



Technische Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Krananlagen und Hebezeugen



Bericht B 14

Ausschuß für Hafenumschlagtechnik

AHU

Hafenbautechnische Gesellschaft e.V.



HTG



INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---|--------------|
| Vorbemerkungen | 3 |
| Definition | 3 |
| Ermittlung von Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitskenngrößen | 4 |
| Einflüsse auf die Verfügbarkeit von Krananlagen und Hebezeugen | 4 |
| Verfügbarkeitskennzahl | 6 |

Vorbemerkungen

Ingenieure und die Industrie streben an, technische Erzeugnisse so zu konstruieren und zu bauen, daß sie den vorgesehenen Einsatzzweck möglichst gut und dauerhaft störungsfrei erfüllen, daß sie zuverlässig und mit ihrer vollen Leistung immer verfügbar sind.

Alle an Konstruktion, Produktion und Betrieb von technischen Erzeugnissen Beteiligten wissen jedoch, daß ihre Produkte irgendwann einmal versagen werden, daß deren Zuverlässigkeit nicht 100 %ig ist und daß sie zeitweilig nicht verfügbar sein werden.

Ziel der Ingenieure und der Industrie ist es, mit wirtschaftlichen Mitteln möglichst hohe Leistungen – bei Kranen und Hebezeugen sind dies Umschlagmengen pro Zeiteinheit, also der Durchsatz – zu erreichen. Dazu helfen hohe Zuverlässigkeit und hohe Verfügbarkeit.

Ihre Bedeutung nimmt infolge der zunehmenden Vernetzung von Produktionsprozessen stetig zu, weil durch unvorhergesehene Ausfälle einzelner Komponenten oder Anlagenteile ganze Produktionsketten stillgelegt werden können.

Definition

Nach VDI-Richtlinie 3581 Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Transport- und Lageranlagen ist "Zuverlässigkeit ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, daß eine betrachtete Funktion störungsfrei und korrekt ausgeführt wird" und "Verfügbarkeit ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, das Transportelement, Teil- oder Gesamtsystem zu irgendeinem Zeitpunkt während der Betriebszeit in einem Zustand anzutreffen, der eine störungsfreie und korrekte Ausführung erlaubt".

Rein rechnerisch läßt sich ein Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit herstellen (siehe hierzu VDI 3581). Die Kenngrößen sind jedoch für die Praxis nicht immer aussagekräftig:

Eine Anlage mit geringer Zuverlässigkeit kann eine hohe Verfügbarkeit erreichen: (wenn viele, schnell behebbare Fehler auftreten).

Eine Anlage mit hoher Zuverlässigkeit kann eine geringe Verfügbarkeit erreichen: (wenn wenige, aber nur zeitaufwendig behebbare Fehler auftreten).

Die Verfügbarkeit läßt sich durch geeignete Maßnahmen steigern; eine ideale Verfügbarkeit von 100 % ist jedoch nicht zu erreichen.

Tatsächlich ist der Durchsatz einer Anlage die relevante Kenngröße, wobei die dafür zu erbringenden Instandhaltungsaufwendungen in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen stehen müssen.

Ermittlung von Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitskenngrößen

Die prognostische, technisch-wissenschaftliche Ermittlung von Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitskenngrößen ist mit hohem mathematischen Aufwand verbunden. Es werden stochastische und probabilistische Verfahren benutzt (Wahrscheinlichkeitsrechnungen) und nicht die in der Technik übliche deterministische Vorgehensweise, die bei eindeutig vorgegebenen Prozeßbedingungen stets eindeutige Ergebnisse liefert.

Der mit der rechnerischen Ermittlung von Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsgrößen verbundene Aufwand ist sehr groß und wird bisher fast ausschließlich in der Kernkraftwerkstechnik und in der Luft- und Raumfahrt betrieben.

Für Hafenumschlaganlagen erscheint er – bis heute und in absehbarer Zukunft – nicht gerechtfertigt.

Es gibt aber aus dem Betrieb von Krananlagen und Hebezeugen gewonnene Erfahrungen über deren Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, die – gewichtet – auf Neuanlagen übertragen werden können.

Einflüsse auf die Verfügbarkeit von Krananlagen und Hebezeugen

Krananlagen und Großhebezeuge im Hafen sind häufig den besonderen Einsatzbedingungen und Örtlichkeiten angepaßte Geräte. Sie sind langlebige Investitionsgüter und werden wegen des hohen Investitionsaufwandes in der Regel in geringen Stückzahlen mit großem zeitlichen Abstand bestellt und gefertigt. In Anpassung an die schnell voranschreitende technische Entwicklung enthalten Geräte, die zu späteren Zeiten beschafft worden sind, meist einige andere technische Komponenten als ihre Vorgänger und damit neue potentielle Fehlerquellen. Die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit derartiger Geräte ist tendenziell geringer, als die von vielfach erprobten Großseriengeräten.

Zahlenwerte über die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Gesamtanlagen liegen deshalb bei der Inbetriebnahme von neuen Krananlagen und Hebezeugen nur in seltenen Fällen vor.

Es gibt jedoch qualitative Erkenntnisse, die bei der Konstruktion, der Produktion und dem Betrieb von Krananlagen und Hebezeugen zu berücksichtigenden sind, wenn hohe Zuverlässigkeit und hohe Verfügbarkeit angestrebt werden:

Zuverlässigkeits- und verfügbarkeitsmindernd wirken sich aus:

- falsche und ungenaue Nutzungsanforderungen
- falsche Belastungseinstufungen
- Einzelanfertigungen
- Sonderkonstruktionen
- zentrale, alles übergreifende Steuerungen
- System-Mix (gleichzeitiger Einsatz von elektrischen, hydraulischen, pneumatischen, mechanischen Steuerungskomponenten)
- nicht bestimmungsgemäßer Einsatz
- nicht ausreichend qualifiziertes Betreiber-Personal
- nicht ausreichend qualifiziertes Instandhalter-Personal

Zuverlässigkeits- und verfügbarkeitserhöhend wirken sich aus:

- Einsatz bewährter Auslegungs- und Konstruktionskriterien
- Auslegung der Anlagenkomponenten für exakt und wirklichkeitsnahe beschriebene Rahmenbedingungen
- Nutzung von Standardkomponenten
- weitgehender Verzicht auf Sonderkonstruktionen und Spezialteile
- Beauftragung erfahrener Hersteller
- Einbau von Teil-Redundanzen
- instandhaltungsgerechte Konstruktion
- Fehlerdiagnosesysteme
- dezentrale Steuerung / Regelung
- gute Instandhalterqualifikation
- ausreichende Ersatzteilverhaltung

- intensive Betreiberschulung und konsequent systemgerechtes Betreiberverhalten
- Betriebsdatenerfassung und -auswertung (Schwachstellenanalyse)

Verfügbarkeitskennzahl

In der Literatur und insbesondere in Werbematerialien von Geräteherstellern werden häufig Verfügbarkeitszahlen für Krane und Hebezeuge nahe 100 % genannt.

Diese Werte sind mit äußerster Skepsis zu betrachten und ohne ausführliche Definition der bei deren Ermittlung angenommenen Randbedingungen praktisch wertlos. Die Verfügbarkeit läßt sich rechnerisch wie folgt bestimmen:

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Betriebszeit} - \text{Summe der störungsbedingten Ausfallzeiten}}{\text{Betriebszeit}} \times 100 (\%)$$

Die Ausfallzeiten können technisch, organisatorisch, umfeld- oder bedienerpersonalbedingt sein.

Schon bei der Definition der Betriebszeiten, aber erst recht bei der Definition der störungsbedingten Ausfallzeiten, gibt es einen weiten Spielraum.

Theoretisch beginnt die Ausfallzeit beim Stop (oder der Minderleistung?) einer Maschine und endet beim Wiederanlauf.

Falls mit einem Krananlagen- oder Hebezeughersteller oder -instandhalter Verfügbarkeiten vereinbart werden sollen, sind deshalb die Randbedingungen, die in die Berechnung der Kennzahlen einfließen sollen, sorgfältig zu definieren.

Herausgegeben im April 1998