



## Sicherheitsempfehlung Nr. 590

<b>Ausgabedatum der Sicherheitsempfehlung</b>	06.06.2023
<b>Nummer Schlussbericht</b>	2390
<b>Sicherheitsdefizit</b>	<p>Rund eine Minute nach dem Start bei der Universität Zürich (UZH) Irchel löste die Drohne M2 V9 automatisch das Flugabbruchsystem (Flight Termination System – FTS) aus und leitete einen Notabstieg mit Fallschirm ein. Nach dem Ausstossen des Fallschirms riss die Verbindungsleine, und die Drohne schlug ungebremst auf den Waldboden auf und wurde zerstört.</p> <p>Wie die Untersuchung zeigte, war die angewandte Firmware des Flugreglers auf Basis des Softwarestandes ArduCopter 3.5.0-rc5 lediglich in der Lage, zwei der drei zur Verfügung stehenden Trägheitsmesseinheiten (Inertial Measurement Units – IMU) zur Flugsteuerung der Drohne zu verwenden. Dadurch fehlte der Software des Flugreglers die als Resilienz bezeichnete Fähigkeit, bei Störungen oder bei Ausfällen einzelner Komponenten nicht vollständig auszufallen, sondern die Steuerung der Drohne aufrechtzuerhalten.</p> <p>Erst ab der Software-Version 3.6.12 konnte diese Resilienz mit der entsprechenden Konfiguration des sicherheitskritischen Parameters («EK2_IMU_MASK = 7»), wie dies in einem Diskussionsforum des Herstellers des Flugreglers als Service Bulletin SB 0000002 publiziert wurde, erlangt werden.</p> <p>Auch beim Unfall der weitgehend baugleichen Drohne SUI-9909 vom 25. Januar 2019 (vgl. summarischer Bericht) wurde aufgrund eines Verlustes des GPS-Signals umgehend das FTS ausgelöst. Wie die Untersuchung zeigte, war zu diesem Zeitpunkt die Fluglage der Drohne noch stabil und eine Landung unter Motorkraft wäre somit, entweder manuell gesteuert auf Sicht oder autonom, nicht grundsätzlich ausgeschlossen gewesen.</p> <p>Beim Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen werden in der Praxis entsprechende flugkritische Parameter wie z.B. der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchtigkeit nicht einbezogen. Dies würde es erlauben, unter gewissen Bedingungen einen Flugeinsatz frühzeitig abzubrechen oder erst gar nicht durchzuführen.</p>
<b>Sicherheitsempfehlung</b>	<p>Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit dem Betreiber bzw. Hersteller durch geeignete organisatorische resp. technische Massnahmen sicherstellen, dass ein Start bei ungeeigneten Umgebungsbedingungen, die z. B. zu Kondensation oder Vereisung führen könnten, verhindert wird.</p>
<b>Adressaten</b>	BAZL Bundesamt für Zivilluftfahrt
<b>Stand der Umsetzung</b>	Umgesetzt – Mit Schreiben vom 29. September 2023 nimmt das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) wie folgt Stellung: «Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) ist mit der

Sicherheitsempfehlung (SE) Nr. 590 teilweise einverstanden.  
In der Bewilligungspraxis des BAZL [2] wird unter anderem auch der Bewältigung von ungünstigen Betriebsbedingungen Rechnung getragen. Das BAZL richtet sich hierbei nach den Operational Safety Objectives (OSO), wie sie in der Verordnung EU 2019/947 [1] und dem dazugehörigen AMC festgehalten werden.

Insbesondere soll unter Berücksichtigung der nachfolgenden Punkte sichergestellt werden, dass ein Betrieb bei ungeeigneten Umgebungsbedingungen unterbunden wird.

- OSO #21 "Operational procedures are defined, validated and adhered to" (Betriebsverfahren werden definiert, validiert und befolgt),
- OSO #23 "Environmental conditions for safe operations are defined, measurable and adhered to" (Die Umgebungsbedingungen für einen sicheren Betrieb sind definiert, messbar und werden eingehalten) und
- OSO #24 "UAS is designed and qualified for adverse environmental conditions" (das UAS ist für widrige Umgebungsbedingungen ausgelegt und geeignet)

Gemäss dem Schlussbericht Nr. 2390 der SUST, Kapitel 1.3 und 2.1.1, waren die Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des Unfalls mit den geltenden Beschränkungen für den Betrieb vereinbar und hatten keinen Einfluss auf die Unfallursache. Darüber hinaus ist zu beachten, dass das betroffene UAS-Modell Matternet «M2V9» über die OSO #24 hinaus für Flüge in sichtbarer Feuchtigkeit ausgelegt und getestet wurde, um auch signifikanten Wetterbedingungen standzuhalten. Das UAS wurde zudem strengeren Tests unterzogen, als beim «DO-160 Category R waterproofness testing» [3] verlangt wird.

Das BAZL erachtet die Sicherheitsempfehlung Nr. 590 hiermit als vollständig umgesetzt und abgeschlossen.»

---

[1] Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 der Kommission vom 24. Mai 2019 über die Vorschriften und Verfahren für den Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge

[2] JARUS Guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA). JAR-DEL-WG6-D.04; Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems; 30 January 2019, Edition No. 2.0, [http://jarus-rpas.org/wp-content/uploads/2023/07/jar\\_doc\\_06\\_jarus\\_sora\\_v2.0.pdf](http://jarus-rpas.org/wp-content/uploads/2023/07/jar_doc_06_jarus_sora_v2.0.pdf)

[3] DO-160 Category R waterproofness testing, RTCA/DO-160 G Change 1, RTCA, INC., December 16, 2014, [www.rtca.org](http://www.rtca.org)

---

**Untersuchungsberichte zur  
Sicherheitsempfehlung**

Zwischenbericht  
Schlussbericht  
Final report  
Vorbericht

---