



# Windpark Lange Meile Süd

## Informationsveranstaltung



Mariella Schubert, Plan BC GmbH ■ Ebermannstadt 24.06.2024

# Genehmigungsverfahren nach BImSchG

## Vereinfachtes Verfahren in Verbindung mit S6 WindBG

- Naturschutz → Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP), Landschaftsbild
- Flugsicherheit - Einbindung der militärischen und zivilen Luftfahrtbehörden
- Rückbau der Anlage nach Betriebseinstellung. Hinterlegung einer Rückbaubürgschaft bei der Genehmigungsbehörde
- Bauplanungsrecht (Überprüfung der Vorgaben der Regionalplanung und Bauleitplanung)
- Standsicherheit (umfangreiches Turbulenzgutachten zur Standsicherheit der Anlagen)
- Eiwurfrisiko (umfangreiches Gutachten und Risikoabschätzung)
- Immissionsschutz (Schall/Schatten/Licht)
- Wasserschutz
- Arbeitsschutz
- Bodenschutz
- Brandschutz
- Denkmalschutz
- Richtfunktrassen + Leitungsausläufe
- Weitere Belange

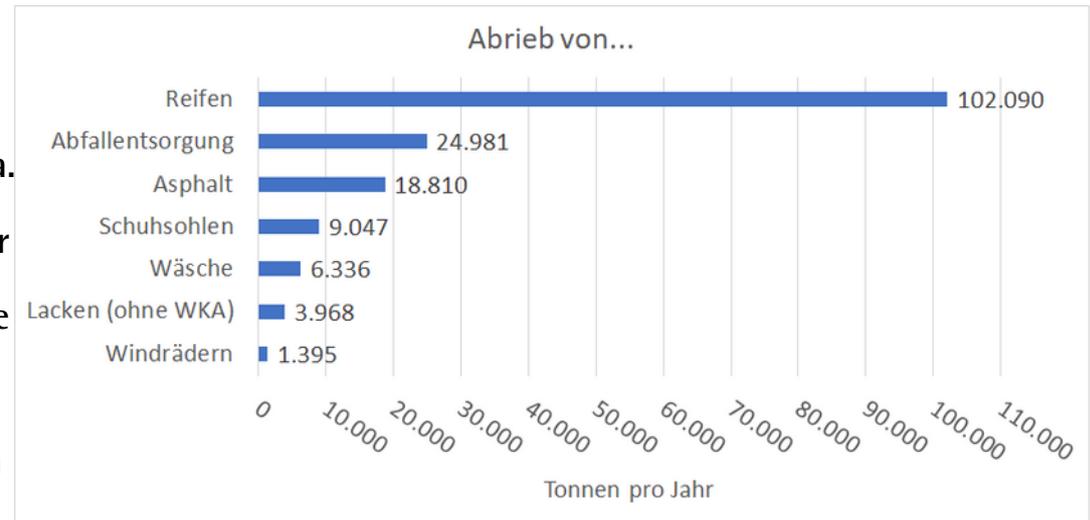
# Abrieb und Chemikalien

## Abrieb / Mikroplastik

Bei Regen und Wind wirkt bei den hohen Rotorgeschwindigkeiten (300 km/h) auch schon der Regentropfen wie Schmirgelpapier und lässt kleine Partikel von den Rotorflügeln abtragen. Diese Erosion ist insbesondere für die Betreiber ein Problem, da sie auf Dauer die Effizienz der Anlagen beeinträchtigt. Daher müssen die Flügel zum einen regelmäßig gewartet werden, zum anderen werden die Beschichtungsmaterialien aus Folien und Lacken in verschiedenen Forschungsprojekten immer weiter optimiert.

Der Umfang des Abtrags ist aufgrund der verschiedenen Beschichtungen sehr unterschiedlich und kann nur grob geschätzt werden. In Modellrechnungen wurde ein Worst-Case Szenario genutzt, das sich einfach rechnen lässt. Bei diesem erfolgt ein maximaler Abtrag auf einer Fläche von ca. 10m<sup>2</sup> pro Rotorblatt. Daraus lässt sich als obere Grenze ein Materialabtrag von maximal 1.395 t/a für alle rund 31.000 Windkraftanlagen in Deutschland abschätzen. Zum Vergleich dazu beträgt der jährliche Abrieb von Reifen 102.090 t/a und von Schuhsohlen 9.047 t/a. (1, 2)

Auch ist wichtig zu bemerken, dass das Material von Windkraftanlagen im Gegensatz zu vielen anderen Quellen von Mikroplastik nicht auf Atemhöhe stattfindet, sondern insbesondere bei starkem Wind in großer Höhe, wodurch das Material weit verteilt wird und somit die Konzentration sinkt.



# Abrieb und Chemikalien

## Faserverbundstoff

Flügel von Windkraftanlagen bestehen zu einem großen Teil aus Faserverbundstoffen, d.h. in Epoxidharz getränkte Glas- oder Carbonfasern (GFK bzw. CFK). Zum Schutz gegen die Erosion sind die vorderen Flügelkanten allerdings mit Folien und Lacken beschichtet. Beim Betrieb der Anlage entstehen daher keine großen Menge Stäube aus diesen Faserverbundstoffen, sondern vor allem beim Zersägen oder beim Verbrennen, d.h. beim Recycling oder bei Unfällen. Beim Verbrennen wiederum verteilen und verdünnen sich Carbonfasern so sehr, dass es nicht möglich ist, die Konzentrationen in der Umgebung einer Brandstelle abzuschätzen, während Glasfasern zu ungefährlichen Kügelchen schmelzen.

Aber im Gegensatz zu Asbest, einer mineralischen Faser, die aufgrund ihrer molekularen Struktur dazu neigt, bei mechanischer Einwirkung ihre Länge nach zu teilen und dadurch erst lungengängig und gefährlich wird, handelt es sich bei den Verbundwerkstoffen von Rotorblättern oder Flugzeugen aus GFK um Glas (amorphe Silizium-Strukturen), welches nicht lungengängig ist und auch in jeder handelsüblichen Glasscheibe vorkommt. Selbst wenn sie zerfräst werden, ergibt sich neben dem normalen Staub keine besondere Gefahr.

Auch beim Zerfräsen von Carbonfasern (CFK) entsteht nur ein sehr kleiner Anteil von lungengängigen Bruchstücken, die allermeisten sind zu groß um in die Lunge einzudringen, und selbst die eingedrungenen Bruchstücke weisen keine bis eine geringe toxikologische Wirkung auf, sofern nicht dauerhafte und wiederholte Exposition besteht (z.B. für Rettungspersonal und verarbeitende Berufe).

# Abrieb und Chemikalien

## Epoxidharz / Bisphenol-A

Die Rotorblätter bestehen auch aus Epoxidharz. Die als toxisch charakterisierten Stoffe (z.B. Bisphenol-A) sind die reaktiven Materialien, die bei dem Aushärtungsprozess zu einem harten Feststoff ohne Wasserlöslichkeit herbeiführen und dann im fertigen Produkt nach der chemischen Reaktion und Aushärtung als Einzelmoleküle nicht mehr relevant vorhanden sind. Die Giftigkeit bezieht sich also auf den noch flüssigen Werkstoff vor dem Aushärtungsprozess. Dieselben Harze werden auch häufig für kreative Projekte eingesetzt.

Prinzipiell können kleine Mengen Bisphenol-A, die sich nicht vollständig mit den übrigen Bestandteilen des Kunststoffes verbunden haben, wieder herauslösen. Allerdings geschieht die Hauptaufnahme von Bisphenol-A über die Nahrung aus Flaschen, Gefäßen und Konservendosen, nicht über Stäube aus Windkraftanlagen. Bisphenol-A ist biologisch abbaubar und wird deshalb als freies Molekül aus fein verteilten Stäuben nur sehr schwer den Weg in die Nahrungskette über die Felder finden, eben weil es zuvor biologisch abgebaut wird.

## Fazit

Abrieb von Windkraftflügeln ist vor allem ein Problem für die Betreiber, nicht für die Umwelt oder gar die Bevölkerung, da die Mengen gegenüber all den anderen Quellen von Mikroplastik vernachlässigbar gering sind und außerdem nicht giftiger sind. Problematische Stoffe werden beim Betrieb nicht freigesetzt, da sie durch Lacke und Folien geschützt sind und außerdem fest im Plastik gebunden sind.

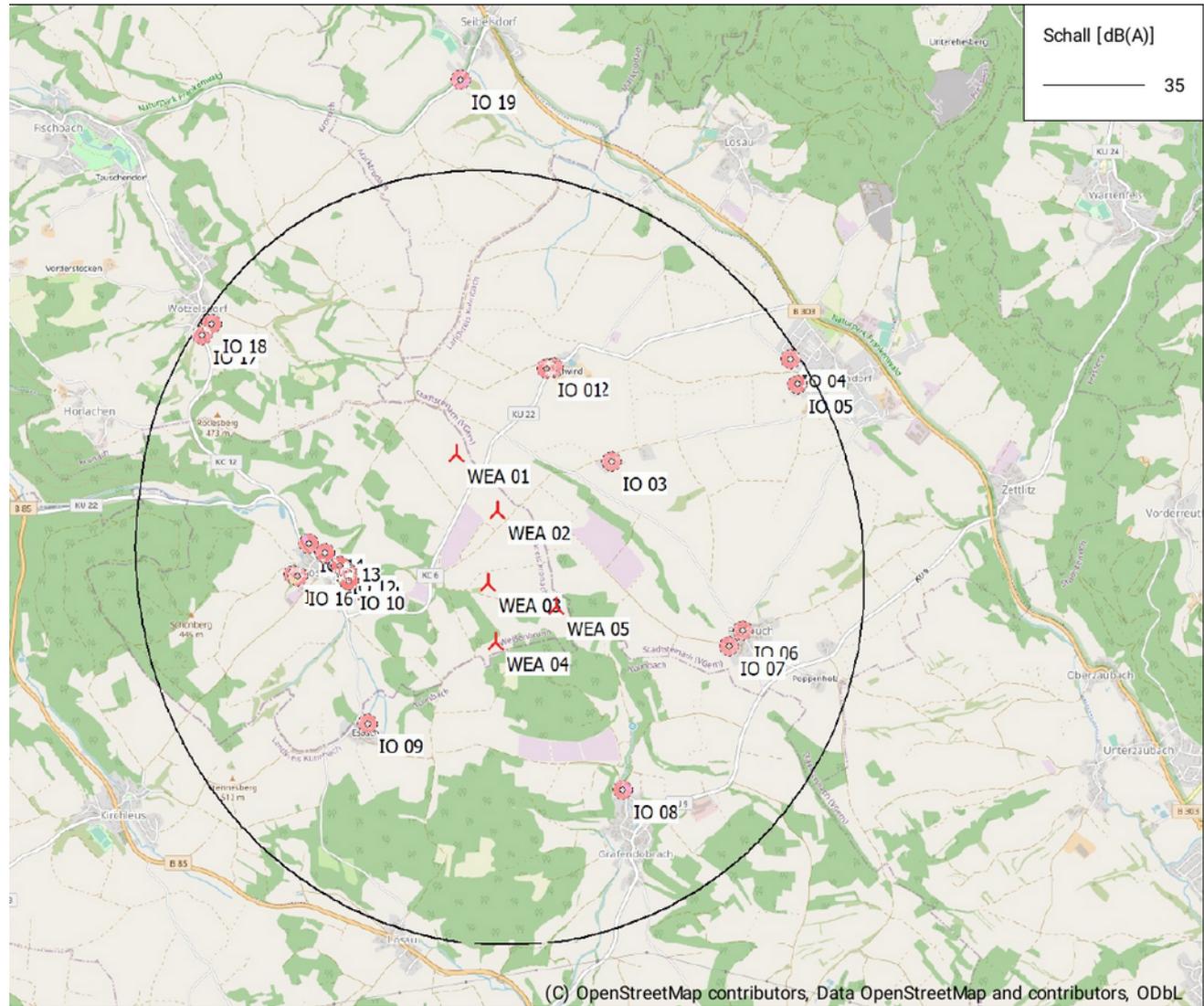
# Abrieb und Chemikalien

## PFAS

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind eine große Stoffgruppe mit 10.000 Substanzen, die biologisch kaum bis gar nicht abbaubar sind („Ewigkeitschemikalien“). Sie sind insgesamt auch wegen ihrer Vielfalt in ihren Umweltwirkungen und Transportmechanismen bisher nur begrenzt erforscht und kommen in einer nur schlecht erfassten Menge auch in Windkraftanlagen vor. Dort sind sie in Kunststoffe eingebaut. In dieser Form lassen sie sich kaum aus den Partikeln herauslösen. Die meisten in der Umwelt vorkommenden PFAS sind nicht Teil von festen Kunststoffen (Fluorpolymeren), sondern sind z.B. teilweise gut wasserlösliche Hauptbestandteile von Feuerlöschschäumen oder Pflanzenschutzmitteln. Deshalb findet man diese Substanzen dann auch in Gewässern oder im Grundwasser. In dieser flüssigen Form allerdings sind sie keinesfalls harmlos. Ein Verbot oder eine Einschränkung der Nutzung von bestimmten PFAS wird umweltpolitisch stark diskutiert und Hersteller arbeiten mit harter Lobbyarbeit gegen weitreichende Einschränkungen. Es gibt keine Hinweise, dass sich der Windkraftbereich als Hauptverbreitungsquelle in Frage kommt, auch wenn die Stoffe in verbauten Materialien eingesetzt werden, dort aber gerade wegen ihrer besonderen Eigenschaften zur Haltbarkeit und Stabilisierung gegen Partikelerosion beitragen. Besonders fraglich ist, ob PFAS, die in den Lacken fest gebunden sind, im Mikroplastik bioverfügbar vorliegen. Dafür gibt es eine ganze Reihe anderer Quellen der Stoffe aus dem Bereich PFAS, an denen eine Beschränkung schnell und ohne relevante Funktionsverluste möglich sein dürfte (Hamburgerverpackungen, Toilettenpapier, Kosmetik, Imprägnierungen)

# Schallimmissionsprognose

- Immissionspunkte (Wohnhäuser) werden festgesetzt und bewertet
- Die Einhaltung der Grenzwerte der TA-Lärm werden von unabhängigen Gutachtern im Rahmen des Genehmigungsverfahrens überprüft.
- Vorbelastungen werden berücksichtigt



# Immissionen durch den Schattenwurf

## Astronomische Maximalwerte als Grundlage

### Berechnungsannahme für Schatten

- ❑ der Himmel ist den ganzen Tag wolkenlos
- ❑ die WEA drehen sich den ganzen Tag
- ❑ der Rotor steht immer rechtwinklig zur Sonne (maximaler Schattenwurf)
- ❑ es existieren keinerlei Hindernisse (Vegetation, Gebäude etc.), die den Schattenwurf maskieren
- ❑ Ergebnisberechnung für jeden Tag im Jahr mit Angaben der möglichen Schattenwurfdauern am jeweiligen Immissionsort
- ❑ Richtwerte, die nicht überschritten werden dürfen:
  - ◆ 30 Minuten am Tag bzw.
  - ◆ 30 Stunden im Jahr (entspricht einer tatsächlichen Beschattung von 8 h im Jahr)

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



Windkraft

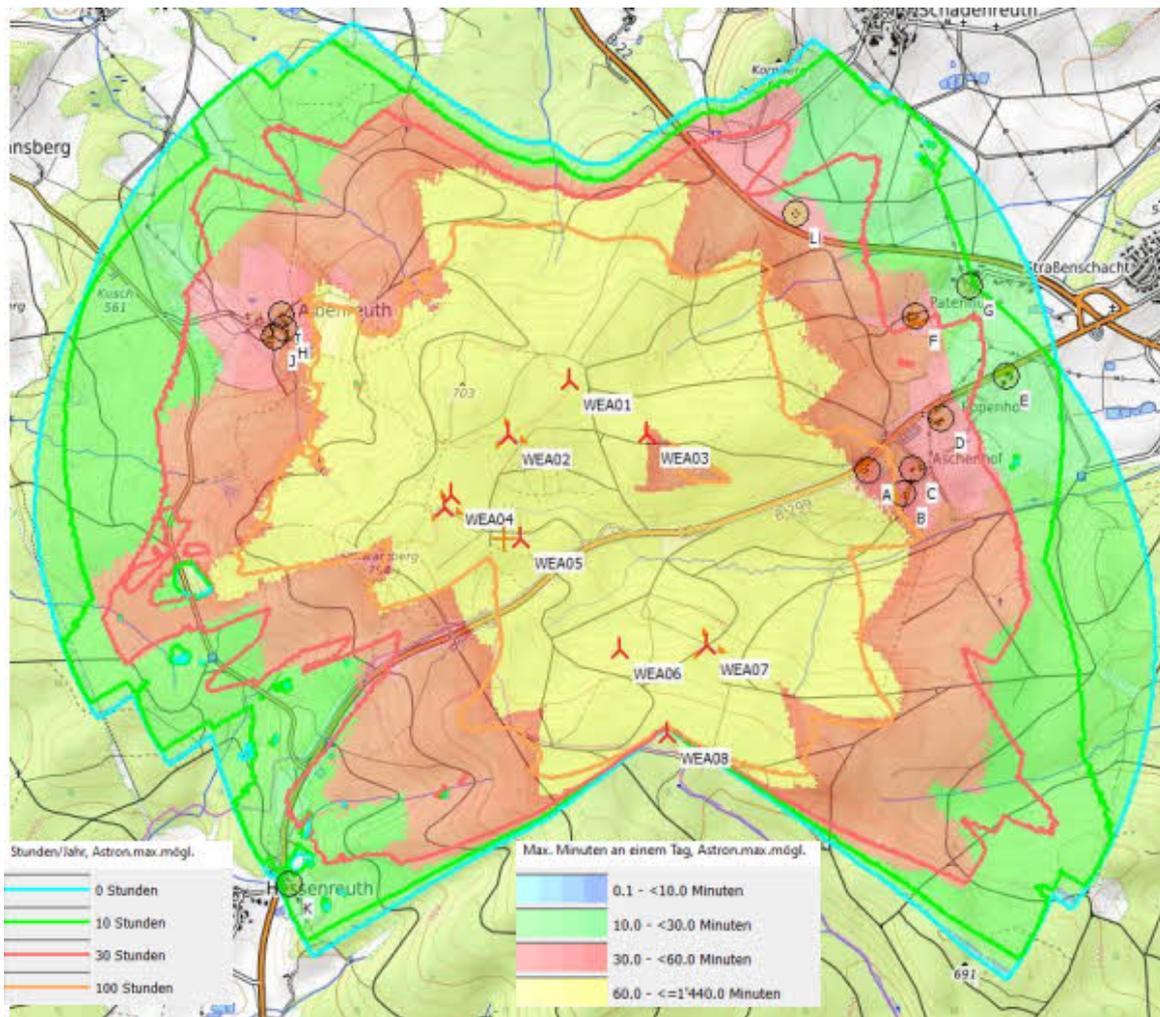
**Schattenwurf von Windkraftanlagen:  
Erläuterung zur Simulation**

# Immissionen durch den Schattenwurf

Abschaltautomatik

Schattenmodul

Diese wird so programmiert, dass eine tatsächliche Beschattung von 8 h im Jahr bzw. 30 min pro Tag nicht überschritten wird.



# Brandschutz bei Windenergieanlagen

## Astronomische Maximalwerte als Grundlage

### Ursachen

- Windenergieanlagen müssen zur Genehmigung ein Brandschutzkonzept vorlegen. Da die Genehmigung Ländersache ist, unterscheiden sich die genauen Anforderungen nach Bundesland, in Hessen muss z.B. auch ein Feuerwehrplan eingereicht werden
- Durchgängig vorhanden sind bei modernen Anlagen aber Kühltechnik an hitzeempfindlichen Stellen, ein Überzahldrehschutz, Sensoren zur Zustandsüberwachung, eine Gefahrenmeldeanlage und Blitzschutz. Ein Brand durch Blitzschlag ist extrem selten. Außerdem müssen Feuerlöscher im Fuß und in der Gondel vorhanden sein und teilweise gibt es automatische Löscheinrichtungen.
- Es ist natürlich zuallererst für den Anlagenbetreiber und -hersteller selbst von größtem Interesse, dass die Anlagen keine Störungen aufweisen, insbesondere Brände führen meist zum Totalverlust. Dementsprechend werden die Anlagen seit 1996 immer sicherer

# Brandschutz bei Windenergieanlagen

## Astronomische Maximalwerte als Grundlage

### Ursachen

- ❑ Brände können insbesondere in der Gondel, im Turm sowie in der Umspannstation der WEA entstehen. Zu den typischen Ursachen zählen Blitzschlag, Fehler in elektrischen Einrichtungen (z.B. leistungselektronische Bauteile, Steuerungselektronik), Funkenflug durch Überlastung mechanischer Bremsen sowie feuergefährliche Arbeiten im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten.
- ❑ Zu den brennbaren Komponenten einer WEA zählen insbesondere Elektrokabel, Getriebe-, Transformator- und Hydrauliköle sowie weitere brennbare Materialien – auch das Maschinenhaus selbst oder die i.d.R. aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) gefertigten Rotorblätter. Entstehungsbrände können sich daher auf das Maschinenhaus sowie auf die Rotorblätter ausbreiten und zu einem Totalschaden führen.
- ❑ In Bayern bestimmt die Kreisbehörde/das Landratsamt, dass im Außenbereich die Eigentümer eines Objekts für die ausreichende Bereitstellung geeigneter Löschmittel verantwortlich sind

### Statistiken Brandfälle

- ❑ In Deutschland waren Ende 2015 fast 26.000 Windenergieanlagen in Betrieb. Laut Angaben des Bundesverbandes Windenergie e.V. ist es in den Jahren zuvor an sechs (2012), sieben (2013) bzw. vier (2014) WEA zu einem Brand gekommen; hierbei konnte ein Übergreifen der Feuer auf die Umgebung stets verhindert werden.
- ❑ Nach Informationen der Bundesinitiative Vernunftkraft e. V. sind in den darauf folgenden Jahren drei (2015), acht (2016), vier (2017), neun (2018) WEA in Brand geraten.
- ❑ Insgesamt ist das Risiko eines WEA-Brandes äußerst gering, nämlich 0,01% bis 0,04%

## Rückbau

Ist über eine Nebenbestimmung in der Genehmigung geregelt

- Windenergieanlagen haben eine Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren
- Im Baugesetzbuch ist festgelegt, dass die Anlagen nach Betriebsende vollständig zurückzubauen und der Standort wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt werden muss.
- Als Sicherheitsleistung wird hierfür vom Betreiber eine Rückbaubürgschaft gegenüber dem der Genehmigungsbehörde in Form einer Bankbürgschaft → die Höhe wird über das Landratsamt festgelegt
- Die Windenergieanlage und das Fundament wird komplett zurückgebaut.

# Wirtschaftlichkeitsprognose 3 WEA

## Eingangsparameter

- ❑ Investitionsvolumen: 36.500.000 EUR
- ❑ Jährlicher Stromertrag : 49.000 GWh
- ❑ Geplante Einspeisevergütung EEG: 8,5 ct/kWh im Jahr der Inbetriebnahme 2027
- ❑ Eigenkapitalquote: 15%
- ❑ Laufzeit 25 Jahre
- ❑ Abschreibung 16 Jahre bei 4% Zinsen

Rendite - Ergebnis	
Projekt IRR (vor Steuern)	6,70 %
Projekt IRR (nach Steuern)	5,74 %
Eigenkapitalrendite (vor Steuern)	8,69 %
Eigenkapitalrendite (nach Steuern)	6,21 %

# Wirtschaftlichkeitsprognose 4 WEA

## Eingangsparameter

- ❑ Investitionsvolumen: 45.300.000 EUR
- ❑ Jährlicher Stromertrag : 65.000 GWh
- ❑ Geplante Einspeisevergütung EEG: 8,5 ct/kWh im Jahr der Inbetriebnahme 2027
- ❑ Eigenkapitalquote: 15%
- ❑ Laufzeit 25 Jahre
- ❑ Abschreibung 16 Jahre bei 4% Zinsen

Rendite - Ergebnis	
Projekt IRR (vor Steuern)	7,75 %
Projekt IRR (nach Steuern)	6,55 %
Eigenkapitalrendite (vor Steuern)	11,96 %
Eigenkapitalrendite (nach Steuern)	8,59 %

## Offen Punkte – Sternwarte

### Einschätzung von Prof. Dr. Foken liegt vor

*promovierten Meteorologen (zweiter Doktorgrad, Habilitation, in Berlin) war die Grenzschicht zwischen der Atmosphäre und Landoberflächen das zentrale Forschungsthema, ab 1997 an der Universität Bayreuth mit starkem ökologischen Bezug.*

**Fazit: Durch eine WKA in ca. 1,5 km von der Sternwarte entfernt ergeben sich keine Auswirkungen auf den Beobachtungsbetrieb durch ein erhöhtes Seeing. Falls der Strahlengang durch das Rotorblatt geht, kann dies durch geringe Veränderung der Beobachtungszeit berücksichtigt werden.**

## Flugplatzbetrieb

Luftverkehrsrechtliche Zulässigkeit wird im Genehmigungsverfahren geprüft

- Flugplatz wurde bei der Ausweisung des Windvorranggebietes bereits berücksichtigt
- Weitere vertiefende Prüfung kann nur über einen Standortbezogenen Antrag durchgeführt werden
  - Stellung eines Vorbescheidsantrages

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Fragen und offene Punkte...



PlanBC GmbH  
Mariella Schubert  
Rosestraße 22, 95448 Bayreuth  
Tel.: 0921 7877 4835  
[www.plan-bc.de](http://www.plan-bc.de) [info@plan-bc.de](mailto:info@plan-bc.de)

