



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST  
Service suisse d'enquête de sécurité SESE  
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISl  
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

# **Zwischenbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über den Unfall der Drohne M2 V9,  
SUI-9903,

vom 9. Mai 2019

Ob der Hueb, Kreis 6 (Universitätsviertel),  
Stadt Zürich

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Zwischenbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST wurde nach Artikel 44 der Verordnung vom 17. Dezember 2014 über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161) erstellt.

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, zum Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944, in Kraft getreten für die Schweiz am 4. April 1947, Stand am 3. August 2017 (SR 0.748.0) sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt vom 21. Dezember 1948, Stand am 1. Januar 2018 (SR 748.0) ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Sicherheitsuntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des Unfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*Local Time* – LT) angegeben, die zum Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

## Zusammenfassung

<b>Luftfahrzeug</b>	M2 V9	SUI-9903		
<b>Halter</b>	Matternet Inc., 3511 EdisonWay, Menlo Park, CA 94025 USA			
<b>Eigentümer</b>	Matternet Inc., 3511 EdisonWay, Menlo Park, CA 94025 USA			
<b>Operateur</b>	Nähere Angaben darüber werden im Schlussbericht enthalten sein.			
<b>Ausweis</b>	Gegenwärtig können für diese Art von unbemannten Luftfahrzeugen keine offiziellen Ausweise erworben werden. Es fand eine Ausbildung durch den Betreiber statt.			
<b>Flugstunden</b>	Nähere Angaben darüber werden im Schlussbericht enthalten sein.			
<b>Ort</b>	Ob der Hueb, Kreis 6 (Universitätsviertel) der Stadt Zürich			
<b>Koordinaten</b>	249 909 / 684 218 (Swiss Grid 1903)	<b>Höhe</b>	555 m/M	
	N 47° 23' 41" E 008° 33' 15" (WGS <sup>1</sup> 84)			
<b>Datum und Zeit</b>	9. Mai 2019, 10:38 Uhr			
<b>Betriebsart</b>	Gewerbsmässig			
<b>Flugregeln</b>	Nicht zutreffend			
<b>Startort</b>	Universität Zürich (UZH), Irchel			
<b>Zielort</b>	Universität Spital Zürich (USZ), Fluntern			
<b>Flugphase</b>	Reiseflug			
<b>Unfallart</b>	Nähere Angaben darüber werden im Schlussbericht enthalten sein.			
<b>Personenschaden</b>				
Verletzungen	Besatzungsmit- glieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	0	0	0	0
<b>Schaden am Luftfahrzeug</b>	Zerstört			
<b>Drittschaden</b>	Keiner			

<sup>1</sup> WGS: *World Geodetic System*, geodätisches Referenzsystem: Der Standard WGS 84 wurde durch Beschluss der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) im Jahr 1989 für die Luftfahrt übernommen.

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

#### 1.1.1 Allgemeines

Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ist gemäss Art. 2 der Verordnung (EU) 996/2010 in Verbindung mit Artikel 3 lit. b der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) grundsätzlich auch für die Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen unbemannter Luftfahrzeuge zuständig. Die Drohnentechnologie beziehungsweise der Einsatz unbemannter Luftfahrzeuge gewinnt zusehends an Bedeutung und wird sich in naher Zukunft voraussichtlich zu einem wichtigen Zweig der Luftfahrt entwickeln.

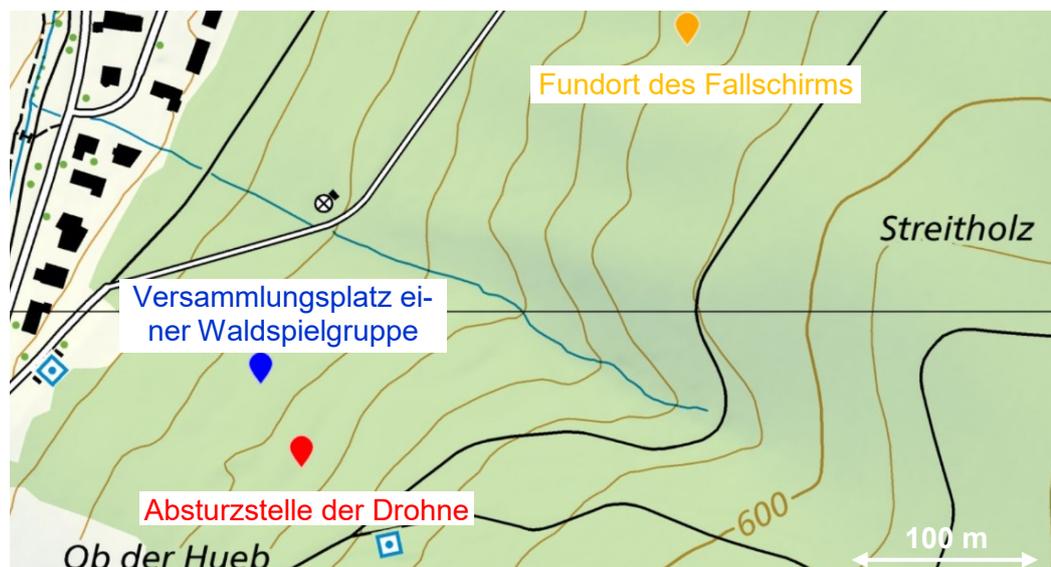
Aus den Vorabklärungen zum vorliegenden Zwischenfall erkannte die SUST ein wesentliches Präventionspotential, so dass gestützt auf Art. 20 Abs. 4 VSZV eine Untersuchung eröffnet wurde. Zudem waren durch den Absturz Drittpersonen am Boden gefährdet.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Es handelte sich um einen gewerbsmässigen<sup>2</sup> Einsatz im Auftrag der Schweizerischen Post, bei dem auf dem Hinflug Blutproben transportiert wurden. Der Unfall ereignete sich auf dem Rückflug, ohne Beladung, zum Universität Spital Zürich (USZ), Fluntern. Die Post war Auftraggeberin und Serviceanbieterin und kaufte sich die Dienstleistung bei der Firma Matternet ein.

#### 1.1.3 Flugverlauf

Rund zwei Minuten nach dem Start bei der Universität Zürich (UZH) Irchel löste die Drohne automatisch das Flugabbruchsystem (*Flight Termination System* – FTS) aus und leitete eine Notlandung ein. Nach dem Ausstossen des Fallschirms riss die Verbindungsleine, und die Drohne schlug ungebremst in der Nähe von spielenden Kindern (vgl. Abbildung 1) auf den Waldboden auf. Die Drohne wurde beim Aufprall zerstört; verletzt wurde niemand.



**Abbildung 1:** Absturzstelle der Drohne (rote Boje) im Waldstück «Ob der Hueb», rund 500 m südöstlich der Universität Zürich (UZH) Irchel, unweit von spielenden Kindern im Wald (blaue Boje). Der Fallschirm (orange Boje) wurde rund 330 Meter nordöstlich davon in den Bäumen geborgen. Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie.

<sup>2</sup> Im Rahmen der erforderlichen Betriebsbewilligung unterscheidet das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) nicht zwischen gewerbsmässigen respektive nicht-gewerbsmässigen oder wissenschaftlichen Drohnenbetreibern.

Weder die Kinder noch die beiden Kindergärtnerinnen, die den Absturz der Drohne in rund 50 Meter von der Absturzstelle (vgl. Abbildung 1) entfernt beobachteten, konnten ein akustisches Warnsignal wahrnehmen.

## 1.2 Angaben zum Luftfahrzeug

### 1.2.1

#### Allgemeine Angaben

Eintragungszeichen	SUI-9903
Luftfahrzeugmuster	Matternet M2 V9
Charakteristik	Drohne
Hersteller	Matternet Inc., 3511 EdisonWay, Menlo Park, CA 94025 USA
Halter/Eigentümer	Matternet Inc., 3511 EdisonWay, Menlo Park, CA 94025 USA
Baujahr	2018
Werknummer	M2-0033
Antrieb	Quadrocopter <sup>3</sup> mit vier elektrischen Motoren vom Typ XRotor PRO 6215 180KV, angetrieben von einer Lithium-Ion-Batterie (Flugakkumulator) mit einer Kapazität von 756 Wh;
Maximales Abfluggewicht	13.2 kg
Maximale Nutzlast	2 kg
Maximale Reisegeschwindigkeit	20 m/s (entsprechend 72 km/h)
Maximale Windkomponente	8 m/s (Böen 12 m/s)
Maximale Reichweite	20 km (windstill) bei einer Nutzlast von 1 kg 15 km (windstill) bei einer Nutzlast von 2 kg
Kommunikation	GSM <sup>4</sup> -Netzwerk
Zulassungsbereich	VFR bei Tag und Nacht
Relevante Ausrüstung zur Vermeidung von Kollisionen	Kollisionswarngerät Flarm <sup>5</sup> , Antikollisionslichter

### 1.2.2 Angaben zum Flugabbruchsystem

Die Drohne ist mit einem autonomen Flugabbruchsystem (*Flight Termination System – FTS*) ausgestattet, das bei Bedarf das Auswerfen des Fallschirms auslöst (vgl. Abbildung 2). Mit ausgeworfenem Fallschirm sinkt die Drohne mit einer Vertikalgeschwindigkeit von 3 bis 5 m/s ab. Dabei ertönt ein Warnsignal, um Personen am Boden zu warnen.

<sup>3</sup> Ein Quadrocopter (auch Quadcopter) besitzt vier in einer Ebene angeordnete, senkrecht nach unten wirkende Rotoren oder Propeller, um Auftrieb bzw. Vortrieb zu erzeugen.

<sup>4</sup> GSM: *Global System for Mobile communication*

<sup>5</sup> Ein Verkehrsinformations- und Kollisionsvermeidungssystem, das in der Regel im Bereich der allgemeinen Luftfahrt insbesondere in Leicht- und Segelflugzeugen Anwendung findet.



**Abbildung 2:** Bildsequenz des Fallschirmauswurfs bei einem Test des autonomen Flugabbruchsystems (*Flight Termination System – FTS*).

### 1.3 Meteorologische Angaben

#### 1.3.1 Allgemeine Wetterlage

Ein Tief mit Kern über der Nordsee bestimmte das Wetter in der Schweiz. An seinem Südrand erstreckte sich die Westwindzone vom Atlantik nach Mitteleuropa.

#### 1.3.2 Wetter zum Zeitpunkt und in der Region des Unfalls

Das Wetter war trocken und windschwach.

Wetter	bewölkt und trocken.	
Wolken	1/8 – 2/8 auf 1000 ft AAE <sup>6</sup> LSZH 5/8 – 7/8 auf 7000 ft AAE LSZH	
Sicht	50 km	
Wind Flughafen Zürich (LSZH)	200 Grad, 4 kt	
Wind Hönnggerberg, ETHZ <sup>7</sup>	variierend zwischen 160 und 240 Grad, 8 kt	
Temperatur und Taupunkt Flughafen Zürich (LSZH)	10 °C / 6 °C	
Temperatur und Taupunkt Hönnggerberg, ETHZ	8 °C / 4 °C	
Luftdruck (QNH)	1003 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO <sup>8</sup> -Standardatmosphäre)	
Gefahren	keine	

#### 1.3.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut 123°	Höhe 48°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

### 1.4 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nach dem Ausstossen des Notfallschirms riss die Verbindungsleine zwischen der Drohne und dem Fallschirm. In der Folge stürzte die Drohne ungebremst in den Wald und wurde beim Aufprall auf dem Waldboden zerstört (vgl. Abbildung 3). Nach dem Aufprall war das akustische Warnsignal an der Absturzstelle hörbar.

<sup>6</sup> AAE: *Above Aerodrome Elevation*, über Flugplatzbezugshöhe

<sup>7</sup> ETHZ: Eidgenössische Technische Hochschule der Stadt Zürich

<sup>8</sup> ICAO: *International Civil Aviation Organization*



**Abbildung 3:** Endlage der zerstörten Drohne SUI-9903 an der Absturzstelle

Der abgetrennte Fallschirm mit intakter Verbindung zur Verbindungsleine, verfring sich rund 330 m nordöstlich der Absturzstelle zwischen zwei Bäumen (vgl. Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Fundort des von der Drohne getrennten Fallschirms

Die Verbindungsleine wurde auf der Seite der Drohne durchtrennt und wies Schnitt- und Risspuren auf (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Schnitt- und Rissstelle der Verbindungsleine

Die Befestigungsstelle an der Drohne zeigte deutliche Deformationen (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6:** Deutlich sichtbare Deformation der scharfkantigen Verbindungsstelle (roter Kreis) an der verunfallten Drohne SUI-9903 (links) sowie die intakte Befestigung der Verbindungsleine einer baugleichen Drohne (rechts)

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

Die Analyse der Ursachen und Umstände, die zum Unfall geführt haben, sind noch nicht abgeschlossen. Dieser Zwischenbericht enthält den aktuellen Stand der Ergebnisse:

- Wenige Minuten nach dem Start löste die Drohne automatisch das Flugabbruchsystem (*Flight Termination System – FTS*) aus und leitete eine Notlandung ein.
- Nach dem Ausstossen des Fallschirms erfuhr die Drohne durch die Bremswirkung des entfalteten Fallschirms eine schlagartige Verzögerung, wodurch die Verbindungsleine auf der Seite der Drohne riss. Die für Zugkraft ausgelegte Verbindungsleine wurde an der scharfkantigen Befestigungsstelle an der Drohne angeschnitten (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). In der Folge hielt sie der Zugbelastung des sich entfaltenden Fallschirms nicht stand und riss.
- Die Drohne stürzte ungebremst in den Wald und wurde beim Aufprall auf dem Waldboden zerstört.
- Nach dem Auslösen des Notfallschirms wurde das akustische Warnsignal von Personen am Boden nahe der Absturzstelle nicht gehört, womit es seinen Zweck, Drittpersonen am Boden zu warnen, nicht erfüllte.

### 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Diese Aspekte sind noch Teil der laufenden Untersuchungen und werden im Schlussbericht dargelegt.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

- Rund zwei Minuten nach dem Start löste die Drohne automatisch das Flugabbruchsystem (*Flight Termination System* – FTS) aus und leitete eine Notlandung ein.
- Dabei wurde der Notfallschirm ausgeworfen, der sich in der Folge von der Drohne löste.
- Nach dem Ausstossen des Fallschirms erfuhr die Drohne durch die Bremswirkung des sich entfaltenden Fallschirms eine schlagartige Verzögerung, wodurch die Verbindungsleine riss.
- In der Folge stürzte die Drohne ungebremst in den Wald und wurde beim Aufprall auf dem Waldboden zerstört.
- Nach dem Auslösen des Flugabbruchsystems wurde das akustische Warnsignal von Personen unweit der Absturzstelle nicht gehört.
- Nach dem Aufprall war das akustische Warnsignal an der Absturzstelle hörbar.

#### 3.2 Ursachen

Die Ursachen für das Auslösen des automatischen Flugabbruchsystems sind Gegenstand noch laufender Untersuchungen und werden im Schlussbericht dargelegt.

Nach dem Ausstossen des Fallschirms wurde die Verbindungsleine an der scharfkantigen, drohnenseitigen Befestigungsstelle angeschnitten und riss, sodass die Drohne ungebremst in den Wald stürzte.

Die Untersuchung hat folgenden Faktor ermittelt, der die Entstehung und den Verlauf des Unfalls zwar nicht beeinflusst hat aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factor to risk*) darstellt:

- Nach dem Auslösen des Flugabbruchsystems wurde das akustische Warnsignal von den Personen unweit der Absturzstelle nicht gehört.

## 4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

### 4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sowie Artikel 17 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 zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, der darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

*„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen*

*<sup>1</sup> Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.*

*<sup>2</sup> Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.*

*<sup>3</sup> Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“*

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter [www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch) und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

#### 4.1.1 Flugabbruchsystem

##### 4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Rund zwei Minuten nach dem Start bei der Universität Zürich (UZH) Irchel löste die Drohne automatisch das Flugabbruchsystem (*Flight Termination System* – FTS) aus und leitete eine Notlandung ein. Nach dem Ausstossen des Fallschirms riss die Verbindungsleine, und die Drohne schlug ungebremst auf den Waldboden auf und wurde zerstört.

Nach dem Auslösen des Notfallschirms wurde das akustische Warnsignal von den Personen unweit der Absturzstelle nicht gehört.

##### 4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 553

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass die Befestigung des Notfallschirms an der Drohne den möglichen Belastungen standhält.

**4.1.1.3 Sicherheitsempfehlung Nr. 554**

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass das akustische Warnsignal beim Einleiten einer Notlandung von Drittpersonen am Boden wahrgenommen werden kann.

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 17. Juni 2019

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle