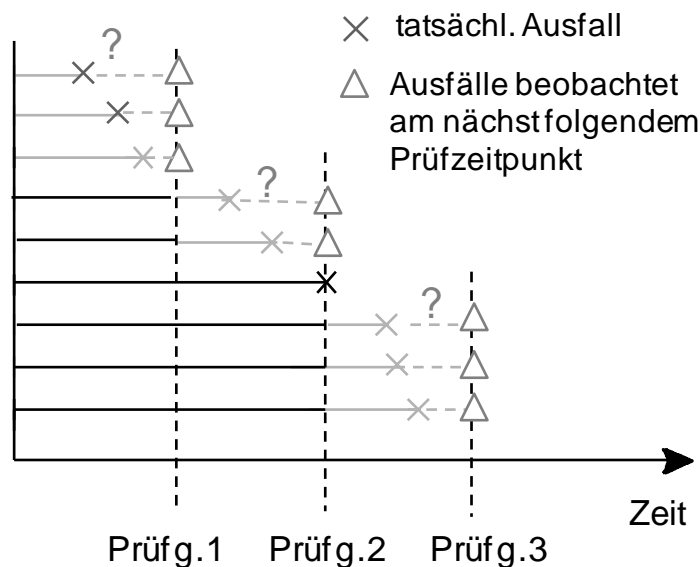


## Intervall- und linkszensierte Daten

Bei sogenannten intervallzensierten Daten handelt es sich in der Regel um Lebensdauertests, bei denen ein Ausfall nur nach bestimmten Prüfintervallen oder Inspektionen ermittelt wird. Man weiß nicht, wann die Bauteile innerhalb dieser Spanne tatsächlich ausgefallen sind. Man nimmt den Ausfall erst bei der Prüfung wahr, obwohl er schon früher passiert ist. Ein Sonderfall sind die sogenannten linkszensierten Daten, bei denen es nur eine Prüfung gab. Der Ausfall kann also auch schon kurz nach Beginn des Tests passiert sein. Dies ist allerdings unbedingt zu vermeiden. Realistisch ist folgender Fall, bei dem z.B. die Prüfungen in Abständen von 2h erfolgen.



Vereinfacht kann man zunächst im Weibull-Netz die mittlere Zeit zwischen den Prüfungen annehmen. Mit diesen Angaben lässt sich das erste Weibull-Diagramm erstellen und man erhält  $b$  und  $T$ . Über die Weibull-Verteilung lassen sich damit die zunächst auf die jeweilige Mitte geschätzten Laufzeiten exakter bestimmen:

$$t_m = \frac{\int_{t_{pr,i-1}}^{t_{pr,i}} t \frac{b}{T} \left(\frac{t}{T}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b} dt}{\int_{t_{pr,i-1}}^{t_{pr,i}} \frac{b}{T} \left(\frac{t}{T}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b} dt}$$

$t_m$  : geschätzte Ausfallzeit  
 $t_{pr,i}$  : Zeit zur  $i$ -ten Prüfung  
 $t_{pr,i-1}$  : Zeit zur vorherigen Prüfung

Mit diesen Werten ergibt sich im Weibull-Netz eine etwas andere Steigung  $b$  und eine etwas andere charakteristische Lebensdauer  $T$ . Die Berechnung muss also iterativ mehrfach durchgeführt werden, bis sich  $b$  und  $T$  nicht mehr nennenswert ändern. Gibt es Durchläufer bei bestimmten Prüfungen, so ist analog dem Verfahren „Nicht schadhafte Teile“, oder nach Maximum-Likelihood-Methode vorzugehen (Mischung aus links-, Intervall- und rechtszensierten Daten).

Folgendes Beispiel für rein intervallzensierte Daten:

Prüf. Beginn	Prüf. Ende	Ausfälle
0	2	1
2	4	1
4	6	1
6	8	1

Für den ersten Durchgang mit gemittelten Werten

Laufzeit	Ausfälle
1	1
3	1
5	1
7	1

ergibt sich  $b=1,17$  und  $T=4,81$  (Methode Ausgleichsgerade – Least Square in Y-Richtung). Mit diesen Weibull-Parametern werden die  $t_m$ -Werte nach beschriebener Formel berechnet:

Laufzeit	Ausfälle
1,021	1
2,945	1
4,930	1
6,923	1

was die neuen Weibull-Parameter  $b=1,19$  und  $T=4,75$  ergibt. Weitere Durchläufe ergeben bereits innerhalb der ersten 4 signifikanten Stellen keinen Unterschied mehr.

Die Abweichungen zum ersten Durchgang mit reinen Mittelwerten sind hier verhältnismäßig gering. Die Unterschiede werden immer größer, je weiter das Prüfintervall ist. Dieses sollte als so eng wie möglich sein. Wie eingangs beschrieben, ist der linkszensierte Fall mit dem größten Abstand unbekannter Laufzeit zu vermeiden.



## Anwendung in Visual-XSel® 12.0

[www.crgraph.de/XSel12Inst.exe](http://www.crgraph.de/XSel12Inst.exe)

**Visual-XSel 12.0**

Methoden

- Systemanalyse...
- Experiment...
- Verteilungen...
- Statistische Tests...
- Weibull...**
- Datenauswertung
- Multivariate
- Regelkarten...
- Fähigkeitskennzahlen...

**Weibull - Analyse**

© CRGRAPH  
www.weibull.de

**Weibull - Analyse**  
für intervall zensierte Daten

Ausfallswahrscheinlichkeit

Zensurzeit

Eingabe der Daten unter Daten/  
Tabelle T1:  
Starten des Modus mit F9  
Auswahl der Methode Least Squares  
oder Max. Likelihood unter Diagramm  
Diagramm typ (Parameterbestimmung)  
Bei Änderung Auswertung mit F9  
erneut starten.

Hinweis:  
Anwendung mit to nicht möglich

**Tabelle**

Prf. Beg.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Prf. Beg.	Prf. Ende	Ausfälle							
2	1	10	1							
3	2	20	0							
4	3	30	0							
5	4	40	0							
6	5	50	0							
7	6	60	0							
8	7	70	1							

Löschen Sie die Beispieldaten und geben Ihre Daten in die markierten Felder ein

[Löschen](#) [Löschen+Einfügen](#)

Daten