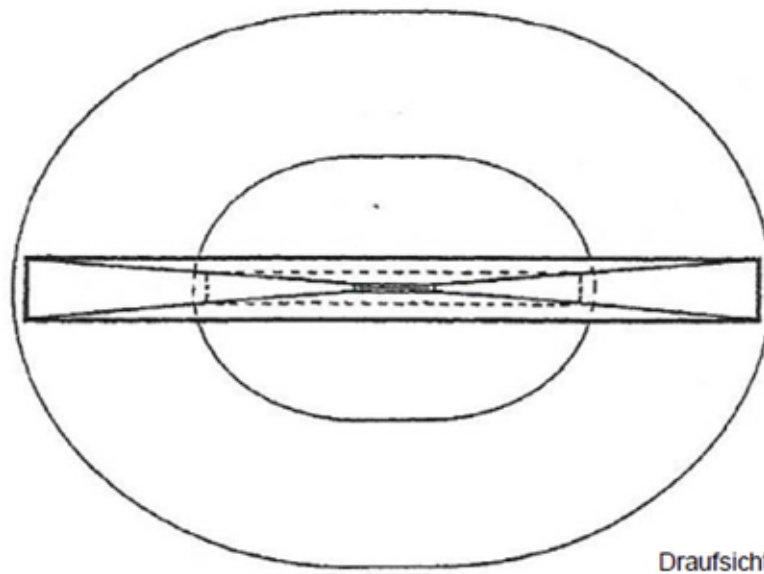
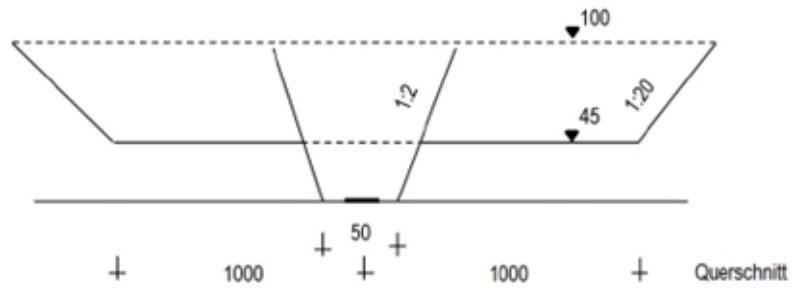
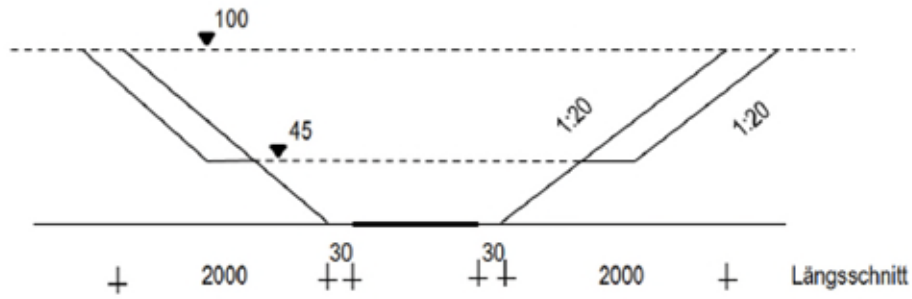
- *eine Entfernung Startbahnende – Querabflug von ca. 1,5 km;*
- *einen Abstand Gegenanflug – Landebahn von ca. 1,5 km;*
- *einen Endanflug von ca. 1,5 km;*
- *eine Platzrundenhöhe von 800 ft GND.*

*Der Endanflug darf grundsätzlich bei einer Entfernung von mindestens 1 km von der Landebahnschwelle keine Krümmung oder Versetzung mehr ausweisen.*

## **Segelfluggelände**

Die Grundsätze für die Genehmigung von Segelfluggeländen waren in der NfL 1-1679-19 „Gemeinsame Grundsätze des Bundes und der Länder für die Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Segelfluggeländen“ festgelegt. Unter den Punkten 5.3 bis 5.7 waren Räume in Bezug auf die Piste für Motorflugbetrieb eines Segelfluggeländes beschrieben, in die keine Hindernisse hineinragen dürfen. Diese waren in der Anlage 2 zur NfL 1-1679-19 (Abb. 9) grafisch dargestellt.

Anlage 2 Darstellung der Hindernisbegrenzungsflächen für Start- und Landebahnen für den Motorflugbetrieb nach 2a) und 2b)



(Alle Längen und Höhenangaben in Meter)

Abb. 9: Anlage 2 zur NFL 1-1679-19

## **Modellfluggelände**

Die Grundsätze für die Genehmigung des Betriebs von Modellfluggeländen waren in der NfL 1-1430-18 „Gemeinsame Grundsätze des Bundes und der Länder für die Erteilung von Erlaubnissen und die Zulassung von Ausnahmen zum Betrieb von Flugmodellen gemäß § 21a und § 21b Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)“ veröffentlicht.

In dieser NfL war unter 2.2.3 unter anderem festgelegt:

*Eine maximale Flughöhe ist dann festzulegen, wenn die Nähe eines benachbarten Flugplatzes, Luftraumbeschränkungen oder sonstige konkrete Belange der Luftfahrt dies erfordern.*

## **Zusätzliche Informationen**

### **Vermeidung von Zusammenstößen**

#### **Europäische Luftverkehrsregeln**

Im Kapitel 2 des Anhangs Luftverkehrsregeln zur Durchführungsverordnung (EU) 923/2012 war unter SERA.3205 „Annäherung“ vorgeschrieben, dass ein Luftfahrzeug nicht so nah an einem anderen Luftfahrzeug betrieben werden darf, dass die Gefahr eines Zusammenstoßes besteht.

Weiterhin war unter SERA.3210 „Ausweichregeln“ folgendes festgelegt:

*a) Das Luftfahrzeug, das nicht auszuweichen hat, muss seinen Kurs und seine Geschwindigkeit beibehalten.*

[...]

*1. Annäherung im Gegenflug. Nähern sich zwei Luftfahrzeuge im Gegenflug oder nahezu im Gegenflug, haben beide, wenn die Gefahr eines Zusammenstoßes besteht, nach rechts auszuweichen.*

*2. Kreuzen der Flugrichtung. Kreuzen sich die Flugrichtungen zweier Luftfahrzeuge in nahezu gleicher Höhe, so hat das Luftfahrzeug, bei dem sich das andere Luftfahrzeug auf der rechten Seite befindet, auszuweichen; jedoch haben stets auszuweichen*

[...]

*iv) motorgetriebene Luftfahrzeuge den Luftfahrzeugen, die andere Luftfahrzeuge oder Gegenstände erkennbar schleppen.*

Im Anhang Teil A UAS-Betrieb in der Kategorie „offen“ zur Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 war unter UAS.OPEN.060 „Verantwortung des Fernpiloten“ im Absatz (2) b) festgelegt, dass der Fernpilot das unbemannte Luftfahrzeug in VLOS<sup>3</sup> halten und ständig den das unbemannte Luftfahrzeug umgebenden Luftraum im Blick behalten [muss], um jedes Risiko einer Kollision mit einem bemannten Luftfahrzeug zu vermeiden. Weiter muss der Fernpilot den Flug unterbrechen, sobald der Betrieb ein Risiko für ein anderes Luftfahrzeug darstellt. Im Absatz (4) wurde die Möglichkeit aufgezeigt, dass sich der Fernpilot bei der sicheren Durchführung des Fluges durch einen Beobachter unterstützen lassen kann, der das unbemannte Luftfahrzeug in direkter visueller Beobachtung hat.

### **Räumliches Sehvermögen**

Über das räumliche Sehvermögen des Menschen gibt es zahlreiche Veröffentlichungen<sup>4</sup>. Aus diesen ergibt sich zusammengefasst, dass das räumliche Sehen seine Grenze bei wenigen Metern hat und die Tiefenwahrnehmung stattdessen bei größeren Entfernungen (>20 m) über erlernte Hinweise erfolgt. Hinweise für die relative Tiefe geben Verdeckung, Verschwinden und Zunehmen, relative Höhe und die Luftperspektive. Hinweise für die Bestimmung der tatsächlichen Tiefe liefern die relative Größe, der Texturgradient, die Bewegungsparallaxe, die Einstellung der Augenmuskeln und die Konvergenz der Augen.

### **Häufigkeit von Annäherungen**

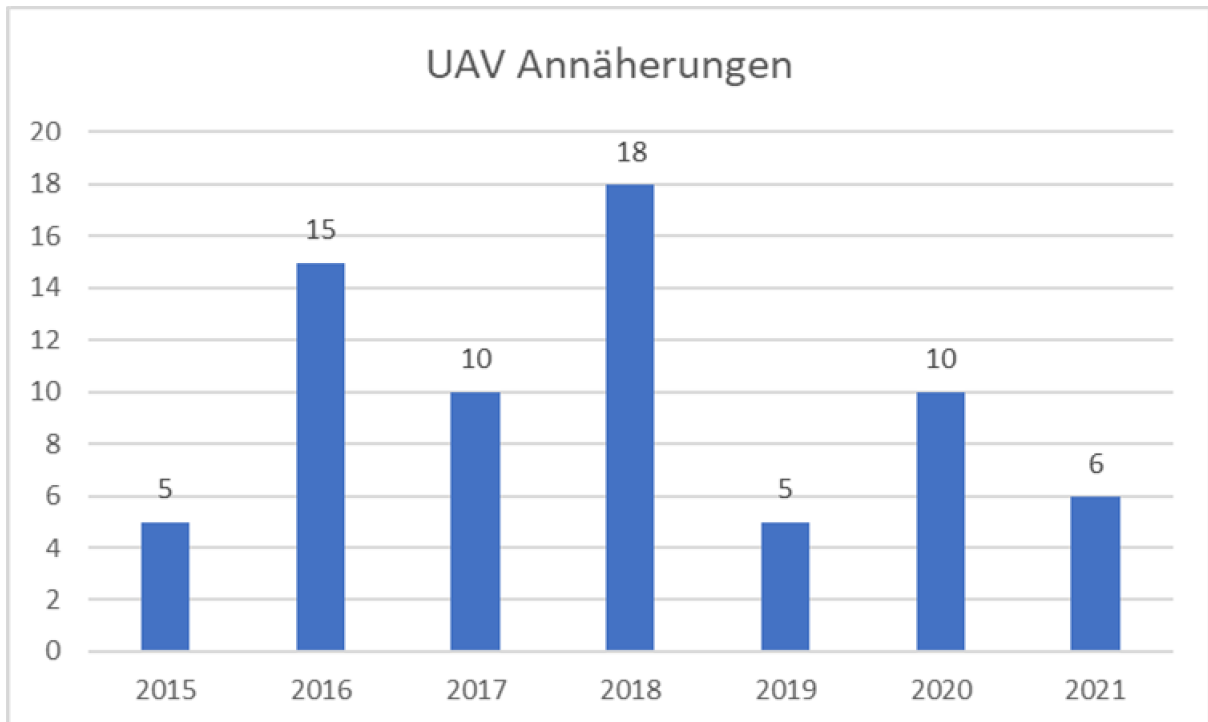
In den Jahren 2015 bis einschließlich 2021 kam es insgesamt zu 69 Meldungen an die BFU über Annäherungen zwischen einem bemannten und einem unbemannten Luftfahrzeug (UAV), die von den betroffenen Besatzungen als meldewürdig betrachtet wurden. Dabei kam es, einschließlich des vorliegenden Unfalles, in 3 Fällen zu einer Kollision mit dem bemannten Luftfahrzeug. In allen 3 Fällen landeten die bemannten Luftfahrzeuge sicher. Der BFU ist nur ein Ereignis seit dem Jahr 1997 bekannt, bei dem es auch zu Personenschaden kam (BFU97-3X306).

---

<sup>3</sup> Visual Line of Sight operation

<sup>4</sup> Beispiel: Goldstein, E. B. and Brockmole, J. R. (2016). Sensation and Perception (10th ed.). Boston: Cengage Learning





Tab. 1: Gemeldete Annäherungen von unbemannten an bemannte Luftfahrzeuge

Quelle: BFU

## Zusammenstoßwarnsysteme

In der Schweiz werden seit dem Jahr 2016 auf ca. 40 Modellfluggeländen spezielle Warngeräte verwendet, die mit FLARM-Geräten in Luftfahrzeugen kommunizieren. Diese Geräte warnen den Fernpiloten eines Flugmodells, wenn sich ein entsprechend ausgerüstetes Luftfahrzeug (Segelflugzeug, Flugzeug, Hubschrauber) dem Modellfluggelände nähert. Radius und Höhe werden für das jeweiligen Gelände vordefiniert. Durch entsprechende Einstellungen kann auch der anfliegende Pilot im Cockpit auf das Modellfluggebiet aufmerksam gemacht werden.

## Beurteilung

### Allgemeines

Die Auswertung der BFU-Datenbank zeigt, dass die Häufigkeit einer Kollision zwischen einem unbemannten und einem bemannten Luftfahrzeug mit 3 Ereignissen in 7 Jahren sehr gering ist. In Verbindung mit den 5 000 000 Flügen, die laut statistischem Bundesamt ungefähr pro Jahr in Deutschland mit zivilen bemannten Luftfahrzeugen durchgeführt werden, ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit von ungefähr  $1 \times 10^{-7}$ . Auch die Auswirkungen einer solchen Kollision sind für das bemannte Luftfahrzeug eher gering. Das Risiko eines solchen Ereignisses ist somit insgesamt als sehr gering zu betrachten.

Die Untersuchung des Unfalls zeigt, dass es zurzeit nur bedingt geeignete Sicherheitsbarrieren gibt, um solche Ereignisse zu verhindern. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden Zunahme von Flügen unbemannter Luftfahrzeuge, ist es daher überlegenswert, funktionierende Sicherheitsbarrieren zu schaffen.

Der Pilot der DR 400/180 R besaß die für die Durchführung des Fluges erforderlichen Lizenzen und Berechtigungen. Aufgrund der Anzahl der durchgeführten Schleppflüge ist davon auszugehen, dass er routiniert und mit der Umgebung des Segelfluggeländes vertraut war.

Der Fernpilot des Flugmodells verfügte über eine langjährige Erfahrung und es ist davon auszugehen, dass er das Flugmodell routiniert steuerte.

Die Untersuchung des Ereignisses lieferte keine Anzeichen dafür, dass technische Defekte auf Seiten des Schleppzuges oder des Flugmodells inkl. seiner Steuerungsanlage zu der Kollision beigetragen haben.

### Ereignisablauf

Der Zusammenstoß der beiden Luftfahrzeuge ereignete sich in einem Luftraum, der seit vielen Jahren regelmäßig von bemannten Luftfahrzeugen und Flugmodellen genutzt wurde.

Sowohl das Flugmodell als auch der Schleppzug waren kurze Zeit vor dem Zusammenstoß gestartet.

Das Flugmodell flog von dem Fernpiloten gesteuert in dem Flugraum des Modellfluggeländes verschiedene Manöver. Dies machte es erforderlich, dass der Fernpilot den

Blick ununterbrochen auf das Flugmodell gerichtet hielt und sich auf das Steuern konzentrierte. In dieser Situation ist es nicht möglich, die Annäherung eines anderen Luftfahrzeugs visuell zu bemerken, solange es nicht zufällig in den Blickbereich des Fernpiloten gerät. Das Flugmodell flog kurz vor dem Zusammenstoß südwestlich des Fernpiloten in nördliche Richtung. Da sich der Schleppzug aus nordwestlicher Richtung, also aus Sicht des Fernpiloten von rechts, annäherte ist es nachvollziehbar, dass er ihn nicht wahrnahm. Da der Lärm des sich aus der Ferne annähernden Flugzeugs am Standort des Fernpiloten deutlich geringer war, als der des in der Nähe fliegenden Flugmodells, ist es plausibel, dass er das Flugzeug auch akustisch nicht wahrnahm. Dass er den Zuruf des Zeugen am Modellfluggelände nicht wahrnahm, ist wahrscheinlich mit der notwendigen hohen Konzentration und damit einhergehenden begrenzten Aufnahmefähigkeit des Fernpiloten beim Steuern eines Modells und/oder dem lauten Geräusch des Flugmodells zu erklären.

Die Einschränkungen, die sich aus den Umweltauflagen für den Flugbetrieb von Flugzeugen an dem Segelfluggelände ergeben, erfordern von den Piloten eine große Sorgfalt bei der Flugdurchführung. Es ist durchaus anspruchsvoll, mit einem Schleppzug kurz nach dem Abheben eine bodennahe Kurve zu fliegen, um das Überfliegen einer Ortschaft zu vermeiden, gleichzeitig die für einen sicheren Flug notwendigen Parameter einzuhalten und die Lage des geschleppten Segelflugzeugs zu beachten. Der Beobachtung des Luftraums kann daher, vor allem in der Anfangsphase eines Schleppfluges, nicht die volle Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dass der Pilot des Schleppflugzeugs den Kurs nicht änderte, nachdem er das in seiner Flugrichtung fliegende Flugmodell wahrgenommen hatte, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass er die Gefahr, nachdem das Flugmodell gesunken war, unterschätzte und auf eine Ausweichpflicht des Flugmodells vertraute. Es ist auch offen, ob es realistisch ist anzunehmen, dass es möglich ist, mit einem Schleppzug ein rechtzeitiges und zielgerichtetes Ausweichmanöver zu fliegen. Tatsächlich wäre es wesentlich zielführender, wenn der Pilot des Schleppflugzeugs bereits vor dem Start eingeplant hätte, den Flugraum des Modellfluggeländes in ausreichendem Abstand zu passieren.

## Kollisionsvermeidung

In den europäischen Luftverkehrsregeln sind verschiedene Festlegungen zur Vermeidung von Kollisionen enthalten. Neben der allgemeinen Forderung in SERA.3205, dass Luftfahrzeuge immer mit ausreichendem Abstand betrieben werden sollen, enthält SERA.3210 konkrete Regeln, um dieses Ziel zu erreichen.

Voraussetzung für die Anwendung dieser Regeln ist, dass ein Pilot erkennt, wo sich das andere Luftfahrzeug in Bezug zu seinem befindet und wohin es sich relativ zu seinem bewegt. Dies ist für einen an Bord befindlichen Piloten, vorausgesetzt er bemerkt das andere Luftfahrzeug, in der Regel gut möglich. Kollisionsgefahr besteht bei horizontal fliegenden Luftfahrzeugen nur, wenn sie sich auf gleicher Höhe befinden, was von Bord eines Luftfahrzeuges aus gut zu erkennen ist.

Für den Fernpiloten ist dieser Punkt vom Boden aus kaum zu beurteilen. Das menschliche Auge ist nicht in der Lage diese Information zu liefern, da bei Entfernungen über 20 m, Hinweise zur Bestimmung der Tiefe benötigt werden, die 2 Luftfahrzeuge vor einem Himmel nicht liefern. Lediglich für den Fall, dass das Flugmodell sehr viel tiefer fliegt als das bemannte Luftfahrzeug kann der Fernpilot dies sicher erkennen, da dann das in der Regel sehr viel kleinere Flugmodell ähnlich groß erscheint wie das größere bemannte Luftfahrzeug. Wenn sich das Flugmodell etwas tiefer, auf gleicher Höhe oder etwas höher als das bemannte Luftfahrzeug befindet, ist es für den Fernpiloten nicht möglich festzustellen, ob eine Kollisionsgefahr besteht und ob er diese durch einen Steig- oder Sinkflug beseitigen kann. Gleiches gilt sinngemäß für Ausweichmanöver in horizontaler Richtung. Dem Fernpiloten ist es nicht möglich, zu beurteilen, in welche Richtung er das Flugmodell steuern muss, um auszuweichen. Die Regeln nach SERA.3210 sind somit für einen Fernpiloten, der das Luftfahrzeug nach Sicht steuert, in der Praxis nicht umsetzbar. Folgerichtig ist weder nach SERA.3210 noch im Teil A UAS Betrieb in der Kategorie „offen“ für unbemannte Luftfahrzeuge eine Ausweichpflicht, wie sie beispielsweise für motorgetriebene Luftfahrzeuge gegenüber Segelflugzeugen gilt, festgeschrieben. Stattdessen wird vom Fernpiloten verlangt einen Flug zu unterbrechen, wenn die Gefahr eines Zusammenstoßes mit einem bemannten Luftfahrzeug besteht. Hierfür ist es aber Voraussetzung, dass der Fernpilot ein sich annäherndes Luftfahrzeug so rechtzeitig bemerkt, dass der Sinkflug zur Landung durchgeführt werden kann, ohne hierbei möglicherweise mit dem bemannten Luftfahrzeug zu kollidieren.

Da ein Fernpilot, der ein Flugmodell nach Sicht steuert, den Blick zu diesem Zweck aber nahezu ununterbrochen auf dieses gerichtet haben muss, ist es ihm nicht möglich, gleichzeitig eine umfassende Luftraumbeobachtung durchzuführen. Auch die Möglichkeit der akustischen Wahrnehmung eines sich annähernden bemannten Luftfahrzeugs wird in vielen Fällen durch den Lärm, der von verbrennungsmotorgetriebenen Flugmodellen ausgeht, eingeschränkt sein. Inwieweit der Beobachter nach



UAS.OPEN.060 (4) diese Luftraumbeobachtung durchführen kann, wenn er gleichzeitig das unbemannte Luftfahrzeug beobachten soll, bleibt offen.

Ein Pilot, der sich an Bord eines Luftfahrzeugs befindet ist hingegen gut in der Lage, die Positionierung der Luftfahrzeuge zueinander zu beurteilen und passende Ausweichmanöver einzuleiten. Hierfür ist aber Voraussetzung, dass das unbemannte Luftfahrzeug rechtzeitig erkannt wird. Dies ist aufgrund der zumeist geringen Größe von Flugmodellen und Drohnen oft nicht gegeben.

Das in SERA.3205 formulierte Abstandsgebot gilt für Pilot und Fernpilot gleichermaßen. Es setzt aber auch voraus, dass das jeweils andere Luftfahrzeug sehr rechtzeitig wahrgenommen wird. Eine Ausweichpflicht für unbemannte Luftfahrzeuge, wie sie in der Betriebsgenehmigung des Modellfluggeländes vorgeschrieben ist, kann hier eher destruktiv wirken, da sich der Pilot eines bemannten Luftfahrzeugs, der ein unbemanntes Luftfahrzeug entdeckt hat, möglicherweise darauf verlässt, dass das unbemannte Luftfahrzeug ausweicht, statt das Abstandsgebot aus SERA.3205 umzusetzen.

Da die bestehenden Regelungen zur Vermeidung von Zusammenstößen insgesamt zwar eine klare juristische Verantwortung zuweisen, aber im Sinne einer Sicherheitsbarriere oft wirkungslos sind, ist die Ursache für die bisher sehr niedrigen Unfallzahlen im Wesentlichen auf die tatsächlich geringe Zahl von Begegnungen zwischen unbemannten und bemannten Luftfahrzeugen zurückzuführen. Ein Beweis für das Funktionieren der bisherigen Ausweichregeln sind die niedrigen Ereigniszahlen nicht. Mit einer deutlichen Zunahme von Flügen unbemannter Luftfahrzeuge und einer Verlagerung des Betriebs dieser Luftfahrzeuge in den von bemannten Luftfahrzeugen vorzugsweise genutzten Luftraum sind unbedingt zusätzliche Sicherheitsbarrieren erforderlich, wenn die Unfallzahlen so niedrig wie bisher bleiben sollen.

Eine solche Barriere ist zum Beispiel ein Warnsystem vor einem Flugraum für Flugmodelle, wie es an verschiedenen Flugplätzen in der Schweiz zum Einsatz kommt. Es hilft, das Situationsbewusstsein der Fernpiloten als auch das der Piloten zu verbessern und reduziert so die Wahrscheinlichkeit von Zusammenstößen.

## Betrieb an den Geländen

Beide Luftfahrzeuge sind auf für das jeweilige Luftfahrzeug zugelassenen Geländen gestartet und die in den Genehmigungen festgelegten Betriebsregeln wurden eingehalten.

Der Betrieb eines Modellflugzeuges erfolgt immer in der Nähe des Fernpiloten, da das Steuern des Flugmodells voraussetzt, dass es vom Piloten so gut gesehen werden kann, dass gezielte Steuereingaben gegeben werden können. Grundsätzlich ist somit der Betrieb eines Flugmodells, abhängig von dessen Größe, auf einen Bereich von wenigen hundert Metern um den Fernpiloten herum begrenzt. Der Betrieb des Flugmodells war durch die Genehmigung des Modellfluggeländes noch enger eingegrenzt. Wie diese Grenzen durch einen Fernpiloten gezielt eingehalten werden sollen, erschließt sich aber nicht. Während dies bei der lateralen Begrenzung unkritisch ist, da 300 m Entfernung schon oberhalb der Sichtbarkeitsgrenze für viele Flugmodelle liegt, ist es nicht nachvollziehbar, wie ein Fernpilot eine Höhengrenze von 100 m zuverlässig einhalten soll, da in der Regel keine Möglichkeit besteht, die Höhe eines Flugmodells im laufenden Betrieb zu messen und auch eine Schätzung ohne entsprechende Referenzobjekte keine hinreichende Genauigkeit liefern kann. Moderne Flugmodelle sind zwar teilweise mit einem entsprechenden Telemetriesystem ausgestattet, solche Systeme waren aber zum Zeitpunkt der Festlegung der Höhenbegrenzung noch unbekannt und sind auch heute nicht die Regel.

Das Einhalten der Obergrenze des Flugraums des Modellfluggeländes in einer Höhe von 100 m erfolgte daher eher zufällig. Vor diesem Hintergrund erscheint die Festlegung einer solchen Grenze nicht geeignet, um eine zuverlässige Trennung von Flugmodellen und bemannten Luftfahrzeugen zu erreichen. Die Vorgaben in der NfL 1-1430-18, bei räumlicher Nähe eines Flugplatzes für bemannte Luftfahrzeuge, den Betrieb am Modellfluggelände in der Höhe, welche geringer ist, als die aus der Sichtgrenze für das unbemannte Luftfahrzeug resultierende Betriebsgrenze, einzuschränken, ist daher nicht sinnvoll.

Der ursprüngliche Grund für die Festlegung dieser Obergrenze im Jahr 1992, viele Jahre vor der NfL 1-1430-18, konnte die BFU auch durch Nachfragen bei der zuständigen Behörde nicht ermitteln.

Die Differenzierung von Obergrenzen für den Betrieb von Flugmodellen mit Verbrennungsmotor (100 m), für Schleppflüge (150 m) und Segelflugmodelle (keine Obergrenze) ist nicht nachvollziehbar.

In der Genehmigung des Segelfluggeländes war vorgeschrieben, dass das in unmittelbarer Nähe zum Gelände gelegene Naturschutzgebiet nur in bestimmten Fällen überflogen werden darf und das Überfliegen von geschlossenen Ortschaften aus Lärmschutzgründen nach Möglichkeit vermieden werden soll. Neben diesen betrieblichen Auflagen zur Reduzierung der Umwelteinflüsse fehlt eine Regelung zur

Minimierung der Risiken aus dem Umstand, dass sich in unmittelbarer Nähe des Segelfluggeländes ein Modellfluggelände befindet.

Dieses befindet sich innerhalb der Schutzbereiche gemäß der NfL 1-1679-19 und auch innerhalb der in NfL II 37/00 definierten Platzrunde. Auch wenn diese Platzrundendefinition formal nicht berücksichtigt werden muss, stellt sie doch einen guten Anhaltspunkt für die Bewertung der Ausdehnung des Motorflugbetriebes an dem Segelfluggelände dar. Somit lässt sich auch ohne genauere Betrachtung des tatsächlichen Flugbetriebes am Segelfluggelände ableiten, dass eine Überlappung der Betriebsbereiche vorliegt und eine betriebliche Regelung zur Vermeidung von Zusammenstößen erforderlich ist.

Dies gilt auch vor dem Hintergrund, dass formal keine Platzrunde für Motorflugzeuge festgelegt werden muss und die Regelungen über die Schutzbereiche für Gebäude und nicht für Lufträume gelten. Das einfache Festschreiben einer Ausweichpflicht für Flugmodelle ist aus den oben genannten Gründen nicht zielführend. Alleine eine laterale Separierung der genutzten Lufträume ist geeignet, um das Kollisionsrisiko zwischen einem bemannten und einem unbemannten Luftfahrzeug, welches aus der Nähe der beiden Gelände zueinander resultiert, deutlich zu verringern. Dies wird noch deutlicher, wenn man auch noch berücksichtigt, dass bei Schleppflügen, wie sie an einem Segelfluggelände regelmäßig durchgeführt werden, die Steigleistung erheblich geringer ist, als bei Flugzeugen und Motorseglern, die kein anderes Luftfahrzeug schleppen. Für einen auf dem Segelfluggelände gestarteten Schleppzug wird es regelmäßig nicht möglich sein, den Flugraum des Flugplatzes für Flugmodelle zu überfliegen.

## Schlussfolgerungen

Zu der Kollision zwischen der DR 400/180 R und dem Flugmodell kam es, da der Schleppzug in den Flugraum des Modellfluggeländes einflog, der Fernpilot den sich annähernden Schleppzug nicht bemerkte und somit auch keine Maßnahmen ergreifen konnte, um ihm auszuweichen.

Zu dem Ereignis beigetragen haben, dass

- der Fernpilot auf das Steuern seines Flugmodells fokussiert war und somit eine Luftraumbeobachtung nur eingeschränkt möglich war,
- das Geräusch des Zweitaktmotors des Flugmodells am Standort des Fernpiloten wahrscheinlich das Geräusch des sich annähernden Schleppzuges überdeckte,
- der Schleppzug sich dem Flugraum des Modellfluggeländes in einer niedrigen Höhe näherte,
- dem Piloten der DR 400/180 R die Existenz des Modellfluggeländes und des ausgewiesenen Flugraums nicht bekannt war,
- das Modellfluggelände in der Genehmigung bzw. den Nachträgen zur Genehmigung des Segelfluggeländes Reinheim keine Berücksichtigung gefunden hat und
- seitens des Piloten der DR 400/180 R nach der Sichtung des Flugmodells keine frühzeitige Maßnahme zur Vermeidung einer Annäherung eingeleitet wurde.

## Sicherheitsempfehlungen

### Sicherheitsmaßnahmen

Im November 2023 haben der Betreiber des Segelfluggeländes und der des Modellfluggeländes eine Betriebsabsprache getroffen, die ein verbessertes Situationsbewusstsein bei den Nutzerinnen und Nutzern der beiden Gelände gewährleisten soll.

Untersuchungsführer: Kostrzewa

Braunschweig: 23.04.2024

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FIUUG) vom 26. August 1998 durchgeführt.

Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

## Herausgeber

Bundesstelle für  
Flugunfalluntersuchung  
Hermann-Blenk-Str. 16

38108 Braunschweig

Telefon 0 531 35 48 - 0  
Telefax 0 531 35 48 - 246

Mail [box@bfu-web.de](mailto:box@bfu-web.de)  
Internet [www.bfu-web.de](http://www.bfu-web.de)