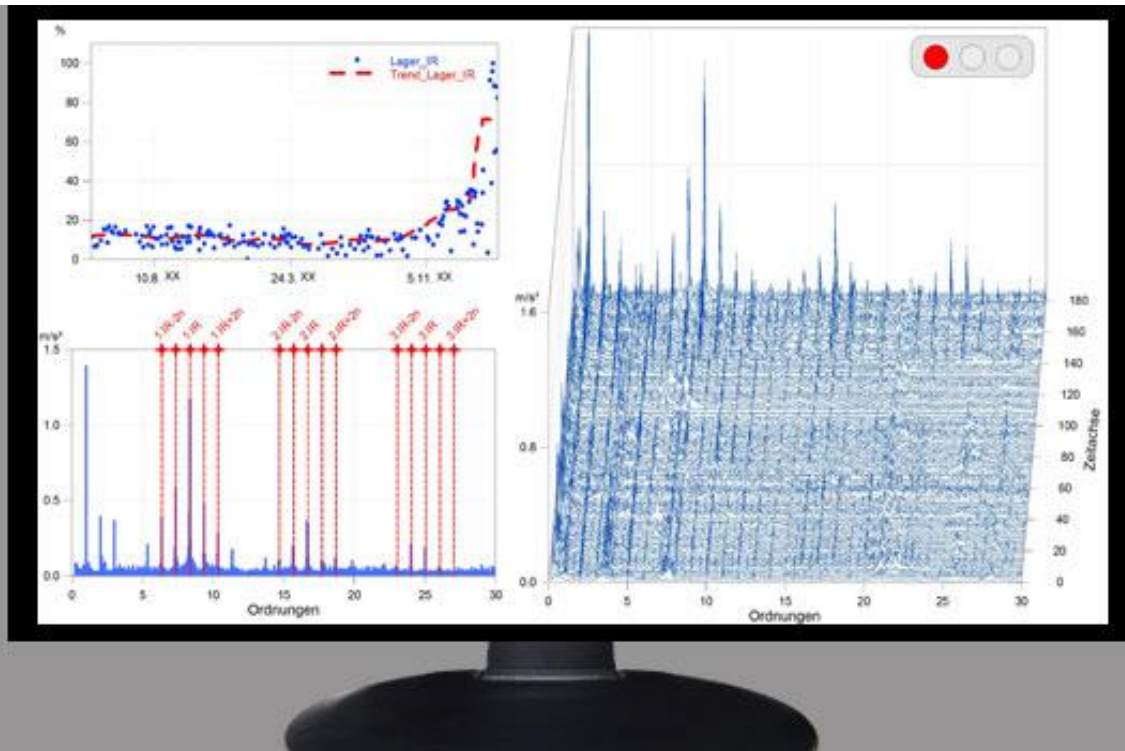


cms@wind **Detektion von Planetenlagerschäden in Windenergieanlagen**



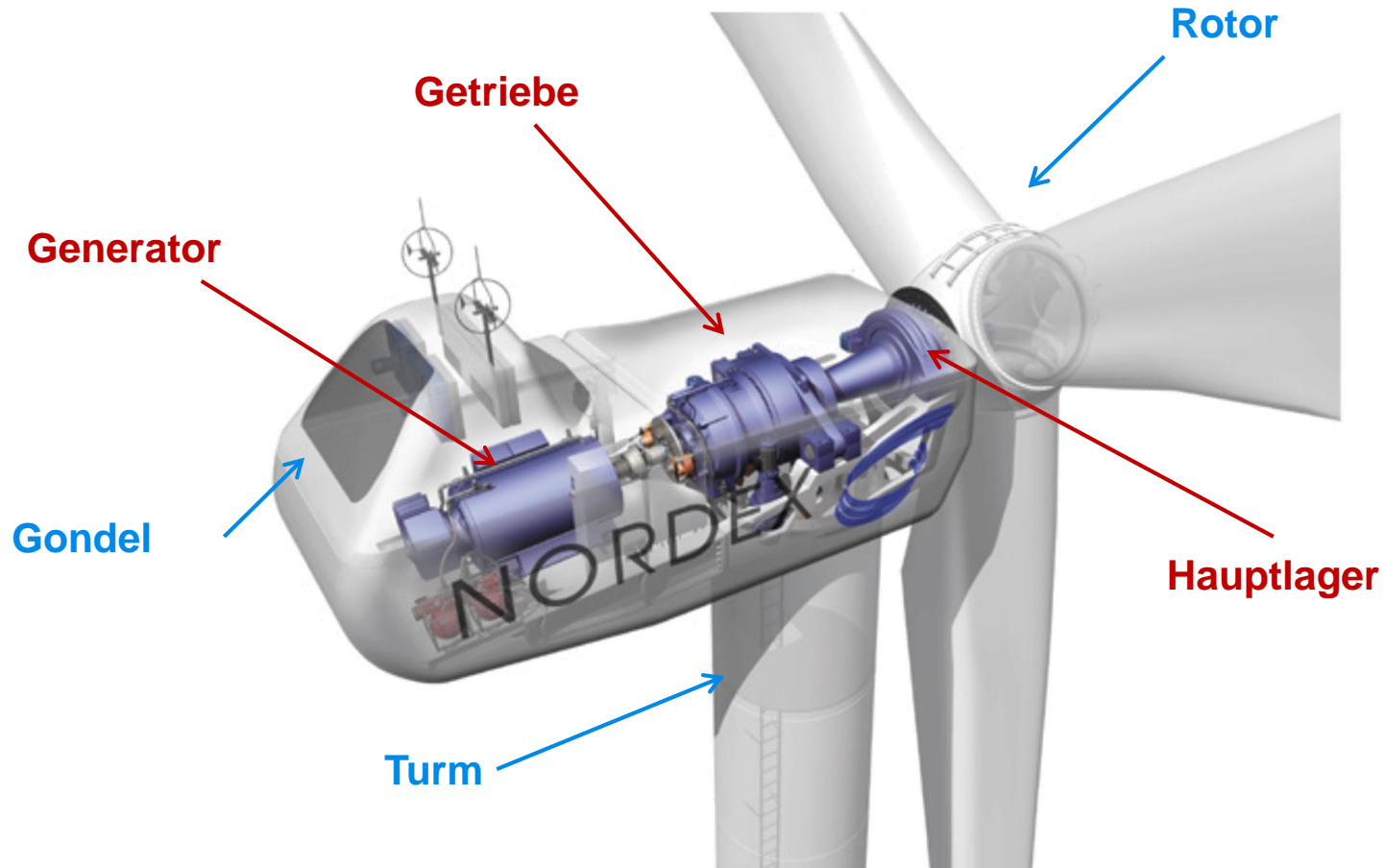
Inhalt

- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- Datensatzlänge
 - Relativedrehzahl der Planetenlager
 - Häufigkeit der Überrollungen
- Auflösung
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

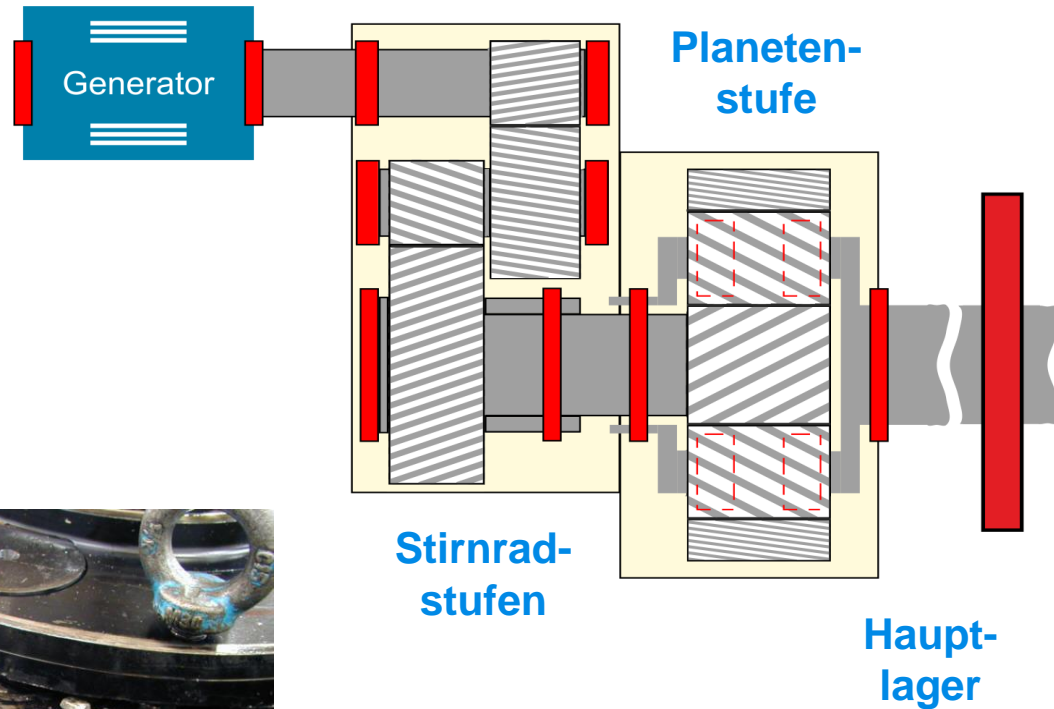
Inhalt

- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- Datensatzlänge
 - Relativdrehzahl der Planetenlager
 - Häufigkeit der Überrollungen
- Auflösung
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

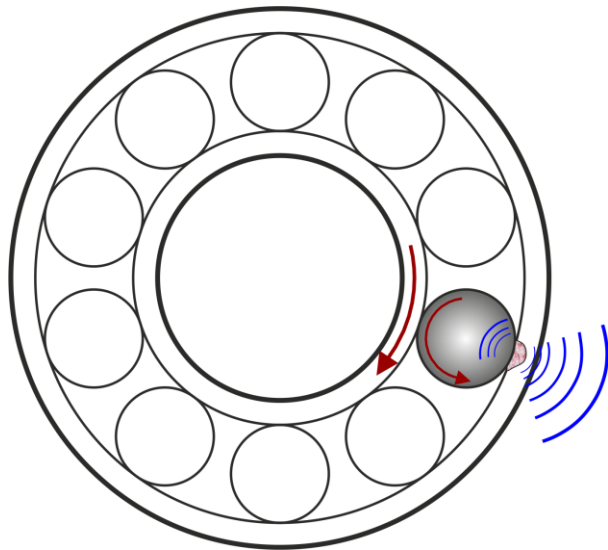
Anwendung – Einbau in der Anlage



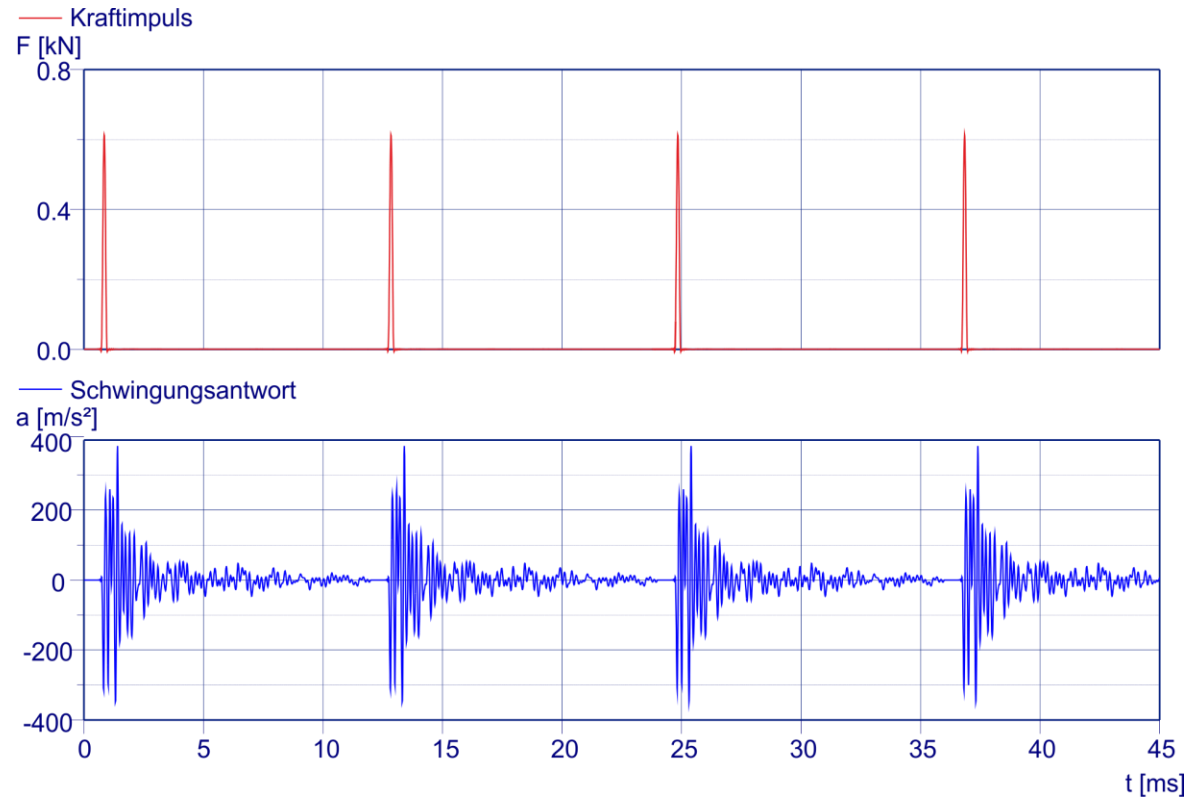
Anwendung - Typische Schadensbilder



Anwendung - Signalentstehung



$$f_{AR} = \frac{1}{2} n \cdot z \left(1 + \frac{D_W}{D_T} \right)$$



f_{AR} - Außenringüberrollfrequenz

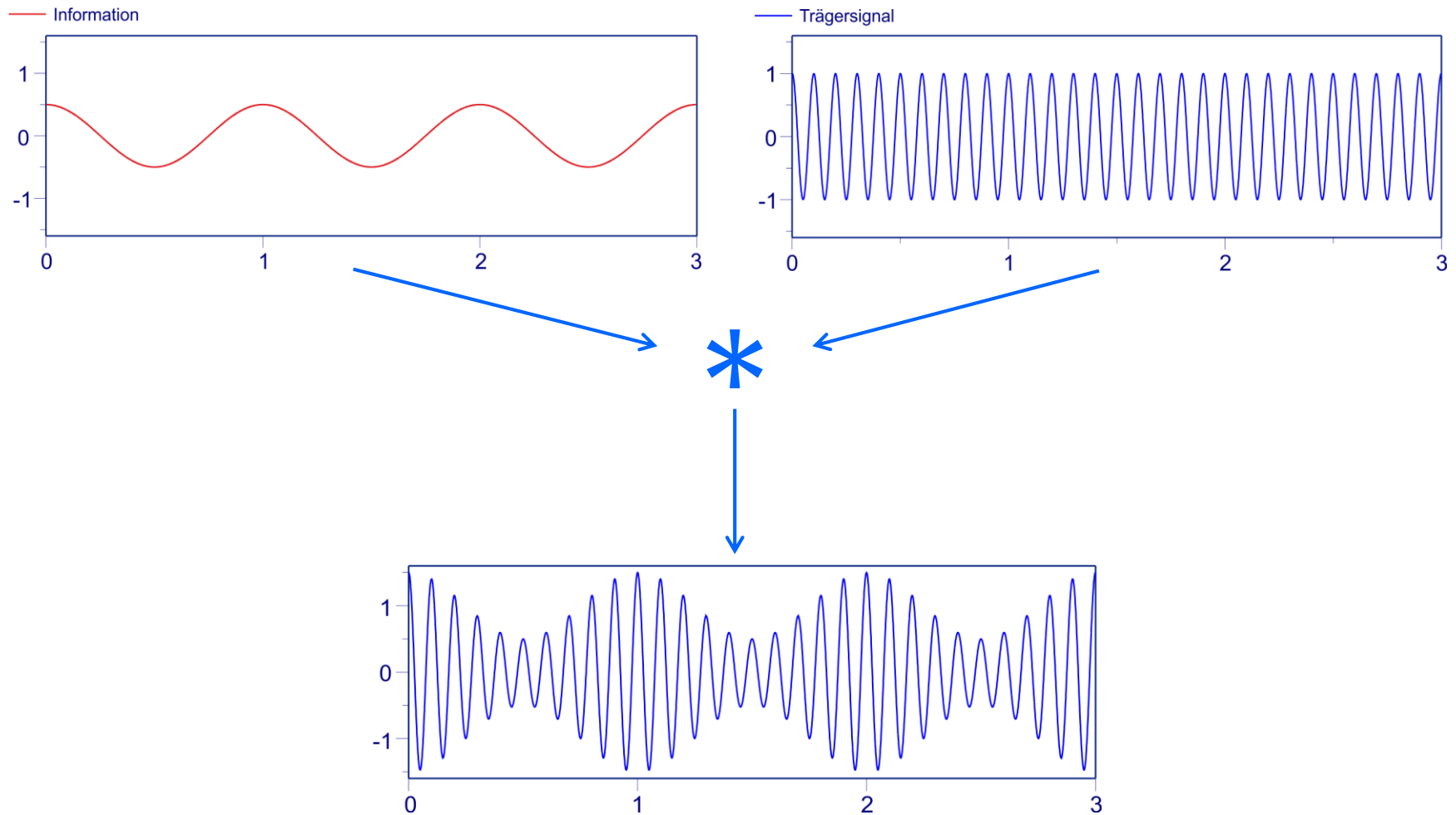
n - Drehzahl

z - Anzahl der Wälzkörper

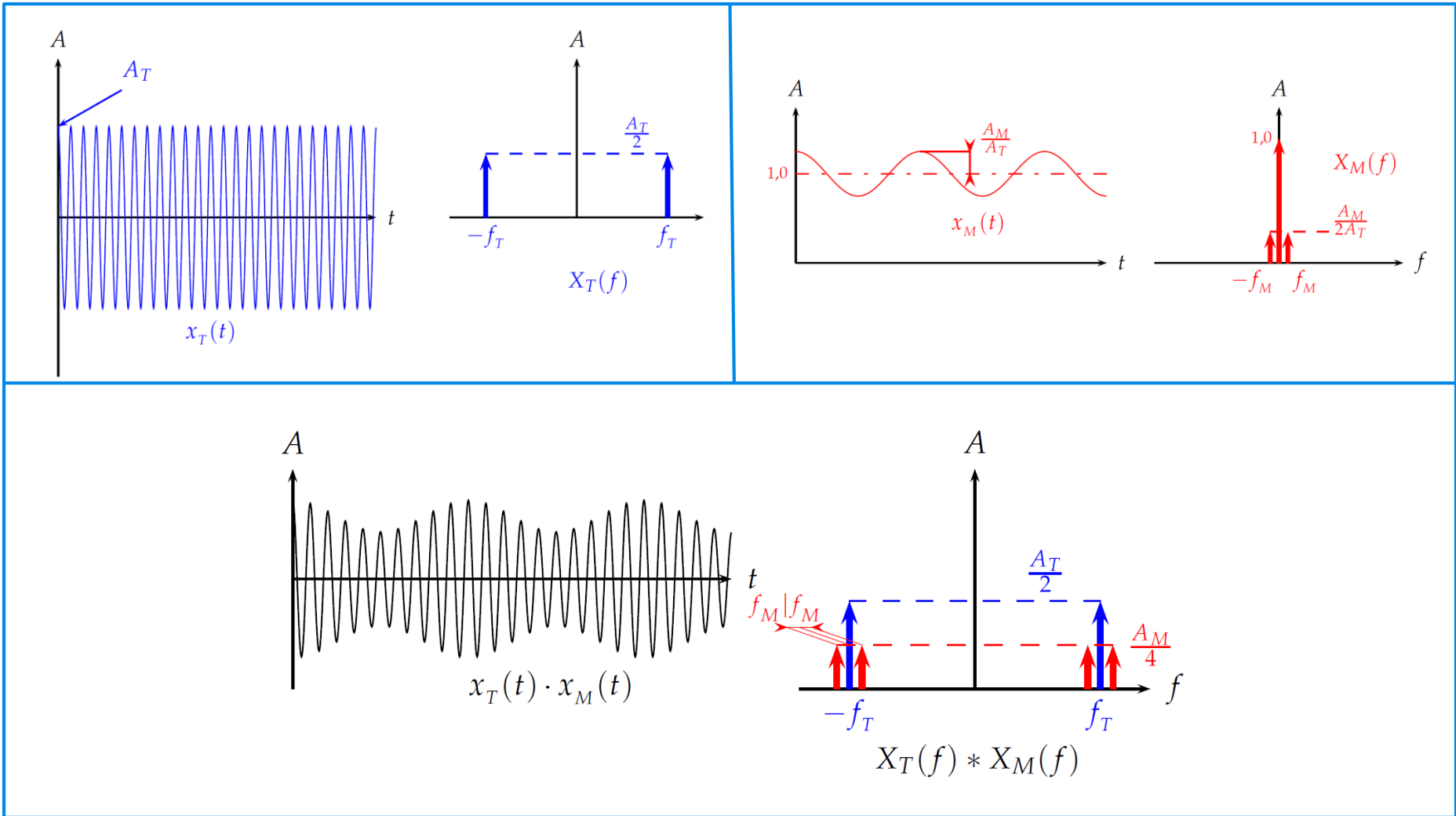
D_W - Wälzkörperdurchmesser

D_T - Teilkreisdurchmesser

Anwendung - Signalfaltung



Anwendung - Modulation in Spektrum

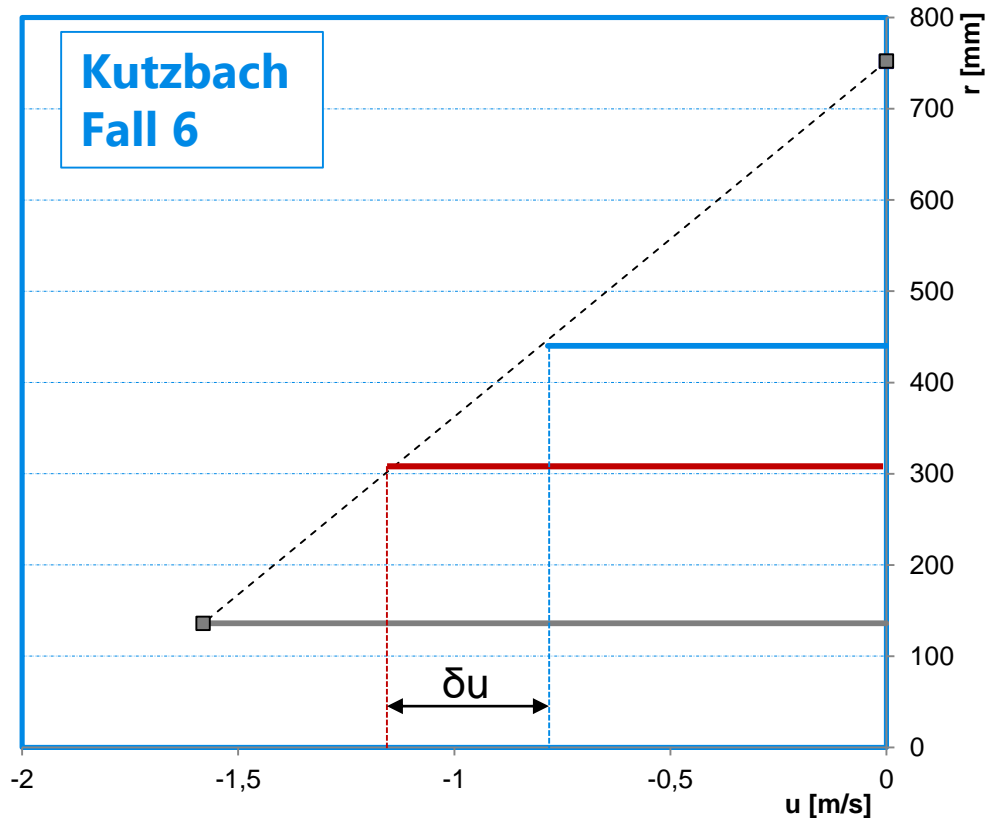


Inhalt

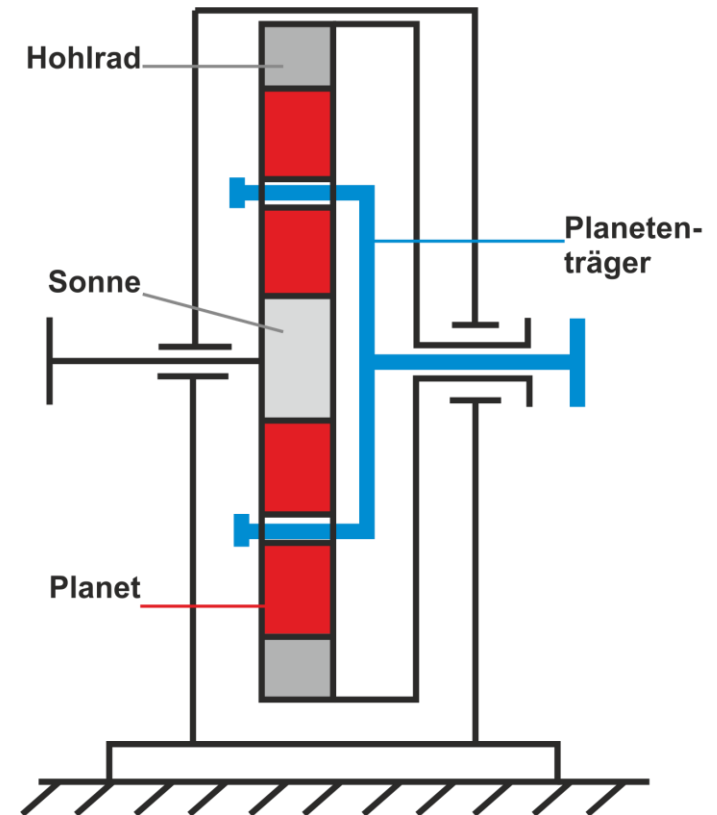
- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- **Datensatzlänge**
 - **Relativdrehzahl der Planetenlager**
 - **Häufigkeit der Überrollungen**
- Auflösung
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

Datensatzlänge - Relativdrehzahl der Planetenlager

Für den Planeten ist die **Relativdrehzahl n_{2S}** zwischen Steg und Planet schädigungsrelevant!



$$f_{AR} = \frac{1}{2} n \cdot z \left(1 + \frac{D_W}{D_T} \right)$$



Datensatzlänge – Häufigkeit der Überrollungen

Die notwendige Datensatzlänge ergibt sich aus der **Häufigkeit**, mit der der Schaden überrollt wird.

Typisches Planetenlager	Überroll- Ordnungen [60U/min]	Häufigkeit bei Nenndrehzahl der Anlage [Hz]	Häufigkeit bei mittlerer Anlagendrehzahl [Hz]
AR	6,62	4,65	2,90
IR	9,38	6,58	4,11
WK	2,81	1,97	1,23

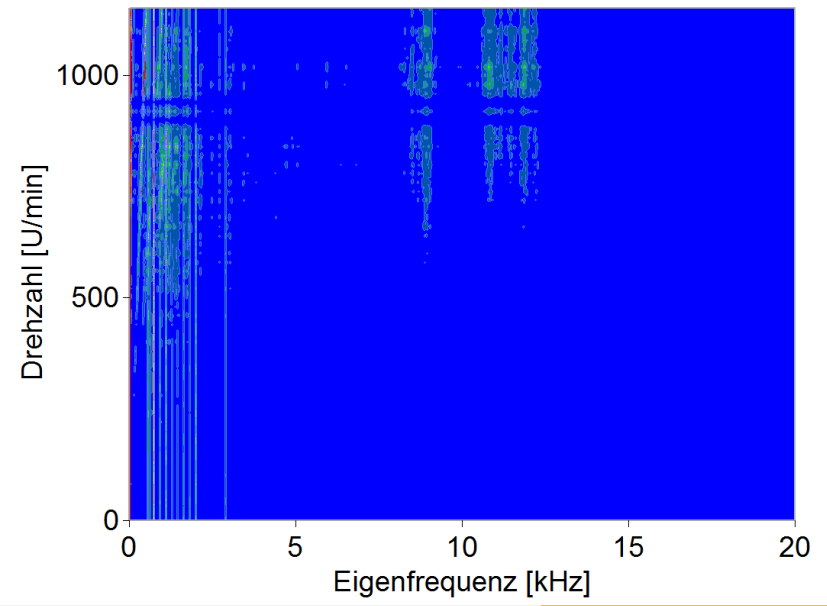
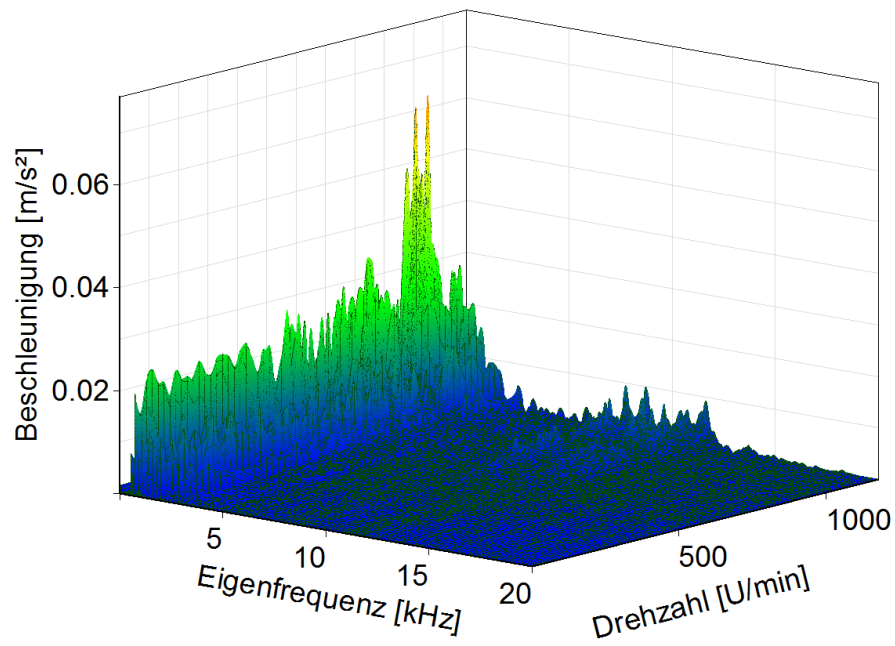
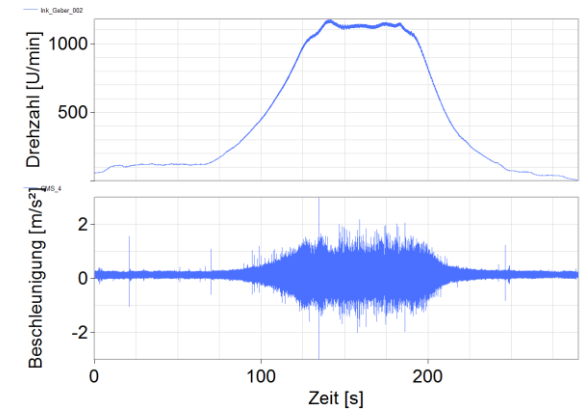
Beispiel: Überrollfrequenzen eines typischen Planetenlagers

Inhalt

- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- Datensatzlänge
 - Relativdrehzahl der Planetenlager
 - Häufigkeit der Überrollungen
- **Auflösung**
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

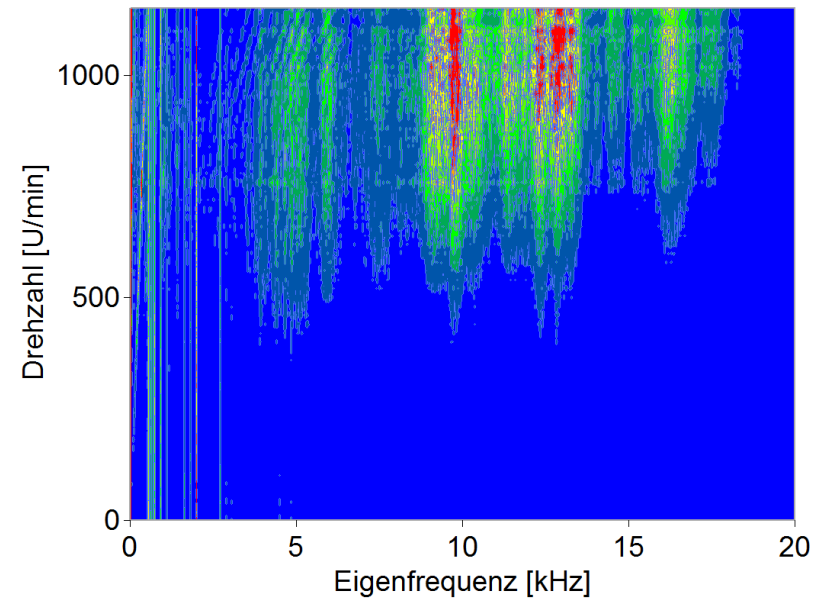
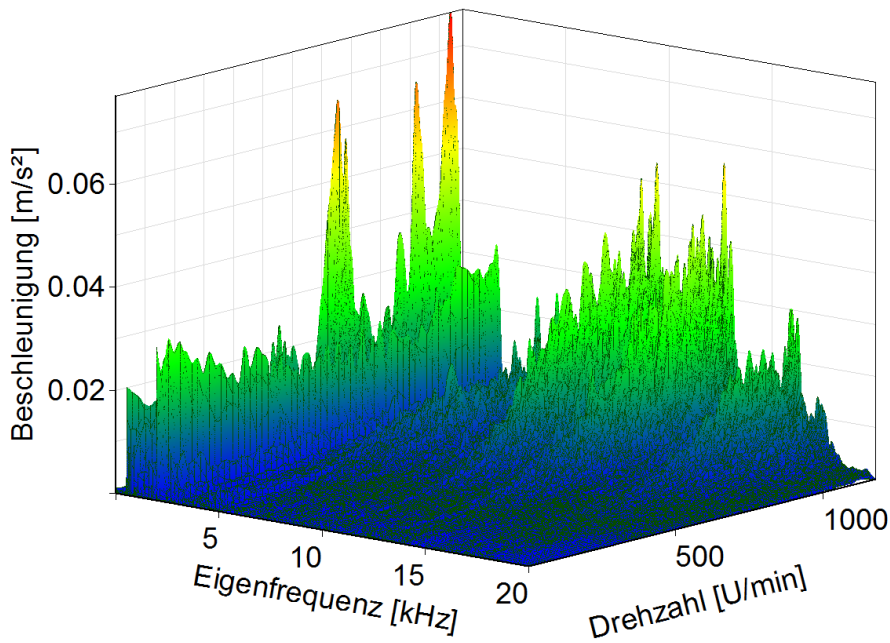
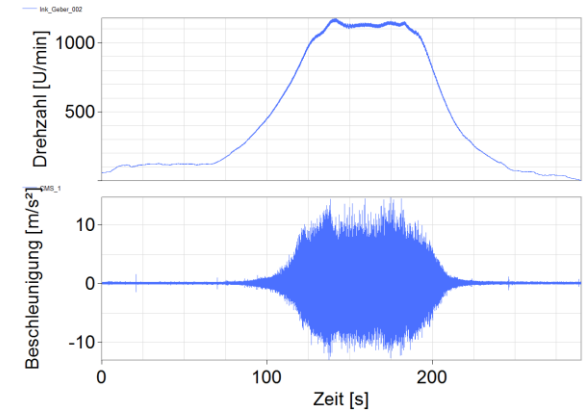
Auflösung - Hochlauf Fingerprint

Hochlauf – Sensor an Planetenstufe

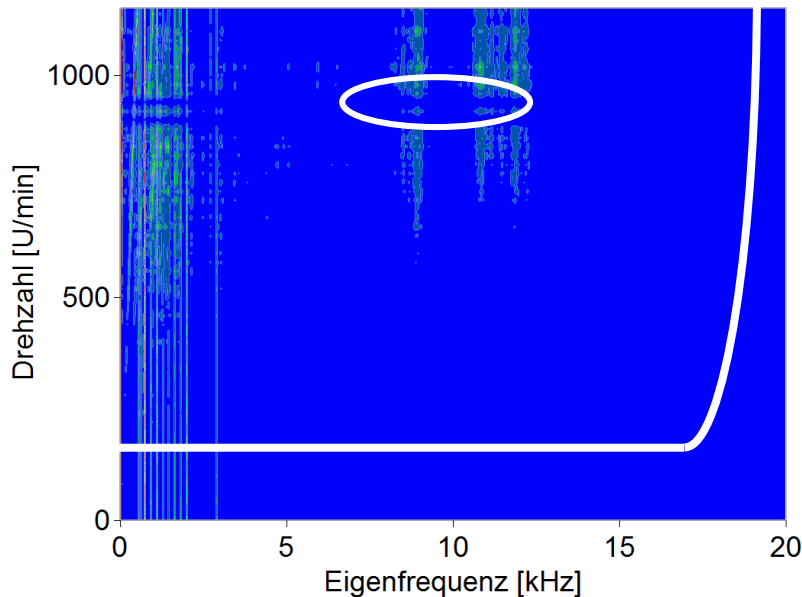
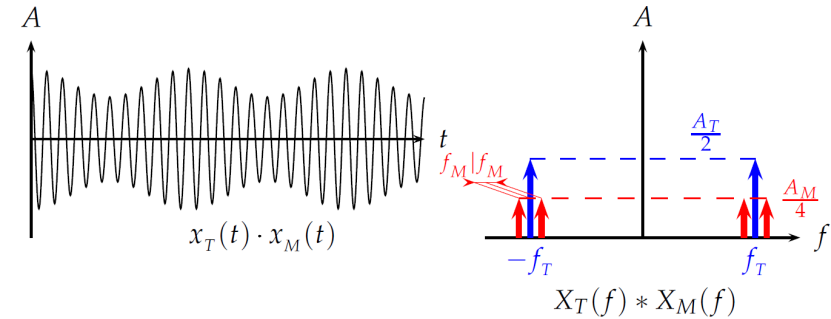
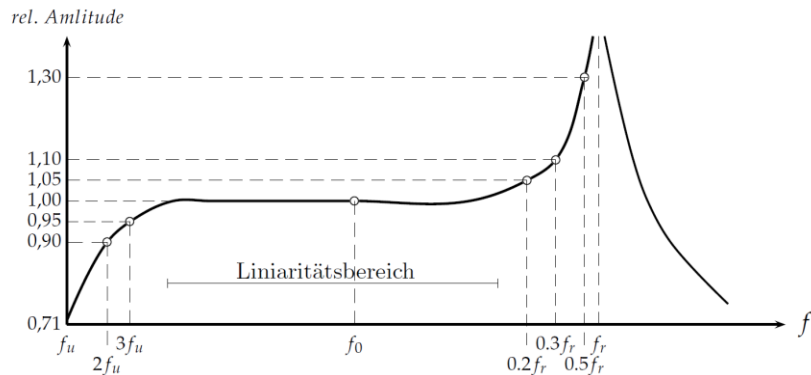


Auflösung – Hochlauf HSS

Hochlauf – Sensor an HSS



Auflösung – Addmitanz der Struktur



angenommen: 12,5 kHz

darstellbar: 25 kHz

sinnvolle Abtastung: 50 kHz

Die notwendige Auflösung ergibt sich aus den zu erwartenden Eigenfrequenzen (Admittanz).

Inhalt

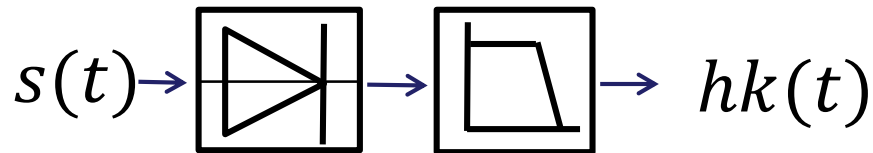
- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- Datensatzlänge
 - Relativedrehzahl der Planetenlager
 - Häufigkeit der Überrollungen
- Auflösung
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

Möglichkeiten der Rückfaltung

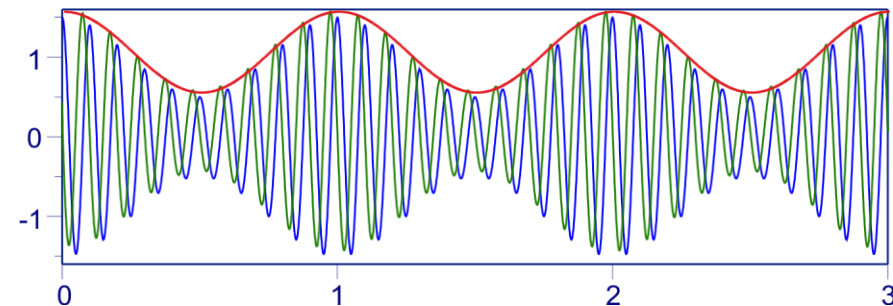
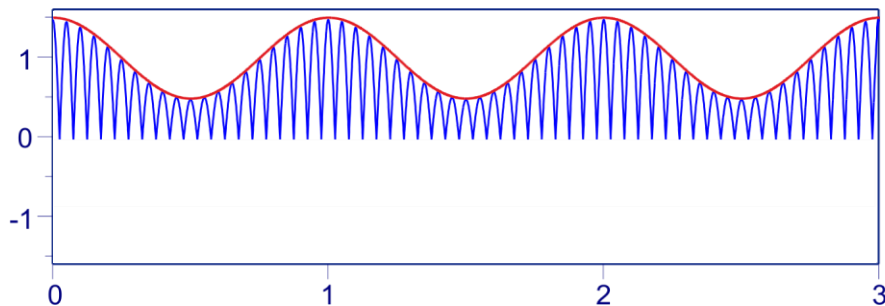
Diagnosemethoden

Gleichrichtung / Tiefpassfilterung

Hilberttransformation



$$hk(t) = \sqrt{Re^2 + Im^2}$$

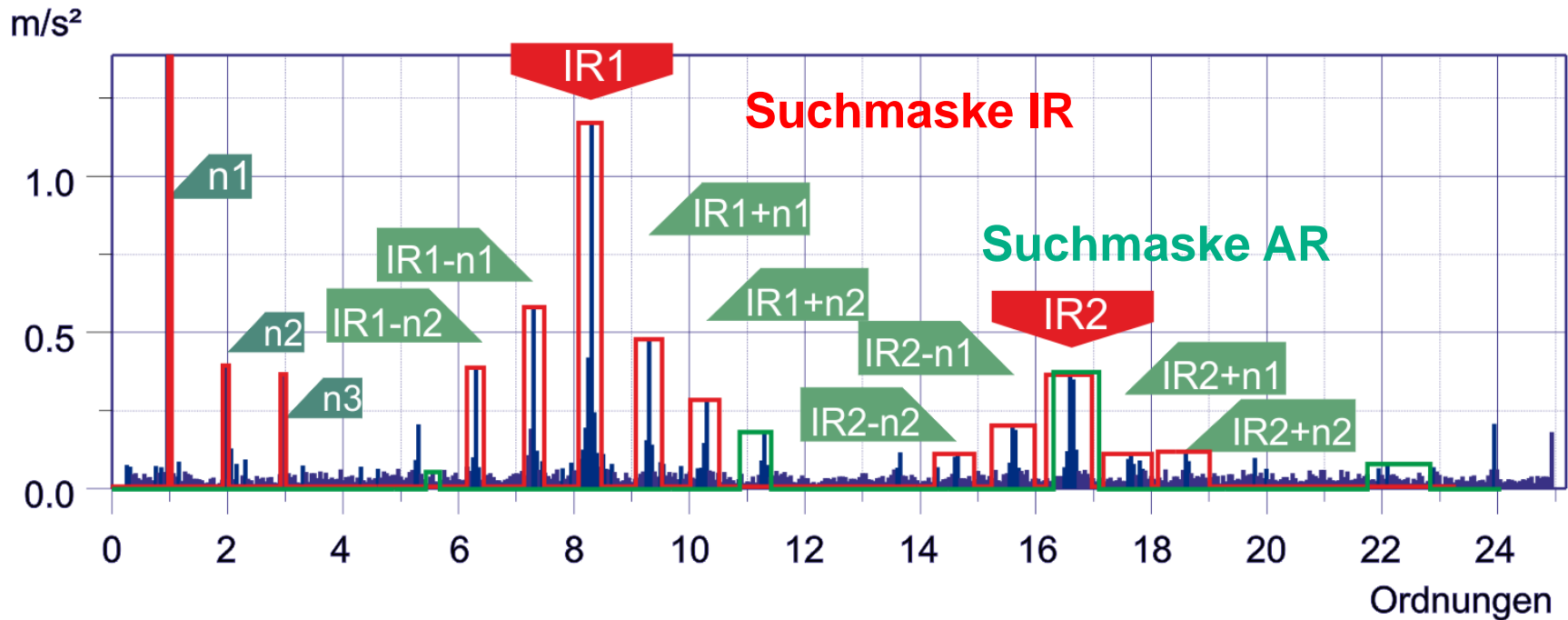


Inhalt

- Anwendung
 - Einbau in der Anlage
 - Typische Schadensbilder
 - Signalentstehung
 - Signalfaltung
 - Modulation im Spektrum
- Datensatzlänge
 - Relativdrehzahl der Planetenlager
 - Häufigkeit der Überrollungen
- Auflösung
 - Hochlauf – Fingerprint Planetenstufe
 - Hochlauf – HSS im Vergleich
 - Admittanz der Struktur
- Möglichkeiten der Rückfaltung
- OsT
 - Schadensmuster am Innenring
 - Kennwertverlauf
 - Signalfaltung
 - Entwicklung Planetenlagerschaden

OsT - Schadensmuster am Innenring

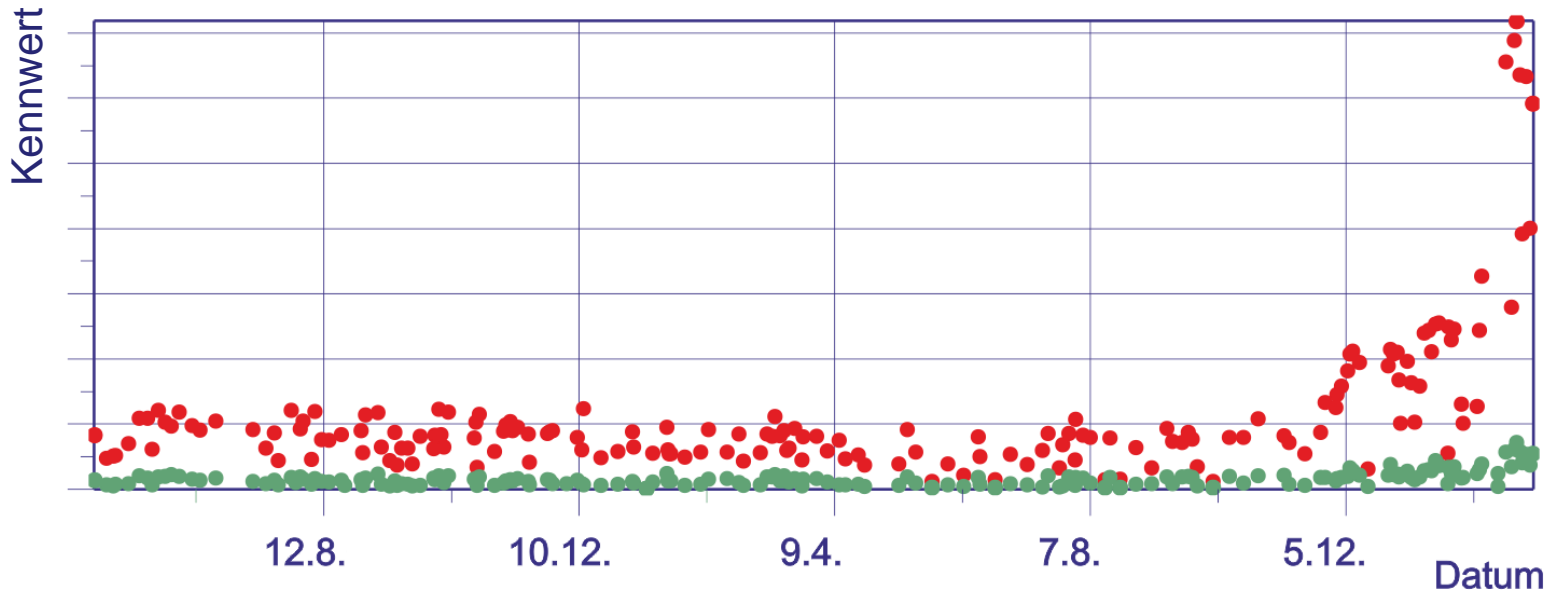
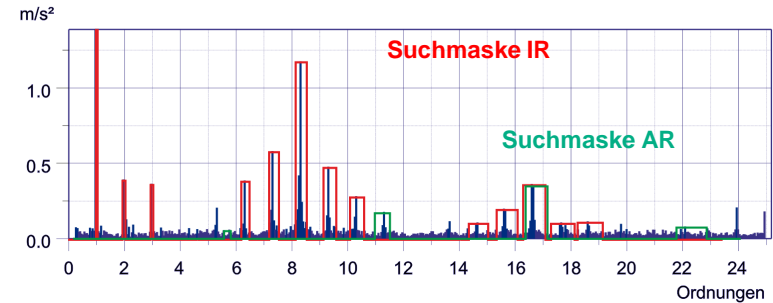
OST = **O**rdnungs**s**elektive **T**rendanalyse



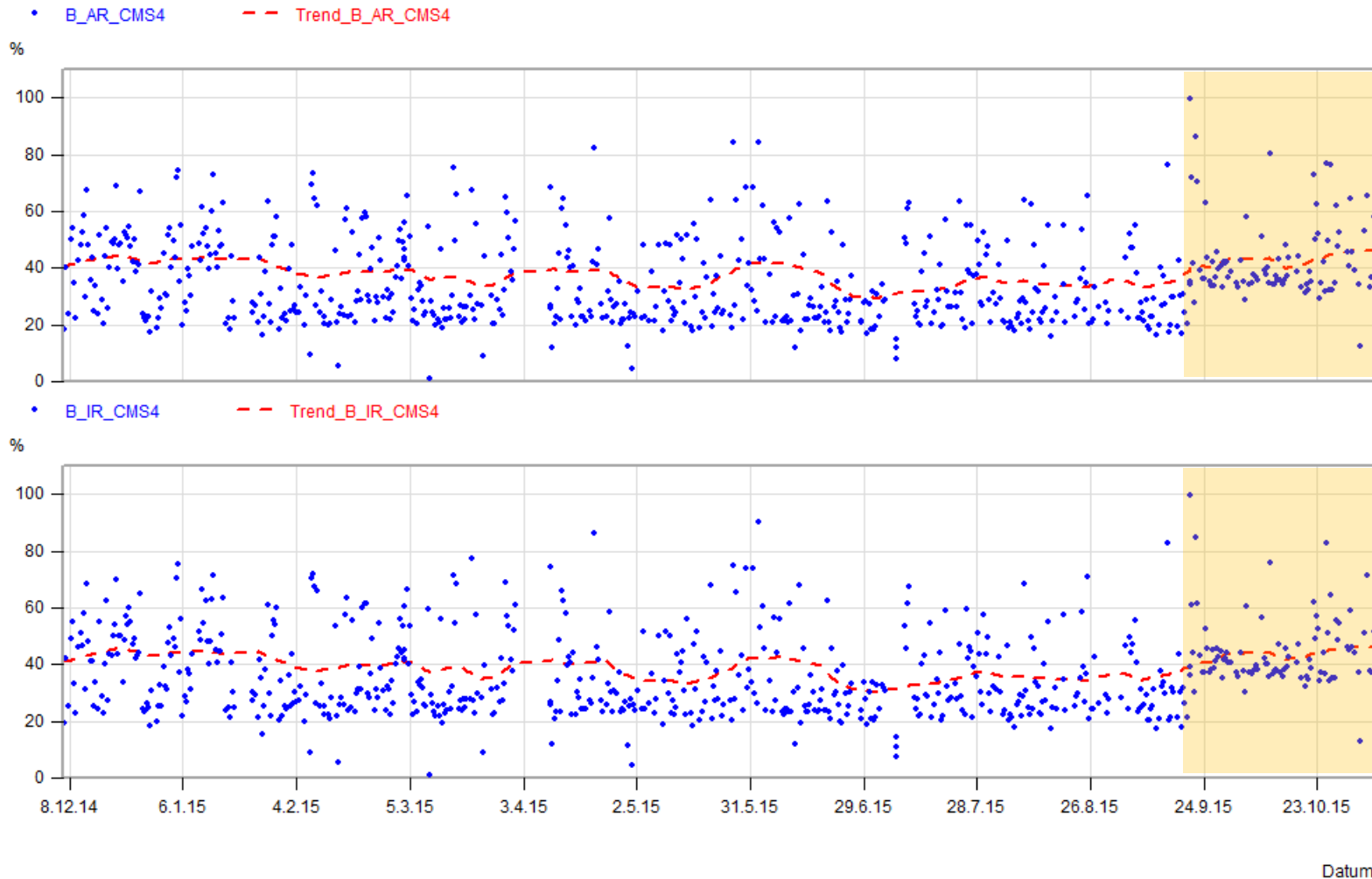
Beispiel: Innenring dreht, Außenring steht

OsT - Kennwertverlauf

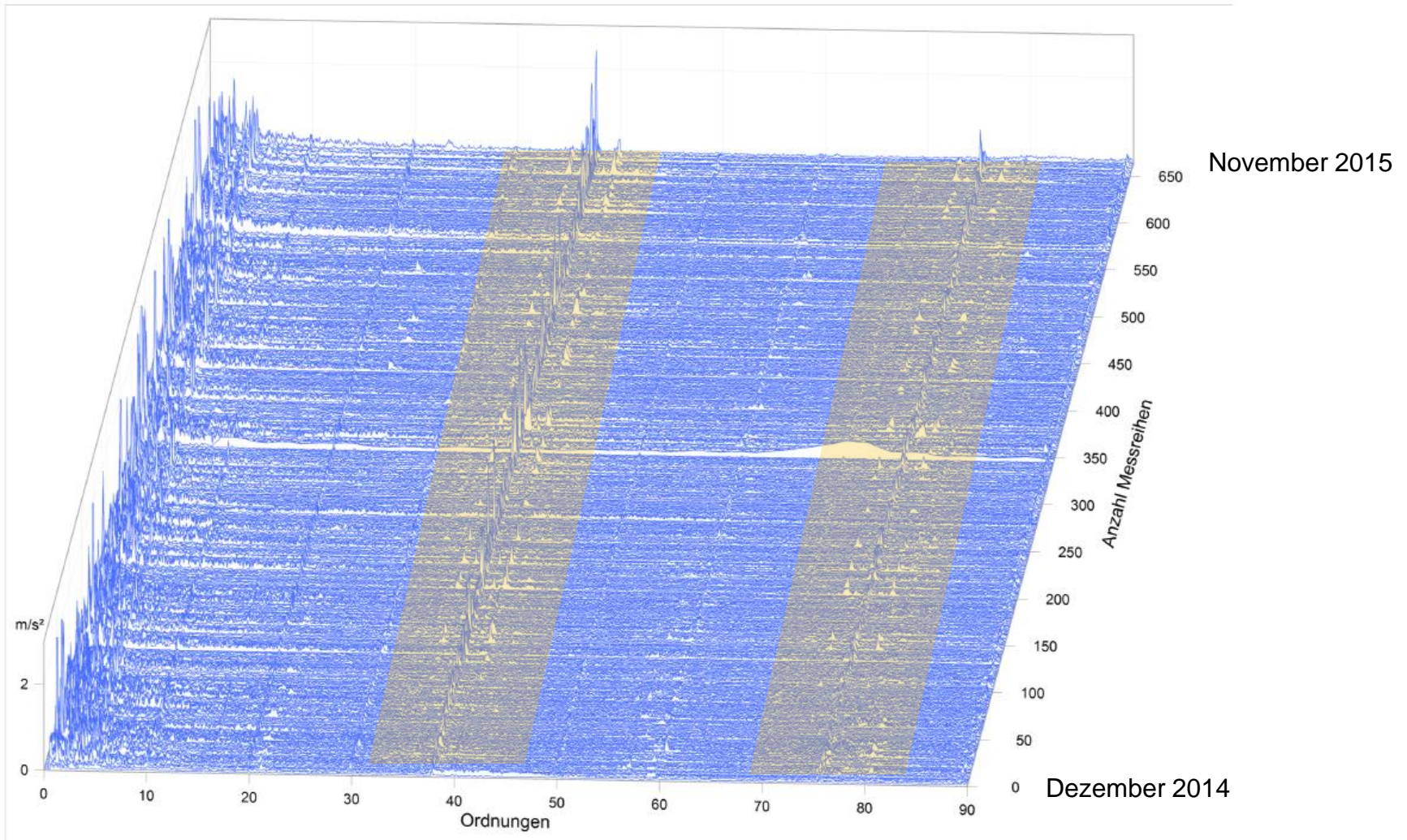
● KENNWERT AR ● KENNWERT IR



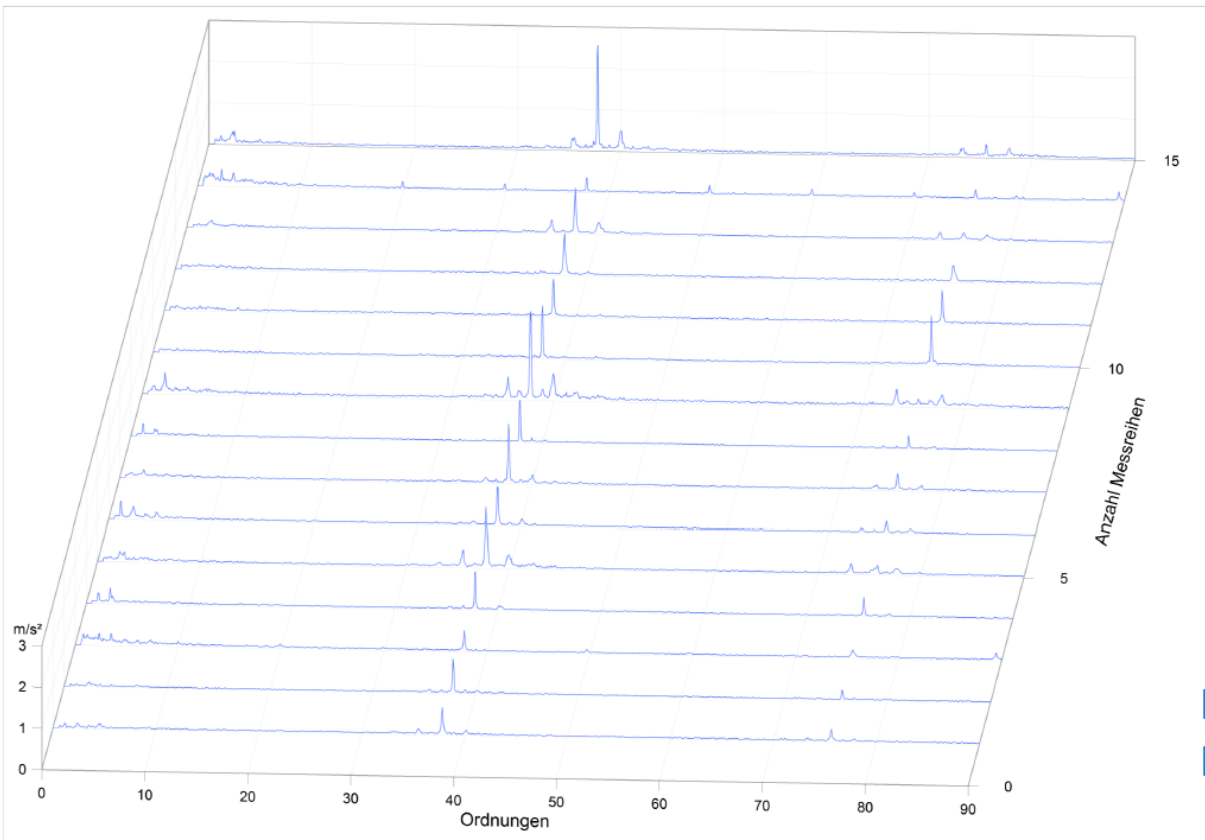
OsT – Entwicklung Planetenlagerschaden



OsT – Entwicklung Planetenlagerschaden

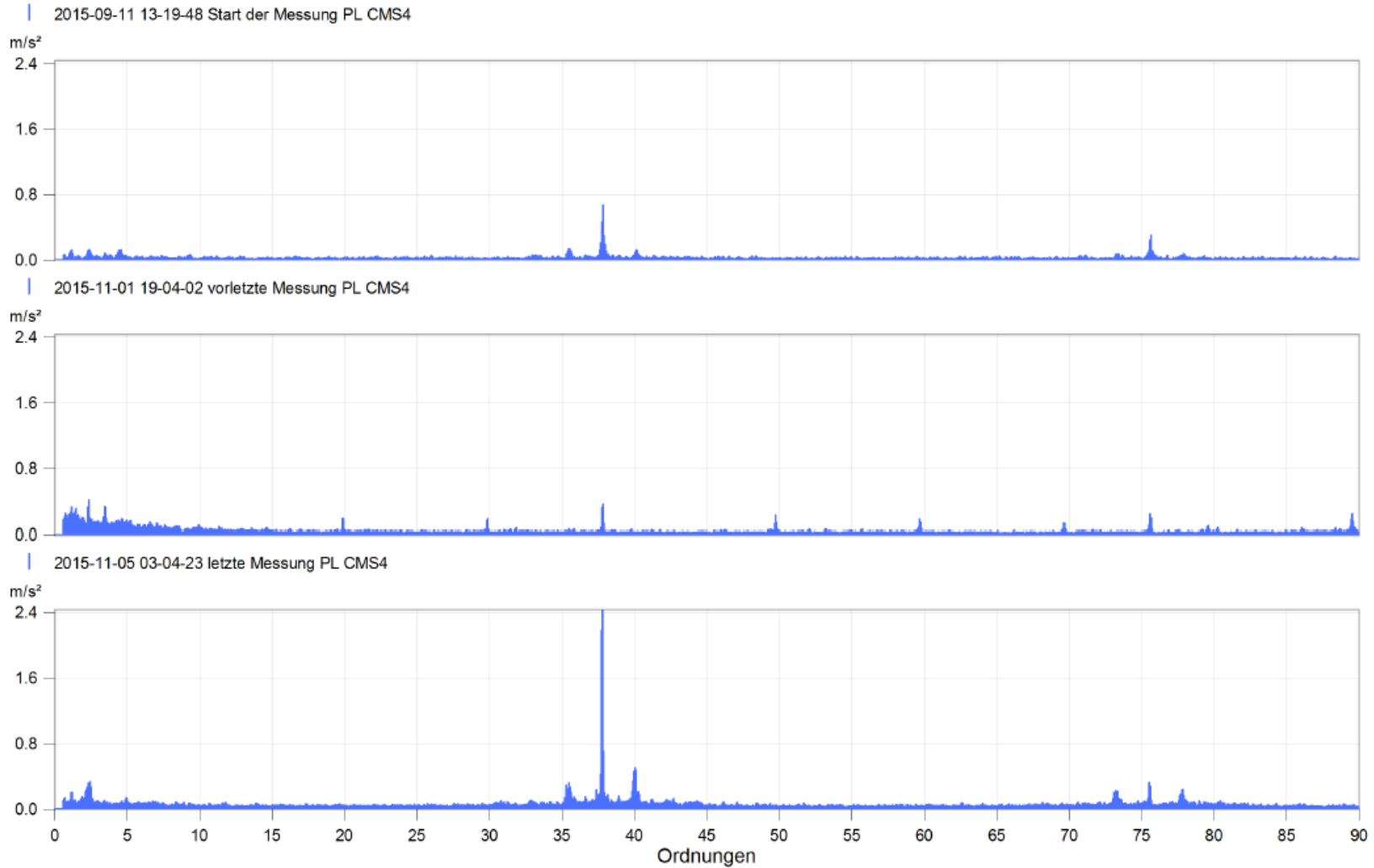


OsT – Entwicklung Planetenlagerschaden



Einige ausgewählte Datensätze

OsT – Entwicklung Planetenlagerschaden



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt: info@cms-wind.de

cms@wind GmbH

c/o betahaus

Eifflerstraße 43

22769 Hamburg

Alle Daten wurden aufgezeichnet mit
dem **cms.beta.8** und
ausgewertet mit dem
cms.beta.viewer.