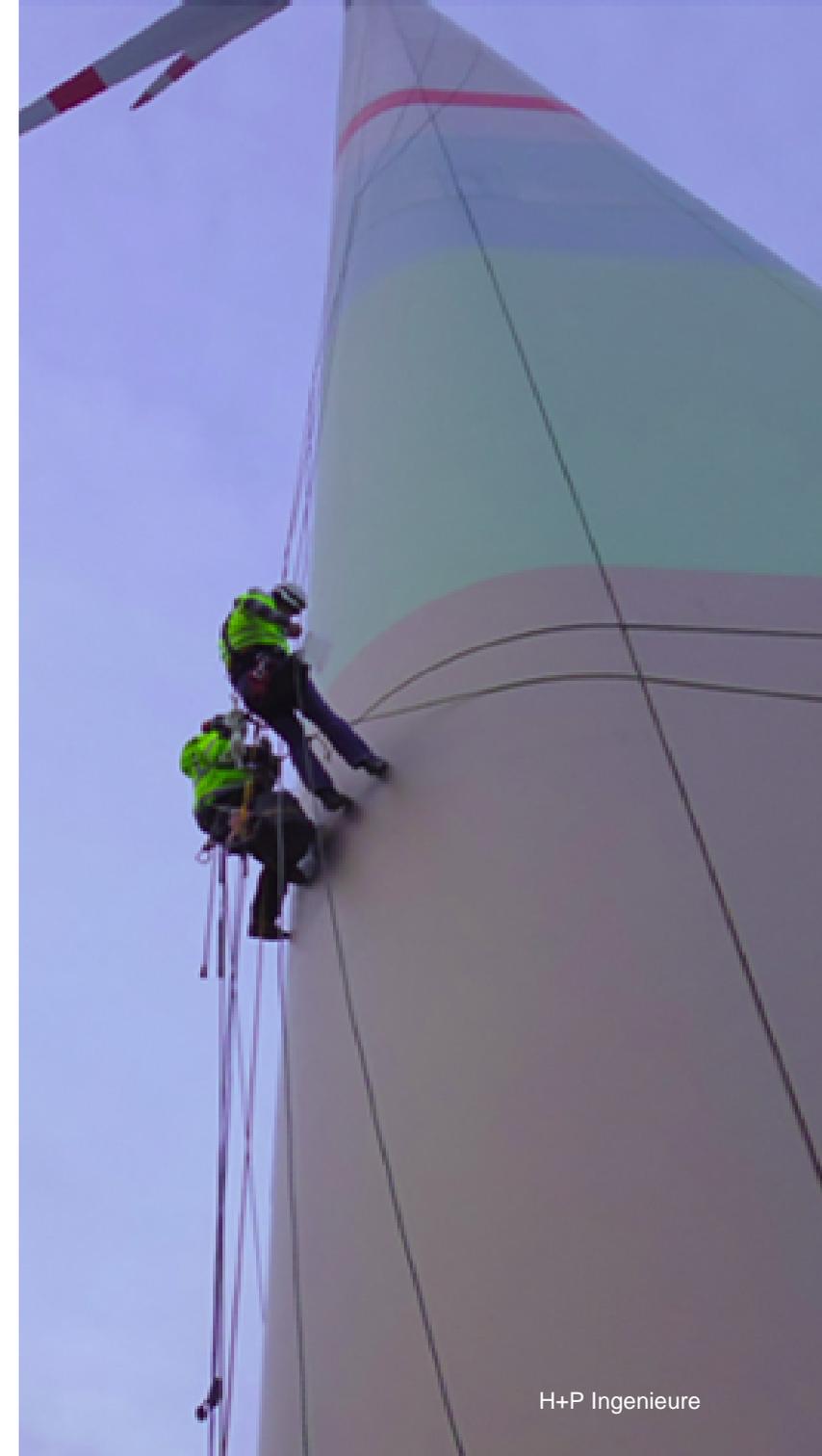


Wiederkehrende Prüfung von Betontürmen Bauwerksprüfung und Instandhaltung

Dr.-Ing. Claus Goralski
Prüfingenieur für Baustatik (Massivbau & Metallbau)
Schweißfachingenieur SFI, IWE

Donnerstag 09.11.2023 16.45 – 17.15

Fest im Wind: Komponente Turm
Das FUCHS Forum - Windenergietage 2023 / Raum 21



- seit 2018 Geschäftsführender Gesellschafter HB+P Ingenieure GmbH
- seit 2015 Prüflingenieur für Baustatik (Fachrichtung Massivbau & Metallbau)
- seit 2014 Geschäftsführender Gesellschafter H+P Ingenieure GmbH
- seit 2011 Referent an der SLV GSI München (Schweißtechnik)
- seit 2011 Schweißfachingenieur (SFI), DVS® - IIW international
- 2006 - 2014 H+P Ingenieure GmbH & Co. KG: Bereichsleiter Windenergie
- 2000 – 2006 Wissenschaftlicher Angestellter am IMB, RWTH Aachen und Promotion
- 1993 – 1999 Studium Bauingenieurwesen an RWTH Aachen

Zertifiziert nach: DIN EN 1090, DIN EN ISO 9712

Projektgruppe Windenergie, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

NA 005-51-07-05 Windenergieanlagen: Verbindungen zwischen Stahl und Beton

Stellv. Vorsitzende des Sachverständigen Beirats des Bundesverband Windenergie BWE

Mitglied verschiedener Arbeitskreise Bundesverband Windenergie BWE und Fördergesellschaft Windenergie FGW



Dr.-Ing. Claus Goralski





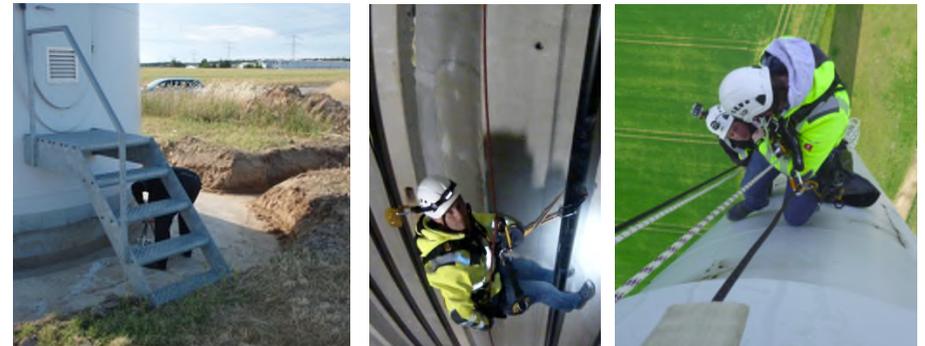
Tragwerksplanung



Statische Prüfung



Produktentwicklung



Wiederkehrende Prüfung
Gutachten Weiterbetrieb 20 + x
Sanierung / Verstärkung

Wiederkehrende Prüfung und Instandhaltung

- Anforderungen an den Betrieb der WEA
- Rechtliche und Technische Grundlagen
- Anforderungen an Umfang und Intervall

Erfahrungsberichte

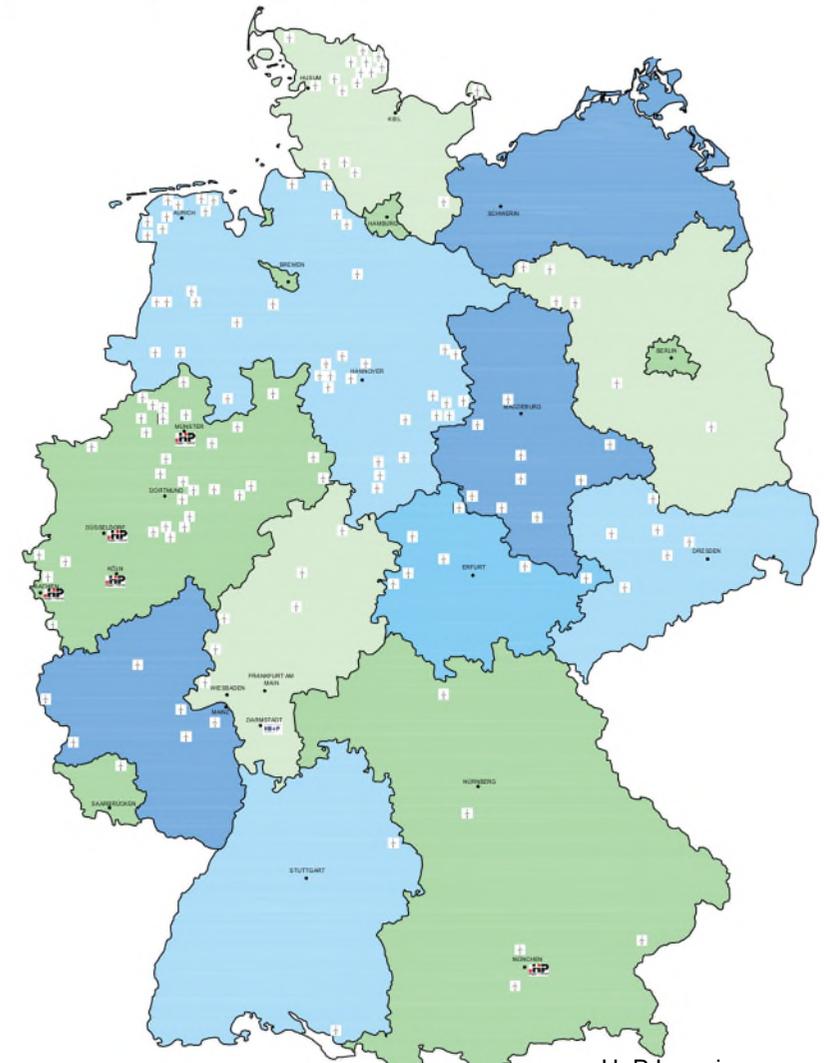
- Spannbetonturm (Hybridturm)
- Vorspannsystem

Instandhaltung und Ertüchtigung

- Anforderungen
- Betoninstandsetzung
- Stand sicherheitsnachweis (Vorgehensweise)

Aktuelle Herausforderungen und Diskussionen

- Bauwerksbuch



H+P Ingenieure GmbH • Kackertstr. 10 • 52072 Aachen • Tel. 0241 - 449030 • Fax 0241 - 449029
Niederrungen • Düsseldorf • Sankt-Peter-Straße 148 • 40470 Düsseldorf • Tel. 0211 - 81 82 110
Münster • Lubliner Str. 12 • 48147 Münster • Tel. 0251 - 395 104 34
München • Aichauer Str. 8-10 • 81549 München • Tel. 089 - 124 705 800
Köln • Neuenhofer Allee 49-51 • 50925 Köln • Tel. 0221 - 94 10 971

H+P Ingenieure

Einhaltung der Betriebsvorgaben des Herstellers:

Anlagensteuerung: Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeiten, Leistungsdaten

Umgebungsbedingungen: Turbulenz, Grundwasser

Regelmäßige Wartung:

Wartung von Maschine und Rotor (z.B. BWE Grundsätze)

Turm und Gründung (jährliche Begehung, nach DIBt-Mitteilung 6-2006)

Wiederkehrende Prüfung:

Maschine und Rotor (z.B. BWE Grundsätze)

Turm und Gründung (DIBt-RiLi WEA, Bauwerksprüfung nach DIBt-Mitteilung 6-2006)

Wiederkehrende Prüfung:

Maschine und Rotor (z.B. BWE Grundsätze)

Turm und Gründung (DIBt-RiLi WEA, Bauwerksprüfung nach DIBt-Mitteilung 6-2006)

Festlegung der Zuständigkeiten (vertraglich und praktisch)



Bauordnungsrecht: Landesbauordnung und Erlasse

DIBt Richtlinie für Wind-Energieanlagen 2012/2015

Typenprüfung / Genehmigung

Auflagen, Prüfbemerkungen, Nebenbestimmungen

Bauartgenehmigung, Allg. bauaufsichtliche Zulassung

www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/zulassungs-und-genehmigungsverzeichnisse/

Bauministerkonferenz

Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen

Eurocode 3, Teil 3-1: Türme, Maste und Schornsteine

DIN 1076: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung

BWE: Grundsätze für die Wiederkehrende Prüfung

Hinweis: <https://www.wind-energie.de/themen/publikationen/>

BÜV: Empfehlungen für die Bauüberwachung von Windenergieanlagen

Hinweis: <https://new.bauueberwachungsverein.de/experten/empfehlungen>

VDI 6200: Standsicherheit von Bauwerken - Regelmäßige Überprüfung

zukünftig: DIN 18088-7 aktuell: NA 005-51-07-07 AK "Wiederkehrende Prüfungen"

Fragen aus der Praxis zur Tragstruktur:

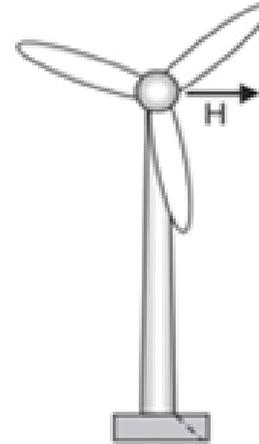
Was ist zu inspizieren? Wer sollte inspizieren?

In welchen Intervallen ist zu inspizieren?

Wie ist das Inspektionsergebnis zu bewerten?

Welche Maßnahmen sind einzuleiten?

- > Baurechtliche Regeln
- Normative und technische Regeln
- Typenprüfungsbericht / Genehmigung



Tragstruktur:

Turm,

Gründung:

Fundament einschl. Baugrund

Prüfungen während der Bauausführung

Prüfung der Standsicherheit (Prüfingenieur)

Fremdüberwachung zertifizierter Prüfstellen

Eigenüberwachung, bauausführende Firma

Qualitätssicherung des WEA-Herstellers

Qualitätssicherung des Kunden

Prüfingenieure für Standsicherheit

Prüfungen während der Nutzungsdauer

Inbetriebnahme Prüfung

Wartungsprüfungen

Wiederkehrende Prüfung

Außerordentliche Prüfungen bei Auffälligkeiten
oder nach besonderen Ereignissen
(Orkan, Erdbeben, ...)

Unabh. Sachverständige / Bauwerksprüfer

Übliche Kontrollpunkte

- Bewehrungsraster, Anzahl, Durchmesser und Lage
- Betondeckung, Übergreifungen
- Lieferscheine Beton, Betonage

Besondere Kontrollpunkte bei WEA-Fundamenten

Ermüdungsbeanspruchung

- Einhaltung Biegeradien
- z.B. unzulässige Punktschweißungen

Massige Bauteile

- Betonier- und Rüttelgassen
- Niedrige Hydratationswärmeentwicklung
- Betonierfugen



Übliche Kontrollpunkte der Werksfertigung

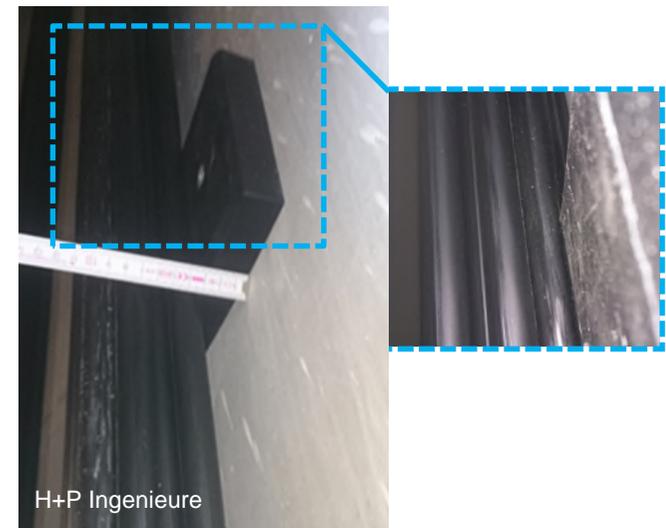
- Herstellerqualifikation, Bauartgenehmigung
- Übereinstimmungserklärungen
- Geometrie

weitere Kontrollpunkte während Aufbau und Montage

- Einhaltung der Montagebedingungen
z.B. Toleranzen, Querschwingungen
- Vorspannsystem: PE-Mantel, Korrosionsschutz
- Auflagen aus der Bauartgenehmigung (EAD, ETA)

Besondere Kontrollpunkte bei Inbetriebnahme

- Eigenfrequenz
- Revisionen der Ausführungsunterlagen
- Betonalter bestimmter Betonfertigteile



Übliche Kontrollpunkte der Werksfertigung

- Herstellerqualifikation EXC3
- Übereinstimmungserklärungen
- CE-Kennzeichnung und Leistungserklärung
- Geometrie



weitere Kontrollpunkte während Aufbau und Montage

- Einhaltung der Montagebedingungen
z.B. Toleranzen, Querschwingungen
- Spannprotokolle für Ankerkorb und HV-Garnituren
- Chargen-Abgleich HV-Garnituren

Besondere Kontrollpunkte bei Inbetriebnahme

- Eigenfrequenz
- Revisionen der Stahlbauausführungsunterlagen



Bild ZA.1 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung mit Angabe der Produkteigenschaften (Materialeigenschaften und geometrische Daten)

Prüfung der technischen Planungsunterlagen hinsichtlich der Standsicherheit

Statische Berechnung zu Turm und Gründung

Ausführungsunterlagen (Stahlbau- sowie Schal- und Bewehrungspläne)

Statische Prüfung nach BauPrüfO bzw. SV-VO - Prüfergebnis:

Bescheinigung nach § 12 Abs. 1 SV-VO über die Prüfung der Standsicherheit

nach § 67 Abs. 4 bzw. § 68 Abs. 2 BauO NRW: Ausstellung der Bescheinigung vor Baubeginn

nach § 63 i.V.m. § 72 Abs. 6 BauO NRW: Ausstellung der Bescheinigung zur Bauantragstellung

Stichprobenhafte Kontrollen der Bauausführung:

Kontrolle Baugrubensohle

Kontrolle der Fundamentbewehrung und Fundamentbeton

Kontrolle der Ausführung Spannbeton-Fertigteilturm oder Stahlturm

Kontrollen der Bauausführung nach BauPrüfO bzw. SV-VO - Prüfergebnis:

Bescheinigung nach § 12 Abs. 2 SV-VO über die stichprobenhaften Kontrollen der Standsicherheit während der Bauausführung

nach § 67 Abs. 5 BauO NRW bzw. § 81 Abs. 1 i.V.m. § 82 Abs. 4 BauO NRW: Ausstellung bei Fertigstellung des BV

Verantwortlich: **Prüfingenieure für Standsicherheit (Massivbau & Metallbau)**

Fragen aus der Praxis zur Tragstruktur:

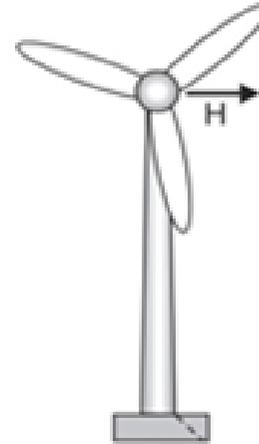
Was ist zu inspizieren? Wer sollte inspizieren?

In welchen Intervallen ist zu inspizieren?

Wie ist das Inspektionsergebnis zu bewerten?

Welche Maßnahmen sind einzuleiten?

- > **Baurechtliche Regeln**
- Normative und technische Regeln**
- Typenprüfungsbericht / Genehmigung**



Tragstruktur:

Turm,

Gründung:

Fundament einschl. Baugrund

Prüfungen während der Bauausführung

Prüfung der Standsicherheit (Prüfingenieur)

Fremdüberwachung zertifizierter Prüfstellen

Eigenüberwachung, bauausführende Firma

Qualitätssicherung des WEA-Herstellers

Qualitätssicherung des Kunden

Prüfingenieure für Standsicherheit

Prüfungen während der Nutzungsdauer

Inbetriebnahme Prüfung

Wartungsprüfungen

Wiederkehrende Prüfung

Außerordentliche Prüfungen, bei

Schäden, Abnutzung

bei Ereignissen wie: Orkan, Erdbeben, Überdrehzahl...

Unabh. Sachverständige / Bauwerksprüfer

Wiederkehrende Prüfung nach DIBt 2012/2015

15 Wiederkehrende Prüfungen 15.1 Allgemeines

Wiederkehrende Prüfungen sind in regelmäßigen Intervallen durch Sachverständige an Maschine und Rotorblättern sowie an der Tragstruktur (Turm und zugängliche Bereiche der Fundamente) durchzuführen. Die Prüfintervalle hierfür ergeben sich aus den gutachterlichen Stellungnahmen zur Maschine (siehe

- Ziel: Beurteilung der Standsicherheit und Betriebssicherheit
- Bauteile: Tragstruktur, Maschine, Rotor
- Intervall: Sichtkontrolle (jährlich)
detaillierte Inspektion (2 bzw. 4 Jahre)
- Verantwortlich: unabhängiger Sachverständiger
- Dokumentation: Prüfbericht, Ergebnis
Gutachterliche Bewertung

sinnvolle Hilfsmittel:



BÜV-Empfehlungen
für die Bauüberwachung
von Windenergieanlagen



Prüfbescheinigung Nr. _____
Anlage zum Prüfbericht Nr. _____



Name des SV: _____
Unternehmen: _____
Adresse: _____
Telefon: _____
Telefax: _____

Datum: _____

Verteiler:
1. Ausfertigung Akte
2. Ausfertigung Betreiber
3. Ausfertigung zuständige Behörde

Ergebnis der Wiederkehrenden Prüfung nach DIBt-RILI 2012, Abschnitt 14

Betreiber: _____
Windpark / Standort: _____
WEA-Hersteller / Typ: _____
WEA-ID: _____
Inbetriebnahmedatum / Gesamtbetriebsstunden: _____

Grundlagen

Die Überprüfung der Windenergieanlagen erfolgt auf Grundlage der WEA-Genehmigung, der jeweils gültigen Fassung der Richtlinie für WEA des DIBt und der „Grundsätze für die Prüfung von Windenergieanlagen im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung“ (Bundesverband WindEnergie e. V.).

Prüfungsumfang

- Maschine:
- Rotorblätter:
- Tragstruktur (Turm, zugänglicher Fundamentbereich)

4.0 Wiederkehrende Prüfungen (bautechnischer Teil)

4.1 Unterlagen der Windenergieanlage

Einsichtnahme:

- Wartungspflichtenbuch
- Prüfberichte der bautechnischen Unterlagen für Turm und Gründung
- Maschinengutachten
- Auflagen im Lastengutachten
- Auflagen im Baugrundgutachten
- Baugenehmigungsunterlagen (einschließlich Abschlussbericht zur bautechnischen Überwachung)
- Bedienungsanleitung
- Inbetriebnahmeprotokoll
- Berichte der früheren Wiederkehrenden Prüfungen und der Überwachungen und Wartungen
- Dokumentation von Änderungen und ggf. Reparaturen an der Anlage und ggf. Genehmigungen

4.2 Sichtprüfung der Bauteile von Turm und Gründung

Kontrolle:

- Korrosion
- Risse in Stahlbauteilen (Ermüdung)
- Beschaffenheit der Oberflächen von Betonbauteilen, Risse, Abplatzungen
- Vorspannung der Schraubenverbindungen
- Schiefstellung
- Erdüberdeckung auf dem Fundament (Erosion)
- Grundwasser, Hochwasserstände



4.3 Dokumentation

Bericht über das Ergebnis der Wiederkehrenden Prüfung, Mindestinhalt:

- Standort/Betreiber der WEA
- Prüfender Sachverständiger
- Hersteller, Typ und Seriennummer der Windenergieanlage sowie der Hauptbestandteile (Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm)
- Gesamtbetriebsstunden
- Windgeschwindigkeit und Temperatur am Tag der Prüfung
- Anwesenheit bei der Prüfung
- Beschreibung des Prüfumfanges
- Prüfergebnis und ggf. Auflagen mit Zeitvorgabe

4.4 Mängelbeseitigung und weitere Maßnahmen

Maßnahmen:

- Überwachung der Mängelbeseitigung
- Bericht über durchgeführte Reparaturen aufgrund von standsicherheitsrelevanten Auflagen
- Falls erforderlich, Stillsetzen der WEA veranlassen, ggf. Benachrichtigung der Baugenehmigungsbehörde

Voraussetzung:

- * WEA- und Bauwerksunterlagen
- * Zugänglichkeit (Sichtprüfung direkte Nähe, handnahe Prüfung)

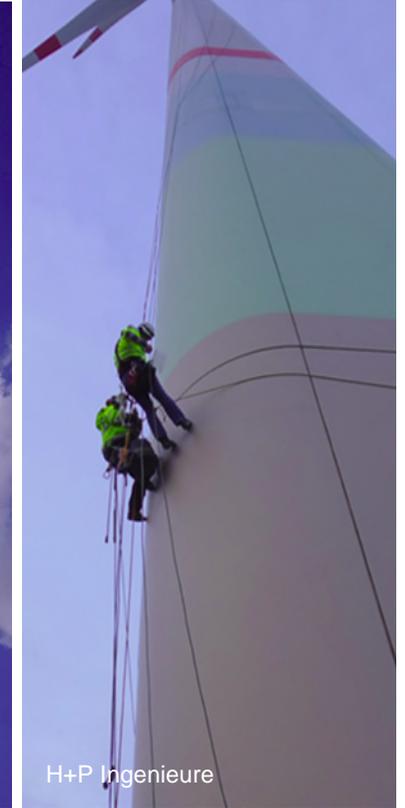
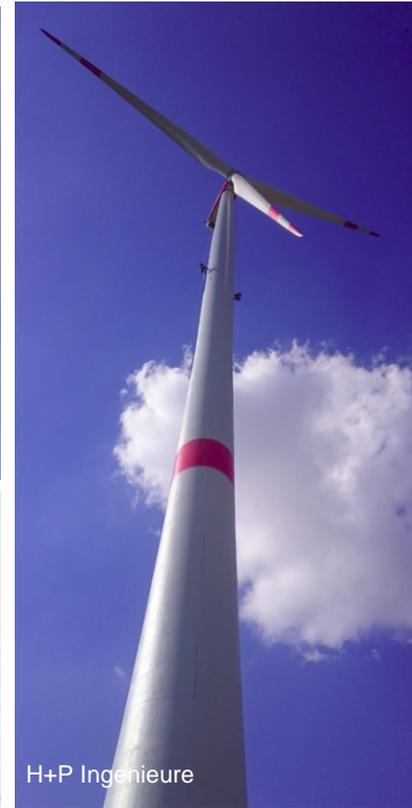
Hubsteiger



Bühne



Seilzugang



Flexibel ist die Seilzugangstechnik!

Maßgebende Bereiche Betonturm

Übergang Stahlturm zu Betonturm („Adapter“)

Horizontale Fugen und Querschnittsänderungen

Vertikale Fugen („T – Stöße“)

Übergang Betonturm zum Fundament (Vergußfuge)

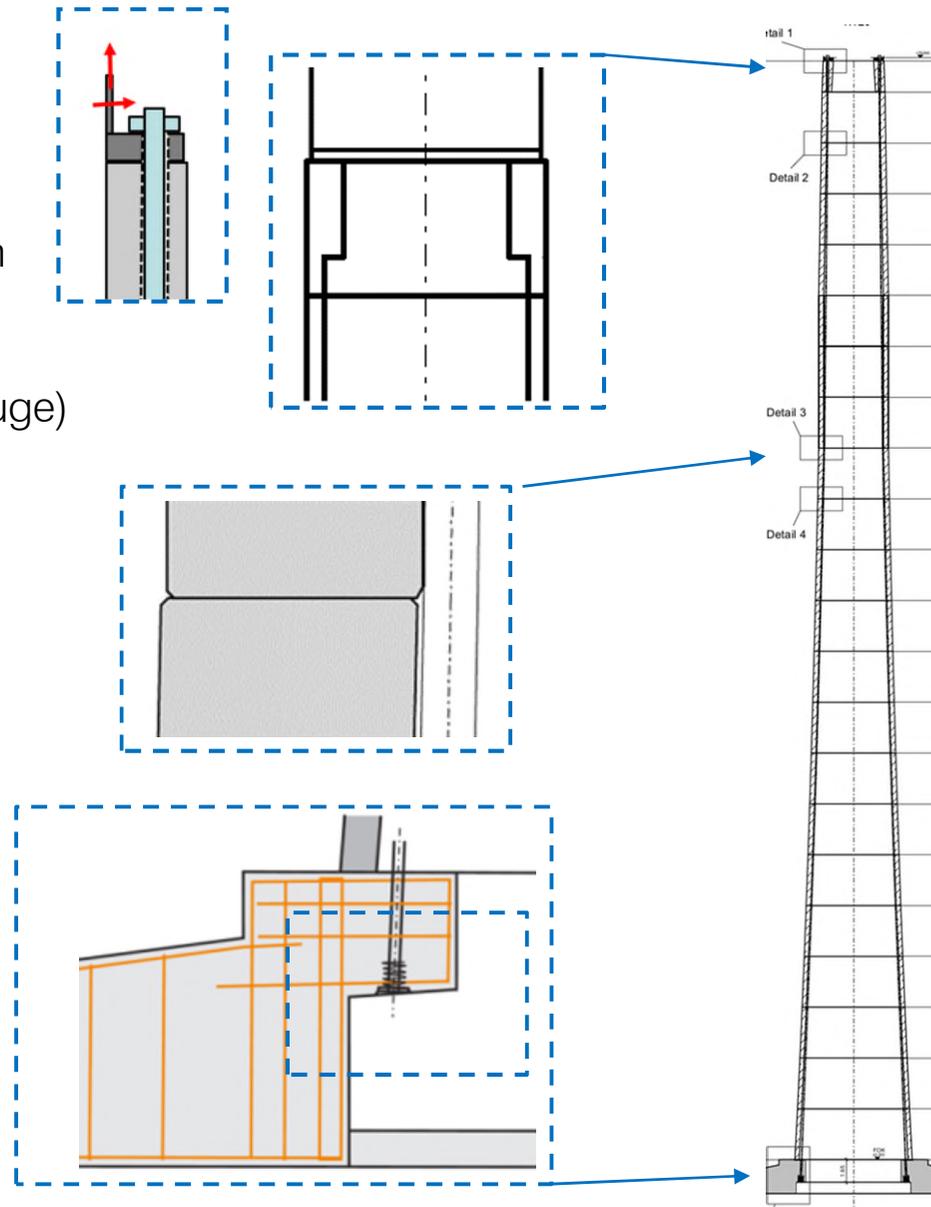
Maßgebende Bereiche Vorspannsystem

Spanngliedverankerung am Adapter

Spanngliedverlauf / Einbauten

Umlenkstellen

Spanngliedverankerung im Fundament



Sichtprüfung / handnahe Prüfung der Stahlbauteile

- Rostnarben im Bereich der Schweißnaht / Wärmeeinflusszone (Korrosion oder Anriss infolge Eigenspannung/Ermüdung)
- Beulen der Turmwandung, Blechverformungen insbesondere an Unstetigkeitsstellen (Türe, Lüftungsöffnungen), Toleranzanforderungen: DIN EN 1993-1-6, DIN EN 1090
- unzulässige Kerbfälle, abweichend von den Ausführungsplänen/DIN EN 1993-1-9 (nachträgliche Anschlagpunkte, Reparaturschweißungen)
- ggf. Weiterführende Untersuchungen: Farbeindring- / Magnetpulverprüfung



Sichtprüfung Betonbauteile

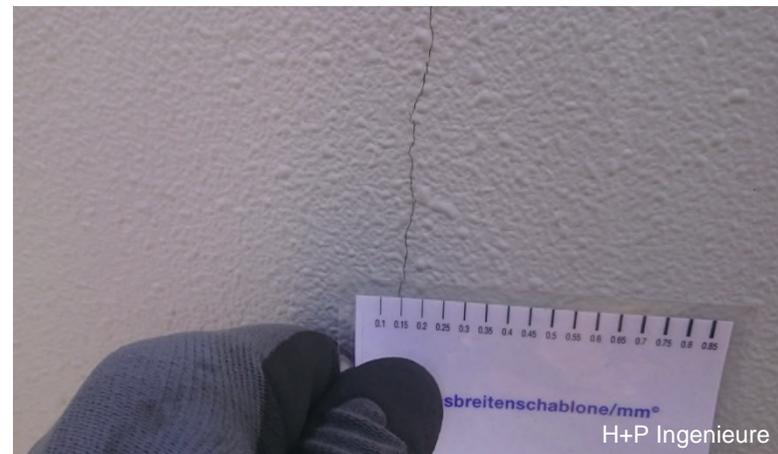
- Risse und Rissentwicklung (Rissdokumentation), insbesondere im Bereich von Unstetigkeiten (Einbauteile, Lasteinleitungen ...)
- Bewertung der Rissbreite, Rissverlauf -> Benennung der Rissursache
- Ausblühungen, Rostnarben (Feuchtigkeit, Wasser)
- Abplatzungen, z.B. infolge Kantenpressung, Korrosion der Betonstahlbewehrung



Kantenabplatzungen

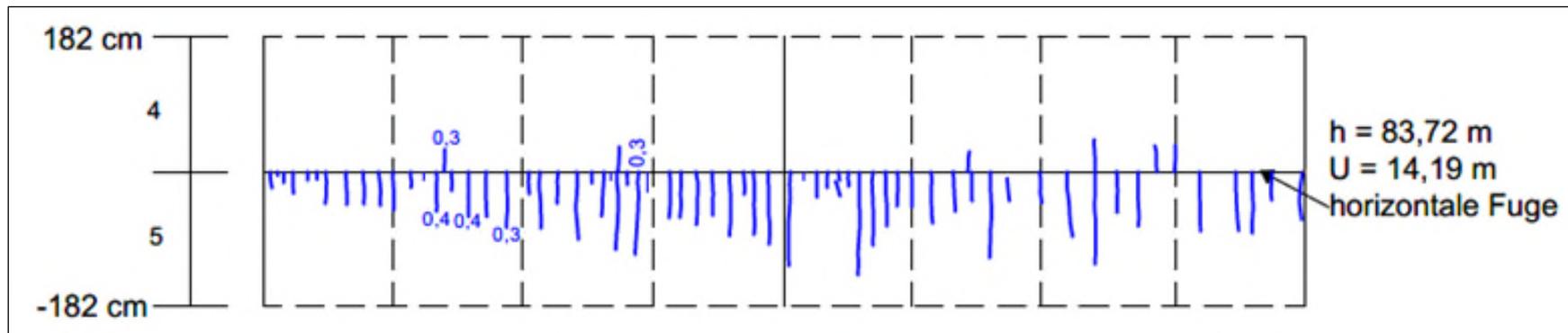
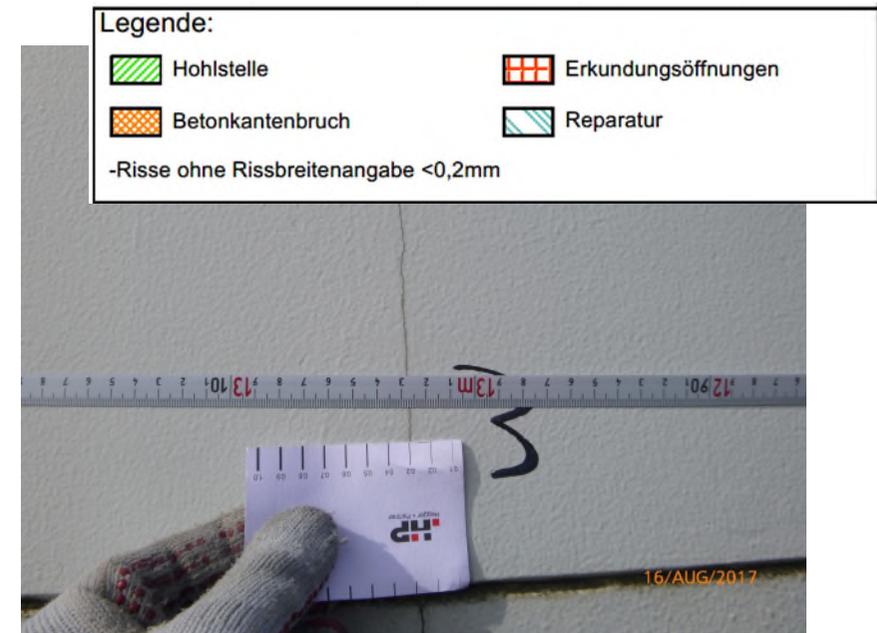
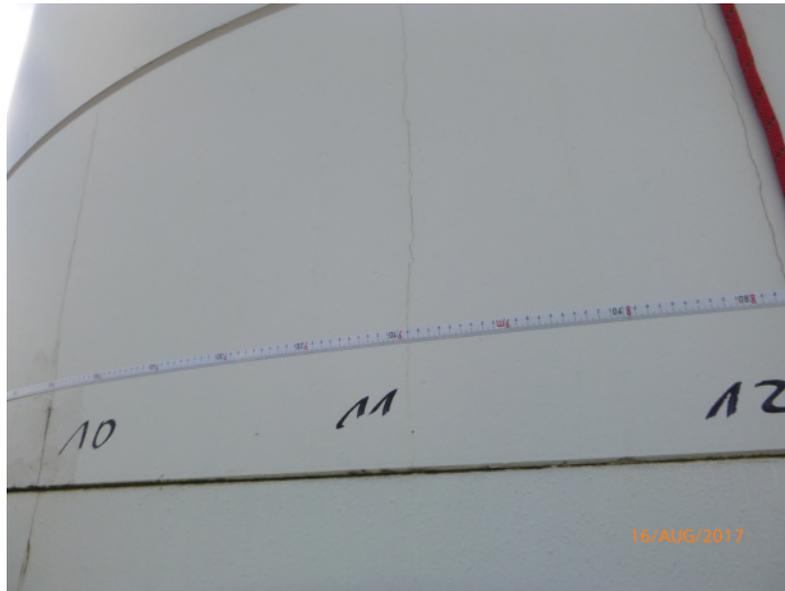


Rissbildung



Zu unterscheiden sind:
Schäden aus Transport und Montage
aus Betrieb der WEA

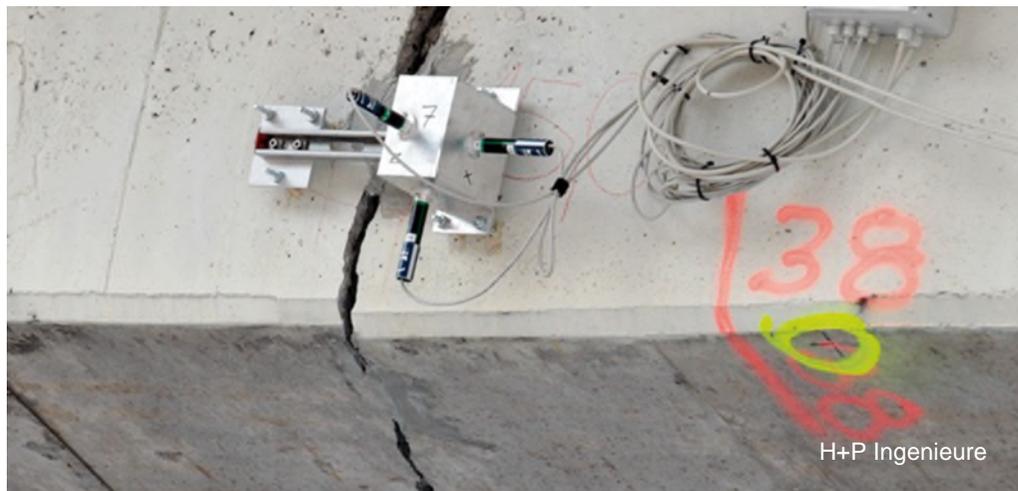
i.d.R. vertikaler Verlauf Rissbreite $w_k \leq 0,2\text{mm}$



Auswertung:
DBV-Merkblatt – Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau

Rissmonitoring / Rissüberwachung erlaubt Aussagen zu:

- Rissbewegung ja / nein
- Rissveränderungen
- Rissöffnungen in Abhängigkeit der Beanspruchung (bei gleichzeitiger Lastmessung)



Dynamischer Riss „Wegaufnehmer“

Statischer Riss „Wegaufnehmer“

Beispiel: Betonadapter - Bewertung / Rissbildung

Betonadapter:

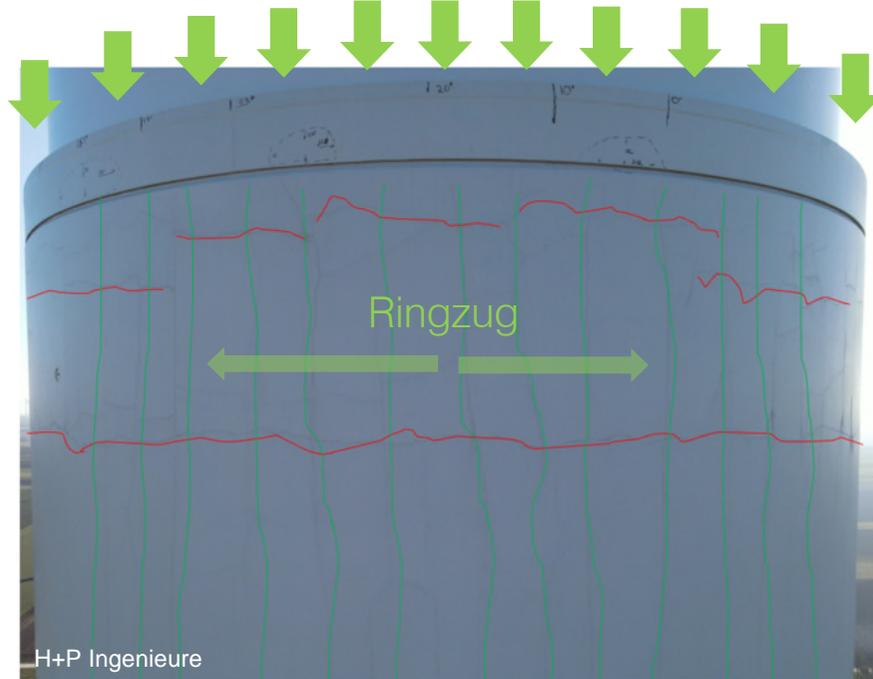
In vertikaler Richtung durch Vorspannung überdrückt

In Ringrichtung ein Stahlbetonbauteil

Ringzugkräfte infolge:

Herstellung, Temperatur, Vorspannung, Biegemoment

Druckbeanspruchung



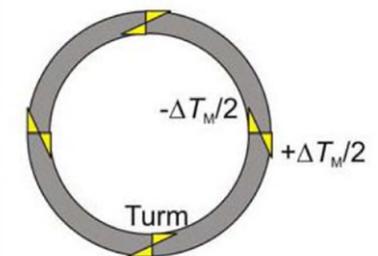
Bewertungskriterien erforderlich!

Hohllagen ?

-> handnahe Prüfung

weitere Maßnahmen notwendig?

Linearer Temperaturunterschied

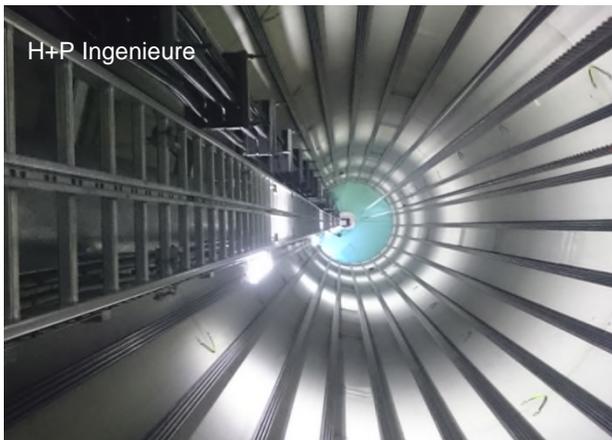


$\Delta T_M = \pm 15 \text{ K}$
über den Umfang

Sichtprüfung / Handnahe Prüfung des Vorspannsystems

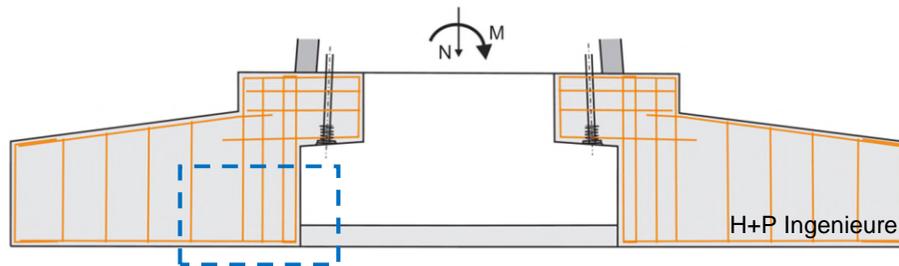
Unterscheidung zwischen interner und externer Vorspannung

- Festanker (Verformungen, Rissbildung, Feuchtigkeit/Nässe)
- Spannanker (Verformungen, Rissbildung, Feuchtigkeit/Nässe, Litzenüberstand)
- PE-Mantel (Beschädigungen, Austritt Korrosionsschutzmasse, Reparaturstellen)
- Umlenkstellen (Verformungen, Eindrückungen, Quetschungen)
- Austrittsstellen (Knickwinkel, Quetschungen)
- Abweichungen von den zugelassenen Systemen



Konstruktionsprinzip:

- Stahlbetonkonstruktion mit Spannanker der Turmvorspannung
- Lasteinleitung Turm über Mörtelbett

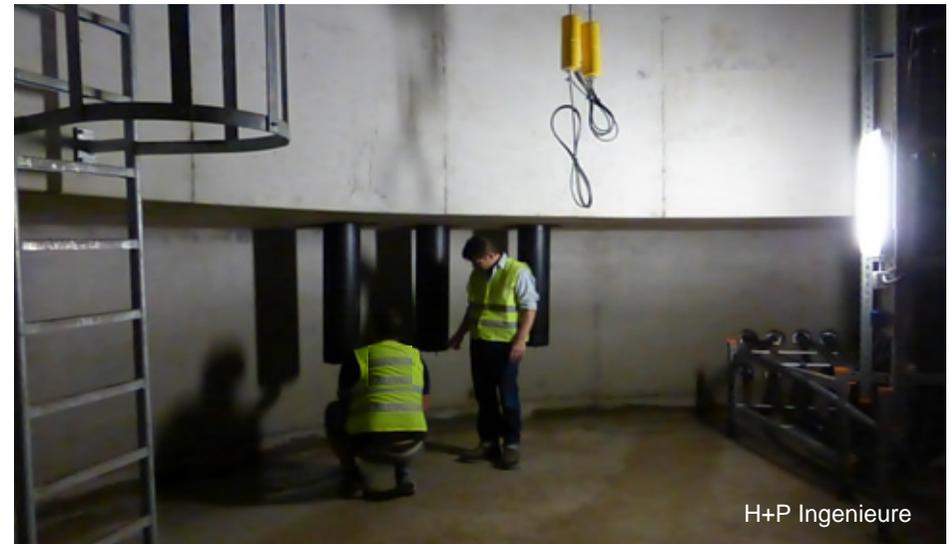


Mögliche Ursachen:

- Eindringen von Wasser:
 - Kabelführung
 - Fuge BPL – Fundament
 - Fuge zwischen Turmwand und Fundament
- Rissbildung aufgrund Hydratationswärme / Zwang

Auffälligkeiten:

- Eindringen von Wasser in den Turmkeller (Leerrohre)
- Rissbildung in der Fundamentkonstruktion
- Rissbildung in der Bodenplatte
- Feuchtigkeit / modriger Geruch (Gefährdung durch Gase, Arbeitsschutz!)
- Korrosionsschutz Spannanker, Kappen undicht



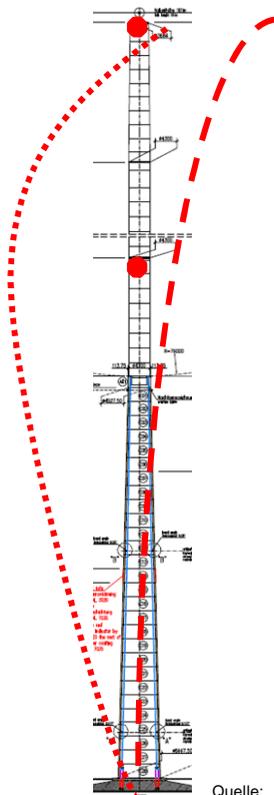
Beschleunigungsmessungen zur Ermittlung der Eigenfrequenzen

- 3-axiale Beschleunigungssensoren (Messbereich +/-2g, Messfrequenz 100Hz)

- Messpunkte:

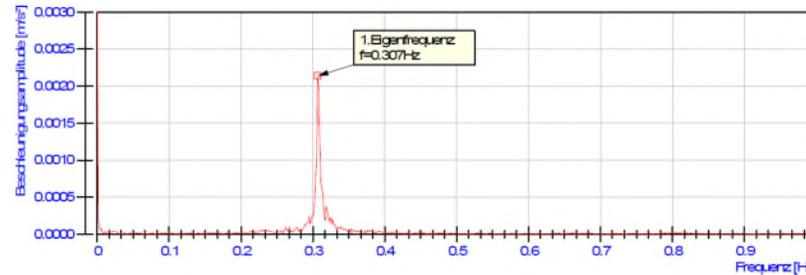
1. EF Kopfflansch

2.EF Kopfflansch und ca. 0,6h (Festlegung FE-Berechnung)



- Messposition
- - - 1. EF
- ⋯ 2. EF

Eigenmode und Eigenfrequenz

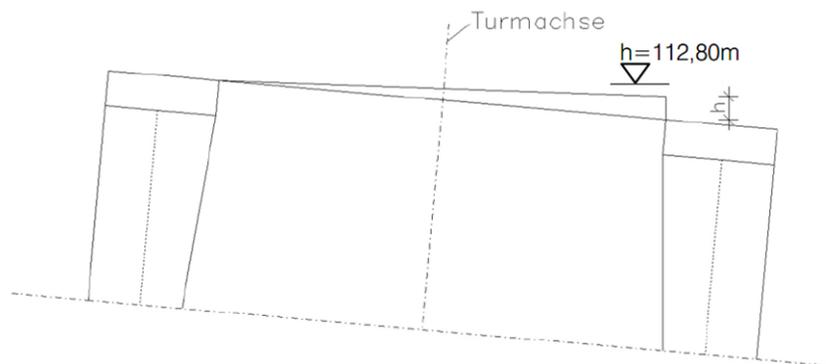
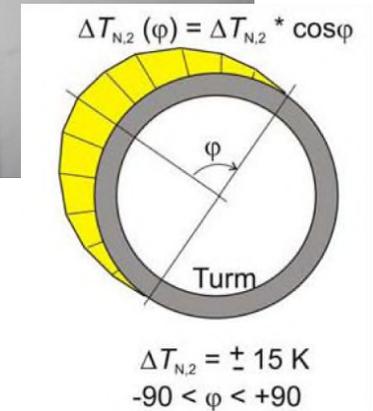
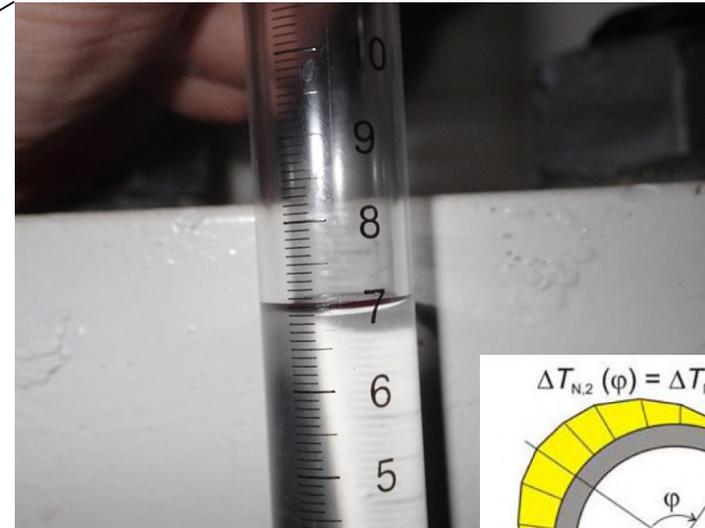
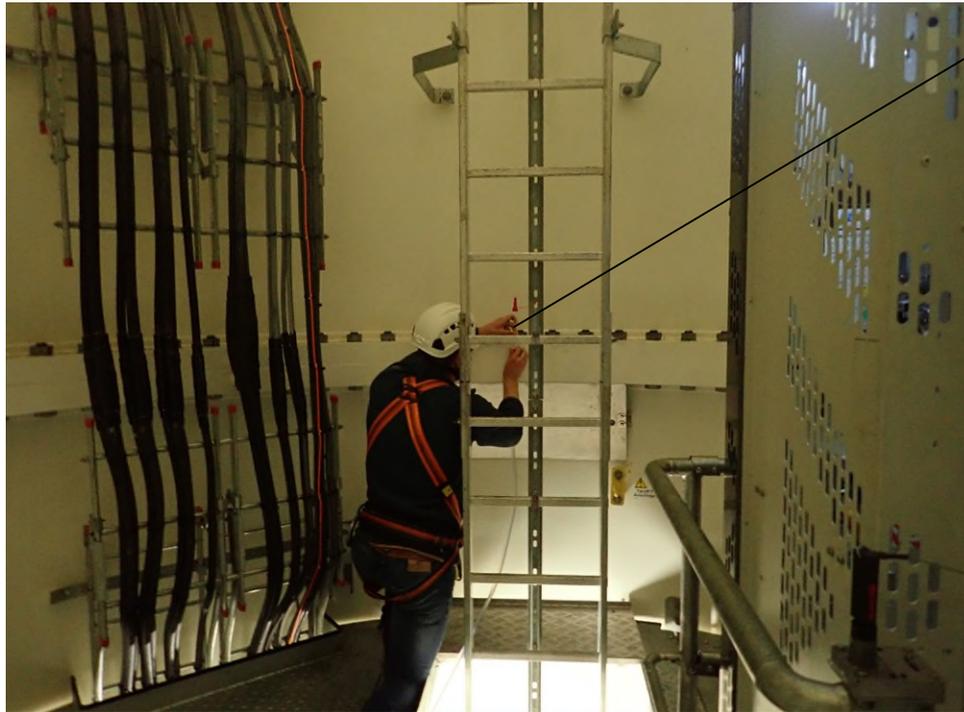


Dämpfung



Quelle:
Darstellung Turmstruktur
Max Bögl Wind AG

Bauwerksuntersuchung - Turmschiefstellung

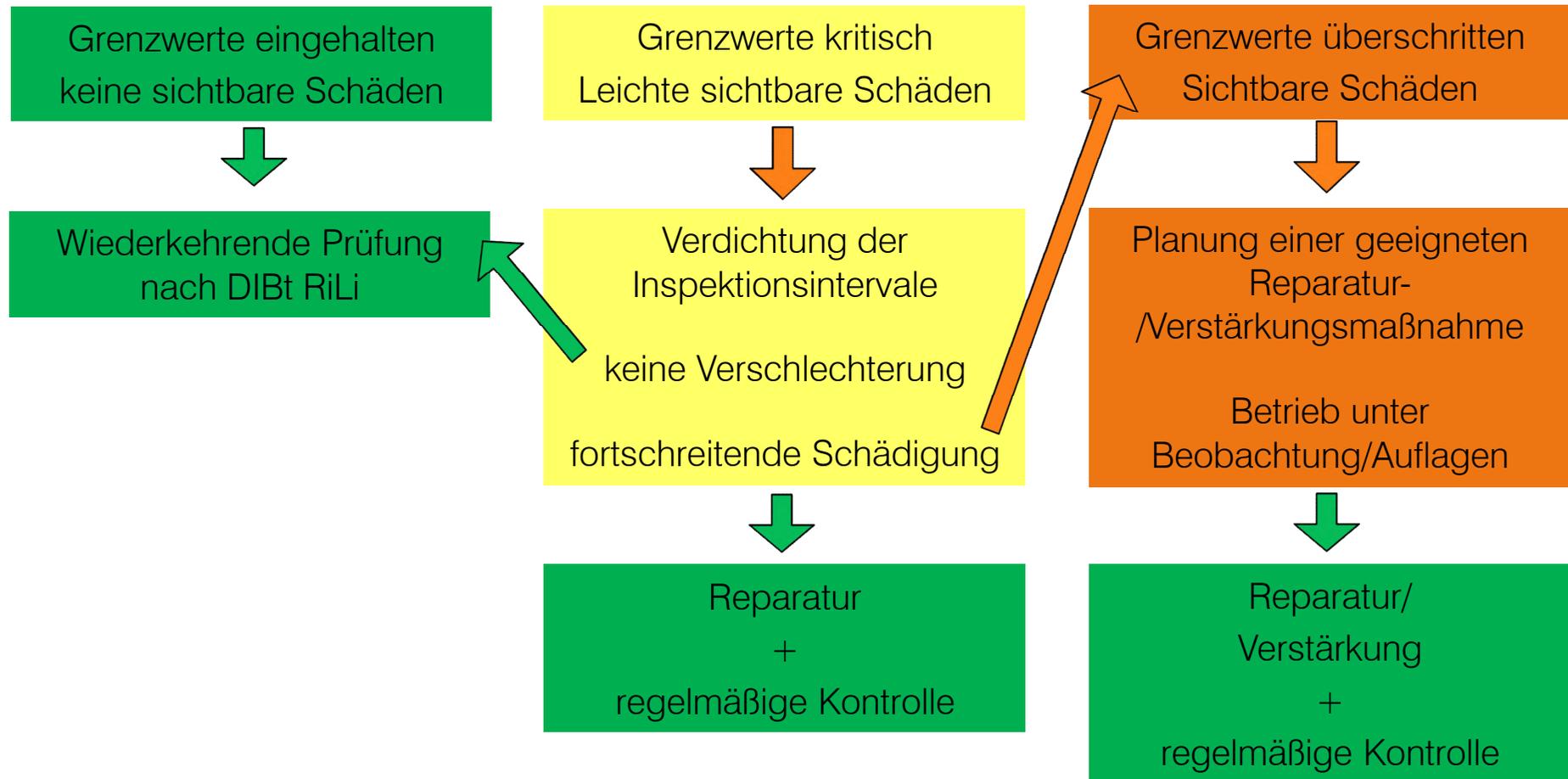


Grenzwert: $\varphi = \arctan \frac{3\text{mm}}{1000\text{mm}} = 0,002999 \text{ rad} = 3,0 \text{ mrad}$

$\Delta_{\text{Grenz}} = 0,002999 * 3985\text{mm} = 11,95\text{mm}$

WEA	Richtung Türöffnung	Höhendifferenz 0°-180° [mm]	Neigung [mrad]	Richtung 90°	Höhendifferenz Δh_{vorh} 90°-270° [mm]	Neigung [mrad]	Grenzwert [mrad]
WEA 01	NO	0	0,000	SO	-1	-0,251	3,000
WEA 02	NO	5	1,255	SO	1	0,251	3,000

- (1) Analyse der Bauwerks- und Genehmigungsunterlagen
- (2) Festlegung der Anforderungen und definieren von Grenzwerten



Instandhaltung / Instandsetzung

Arbeiten

- Regelmäßige Überprüfungen
- Wartung und Pflege
- Erneuern von Verschleißteilen (z.B. Abdichtung, Drainage, etc.)

Anforderungen

z.B.

- DBV Merkblatt „Bauen im Bestand“
- DIBt TR Instandhaltung
- Produktdatenblätter
- Verarbeitungshinweise

Sanierungsplanung
i.d.R. genehmigungsfrei



Bauwerk

Turm

Fundament

Baugrund

Instandsetzung / Verstärkung

Arbeiten

- Ersetzen schadhafter Bauteile
- Arbeiten an Lastabtragenden Bauteilen
- ggf. über den ursprünglichen Sollzustand hinaus

Anforderungen

- Verwaltungsvorschrift Techn. Baubestimmungen
- Eurocodes, DIN EN
- DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen
- Bauprodukte nach Bauregelliste
- DIBt TR Instandhaltung
- RI 625 DAfStb Instandsetzungsrichtlinie

Sanierungsstatik erforderlich!
Prüfung und Bauüberwachung

Aus TR „Instandhaltung von Betonbauwerken“

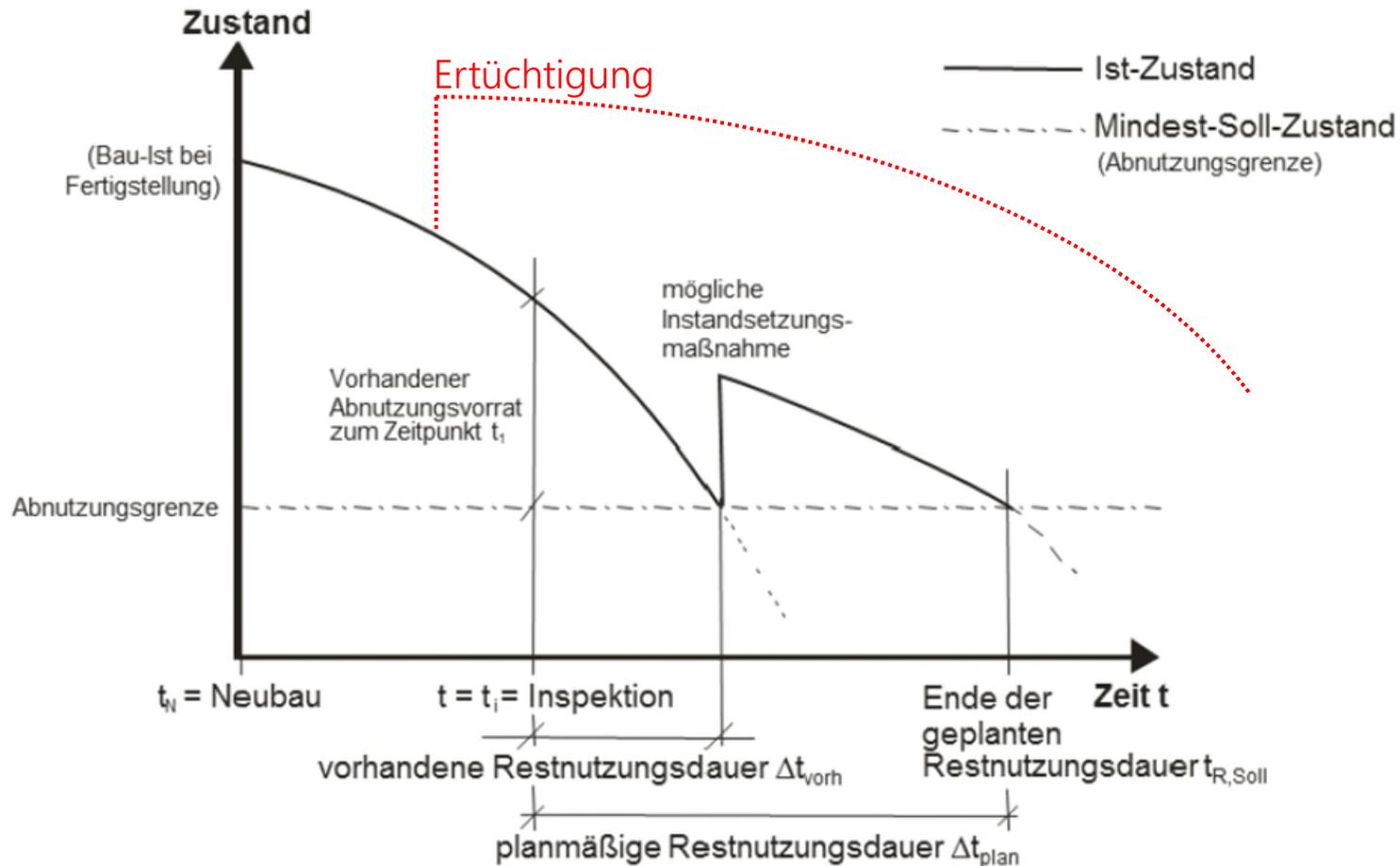


Abbildung 2: Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird

Maßnahmen an Lastabtragenden Bauteilen:

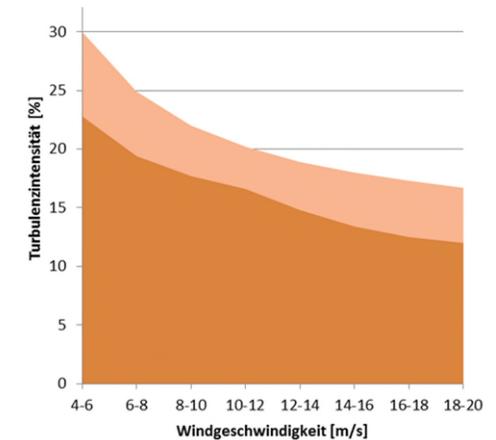
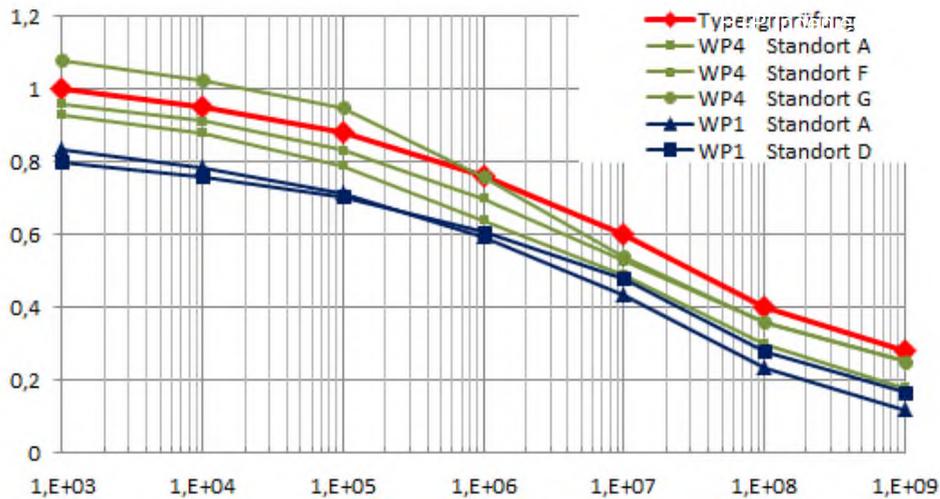
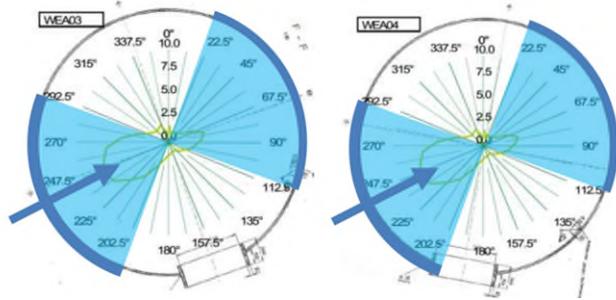
- Einbohren / -kleben zusätzlicher Bewehrung
- Betonaustausch / Betonergänzung
- Erhöhung der Drucktragfähigkeit durch Umschnüren / Vorspannen
- Reparaturschweißungen
- Ergänzen zusätzlicher Lastabtragungsmechanismen
- Bauwerksmonitoring als Kompensationsmaßnahme bei Abweichungen von den technischen Regeln

Lastmessung - Standortbezogene Lasten

Ermittlung durch Langzeitmessungen

Messfrequenzen 10 bis 100 Hz

Professionelle Datenaufbereitung und Extrapolation zu Lastkollektiven



Landesbauordnungen:

§ 3

Allgemeine Anforderungen

(1) Bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen im Sinne von § 1 Absatz 1 Satz 2 sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet wird.

Bauteil-Widerstand

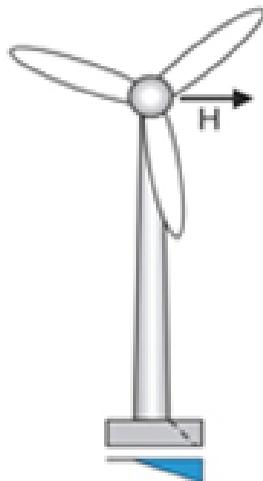
≥

Einwirkende Lasten

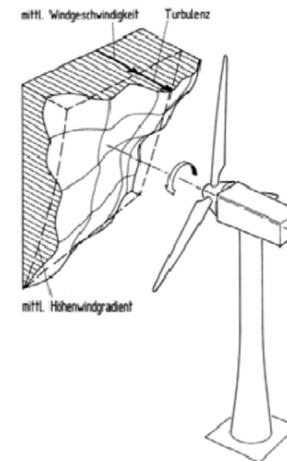
R_d

≥

E_d



Standicherheit & Lebensdauer!
Gebrauchstauglichkeit & Dauerhaftigkeit!



Dokumentation in einer prüffähigen Unterlage!

Zum sicheren und dauerhaften Betrieb moderner Windkraftanlagen müssen Turm, Fundament und Baugrund entsprechend der Planung funktionieren.

Eine regelmäßige Überprüfung von Turm und Fundament gewährleistet eine planmäßige Funktionsweise und ist in der DIBt-Richtlinie für WEA verankert.

Überprüfungsintervalle: im Allgemeinen 2-4 Jahre
 aufgrund von Auflagen der Bauprodukte
 bei Auffälligkeiten und Schäden

Bei Auffälligkeiten stehen eine Vielzahl von Untersuchungsmethoden zur Verfügung.

Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen sollten umgehend angegangen werden um Folgeschäden zu vermeiden.

Regelmäßige Inspektionen und eine sinnvolle Instandhaltung stellen die Grundlage für einen sicheren Betrieb und das Erreichen der geplanten Nutzungsdauer und darüber hinaus im Weiterbetrieb der WEA dar.

VIELEN DANK!

Dr.-Ing. Claus Goralski

H+P Ingenieure GmbH	■ Kackertstr. 10	■ 52072 Aachen	■ Tel. 0241- 44 50 30	■ Fax 0241 - 4450329
Düsseldorf	Grafenberger Allee 293	40237 Düsseldorf	Tel. 0211- 61 02 110	
Köln	Neuenhöfer Allee 49-51	50935 Köln	Tel. 0221- 94 10 977	
München	Aschauer Straße 10	81549 München	Tel. 089 - 124 705 930	
Münster	Lublinring 12	48147 Münster	Tel. 0251- 39 58 04 34	
HB+P Darmstadt	Birkenweg 24	64295 Darmstadt	Tel. 06151 - 36 65 0	
HG+P Pullach	Kirchplatz 5	82049 Pullach im Isartal	Tel. 089 - 744 198 0	
HF+P Bernkastel-Kues	Mandatstraße 1	54470 Bernkastel-Kues	Tel. 06531 - 95 23 10	

