



Maximilian Beck

Dr. Drohne ['dɔktə dʁo:nə]

Distanzabschätzung für zivile Drohnen

Ein Leitfaden für Anwarter eines Kenntnissnachweise

„Jeder sieht die Grenzen seines Gesichtsfeldes als die Grenzen der Welt an.“

- Arthur Schopenhauer, deutscher Philosoph -

© 2017 Maximilian Beck / Dr. Drohne

Illustrationen und Fotos: Maximilian Beck

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	5
Horizontale Entfernungseinschätzung – Infos	7
Horizontale Entfernungseinschätzung: 2m	8
Horizontale Entfernungseinschätzung: 5m	9
Horizontale Entfernungseinschätzung: 10m	10
Horizontale Entfernungseinschätzung: 20m	11
Horizontale Entfernungseinschätzung: 30m	12
Horizontale Entfernungseinschätzung: 40m	13
Horizontale Entfernungseinschätzung: 50m	14
Horizontale Entfernungseinschätzung: 60m	15
Horizontale Entfernungseinschätzung: 70m	16
Horizontale Entfernungseinschätzung: 80m	17
Horizontale Entfernungseinschätzung: 90m	18
Horizontale Entfernungseinschätzung: 100m	19
Vertikale Entfernungseinschätzung – Infos	20
Vertikale Entfernungseinschätzung: 2m	21
Vertikale Entfernungseinschätzung: 5m.....	22
Vertikale Entfernungseinschätzung: 10m.....	23
Vertikale Entfernungseinschätzung: 20m.....	24
Vertikale Entfernungseinschätzung: 30m.....	25
Vertikale Entfernungseinschätzung: 40m.....	26
Vertikale Entfernungseinschätzung: 50m.....	27
Vertikale Entfernungseinschätzung: 60m.....	28
Vertikale Entfernungseinschätzung: 70m.....	29

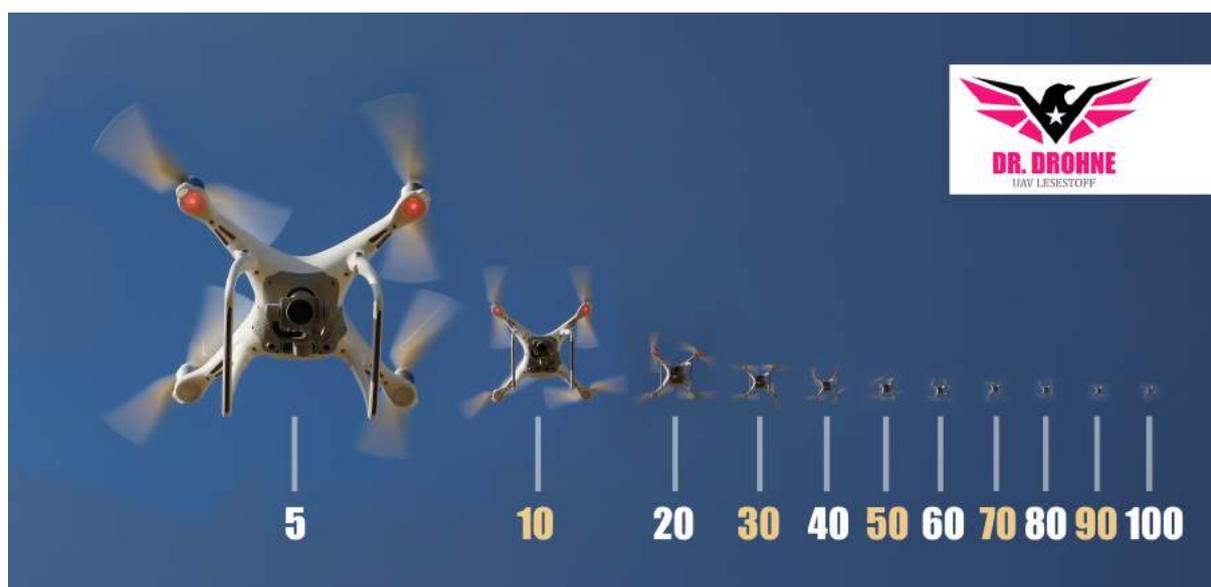
Vertikale Entfernungseinschätzung: 80m.....	30
Vertikale Entfernungseinschätzung: 90m.....	31
Vertikale Entfernungseinschätzung: 100m.....	32
Diagonale Entfernungseinschätzung – Infos.....	33
Diagonale Entfernungseinschätzung: 2m	34
Diagonale Entfernungseinschätzung: 5m	35
Diagonale Entfernungseinschätzung: 10m	36
Diagonale Entfernungseinschätzung: 20m	37
Diagonale Entfernungseinschätzung: 30m	38
Diagonale Entfernungseinschätzung: 40m	39
Diagonale Entfernungseinschätzung: 50m	40
Diagonale Entfernungseinschätzung: 60m	41
Diagonale Entfernungseinschätzung: 70m	42
Diagonale Entfernungseinschätzung: 80m	43
Diagonale Entfernungseinschätzung: 90m	44
Diagonale Entfernungseinschätzung: 100m	45

Einleitung

Dieser Leitfaden gibt Ihnen die Möglichkeit, Distanzabschätzungen für zivile Drohne vorzunehmen. Nachdem das Luftfahrtbundesamt d im zweiten Quartal 2017 einen Katalog mit Themengebieten für den Kenntnissnachweis veröffentlicht hat, wird im Bereich „Flugbetrieb und Navigation“ folgende Qualifikation vom Steuerer gefordert:¹

- Grobe Höheneinschätzung,
- grobe Entfernungseinschätzung,
- erkennen der Ausrichtung der Drohne und angemessene Reaktion hierauf.

In dem Buch: „**Dr. Drohne – Basiswissen 2017 für Steuerer von zivilen Drohnen**“ können fast alle Fragen zum Kenntnissnachweis geklärt werden, jedoch ist format- und druckbedingt eine Umsetzung mit hochauflösenden Bildern nicht möglich. Aus diesem Grund gibt diese kostenlose Ergänzung zur Abrundung des Gesamtpaketes.



Ich habe zur Erstellung des Bildmaterials den beliebtesten Multikopter genommen: den DJI Phantom in der vierten Generation. Die Bilder des Phantom wurden mittels Canon EOS- Kamera erstellt. Hierbei habe ich die Einstellung des Objektiv so gewählt, dass das geschossene Bild im Nahbereich exakt dem entsprach, was auch mein Auge größentechnisch wahrgenommen hat. Die Entfernungen dienen mehr oder weniger als Referenz. Auf den kommenden Seiten werden Ihnen nun Bilder gezeigt; einmal aus der Sicht des Steuerers und einmal aus Sicht der Drohne. Hierbei ist zu beachten:

- Bei der vertikalen Höheneinschätzung ist die Kamera des Drohne 90° nach unten gerichtet,

¹ Luftfahrtbundesamt – LBA (2017): Hinweise zur Anerkennung von Stellen zur Ausstellung von Bescheinigungen des Nachweises ausreichender Kenntnisse und Fertigkeiten zum Betrieb von unbemannten Fluggeräten (UAS), online verfügbar unter http://www.lba.de/Shared-Docs/Downloads/DE/L/L1/Unbemannte_Fluggeraete/00_Informationblatt.pdf?__blob=publicationFile&v=5, zuletzt aufgerufen am 28.06.2017.

- bei der horizontalen Entfernungseinschätzung ist die Kamera der Drohne geradeaus gerichtet und
- bei der Diagonalen Entfernungseinschätzung immer auf den Steuerer.
- Die Entfernungen steigen schrittweise von 2m auf 5m und dann in 10m Stufen. Die Maximalhöhe beträgt 100m, die Sichtweite war an den Flugtagen bei 400m diagonal gegeben, horizontal bis 300m.

Nehmen Sie den Steuerer, bzw. die Drohne immer als Referenzwert. Die ermittelten Werte und Sichtbarkeiten können stark differieren: bei starkem Sonnenschein, Flug gegen die Sonne, Wolkenbildung, Nebel und vielen anderen Wettererscheinungen kann die Sichtbarkeit erheblich abweichen. Dies sehen Sie bereits daran, dass die Bilder zu verschiedene Wetterlagen erstellt worden sind.

Gern dürfen Sie für Ihre Schulungen oder Freunde und Copterkollegen das Bildmaterial verwenden², sofern Sie stets als Quelle „©Maximilian Beck/www.dr-drohne.de“ angeben. Bitte informieren Sie mich vorab über eine geplante Nutzung und scheuen Sie sich nicht, dieses Dokument zu verbreiten. Es steckt einiges an Zeit darin und soll möglichst vielen Drohnensteuerern eine Hilfe sein.

Für Kritik, Lob oder Ergänzungen freue ich mich sehr. Verpassen Sie es nicht, meine Seite www.dr-drohne.de zu besuchen. Hier finden Sie sehr viel UAV-Lesestoff zu allen möglichen Themen rund um das Thema Drohnen, SORA, Erlaubnis und Flugbuch.

Herzlichst Ihr

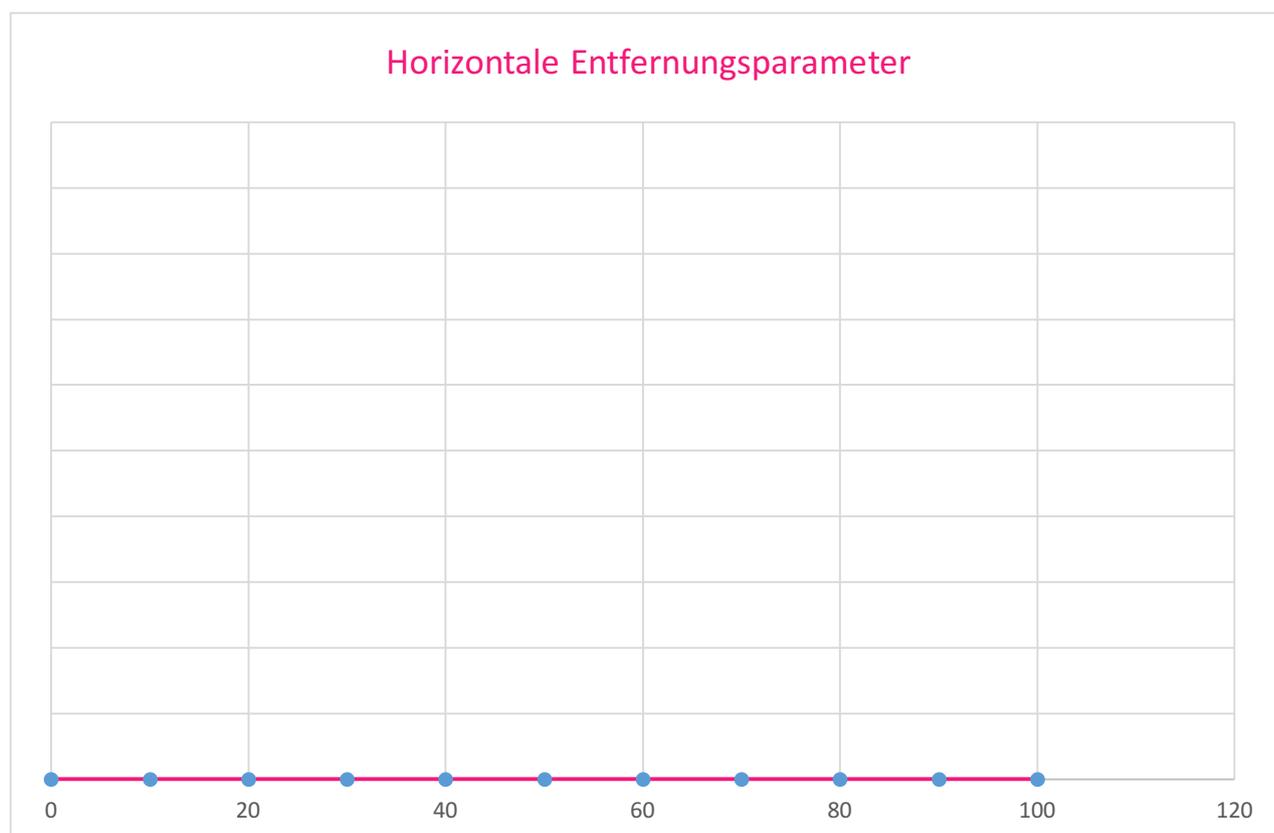


² Das Material ist mit Passwort geschützt, welches Sie gern per Nachfrage kostenfrei erhalten können.

Horizontale Entfernungseinschätzung – Infos

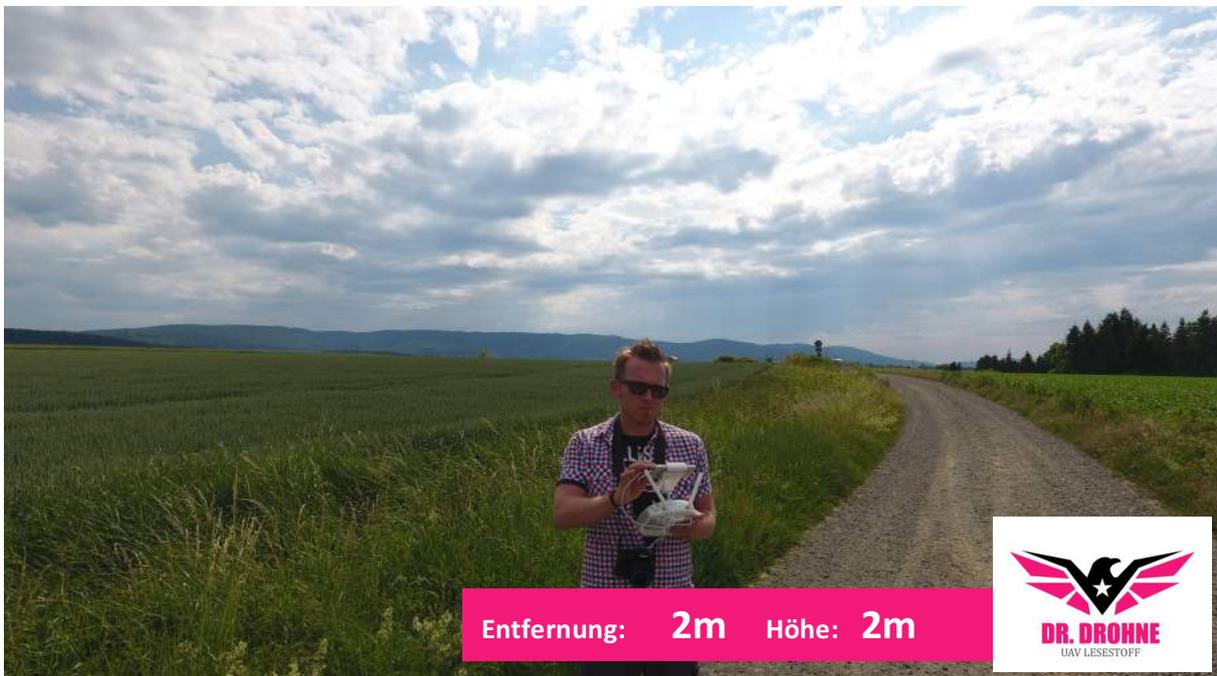
In diesem Teil geht es um die Einschätzung der horizontalen Entfernung. Hierzu wurde die Drohne auf „Augenhöhe“ eingestellt und schrittweise vom Steuerer weggesteuert. Die Kamera hatte Ihren Fokus immer auf den Steuerer.

Wie Sie sehen werden, ist die Drohne bereits ab 50m Entfernung bereits so weit entfernt, dass man sie noch sehen kann, die Fluglage hingegen nicht mehr eindeutig erkennen kann. Unter diesem Aspekt befindet man sich bereits hier in der Grauzone zum verbotenen Fluges außerhalb der Sichtweite.³ In den Beispielen wird eine Entfernung von 100m als maximale Entfernung dargestellt, tatsächlich gerät eine Drohne der Phantom-Klasse bei ca. 300m vollständig außer Sichtweite. Die Höhe bezieht sich hier auf den Anfangswert, nicht auf den tatsächlichen (das Gelände fiel um ca. 10 m ab).



³ vgl. § 21b Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 21b Abs.1 S.2 LuftVO

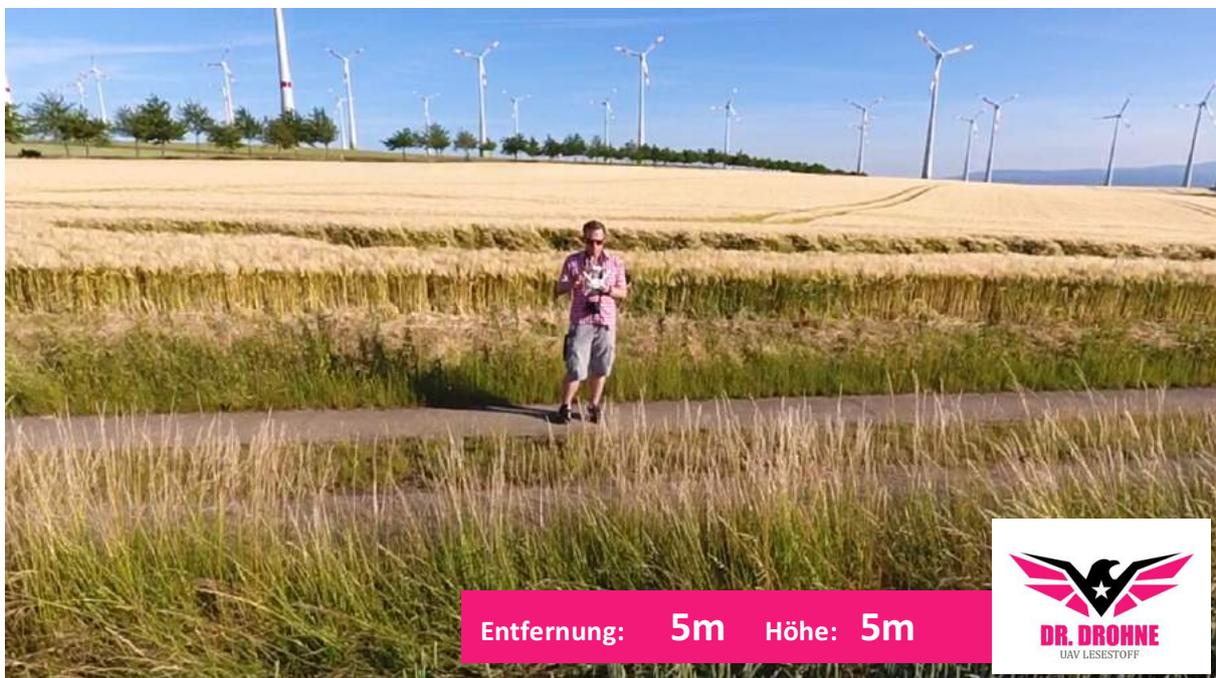
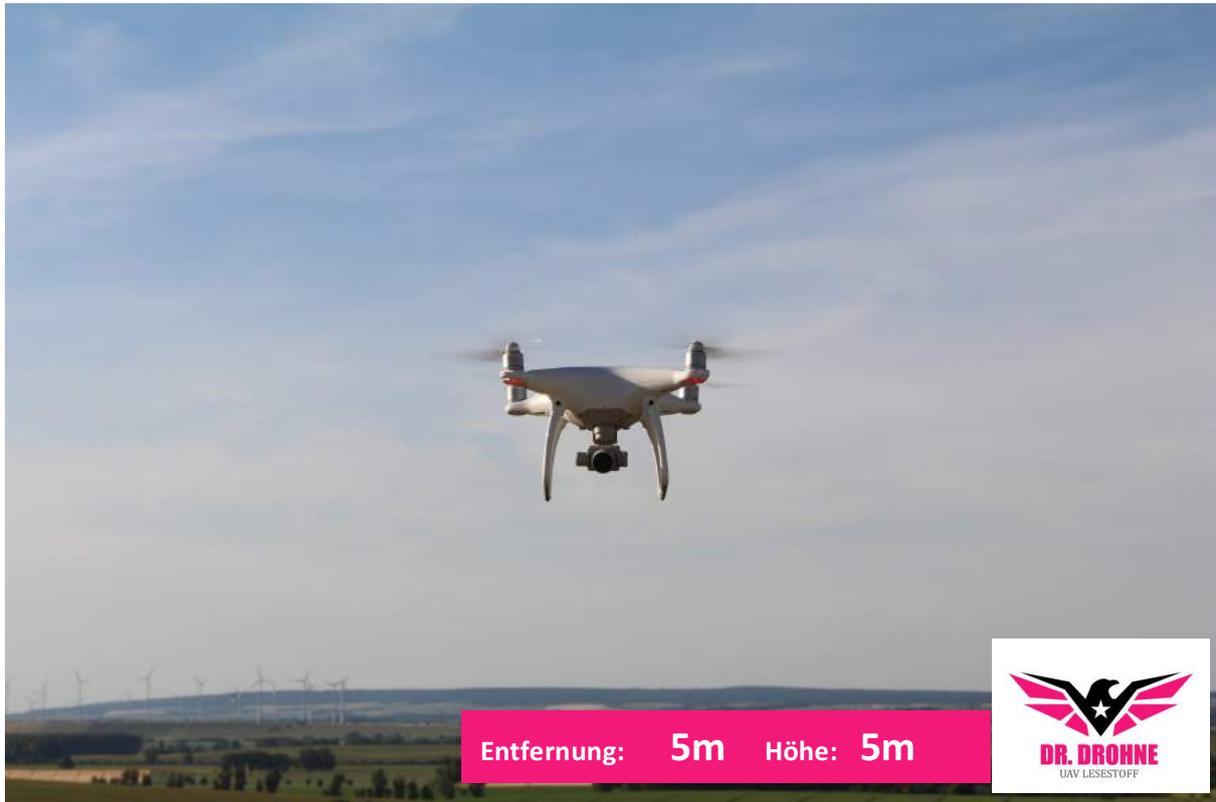
Horizontale Entfernungseinschätzung: 2m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind sehr gut zu erkennen
- Details wie Logos sind erkennbar
- Bild der Drohne und des Steuerers sind auf „Augenhöhe“. Drohne wirkt bedrohlich
- Steuerer nicht in voller Größe sichtbar

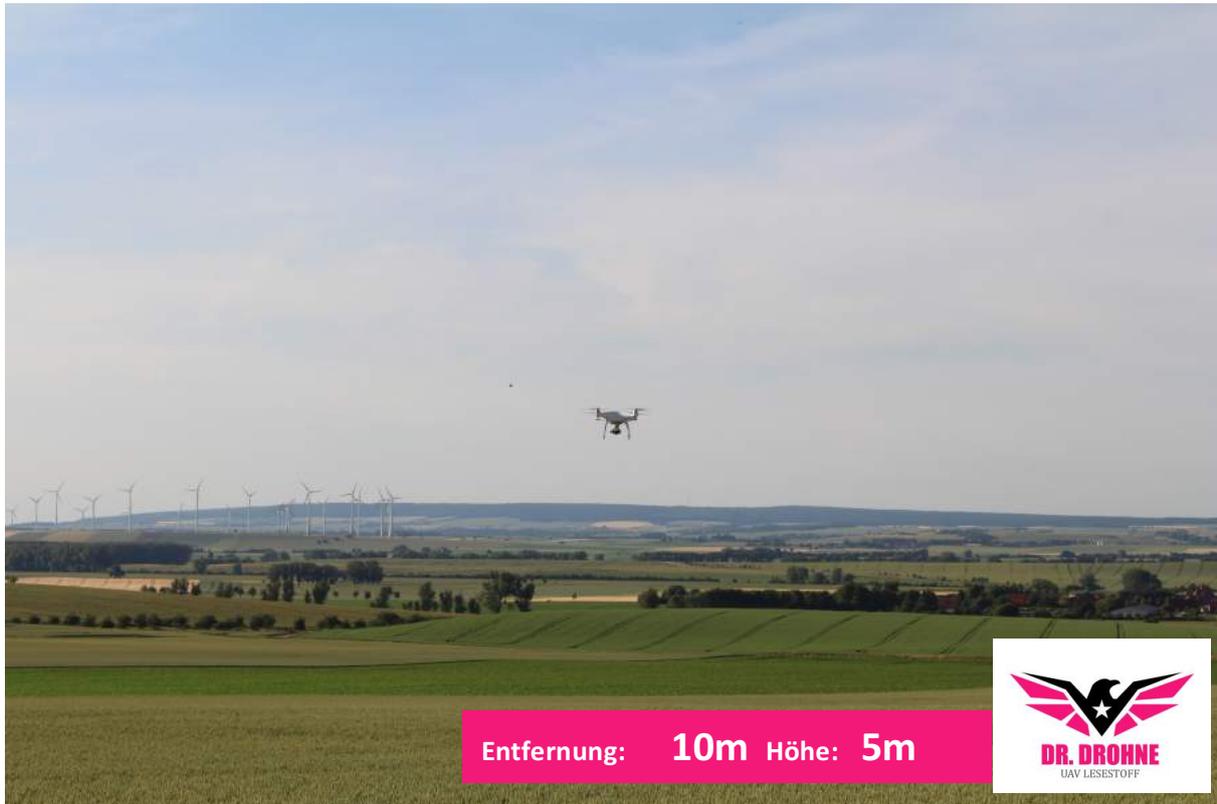
Horizontale Entfernungseinschätzung: 5m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind gut zu erkennen
- Details wie Logos sind schwer erkennbar
- Drohne wirkt nicht mehr bedrohlich
- Steuerer ist komplett zu sehen

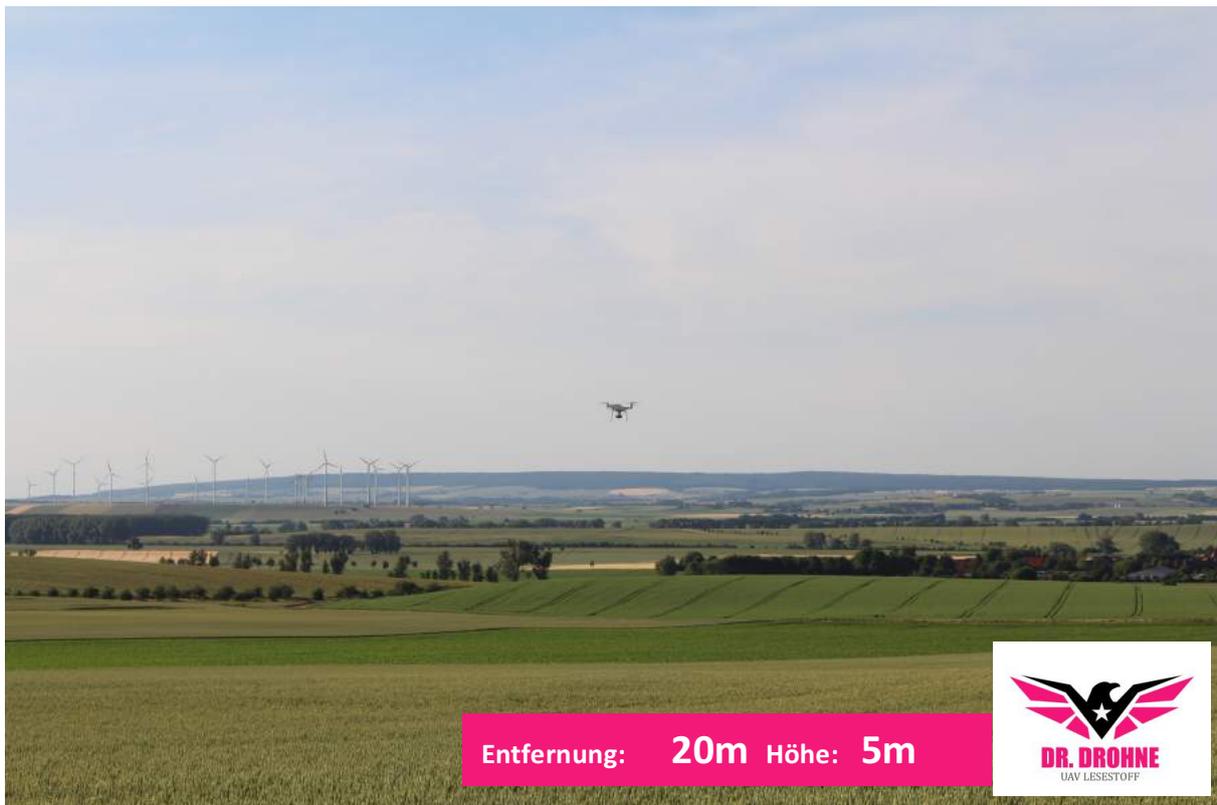
Horizontale Entfernungseinschätzung: 10m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind zu erkennen.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers gut erkennbar
- Steuerer wirkt ca. 1/3 kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers erkennbar

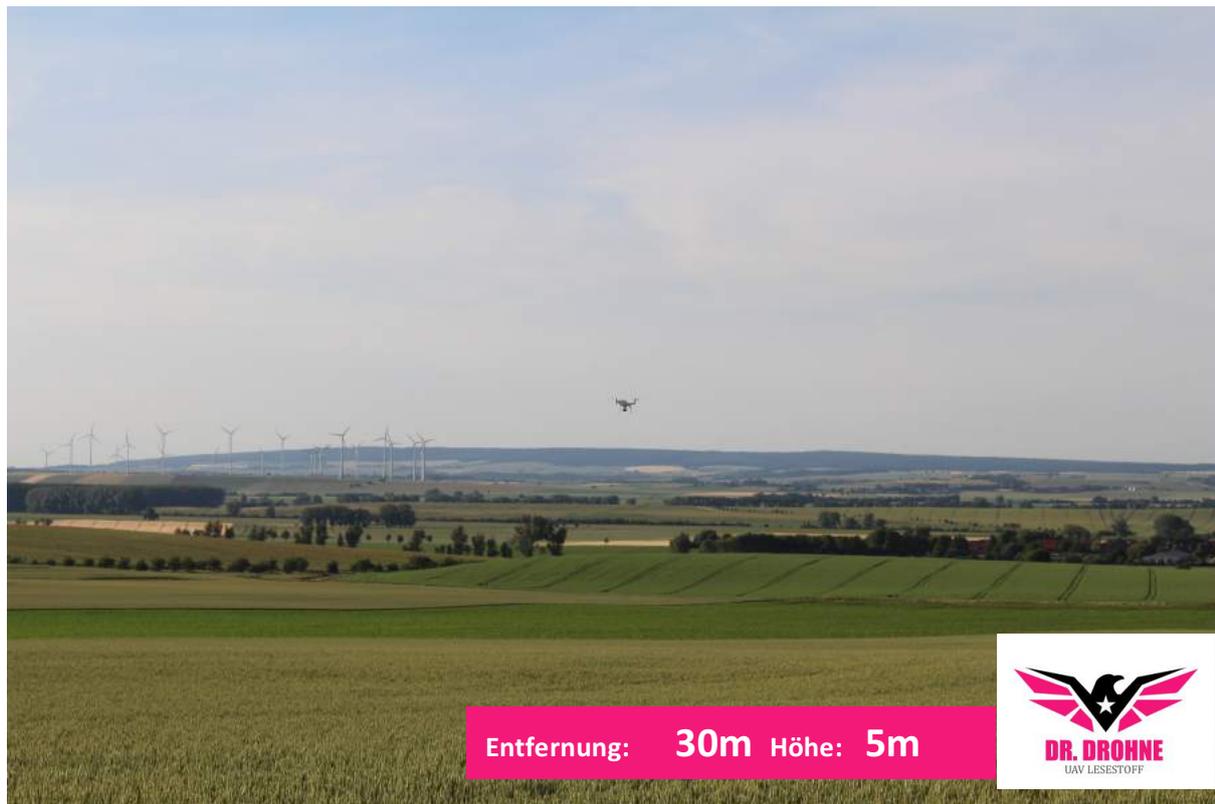
Horizontale Entfernungseinschätzung: 20m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers erkennbar
- Steuerer wirkt erheblich kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt aus dem Fokus

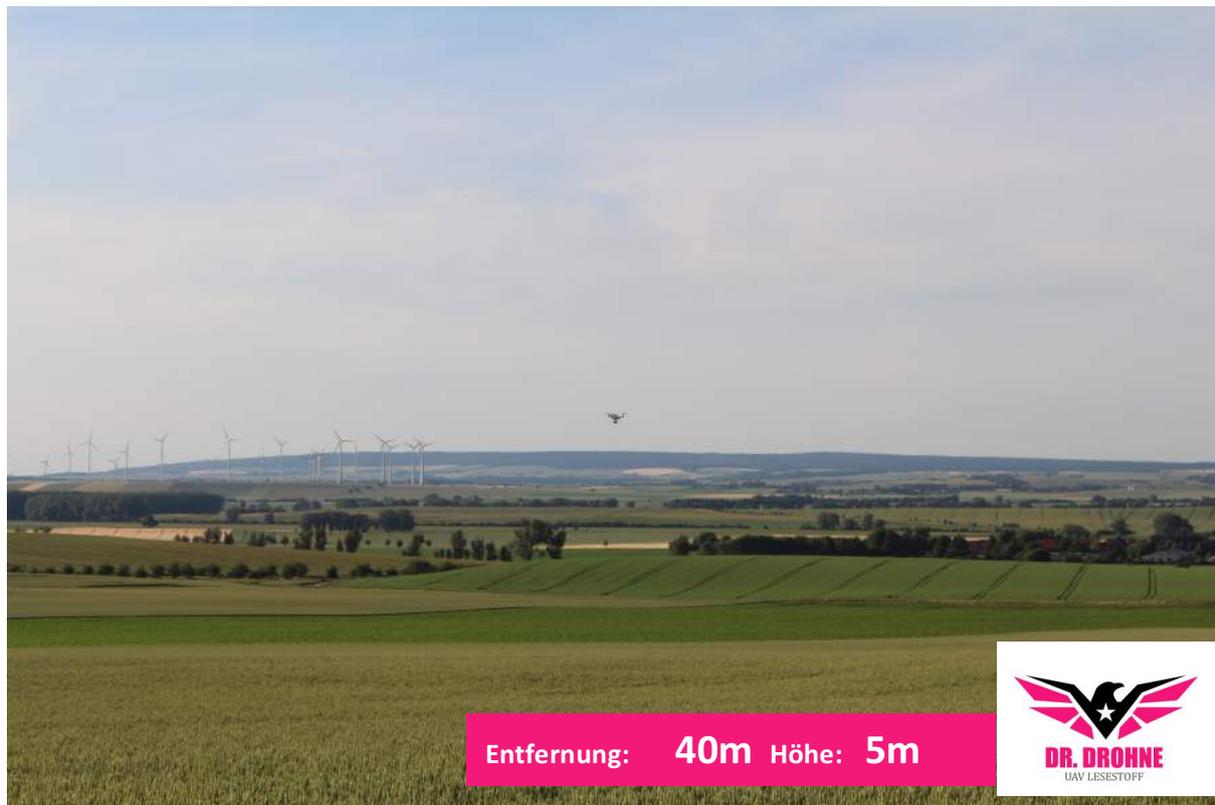
Horizontale Entfernungseinschätzung: 30m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt aus dem Fokus
- Geschlecht und Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

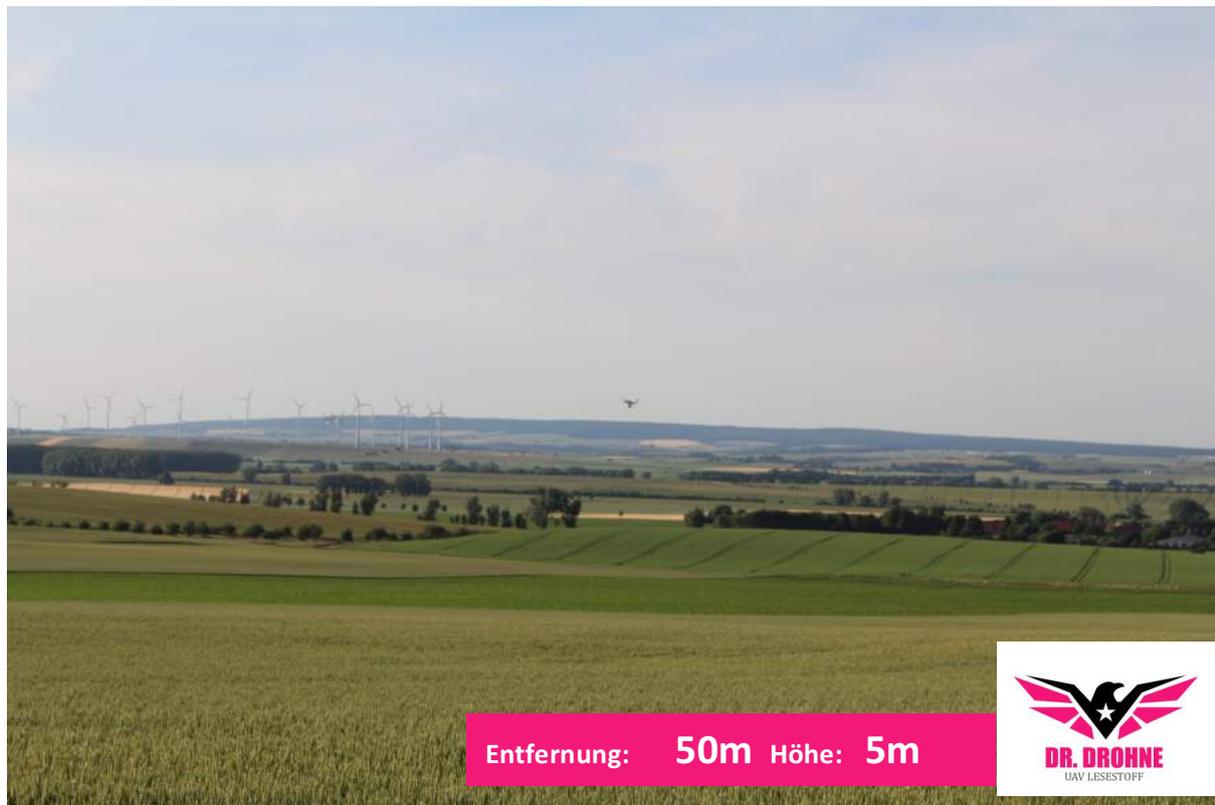
Horizontale Entfernungseinschätzung: 40m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind schwer zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers sehr schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Geschlecht und Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

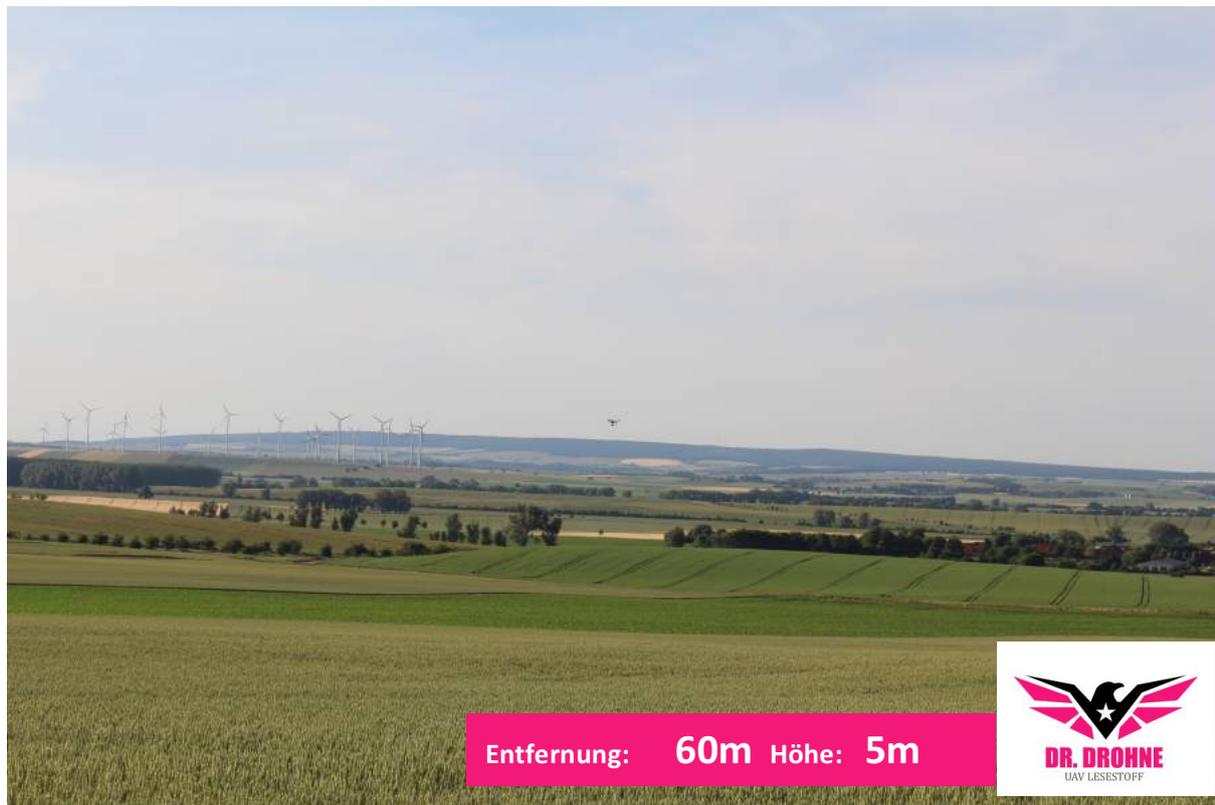
Horizontale Entfernungseinschätzung: 50m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht mehr erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Steuerer und Drohne nur noch Miniatur

Horizontale Entfernungseinschätzung: 60m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache

Horizontale Entfernungseinschätzung: 70m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache

Horizontale Entfernungseinschätzung: 80m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache

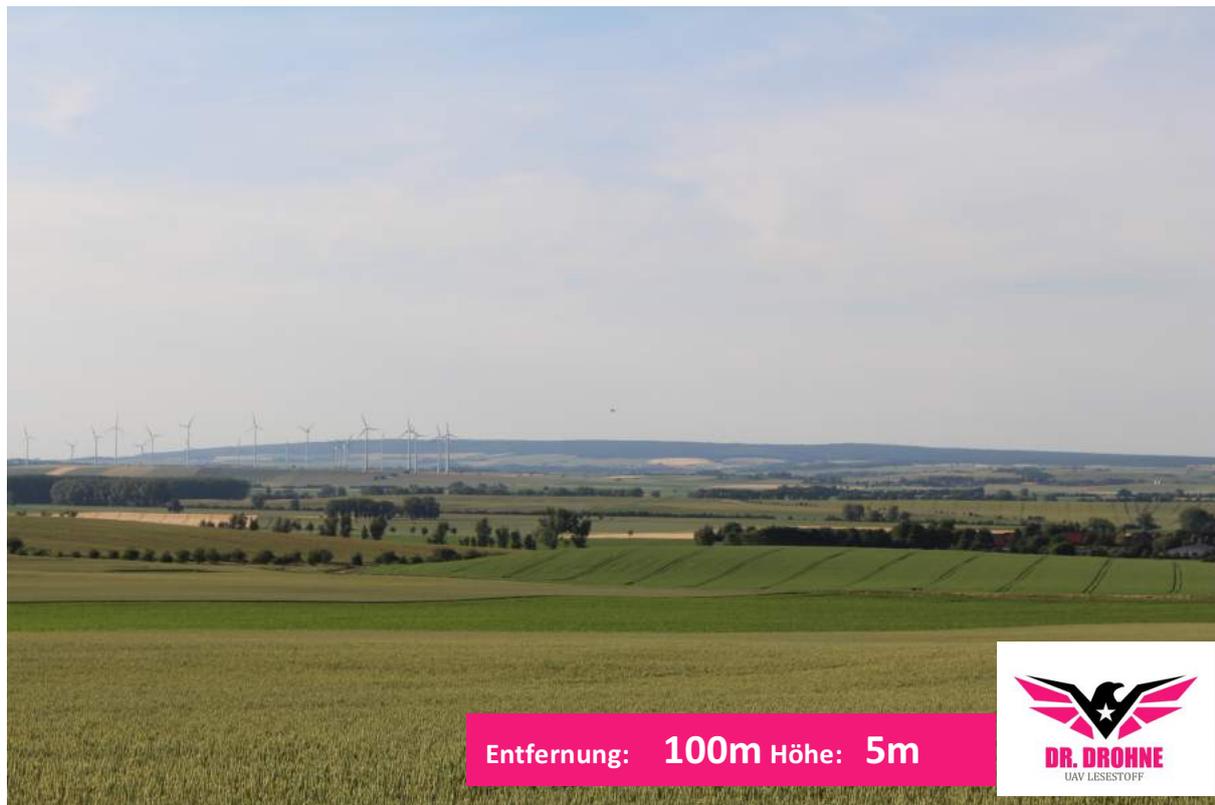
Horizontale Entfernungseinschätzung: 90m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und kaum wahrnehmbar

Horizontale Entfernungseinschätzung: 100m



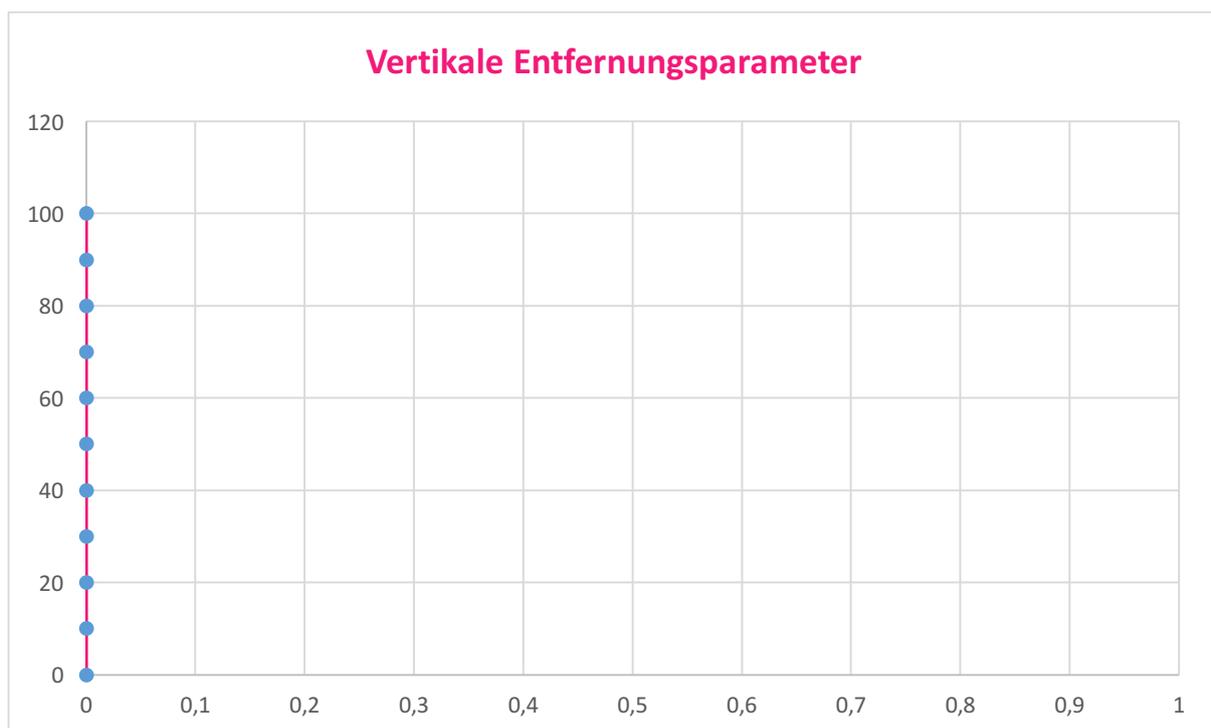
Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und nur noch sehr schwer wahrnehmbar

Vertikale Entfernungseinschätzung – Infos

In diesem Teil geht es um die Einschätzung der horizontalen Entfernung. Hierzu wurde die Drohne auf „Augenhöhe“ eingestellt und schrittweise vom Steuerer weggesteuert. Die Kamera hatte Ihren Fokus immer auf den Boden.

Wie Sie sehen werden, ist die Drohne bereits ab 60m Entfernung bereits so weit entfernt, dass man sie noch sehen kann, die Fluglage hingegen nicht mehr eindeutig erkennen kann. Unter diesem Aspekt befindet man sich bereits hier in der Grauzone zum verbotenen Fluges außerhalb der Sichtweite.⁴ In den Beispielen wird eine Entfernung von 100m als maximale Entfernung dargestellt, ab welcher Höhe die Drohne nicht mehr zu sehen ist, kann auch rechtlichen Schranken nicht ermittelt werden, dürfte aber anlog zur horizontalen und diagonalen



⁴ vgl. § 21b Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 21b Abs.1 S.2 LuftVO

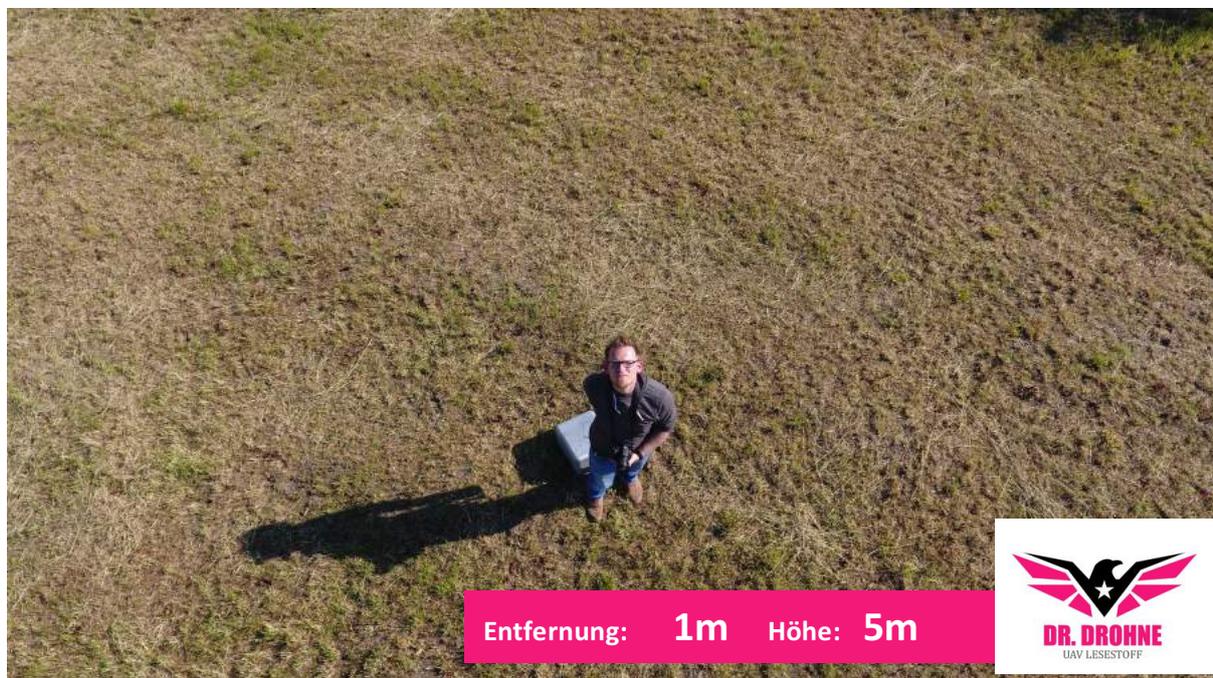
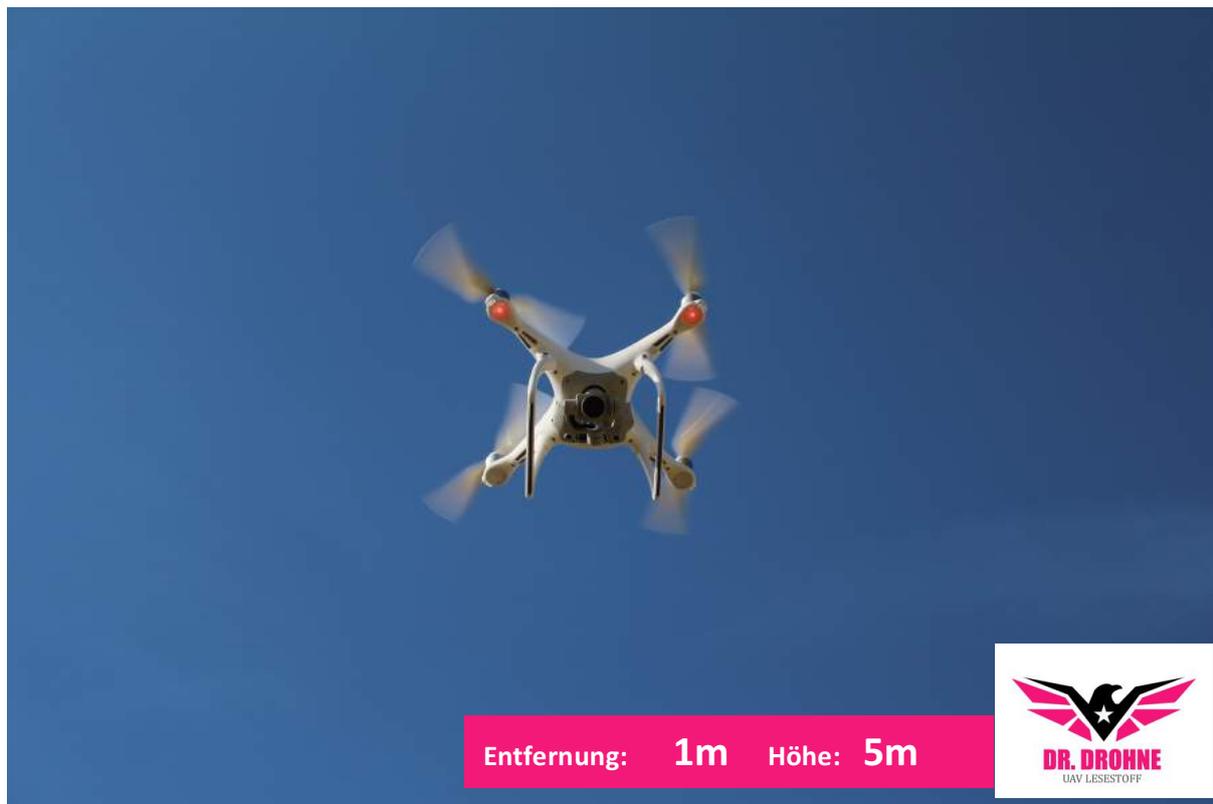
Vertikale Entfernungseinschätzung: 2m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind sehr gut zu erkennen
- Details wie Logos sind erkennbar
- Bild der Drohne und des Steuerers sind auf „Augenhöhe“. Drohne wirkt bedrohlich
- Steuerer nicht in voller Größe sichtbar

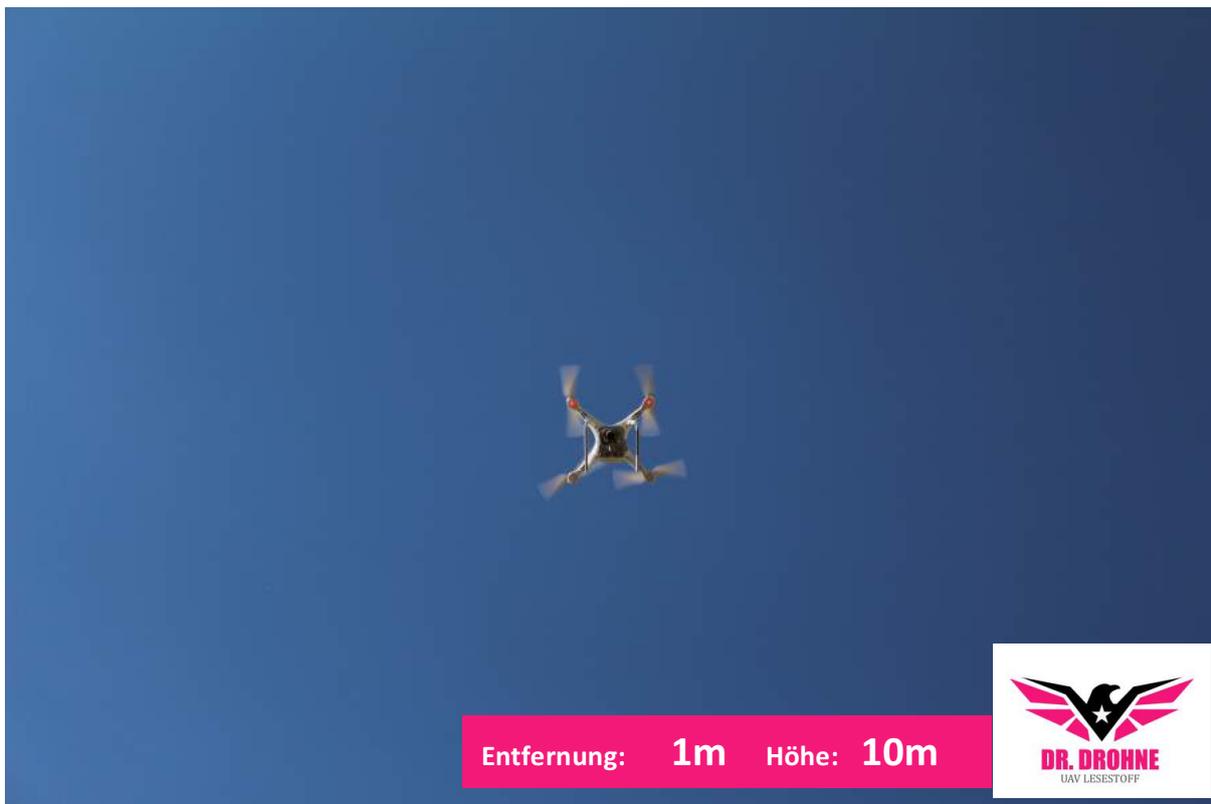
Vertikale Entfernungseinschätzung: 5m



Merkmale:

- Drohne, Positionsleuchten und Steuerer sind gut zu erkennen
- Details sind schwer erkennbar
- Drohne wirkt weniger bedrohlich
- Steuerer ist komplett zu sehen

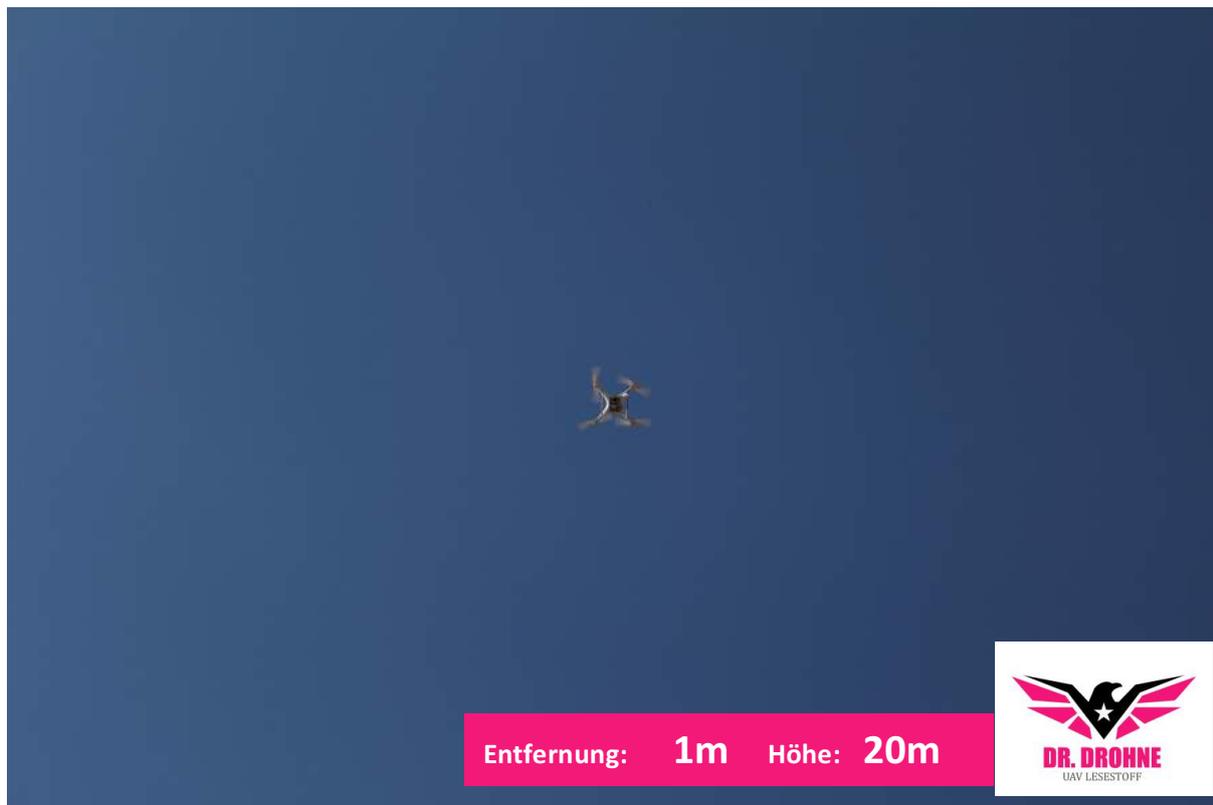
Vertikale Entfernungseinschätzung: 10m



Merkmale:

- Drohne, Positionslichter und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers erkennbar
- Steuerer wirkt erheblich kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt minimal aus dem Fokus

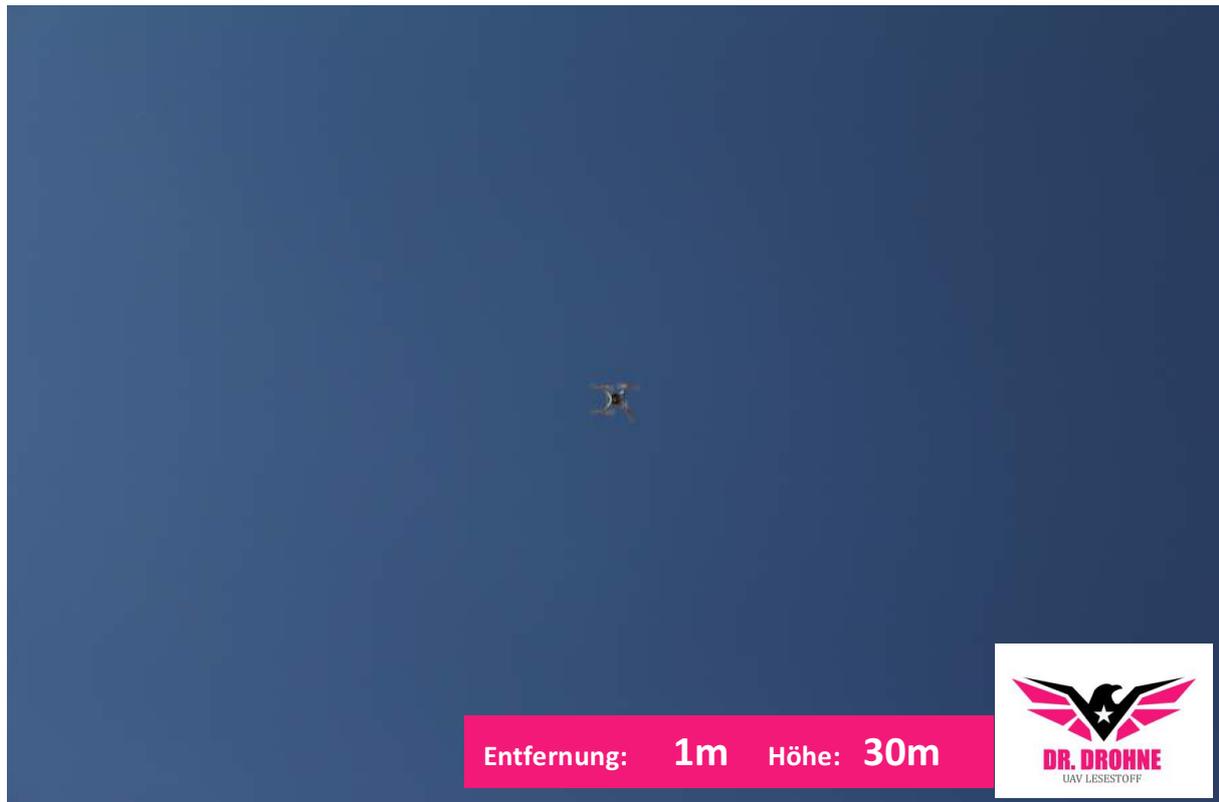
Vertikale Entfernungseinschätzung: 20m



Merkmale:

- Drohne, Positionslichter und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers erkennbar
- Steuerer wirkt erheblich kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt weiter aus dem Fokus

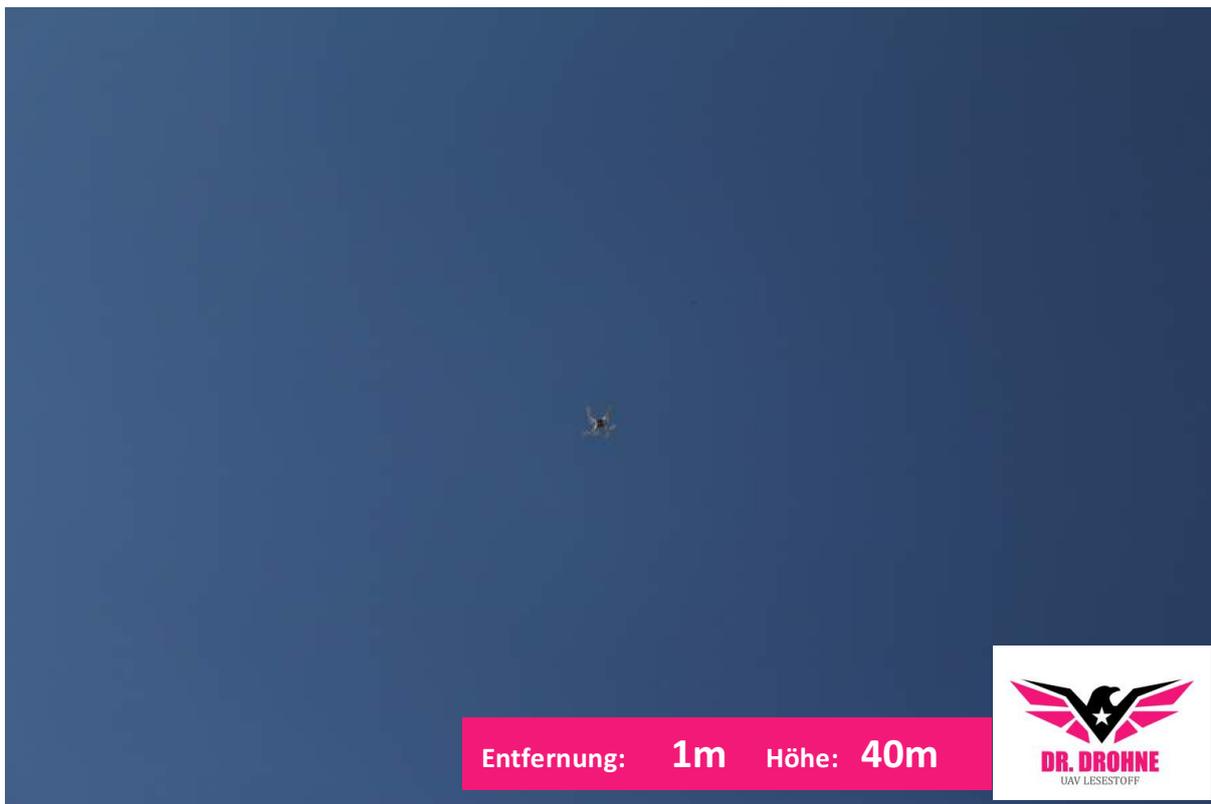
Vertikale Entfernungseinschätzung: 30m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht. Positionslichter schwach sichtbar
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt aus dem Fokus
- Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

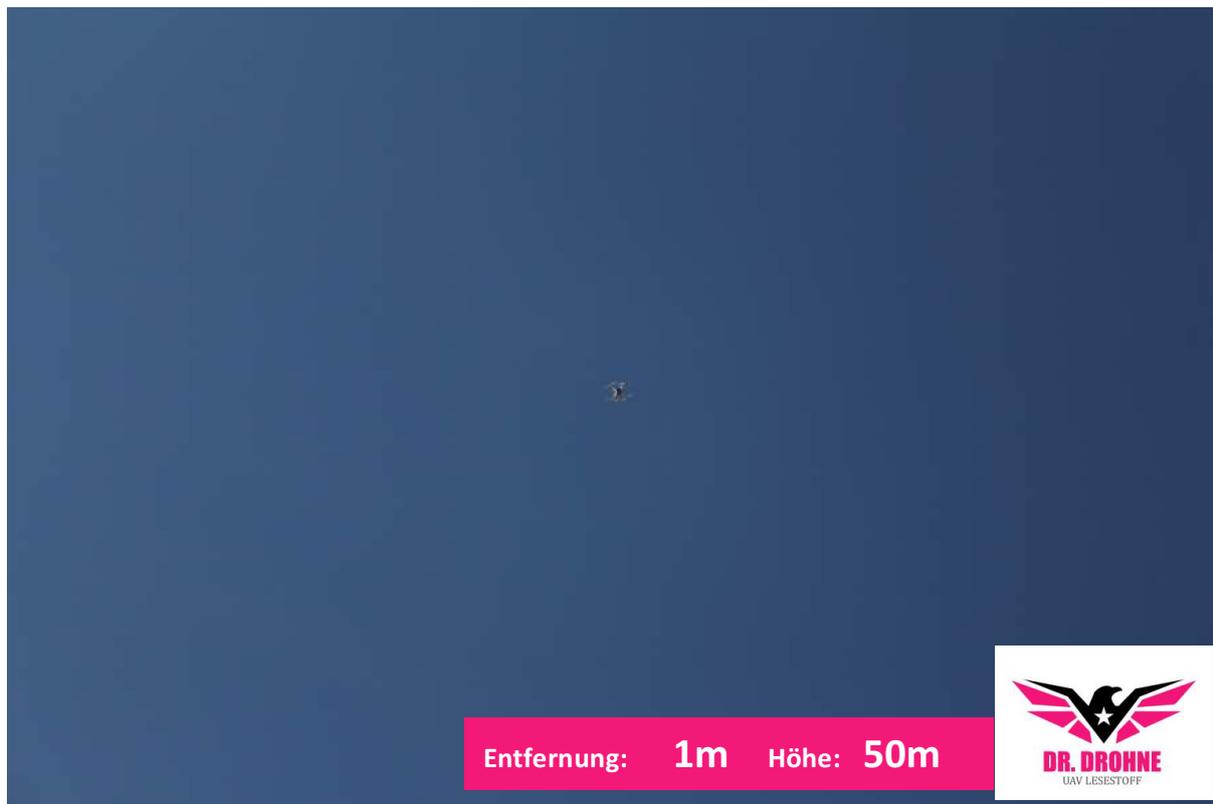
Vertikale Entfernungseinschätzung: 40m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind schwer zu erkennen; Details nicht. Positionslichter kaum
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers sehr schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

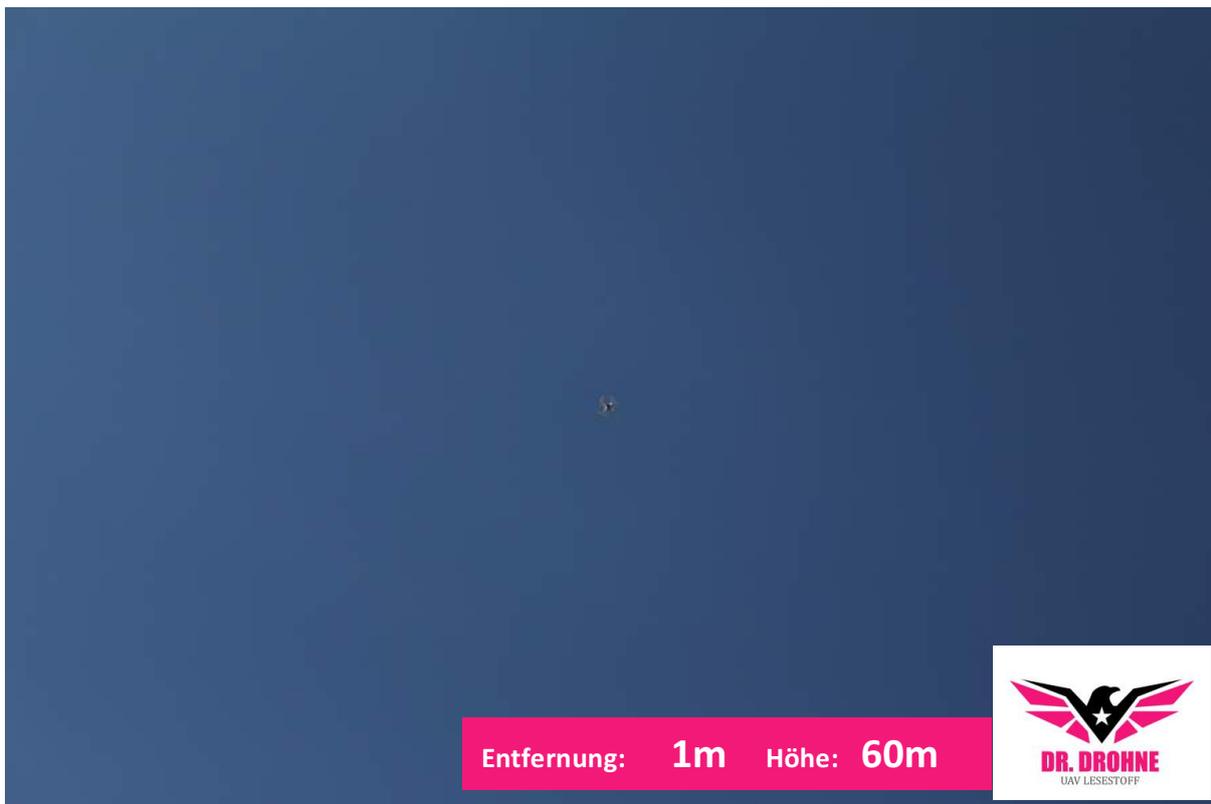
Vertikale Entfernungseinschätzung: 50m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht mehr erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Steuerer und Drohne nur noch Miniatur

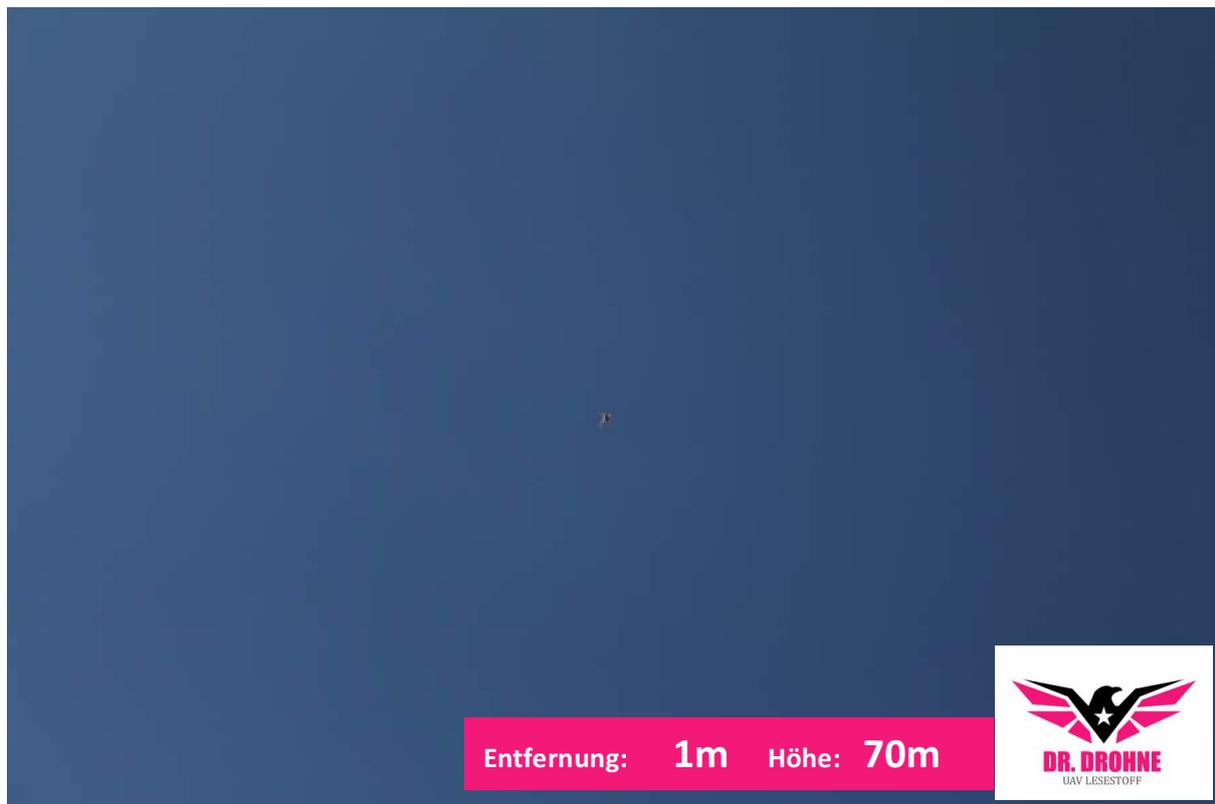
Vertikale Entfernungseinschätzung: 60m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache

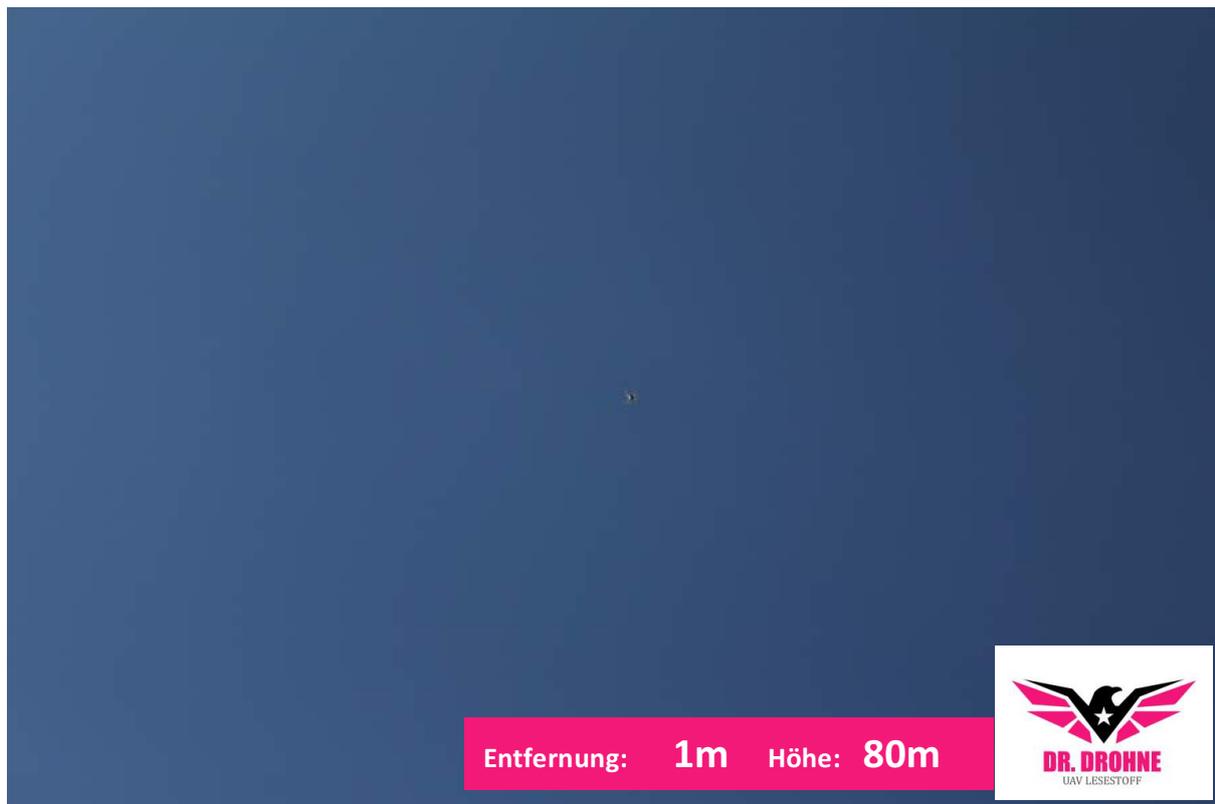
Vertikale Entfernungseinschätzung: 70m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache

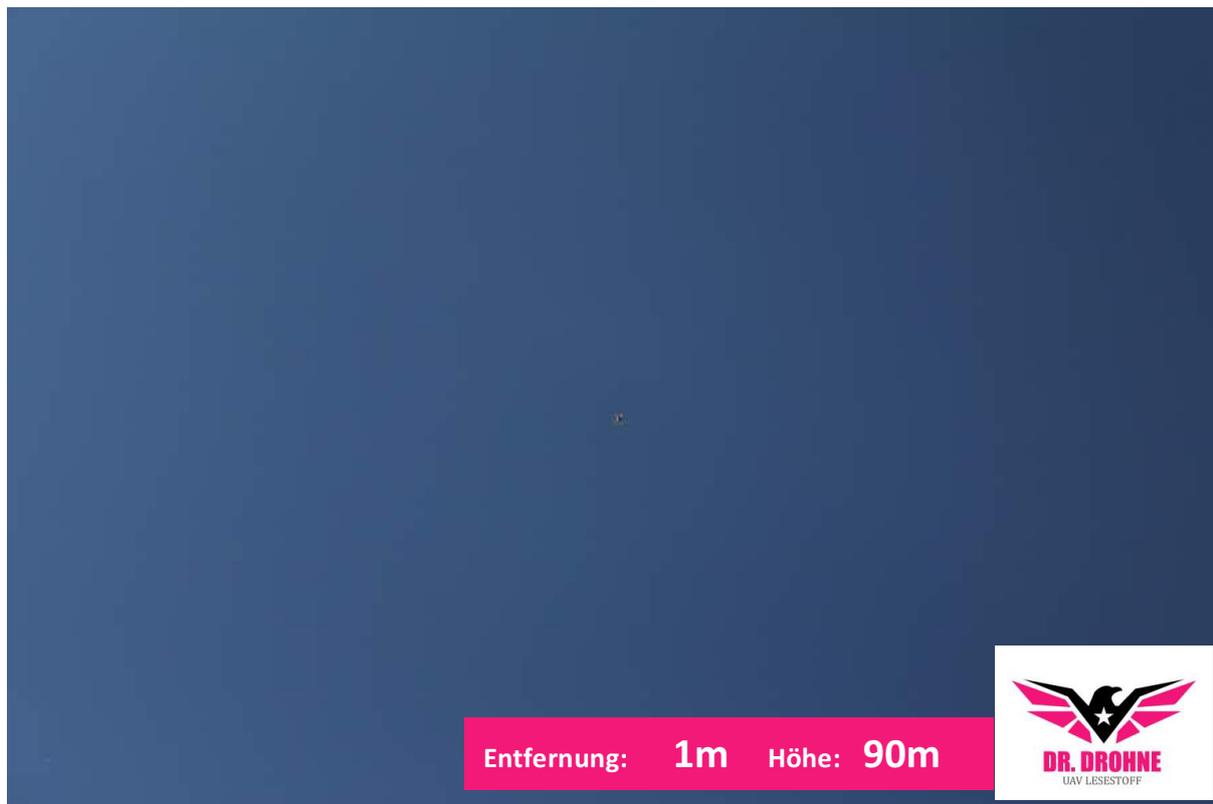
Vertikale Entfernungseinschätzung: 80m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und kaum wahrnehmbar

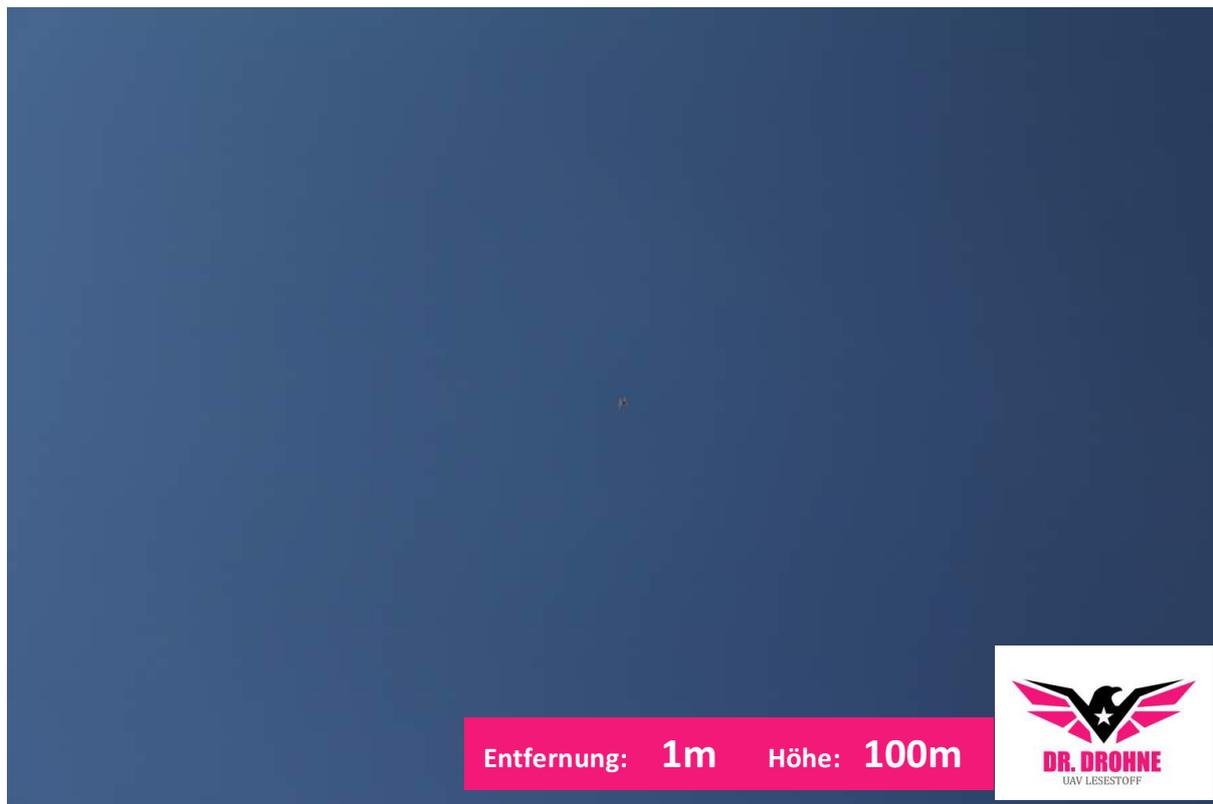
Vertikale Entfernungseinschätzung: 90m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und kaum wahrnehmbar

Vertikale Entfernungseinschätzung: 100m



Merkmale:

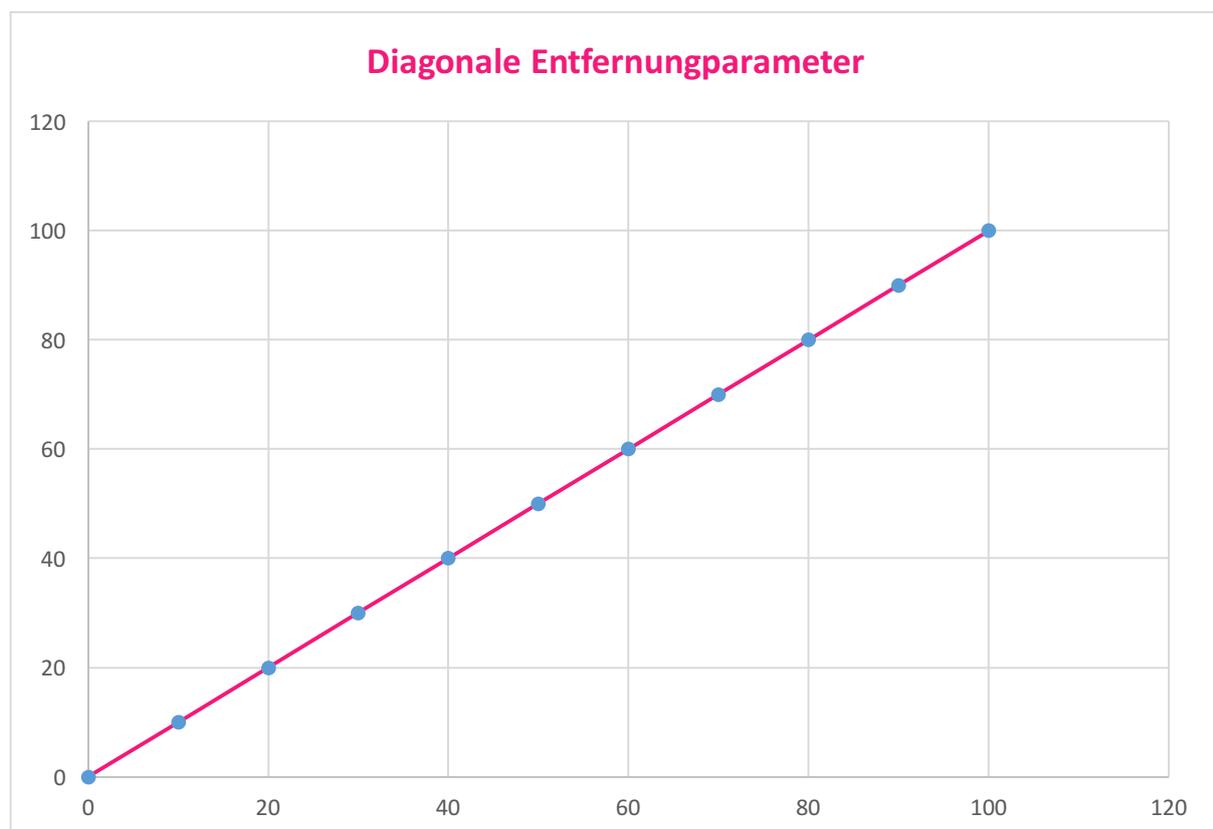
- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und nur noch sehr schwer wahrnehmbar

Diagonale Entfernungseinschätzung – Infos

In diesem Teil geht es um die Einschätzung der diagonalen Entfernung. Hierzu wurde die Drohne auf „Augenhöhe“ eingestellt und schrittweise vom Steuerer weggesteuert. Die Kamera hatte Ihren Fokus immer auf den Steuerer.

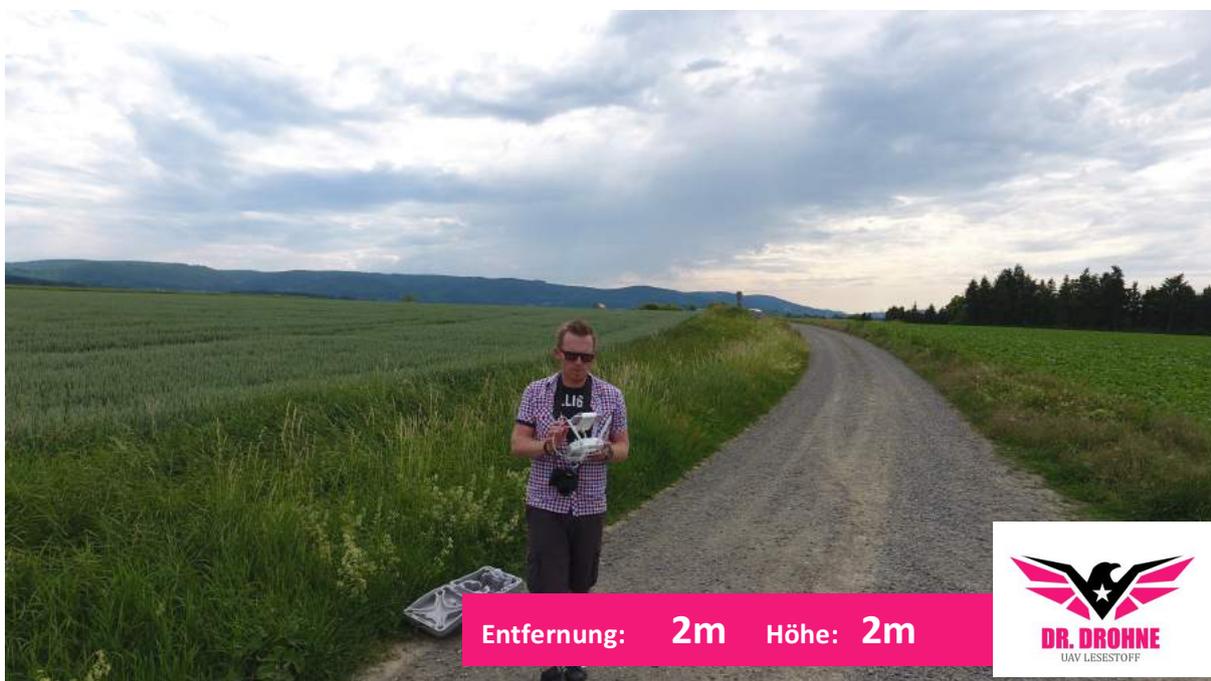
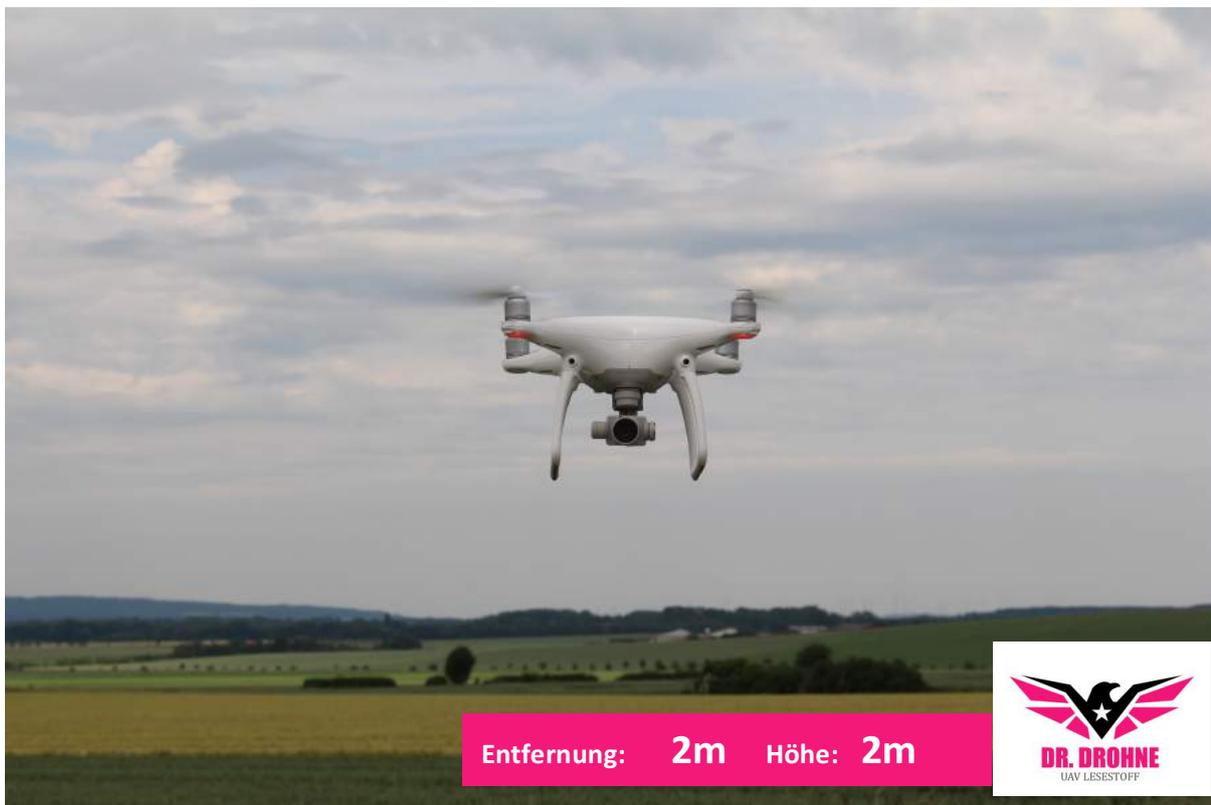
Wie Sie sehen werden, ist die Drohne bereits ab 30m Entfernung bereits so weit entfernt, dass man sie noch sehen kann, die Fluglage hingegen nicht mehr eindeutig erkennen kann. Unter diesem Aspekt befindet man sich bereits hier in der Grauzone zum verbotenen Fluges außerhalb der Sichtweite.⁵ In den Beispielen wird eine Entfernung von 100m als maximale Entfernung dargestellt, tatsächlich gerät eine Drohne der Phantom-Klasse bei diagonalen Entfernung bei ca. 400m außer Sichtweite.

Beachten Sie, dass in dieser Distanzeinschätzung die Entfernung weiter ist, als in den vorherigen Fällen. Wie weit die Drohne tatsächlich ist, kann mit dem Satz des Pythagoras ($a^2+b^2=c^2$; hierbei ist a = Höhe, b= Weite und c=Entfernung)). Für eine Entfernung vom 10m Höhe und 10m Weite ergibt sich eine tatsächliche Entfernung von 14,14m.



⁵ vgl. § 21b Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 21b Abs.1 S.2 LuftVO

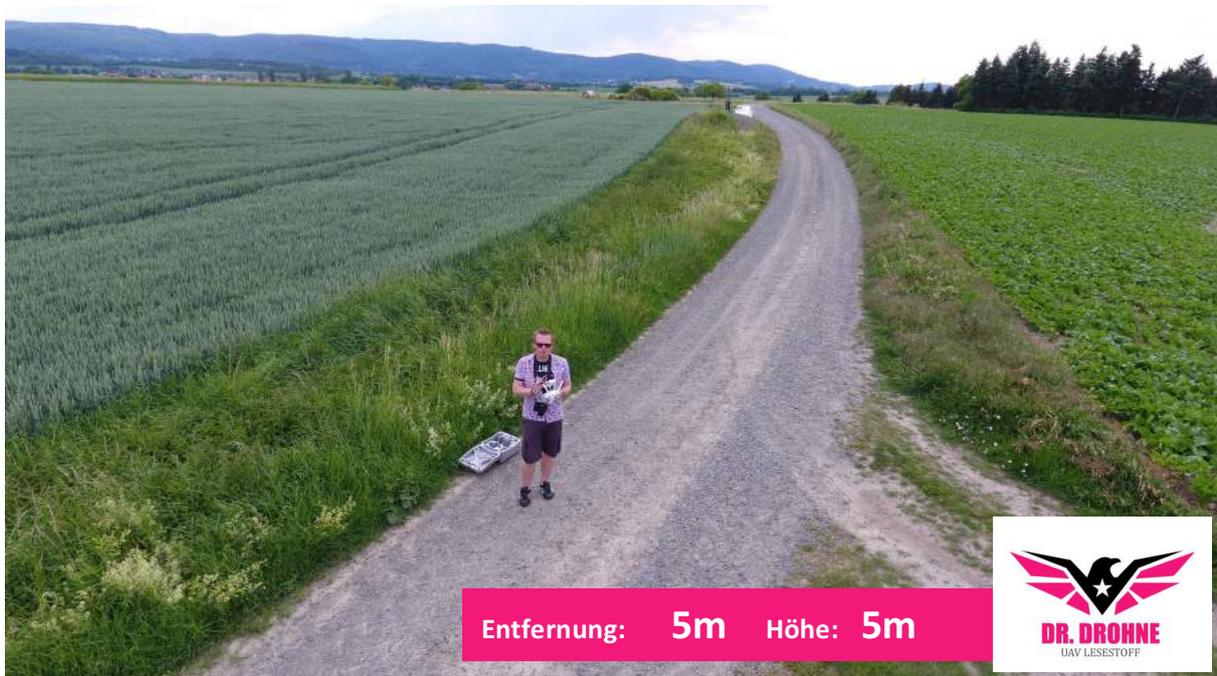
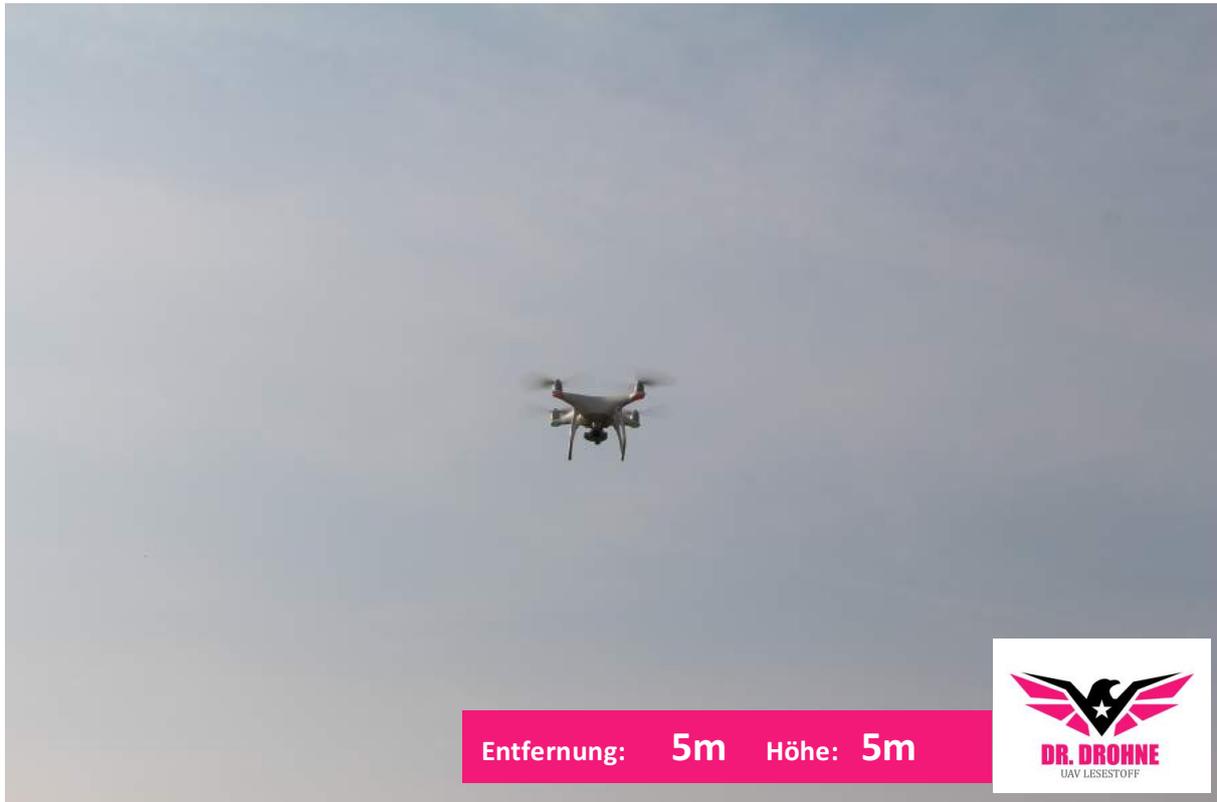
Diagonale Entfernungseinschätzung: 2m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind sehr gut zu erkennen
- Details wie Logos sind erkennbar
- Bild der Drohne und des Steuerers sind auf „Augenhöhe“. Drohne wirkt bedrohlich
- Steuerer nicht in voller Größe sichtbar

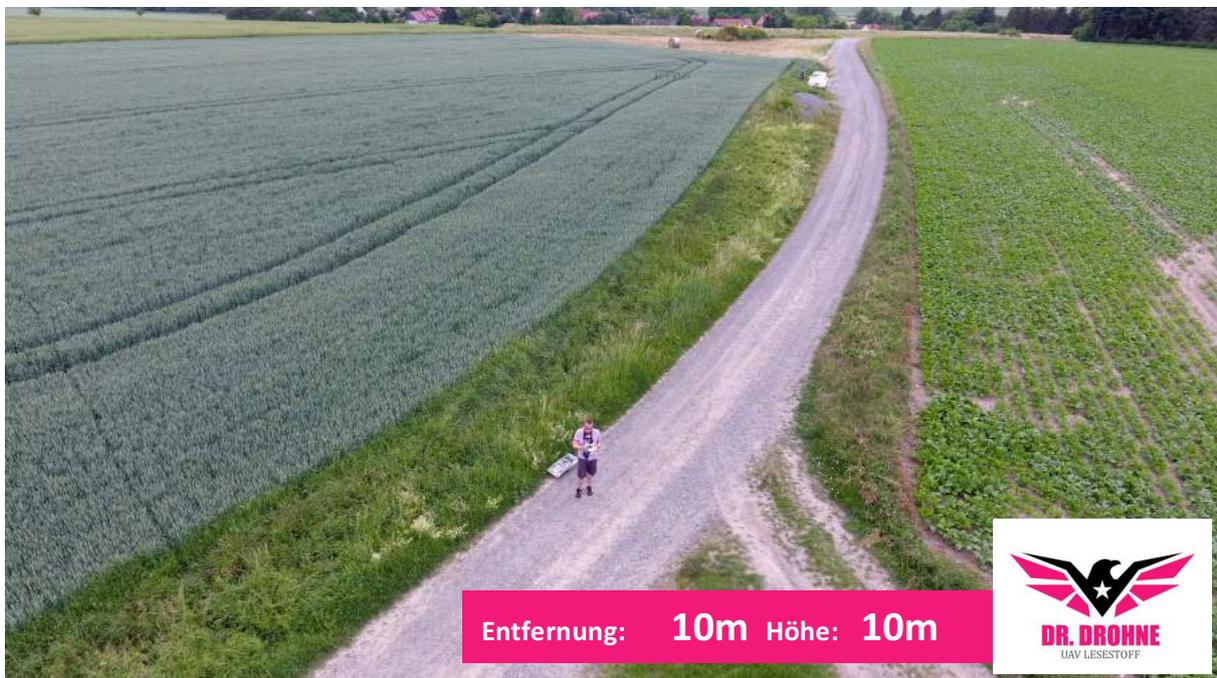
Diagonale Entfernungseinschätzung: 5m



Merkmale:

- Drohne, Positionsleuchten und Steuerer sind gut zu erkennen
- Details sind schwer erkennbar
- Drohne wirkt weniger bedrohlich
- Steuerer ist komplett zu sehen

Diagonale Entfernungseinschätzung: 10m



Merkmale:

- Drohne, Positionslichter und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers erkennbar
- Steuerer wirkt erheblich kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt minimal aus dem Fokus

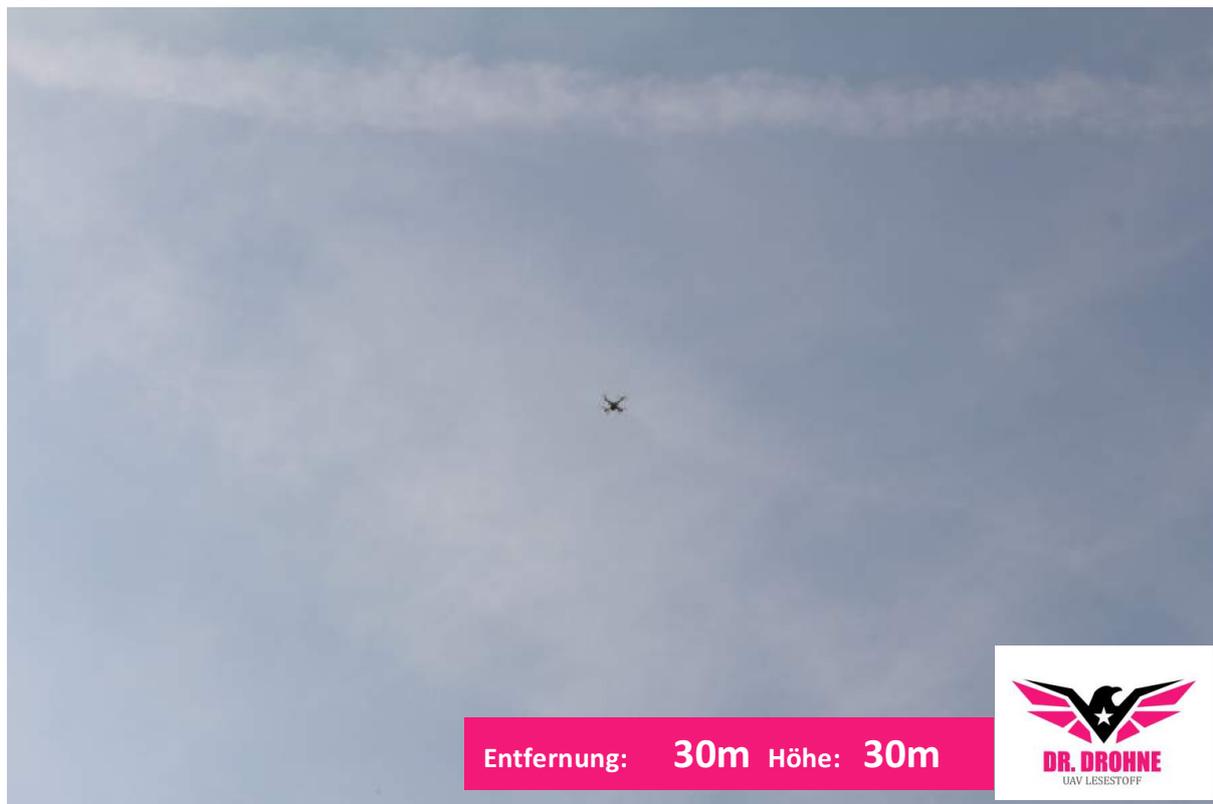
Diagonale Entfernungseinschätzung: 20m



Merkmale:

- Drohne, Positionslichter und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers erkennbar
- Steuerer wirkt erheblich kleiner als bei 5m Entfernung
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt weiter aus dem Fokus

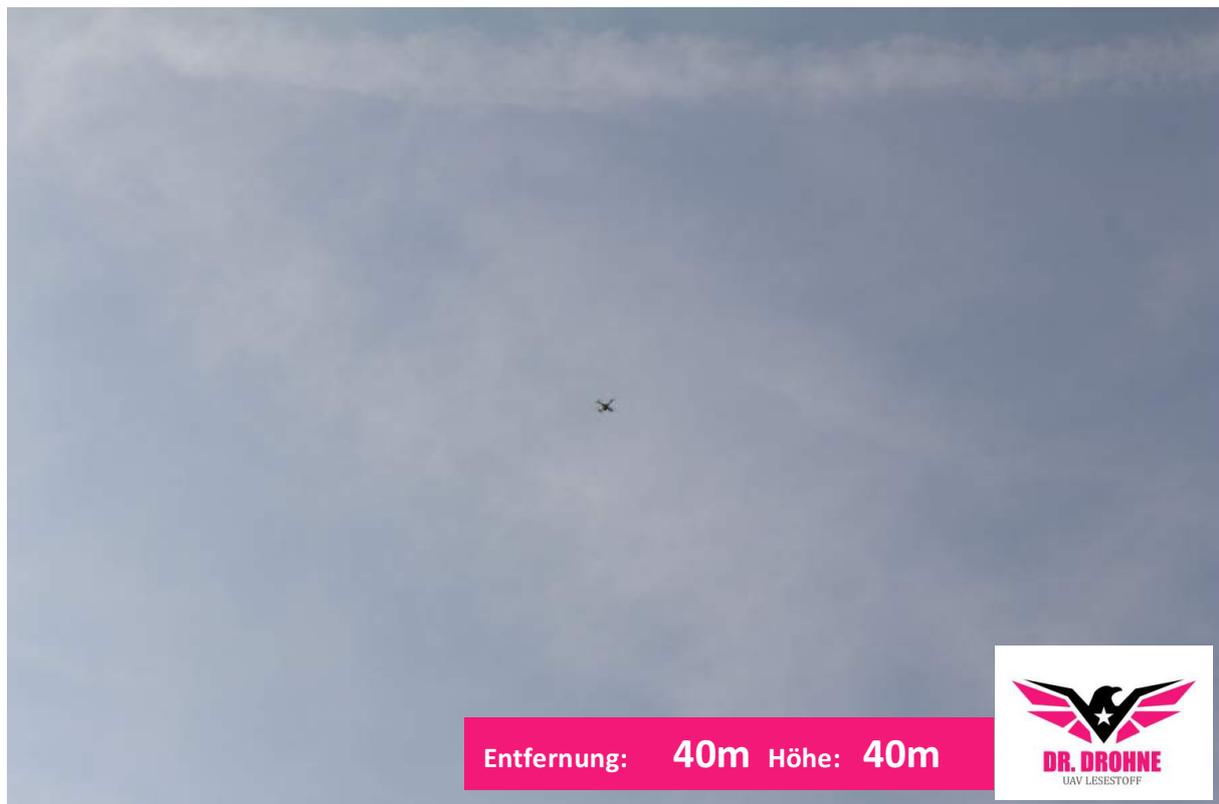
Diagonale Entfernungseinschätzung: 30m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind zu erkennen; Details nicht. Positionslichter kaum sichtbar
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer rückt aus dem Fokus
- Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

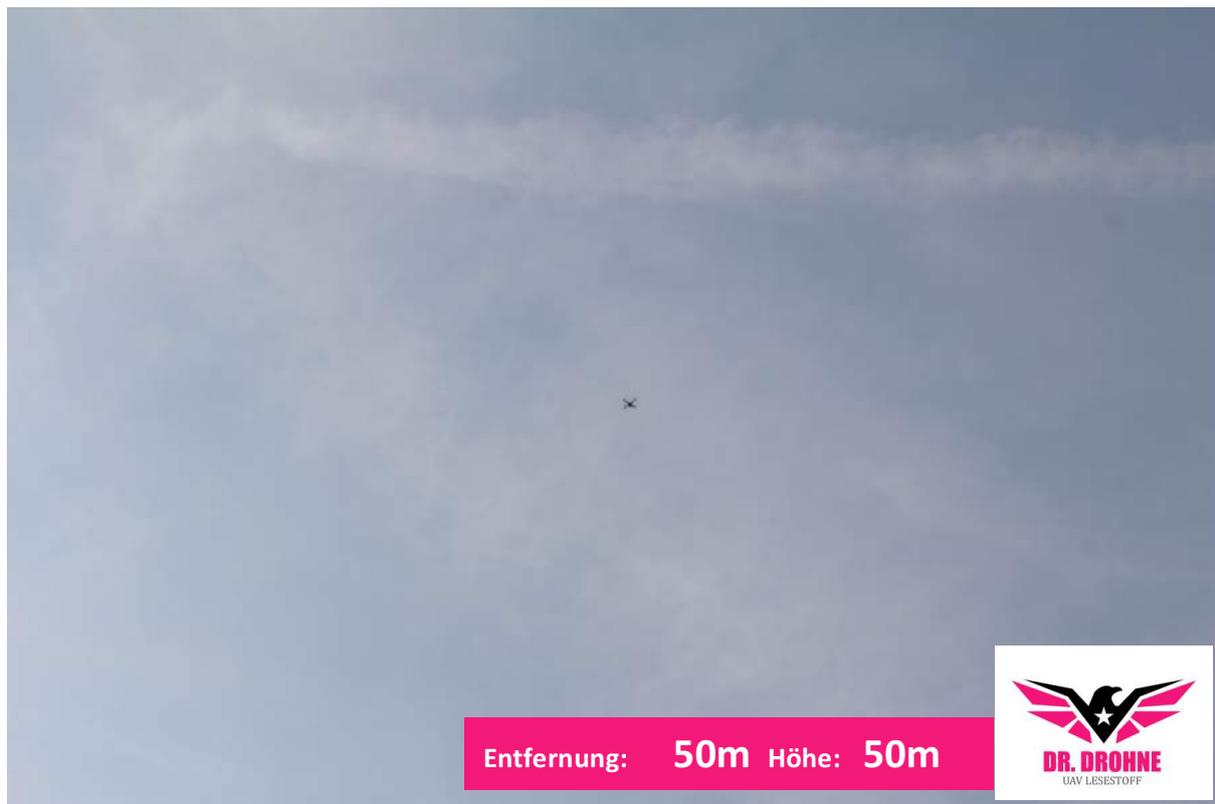
Diagonale Entfernungseinschätzung: 40m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind schwer zu erkennen; Details nicht. Positionslichter kaum
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers sehr schwer erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Details des Steuerers nicht mehr erkennbar

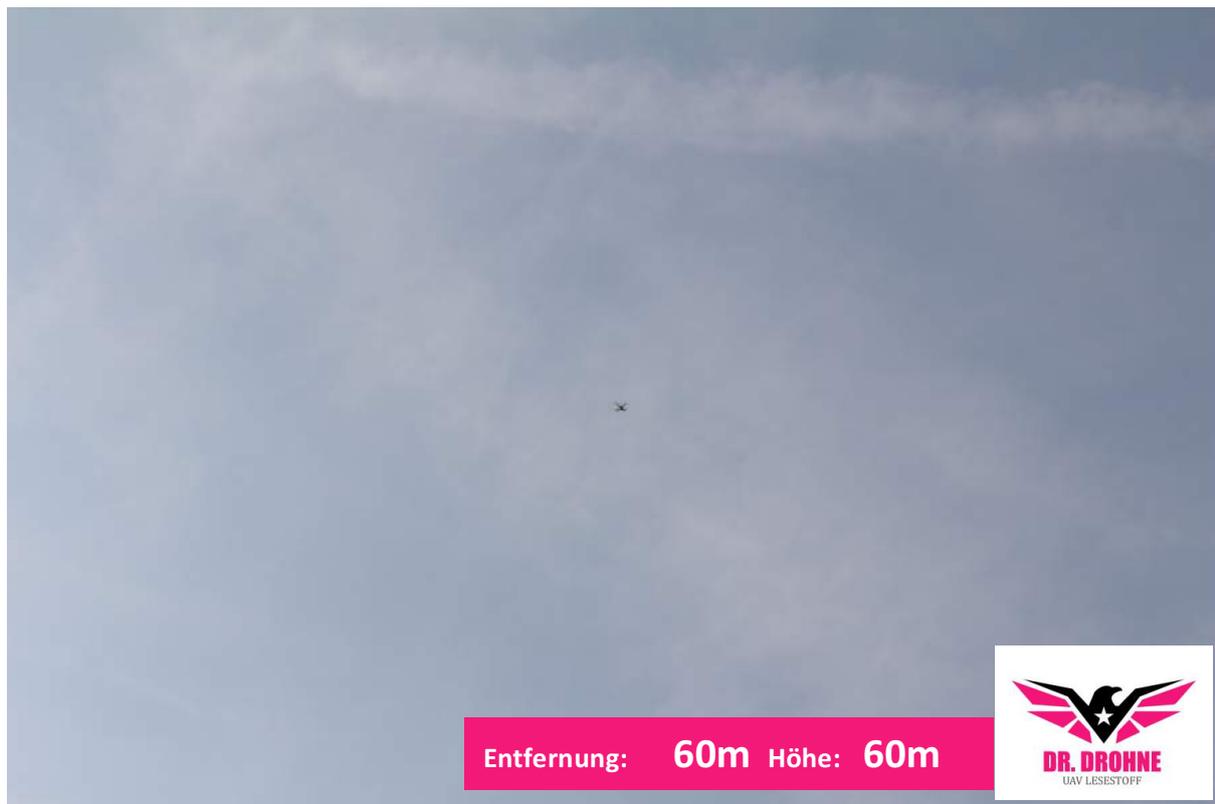
Diagonale Entfernungseinschätzung: 50m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind kaum zu erkennen; Details nicht.
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht mehr erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne rücken aus dem Fokus
- Steuerer und Drohne nur noch Miniatur

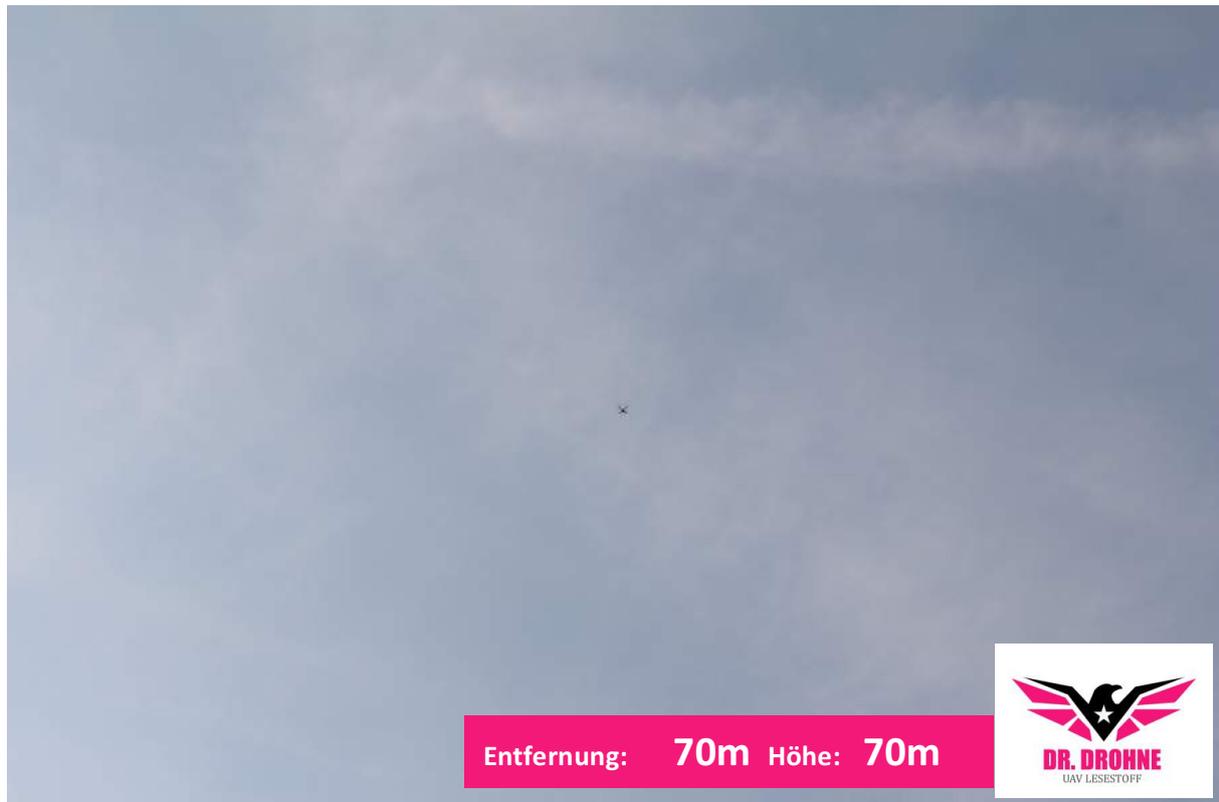
Diagonale Entfernungseinschätzung: 60m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und kaum wahrnehmbar

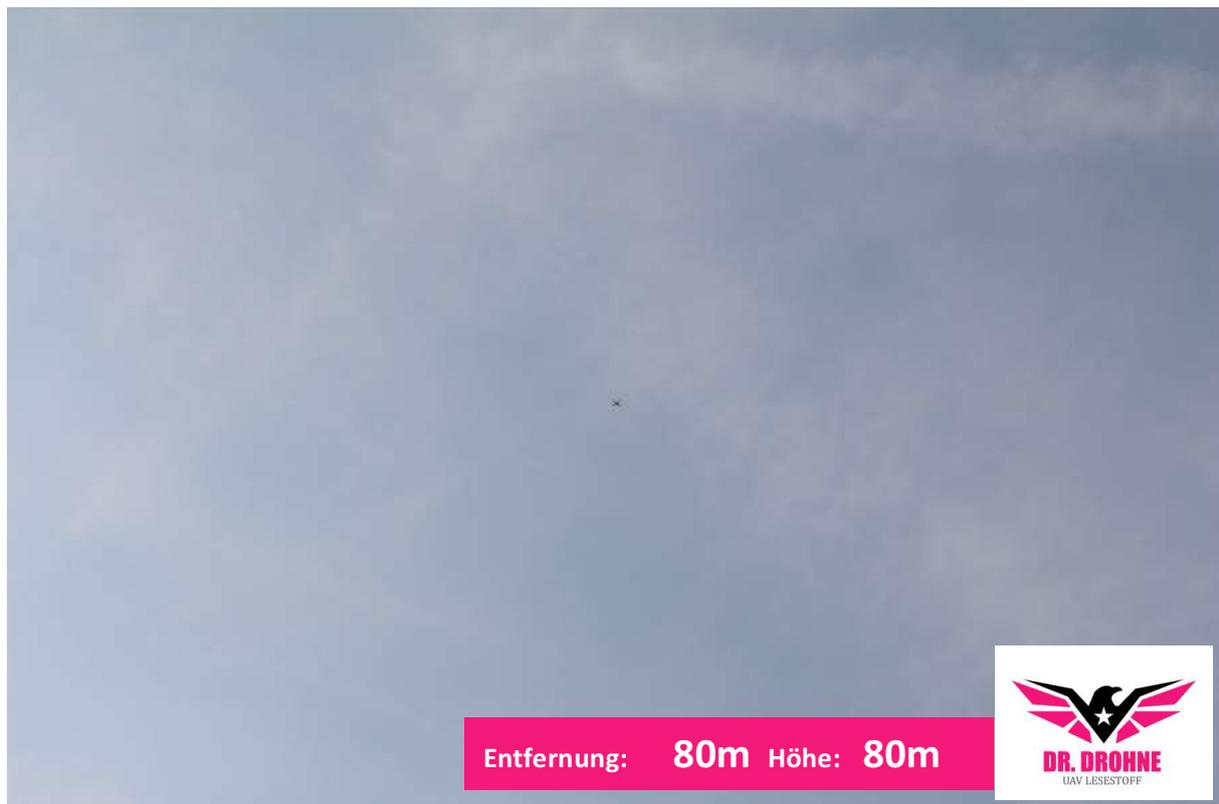
Diagonale Entfernungseinschätzung: 70m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und kaum wahrnehmbar

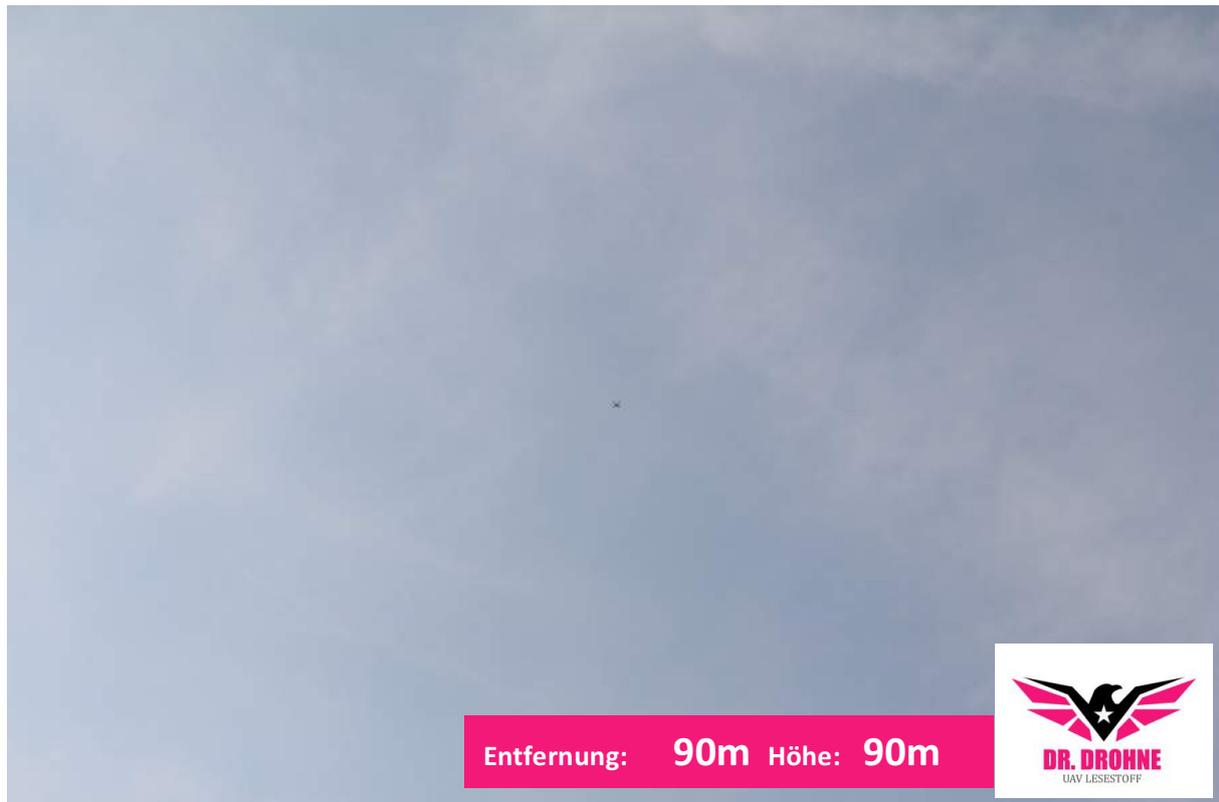
Diagonale Entfernungseinschätzung: 80m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch sehr schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne Nebensache und nur noch sehr schwer wahrnehmbar

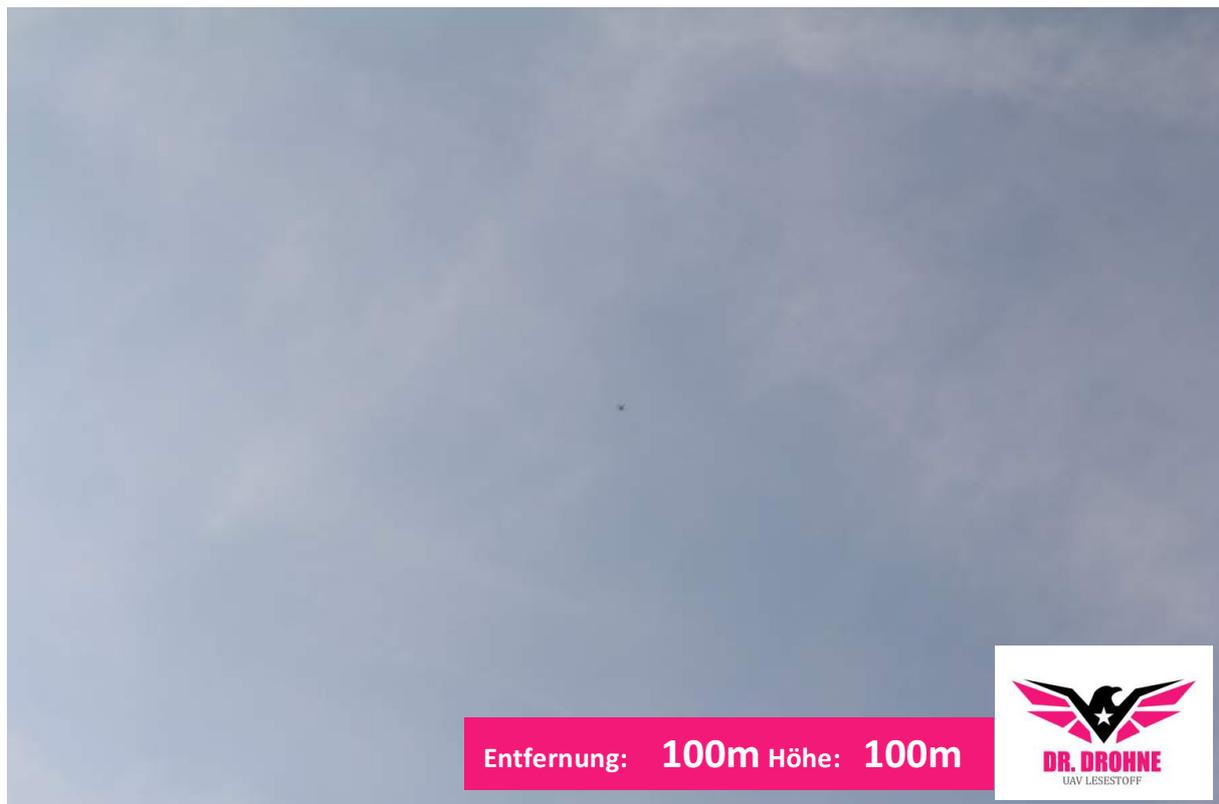
Diagonale Entfernungseinschätzung: 90m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch extrem schwer zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne absolute Nebensache und nur noch extrem schwer wahrnehmbar

Diagonale Entfernungseinschätzung: 100m



Merkmale:

- Drohne und Steuerer sind nur noch extrem schwer / nicht zu erkennen
- Ausrichtung der Drohne und Position des Steuerers nicht erkennbar
- Umfeld des Steuerers wird weiter; Steuerer und Drohne absolute Nebensache und nur noch sehr schwer / nicht mehr wahrnehmbar