

# Prüfrahmen für Antikollisionssysteme

## Arbeitsprozess und Ergebnisse

31. Windenergietage in Potsdam  
Johannes Fischer

# Gliederung

---

<b>1 Einleitung</b>	1.1 Handlungsfelder 1.2 Anlass 1.3 Ziel
<b>2 Prozess</b>	2.1 Organisation 2.2 Ablauf
<b>3 Ergebnisse</b>	3.1 Übersicht 3.2 Entwicklung 3.3 Validierung 3.4 Prüfung 3.5 Betrieb 3.6 Dokumentation
<b>4 Zusammenfassung</b>	

---

# 1 Einleitung

## 1.1 Handlungsfelder

### Produktsicherheit

Bereitstellung von leistungsfähigen AKS auf dem Markt.

- Entwicklung eines Prüfrahmens für AKS

### Genehmigung

Einzelfallprüfung und Genehmigung im BImSchG-Verfahren.

### Förderung

finanzielle Unterstützung des Einsatzes von AKS.

# 1 Einleitung

## 1.2 Anlass

- Artenschutz als Herausforderung beim Ausbau von Windenergie
- Inhalt Koalitionsvertrag Bund (2021) und Schleswig-Holstein (2022)
- Erfordernis einer „unabhängigen technischen Zertifizierung“ (Bruns et al. 2021)
- Ermittlung der Leistungsfähigkeit

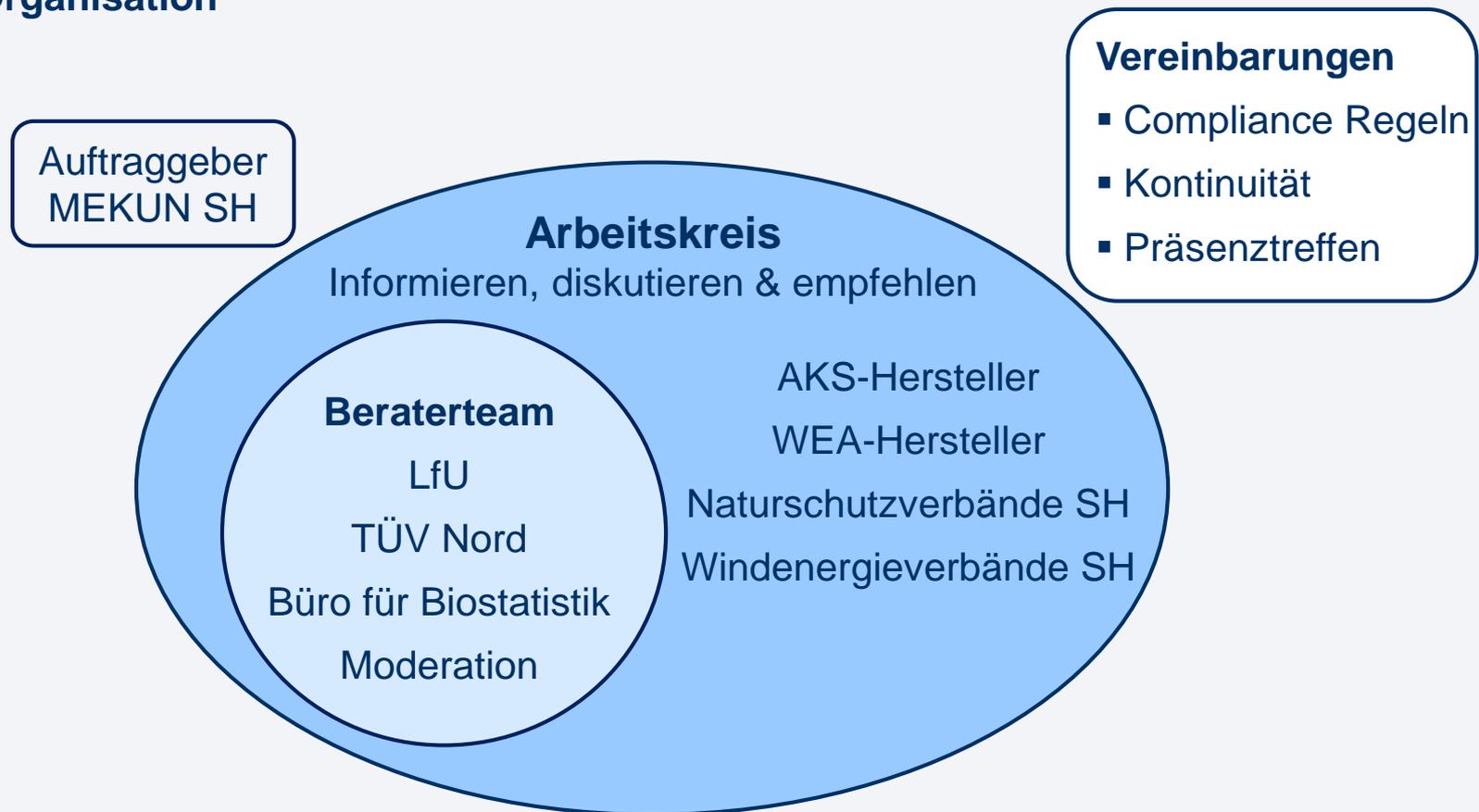
# 1 Einleitung

## 1.3 Ziel

- Schutz kollisionsgefährdeter Vogelarten im Bereich der Onshore-Windenergie
- Festlegung von allgemeingültigen Prüfkriterien zu allen relevanten Phasen im Lebenszyklus eines AKS
- Vorgaben zur Ermittlung und zum Nachweis der Leistungsfähigkeit von AKS festlegen
- Innovation und Weiterentwicklung ermöglichen
- einmalige Prüfung der Systeme zur Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens

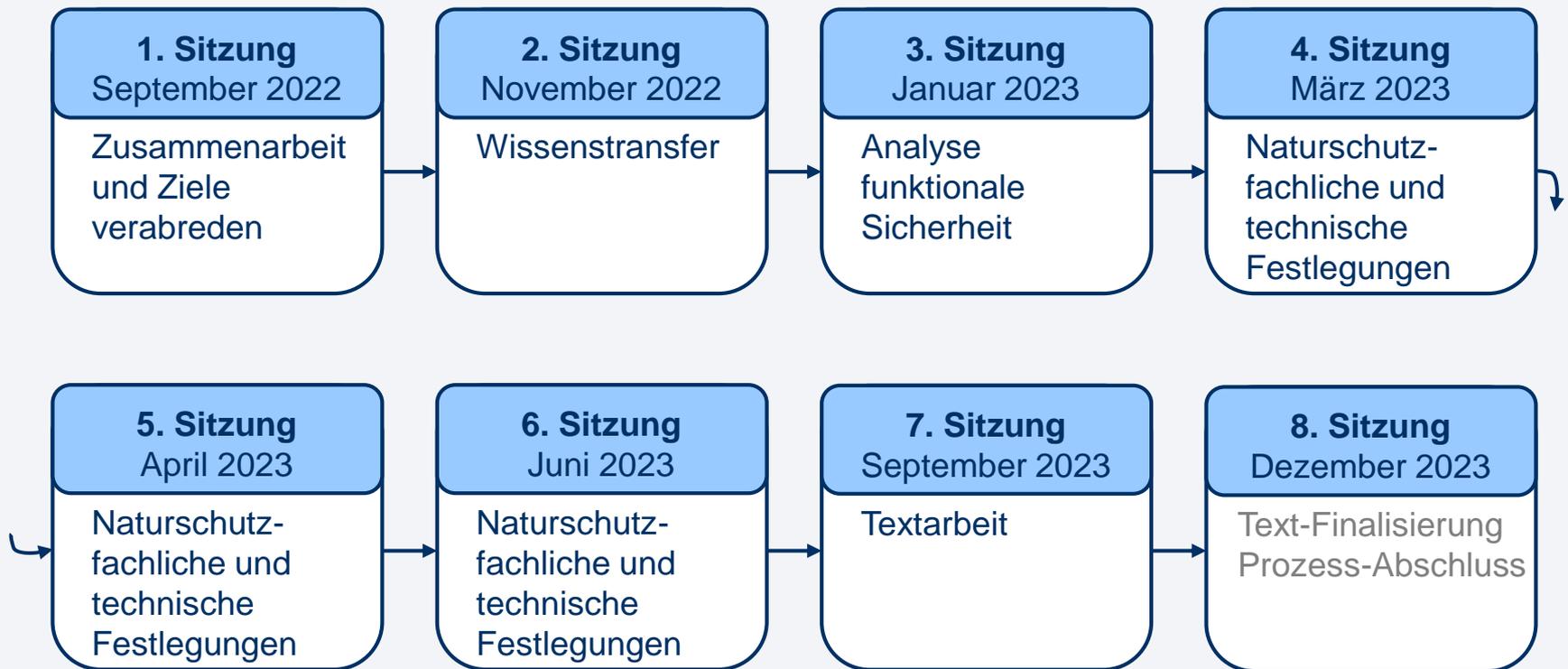
## 2 Prozess zum Prüfrahmen

### 2.1 Organisation



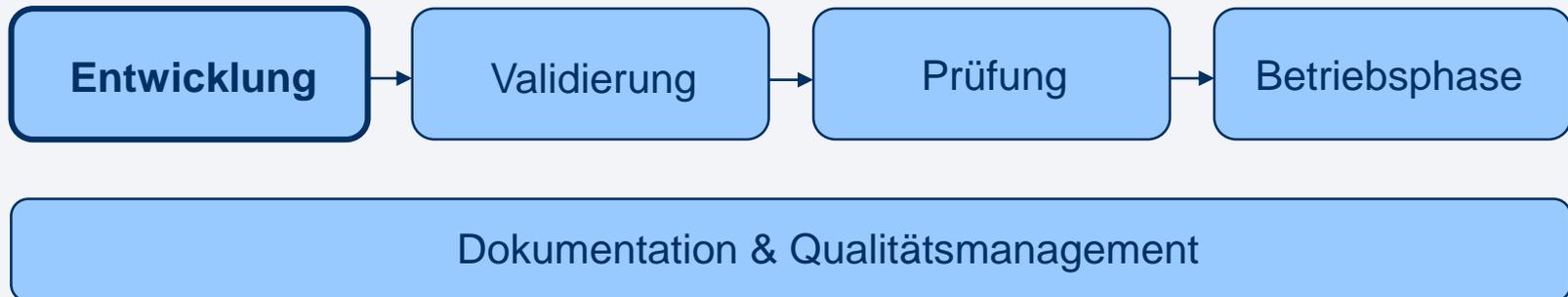
## 2 Prozess zum Prüfrahmen

### 2.2 Ablauf



## 3 Ergebnisse

### 3.1 Übersicht Ablauf



## 3 Ergebnisse

### 3.2 Entwicklung

#### Grundlagen

- DIN EN 61508 : Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektronischer Systeme
- Entwurf des AKS als Sicherheitsfunktion
- Entwicklung folgt einem definierten Prozess

#### Einfluss und Auswirkungsanalyse

- Ziel: Aufdecken von Einflüssen welche einen Fehler des AKS induzieren können
- Untersuchung und Bewertung aller Fehlermöglichkeiten und Einflüsse

## 3 Ergebnisse

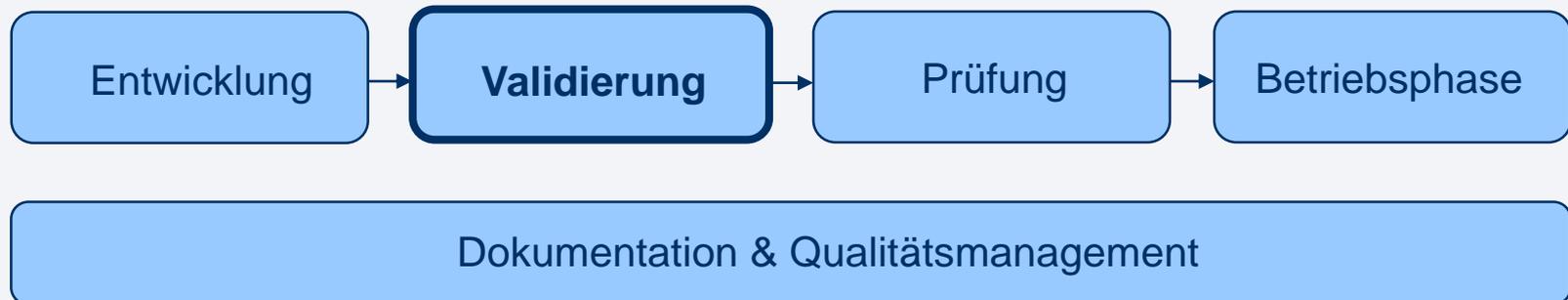
### 3.2 Entwicklung

#### Modifikationen

- keine negative Beeinflussung der Sicherheitsfunktion, vorangegangene Prüfergebnisse müssen Bestand haben (Nachweis Entwicklung)
- Einflussanalyse: Auswirkungen auf die Sicherheitsfunktion
- Änderung der Funktionsweise -> erneute Validierung erforderlich

## 3 Ergebnisse

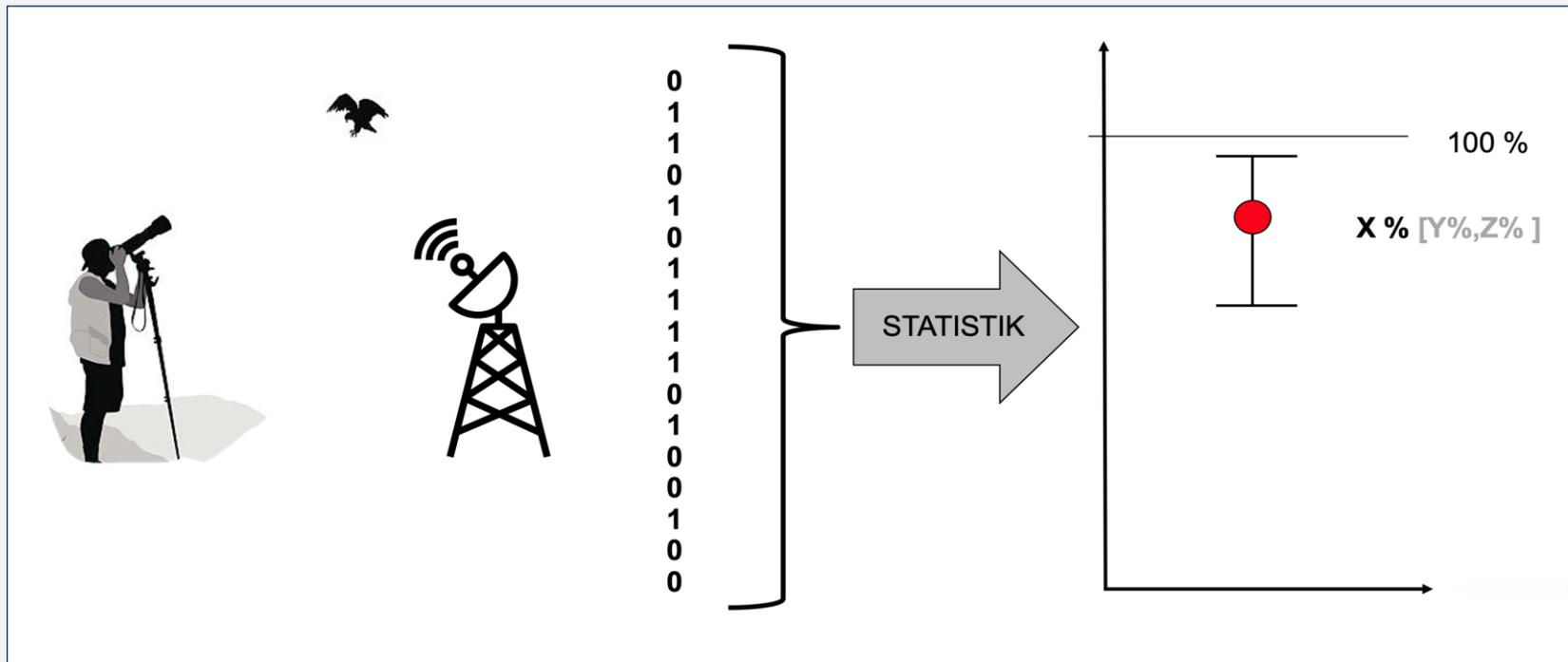
### Übersicht Ablauf



## 3 Ergebnisse

### 3.3 Validierung

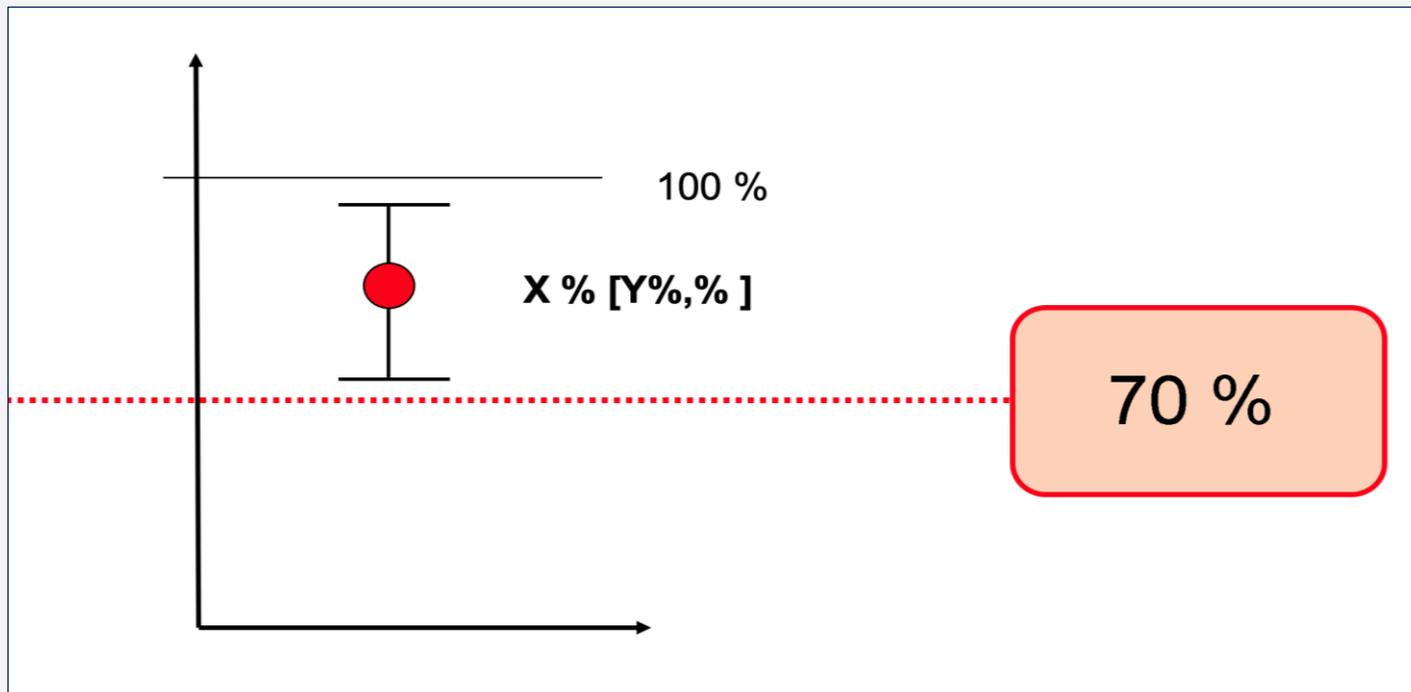
#### Hintergrund



## 3 Ergebnisse

### 3.3 Validierung

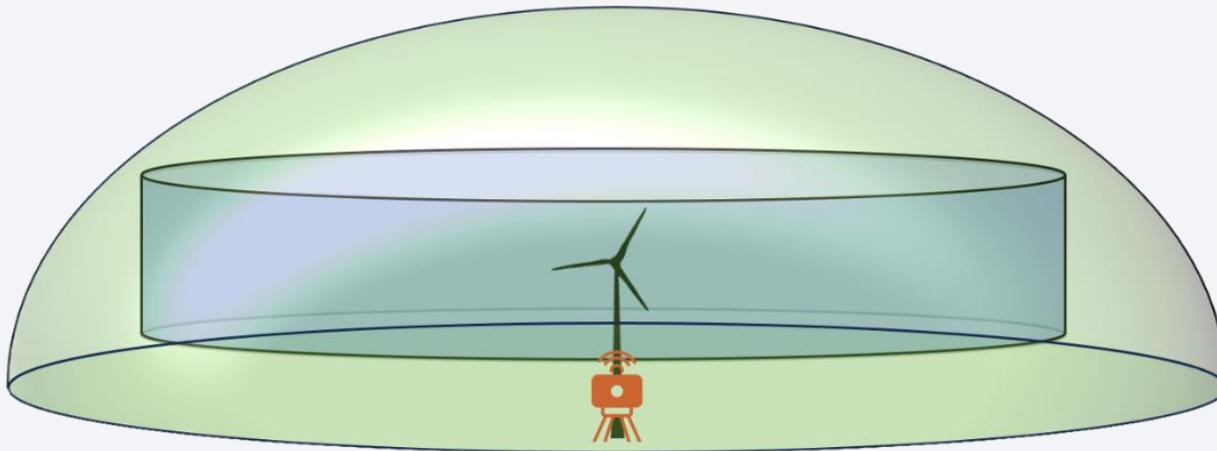
#### Anforderungen an die Gesamtrate (derzeitiger Diskussionsstand)



## 3 Ergebnisse

### 3.3 Validierung

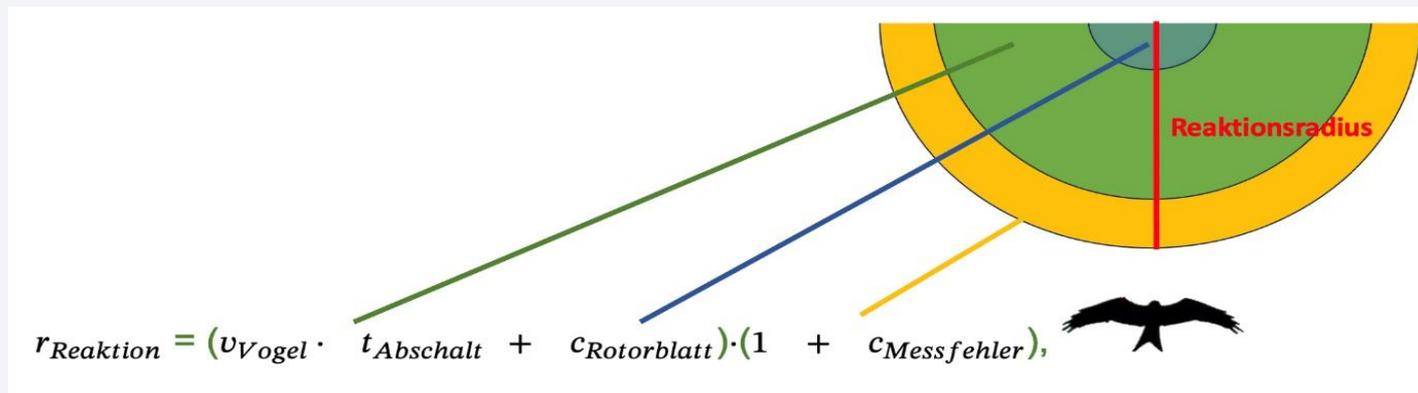
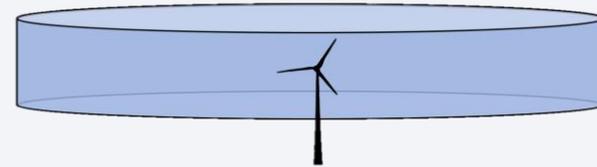
#### Definition Reaktionsbereich vs. Erfassungsbereich



## 3 Ergebnisse

### 3.3 Validierung

#### Definition Reaktionsbereich – projektspezifisch



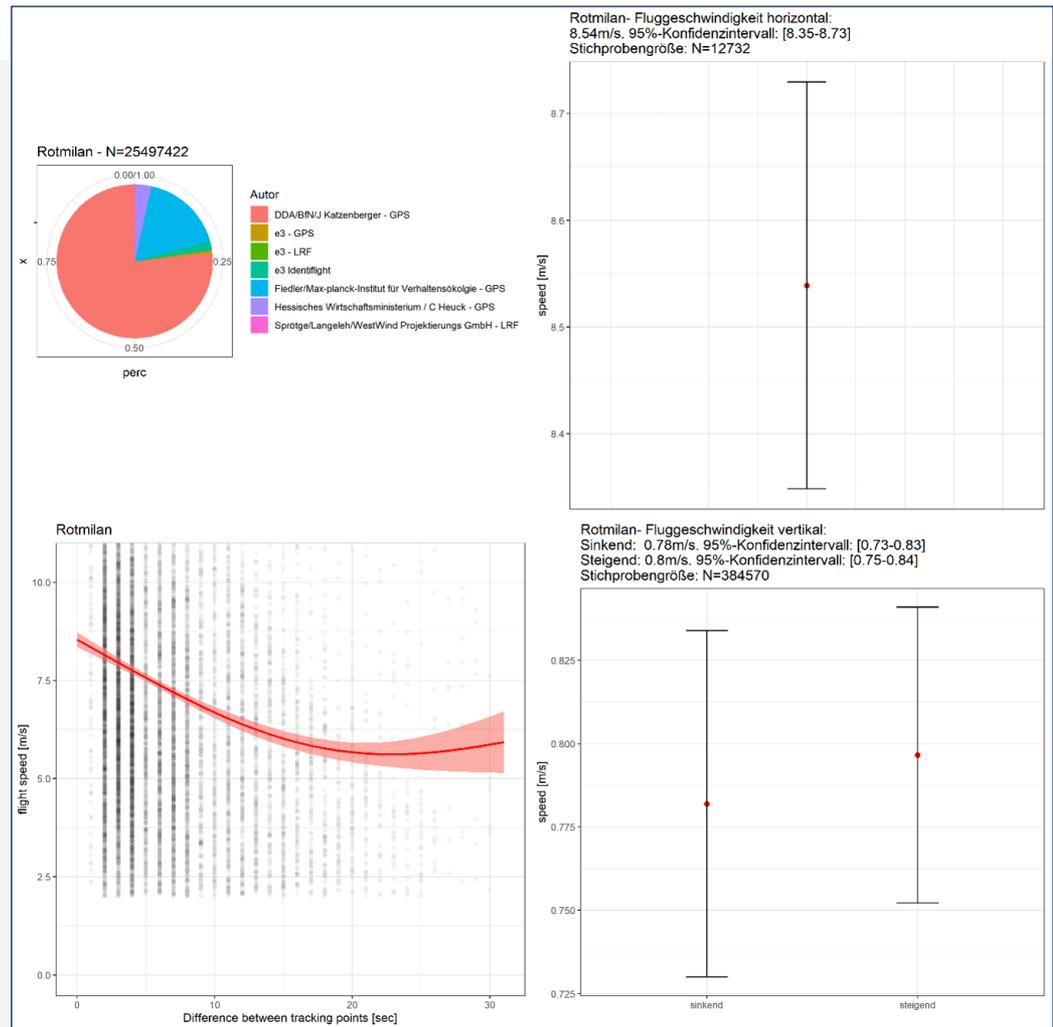
$$r_{\text{Reaktion}} = (v_{\text{Vogel}} \cdot t_{\text{Abschalt}} + c_{\text{Rotorblatt}}) \cdot (1 + c_{\text{Messfehler}}),$$

# 3 Ergebnisse

## 3.3 Validierung

### Fluggeschwindigkeiten

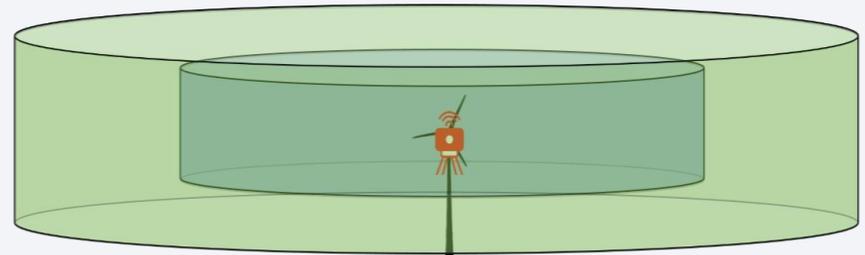
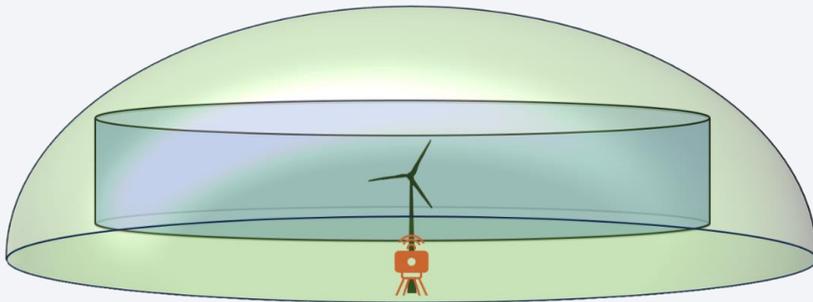
- vgl. horizontale und vertikale Fluggeschwindigkeiten für 14 der 15 kollisionsgefährdeten Arten
- Auswertung von knapp 35.000.000 Datenpunkten



## 3 Ergebnisse

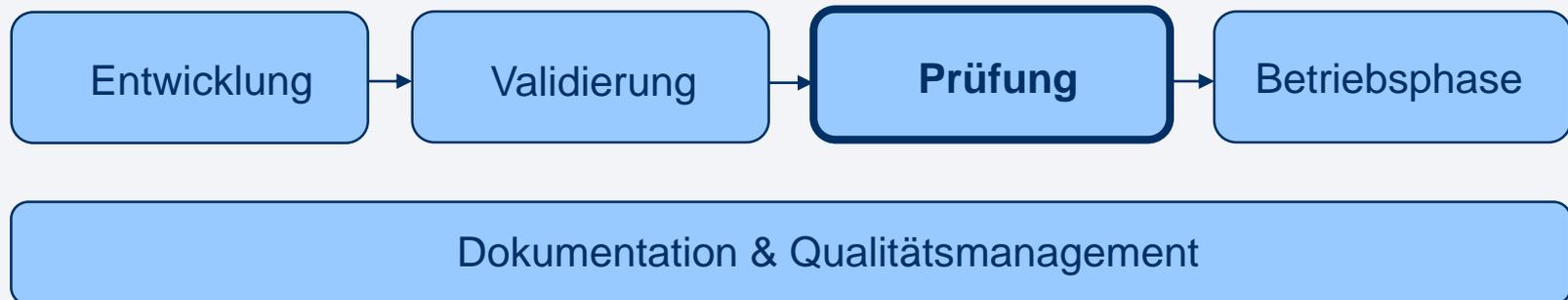
### 3.3 Validierung

#### Erfassungsbereiche



## 3 Ergebnisse

### Übersicht Ablauf



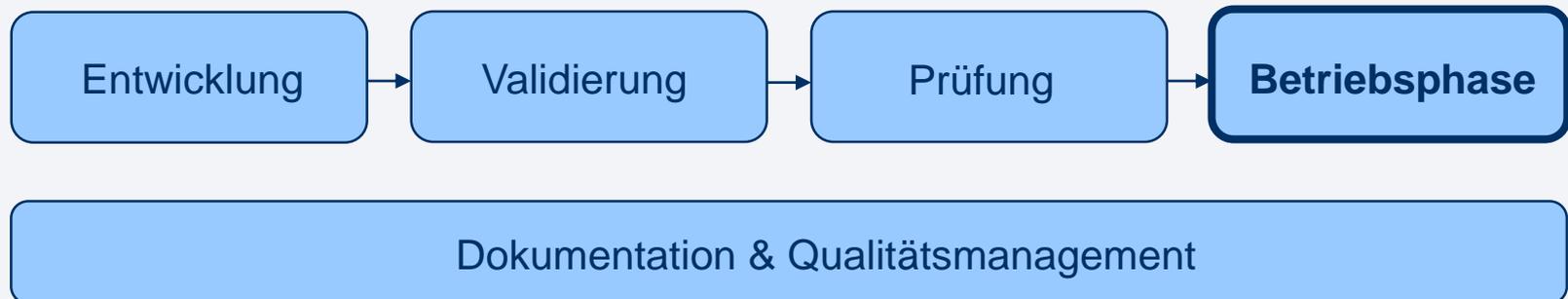
## 3 Ergebnisse

### 3.4 Prüfung

- Systemprüfung: das erforderliche Schutzniveau muss gegeben sein
- Prüfung durch unabhängige Stelle:
  - Systembeschreibung (Hardware und Software), Einflussanalyse
  - Versuchsplan, -durchführung (Vor-Ort-Überprüfung)
  - Unabhängige Datenerhebung und –auswertung
  - Auswertungsmethodik, Versuchsergebnisse
- Ergänzungsprüfung bei Abweichungen oder Modifikation gegenüber der Systemprüfung (Begleitung durch unabhängige Stelle)
- ggf. wiederkehrende Prüfungen, betriebsbegleitend zu den regelmäßigen Prüfungen des Sicherheitssystems der WEA

## 3 Ergebnisse

### Übersicht Ablauf



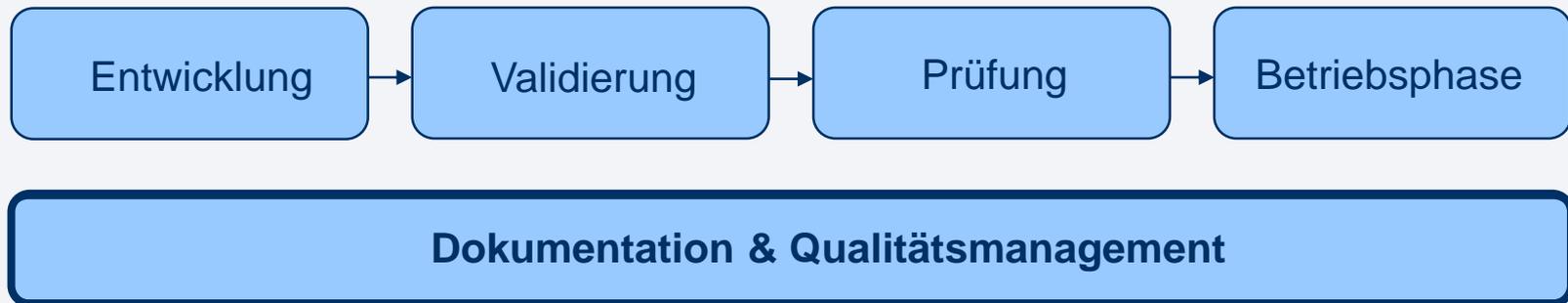
## 3 Ergebnisse

### 3.5 Betrieb

- Installationshandbuch
- Inbetriebnahmehandbuch
- Betriebshandbuch und Wartungshandbuch sind zu erstellen
- Schnittstelle WEA – AKS (genehmigungsrelevant):
  - Prüfung der Einbindung durch unabhängige Stelle vor Regelbetrieb
  - grob: Reagiert die WEA auf die Signale des AKS (Abschaltung)
- Definierter Prozess für Fehlerdiagnose bei unplanmäßigen Ausfällen

## 3 Ergebnisse

### Übersicht Ablauf



## 3 Ergebnisse

### 3.6 Dokumentation und Qualitätsmanagement

- orientiert sich an gängigen Standards z.B. DIN EN ISO 9001
- saubere Dokumentation aller Entscheidungen (Planung, Validierung, Betrieb,...)
- wichtiger Punkt für die unabhängige Prüfung und Validierung
- Dokumentation:
  - Ziel: systematische Fehler im Entwicklungsprozess vermeiden
  - übersichtlich, verständlich, nachvollziehbar, eindeutig
  - Einheitliches Dokumentenmanagementsystem
- Qualitätsmanagement:
  - Entwicklung interner Freigabeprozess
  - Vier-Augen-Prinzip (Entwickler und Prüfer unabhängig)

## 4 Zusammenfassung

### Kriterien zu allen relevanten Phasen im Lebenszyklus eines AKS

- Entwicklung:
  - Durchführung einer Einflussanalyse
  - Umgang mit Modifikationen
- Validierung:
  - Leistungsfähigkeit: Gesamtrate 70 % unteres Konfidenzintervall (vorläufiger Diskussionsstand), Standortübertragbarkeit
  - Reaktions- und Erfassungsbereich: Berechnungsvorschrift und artspezifische Fluggeschwindigkeiten
- Prüfung:
  - durch unabhängige Stelle
  - Möglichkeit der Ergänzungsprüfung
- Dokumentation und Qualitätsmanagement: fortlaufend, nachvollziehbar, eindeutig