

# VCE

---

# OFFSHORE STRUCTURES

Assessment & Management  
Service Catalogue

---



**wimos**  
MONITORING SYSTEM



# Structural Health Management of Offshore Assets

## Introduction Einleitung

The assessment and management of offshore structures benefits considerably from monitoring information. Data on the actual specific system response carries all the necessary information for structural health management.

The basic services offered are:

- ▶ Determination of the ultimate load capacity
- ▶ Quantification of the fatigue status and the remaining fatigue life
- ▶ A condition-based inspection plan saving money on visual inspections
- ▶ Quantification of life consumed and justification for the extension of life

Usage monitoring provides information on the load history and the events experienced by an offshore asset during its lifetime, forming the basic data set for data-driven asset management procedures.

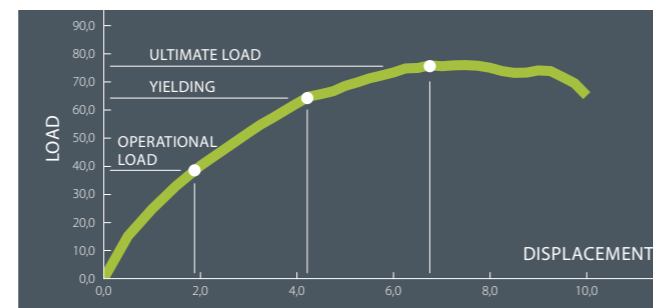
Die Bewertung und das Management von Offshore Strukturen wird durch Monitoring Informationen verbessert. Daten über das tatsächliche Tragwerksverhalten bringen alle notwendigen Informationen für das Erhaltungsmanagement.

Die bevorzugt angefragten Leistungen sind:

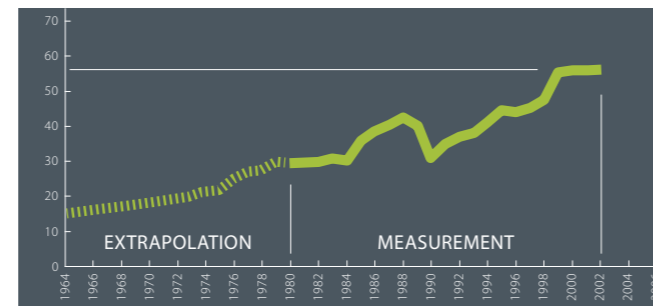
- ▶ Bestimmung der Traglast
- ▶ Quantifizierung des Ermüdungsstatus
- ▶ Ein Risk Based Inspection Plan mit ökonomischer Optimierung
- ▶ Quantifizierung des Lebenszyklus und der verbleibenden Lebensdauer

Monitoring-Systeme liefern zusätzlich Informationen über die Gebrauchslasten und deren Geschichte. Dadurch werden Unsicherheiten im Bewertungsprozess reduziert und präzisere Voraussagen ermöglicht.

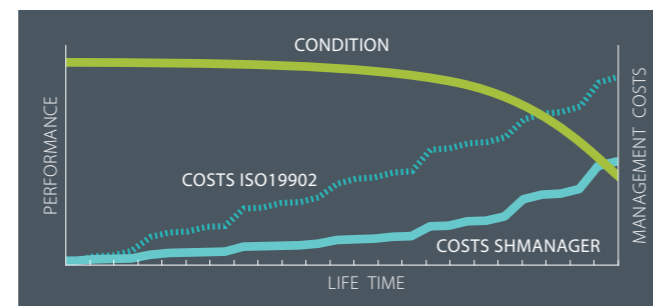
## Ultimate Load



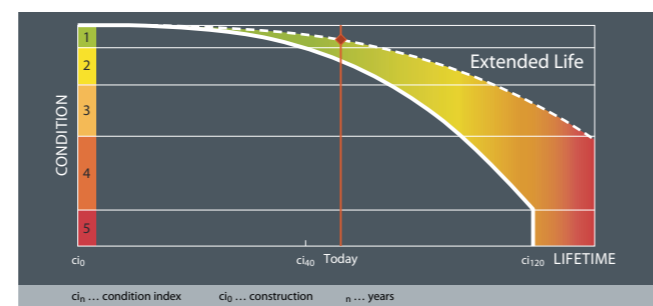
## Fatigue Status



## Targeted Inspection



## Extension of Life



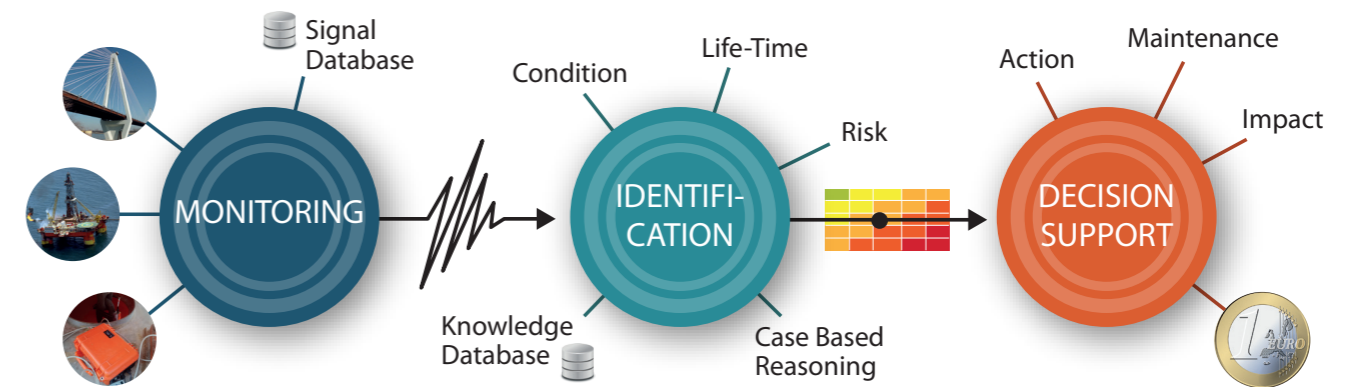
## WIMOS Process Asset Management

The basis for assessment of performance and condition within Life-Cycle Engineering of Structures requires data-driven information to enable precise decision support. The elements of this process are:

- ▶ Monitoring to obtain the necessary detailed data
- ▶ Identification of the system and computation of the current status
- ▶ Demonstration of the consequences of this specific assessment on management activities

Die Beurteilung des Zustands und des Verhaltens eines Bauwerks innerhalb des Lebenszyklus benötigt datenunterstützte Informationen, die einen präzisen Entscheidungshilfeprozess ermöglichen. Die Elemente dieses Prozesses sind:

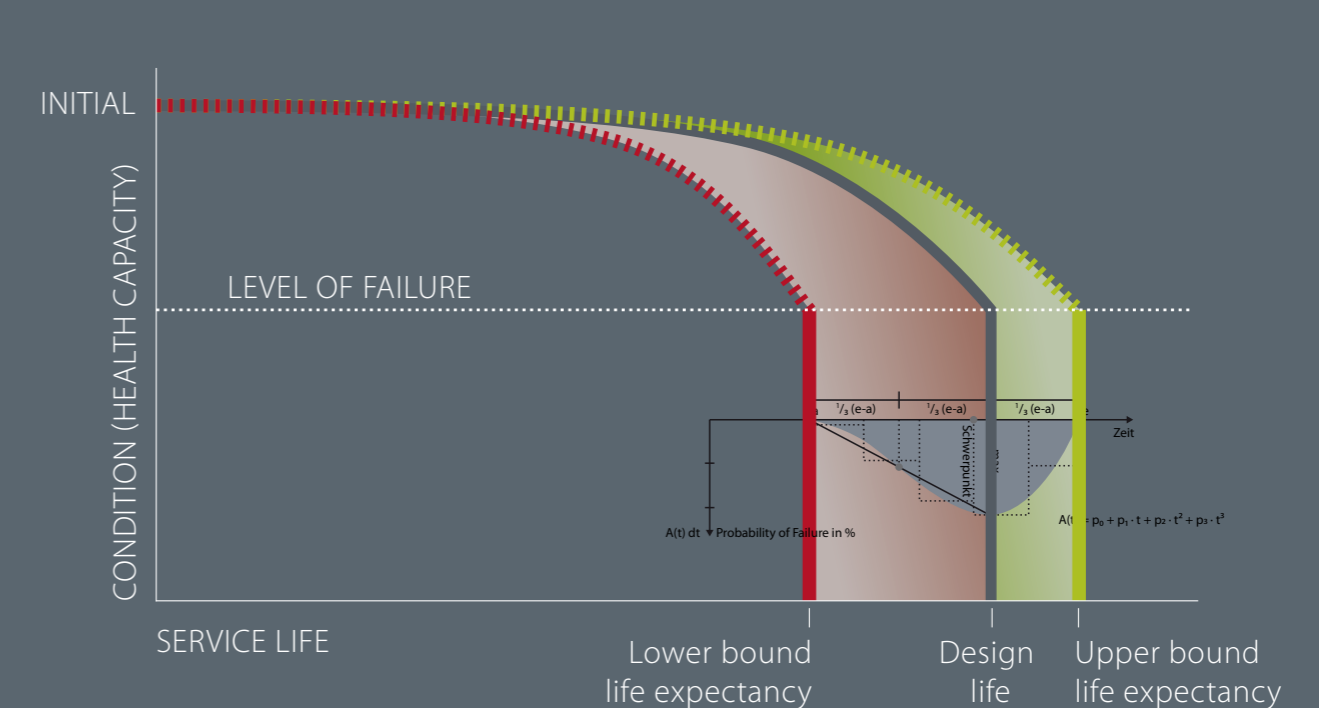
- ▶ Monitoring Kampagnen, die die notwendigen Datensätze liefern
- ▶ Systemidentifikation und Modellierung des aktuellen Zustands
- ▶ Darstellung der Konsequenzen der Bewertung und Einfluss auf die Asset-Management Aktivitäten



The assumed natural degradation process of any asset can be quantified by a number of performance assessment activities over time. These are compared to existing standardized mathematical formulations of degradation. The difference between theoretical and actual performance provides information to make decisions on maintenance and quantifies eventual remaining lifetime.

Der ermittelte natürliche Alterungsprozess jedes Bauwerks kann durch eine Anzahl von Parametern definiert werden. Diese werden mit einem theoretischen, mathematischen Modell der Alterung verglichen. Der Unterschied zwischen theoretischem und tatsächlichem Modell ergibt jene Informationen, die Entscheidungen über Wartungsprogramme liefern und die potenzielle Lebensverlängerung quantifizieren.

## Life Time Performance



# Ultimate Load

## Input Data Eingangsdaten

The structure is monitored using a mobile system. Acceleration sensors are placed at all relevant positions on the structure.

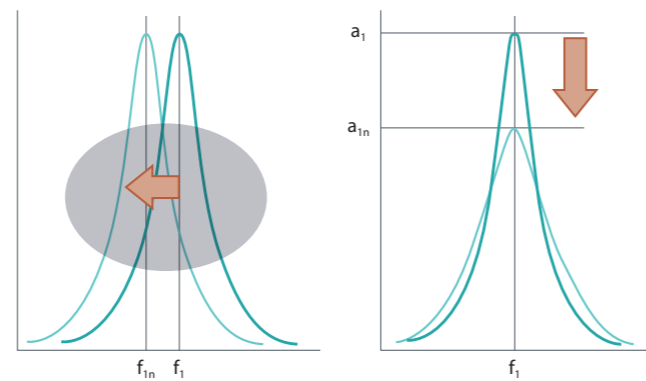
Die mobile Monitoringkampagne umfasst zahlreiche Beschleunigungsaufnehmer, welche in einem vordefinierten Netz aufgestellt werden.



## Physical Understanding Technisches Verständnis

After system identification a realistic model is available to determine ultimate load modes or to perform push-over analysis is performed.

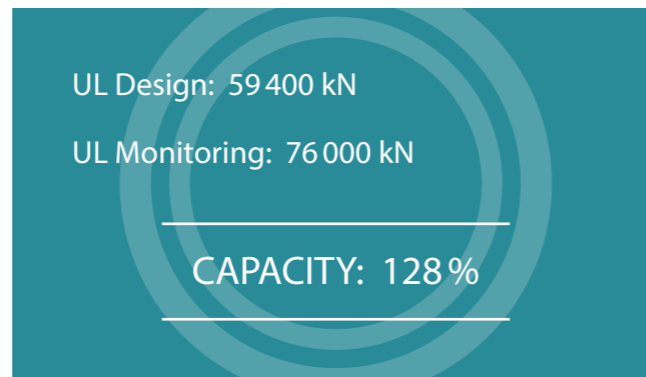
Am getunten Modell kann eine spezifische Traglastberechnung durchgeführt werden. Nicht lineare Ansätze werden verwendet.



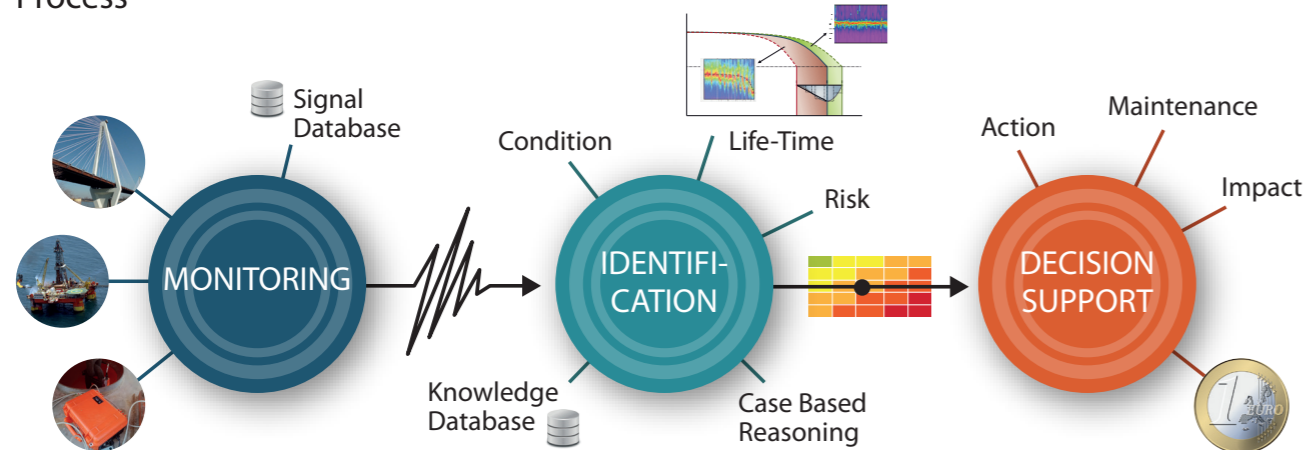
## Results Ergebnisse

The ultimate load the system can tolerate is determined. This can be repeated for various failure modes.

Die Traglast der Struktur wird dargestellt. Dies erfolgt für ausgewählte Versagensmechanismen.



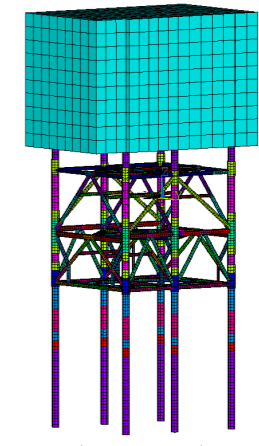
## Process



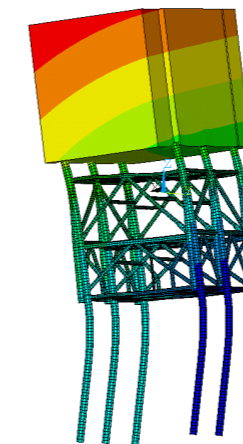
## Monitoring for System Identification Purposes Mobile Messkampagne



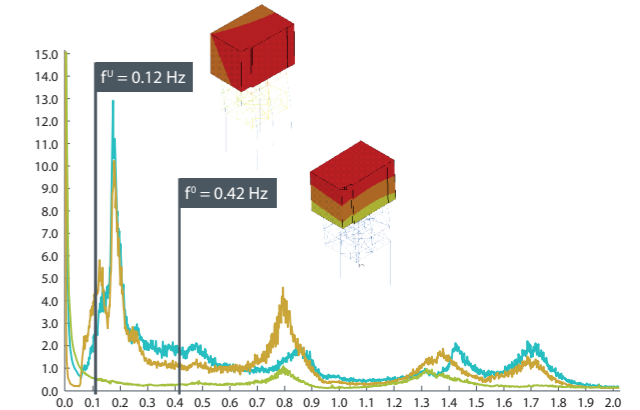
## Modelling



## Failure Mode Versagensmechanismus

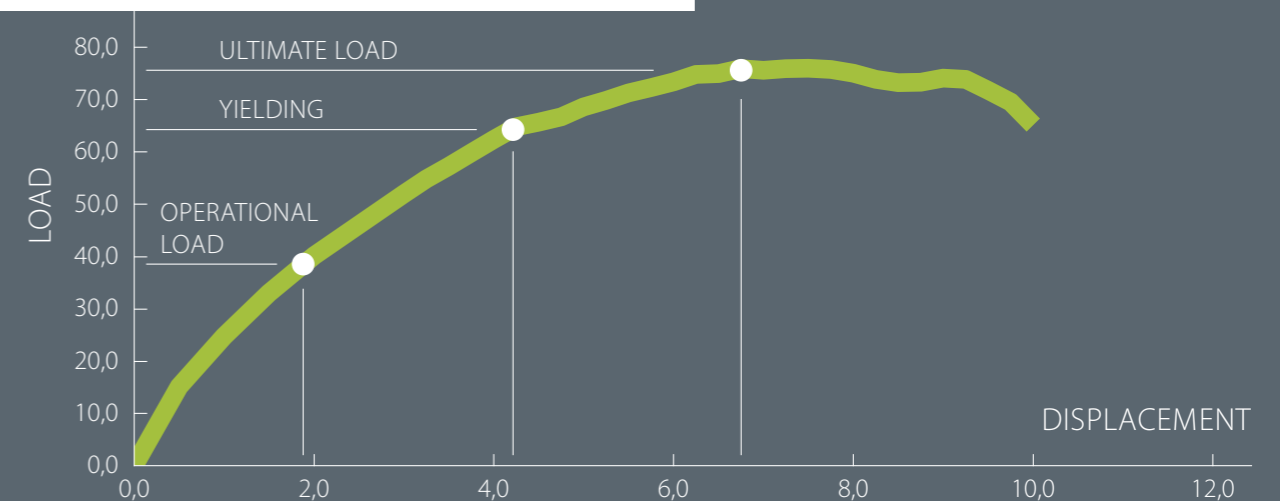


## Update



## Maximum Strain Grenzlast

## ► Ultimate Load 76000 kN ◀



# Fatigue Life Determination

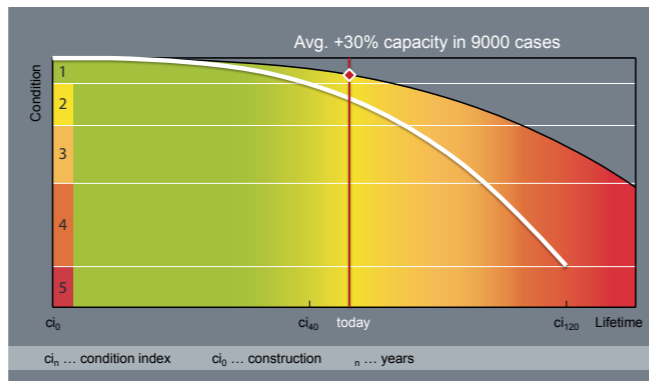
## Input Data Eingangsdaten

Measurements that allow an exact determination of stress cycles for each loading case are used. Displacement, strain or dynamic parameters are applied. Monitoringdaten aus verschiedenen Quellen werden verwendet. Am häufigsten werden Beschleunigungen, Verformungen oder Spannungen gemessen.



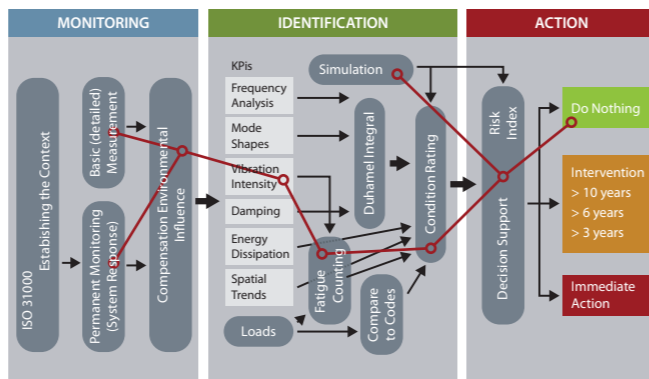
## Physical Understanding Technisches Verständnis

The consumed life takes account of all load cycles with their respective contribution to fatigue relevance derived from the Wöhler Curves. Die gemessenen und gezählten Spannungsspiele (Lastkollektiv) werden mit relevanten Wöhlerkurven verglichen, woraus sich der jeweilige Anteil (Schadenskollektiv) an der Gesamtkapazität ermittelt.

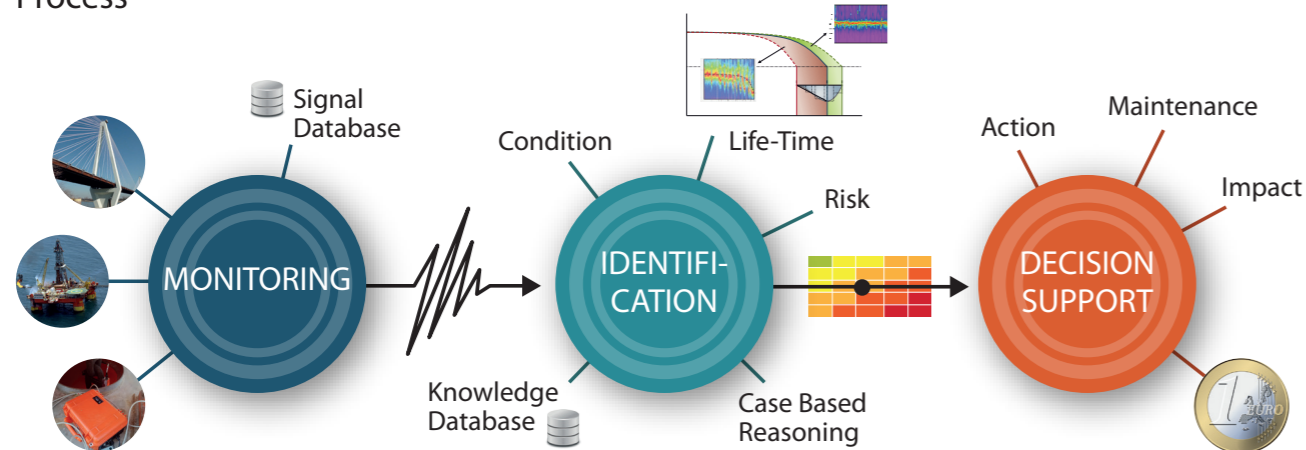


## Results Ergebnisse

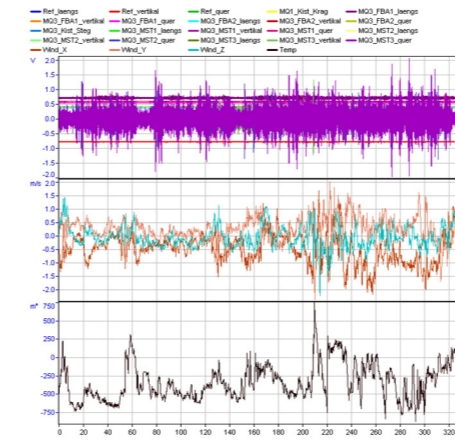
The percentage of consumed fatigue life (% consumed or % remaining life) is provided in graphical and digital form. Die verbleibende Lebenszeit zufolge Ermüdung wird entweder in Jahren oder als Prozentzahl der Gesamtlebensdauer angegeben.



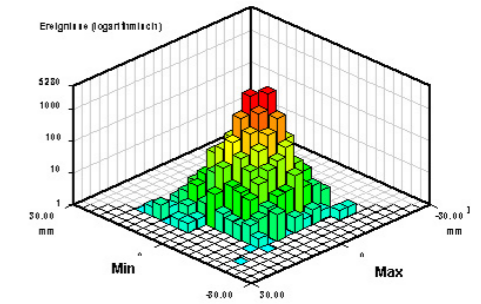
## Process



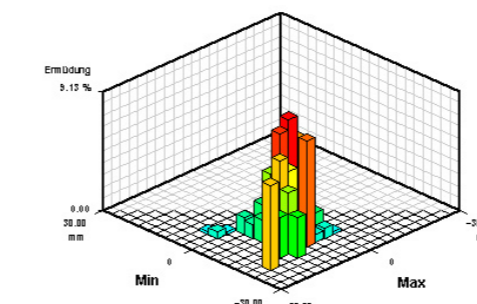
## Permanent Monitoring-System Permanentes Messsystem



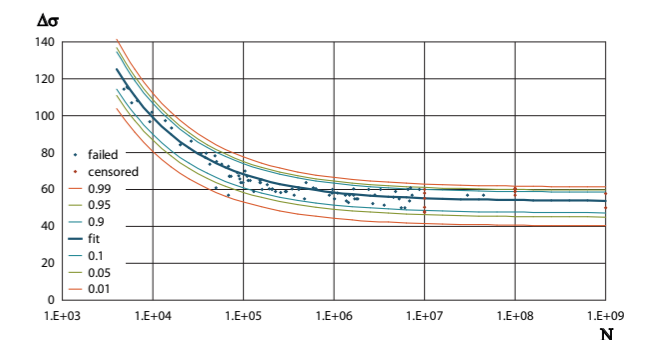
## Rainflow-Matrix (Counting) Rainflow-Matrix (Zählung)



## Damage-Matrix (Assessment) Schadens-Matrix (Beurteilung)

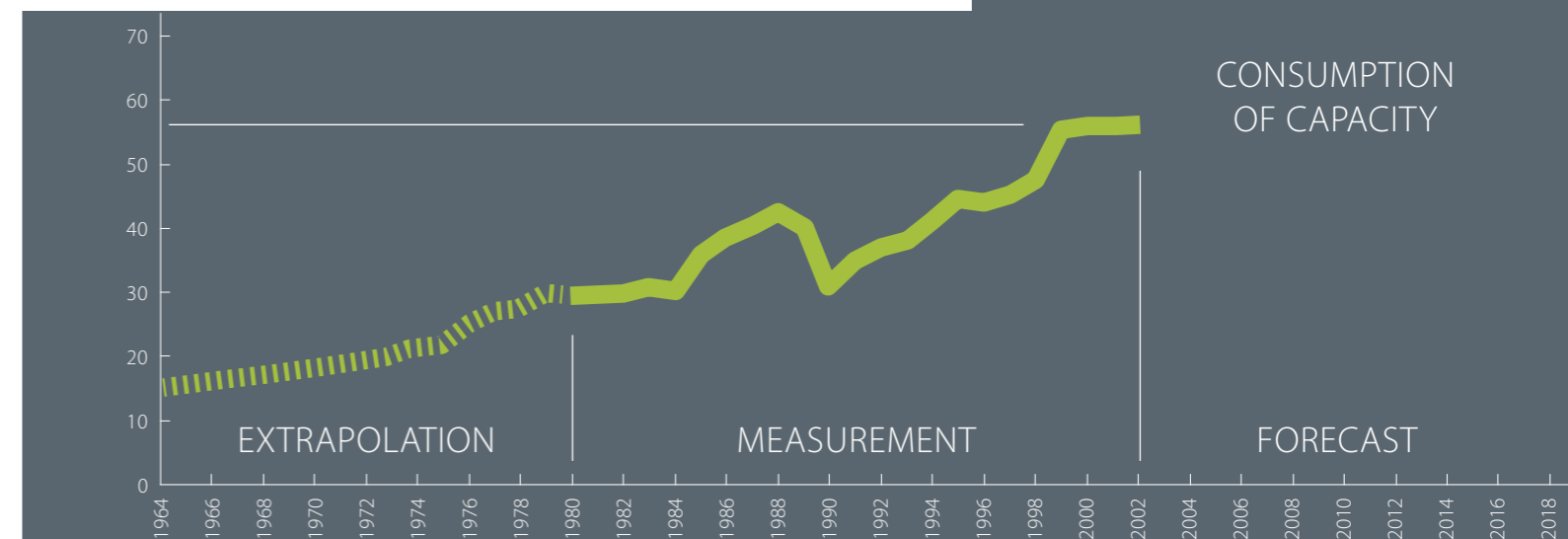


## Fatigue Contribution (Wöhler-Curves) Ermüdungsrelevanz (Wöhler-Kurve)



Consumed Life  
Verbrauchte Lebenszeit

► Fatigue Life Consumed 60% ◀



# Targeted Inspection Programme

## Input Data Eingangsdaten

A risk-based inspection plan requires accurate condition assessment. Permanent monitoring of structural parameters reduces the uncertainty.

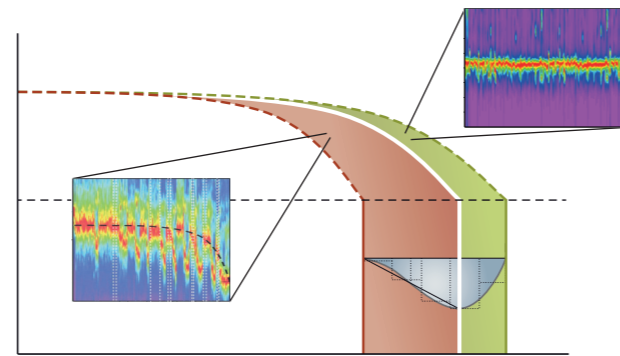
Der gezielte Inspektionsplan basiert auf Bewertung von Änderungen im Tragwerkszustand. Durch die Dauerüberwachung werden die Parameter quantifiziert.



## Physical Understanding Technisches Verständnis

If we can demonstrate that the changes over the past period have been moderate or less than expected, it is justified to increase the time interval to the next inspection.

Die zeitliche Abfolge der Inspektionen kann auf die Änderungen des Zustands zwischen den einzelnen Inspektionen bezogen werden. Dazu bietet sich unter anderem die Krümmung der Abgangskurve an.



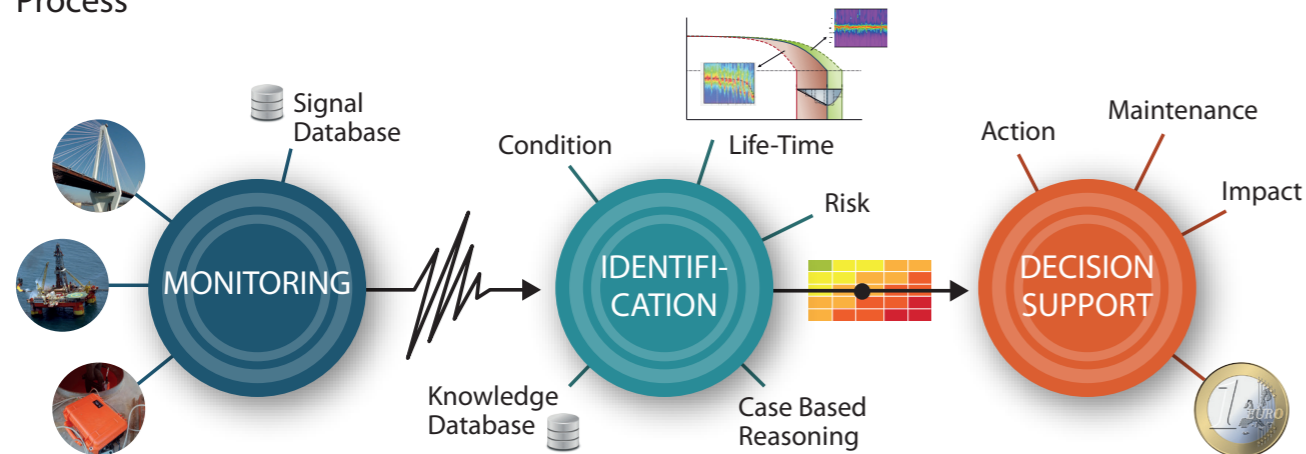
## Results Ergebnisse

The risk-based inspection programme contains items to be inspected and a time frame for the subsequent inspections.

Ein risikobasierter Inspektionsplan enthält sowohl den spezifischen Inspektionsumfang als auch den Zeitraum für die nächsten Inspektionen.

Material	Residual Lifetime (years)	Inspection Dates
concrete	74 (56/87) years	2008
concrete	180/1226 years residual lifetime	
<b>d replacement according to standard maintenance-intervals</b>		
concrete	90 (-45/+30) years	2002, 2017, 2032
concrete	90 years	
concrete	30 years	2002, 2032
rubber	50 (+/-20) years	2002, 2022, 2042
concrete	33 (+/-16) years	1989, 1991, 2005, 2021, 2022, 2038
concrete	25 years	
steel profile, synthetic resing concrete, rubber	30 years	1982, 1992, 2002, 2012, 2022, 2042
steel	10 years	
steel	25 years	1997, 2022

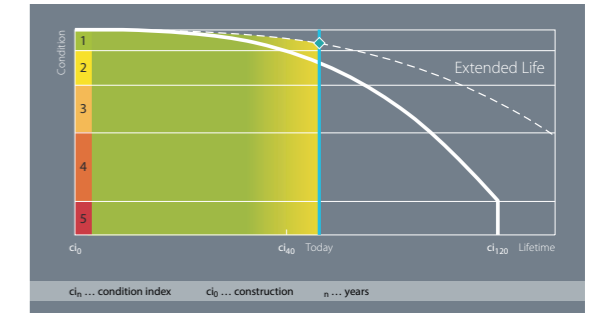
## Process



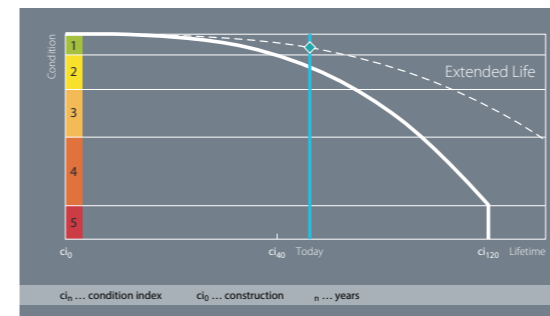
## Permanent Monitoring Dauermessanlage



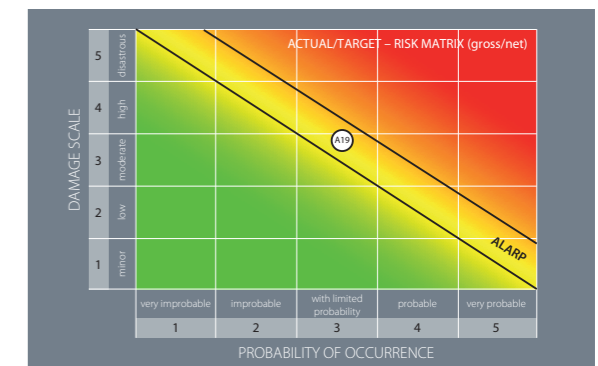
## Actual Degradation Aktueller Zustand



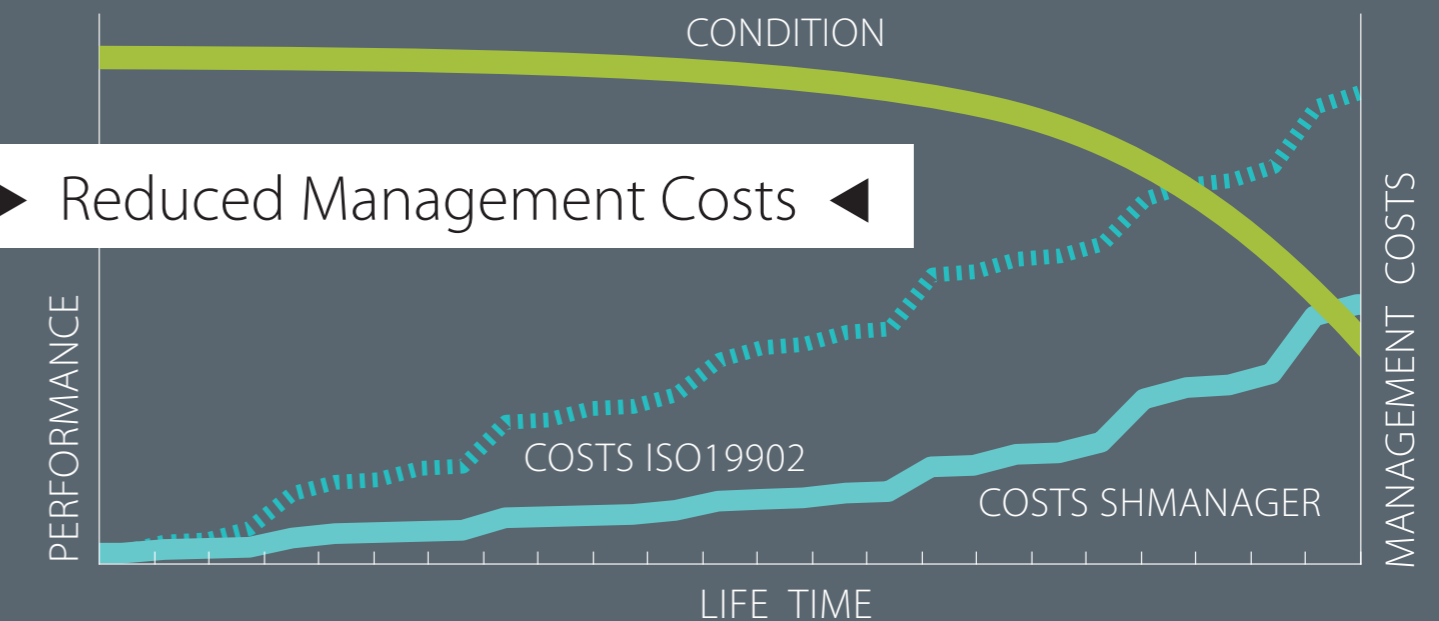
## Inspection Schedule & Programme Gezieltes Wartungsprogramm



## Risk Quantification Risikobewertung



## Condition vs. Management Costs



# Quantification of Life Extension

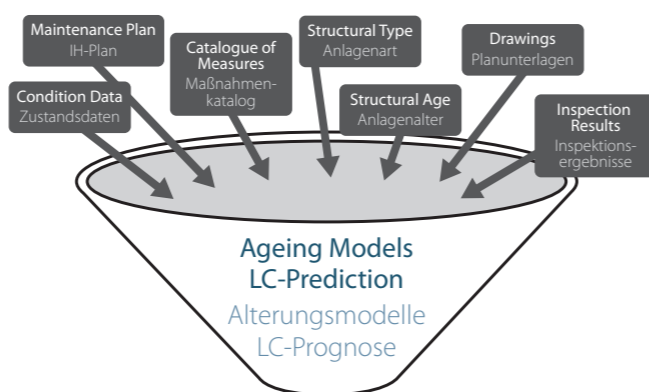
## Input Data Eingangsdaten

Acceleration measurements over time are used for the computation of a condition index. A specific sensor for this purpose is selected.  
Der Zustand einer Struktur kann aus permanenten Beschleunigungsdaten ermittelt werden. Ein spezieller Sensor liefert die Rohdaten für diese Auswertung.



## Physical Understanding Technisches Verständnis

The theoretical mathematical formulation of ageing is compared to the actual measured condition. In case this index is above the theoretical curve, extended life capacity can be computed.  
Die theoretische mathematische Formulierung der Alterung von Strukturen wird mit dem aktuellen Messwert des Zustandes verglichen. Liegt dieser Wert über dem theoretischen, kann die zusätzlich mögliche Nutzungsdauer ermittelt werden.

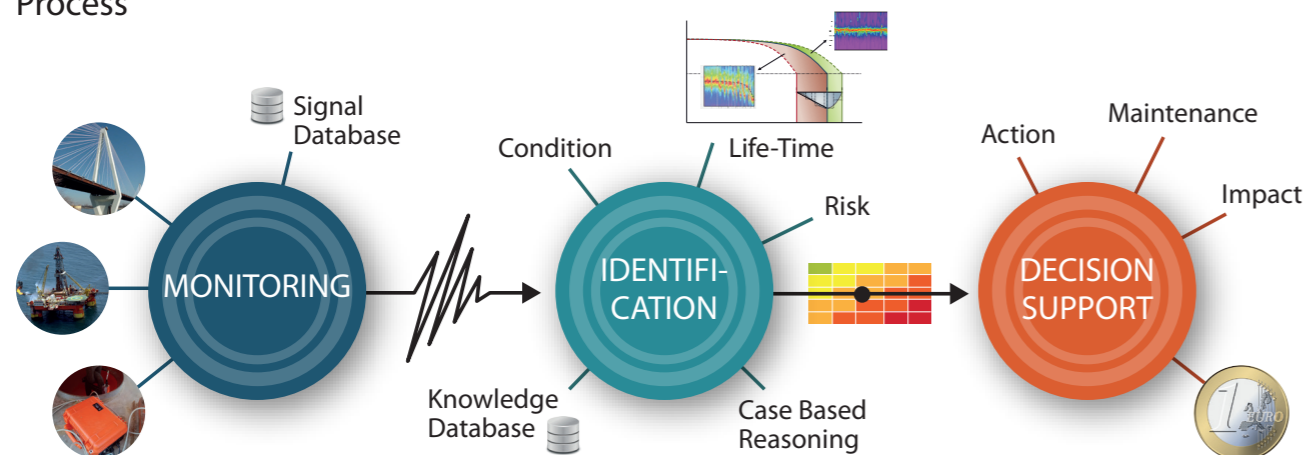


## Results Ergebnisse

The result is simply expressed in additional years where safe operation of the structure is feasible.  
Das Ergebnis wird in zusätzlichen Lebensjahren, in denen eine sichere Nutzung der Struktur möglich ist, ausgedrückt.



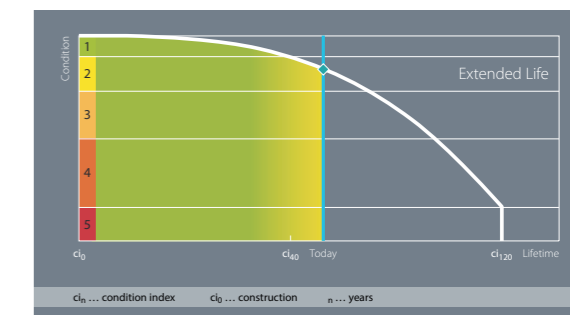
## Process



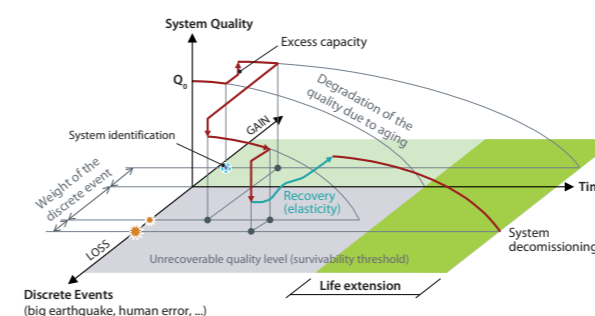
## Permanent Monitoring Dauermessanlage



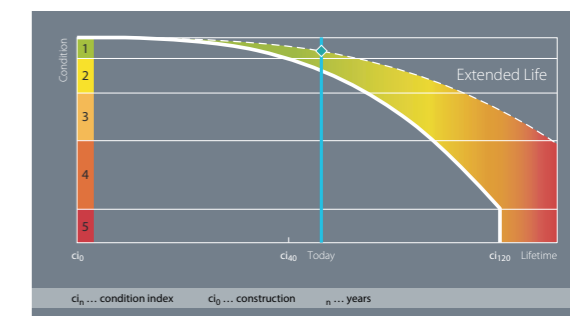
## Consumed Life Verbrauchte Kapazität



## Degradation Prognosis Alterungsprognose



## Future Utilisation Zusätzliche Nutzung



## Extension of Life Potential





Vienna Consulting  
Engineers ZT GmbH



VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH

**Office Vienna**

Untere Viaduktgasse 2, 1030 Wien

T +43 1 897 53 39

F +43 1 897 53 39 - 9000

vce@vce.at

www.vce.at

VCE Vienna Consulting Engineers S.R.L.

**Office Bukarest**

Grigore Mora 11, Etaj 4

011885 Bucuresti, Romania

T +40 31 437037

office@vce.ro

www.vce.ro

**Office Cluj**

Strada Cometei, nr. 5, ap. 2

400493 Cluj-Napoca, Romania

office@vce.ro

www.vce.ro

Î.C.S. VCE Consulting Engineers S.R.L.

**Office Chişinău**

Bulevardul Moscova 11/8

2068 Chişinău, Moldova

office@vce.md

VCE Vienna Consulting Engineers s.r.o.

**Office Bratislava**

Hodžovo námestie 1/A

811 06 Bratislava, Slovakia

T +43 1 897 53 39-1501

vce@vce.sk

www.vce.at/sk

VCE Vienna Facility Management LLC

**Office Doha**

CR: 75110, P.O. Box 18698

Barwa Towers, Arafat Business Centre

Tower 1, 7<sup>th</sup> Floor, Office 703

C-Ring Road, Al-Sadd

Doha, Qatar

Join us on



www.vce.at

