



# Empfehlung zur systematischen Beurteilung der Verfügbarkeit von Kranen

Empfehlung E19

Ausschuß für Hafenumschlagtechnik

**AHU**

Hafentechnische Gesellschaft e. V.

**HTG**



**Verfasser** aus dem HTG-Fachausschuss für Hafenumschlagtechnik (AHU) :

Dipl.-Ing. Jens Fahrbach  
Dipl.-Ing. Jörg Lange  
Dipl.-Ing. Uwe Pietryga  
Dipl.-Ing. Martin Schubring

**Weitere Mitglieder** des HTG-Fachausschusses für Hafenumschlagtechnik (AHU)  
zum Zeitpunkt der Berichtfertigstellung

Dipl.-Ing. Reiner Arndt  
Dr.-Ing. Jürgen Gießhaber  
Dipl.-Ing. Volker Johannssen  
Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Mehrkens  
Dipl.-Ing. Bernd Nowoczyn  
Dipl.-Ing. Frank Rupp  
Dipl.-Ing. Siebelt Siuts  
Dipl.-Ing. Michael Ziethen

**Herausgegeben am 12.11.2009**  
**Neues Layout April 2017**

Ansprechpartner HTG-Fachausschuss für Hafenumschlagtechnik (AHU) unter:  
<https://www.htg-online.de/fachausschuesse/hafenumschlagtechnik/mitglieder-kontakt/>

Der Bericht ist online abrufbar unter:  
<https://www.htg-online.de/fachausschuesse/hafenumschlagtechnik/veroeffentlichungen/das-blaue-buch/>



---

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	4
2. Empfohlene Vorgehensweise zur praktischen Beurteilung	4
3. Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit	5
4. Ausfallklassen	5
5. Umsetzung der Systematik	6
6. Bewertungstabelle am Beispiel einer Containerbrücke	7



## 1. Einleitung

Die Verfügbarkeit von Kranen wird im Wesentlichen durch den Ausfall einzelner Bauteile beeinflusst.

Auf die statistische Wahrscheinlichkeit eines Bauteilausfalls wird z.B. in der Norm EN ISO 13849-1 „Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“ eingegangen. In dieser Norm werden überwiegend Angaben zur Lebensdauer elektrischer Bauteile gemacht.

Krane sind hinsichtlich ihrer Bauarten und Einsatzbedingungen so unterschiedlich, dass die Beurteilung der zu erwartenden störungsfreien Betriebszeiten für jeden Kran unter Berücksichtigung der jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten und Erfahrungen gesondert erfolgen muss.

Nachfolgend wird eine Systematik zur Beurteilung der erwarteten störungsfreien Betriebszeit von Kranen vorgestellt, mit dem Ziel, Bauteile zu ermitteln, durch die die Verfügbarkeit des Krans beeinträchtigt wird.

## 2. Empfohlene Vorgehensweise zur praktischen Beurteilung

Der Kran wird in Baugruppen unterteilt, die jeweils aus einzelnen Bauteilen bestehen.

Bewertet werden die einzelnen Bauteile unter Berücksichtigung der verfügbaren Werte aus Normen, aus Angaben von Bauteil- und Kranherstellern sowie aus Erfahrungen der Hersteller und Betreiber.

Werden identische Bauteile in verschiedenen Baugruppen des Kranes eingesetzt, kann ihr Ausfall je nach Baugruppenzugehörigkeit unterschiedliche Auswirkungen auf die Verfügbarkeit des Kranes haben. Identische Bauteile werden deshalb in der Systematik den Baugruppen zugeordnet und differenziert bewertet.

Für die Beurteilung der Auswirkungen eines Bauteilausfalls werden Ausfallklassen definiert. Die Ausfallklassen bewerten die Folgen eines Bauteilausfalls dahingehend,

- wie lange der Kran voraussichtlich ausfällt oder
- ob ein Weiterbetrieb bis zur Behebung des Schadens möglich ist.



Für die Bewertung der Verfügbarkeit des Krans sind sowohl die erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit als auch die Ausfallklasse von Bedeutung. Für die Bauteile können folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit getroffen werden:

- Rechtzeitiger Austausch des Bauteils
- Überprüfung der Bauteilqualität
- Wechsel des Bauteiltyps
- Konstruktionsänderungen
- Redundanz vorsehen
- Qualifizierung des Bedien- und Instandhaltungspersonals
- Verfügbarkeit des Instandhaltungspersonals
- Überprüfung des Instandhaltungskonzeptes
- Vorbeugende Instandhaltung
- Ersatzteilmanagement
- und weitere.

### 3. Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit

Die „erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit“ bezogen auf ein Bauteil ist der Quotient aus erwarteter störungsfreier Bauteilbetriebszeit und Anzahl der betrachteten Bauteile.

Sie ist eine theoretisch ermittelte Zeitdauer in Betriebsstunden.

### 4. Ausfallklassen

Klasse I	Weiterbetrieb des Krans bis zur Schadensbehebung
Klasse II	Weiterbetrieb mit reduzierter Leistung bis zur Schadensbehebung
Klasse III	Kurzer Ausfall des Kranses max. 0,5 Std.
Klasse IV	Mittlerer Ausfall des Kranses max. 4 Std.
Klasse V	Langer Ausfall des Kranses, über 4 Std.



## 5. Umsetzung der Systematik

Die Umsetzung erfolgt über eine tabellarische Bewertung. Folgende Kriterien finden Eingang in die Bewertungstabelle, siehe Abschnitt 6:

Name	Funktion	Auswahlwerte
<b>Baugruppe</b>	Beschreibung der Baugruppe	
<b>Bauteil</b>	Name des Bauteils	
<b>Anzahl je Baugruppe</b>	Anzahl gleicher Bauteile in einer Baugruppe	
<b>Erwartete störungsfreie Bauteilbetriebszeit</b>	Werte aus Normen oder Erfahrungen	Angabe in Betriebsstunden
<b>Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit</b>	Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit = <u>Erwartete störungsfreie Bauteilbetriebszeit</u> Anzahl gleicher Bauteile	Angabe in Betriebsstunden
<b>Ausfallklasse</b>	Siehe Abschnitt 4	Klasse I bis V
<b>Einfluss der Auslegung und Konstruktion</b>	Möglichkeit, durch Dimensionierung und Konstruktion die erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit zu verlängern	Hoch Mittel Niedrig
<b>Einfluss der Instandhaltung</b>	Möglichkeit, durch Instandhaltung die erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit zu verlängern	Hoch Mittel Niedrig
<b>Redundanz</b>	Empfehlung, durch Redundanz die erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit zu verlängern	Ja Nein
<b>Ersatzteilvorhaltung</b>	Bewertung, ob eine Bevorratung sinnvoll ist	Ja Nein
<b>Aufwand bei Austausch des Bauteils</b>	Erfahrungswerte in Abstimmung mit Instandhaltungspersonal, Herstellern, usw.	Hoch Mittel Niedrig



## 6. Bewertungstabelle am Beispiel einer Containerbrücke

Unter Berücksichtigung des Einflusses der Dimensionierung, Konstruktion und Instandhaltung auf die erwartete störungsfreie Betriebszeit werden in der folgenden Tabelle einige der besonders zu beobachtenden Bauteile dargestellt. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Baugruppe	Bauteil	Anzahl je Baugruppe	Erwartete störungsfreie Bauteilbetriebszeit in Betriebsstunden	Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit in Betriebsstunden	Ausfallklasse	Einfluss der Auslegung und Konstruktion	Einfluss der Instandhaltung	Redundanz	Ersatzteilverhaltung	Aufwand bei Austausch des Bauteils
Verteilung	Haupttrafo	1	200.000	200.000	V	hoch	niedrig	nein	nein	hoch
Verteilung	Kranschalter	1	10.000 Lastspiele	45.000	IV	hoch	hoch	nein	ja	niedrig
Verteilung	Sicherungsautomat	30	20.000 Lastspiele	550	II	niedrig	mittel	nein	ja	niedrig
Hubwerk	Vorendschalter	4	12.500	3.125	III	mittel	mittel	ja	ja	mittel
Hubwerk	Encoder	2	5.000	2.500	IV	hoch	niedrig	ja	ja	mittel
Hubwerk	Seil	1 Satz	2.500	2.500	V	hoch	mittel	nein	ja	hoch
Hubwerk	Seiltrommel	2	100.000	50.000	V	hoch	niedrig	nein	nein	hoch
Hubwerk	Seilrolle, Headblock	1 Satz	12.500	12.500	IV	mittel	niedrig	nein	ja	mittel
Hubwerk	Seiltrommelkupplung	2	20.000	10.000	V	hoch	niedrig	nein	ja	hoch



Baugruppe	Bauteil	Anzahl je Baugruppe	Erwartete störungsfreie Bauteilbetriebszeit in Betriebsstunden	Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit in Betriebsstunden	Ausfallklasse	Einfluss der Auslegung und Konstruktion	Einfluss der Instandhaltung	Redundanz	Ersatzteilverhaltung	Aufwand bei Austausch des Bauteils
Hubwerk	Hubgetriebe	2	50.000	25.000	V	hoch	hoch	nein	ja	hoch
Hubwerk	Hubwerksbremse	2	20.000	10.000	V	hoch	hoch	ja	ja	mittel
Katzfahrwerk	Laufrad	1 Satz	8.000	8.000	V	hoch	hoch	nein	ja	hoch
Katzfahrwerk	Getriebe	4	50.000	12.500	V	hoch	hoch	nein	ja	hoch
Katzfahrwerk	Bremse	4	20.000	5.000	II	hoch	hoch	ja	ja	hoch
Ausleger Einziehwerk	Endschalter (außen)	1	500	500	II	hoch	niedrig	ja	ja	niedrig
Ausleger Einziehwerk	Encoder	1	5.000	5.000	II	hoch	niedrig	ja	ja	mittel
Ausleger Einziehwerk	Seil	1 Satz	1.000	1.000	V	hoch	niedrig	nein	ja	hoch
Ausleger Einziehwerk	Seiltrommel	1	100.000	100.000	V	hoch	niedrig	nein	nein	hoch
Ausleger Einziehwerk	Getriebe	1	20.000	20.000	II	hoch	hoch	ja	nein	hoch





Baugruppe	Bauteil	Anzahl je Baugruppe	Erwartete störungsfreie Bauteilbetriebszeit in Betriebsstunden	Erwartete störungsfreie Kranbetriebszeit in Betriebsstunden	Ausfallklasse	Einfluss der Auslegung und Konstruktion	Einfluss der Instandhaltung	Redundanz	Ersatzteilverhaltung	Aufwand bei Austausch des Bauteils
Ausleger Einziehwerk	Bremse	1	20.000	20.000	II	hoch	hoch	nein	ja	mittel
Ausleger Einziehwerk	Sicherheitsbremse	1	5.000	5.000	V	hoch	mittel	nein	ja	hoch
Kranfahrwerk	Getriebe	16	25.000	1.562	II	hoch	mittel	ja	ja	mittel
Kranfahrwerk	Lauftrad	32	50.000	1.562	V	mittel	niedrig	ja	ja	hoch
Kranfahrwerk	Bremse	16	20.000	1.250	II	mittel	hoch	ja	ja	mittel
Kranfahrwerk	Schienenzange	2	8.000	4.000	II	mittel	hoch	ja	ja	hoch
Kranfahrwerk	Motor	16	20.000	1.250	II	mittel	niedrig	ja	ja	mittel
Kran	Stahltragwerk	1	220.000	220.000	I-V	hoch	niedrig	nein	nein	hoch