

# Der Verkehrslandeplatz Walldürn und die geplanten Windenergieanlagen ‚Kornberg‘



– Vorstellung und Diskussion –



Mai 2021

(alle Bildrechte, soweit nicht anders ausgewiesen: FSCO)

# Agenda/Inhalt

1. Der Verein
2. Der Flugplatz
3. Die Bau- und Betriebs-GmbH
4. Platzrunde
5. Geplante WKA Kornberg
6. Grundlagen Aerodynamik
7. Die Problematik
8. Die Studie
9. Schlussfolgerung

# Der Verein: Flugsportclub Odenwald e.V.



- Gegründet 1958
- Ca. 240 Mitglieder, davon 140 aktiv
- Flugzeugpark:
  - 4 Segelflugzeuge
  - 1 Motorsegler
  - 1 Ultraleichtflugzeug
  - 6 Motorflugzeuge
- Eigene Ausbildung (Flugschule an BWLV angegliedert)  
Aktuell:
  - ~ 22 Flugschüler (Segel/Motor)

# Der Flugplatz Waldürn



- „**Verkehrslandeplatz**“ – Teil der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur des Landes Baden-Württemberg mit überregionaler Bedeutung!
- Betriebspflicht mit Flugleiter (10 – 18/20 Uhr)
- Angelegt 1963, Ausbau 1984
- Landebahn 820m lang, 20m breit, Nachtflugbefehung
- Umfangreiche Infrastruktur: 6 Flugzeughallen, Werft, Tower, Campingplatz, Zeltplatz, ... (insg. ~ 50 Flugzeuge)
- Ca. 15.000 Flugbewegungen im Jahr (2/3 extern, davon 40% Flugschulen)

# Bau- und Betriebs-GmbH des Flugplatz Waldürn



- Betreiber des Verkehrslandeplatzes (gesamte Infrastruktur)
- Arbeitgeber (Flugleiter, Servicekräfte)
- Kauf und Verkauf von Betriebsstoffen
- Vereinnahmung der Landegebühren
- Fliegerstübchen (aktuell verpachtet)

# Segelfliegen beim Flugsportclub Odenwald

- National bekannt als Segelflug-Eldorado
- Seit Bestehen in der Deutschen Segelflug-**Bundesliga** – im 20. Jahr ununterbrochen!
- Platzierung 2020:  
3. (von 30.)  
**Bestleistung!**
- Ständiger Ausrichter nationaler Wettbewerbe
- Trainingszentrum der dt. Segel-Kunstflug-Nationalmannschaft



OLC INNOVATIONS FOR SOARING

Segelflugszene Gliding ParaHangGliding ModelGlider

Deutschland 2020 OLC-Wertung BHC-Wertung DMS-Wertung Flugmeldung Teilnehmer Regeln

Bundesliga Tabelle 2020 Germany

Tabelle

Page 1 of 1

#	Punkte	Speed	Club
1	185	4.138,66	LSV Rinteln (NI)
2	155	3.795,10	Fliegergruppe Wolf Hirth (BW)
3	153	4.049,05	FSC Odenwald Walldürn (BW)
4	139	3.575,20	AC Bamberg (BY)
5	122	3.828,79	LSV Schwarzwald (BW)
6	121	3.565,44	LSG Bayreuth (BY)
7	117	3.689,57	AC Bad Nauheim (HE)
8	117	3.248,60	FK Brandenburg (BB)
9	115	3.870,97	FG Oerlinghausen (NW)
10	110	3.461,48	AC Lichtenfels (BY)

Letzte News: 28. August mehr...

# Jugendarbeit des Flugsportclub Odenwald

- Mit dabei im Segelflug-Jugendteam: schon ab 13 Jahren!
- Heranführen der Jugendlichen (Jungen & Mädchen) an das Fliegen, die Gemeinschaft und die Technik
- Schnupperwochenenden, Fliegerzeltlager, Grillfeiern, Ausflüge
- Weitere Freizeitaktivitäten: Wandern, Volleyballturniere
- Ferienprogramme



# Weitere Veranstaltungen am Flugplatz

- Motorradrennen ‚Odenwald Klassik‘
- Inline-Skaten (6 Abende im Sommer)
- Special Olympics (Radfahren)
- Übungsplatz für Großübungen (DRK, Feuerwehr, Katastrophenschutz)
- Flugplatzfeste, Firmenevents, Ferienprogramme



# Wirtschaft & Touristik & Medizin

- Standortvorteil der Region (u.a. durch Geschäftsflüge, vor allem Werksflüge)
- Arbeitgeber (Flugleitung, Werft, Fliegerstübchen, Service) + Dienstleistungen
- Touristisches Highlight in der Region
  - Geopark-Rundflüge
  - Flugplatzrundweg (in Zusammenarbeit mit Biotopschutzbund)
  - Flugbeobachtung auf Terrasse + Spielplatz
- Krankentransportflüge (vor allem bei ungünstigem Wetter)
- Standort Luftbildarchäologie Baden-Württemberg Nord
- Brandmeldeflüge



# Nachhaltigkeit und Natur



- Photovoltaik-Anlage auf allen Hallen (292 kWp)  
→ ergibt bis zu 260-310 MWh Strom im Jahr!  
(== 30.000 l Benzin)
- Maximale Reduktion der Flächenversiegelung (Rückführung des Oberflächenwassers)
- Umfangreicher Rückzugsraum für Flora & Fauna, insbesondere Vögel (Sicherheitsbereich, Umgebung, Hecken, Wald)



# Anflugblatt EDEW & ‚Platzrunde‘

ANFLUGBLATT

FIS

LangenInformation

119.150

Höhe 1322 ft MSL

ELEV 403 m MSL

N 49° 34,90'

E 009° 24,13'

**WALLDÜRN**

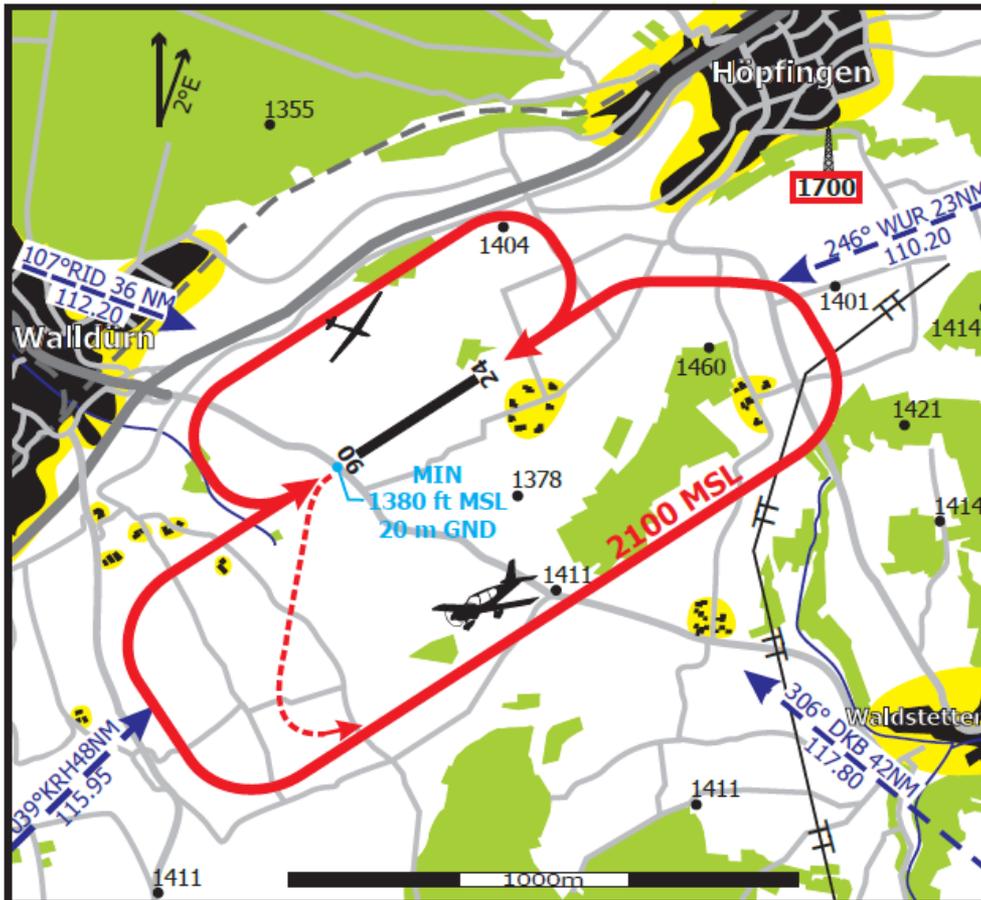
**EDEW**

Walldürn Info

gültig ab **29 MAR 2018**

Cor: VAR, Frequenz, FIS

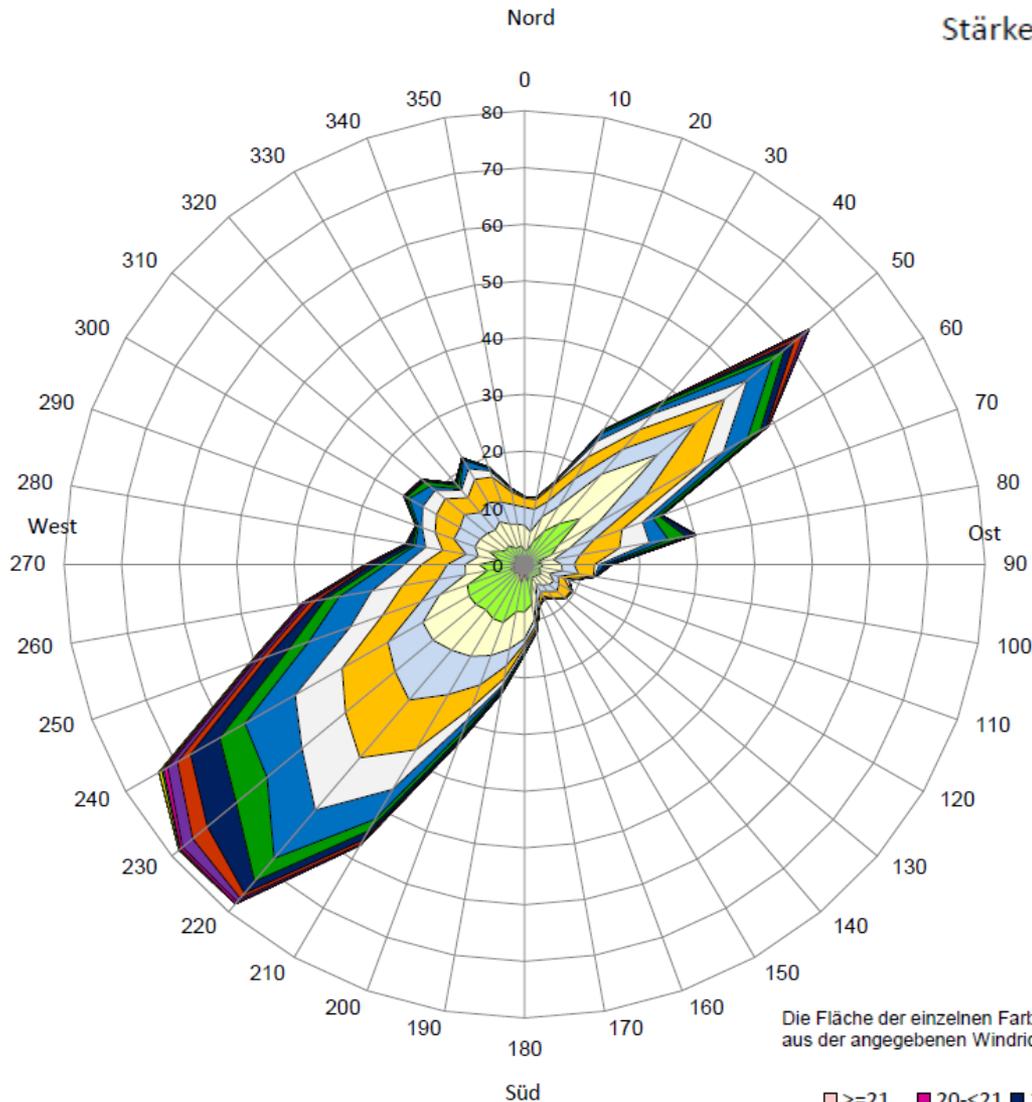
131.010 Ge (15 NM 3000ft GND)



Motorgetriebene Luftfahrzeuge müssen die südliche Platzrunde benutzen, bei Anflügen aus dem Norden ist der Platz mittig zu überqueren.

- An- und Abflugroute zum Starten und Landen (‚Soll‘)
- Genehmigt & veröffentlicht von der Luftaufsichtsbehörde
- ‚Platzrundenverkehr muss beobachtbar sein‘ (visuell, Funk)
- Berücksichtigt Hindernissituation und Siedlungen (Lärmschutz)
- Ein- und Ausflug in die Platzrunde typischerweise ab einer Höhe von 2100ft (~300m über Grund)
- Pilot ist für An- und Abflugaus und in Platzrunde verantwortlich (nicht Tower/Flugleiter)

# Hauptwindrichtungen EDEW

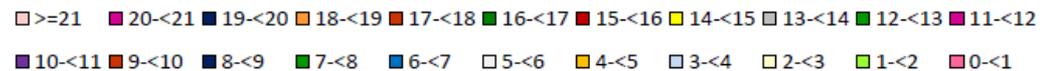


Stärkewindrose in Grad und Promille der Jahresstunden  
Station Walldürn 404 m NHN 10/2017 - 09/2018  
Windgeberhöhe 10 Meter über Grund

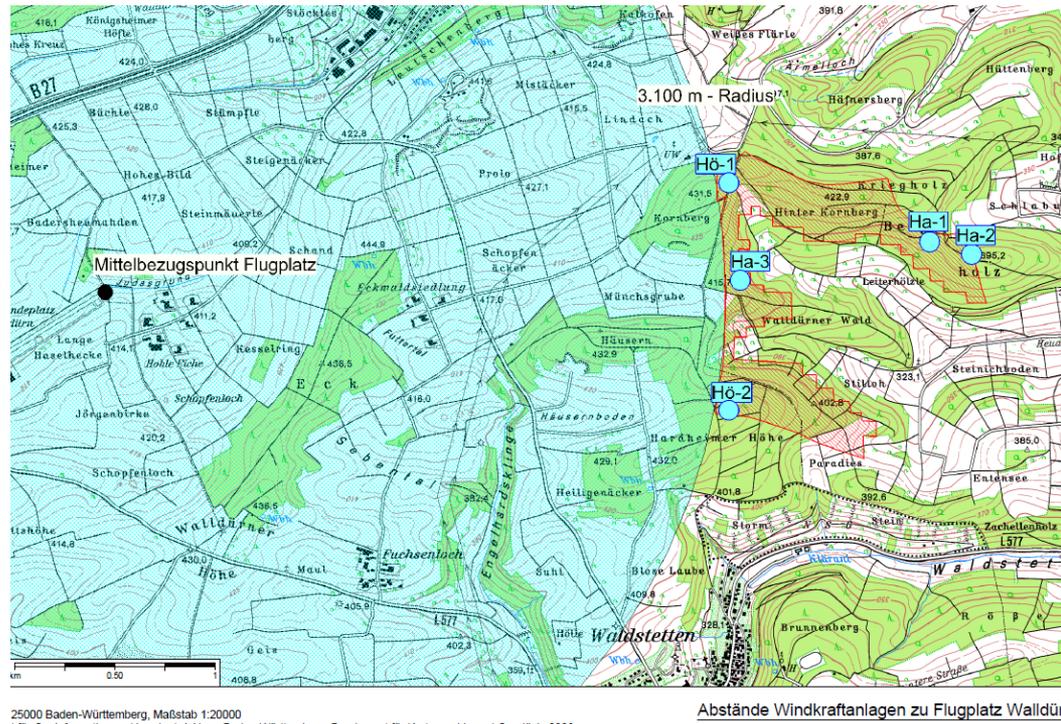


- Hauptwindrichtungen Südwest, Nordost (= gutes Wetter!)
- Bahnausrichtung 06/24

Die Fläche der einzelnen Farbstufen entspricht der Häufigkeit in Promille, mit der die jeweilige Windgeschwindigkeit in m/s aus der angegebenen Windrichtung in Grad auftritt.



# Geplantes Windparkprojekt Kornberg



- Vorhabensträger (über Bürgerbeteiligungsgesellschaften): ZEAG Energie AG, Heilbronn
- Beteiligt: Gemeinden Hardheim + Höpfingen
- Geländehöhe über NN: 400-440m
- Geplant/in Beantragung: 5 Windkraftanlagen Enercon E-138 EP3 / E-115 EP3
- Nabenhöhe: 148/160m (2 x Höpfingen) bzw. 131m (3 x Hardheim), Rotordurchmesser 138 m (Hö1: 115 m)
- Gesamthöhe WKA über NN: 600-656m, Platzrundenhöhe: 640m (2100 ft)

→ WKA-Spitzen sind über (!!!) Platzrundenhöhe!

Quelle: ZEAG, Antrag nach BlmschG



# Konkrete Faktoren um den Verkehrslandeplatz Walldürn

## Zu betrachtenden Faktoren für Gefährdungsanalyse (konkret am VLP Walldürn):

- WKA als statische **und** dynamische Luftfahrthindernisse im Kurvenbereich der Platzrunde
- Erhöhtes Gelände in Richtung Osten (Platzrunde)
- Leewirkung am Kornberg bei östlichen Winden (orographischer Effekt)
- Hindernissituation generell:
  - Funkturm über Höpfingen (85m hoch, in Verlängerung des Platzes nach Osten)
  - Viele WKA im Umfeld des Platzes (Umzingelungseffekt)
  - Siedlungen und Ortschaften
- Aerodynamische Einflüsse der WKA (*Gutachten Hr. Kassera*)
- Fehlende Ausweichmöglichkeiten in Platzrunde (vor allem auch bei Westwindlagen)
- Sichtbehinderung im Steigflug nach Osten, d.h. Erkennung WKA schwierig



# Visualisierung der WKA mit Platzrunde



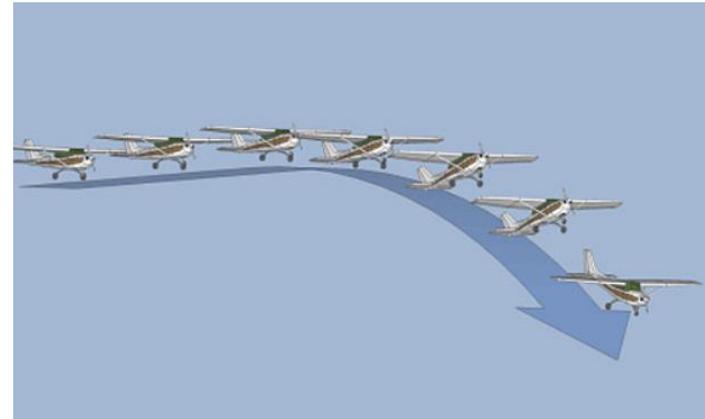
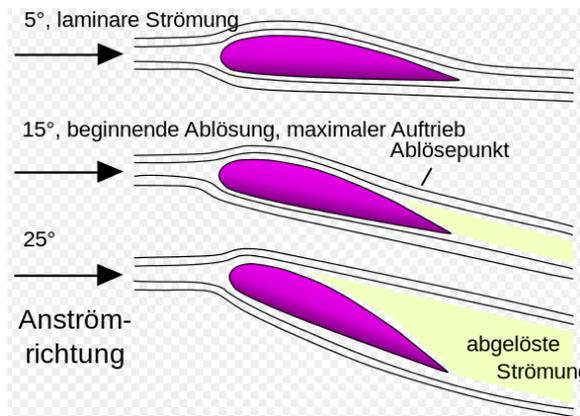
- Rot: WKA
- Blau: Flugplatz/Schwellen 06/24
- Gelb: Platzrunde
- Grün: Funkturm

# Flugtechnische Grundlagen bei Start/Landung

Jedes Flugzeug braucht eine Mindestgeschwindigkeit, um Fliegen zu können! („Auftrieb“)

- **Mindestgeschwindigkeit** (auch Überziegeschwindigkeit, Stall Speed) **relativ zum Wind**: für Auftrieb je nach Flugzeugtyp, Konfiguration, .... → 45-70 kn (80 – 130 km/h)
- Bei Start/Landung: Auslegung auf Langsamflug (Klappen, Anstellwinkel) mit pot. Instabilität → Ziel: Schnelles Steigen bei Start // Niedrige Geschwindigkeit bei Landung
- Typische Geschwindigkeit bei Start + Landung: **1,3 x** Überziegeschwindigkeit !!!!
- Beispiel: Überziegeschwindigkeit 50 kn → Geschwindigkeit Ldg/Start 65 kn  
→ Überziehreserve: 15kn

→ **Sicherheit! Abstand vom Strömungsabriss! LEBENSVERSICHERUNG = 30% (~ 15 kn)!**



Abstrahierte Darstellung mit Reduzierung der Abhängigkeiten (Gewicht, Konfiguration, Böen, ...)  
→ Werte im Handbuch (offizielle Dokumentation, erflogen/getestet sind relevant!

# Flugtechnische Grundlagen bei Start/Landung

Jedes Flugzeug braucht eine Mindestgeschwindigkeit, um Fliegen zu können! („Auftrieb“)

- Zusätzlich: Steigerung der Überziehgeschwindigkeit im Kurvenflug (mit Querneigung, „Bank Angle“)
- Beispiel: 45 Grad Querneigung → 20% Steigerung! (z.B. von 50 kn auf 60 kn!)  
→ für gleiche ‚Sicherheit‘ muss man eigentlich schneller fliegen!

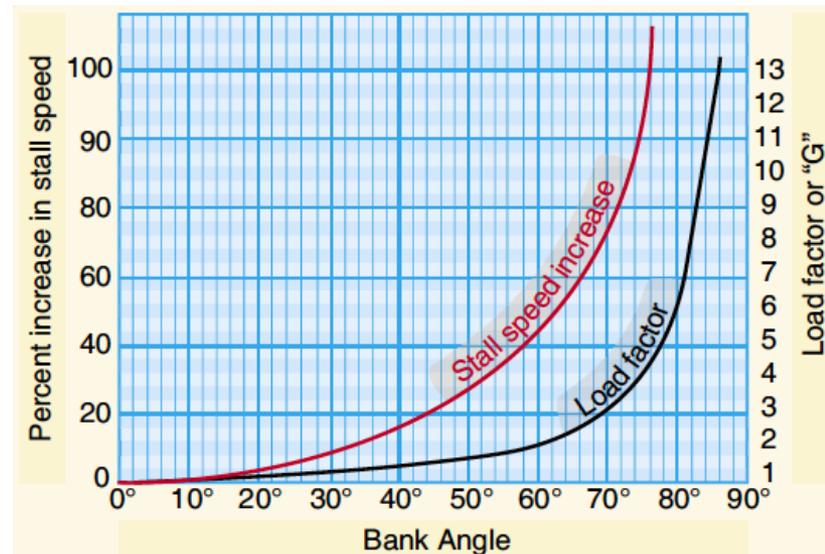
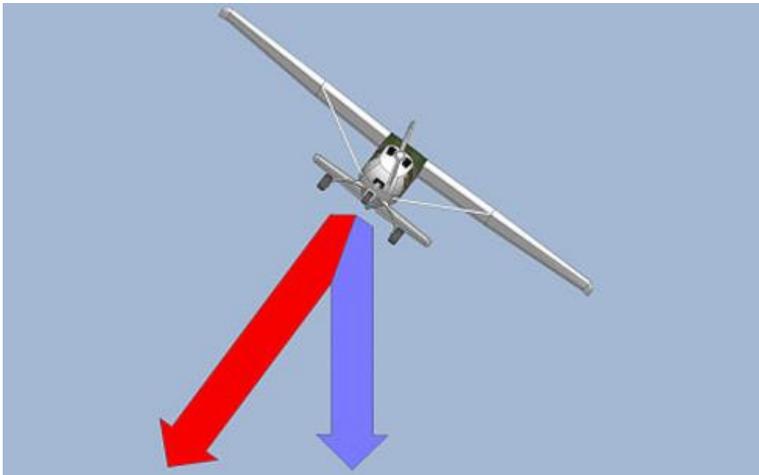
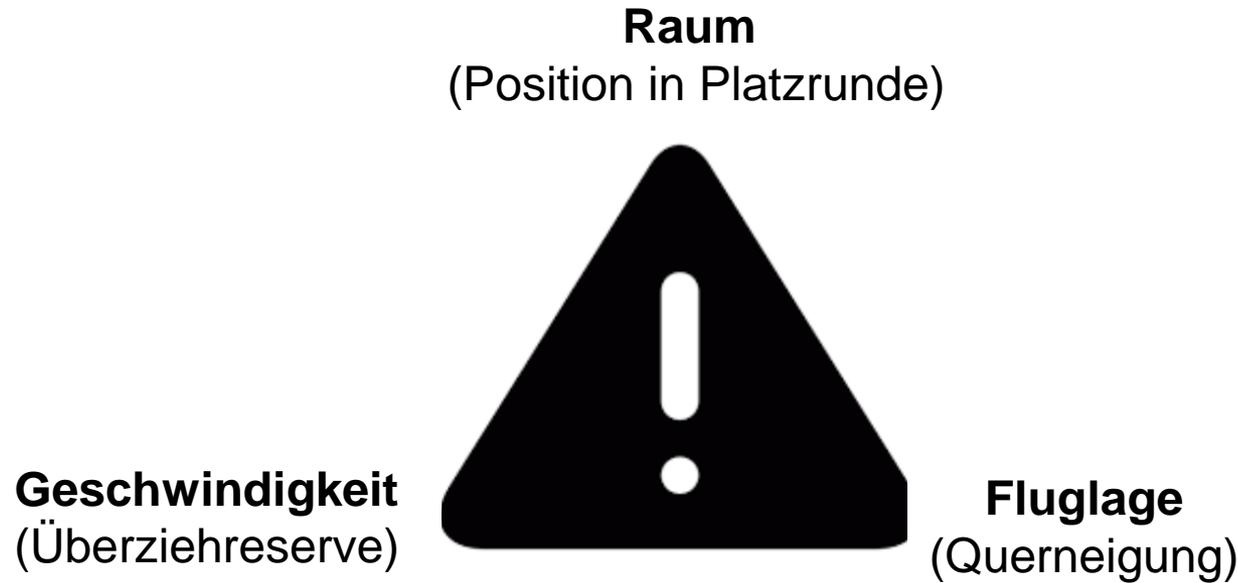


Figure 4-33. Increase in stall speed and load factor.

# Abweichungen von den vorgesehenen Flugparametern sind möglich ....



- **Die Platzrunde ist KEIN Schienenweg!**  
Abweichungen in Raum, Geschwindigkeit und Fluglage sind möglich und oftmals nicht zu verhindern.
- **Besonders betroffen:**
  - Flugzeuge mit niedrigem Leistungsgewicht (Leistung pro Gewicht),  
→ klassische Schul- und günstige Vereinsflugzeuge
  - Piloten mit wenig Erfahrung, ortsunkundige Piloten → klassisch Flugschüler
  - Ungünstiges Wetter: schlechte Sicht, starker/böiger Wind

# Gefahren durch aerodynamische Effekte im Nachlauf von WKA



- **Windenergie-reduktionen**  
Winddefizite  
Windschläuche  
Nachlaufdellen  
Windscherungen
- **Turbulenzen**  
Wirbelschleppen  
Windrotationen
- **Lee-Effekte**  
Abwinde nach Berg  
(sekundär)

# Gefahren durch aerodynamische Effekte im Nachlauf von WKA – Studie des DLR

## FLUGVERSUCHE IM NACHLAUF VON GROSSEN WINDENERGIEANLAGEN

D. Fischenberg<sup>1</sup>, P. Knebel<sup>1</sup>, M. Cremer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig

<sup>2</sup>messWERK GmbH, Hermann-Blenk-Str. 27, 38108 Braunschweig  
Deutschland

### Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden Messdaten von Flugversuchen im Nachlauf von großen Windenergieanlagen (WEA) analysiert. Besonderer Fokus liegt dabei auf der Strömungssituation hinter den WEA und dem Einfluss des Nachlaufs auf die Flugdynamik des einfliegenden Flugzeugs. Als Windenergieanlagen standen zwei Nordex N117-2400 mit einer Gesamtanlagenhöhe von jeweils 199,5 Metern zur Verfügung, als Versuchsträger diente eine speziell instrumentierte Remos GX mit einer Abflugmasse von 800 kg. In einem Versuchszeitraum von 5 Monaten wurden über 330 Nachlaufflüge bei verschiedenen Windbedingungen und WEA-Betriebspunkten durchgeführt. Die Entfernung hinter den Rotoren lag dabei im Bereich des 1,5- bis ca. 15-fachen des Rotordurchmessers. Die gesammelten Messdaten stellen eine umfangreiche Information über die Beeinflussung eines Flugzeugs beim Einflug in einen WEA-Nachlauf bereit. So quantifizieren die Messdaten die Höhe der Windreduktion hinter einer WEA (Nachlaufdelle), die Änderung der Anströmbedingungen am Flugzeug sowie die Größe der auftretenden Flugzeugbeschleunigungen verursacht durch die Blattspitzenwirbel. Die Messdaten werden statistisch analysiert und bewertet. Ferner beschreibt der Testpilot subjektiv die Auswirkungen des Nachlaufs auf Flugzeug und Flugdynamik.

### 1. EINLEITUNG

Die Größe und Anzahl von modernen Windenergieanlagen (WEA) hat in den letzten Jahren in Deutschland - bedingt durch das Gesetz zum Ausbau der erneuerbaren Energien [1] - stark zugenommen. Rotordurchmesser von über 120 m, Anlagenhöhen von 200 m sowie Leistungen von 3 MW und mehr sind auch an Binnenlandstandorten heute üblich. Mit besonderem Interesse blicken die General Aviation, Segel- und Ultraleichtflieger darauf, ob und wie stark die Strömung im Nachlauf solcher großer WEA gestört ist und welchen Einfluss sie auf die Flugdynamik eines Flugzeugs haben kann. Dies ist insbesondere dort von Interesse, wo WEA in der Nähe von Flugplätzen projektiert werden, bei denen die Platzrunde oder sogar der Start- und Landevorgang beeinflusst werden könnte.

Um hier – in Ergänzung zu verschiedenen theoretischen Abhandlungen, z.B. [2], [3], [4], [5], [6] – valide Messdaten aus Flugversuchen zu sammeln, hat das Institut für Flugsystemtechnik des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Zusammenarbeit mit der Fa. messWERK Versuche mit einer speziell instrumentierten Remos GX (LSA Klasse) über einen Zeitraum von mehreren Monaten absolviert. Die Messungen erfolgten im Nachlauf von zwei modernen Multimegawattanlagen mit einer Gesamthöhe von jeweils 199,5 m. Bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten und Anlagenbetriebspunkten wurden mehr als 330 Einflüge in deren Nachlauf in unterschiedlichen Flughöhen, mit verschiedenen Einflugwinkeln und bei Abständen zwischen weniger als zwei und 15 Rotordurchmessern durchgeführt.

Die grundsätzlichen Effekte im Nachlauf einer WEA sind in Bild 1 skizziert. Hohe Rotationsgeschwindigkeiten können im Bereich der Blattspitzenwirbel auftreten, die in

Form einer Helix leeseitig mit der Windgeschwindigkeit abfließen. Zusätzlich entsteht – stark abhängig von Windgeschwindigkeit und Betriebspunkt der WEA - ein Winddefizit im Nachlauf durch die Energieentnahme des Rotors („Nachlaufdelle“). Ferner ist eine erhöhte Turbulenz im Nachlauf zu erwarten, so z.B. hinter der Gondel und im Nachlauftrandbereich.

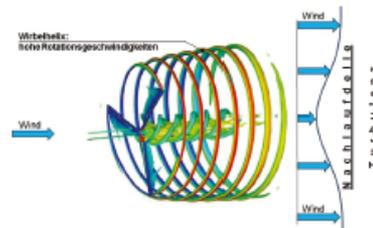


Bild 1. Windradnachlauf mit Helix der Blattspitzenwirbel, CFD-Rechnung [7]

### 2. MESSTECHNIK UND WINDERMITTLUNG

Das Versuchsflugzeug Remos GX der Fa. messWERK hat eine maximale Abflugmasse von 600 kg und liegt damit zwischen Ultraleichtflugzeugen und kleinen Flugzeugen der E-Klasse (Bild 2). Es ist mit einem umfangreichen Messsystem für Flugerprobung und Forschung ausgestattet. Dazu gehören Sensoren zur Messung aller Steuereingaben und zahlreicher Triebwerksparameter

- Studie des ‚Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt‘ (2017)
- Praktische Flugversuche und Messungen
- Aber: Fokus der Studie auf Turbulenzen, transversaler Durchflug (parallel zu Rotor) → nur beschränkte Aussagen bei anderen Situationen möglich! (darauf weist die Studie auch explizit hin!)

- Quelle: <https://www.dglr.de/publikationen/2017/450060.pdf>

# Gefahren durch aerodynamische Effekte im Nachlauf von WKA – Studie des DLR

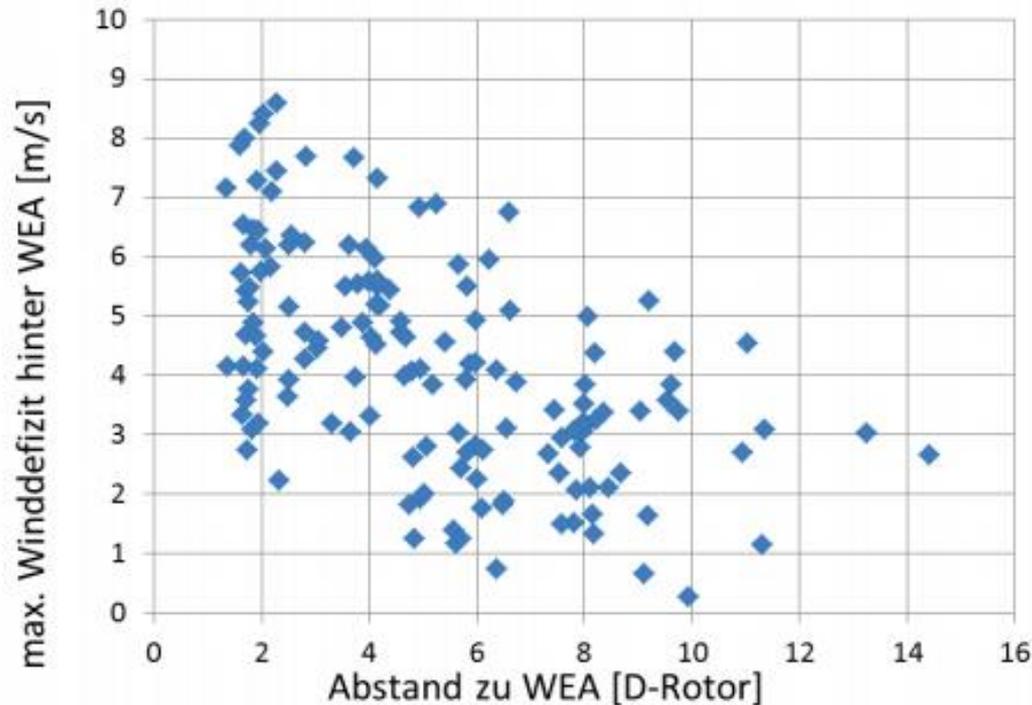


Bild 15. Winddefizit gemessen (max.) als Funktion des geflogenen Abstands zu den Anlagen

## Ergebnis der DLR-Studie:

- Winddefizite sind bis zu einem Abstand „12x Rotordurchmesser“ (hier: 1,7km!) relevant, da in Größenordnung (20-30%) der Flugzeuggeschwindigkeit! (5m/s → 18 km/h → 10kn)
- Maximale Winddefizite bei mittleren Windgeschwindigkeiten (ca. 10 m/s in Nabenhöhe) → typisches Flugwetter

# Gefahren durch aerodynamische Effekte im Nachlauf von WKA – eigene Analyse & Übertragung



Analyse des Gefahrenpotentials  
für den Luftverkehr durch den  
Nachlauf der am  
Verkehrslandeplatz Walldürn  
geplanten Windenergieanlagen

für die  
Bau- und Betriebs GmbH Verkehrslandeplatz Walldürn  
Friedrich Ebert-Str. 4a; 74731 Walldürn  
Ansprechpartner: Oliver Stumpf

- Übertragung der DLR-Studie auf die konkrete Situation in Walldürn
- Beauftragung einer Studie im Sommer 2018
- Analyse durch „CFD Consultants“, Numerische Strömungsanalysen, Rottenburg
- Simulation typischer Situationen am Verkehrslandeplatz Walldürn (Wind, Flugzeuge, Verkehr) – konkret!!!

# Startphasen in Platzrunde bei Ostwind

- Typische Startphasen bis zum Erreichen der Platzrundenhöhe (2100ft/640m über NN)
- Kritisch: Platzrundenhöhe ist ca. 30m UNTERHALB der Blattspitzen!

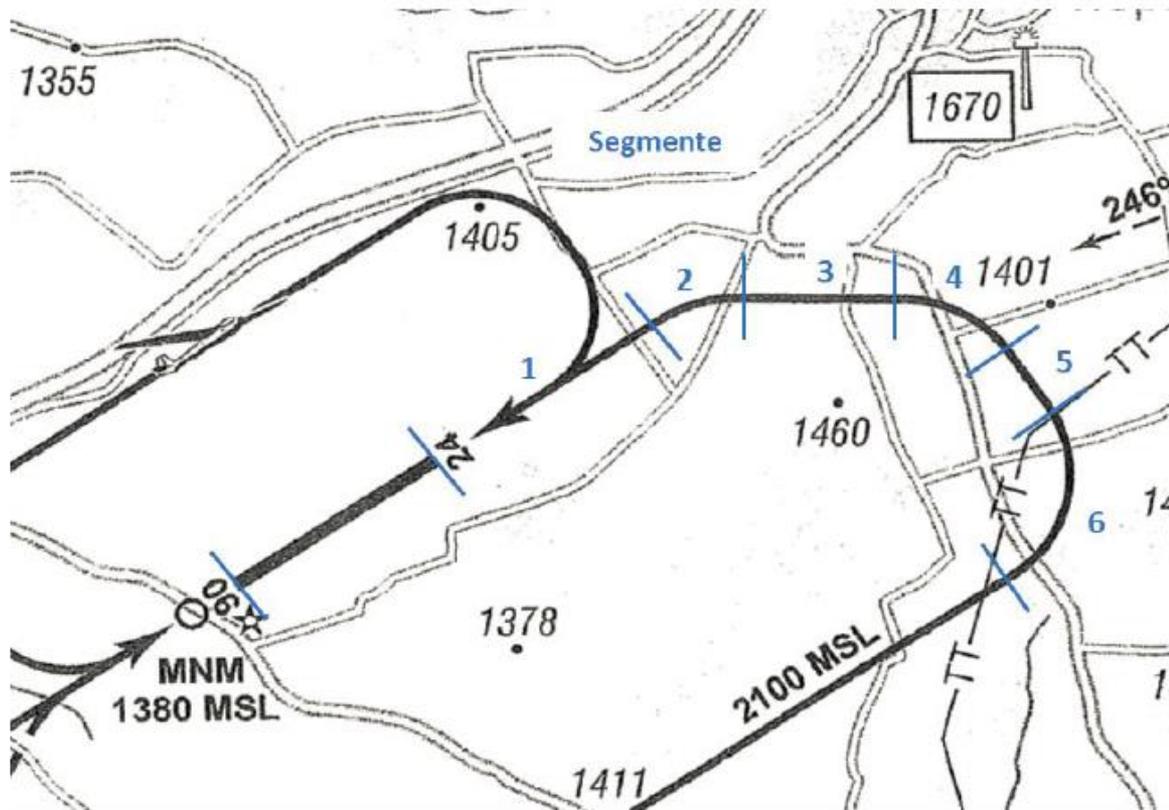


Abb. 3: Sichtflugkarte Walldürn (EDEW) [4] - in Segmente unterteilte Platzrunde

# Flughöhe einer Cessna 150 in der Startphase

- Beispiel 1 - Typisches Flugzeug: Cessna 150  
Klassisches Schulflugzeug des Vereins: D-EAKB
- Angenommen: Handbuchwerte, MTOW, optimale Performance, typische Konfiguration beim Start
- Kritisch: Nach Segment 1 immer in Höhe der Rotoren!



Platzrunde		Cessna - Model F 150 M	
		Höhe in m über NN	Gesamtlänge in m
	Start	402.9	0
	Ende (Total distance over 50 foot obstacle)	418.2	466
	Ende Segment 1	<b>534.9</b>	1715
	Ende Bogensegment 2	<b>564.9</b>	2035
	Ende Segment 3	<b>615.3</b>	2575
	Ende Bogensegment 4	<b>640.1</b>	3010
	Ende Segment 5	<b>640.1</b>	3265
	Ende Bogensegment 6	<b>640.1</b>	3980

Tabelle 9: Abgeschätzte Flughöhe der Cessna – Model F 150 M; (rot – auf Höhe der Rotoren der WEAs)

# Leistungskennlinie der WKA

- Maximale Leistung ab ca. 10-15 m/s (,Schwachwindanlage‘)  
→ maximaler Energieentzug und damit auch aerodynamische Auswirkungen (,Winddefizit‘) bei typischen/mittleren ,fliegbaren‘ Windgeschwindigkeiten! (ca. 10-20 km/h am Boden)

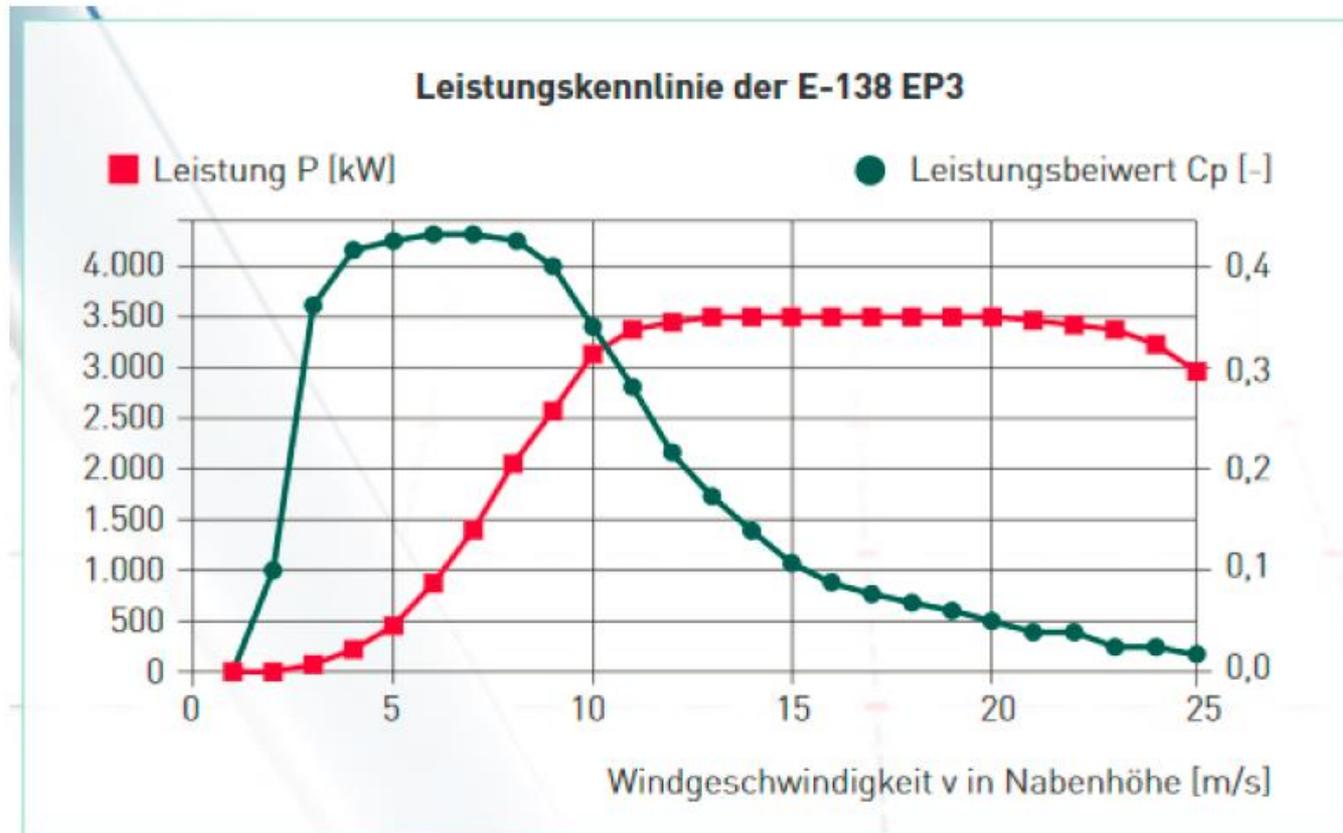


Abb. 1: Leistungskennlinie der Enercon E-138 EP3 [2]

# Winddefizite („Windschläuche“) in Verhältnis zum Abstand

- Maximum des Winddefizits bei mittleren Geschwindigkeiten! (Studie DLR)
- Bis zu 10-12 x Rotordurchmesser im kritisch-relevanten Bereich (5 m/s)! (Situation WKA Kornberg: 1,4-1,6 km)

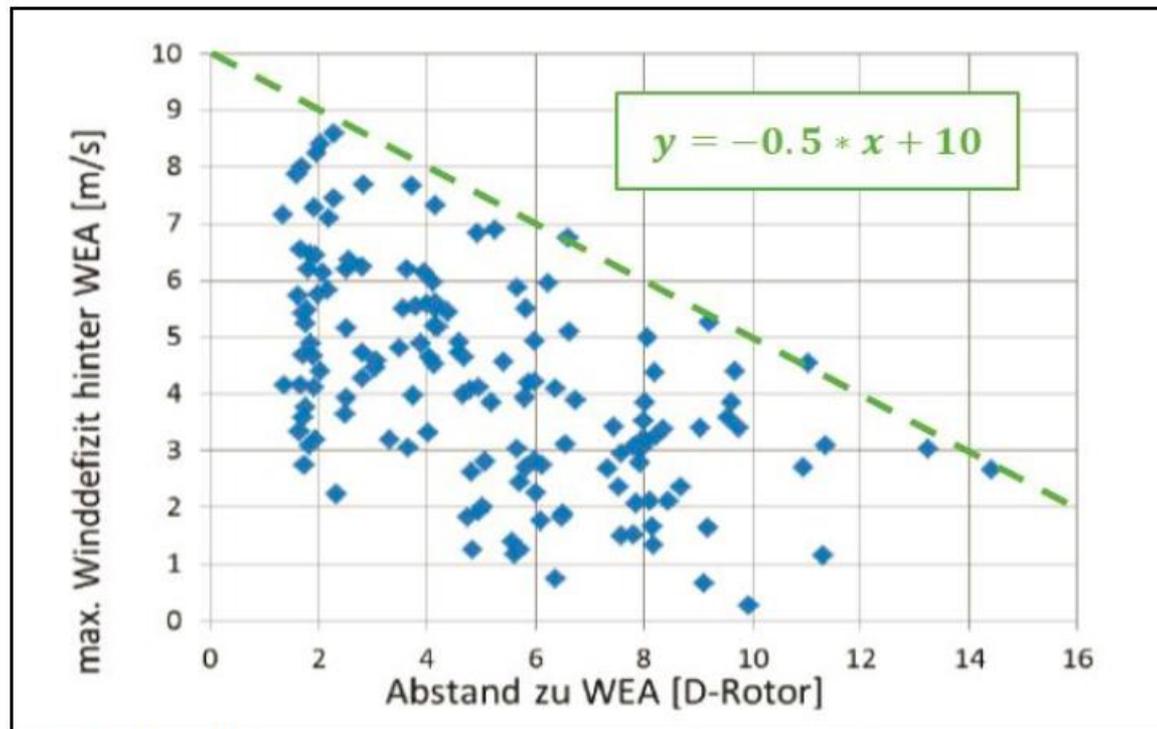


Abb. 4: Winddefizit gemessen (max) als Funktion des geflogenen Abstands zu den Anlagen [1]

# Handbuchwerte der Geschwindigkeiten Cessna 150

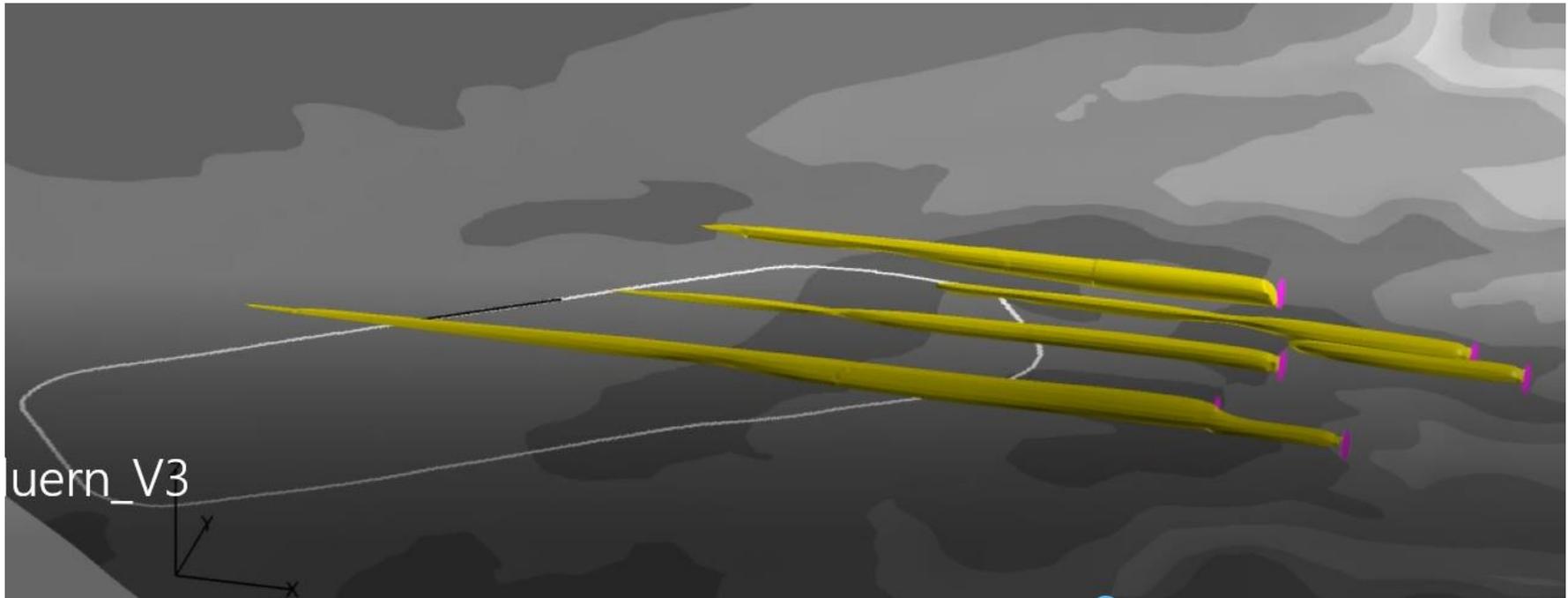
- Warum kritisch?  
5 m/s sind **20%** der Mindestgeschwindigkeiten (25-30 m/s) der Cessna
- Und bereits 15% ist die „Lebensversicherung“!

Cessna - Model F 150 M				
Total distance over 50 foot obstacle (short field)	1530	ft	466.4	m
Take off normal climb airspeed	65.2	kias	33.5	m/s
Rate of climb	617	ft/min	3.1	m/s
stall speed (flaps up; angle of bank 0°)	47.8	kcas	24.6	m/s
stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	52.1	kcas	26.8	m/s
stall speed (flaps up; angle of bank 45°)	58.0	kcas	29.8	m/s

Tabelle 6: Relevante Betriebsparameter des Luftfahrzeugs Cessna – Modell F 150 M [7]

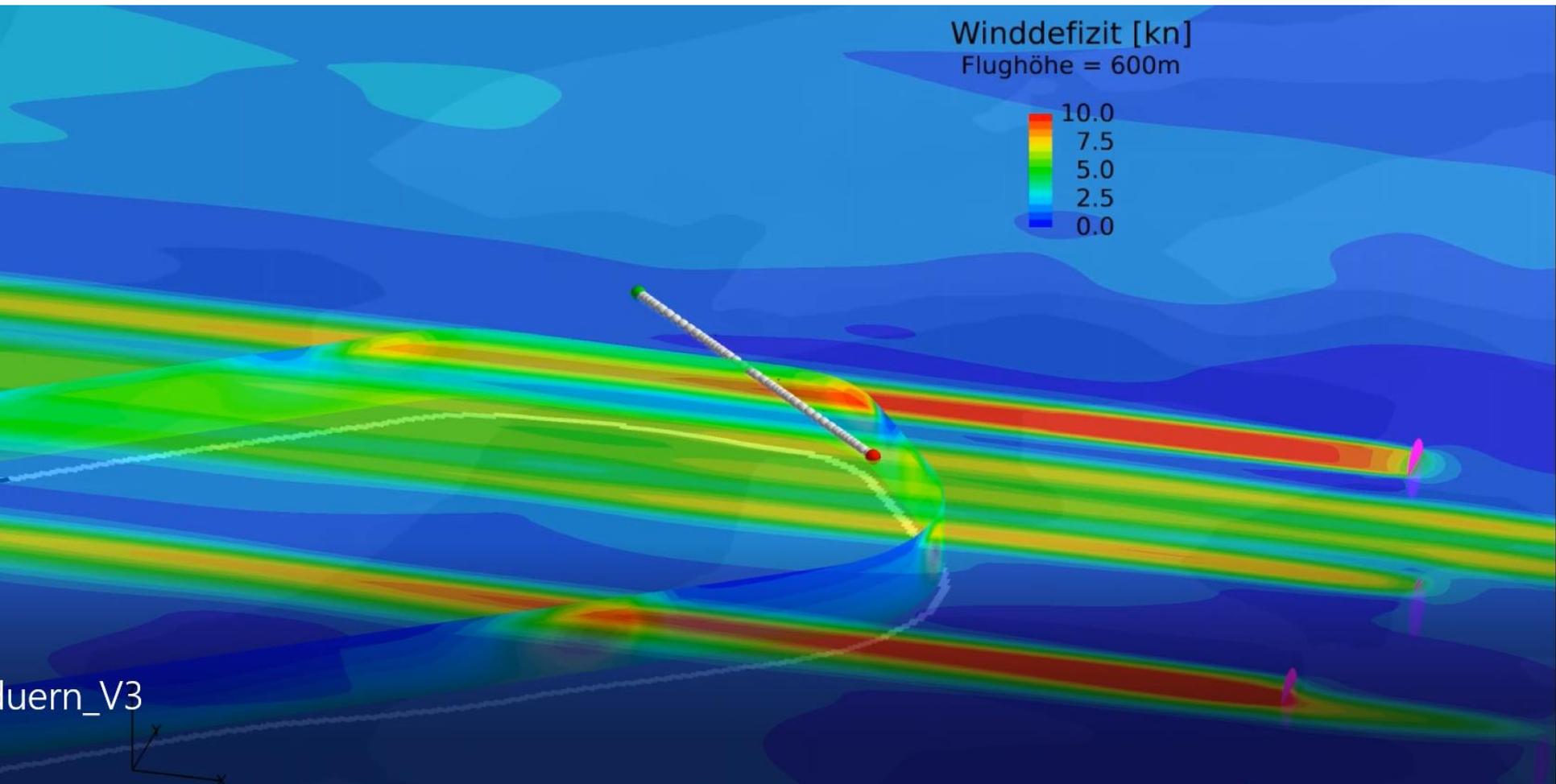
# Simulationen der Winddefizite („Schläuche“) der WKA

- Weiß – Platzrunde, Schwarz – Flugplatz, Violett – WKA, Gelb - Windscherungen



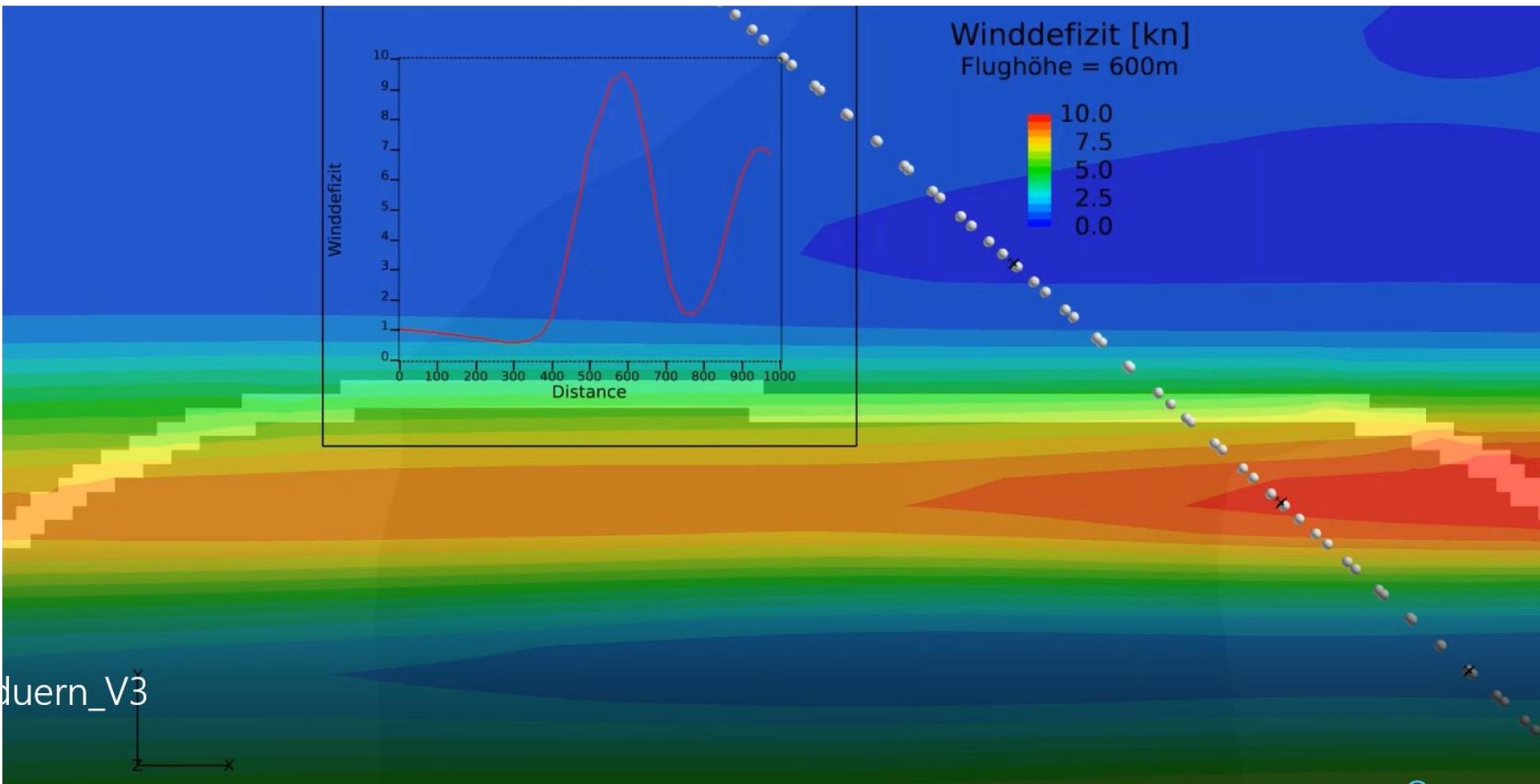
# Simulationen der Winddefizite („Schläuche“) der WKA

- Detailsimulation inkl. Winddefizite der WKA in Platzrundennähe
- Weiß – Platzrunde, Schwarz – Flugplatz, Violett – WKA, Gelb - Windscherungen



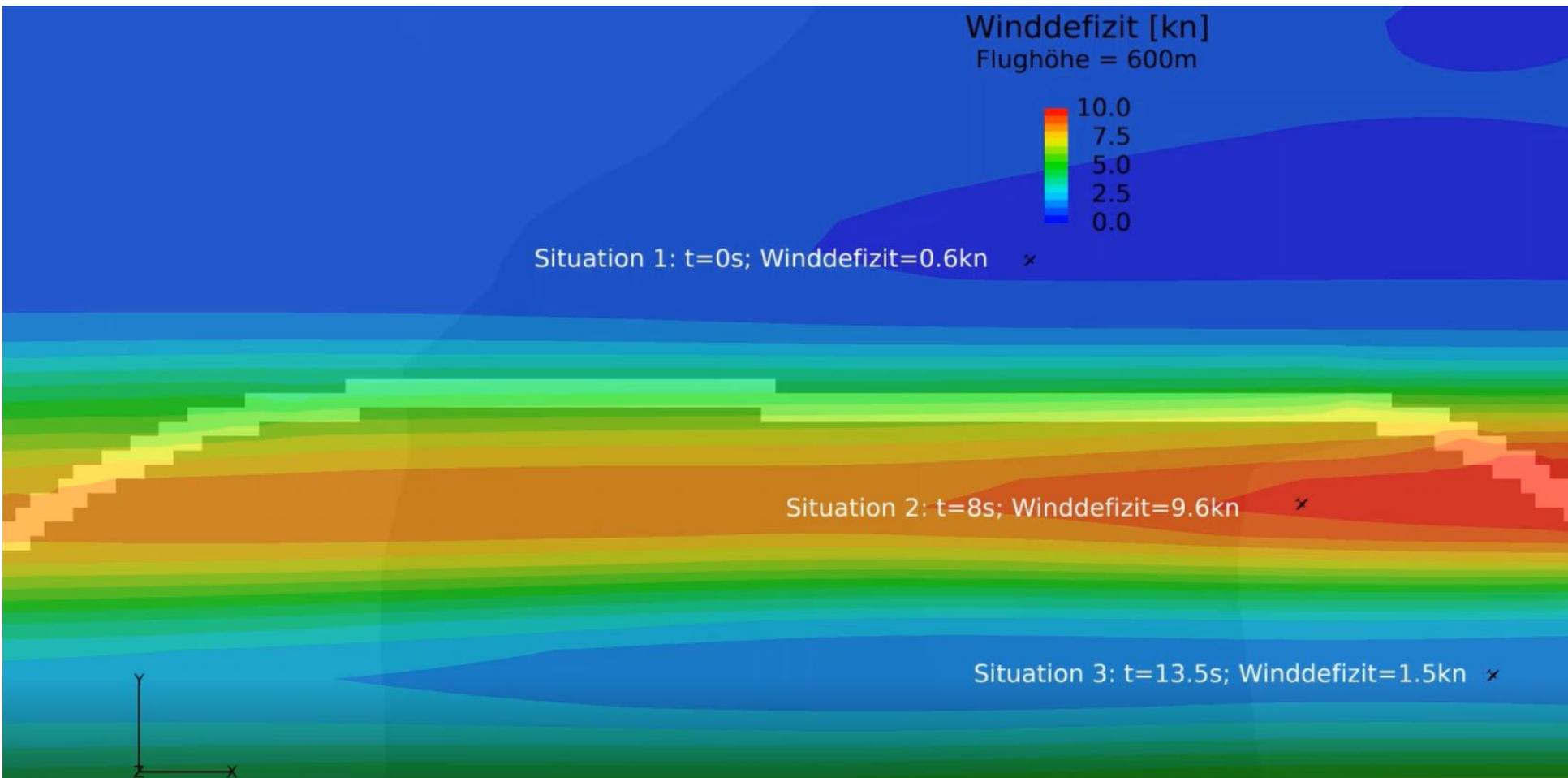
# Simulationen der Winddefizite („Schläuche“) der WKA

- Detailsimulation inkl. Winddefizite der WKA in Platzrundennähe
- Konkrete berechnete Situation in Platzrunde



# Simulationen der Winddefizite („Schläuche“) der WKA

- Vergrößerte Sicht mit 3 konkreten Positionen in der Platzrunde



# Kalkulation der resultierenden Geschwindigkeiten – Cessna 150 -

- Selbst im optimalen Fall und idealem Flugkonfiguration (Weg, Geschwindigkeit, Kurvenradius) ist der resultierende Geschwindigkeit in Reaktion zum umgebenden Wind nur knapp über der Mindestgeschwindigkeit (28 m/s vs. 26.8 m/s)



Cessna - Model F 150 M			
Standard			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
61	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	65.2 kts	33.5 m/s
93%	Windefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	<b>54.5 kts</b>	<b>28.0 m/s</b>
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	52.1 kcas	26.8 m/s

Tabelle 15: Standardwerte für die Sensitivitätsanalyse; Cessna – Modell F 150 M



# Sensitivitätsanalyse bei (leichten) Abweichungen – Cessna 150 –

- Kleinste Abweichungen vom Soll (Abstand, Geschwindigkeit, Querneigung) sorgen für eine Unterschreitung der Mindestgeschwindigkeiten  
→ **unkontrollierter Absturz!!!**

Abweichungen im Abstand			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1000 m	
	"	7 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	65.2 kts	33.5 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	12.4 kts	6.4 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	52.7 kts	27.1 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	52.1 kcas	26.8 m/s
Abweichungen in der Fluggeschwindigkeit			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	57.8 kts	29.7 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	47.1 kts	24.2 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	52.1 kcas	26.8 m/s
Abweichungen in der Querneigung			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	65.2 kts	33.5 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	54.5 kts	28.0 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 45°)	58.0 kcas	29.8 m/s



Tabelle 16: Sensitivitätsanalyse für Cessna – Modell F 150 M

# Kalkulation der resultierenden Geschwindigkeiten – Diamond DA40 –

- Selbst im optimalen Fall und idealem Flugkonfiguration (Weg, Geschwindigkeit, Kurvenradius) ist der resultierende Geschwindigkeit in Relation zum umgebenden Wind **unter der Mindestgeschwindigkeit** (28 m/s vs. 26.8 m/s)  
→ unkontrollierter Absturz!



Diamond DA40 D			
<b>Standard</b>			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	66.0 kts	34.0 m/s
	Windefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	<b>55.3</b> kts	28.5 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	57.0 kcas	29.3 m/s

Standardwerte für die Sensitivitätsanalyse; Diamond DA40 D



# Sensitivitätsanalyse bei (leichten) Abweichungen – Cessna 150

- Kleinste Abweichungen vom Soll (Abstand, Geschwindigkeit, Querneigung) sorgen für eine weitere Unterschreitung der Mindestgeschwindigkeiten ....

Abweichungen im Abstand			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1000 m	
	"	7 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	66.0 kts	34.0 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	12.4 kts	6.4 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	53.6 kts	27.6 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	57.0 kcas	29.3 m/s
Abweichungen in der Fluggeschwindigkeit			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	66.5 kts	34.2 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	55.8 kts	28.7 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 30°)	57.0 kcas	29.3 m/s
Abweichungen in der Querneigung			
	abgeschätzter Abstand zur WEA	1250 m	
	"	9 Rotordurchmesser	
	Fluggeschwindigkeit außerhalb des Nachlaufs	66.0 kts	34.0 m/s
	Winddefizit hinter der Anlage	10.7 kts	5.5 m/s
	Fluggeschwindigkeit im Nachlauf	55.3 kts	28.5 m/s
	stall speed (flaps up; angle of bank 45°)	66.0 kcas	34.0 m/s



# Analysen und Simulationen anderer Flugzeugtypen

- Die Berechnungen wurden für einen weiteren typische Flugzeugtyp (Cessna 172) durchgeführt, mit ähnlichen Ergebnissen wie bei der Cessna 150.



- Außerdem wurde ein Start eines Schleppzuges (Schleppmaschine Robin DR400 + Segelflugzeug) simuliert. Ergebnis: Selbst bei optimaler Konfiguration, Leistung und Flug wird die **Mindestgeschwindigkeit unterschritten!**



# Kumulation und mögliche Gegenmaßnahmen

- Eine Kumulation der Abweichungen verschärft das Risiko zusätzlich.
- Das Unterschreiten der Mindestgeschwindigkeit tritt plötzlich auf (harte Gradienten der Windschläuche)
- Manche (nicht alle!) Flugzeuge sind mit einer ‚Überziehwarnung‘ ausgestattet und warnen den Piloten kurz vor Unterschreiten der Mindestgeschwindigkeit
- Da das Flugzeug aber typischerweise immer noch mit Volllast fliegt, ist ein ‚Nachdrücken‘ und entsprechender Höhenverlust die einzig mögliche und sinnvolle Reaktion.
- Wird das Flugzeug sofort die anliegende Strömung verlieren und unkontrolliert dem Boden entgegen gehen?
- Und wenn nicht: Werden Piloten in solch einem Falle sofort und richtig reagieren und den Weg in Richtung Boden aktiv und kontrolliert steuern?

# Geländetopographie um den VLP Walldürn

- Zusätzlicher Faktor:  
Start nach Osten geht in höheres Gelände und am Kornberg vorbei

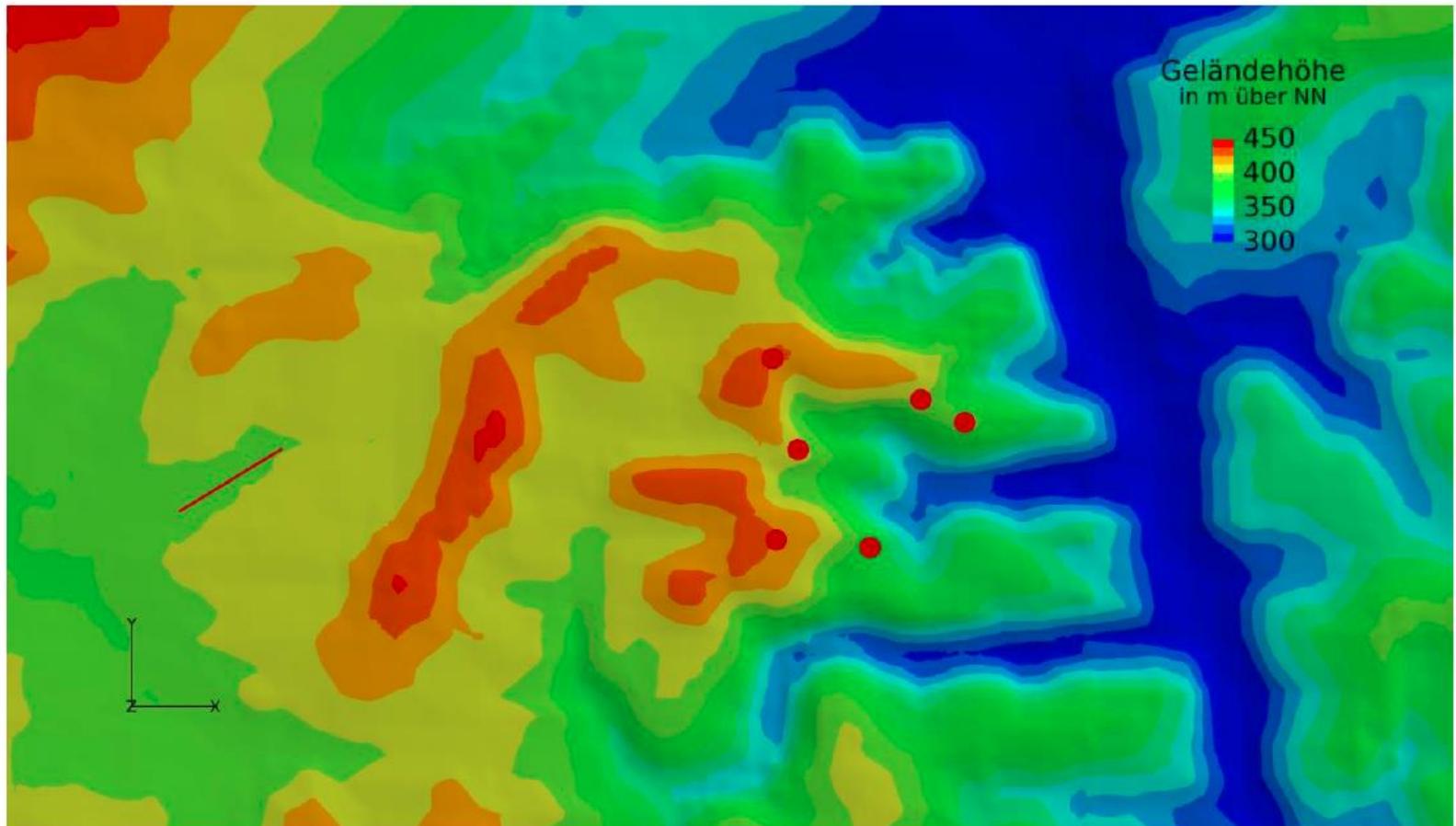


Abb. 7: Modell des Geländes um die WEAs und den Verkehrslandeplatz Walldürn

# Abwindsimulation in der Platzrunde

- Start nach Osten geht in höheres Gelände und am Kornberg vorbei  
Leewirkung → Abwinde → Blau → kritische Bereiche (heute schon!)  
→ ‚Ziehen‘ → mehr Energie in Höhengewinn ....  
→ **Geschwindigkeit wird verringert!** (Abweichung ‚vorprogrammiert‘)

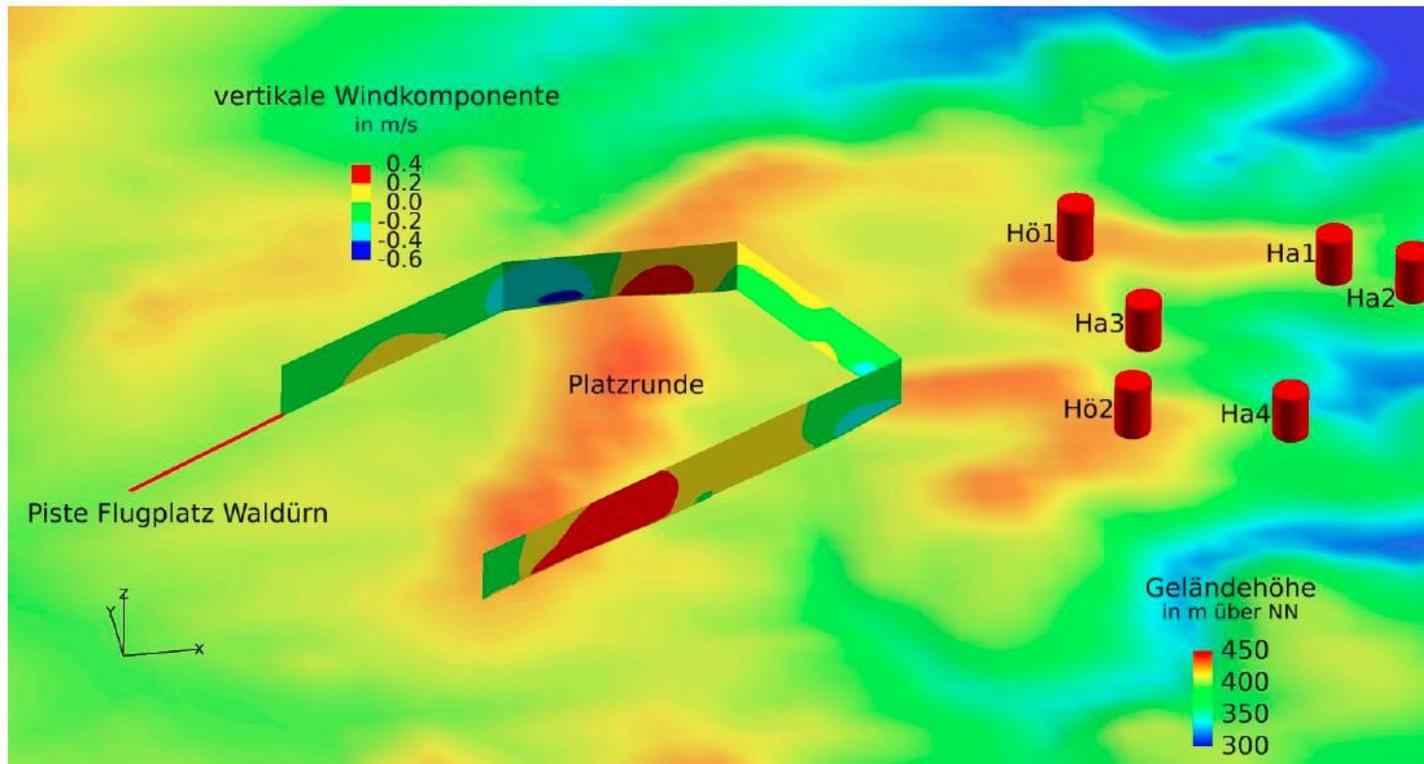
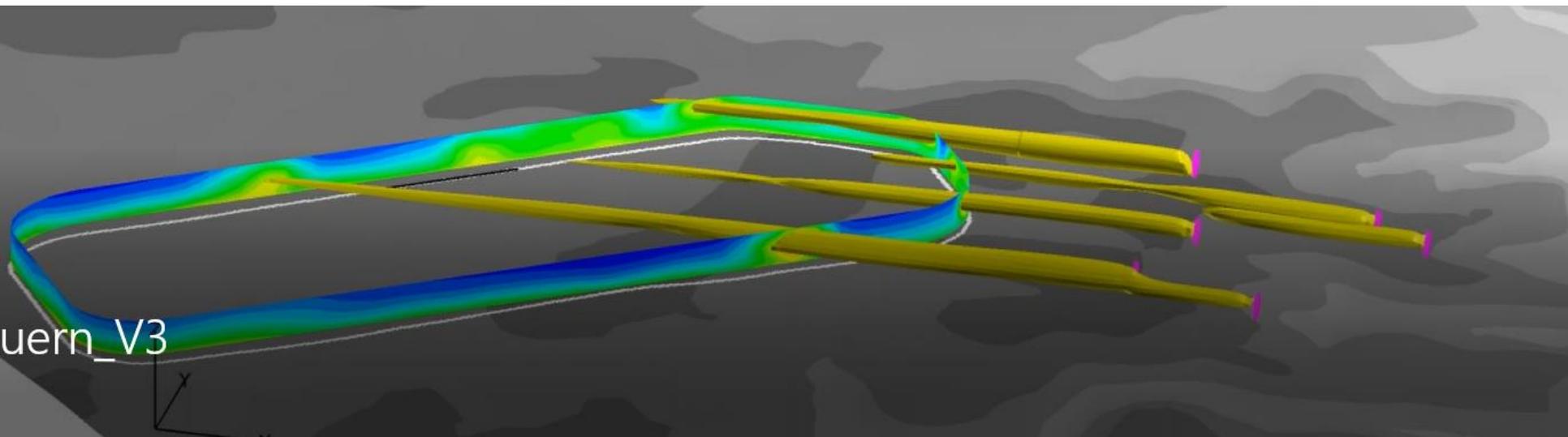


Abb. 8: Ergebnis der numerischen Strömungsberechnung;  
dargestellt die vertikale Windkomponente entlang der Platzrunde

# Simulationen der Winddefizite („Schläuche“) der WKA

- Simulation inkl. der orographischen Vertikalwinde
- Weiß – Platzrunde, Schwarz – Flugplatz, Violett – WKA, Gelb - Windscherungen



# Impressionen aus dem Flugsimulator

X-System

f-act	f-sim	frame	cpu	gpu	grnd	flt
19.906	19.900	0.0502	0.0355	0.0491	1.0000	1.0000
/sec	/sec	Time	Time	Time	ratio	ratio



# Impressionen aus dem Flugsimulator



# Impressionen aus dem Flugsimulator



# Sichteinschränkung beim Steigflug

- Je nach Steiggradienten sind die WKA in der Platzrunde schwer bzw. nicht sichtbar, obwohl sie auf gleicher Höhe bzw. höher sind!
- Potentielle Kollisionsgefahr!



# Potentielle Auswirkungen der WKA auf den Flugverkehr und Infrastruktur

## Hohes flugtechnisches Gefährdungspotential:

- Kritische Hindernissituation in unmittelbarer Nähe im Kurvenbereich der Platzrunde
- Gefahr des Kontrollverlust in besonders kritischer Phase, in der Nähe der Überziehggeschwindigkeit
- Besonders gefährdet und überfordert: kleine und leistungsärmere Flugzeuge, Flugschüler und unerfahrene oder ortsunkundige Piloten (u.a. Flugschulen)

## Weitere Auswirkungen:

- Erhebliche Risiken & Gefahren für Flugzeugbesatzungen und Infrastruktur & Umwelt
- Wirtschaftliche Nachteile für Flugplatz & Verein und damit auch für Stadt und Region
- Potentieller Ausweichverkehr in Ortsnähe (Waldstetten, Höpfingen, Hardheim)

# Diskussion / Fragen



Mehr Infos:

Web: [www.fsco.de](http://www.fsco.de)

 @fscowallduern  
Instagram

# Poster/Infoblatt: Flugplatz Walldürn und Windkraft

## Geplanter Windindustriepark Kornberg -



### Eine Gefahr für die Flugsicherheit auf und um den Flugplatz Walldürn!



Die ZEAG Energie (Heilbronn) plant die Errichtung eines Windindustrieparks (WIP) auf dem Kornberg (Hardheim/Höpfingen) mit sechs bis zu 230m hohen Anlagen. Da dieser Park in unmittelbarer Nähe des Verkehrslandeplatzes Walldürn und vor allem an der veröffentlichten An- und Abflugstrecke zum Flugplatz (Platzrunde) liegt, lehnt der Flugsportclub Odenwald Walldürn e.V. (FSCO) diese Anlagen aus Gründen der Flugsicherheit ab und fordert die ZEAG auf, von einer Projektierung an dem geplanten Standort abzusehen.

#### Stand der Planung (September 2018)

- Änderung des Flächennutzungsplans beantragt (Gemeindeverwaltungsverband)
  - Genehmigungsverfahren eröffnet (Landratsamt NOK)
  - Mehrfache Ablehnung des Projektes in den Verfahren durch den FSCO und anderen Organisationen
  - Ablehnung der Planung des WIP von den zuständigen Luftsicherheitsbehörden (Regierungspräsidenten Karlsruhe und Stuttgart)
  - Ausführliche Berichterstattungen in der lokalen und regionalen Presse
  - Bisher KEINE Beauftragung & Vorlage eines individuellen Gutachten von Seiten des Projektierers, trotz mehrfacher Aufforderung von verschiedenen Stellen
- Keine bzw. keine ausreichende Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten des Flugbetriebs! Kein Nachweis der Unbedenklichkeit! Keine Abwägungsbasis!



Geplanter Windindustriepark auf dem Kornberg im Osten des Flugplatzes Walldürn (Blau: Standorte Quelle: ZEAG)

#### Konkrete Risiken

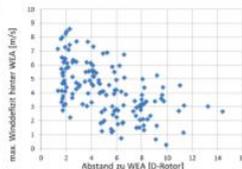
- WKA sind bis zu 230m hoch, insgesamt ca. 250m über Flugplatzhöhe und besitzen einen Rotordurchmesser von 140m  
→ dynamische Luftfahrt Hindernisse im An- und Abflug
  - Platzrunde (Ein- und Ausflug der Flugzeuge zum Starten und Landen) liegt nur ca. 950m vom WIP entfernt → Kontrollverlust in besonders kritischer Phase, in der Nähe der Überziegeschwindigkeit
  - Verstärkung der Gefahr bei bestimmten Windverhältnissen durch aerodynamische Effekte (Winddefizite, Wirbelschleppen), bis hin zur Unfliegbarkeit in der Platzrunde
  - Besonders gefährdet und überfordert:  
kleine und leistungsärmere Flugzeuge, Flugschüler und unerfahrene oder ortsunkundige Piloten (u.a. Flugschulen)
  - Keine Flexibilität & Ausweichen bei Anflug mehrerer Flugzeuge möglich
- kritische Situationen bis hin zu Unfällen werden wahrscheinlicher!



Visualisierung der örtlichen Gegebenheiten: Flugplatz (blau), Platzrunde (gelb) und der geplante WIP auf dem Kornberg (rote Fähnchen). Quelle: FSCO, ZEAG



Visualisierung aerodynamischer Nachlaufeffekte von WKA in Form von Winddefizitkanälen und Rotorturbulenzen. Quelle: BWLV



Wissenschaftlicher Nachweis:  
Für die Luftfahrt kritische Winddefizite (~4 m/s, ca. 15% der Überziegeschwindigkeit) existieren bis zum Abstand des 12-fachen Rotordurchmessers, also hier 1,7km!

Quelle: Studie DLR, 2017

Untersuchungen, Analysen und Erfahrungen zeigen, dass generell und auch speziell für die Situation am Flugplatz Walldürn ein signifikantes flugtechnisches Gefährdungspotential existiert. Bei einer Projektierung würden sich folgende **Auswirkungen** ergeben:

- Erhebliche Risiken & Gefahren für Flugzeugbesatzungen und Infrastruktur & Umwelt
- Wirtschaftliche Nachteile für Flugplatz & Verein und damit auch für Stadt und Region
- Potentieller Ausweichverkehr in Ortsnähe (Waldstetten, Höpfingen, Hardheim)

**Bitte unterstützen Sie uns, um den Bestand des Flugplatzes und des Flugsportclubs langfristig sicherzustellen!**

Weitere Informationen/Kontakt: Christian Kuhn, Vorstand FSCO, [christian.kuhn@fSCO.de](mailto:christian.kuhn@fSCO.de)

- Poster/Infoblatt:  
<https://www.fSCO.de/attachment/wka/FSCO-Poster-Kornberg-A4-V2.pdf>

- Fragen, Anregungen?  
Mail an [flugsicherheit@fSCO.de](mailto:flugsicherheit@fSCO.de)