Drohnen – Stand der Technik und Versuchsergebnisse

Tag der Technik
Netzwerktreffen
24.05.2019

Dr. Rainer Keicher
Institut für Technik
Hochschule Geisenheim

Hochschule Geisenheim University

Hochschule Geisenheim University

LuftVO

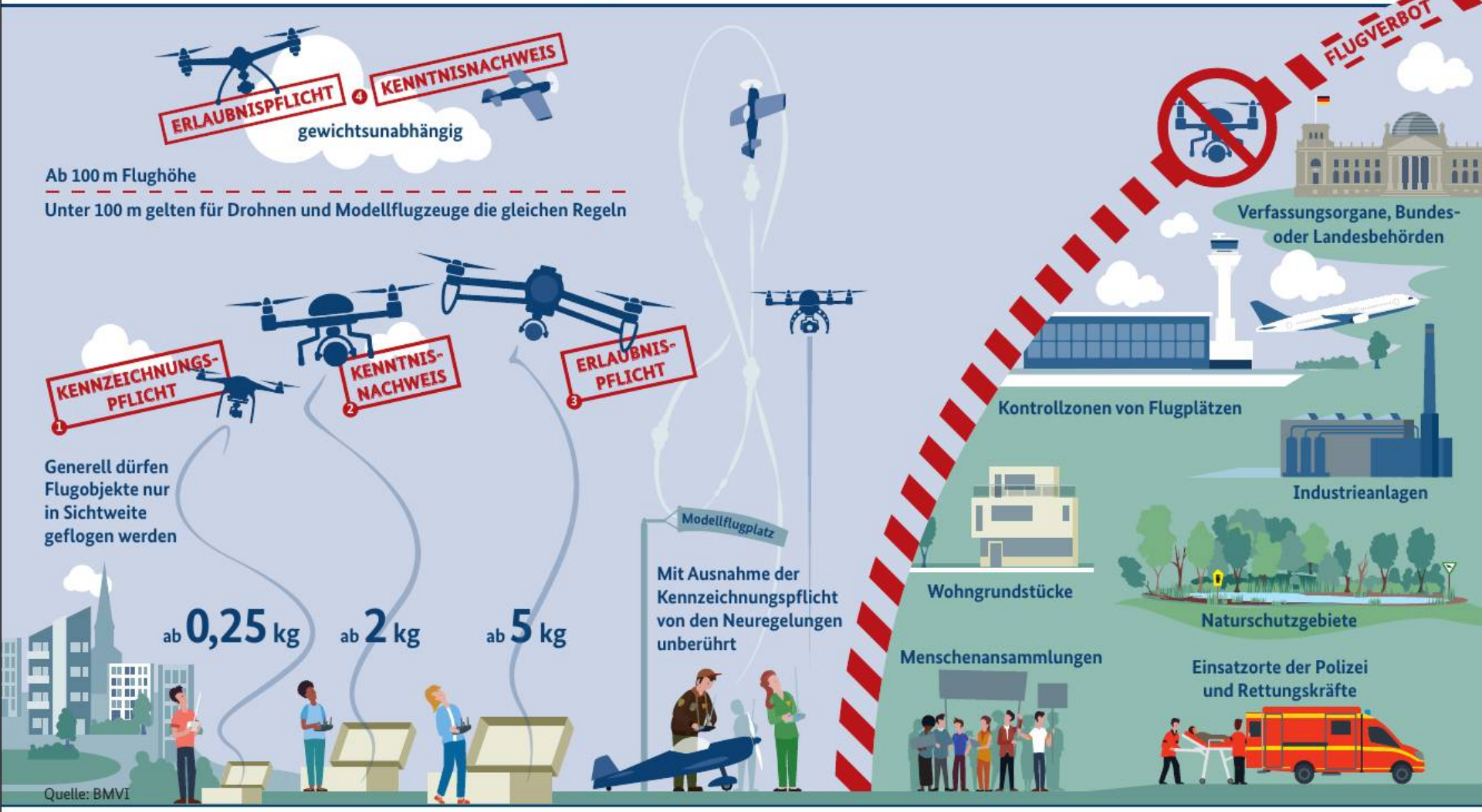
§ 21b Verbotener Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen und Flugmodellen

(1) Der Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen und Flugmodellen ist **verboten**, sofern er nicht durch eine in § 21a Absatz 2 genannte Stelle oder unter deren Aufsicht erfolgt,

1. **außerhalb der Sichtweite** des Steuerers nach Maßgabe des Satzes 2, sofern die Startmasse des Geräts 5 Kilogramm und weniger beträgt,
2. das auf Grund seiner Eigenschaften vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit für die Anwendung mit Luftfahrzeugen nach dem Verfahren nach Absatz 4 genehmigt worden ist.

(2) Der Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen mit einer Startmasse von **mehr als 25 Kilogramm ist verboten**. Die zuständige Behörde kann zum Beispiel für einen Betrieb zu land- oder forstwirtschaftlichen Zwecken, auf Antrag Ausnahmen von dem Verbot nach Satz 1 zulassen, wenn die Voraussetzungen von § 21a Absatz 3 Satz 1 erfüllt sind. § 20 Absatz 5 und § 21a Absatz 5 und 6 gelten entsprechend.

Die neue Drohnen-Verordnung



1 **Kennzeichnungspflicht:** Ab 0,25 kg muss eine Plakette mit Namen und Adresse des Eigentümers angebracht werden – auch auf Modellfluggeländen.

2 **Kenntnisnachweis:** Ab 2,0 kg müssen besondere Kenntnisse nachgewiesen werden.

3 **Erlaubnispflicht:** Ab 5,0 kg wird eine spezielle Erlaubnis der Landesluftfahrtbehörde benötigt.

4 **Ab 100 m:** In dieser Höhe dürfen Drohnen nur fliegen, wenn eine behördliche Ausnahmeerlaubnis eingeholt wurde. Bei Modellflugzeugen müssen lediglich besondere Kenntnisse nachgewiesen werden.

Weitere Überflugverbotsbereiche siehe: www.bmvi.de/drohnen

Hochschule Geisenheim University

3 Anwendungsszenarien: Open, Specific und Certified

5 Risikokategorien: C0, C1, C2, C3 und C4

Status on drafting of Regulatory Framework

Following a four month consultation period on the Notice of Proposed Amendment, NPA 2017-05, EASA published Opinion 01/2018, including a proposal for a new Regulation for UAS operations in ‘open’ and ‘specific’ category.

'open’ category is a category of UAS operation that, considering the risks involved, does not require a prior authorisation by the competent authority nor a declaration by the UAS operator before the operation takes place;

‘specific’ category is a category of UAS operation that, considering the risks involved, requires an authorisation by the competent authority before the operation takes place, taking into account the mitigation measures identified in an operational risk assessment, except for certain standard scenarios where a declaration by the operator is sufficient or when the operator holds a light UAS operator certificate (LUC) with the appropriate privileges.;

‘certified’ category is a category of UA operation that, considering the risks involved, requires the certification of the UAS, a licensed remote pilot and an operator approved by the competent authority, in order to ensure an appropriate level of safety.

The proposed Regulation will be accompanied by appropriate AMC and GM. This will be officially published as soon as the proposed Regulation has been adopted by the EU Commission. In order to support the stakeholders, a draft version of the AMC and GM has been made available, its final text may be improved.

Next steps

On 28 February 2019 the EASA Committee has given its **positive vote** to the European Commission's proposal for an **Implementing Act** regulating the operations of Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the **open and specific categories**.

The Delegated act which contains the technical requirements for UAS including the requirements for the CE marking of the UAS in the open category is expected to be adopted by the Commission at the latest on 15 March 2019. Thereafter it will be sent then to European Council and European Parliament for their 2 months scrutiny period. EASA expects the publication of the delegated act in Q2 2019.

In parallel, EASA is working on the next steps that will enable safe operations of UAS and the integration of these new airspace users into the airspace:

Complementing the above mentioned regulations with Alternative Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM): Executive Director's Decision is expected in Q2 2019

EASA's Opinion with 2 standards scenarios declarative which will be an appendix to the Implementing Act: EASA's Opinion expected in Q4 2019

EASA's Notice of Proposed Amendment (NPA) for the UAS in the **Certified Category** which will include a comprehensive package addressing all aviation domains (airworthiness, continuing airworthiness, remote pilot license, aircraft operations, ATM/ANS and aerodromes): **NPA expected in Q4 2019-beginning 2020**.

EASA's Opinion of **U-space** including a high level framework: **Opinion expected by Q4 2019**.

Unterkategorien und Anforderungen für die OPEN Category

UAS					Operation		Remote Pilot
CE-Klasse	**MTMO/ Joule (j)**	**Technische Hauptanforderungen (CE-Kennzeichnung)**	**Elektronische ID/ Geo awareness**	**Registrierung UAS-Steuerer**	**Unterkategorie**	**Einsatzgebiet** (abseits von Flughäfen, max. 120 m hoch)	**Kompetenz** (Alter nach Regelung Mitgliedsstaat)
Privat gebaut	< 250 g	N/a	Nein	Nein	**A1** Flug über Personen	Überfliegen von Personen erlaubt (gilt nicht für Menschenansammlungen)	Betriebsanleitung lesen
C0		Betriebsanleitung, erfüllt Spielzeugrichtlinien oder < 19 m/s, keine scharfen Kanten, wählbare Höhenbegrenzung					
C1	< 80 J or < 900 g	Betriebsanleitung, < 19 m/s, begrenzte kinetische Energie, mechanisch stabil, Signalverlust-Management, keine scharfen Kanten, wählbare Höhenbegrenzung	Ja + individuelle Seriennummer zur Identifikation	Ja			Betriebsanleitung Online Training Online Test
C2	< 4 kg	Betriebsanleitung, mechanisch stabil, keine scharfen Kanten, wählbare Höhenbegrenzung, Signalverlust-Management, Sollbruchstellen, Low-Speed Modus			**A2** Flug in der Nähe von Personen	Fliegen in sicherem Abstand zu nicht involvierten Personen	Betriebsanleitung Online Training Online Test Kenntnisnachweis
C3	< 25 kg	Betriebsanleitung, wählbare Höhenbegrenzung, Signalverlust-Management, Sollbruchstellen			**A3** Flug weit entfernt von Personen	Flug in einer Region, in der man keine nicht involvierten Personen erwartet In sicherer Entfernung zu Städten	Betriebsanleitung Online Training Online Test
C4		Betriebsanleitung, keinen autonomen Flugmodus	wenn erforderlich aufgrund des Einsatzgebietes				
Privat gebaut		N/a					

RICHTLINIE 2009/128/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

(14) Das Spritzen oder Sprühen von Pestiziden mit Luftfahrzeugen kann insbesondere durch die Abdrift signifikante nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben. **Das Spritzen oder Sprühen mit Luftfahrzeugen sollte daher generell verboten werden**, mit der Möglichkeit von Ausnahmegenehmigungen in Fällen, in denen es gegenüber anderen Spritz- oder Sprühmethoden eindeutige Vorteile im Sinne von geringeren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt bringt oder wenn es keine praktikablen Alternativen gibt, sofern die beste verfügbare Technik zur Verringerung der Abdrift zum Einsatz kommt.

→ **Artikel 9 …….**

PflSchG

§ 18 Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen

(1) Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen ohne Genehmigung nach Absatz 2 **ist verboten**.

(2) Die zuständige Behörde kann auf Antrag die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels mit einem Luftfahrzeug nach Maßgabe des Satzes 2 und der Absätze 3 und 4 genehmigen, soweit es für eine wirksame Anwendung keine vergleichbaren anderen Möglichkeiten gibt oder durch die Anwendung mit Luftfahrzeugen gegenüber der Anwendung vom Boden aus eindeutige Vorteile im Sinne geringerer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder den Naturhaushalt bestehen. Eine Genehmigung **soll nur erteilt werden** zur Bekämpfung von Schadorganismen

1. im Weinbau in Steillagen,

2. im Kronenbereich von Wäldern.

PflSchG

§ 18 Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen

(3) Zusätzlich zu den Vorschriften nach § 12 darf eine Genehmigung nach Absatz 2 nur für die Anwendung eines **Pflanzenschutzmittels** erteilt werden,

1. das vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit im Rahmen eines Zulassungsverfahrens auch **für die Anwendung mit Luftfahrzeugen zugelassen** worden ist oder

2. das auf Grund seiner Eigenschaften vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit für die Anwendung mit Luftfahrzeugen nach dem Verfahren nach Absatz 4 genehmigt worden ist.

Bundesamt
für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

Bekanntmachung
über die Leitlinie für die Expositionsbewertung von Anwendern, Arbeitern, Anwohnern und Umstehenden bei der Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln
(Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products)
(BVL 15/02/14)

Vom 28. Oktober 2015

Am 24. April 2015 wurde die am 23. Oktober 2014 veröffentlichte Leitlinie „Guidance on the assessment of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products“ aktualisiert (EFSA Journal 2014;12(10):3874; (http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3874.htm).

In der Sitzung des Ständigen Ausschusses für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel am 29. Mai 2015 haben die Mitgliedstaaten die Leitlinie zur Kenntnis genommen. Sie ist verbindlich anzuwenden für alle Anträge, die ab dem 1. Januar 2016 gestellt werden. Bei einer Antragstellung vor dem 1. Januar 2016 kann die Expositionsbewertung für Anwender, Arbeiter, Anwohner und Umstehende wahlweise nach den derzeit in den Mitgliedstaaten angewendeten Modellen erfolgen und/oder vorzugsweise nach der neuen EFSA-Leitlinie.

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 dürfen Pflanzenschutzmittel nur zugelassen werden, wenn sie bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Die EFSA-Leitlinie soll Risikobewerter und Antragsteller darin unterstützen, die Exposition für Anwender, Arbeiter, Anwohner und Umstehende gegenüber Pflanzenschutzmittel, unter Voraussetzung einer sachgerechten und bestimmungsgemäßen Anwendung, abzuschätzen. Dazu werden routinemäßig weiterhin Risikobewertungen für einzelne Pflanzenschutzmittel in einem gestuften Verfahren durchgeführt. Mit der EFSA-Leitlinie ist als Neuerung eine akute Risikobewertung für Anwender, Arbeiter und Umstehende

Gesetzliche Grundlagen

VO (EU) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln

…soll ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit von Mensch und Tier gewährleistet werden…

... Vorsorgeprinzip sollte angewandt werden …

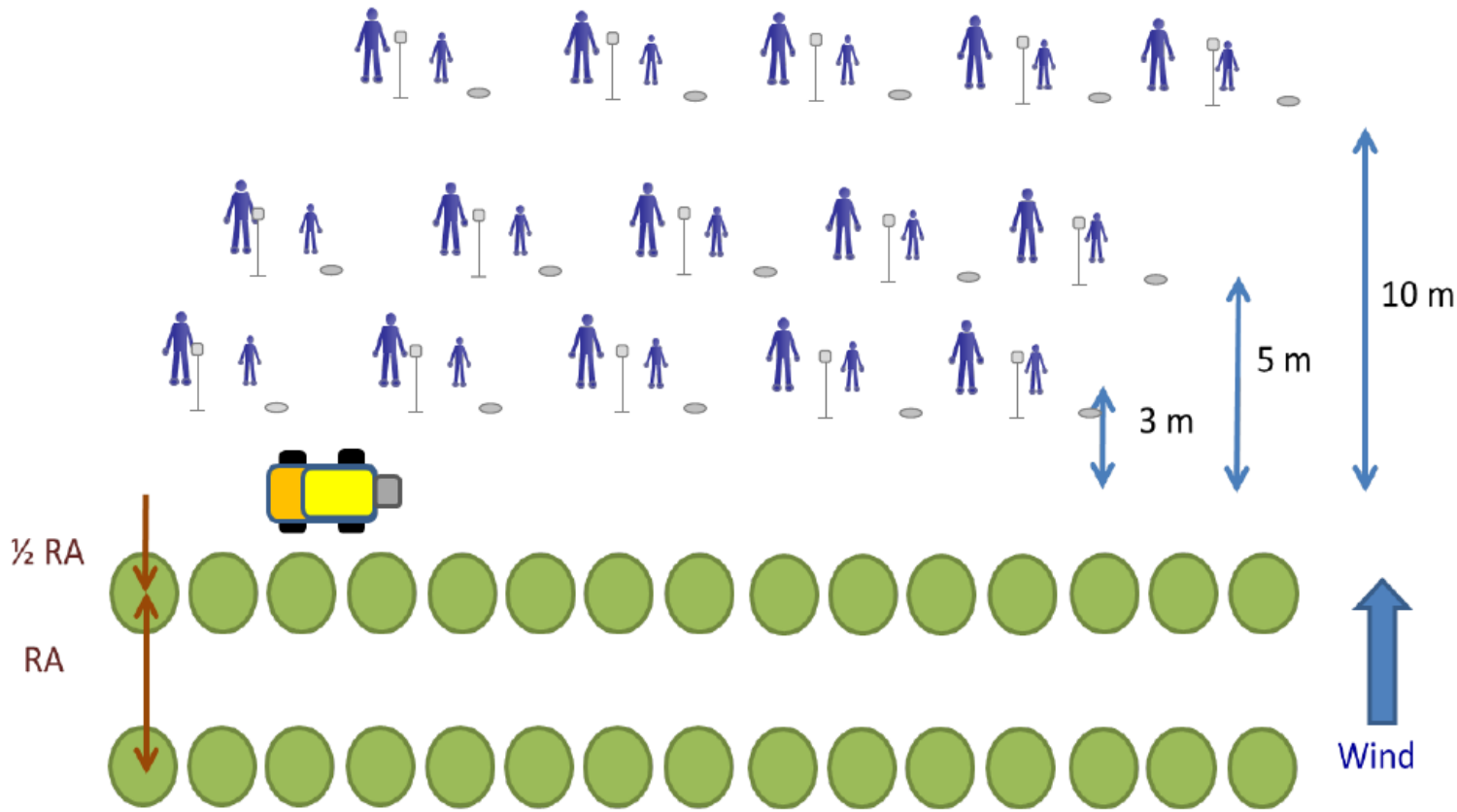
… dürfen keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen einschließlich der besonders gefährdeten Personengruppen… haben

… „gefährdete Personengruppen“ Personen, die bei der Bewertung besonders zu berücksichtigen sind. Dazu zählen schwangere und stillende Frauen, Kinder im Mutterleib, Säuglinge, Kinder, ältere Menschen…

VO (EU) Nr. 284/2013 zur Festlegung der Datenanforderungen für Pflanzenschutzmittel

…Eine Abschätzung der Exposition von Umstehenden und Anwohnern ist für jede relevante Anwendungsmethode durchzuführen. …

Versuchsaufbau



weg mit der Wolke ……..

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

Hochschule Geisenheim University

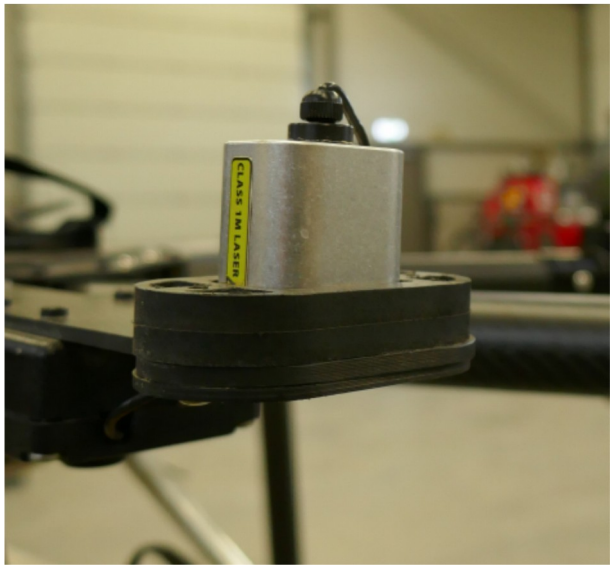
Sprühdrohne 2:

Spannweite:	**ca. 2,6 m**
Schub:	**ca. 88 kg**
Max. Startgewicht:	**ca. 50 kg**
Max. Zuladung:	**ca. 30 kg**
Tankinhalt:	**ca. 20 l**
Arbeitsbreite:	**2-3 m**
Flugdauer:	**ca. 12 min**

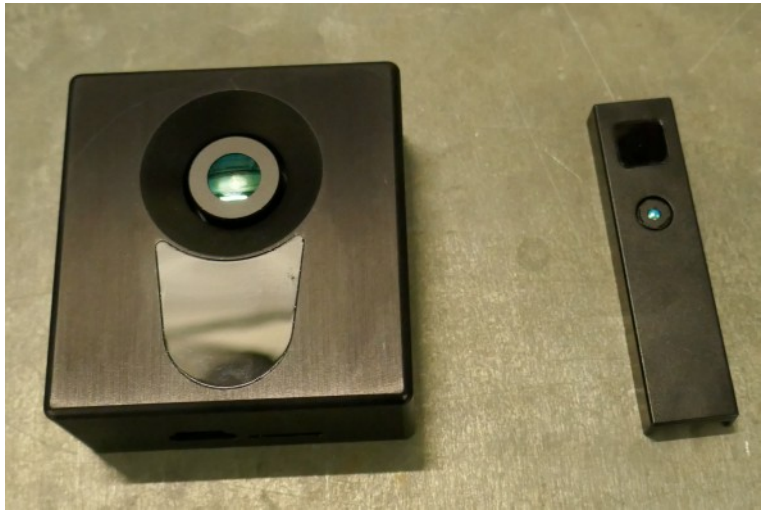
Sprühdrohne 3:

Spannweite:	**ca. 4,6 m**
Schub:	**ca. 192 kg**
Max. Startgewicht:	**ca. 115 kg**
Max. Zuladung:	**ca. 45 kg**
Tankinhalt:	**ca. 40 l**
Arbeitsbreite:	**ca. 4 m**
Flugdauer:	**ca. 20 min**

Sensorik



Lidar



ToF - Kamera

Radar

Optical Flow / Ultraschall

3D-Karten zur automatischen Befliegung nach RTK-GPS

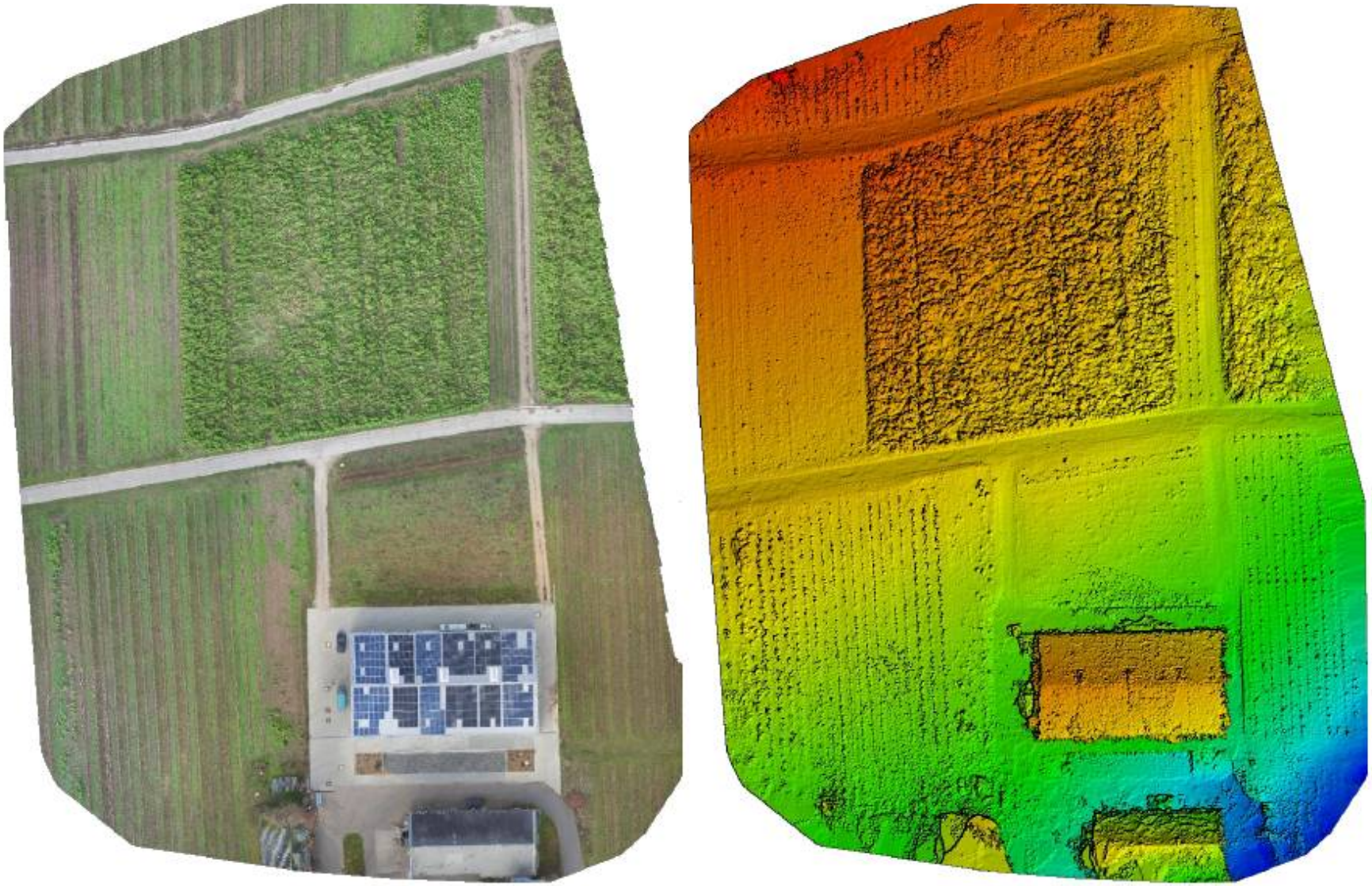
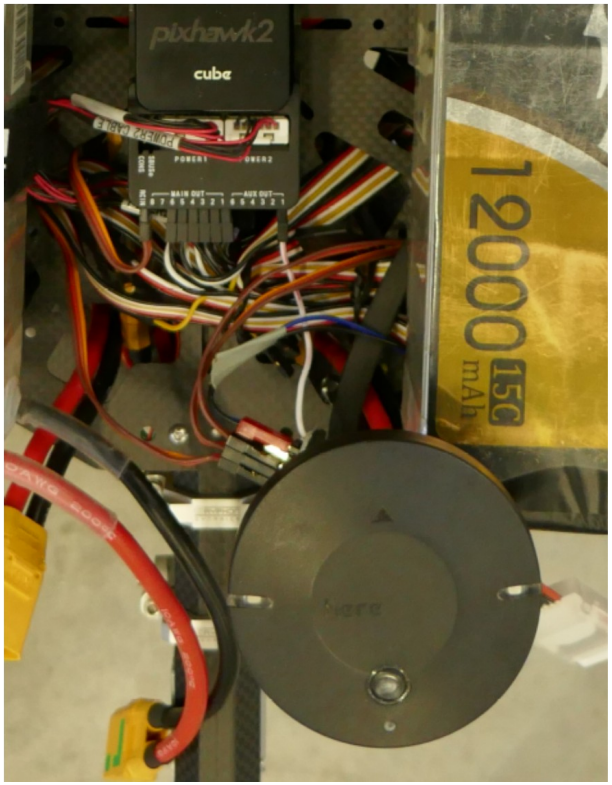
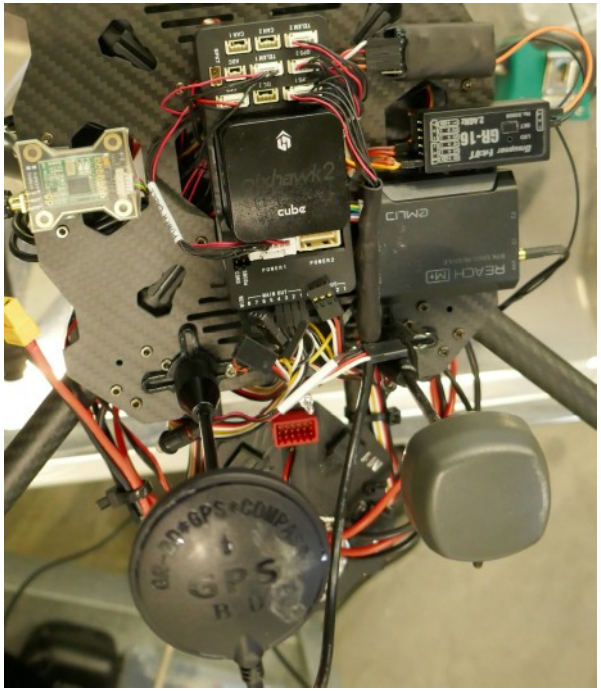


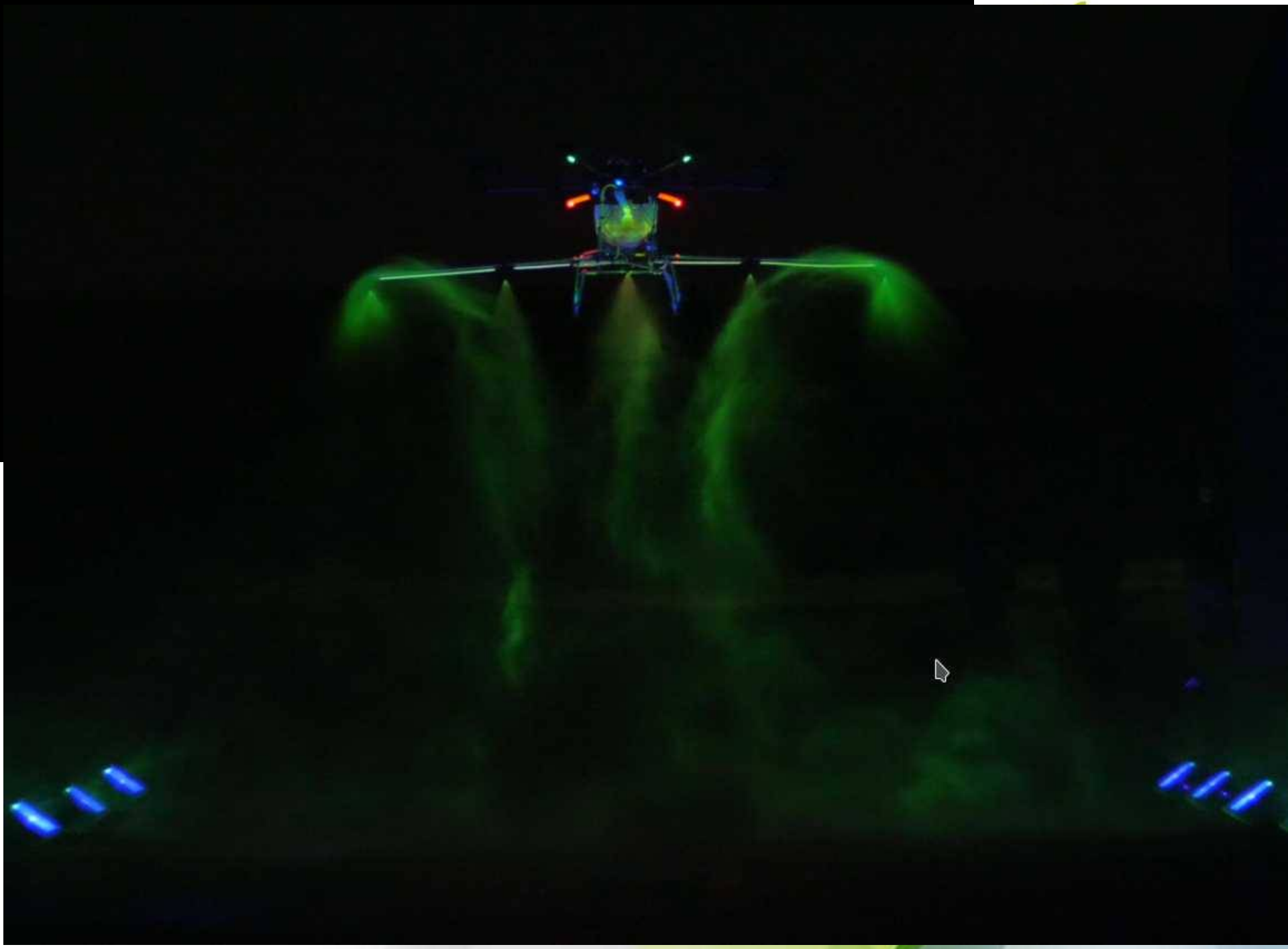
Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

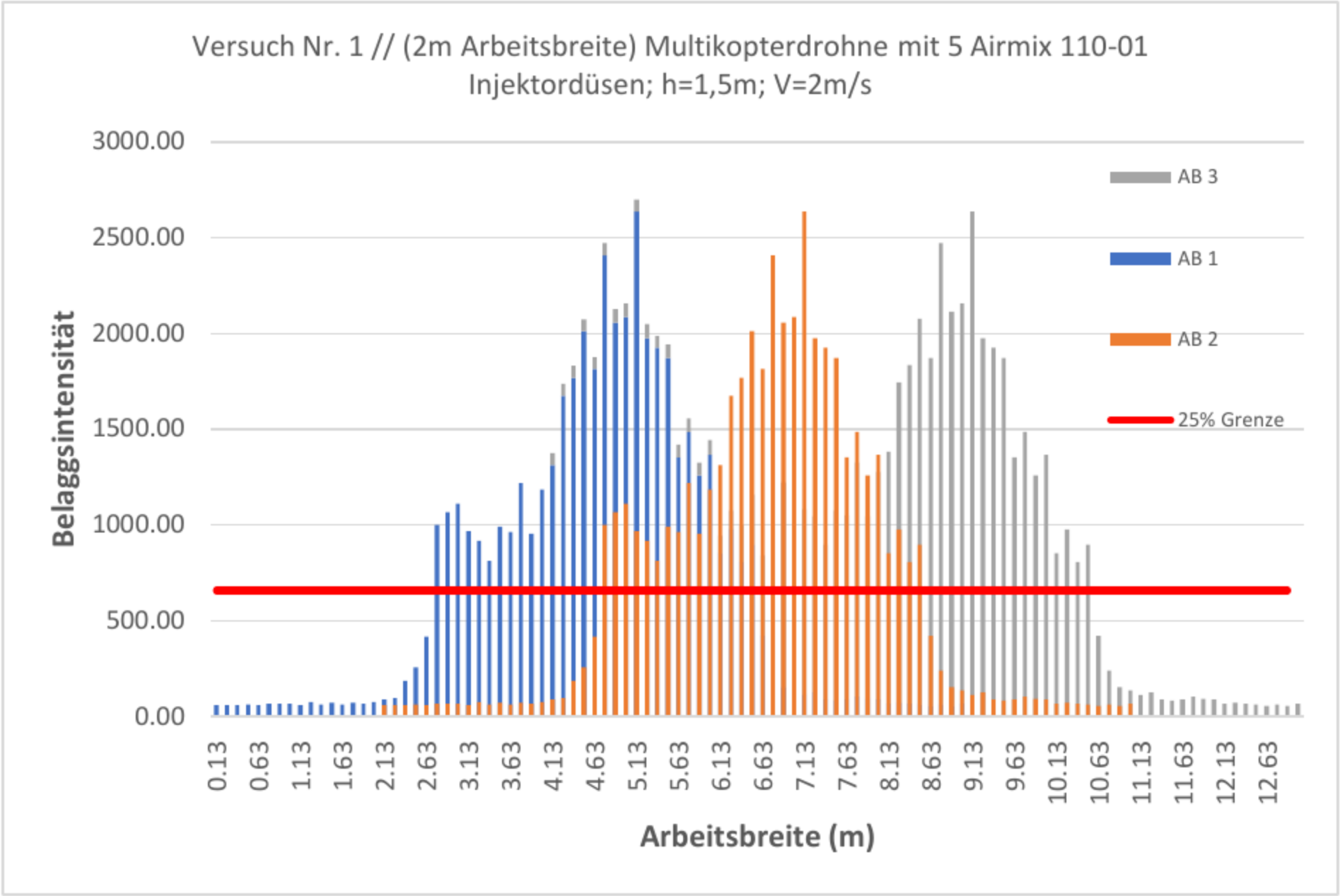
GPS


pixhawk2
cube
12000
15C
mAh

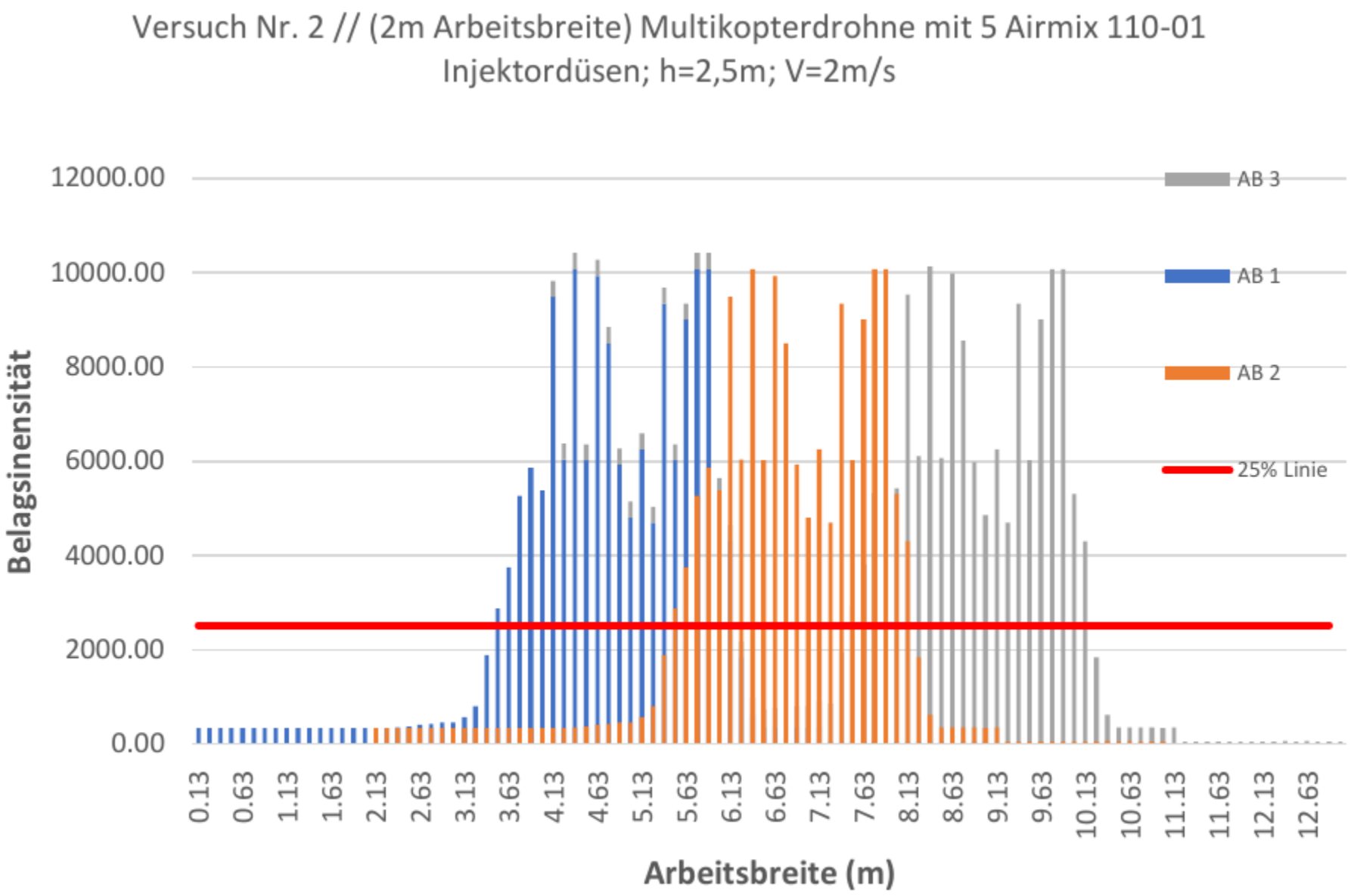

pixhawk2
cube
GR-16
REACH M+

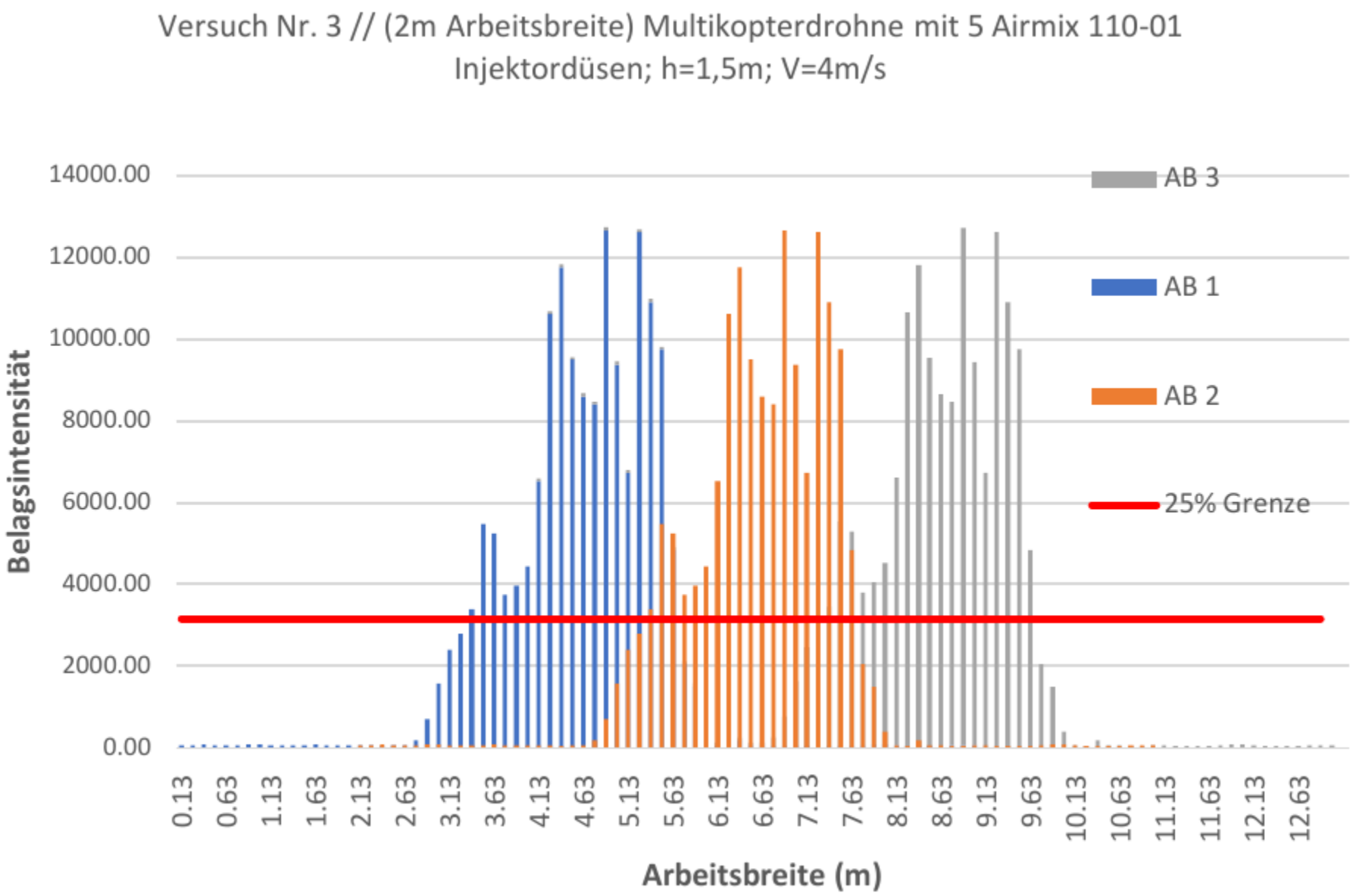
EMLID
REACH RS+



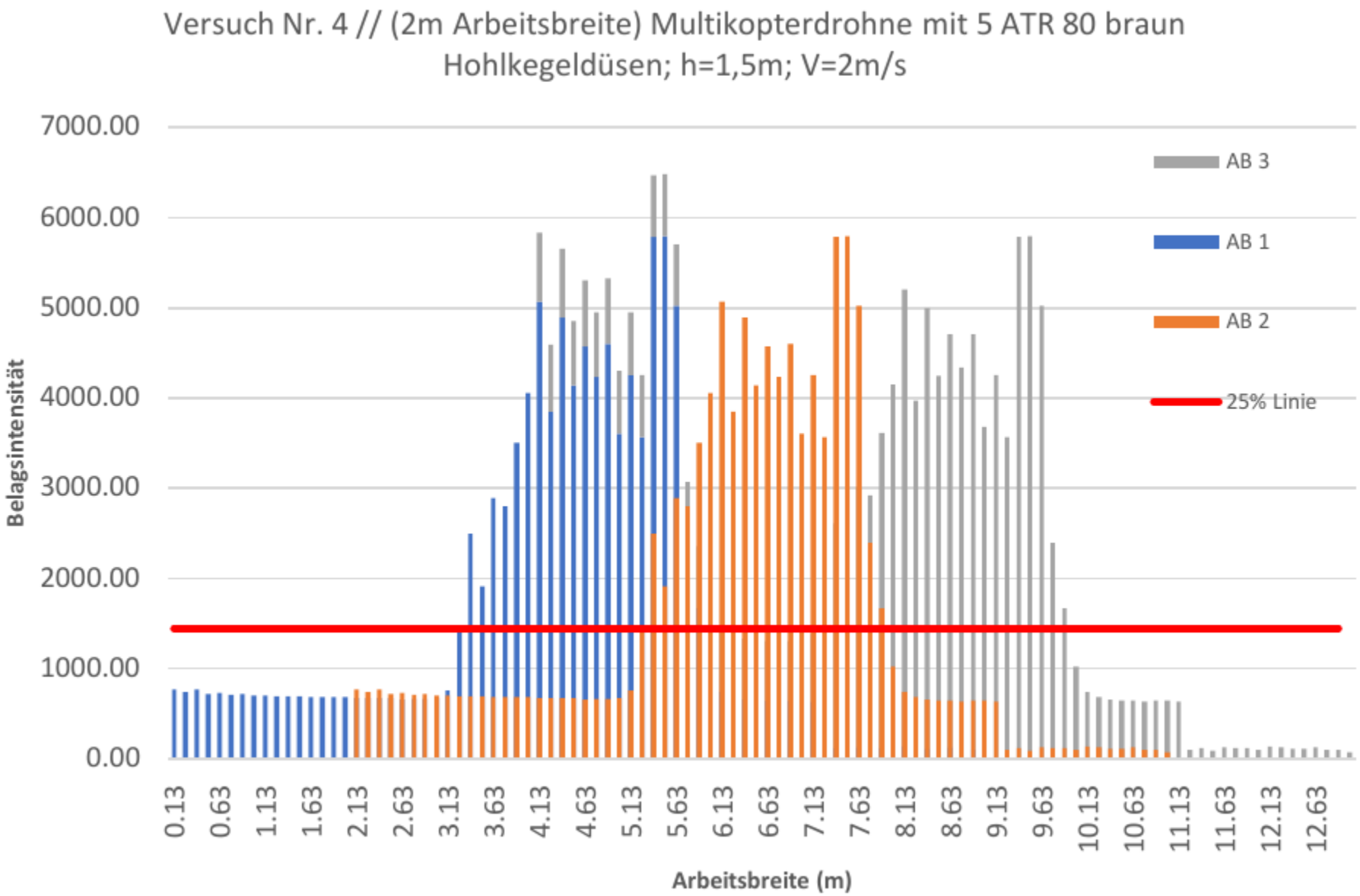

Versuch Nr. 1 // (2m Arbeitsbreite) Multikopterdrohne mit 5 Airmix 110-01 Injektordüsen; h=1,5m; V=2m/s
Belaggsintensität
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
0.00
AB 3
AB 1
AB 2
25% Grenze
0.13
0.63
1.13
1.63
2.13
2.63
3.13
3.63
4.13
4.63
5.13
5.63
6.13
6.63
7.13
7.63
8.13
8.63
9.13
9.63
10.13
10.63
11.13
11.63
12.13
12.63
Arbeitsbreite (m)

Hochschule Geisenheim University

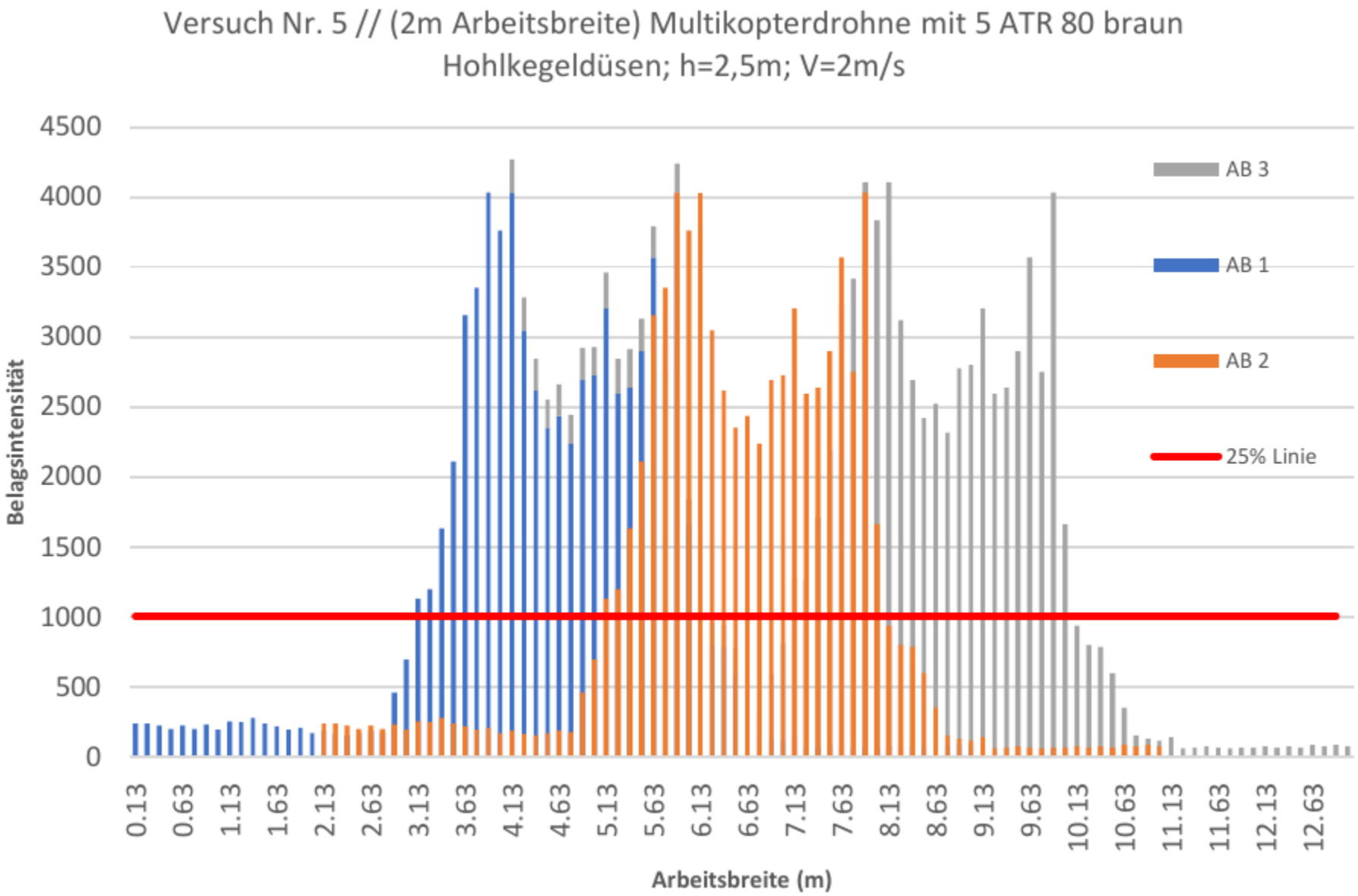



Versuch Nr. 3 // (2m Arbeitsbreite) Multikopterdrohne mit 5 Airmix 110-01 Injektordüsen; h=1,5m; V=4m/s
Belagsintensität
14000.00
12000.00
10000.00
8000.00
6000.00
4000.00
2000.00
0.00
0.13
0.63
1.13
1.63
2.13
2.63
3.13
3.63
4.13
4.63
5.13
5.63
6.13
6.63
7.13
7.63
8.13
8.63
9.13
9.63
10.13
10.63
11.13
11.63
12.13
12.63
Arbeitsbreite (m)
AB 3
AB 1
AB 2
25% Grenze

Hochschule Geisenheim University



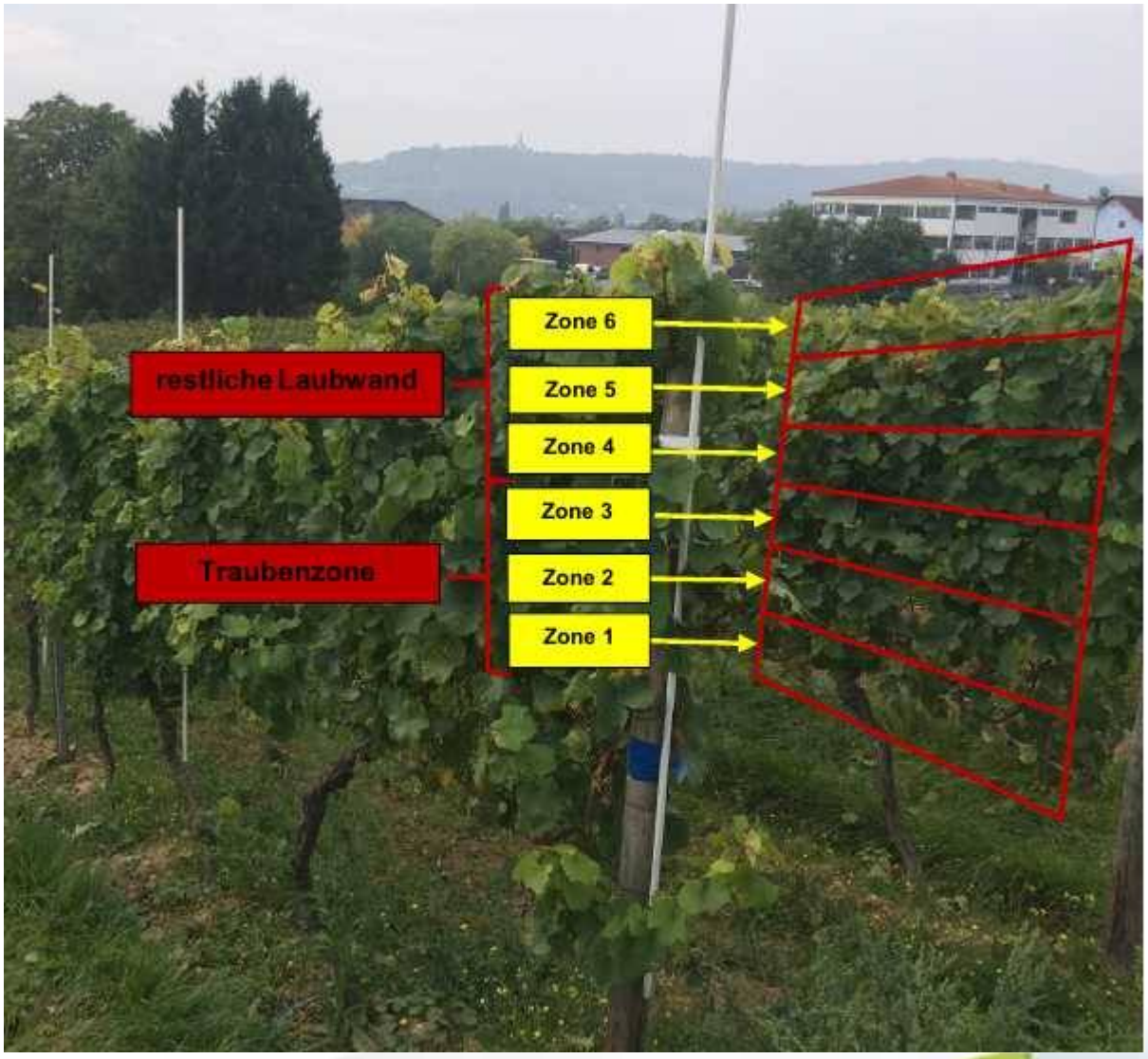
Hochschule Geisenheim University



Rahmenbedingungen Blattbelagsmessung

- Applikationsgeschwindigkeit: 7,2 km/h (2,0 m/s)
- Applikationshöhe: 1-2 m über dem Rebbestand
- Einteilung der Laubwand in 6 Zonen
- Einsammeln und Abwaschen der Blätter der einzelnen Zonen
- Auswertung mit einem Fluoreszenzspektrometer

Rahmenbedingungen Blattbelagsmessung

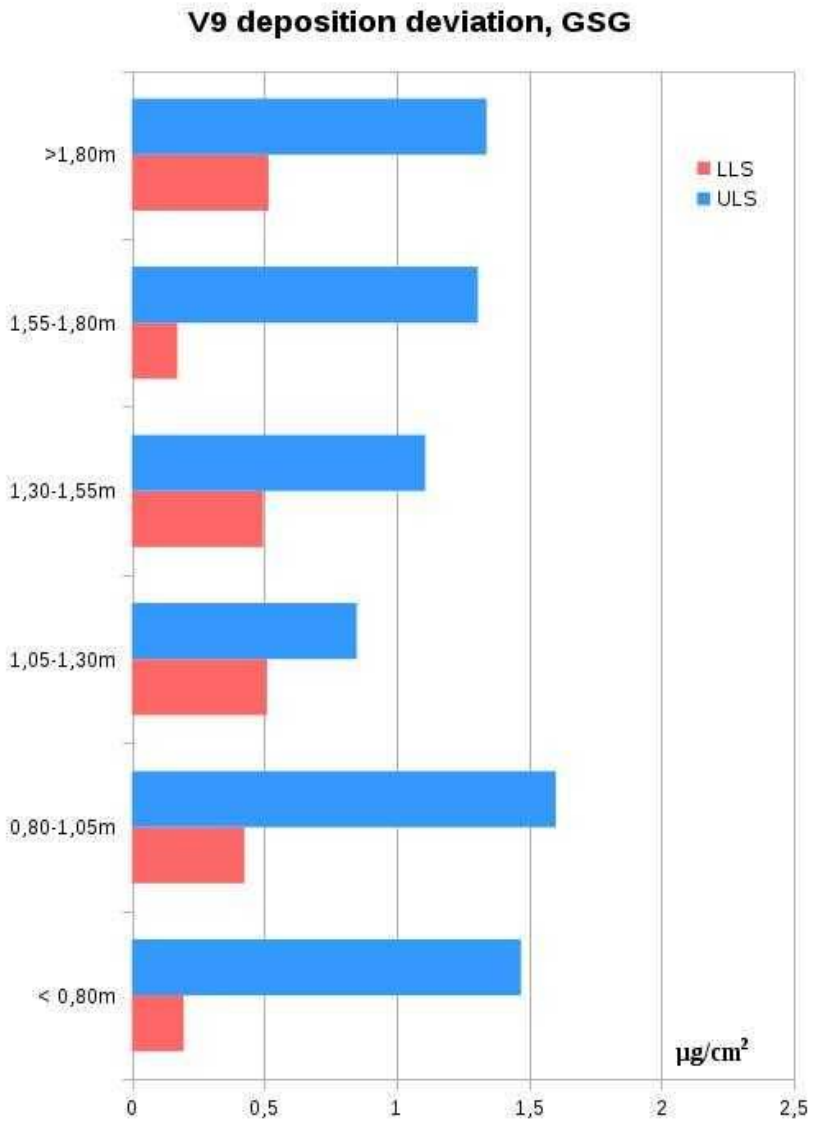


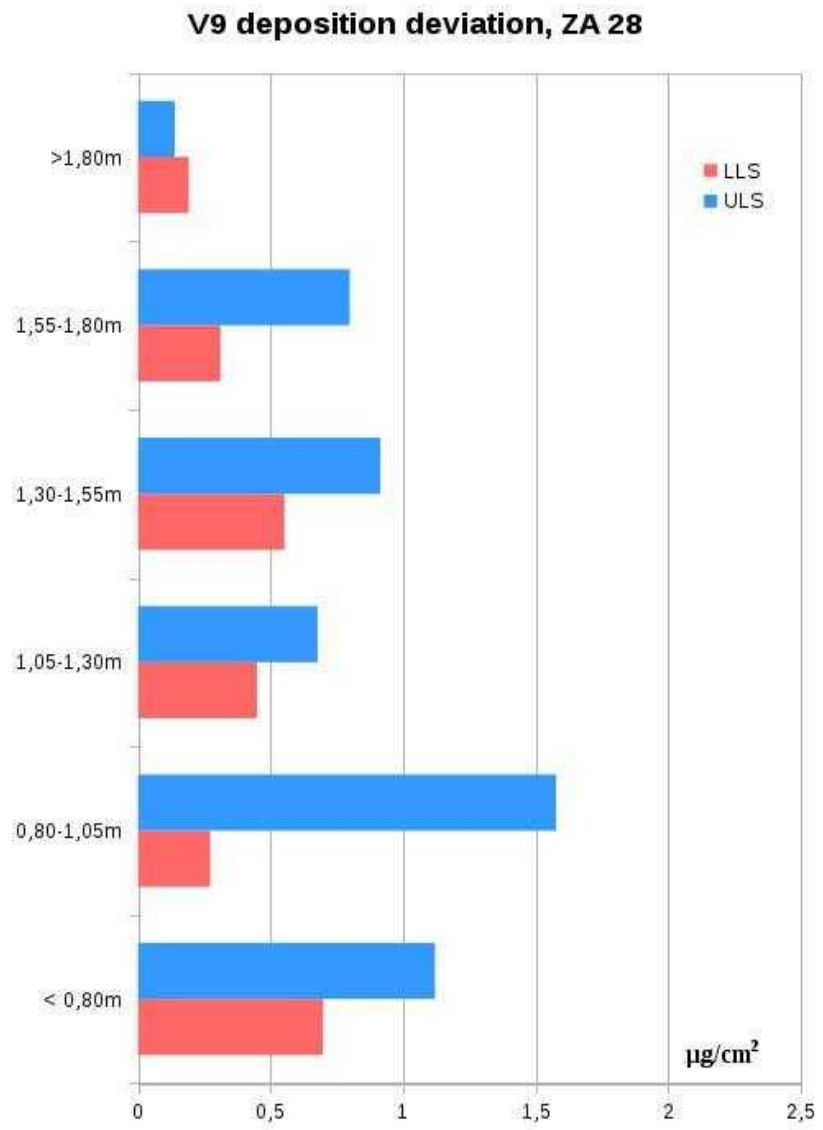
Blattbelagsmessung Leytron (CH) 13.09.2016

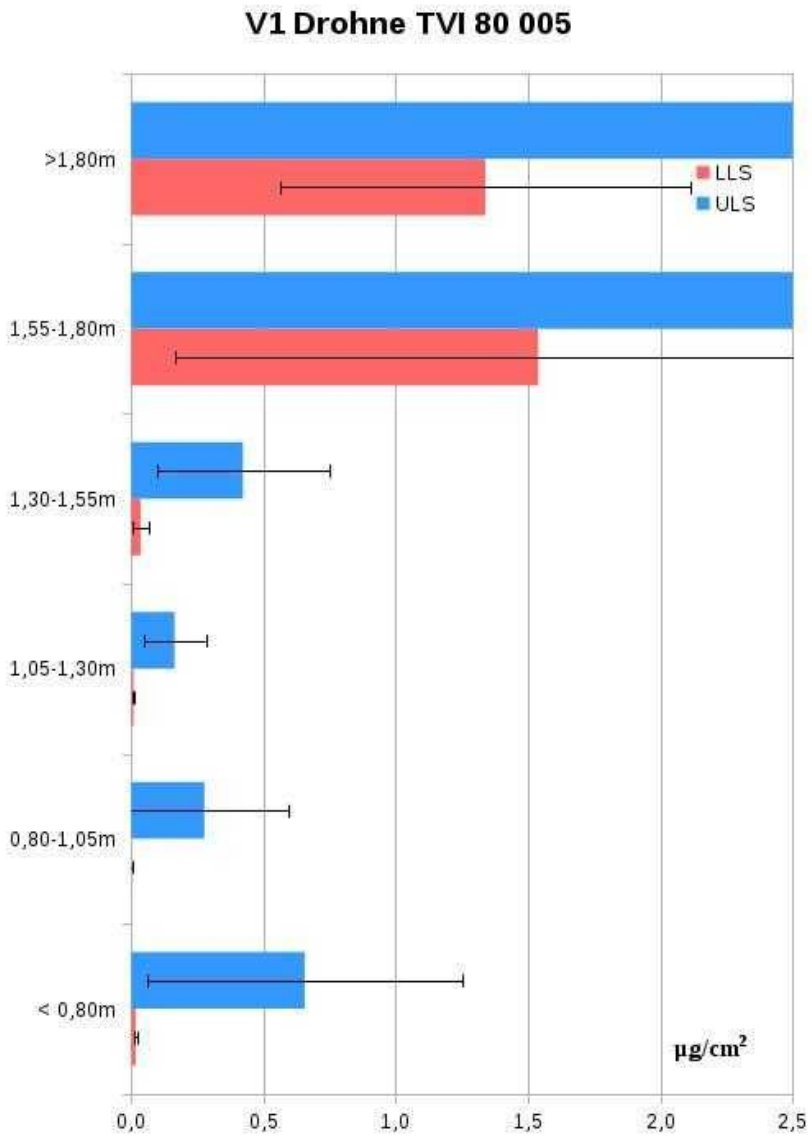
- Drohne: Agrofly SA

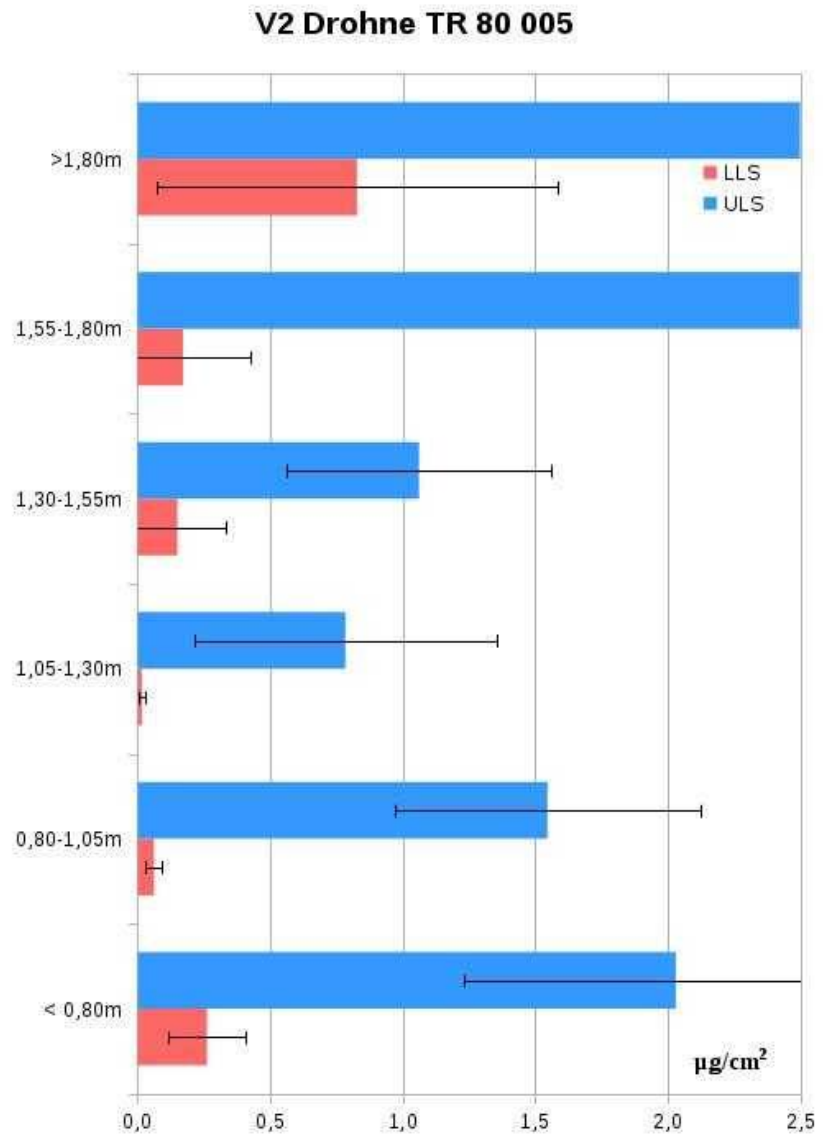
Max. Startgewicht:	ca. 45 kg
Max. Zuladung:	ca. 20 kg
Tankinhalt:	15 l
Bedüsung:	6 x TR / TVI 80 005
Druck:	ca. 4,5 bar
Gesamtdüsenausstoss:	ca. 1,5 l/min
Fluggeschwindigkeit:	2 m/s
Arbeitsbreite:	3 m
Aufwandmenge:	ca. 45 l/ha

Versuch	Düsenart	Flugrichtung zur Rebzeile
V1	Hohlkegeldüse (TR 80 005)	längs
V2	Injektordüse (TVI 80 005)	längs


V9 deposition deviation, GSG
>1,80m
1,55-1,80m
1,30-1,55m
1,05-1,30m
0,80-1,05m
< 0,80m
LLS
ULS
µg/cm²
0
0,5
1
1,5
2
2,5


V9 deposition deviation, ZA 28
>1,80m
1,55-1,80m
1,30-1,55m
1,05-1,30m
0,80-1,05m
< 0,80m
LLS
ULS
µg/cm²
0
0,5
1
1,5
2
2,5


V1 Drohne TVI 80 005
>1,80m
1,55-1,80m
1,30-1,55m
1,05-1,30m
0,80-1,05m
< 0,80m
LLS
ULS
µg/cm²
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5


V2 Drohne TR 80 005
>1,80m
1,55-1,80m
1,30-1,55m
1,05-1,30m
0,80-1,05m
< 0,80m
LLS
ULS
µg/cm²
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5

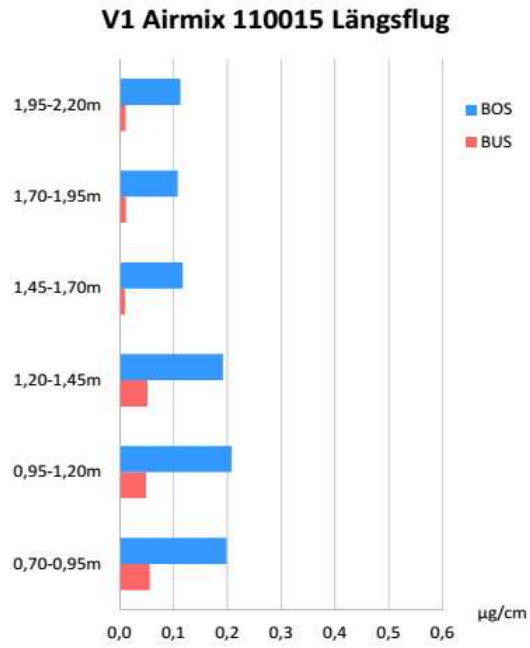
Blattbelagsmessung Geisenheim 28.09.2017

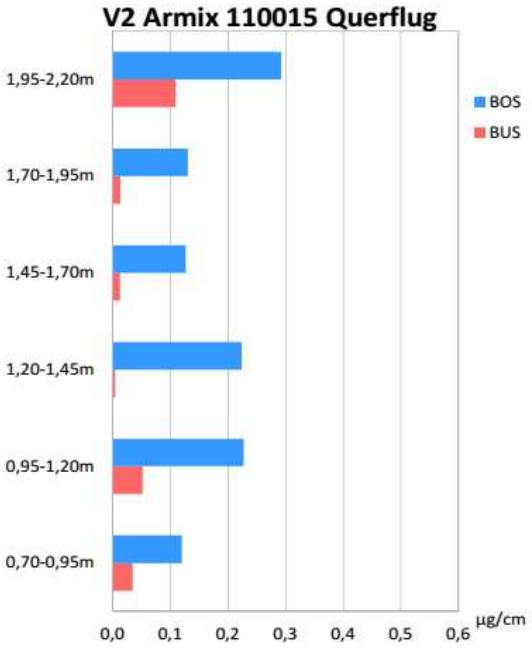
- Drohne: DJI Agras MG-1
- Düsen:
  - feintropfige Hohlkegeldüse (Albuz ATR gelb)
  - grobtropfige Injektordüse (Airmix 110015)

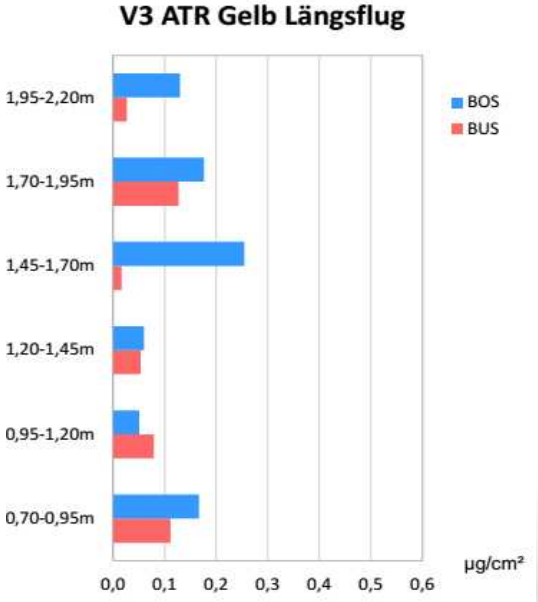
Versuch	Düsenart	Flugrichtung zur Rebzeile
V1	Injektordüse (Airmix 110015)	längs
V2	Injektordüse (Airmix 110015)	quer
V3	Hohlkegeldüse (Albuz ATR gelb)	längs
V4	Hohlkegeldüse (Albuz ATR gelb)	quer

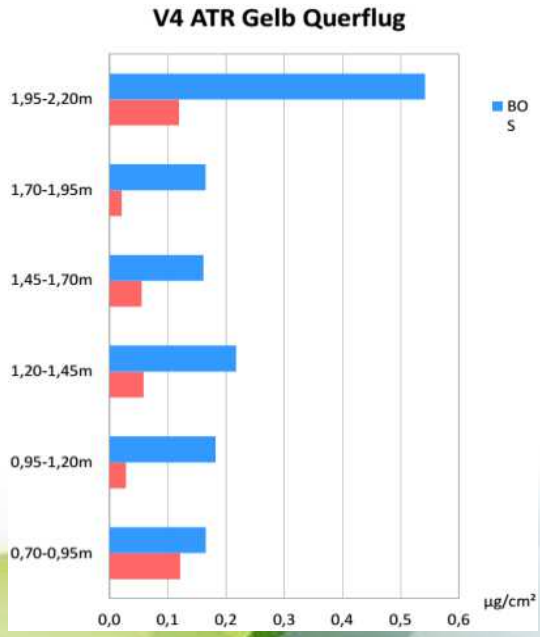
Blattbelagsmessung Geisenheim 28.09.2017

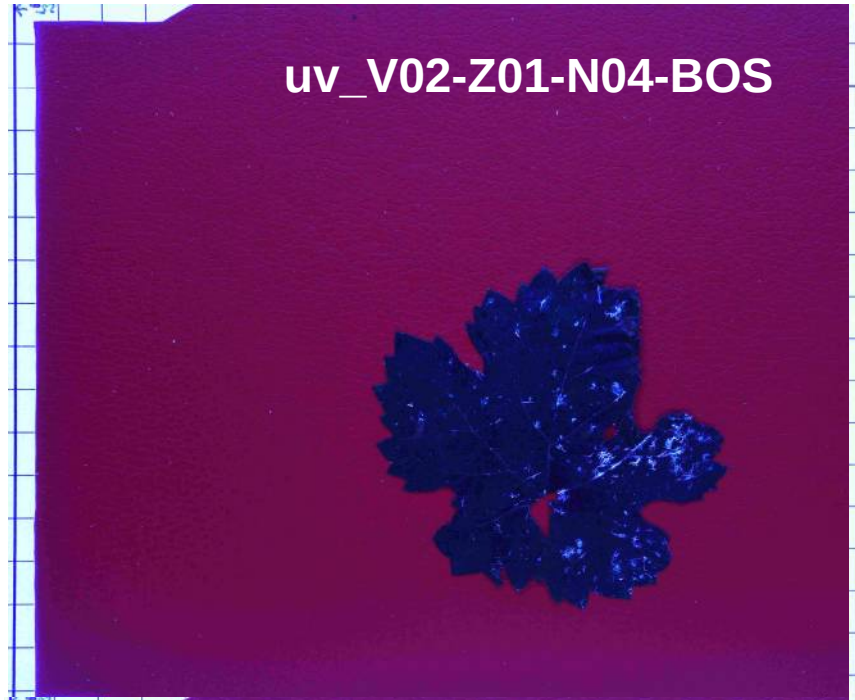
Hochschule Geisenheim University

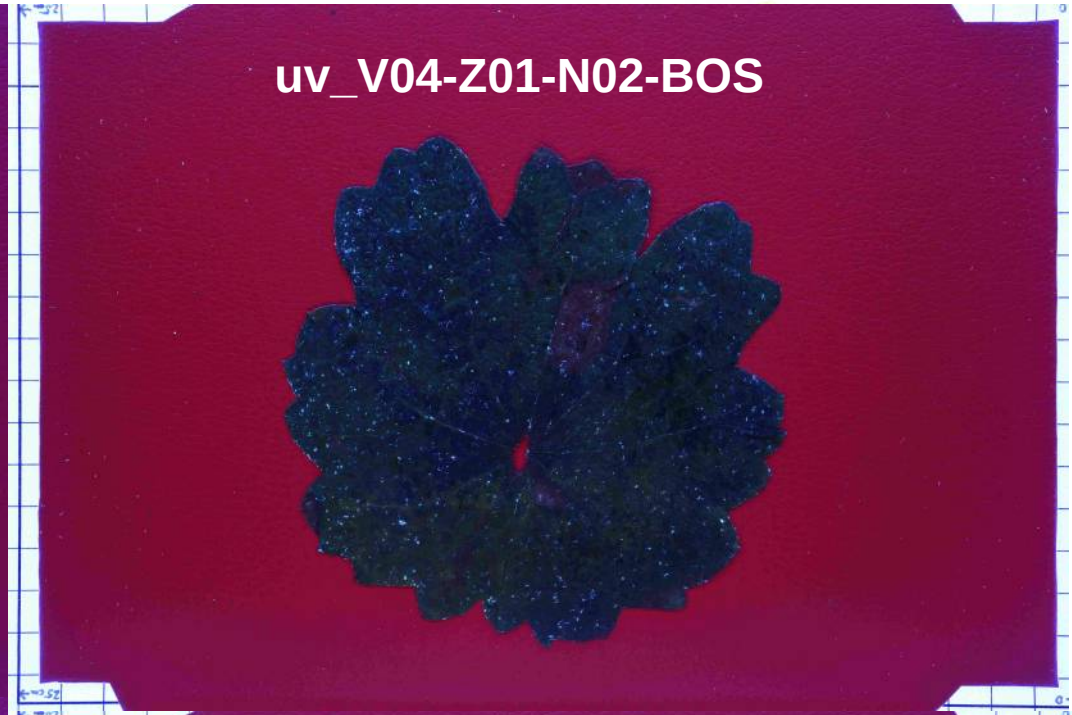


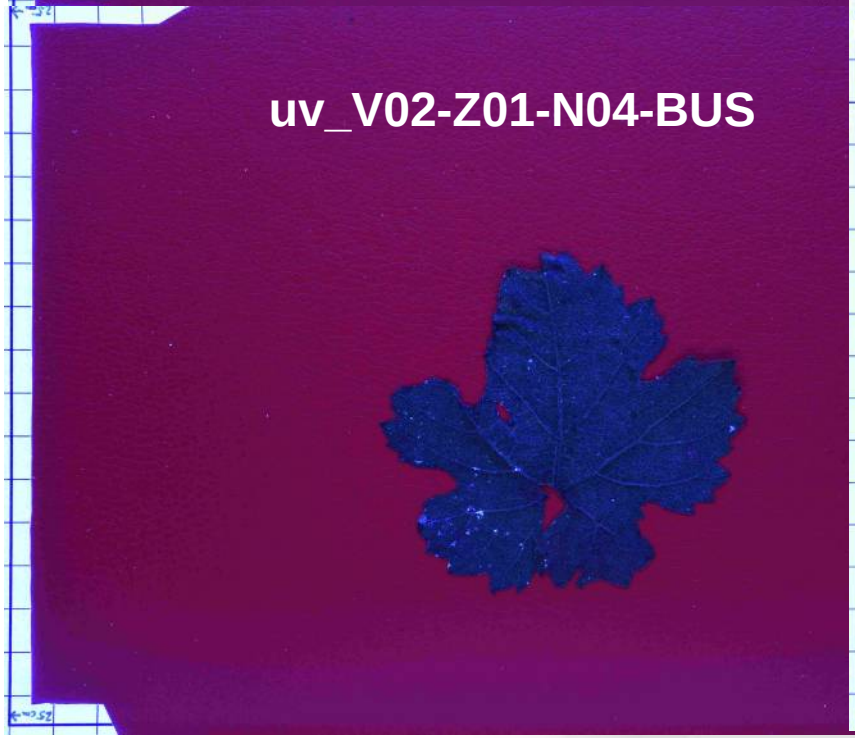







uv_V02-Z01-N04-BOS

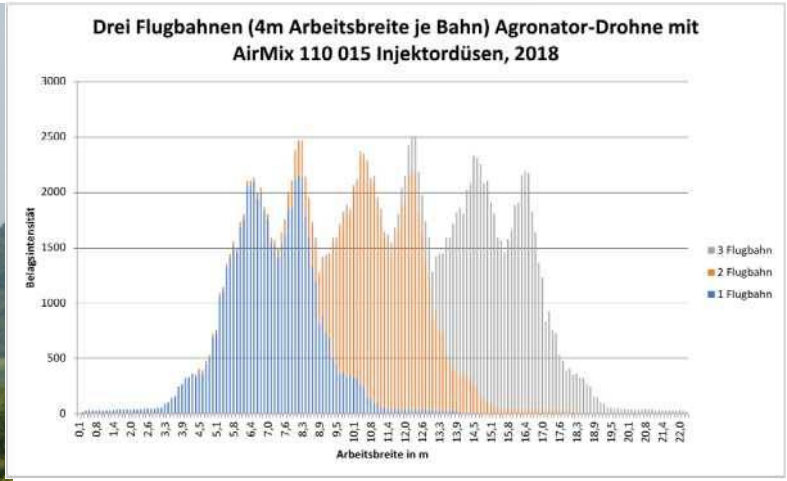

uv_V04-Z01-N02-BOS

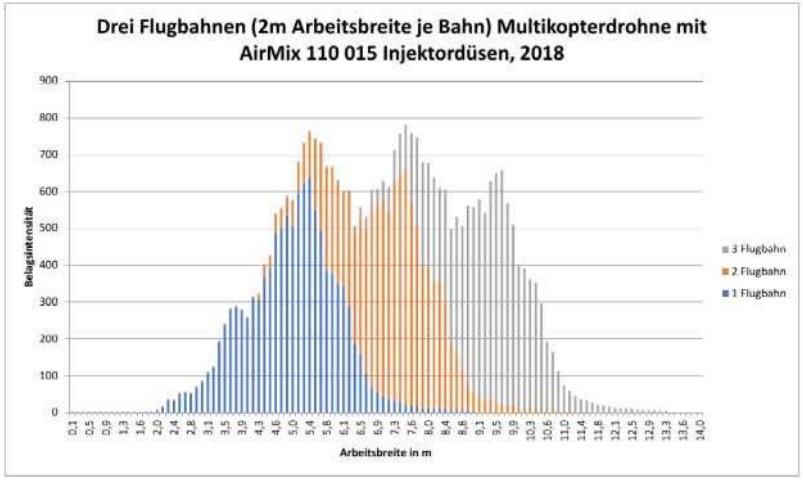

uv_V02-Z01-N04-BUS

uv_V04-Z01-N02-BUS

Biologische Wirksamkeitsversuche 2018

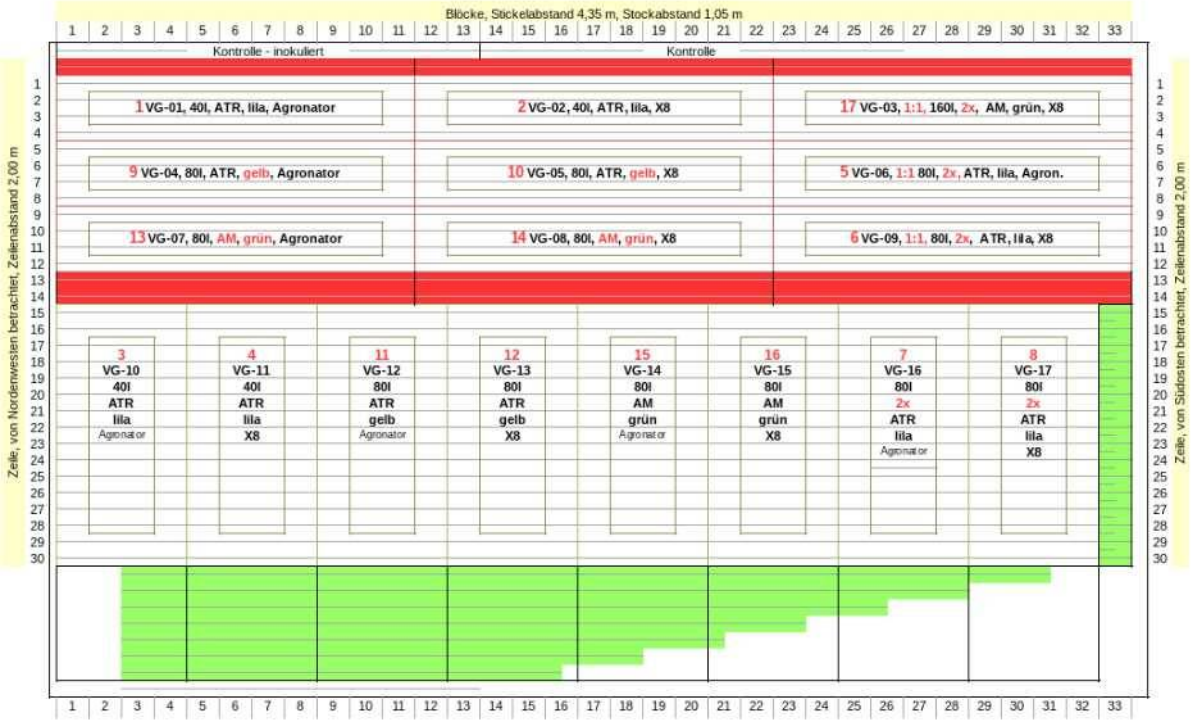
Steinberg

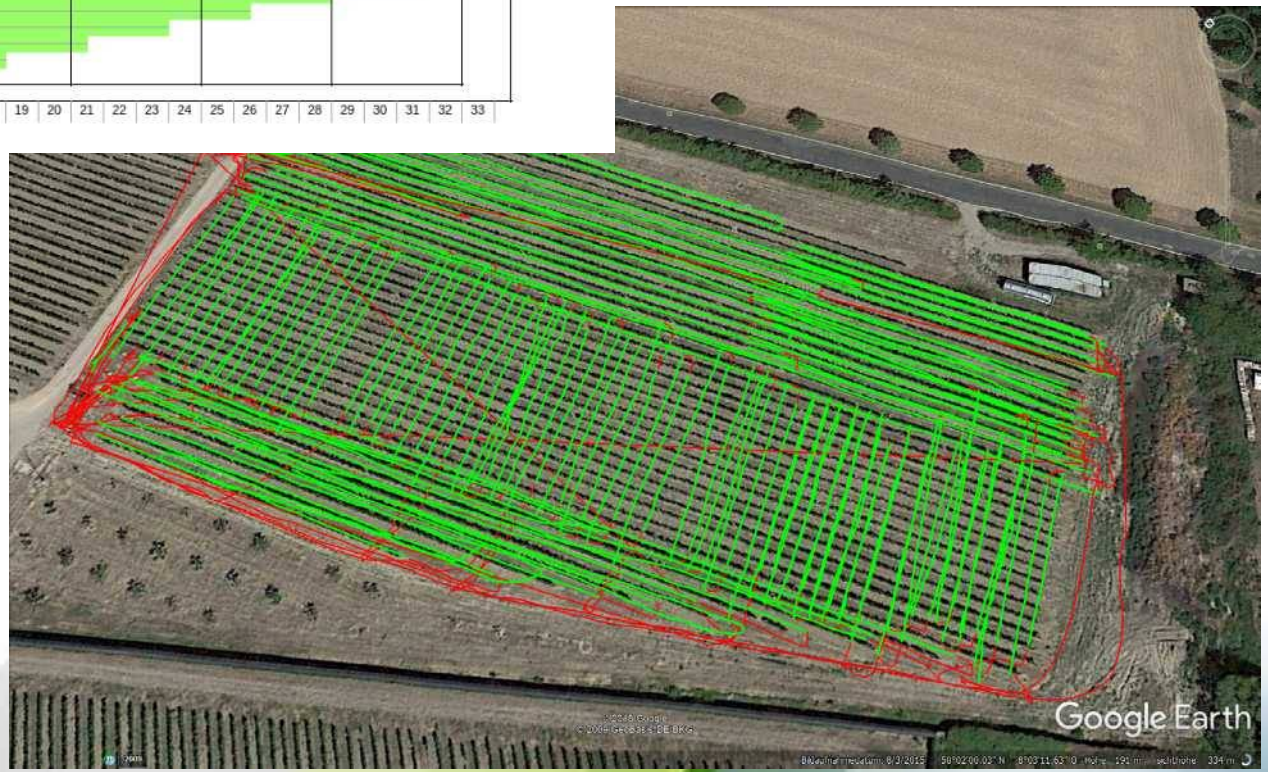

Drei Flugbahnen (4m Arbeitsbreite je Bahn) Agronator-Drohne mit AirMix 110 015 Injektordüsen, 2018
Belagsintensität
Arbeitsbreite in m
3 Flugbahn
2 Flugbahn
1 Flugbahn

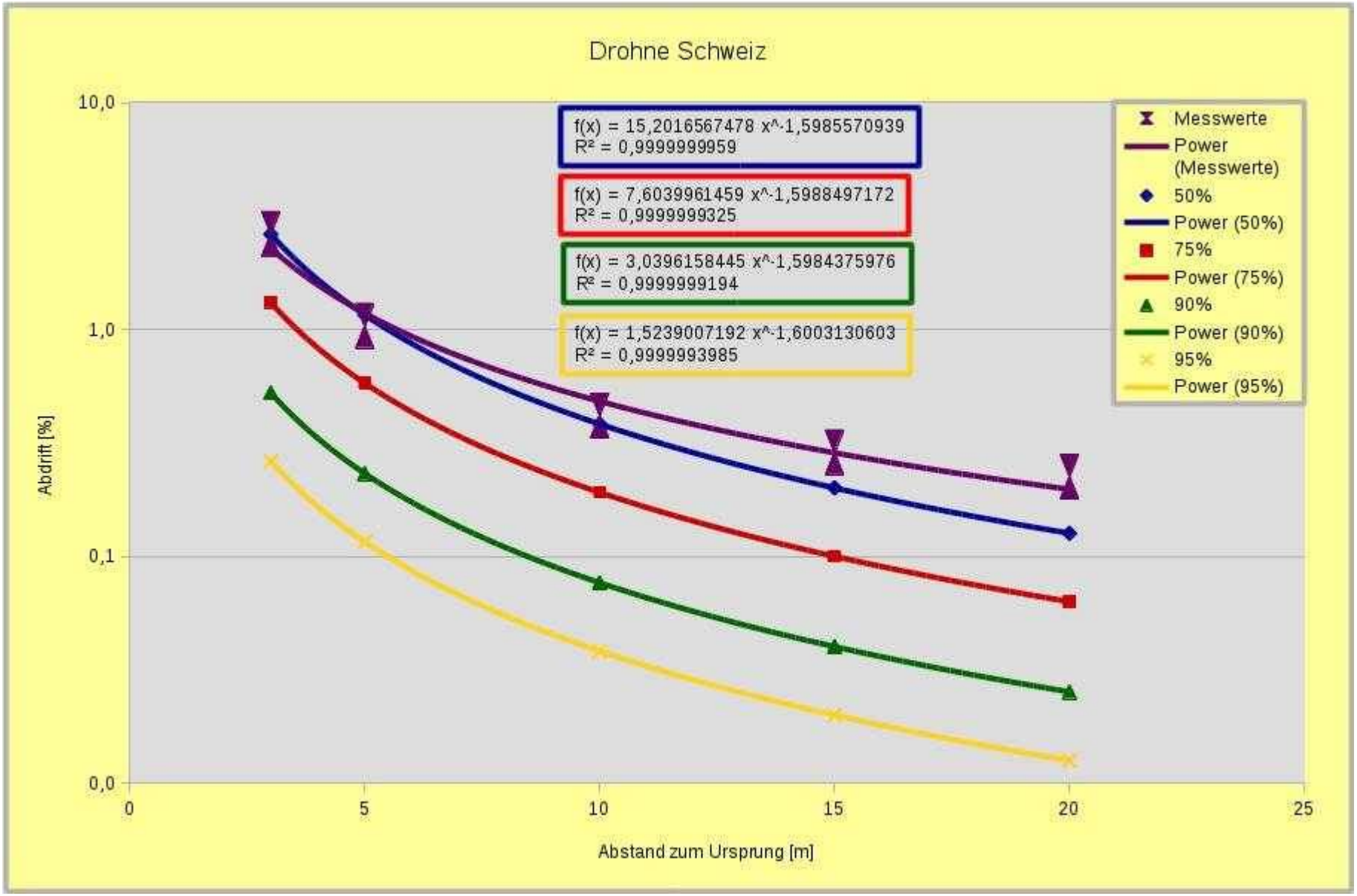

Drei Flugbahnen (2m Arbeitsbreite je Bahn) Multikopterdrohne mit AirMix 110 015 Injektordüsen, 2018
Belagsintensität
Arbeitsbreite in m
3 Flugbahn
2 Flugbahn
1 Flugbahn

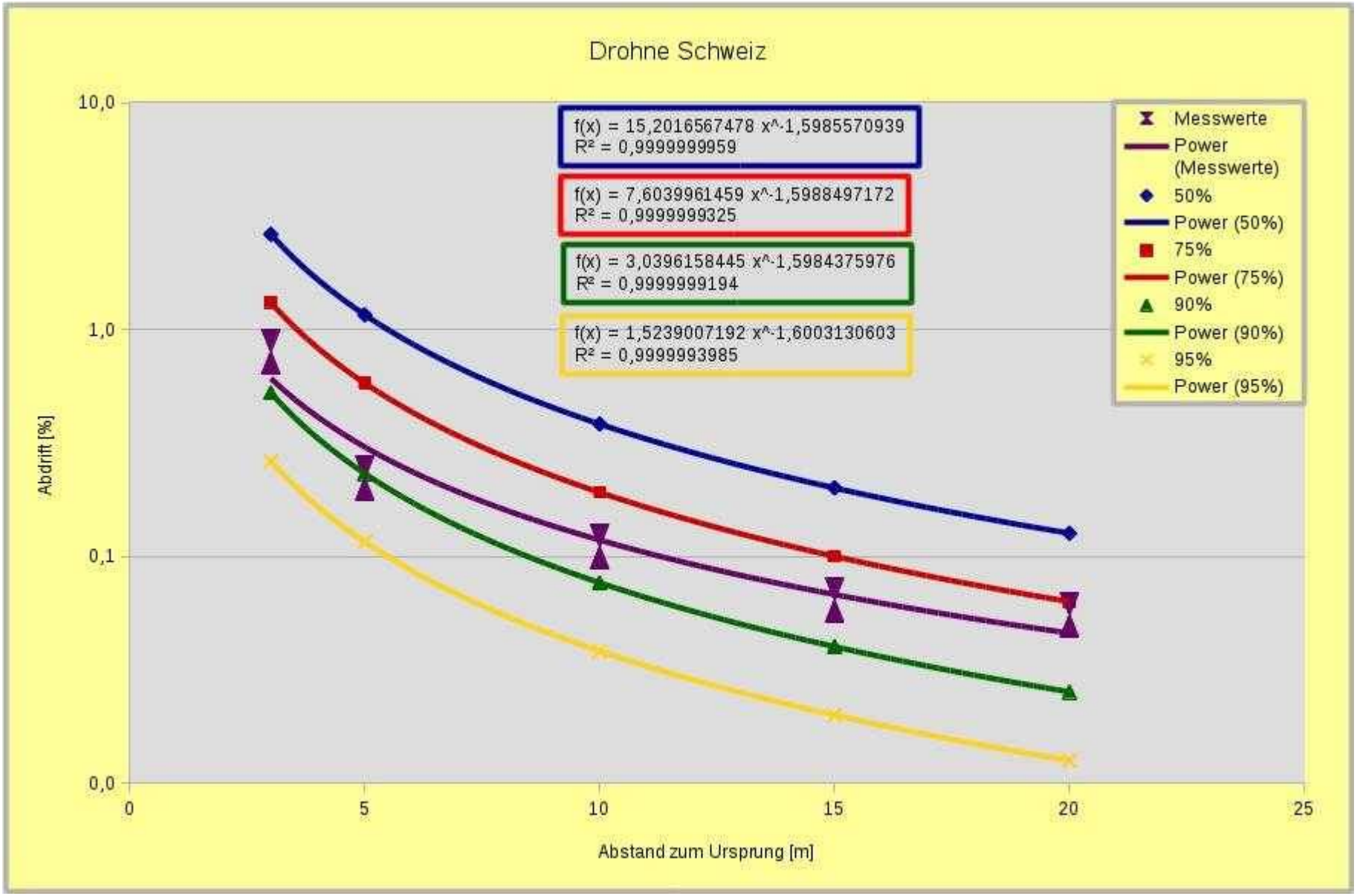
Flugplan Drohnenprojekt Steinberg
links ist Nordwesten, oben ist Nordosten

VG-01 bis VG-08: Fläche 47.85 x 8.00 m = 383 m²; Boniturbereich 78 m Rebzeile
VG-09 bis VG-16: Fläche 17.40 x 32.00 m = 557 m²; Boniturbereich 104 m Rebzeile






Drohne Schweiz
f(x) = 15,2016567478 x^-1,5985570939
R² = 0,9999999959
f(x) = 7,6039961459 x^-1,5988497172
R² = 0,9999999325
f(x) = 3,0396158445 x^-1,5984375976
R² = 0,9999999194
f(x) = 1,5239007192 x^-1,6003130603
R² = 0,9999993985
Messwerte
Power (Messwerte)
50%
Power (50%)
75%
Power (75%)
90%
Power (90%)
95%
Power (95%)
10,0
1,0
0,1
0,0
Abdrift [%]
0
5
10
15
20
25
Abstand zum Ursprung [m]


Drohne Schweiz
f(x) = 15,2016567478 x^-1,5985570939
R² = 0,9999999959
f(x) = 7,6039961459 x^-1,5988497172
R² = 0,9999999325
f(x) = 3,0396158445 x^-1,5984375976
R² = 0,9999999194
f(x) = 1,5239007192 x^-1,6003130603
R² = 0,9999993985
Messwerte
Power (Messwerte)
50%
Power (50%)
75%
Power (75%)
90%
Power (90%)
95%
Power (95%)
10,0
1,0
0,1
0,0
Abdrift [%]
0
5
10
15
20
25
Abstand zum Ursprung [m]

Fazit:

Drohnen für Pflanzenschutzanwendung prinzipiell geeignet

Applikationsqualität bietet Raum für Verbesserungen

Driftpotential deutlich geringer als beim Helikopter

Gesetzeslage schwierig, tangiert Luft- und Pflanzenschutzrecht

UAS sehr vielseitig, viele Anbieter, Flugsteuerung, Sensorik, GPS, Bauformen, Größe, Payload, Flugdauer etc.

Sprühsysteme genügen noch nicht den Anforderungen

Keine zugelassenen Mittel, Wasseraufwand, Wirkungsnachweis, Phytotox noch nicht abschließend geklärt, Daten zum Driftpotential für die Risikoabschätzung müssen noch erhoben werden

Verfahren zur Risikoabschätzung noch nicht definiert