

# Einsatz der Endoskopie bei der Getriebe-Inspektion an Windkraftanlagen

Wolfgang Sauer  
Technische Videoendoskopien  
[www.sauer-endoskopie.de](http://www.sauer-endoskopie.de)

19.03.2013

## Arbeitsbedingungen an Windenergieanlagen

- Wie komme ich zum Getriebe?
  - Stahlrohrturm: mit/ohne Befahranlage; Kettenzug; Steigschutz
  - Gittermast: Wetterlage; Eisansatz; Kettenzug
  - Offshore: Überlebensanzug; Schiff; Helikopter

## Stahlrohrturm



## Gittermast



## Hybridturm



## Offshore



## Arbeitsbedingungen an Windenergieanlagen

- Wie groß ist die WEA?
  - ältere Maschinen haben evtl. keinen Kettenzug/  
keine Befahranlage
  - eingeschränkte Platzverhältnisse, ggf. muß das  
Dach geöffnet werden

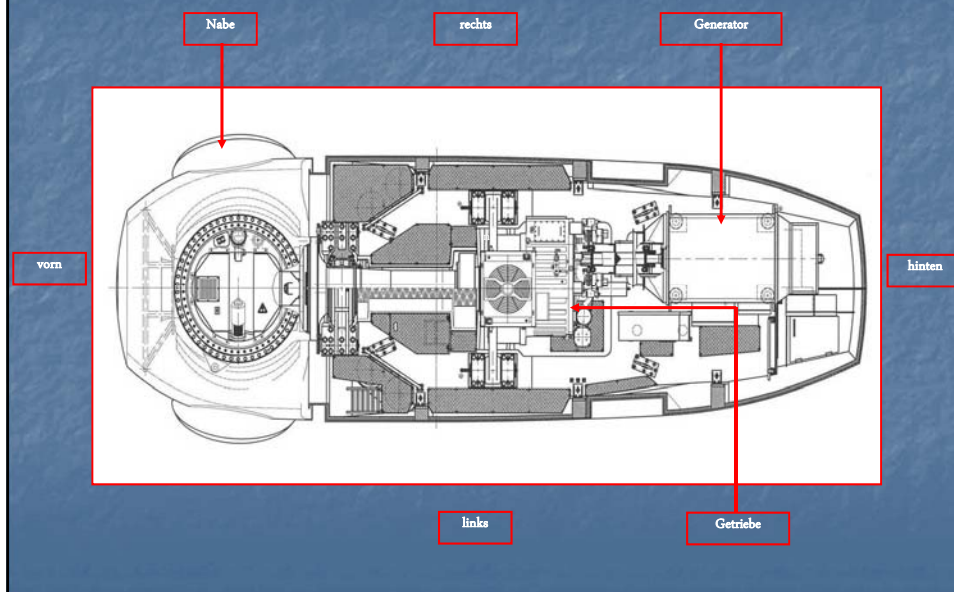
## Arbeitsbedingungen an Windenergieanlagen

- Welches Material brauche ich?
  - sind Inspektionsöffnungen vorhanden, welche  
Werkzeuge benötige ich
  - Lagergröße und -bauform
  - Sondenlänge/-durchmesser

# Arbeitsbedingungen an Windenergieanlagen

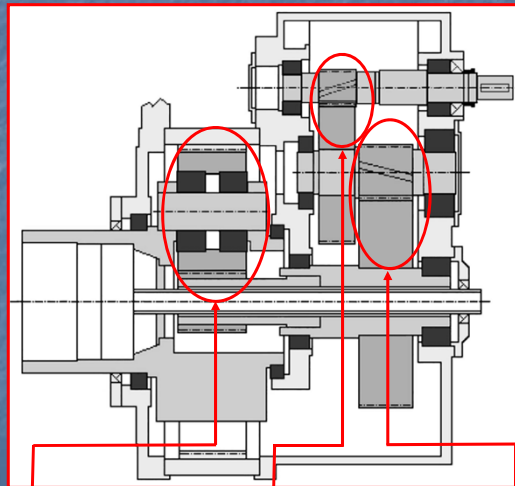
- Was für einen Getriebetyp ist verbaut?
  - eine Pl.-Stufe, zwei Stirnradstufen
  - eine Pl.-Stufe, drei, vier Stirnradstufen
  - zwei Pl.-Stufen, zwei Stirnradstufen
  - drei Stirnradstufen
  - rotierendes Hohlrad
  - Getriebe mit Leistungsverzweigung
  - Differentialgetriebe
  - ...

## Das Maschinenhaus



# Dreistufiges Windenergie-Getriebe

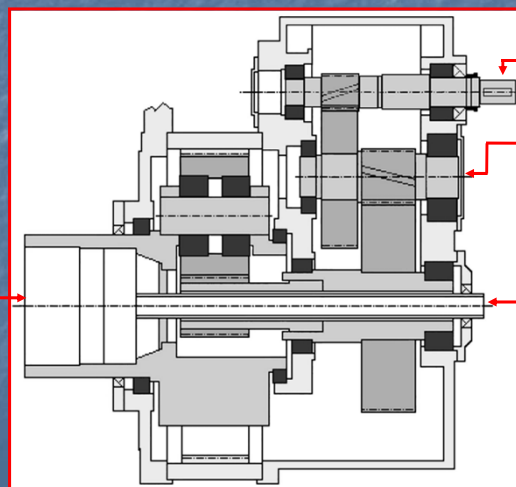
## die drei Stufen



- 1. Stufe  
Planetenstufe
- 3. Stufe  
Stirnradstufe IMS/HSS
- 2. Stufe  
Stirnradstufe LSS/IMS

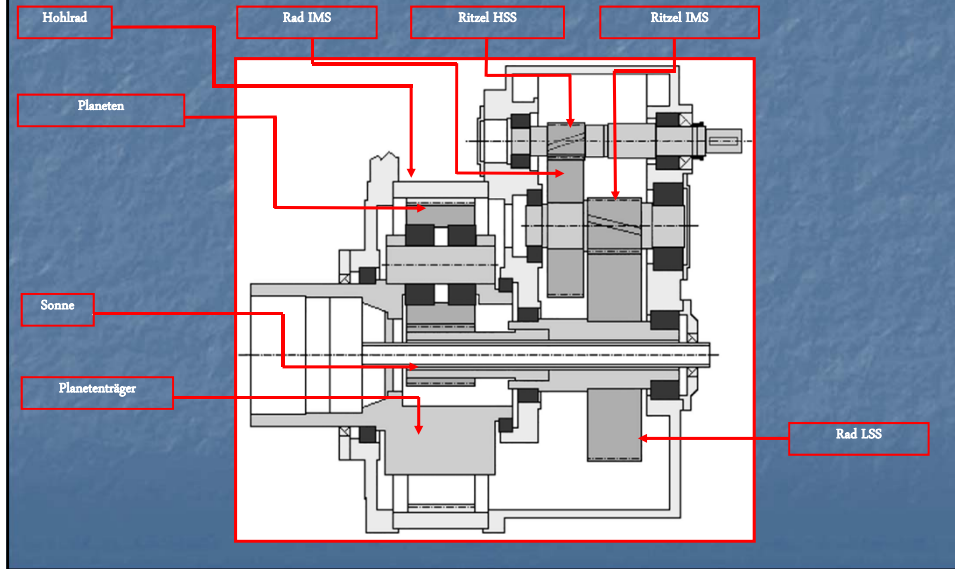
# Dreistufiges Windenergie-Getriebe

## Wellen

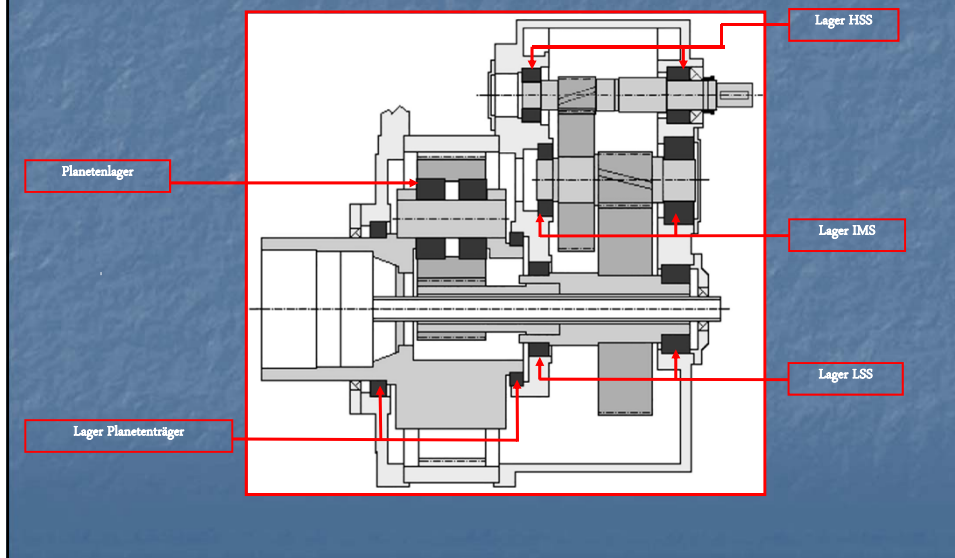


- Rotorwelle
- HSS  
(High-Speed-Shaft)
- IMS  
(InterMediatespeed-Shaft)
- LSS  
(Low-Speed-Shaft)

# Dreistufiges Windenergie-Getriebe Verzahnungen



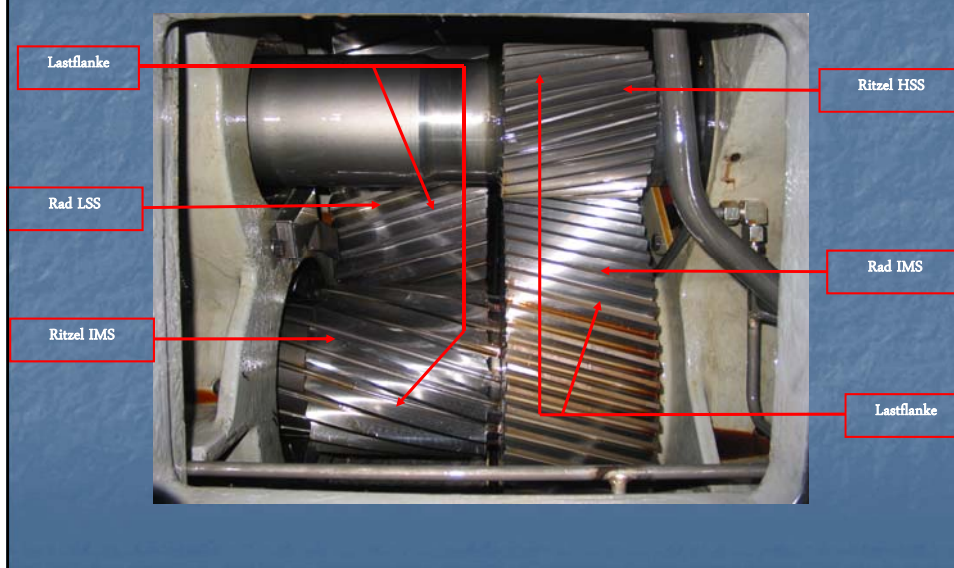
# Dreistufiges Windenergie-Getriebe Lager



# Verzahnungen

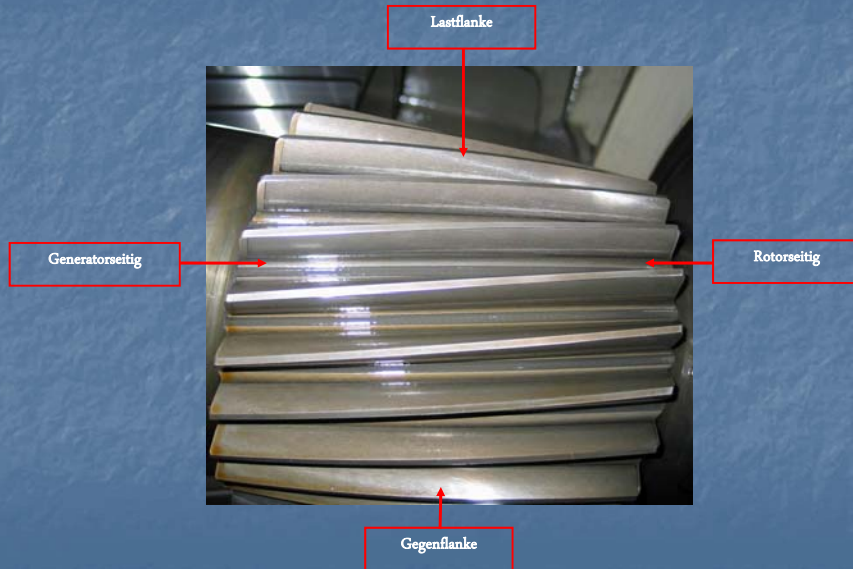


# Stirnradstufen 1,5 MW-Getriebe

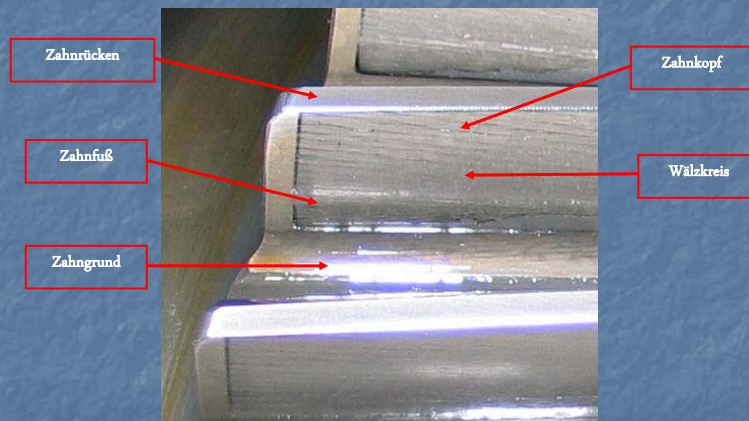




# Verzahnungsaufbau



# Verzahnungsaufbau



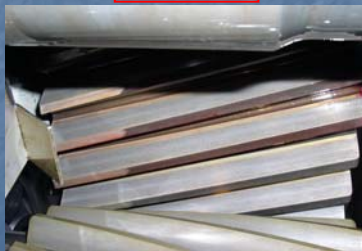
## Erscheinungsbilder



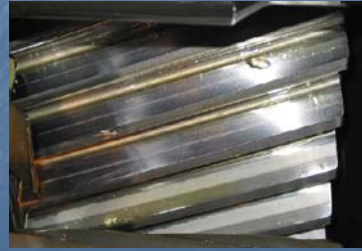
unbehandelt



manganphosphatiert



nitratgeätzt



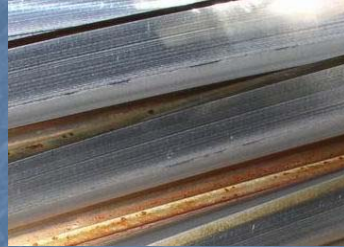
graufleckig

## Erscheinungsbilder

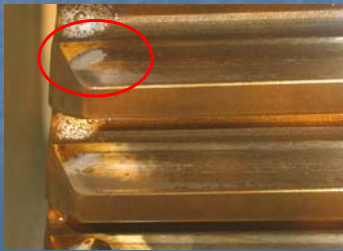


Durchläufer von hartem Material, Achtung:  
Lagerschaden

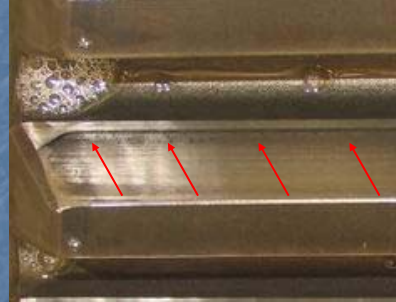
# Graufleckigkeit



# Graufleckigkeit



## Verzahnungsschäden



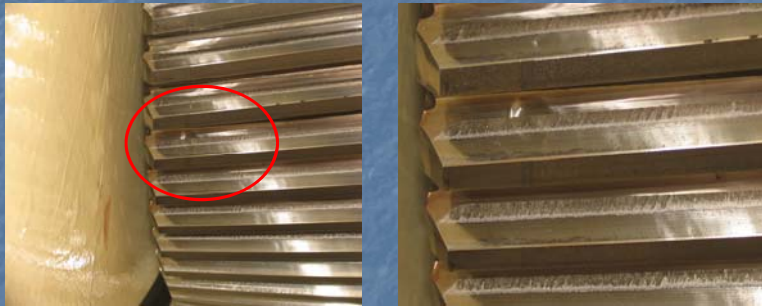
Hartes Tragen

## Verzahnungsschäden



Stillstandsmarkierungen

# Verzahnungsschäden



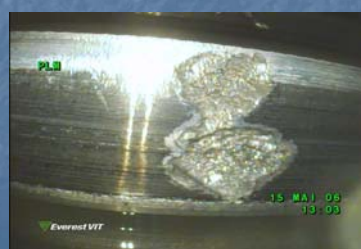
Fressen

# Verzahnungsschäden



Pitting

# Verzahnungsschäden



# Verzahnungsschäden



Riss mit Ausbruch



## Zahnbruch



## Wälzlager



## Bauformen



Rillenkugellager



Schrägkugellager

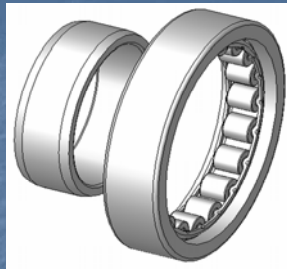


Vierpunktlager



Pendelkugellager

## Bauformen



Zylinderrollenlager



Pendelrollenlager



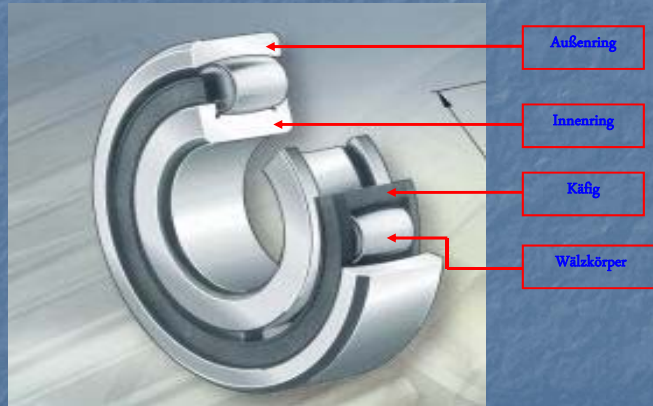
Tonnenlager



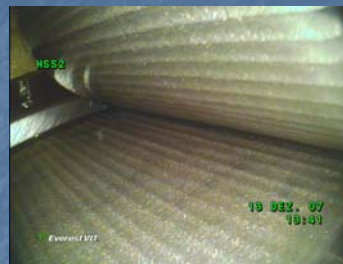
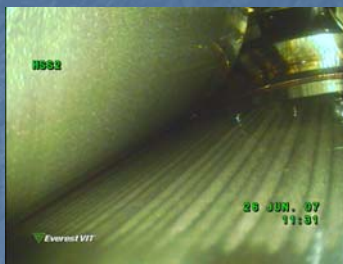
Kegelrollenlager



# Lageraufbau



# Lagerschäden

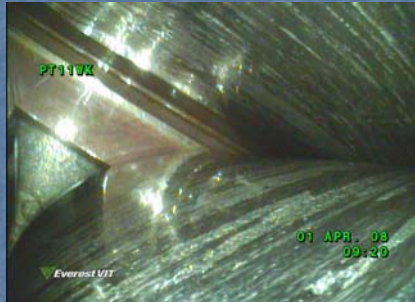


Stromdurchgang

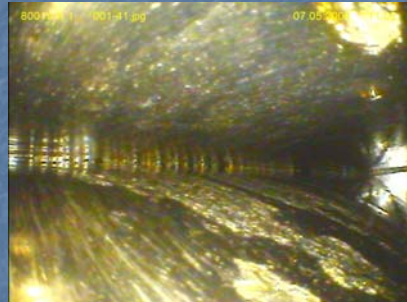


# Lagerschäden

## Anschmierungen



Außenring vollrolliges Zylinderrollenlager



Innenring/Wälzkörper vollrolliges Zylinderrollenlager

# Lagerschäden

## Abschälungen



Wälzkörper Vierpunktlager



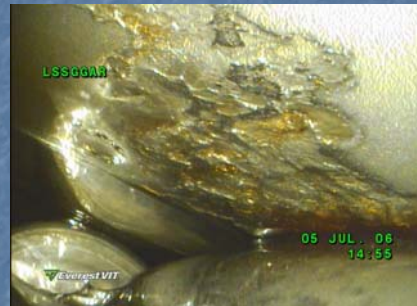
Lagerinnenring Zylinderrollenlager

# Lagerschäden

Abschälungen



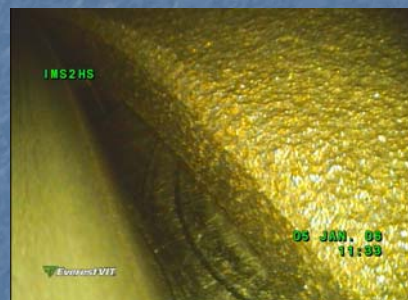
Käfig und Wälzkörper Pendelrollenlager Explorer



Außenring Pendelrollenlager Explorer

# Lagerschäden

vom Öl angegriffener Käfig



## Welches Endoskop ?

- Einsatzgebiet ?
  - Getriebegröße
  - On- / Offshore
- Sondenlänge ?
  - z.B. 2m; 3m ; 4,5m ; 6m, Sonderlängen
- Hilfsmittel ?
  - Gerätehalterung mit Klemme oder Magnet
  - formbare Führungsrohre
- Werkzeuge ?
  - .....

## Was mache ich wenn die Sonde feststeckt ?

- Ruhe bewahren!!!
  - wie ist die Abwinklung?
  - Zeichnung überprüfen.
  - läßt sich der Kopf noch bewegen?

Die Sonde in möglichst der gleichen Abwinklung durch vorsichtiges Drehen mit leichtem Ziehen aus der Engstelle befreien. Evtl. hilft die 'home-Funktion'.

Wenn es nicht klappt: alles aus der Hand legen, beruhigen (eine rauchen oder sonst was) und nächster vorsichtiger Versuch.

**Viel Glück!!!**

Danke für ihr Interesse!!



Wolfgang Sauer  
Technische Videoendoskopien