

# Multicopter Einsatz im Netzbetrieb für Freileitungen und Umspannwerke

VDE-Bezirksverein Kassel e.V

17. November 2016

Paul Eschbach, Managing Partner DELTA ADVICE GmbH

Universität Kassel, Fachbereich Elektrotechnik/Informatik

Hörsaal 0315

# Multicopter Einsatz im Netzbetrieb



Hochspannungsleitungen  
110 kV

Höchstspannungsleitungen  
220 – 380 kV

Umspannwerke

Prozess- und  
Dienstleistungsmodell

Betriebliche Alternativen

Nutzen und Kosten

Thermographie

Einsatzwerkzeug Multicopter  
in der technischen Inspektion

# Strategieberatung und Projektmanagement für den Mittelstand

## DELTA ADVICE

- eine inhabergeführte Managementberatung
- an den Standorten München und Prag
- seit 2004 als Unternehmen aktiv
- mit Schwerpunkten auf strategischer Beratung und Energieberatung
- International tätig in DACH, CZ, SK, HU, RO
- mit einem internationalen Netzwerk in Europa und Amerika

## Paul Eschbach

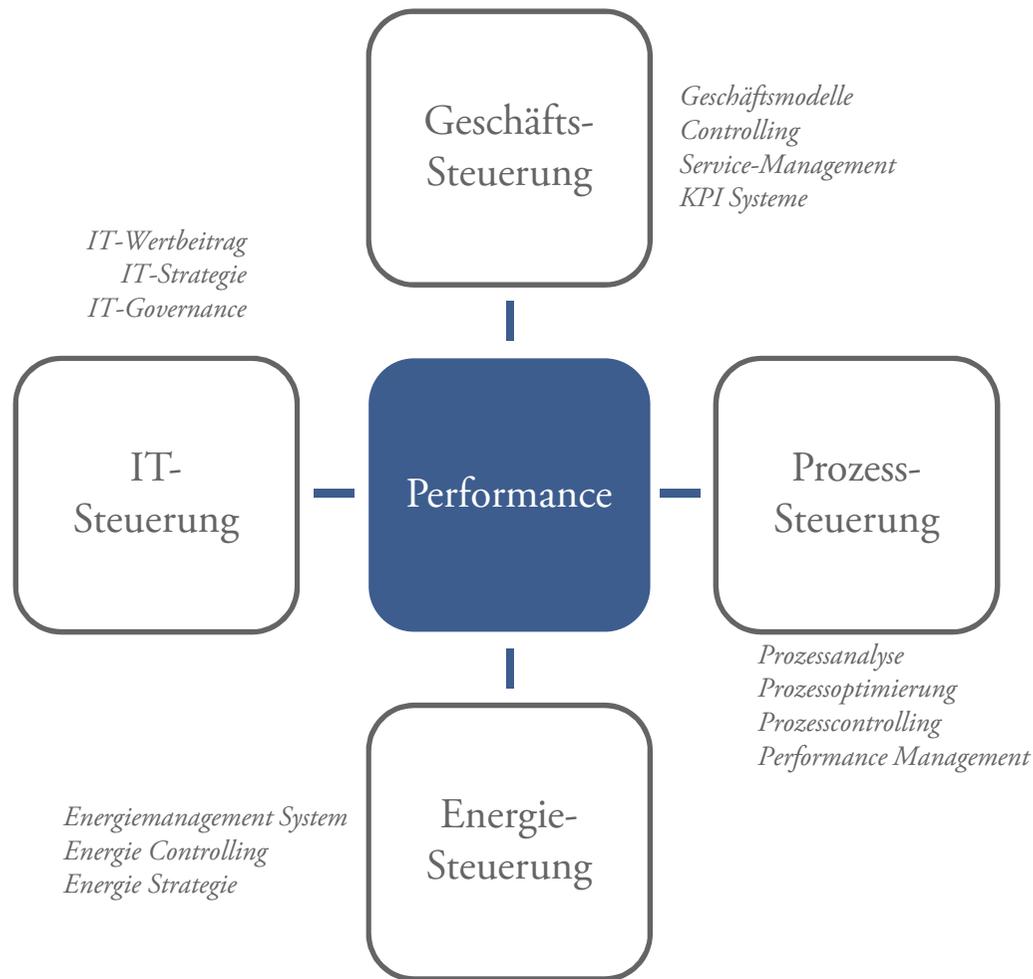
- gebürtig in Dachau
- geprüfter Projektmanager
- bis 1997 Führungsaufgaben bei Bayernwerk AG
- seit 1997 Unternehmensberater
- seit 2001 Partner und Geschäftsführer
- seit 2010 DELTA ADVICE GmbH
- ab 2012 Dozent an Hochschule Landshut im Master Studiengang
- Seit 2016 Dozent an der Universität der Bundeswehr in Neubiberg



## Paul Eschbach

Dipl.-Ing.(FH),  
Dipl.-Wirtschafts-Ing.(FH)  
Geschäftsführender Gesellschafter  
PE@deltaadvice.eu  
M: +49 173 465 23 21  
T: +49 89 41 61 65 55

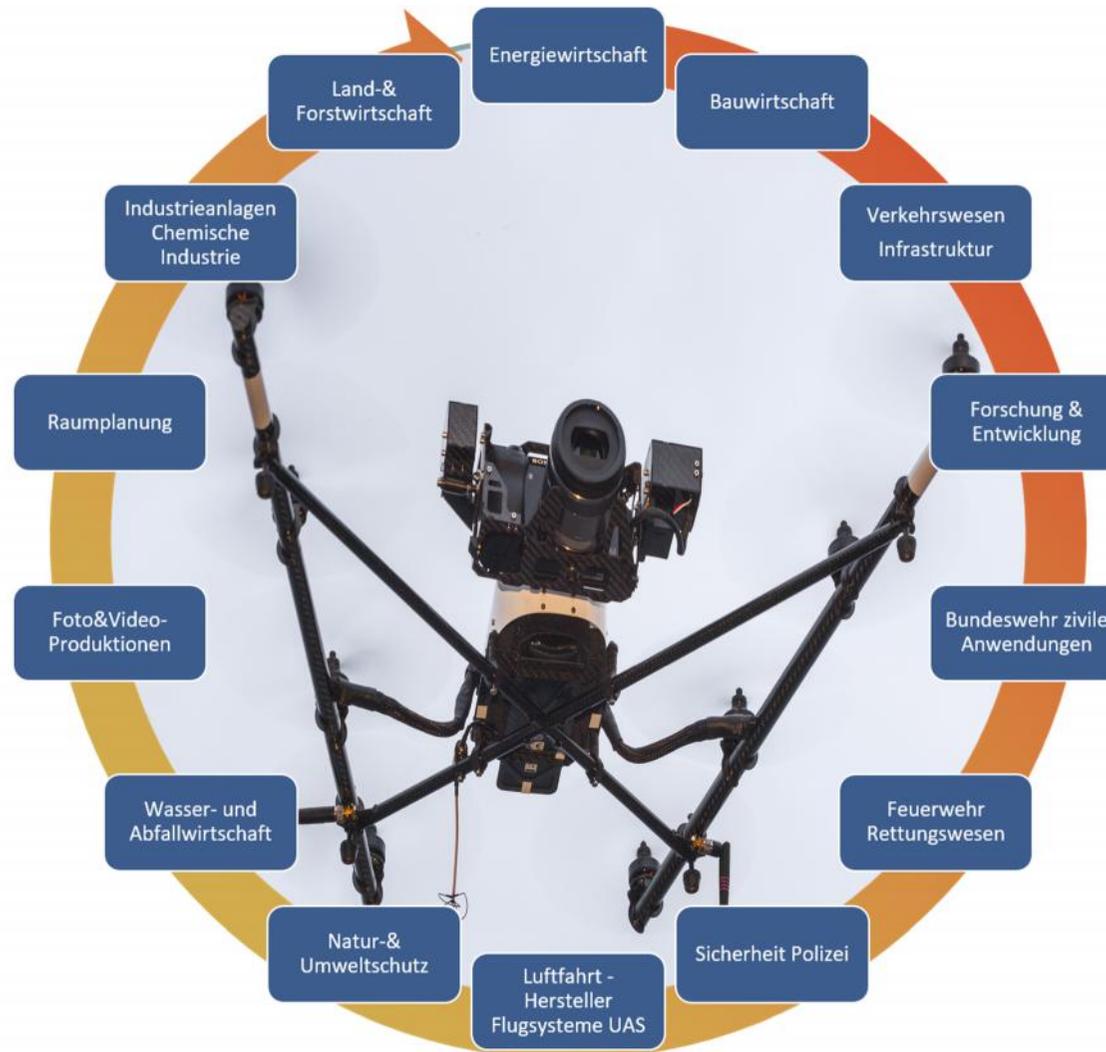
# Unsere Kernkompetenz - wir machen Systeme leistungsfähiger



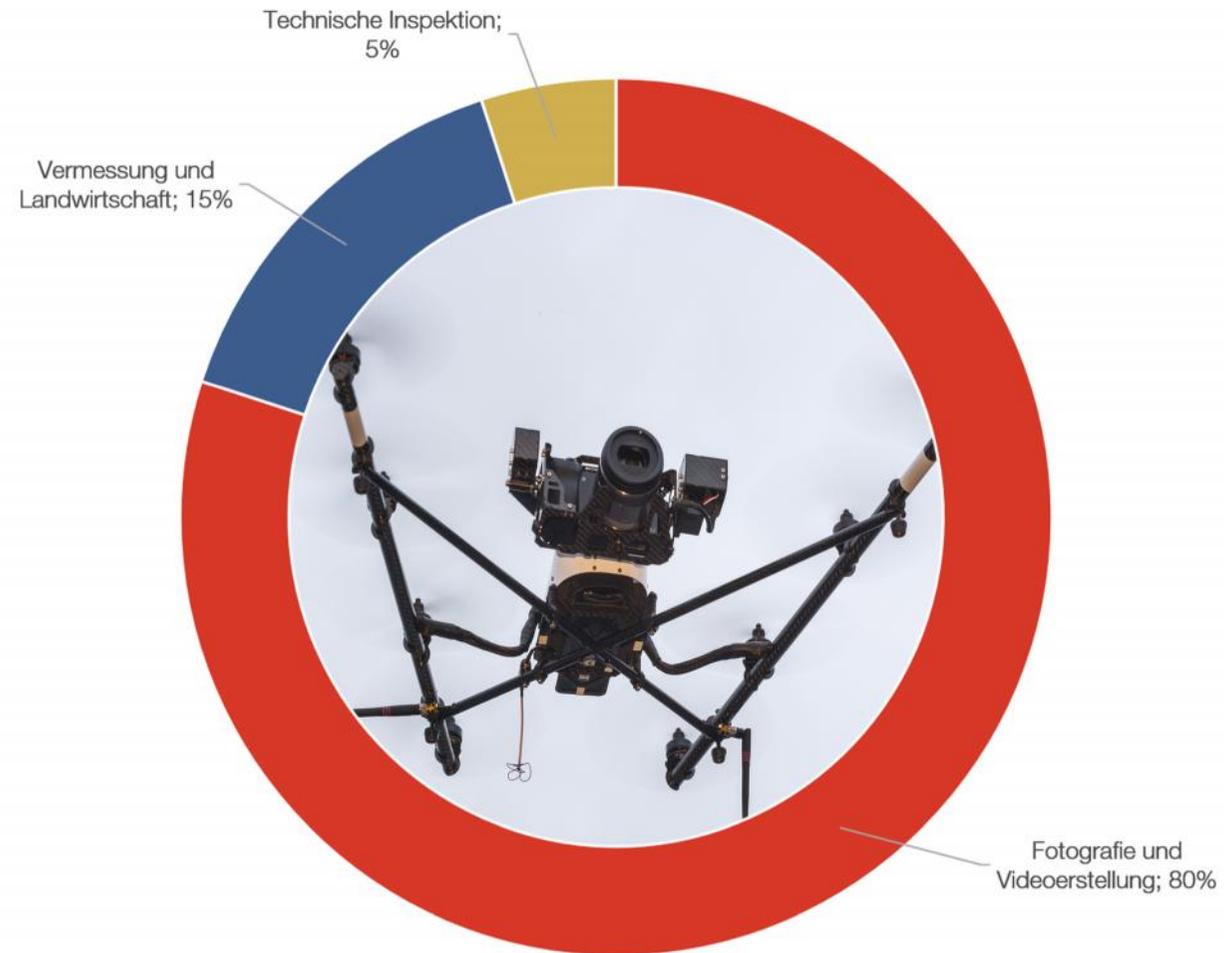
# Multicopter – Drohne – UAV – UAS – RPAS



# Markt für Multicopter Services



# Markt für Multicopter Services



## Marktentwicklung Multicopter geht resend schnell



2016: 400.000 Multicopter  
sind im Markt

Marktvolumen 2020: 8,4 Mrd. US\$

Marktvolumen 2015: 652 Mio. US\$

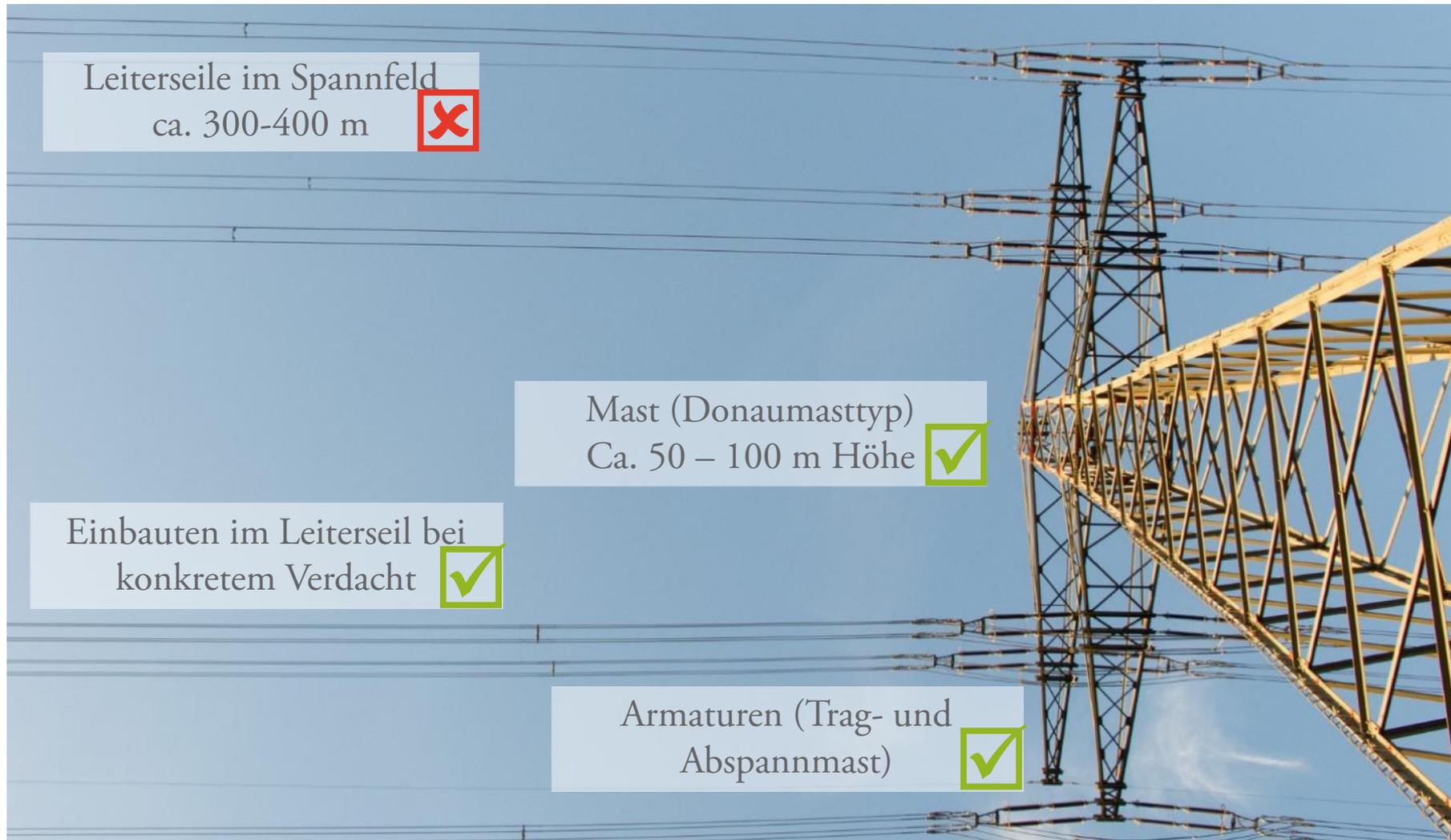
# Quadcopter, Hexacopter, Octocopter – alles sind Multicopter



## Einsatzmöglichkeiten im Netzbetrieb



# Technische Inspektion von Hoch- und Höchstspannungsleitungen



## Unser Geschäftsmodell in der technischen Inspektion

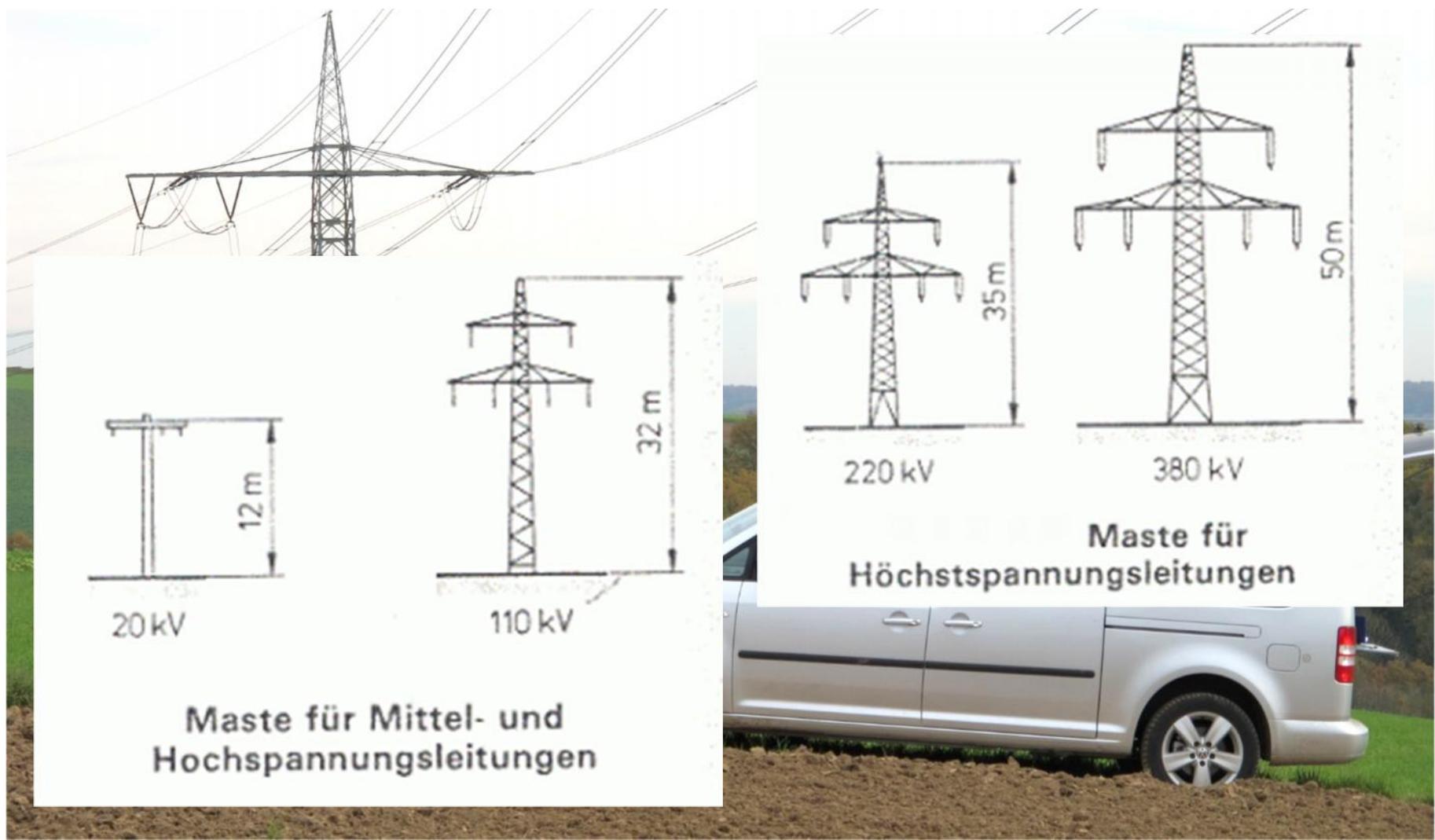
Wir verkaufen keine Flugminuten  
am Multicopter!

Wir verkaufen keine Einzelfotos!

Wir erbringen eine Prozessleistung  
aus Ingenieurkompetenz und den  
Bildergebnissen einer fliegenden  
Kamera

Unsere Leistung orientiert sich am  
Nutzen des Auftraggebers.

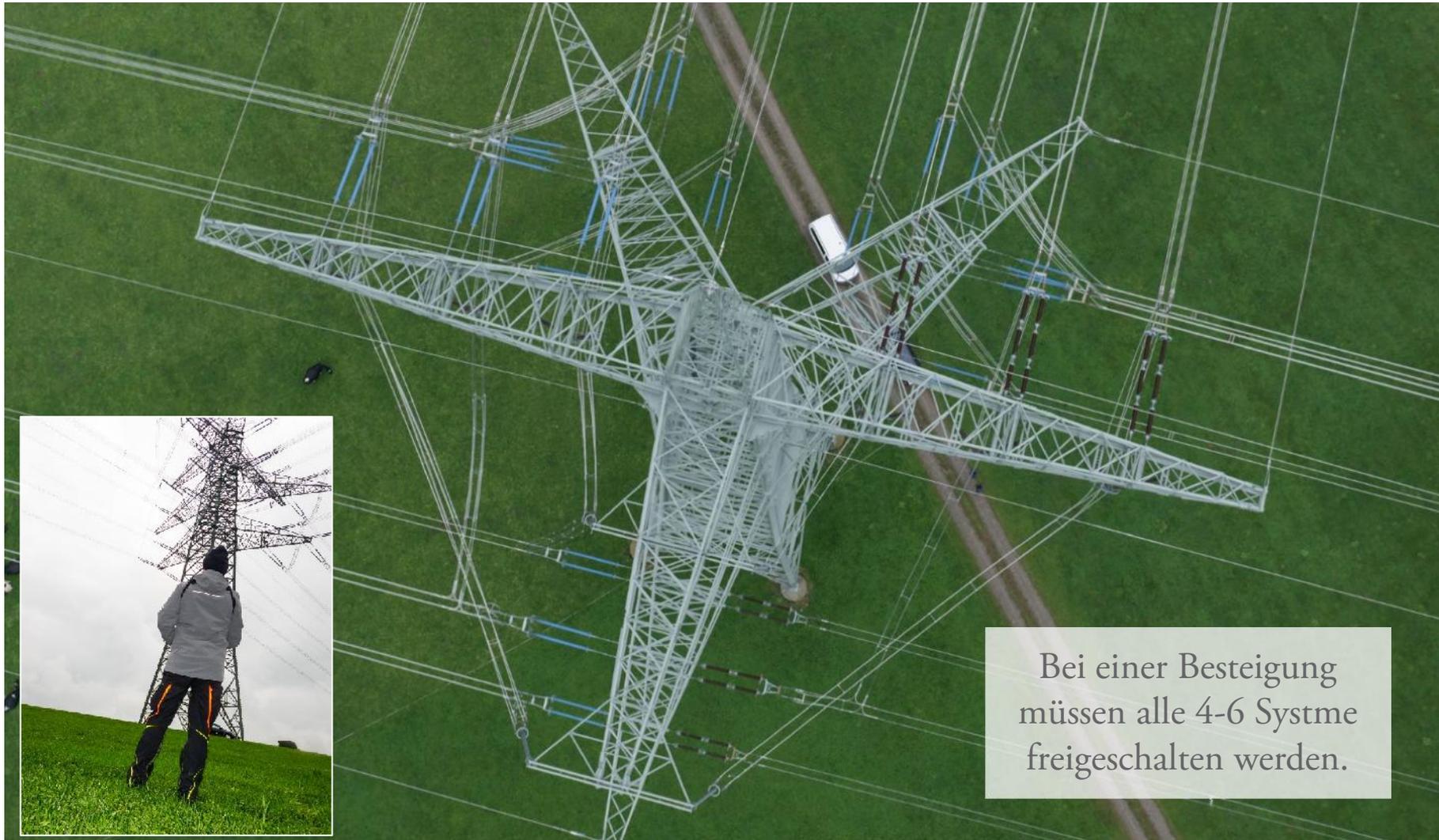
Also, wat is en Dampfmaschin? Da stelle mehr uns janz dumm.



Manche Maste sind einfach etwas höher – 107 m

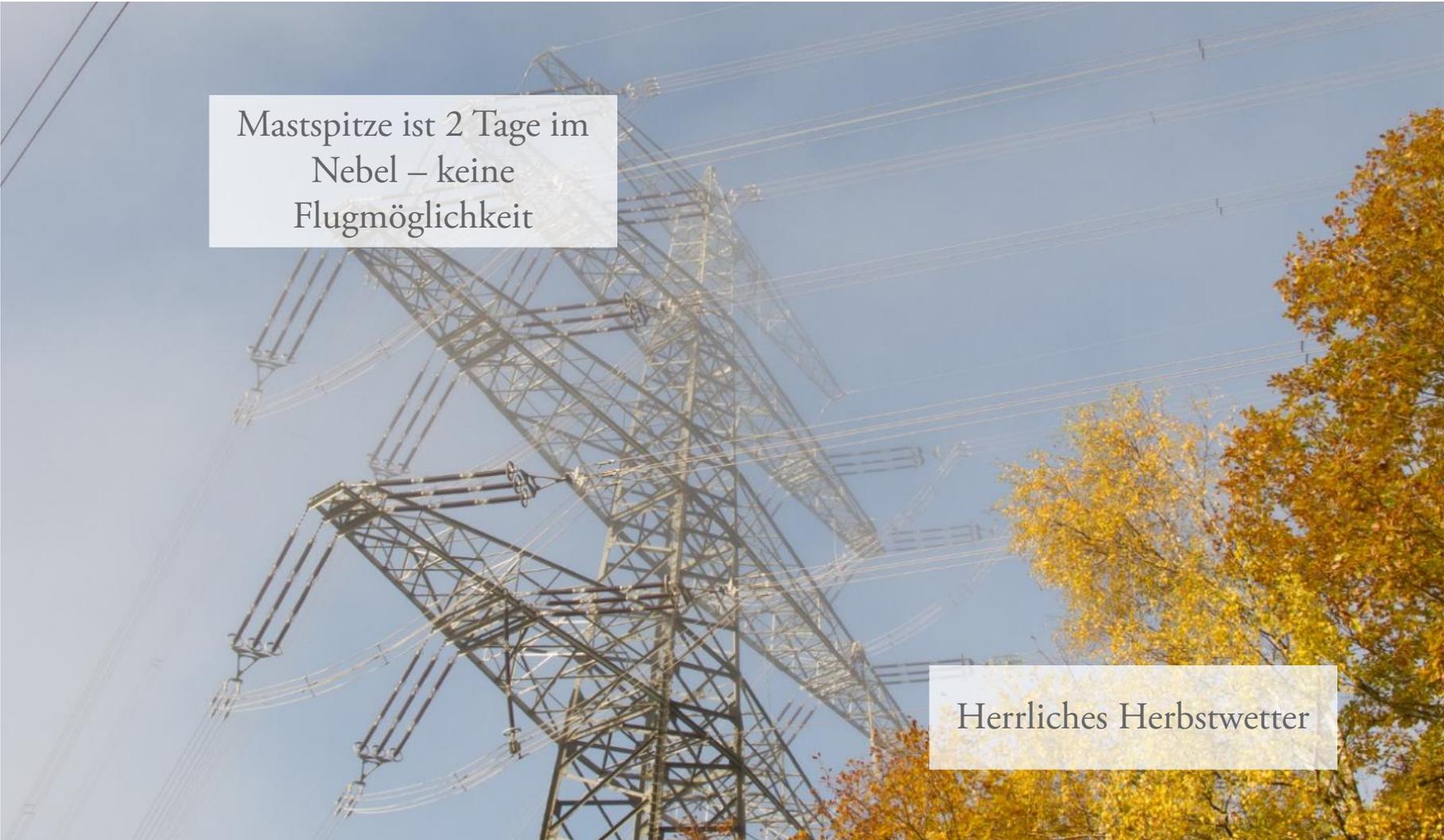


## Manche Maste sind einfach etwas komplexer



Bei einer Besteigung  
müssen alle 4-6 Systeme  
freigeschalten werden.

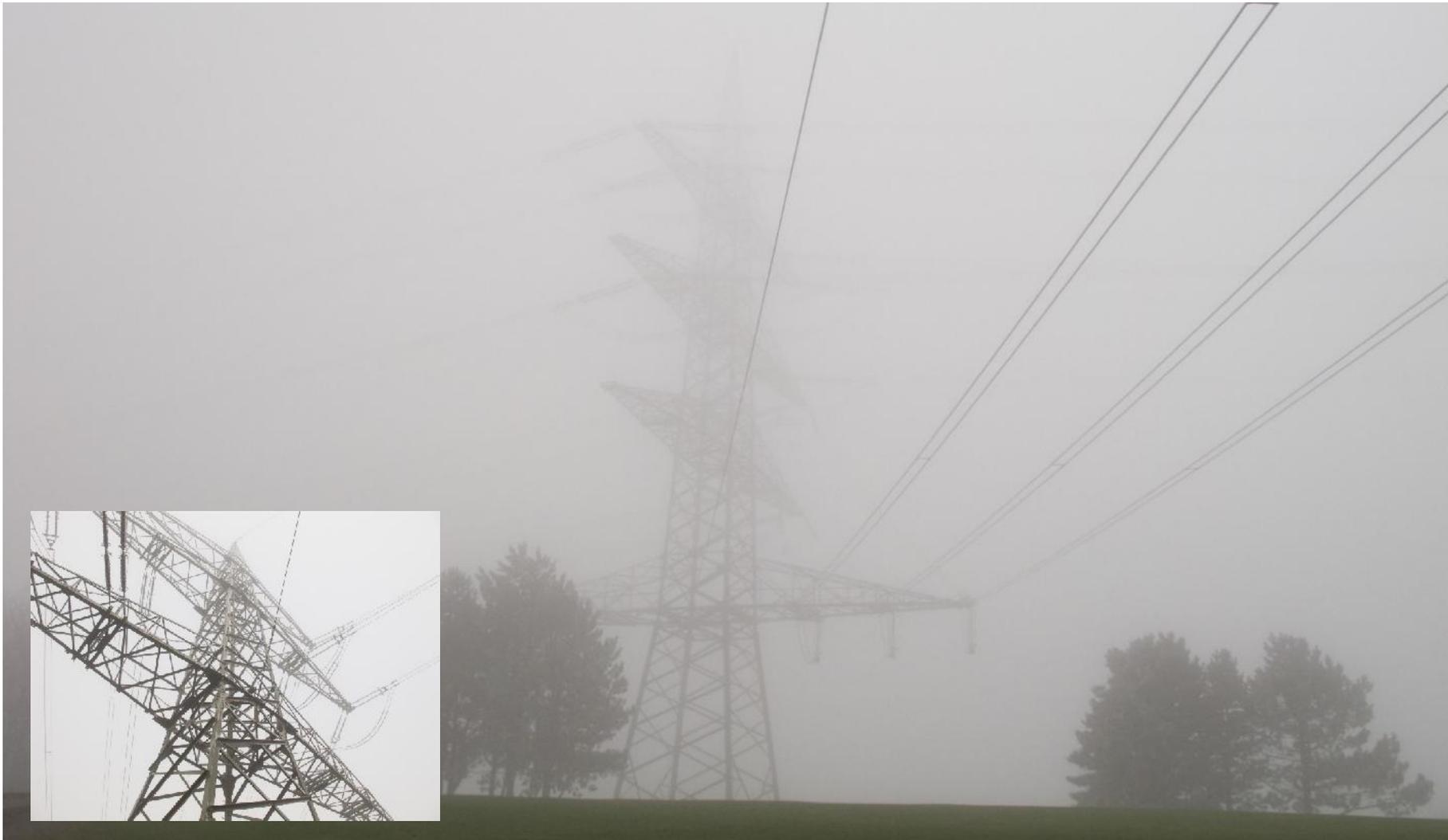
Das Wetter ist oft gut – aber nicht gut genug. Nebel im Herbst.



Mastspitze ist 2 Tage im  
Nebel – keine  
Flugmöglichkeit

Herrliches Herbstwetter

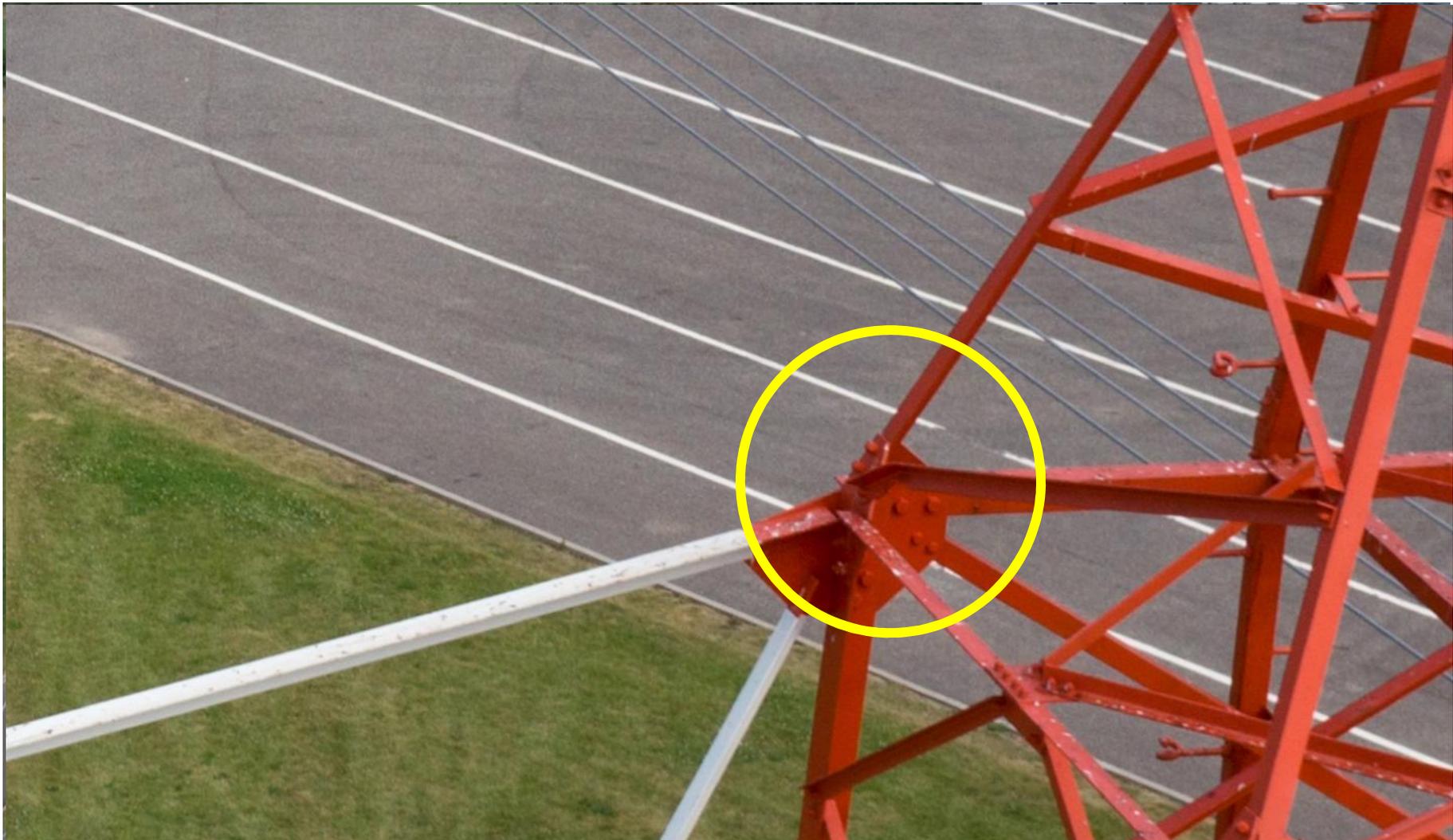
Perfektes Fotowetter – aber nicht gut zum Fliegen.



Suchen Sie selbst – Wer findet den Schaden zuerst?



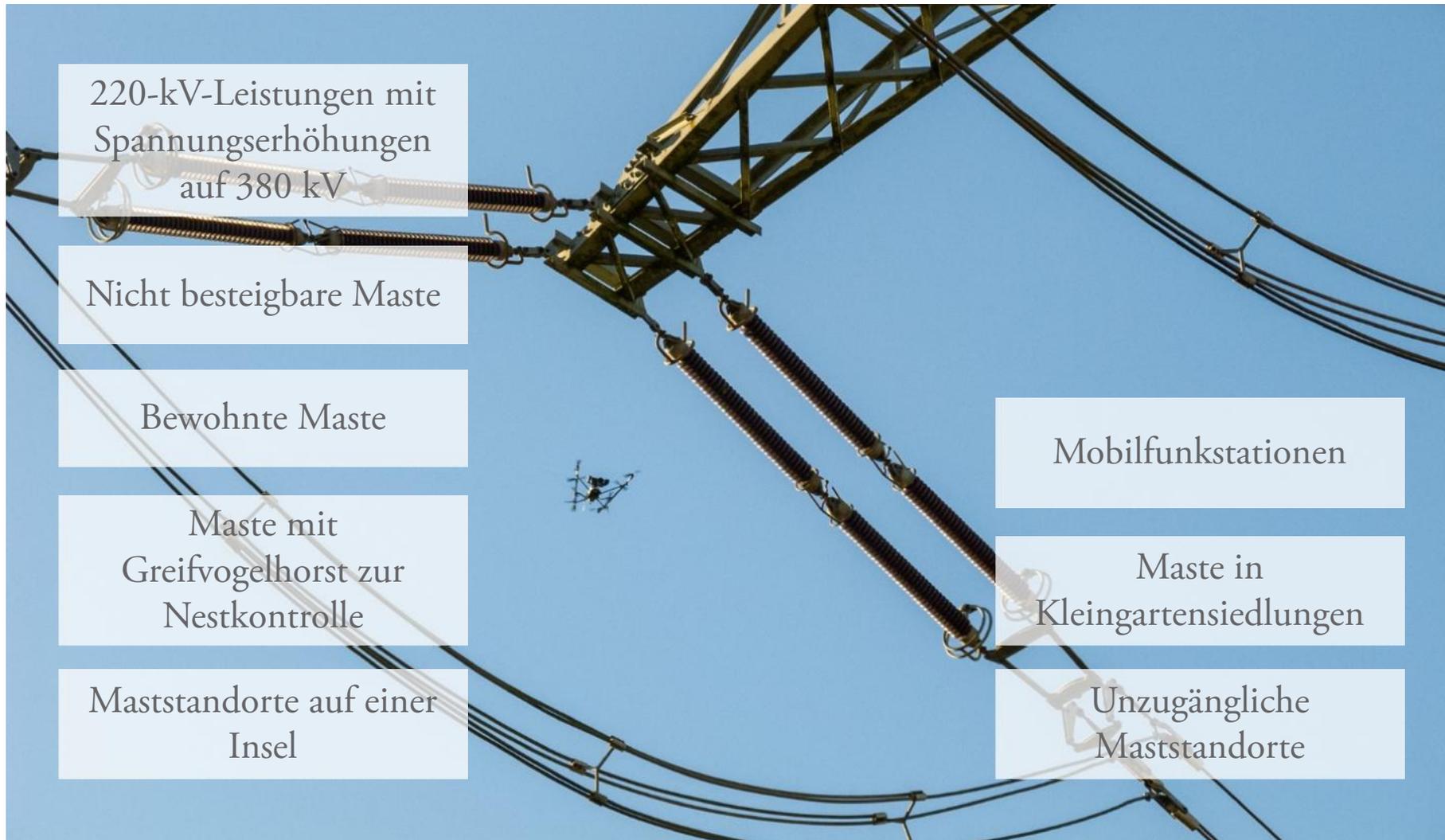
Ich helfe Ihnen einmal



Probieren Sie es noch einmal



## Spezielle Einsatzgebiete in der technischen Inspektion



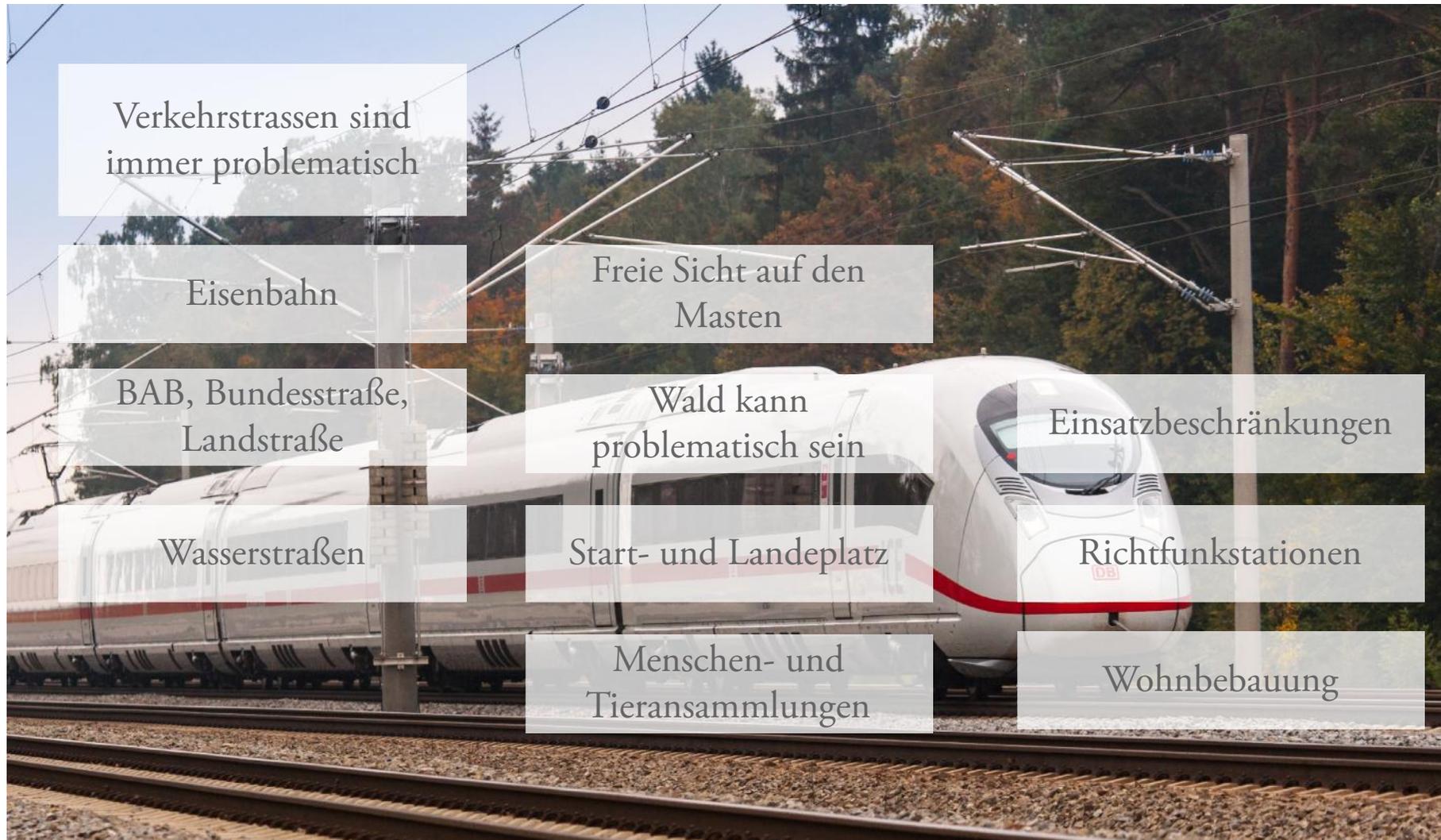
# Kann jeder mit einem Multicopter Leitungen befliegen?

<p>Modellflug am Modellflug-Gelände</p>	<p>Modellflug außerhalb Modellflug-Gelände</p>	<p>Kommerzieller Flug als Luftfahrzeug (UAV)</p>
<p>maximal</p> <p>Haftpflicht-Versicherung 1 Mio. €</p> <p>Mitglied</p> <p>5 kg</p> <p>Maximale Flughöhe nach Platzgenehmigung</p> 	<p>maximal</p> <p>Haftpflicht-Versicherung 1 Mio. €</p> <p>Sport und Erholung ohne Foto- und Videoeinsatz</p> <p>5 kg</p> <p>Maximale Flughöhe nach §1 LuftVG – die Lage und Richtung des Fluggeräts muss jederzeit erkennbar sein.</p> <p><del>Lufträume</del> <del>Helipads</del> <del>Naturschutz</del> <del>Menschenansammlung</del></p> <p>Genehmigung durch Eigentümer des Grundstücks</p> 	<p>maximal</p> <p>Haftpflicht-Versicherung 1 Mio €</p> <p>Einzel-Erlaubnis</p> <p>Allgemeine Aufstiegs-erlaubnis</p> <p>Allgemein Verfügung</p> <p>5 kg</p> <p>Maximale Flughöhe 100 m über Grund</p> <p><del>Lufträume</del> <del>Helipads</del> <del>Naturschutz</del> <del>Menschenansammlung</del></p> <p>Genehmigung durch Eigentümer des Grundstücks</p> 

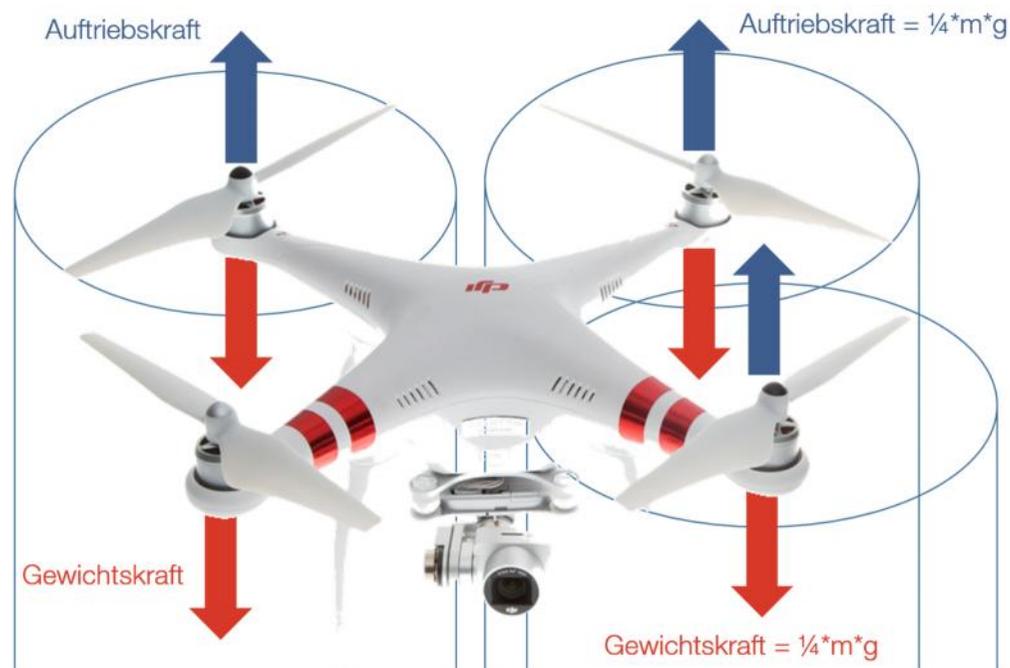
## 2-Mann-Team = Pilot + Ingenieur



## Der Multicopter kann viel aber nicht alles



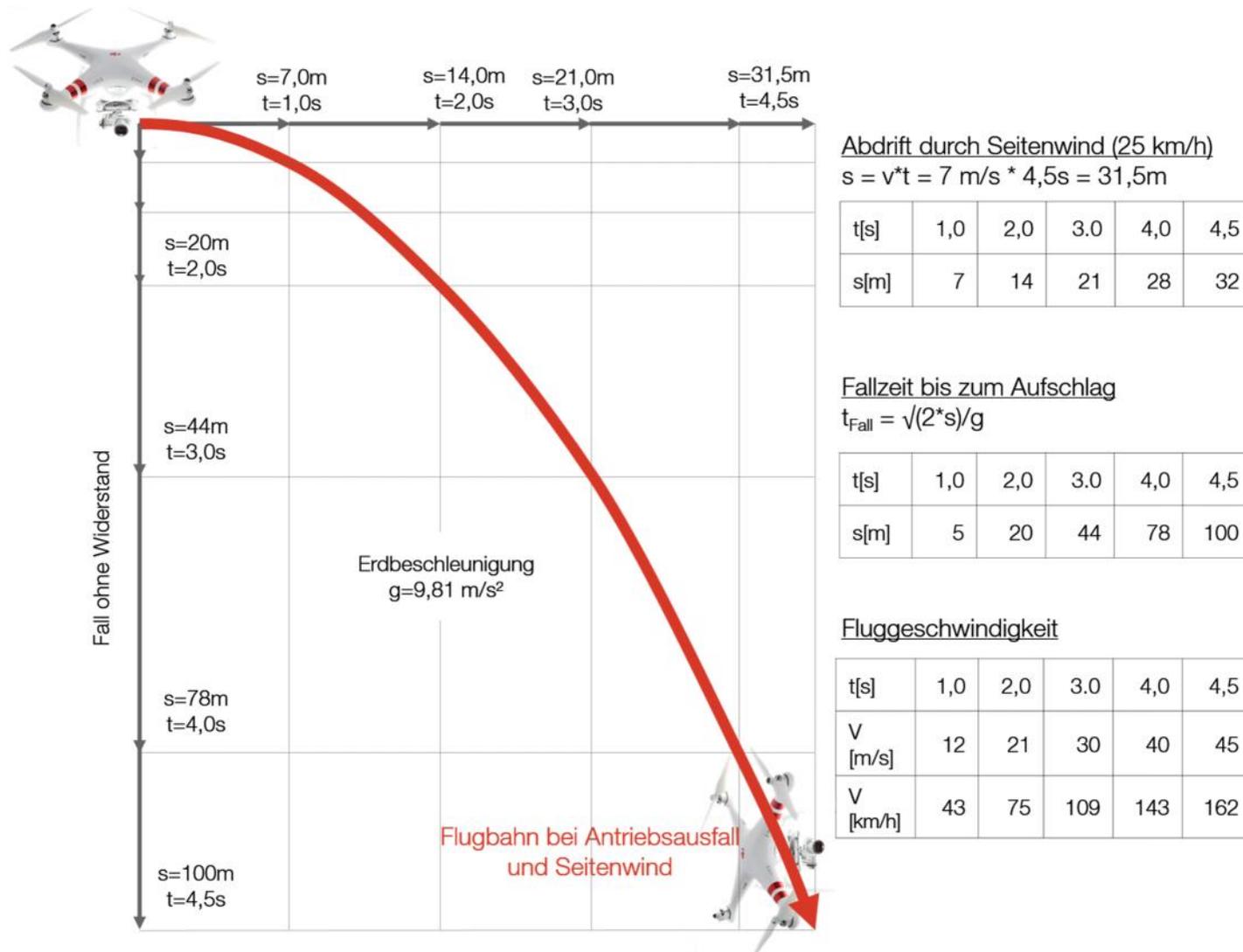
# Der Unterschied zwischen einem Multicopter und Sir Isaac Newton



Ein Rotor fällt aus (Fehlerfall) und produziert keinen Auftrieb mehr.  
Die Summe des Auftriebs ist nun kleiner als das Gewicht des Quadcopters.

Die Momente sind nicht mehr im Gleichgewicht. Der Quadcopter wird sich um seinen Schwerpunkt drehen. Damit wirkt er in gedrehter Fluglage auch nicht mehr der Gewichtskraft entgegen.

# Der Unterschied zwischen einem Multicopter und Sir Isaac Newton



## Alternative 1 ist Befliegung mit Helicopter



Für Steckenbefliegung  
immer noch erste Wahl

Flugkosten mit 4 Mann  
Besatzung

Lärm

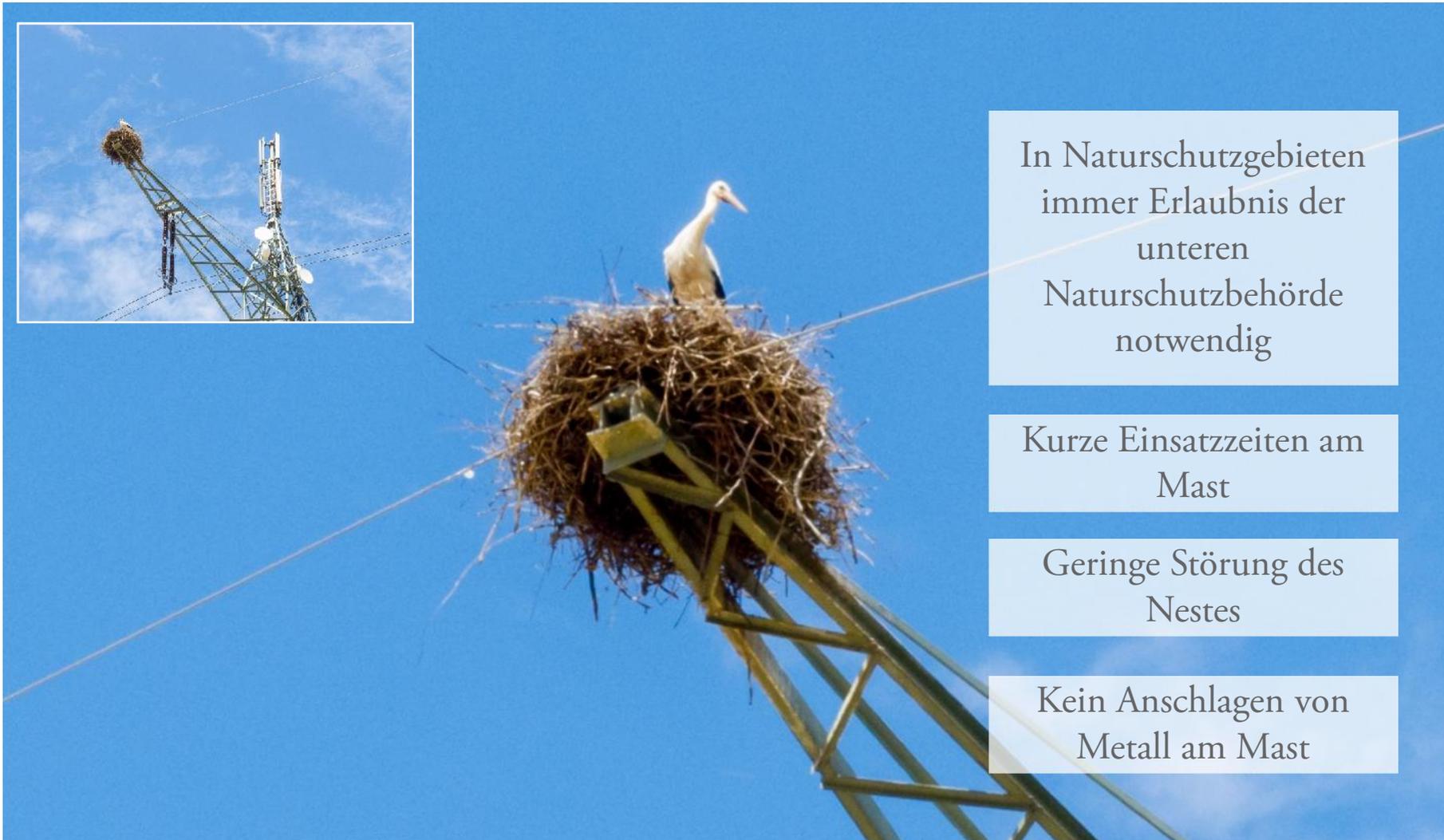
Downwash des Rotors

Langsam und niedrig =  
Gefährdungspotential

## Alternative 2: Besteigung durch Leitungsmonteur



## Naturschutz und sensible Bewohner der Maste



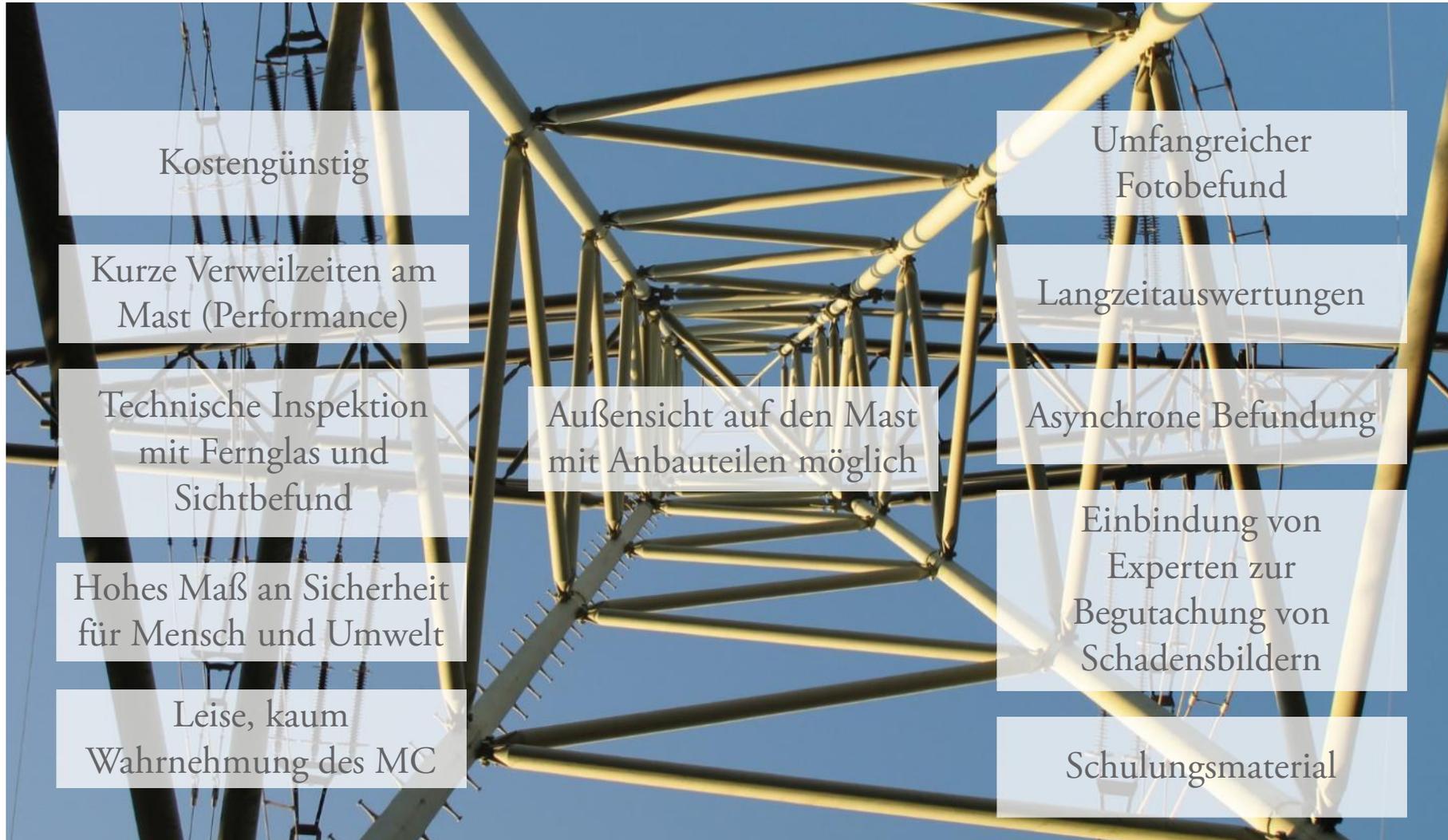
In Naturschutzgebieten  
immer Erlaubnis der  
unteren  
Naturschutzbehörde  
notwendig

Kurze Einsatzzeiten am  
Mast

Geringe Störung des  
Nestes

Kein Anschlag von  
Metall am Mast

## Prozessvorteile durch Multicopter



Kostengünstig

Kurze Verweilzeiten am Mast (Performance)

Technische Inspektion mit Fernglas und Sichtbefund

Hohes Maß an Sicherheit für Mensch und Umwelt

Leise, kaum Wahrnehmung des MC

Umfangreicher Fotobefund

Langzeitauswertungen

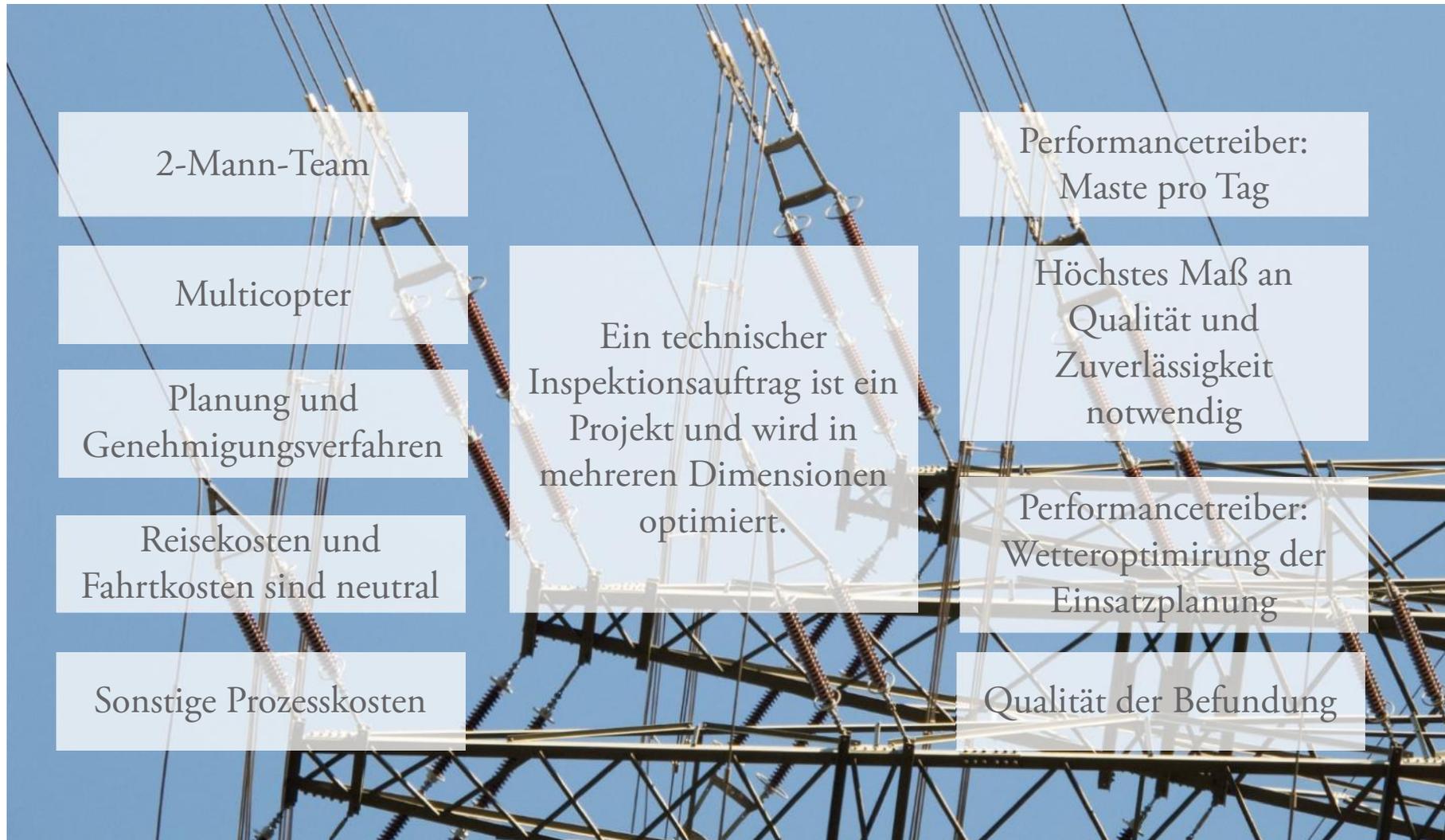
Asynchrone Befundung

Einbindung von Experten zur Begutachtung von Schadensbildern

Schulungsmaterial

Außensicht auf den Mast mit Anbauteilen möglich

## Rechnet sich das für den Betreiber?



2-Mann-Team

Multicopter

Planung und  
Genehmigungsverfahren

Reisekosten und  
Fahrtkosten sind neutral

Sonstige Prozesskosten

Ein technischer  
Inspektionsauftrag ist ein  
Projekt und wird in  
mehreren Dimensionen  
optimiert.

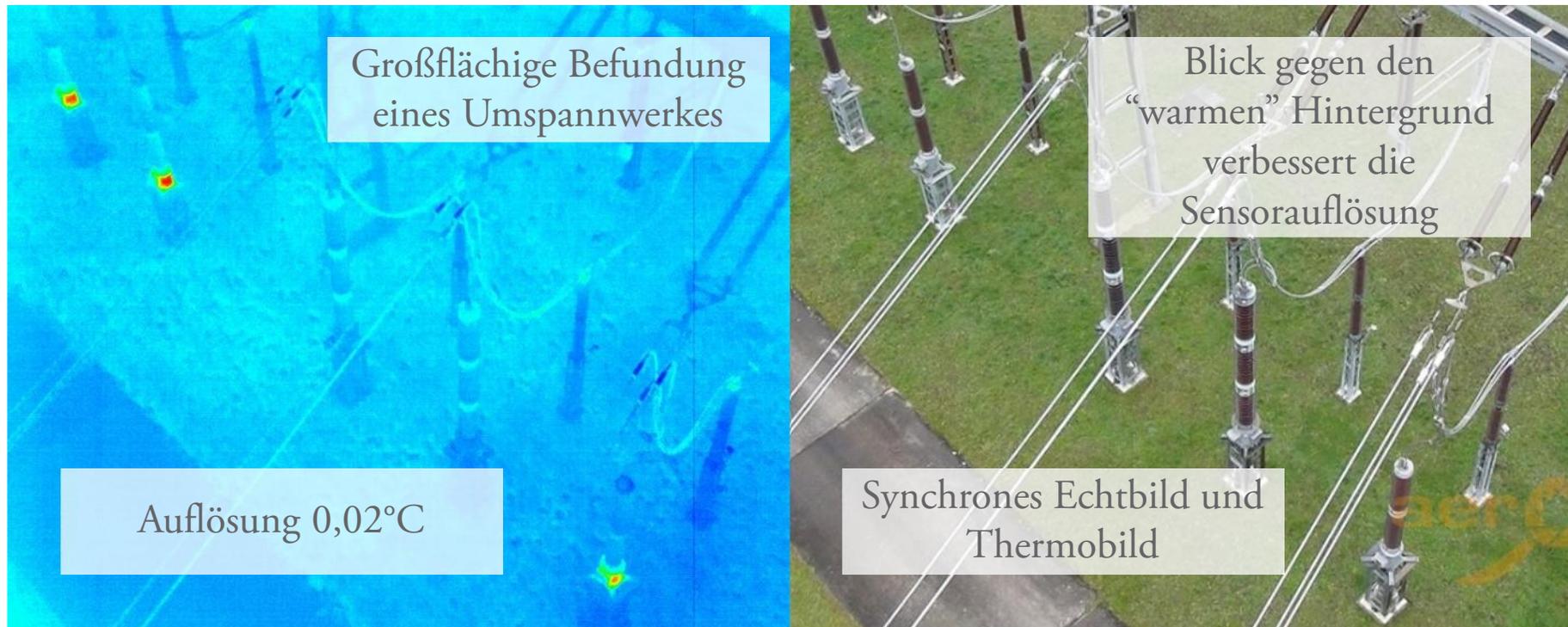
Performancetreiber:  
Maste pro Tag

Höchstes Maß an  
Qualität und  
Zuverlässigkeit  
notwendig

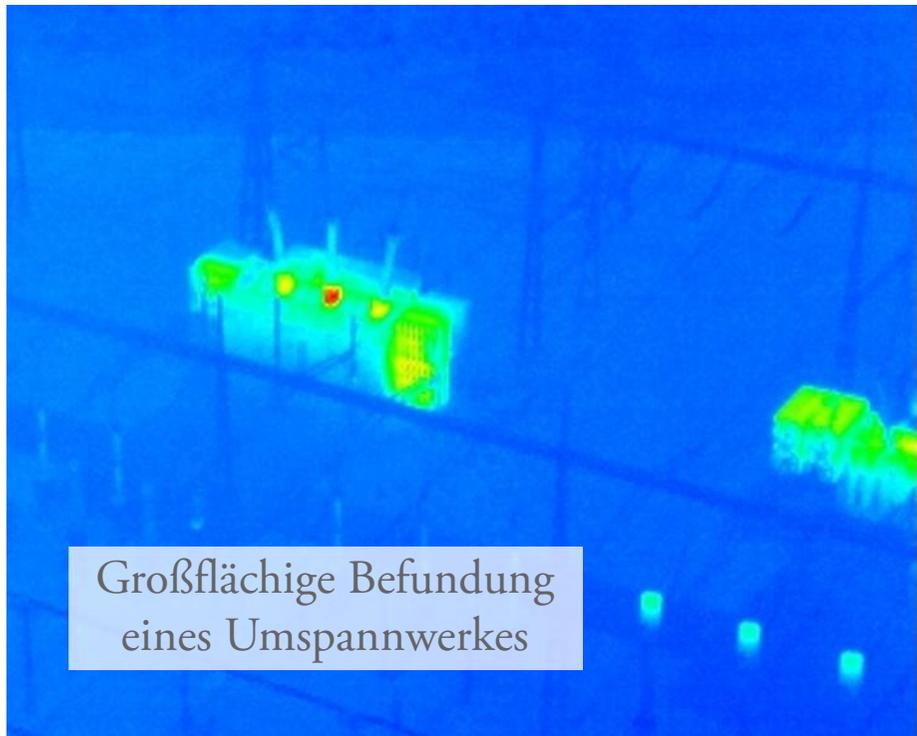
Performancetreiber:  
Wetteroptimierung der  
Einsatzplanung

Qualität der Befundung

# Thermographie in Umspannwerken



# Thermographie in Umspannwerken



Großflächige Befundung  
eines Umspannwerkes



Blick gegen den  
"warmen" Hintergrund  
verbessert die  
Sensorauflösung

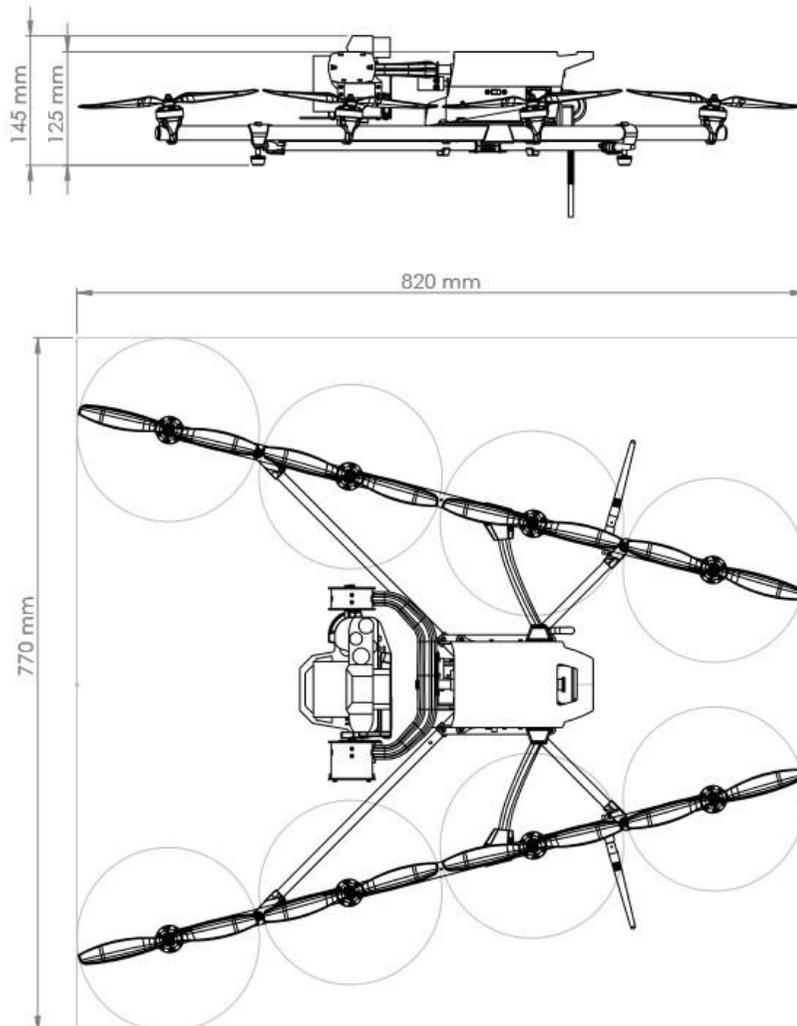
## Unser Fluggerät im Detail – Falcon 8 von Ascending Technologies



## Unser Fluggerät im Detail – Falcon 8 von Ascending Technologies



## Unser Fluggerät im Detail – Falcon 8 von Ascending Technologies



UAV-Typ	V-Form-Octocopter
Maße	770 x 820 x 125 mm
max. Abfluggewicht	2,3 kg
max. Nutzlast	0,8 kg
Flugzeit inkl. Nutzlast	12 bis 22 Min.
max. Reichweite	1000 m
Fluggeschwindigkeit	16 m/s
Windlast	15 m/s (GPS: 12 m/s)
Datenverbindung	2 x 2,4 GHz, 10 bis 63 mW
Sendeleistung	5,8 GHz, 25/100 mW
Antrieb	LiPo-Akkus mit 6250 mAh
Betriebstemperatur	-5° bis 35° (ideal für den professionellen Einsatz)
Fernsteuerung	Mobile Bodenstation, Wegpunktnavigation
Fluglageregelung & Sensorik	AscTec AutoPilot oder AscTec Trinity mit 1000-Hz-Taktung
Flugmodi	GPS-Modus, Höhen-Modus, manueller Modus
Sicherheitsmodi	Direkte Landung, direkter Rückflug, hoher Rückflug
Zertifizierung	CE, RoHS

# Bodenstation zur Steuerung des Multicopters



## Schneller Wechsel der Sensoren im Einsatz



## Passendes neues Fachbuch zum Multicopter

Rechtlicher Rahmen zum Einsatz des Multicopters

Planung von Multicopterflügen

Welcher Multicopter für welche Aufgabenstellung

Foto und Video mit der fliegenden Kamera



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

*» We solve problems.«*

## Ihr Partner für vertrauensvolle Beratung, Projektmanagement, Schulung

DELTA ADVICE GmbH  
Herzogstraße 129  
80796 München

DELTA ADVICE s.r.o.  
Jungmannova 22  
110 00 Praha 1

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Eschbach  
Dipl. Ing. (FH), Dipl. Wirtschafts-Ing.(FH)  
pe@deltaadvice.eu  
+49 173 465 23 21

Wir sind...



Dozent an der Hochschule Landshut für  
„Prozessmanagement & Ressourceneffizienz“  
„Changemanagement, Wertanalyse und  
Investitionsrechnung“



Dozent an der Universität der Bundeswehr  
„Changemanagement“



als Energieberater für Energieaudit DIN EN  
16247 bei der Bundesstelle für Energieeffizienz  
geführt.



als Energieberater für den Mittelstand bei KfW  
geführt.

