Berücksichtigung noch nicht eingetretener Ausfälle

Sudden Death

Werden aus einem Lebensdauertest Prüflinge aus dem Test herausgenommen, noch bervor sie ausgefallen sind, so nennt man diese Stichprobe unvollständig. In diesem Fall ist es natürlich nicht korrekt, die entsprechenden „Laufzeiten“ mit der Ordnungszahl i genauso einzugeben, als wären sie ausgefallen. Sie aber einfach aus der Betrachtung herauszulassen bedeutet, dass man wichtige Informationen nicht berücksichtigt, die ausgewertet werden können. Diese Informationen, dass eine Anzahl Teile eine bestimmte Belastungszeit überstanden hat, zu nutzen, nennt man „Sudden Death Testing“ (wörtlich übersetzt „plötzlicher Tod“).

In Labortests hat man meistens die Möglichkeit, mehrere Prüflinge gleichzeitig auf einer Vorrichtung zu testen. Fällt eines der Teile aus, sind die anderen meistens noch in Ordnung. Sie tragen jedoch in der folgenden Auswertung einen Teil mit bei, ohne sie „weiterfahren“ zu müssen. Angenommen, es wurden folgende Tests durchgeführt, bei denen jeweils gleichzeitig 3 Prüflinge auf einer Vorrichtung gefahren wurden:

Laufzeit in h	Anzahl Ausfälle	Anzahl Teile ohne Ausfall
10	1	2
14	1	2
16	1	2
18	1	2

Zunächst trägt man die Laufzeiten nacheinander auf, um die korrekte sogenannte mittlere Ordnungszahl oder Rangzahl zu ermitteln. Der erste Ausfall erhält die Rangzahl 1. Die nächsten beiden Werte werden in der späteren Weibulldarstellung zwar nicht dargestellt, beeinflussen jedoch indirekt die Häufigkeitswerte der folgenden Ausfälle. Für den Ausfall bei 14h ergibt sich nicht die Rangzahl 2, sondern eine um einen Deltawert größeren Wert. Dieser errechnet sich durch

I	Laufzeit in h	Ausfall
1	10	ja
2	10	nein
3	10	nein
4	14	ja
5	14	nein
6	14	nein
7	16	ja
8	16	nein
9	16	nein
10	18	ja
11	18	nein
12	18	nein

$$\Delta = \frac{n + 1 - Rang_{(i-1)}}{1 + n_{Next}}$$

unter n_{Next} ist die Anzahl der noch folgenden Prüflinge zu verstehen. Mit n = 12 ergibt sich somit:

$$\Delta = \frac{12+1-1}{1+9} = 1{,}2$$

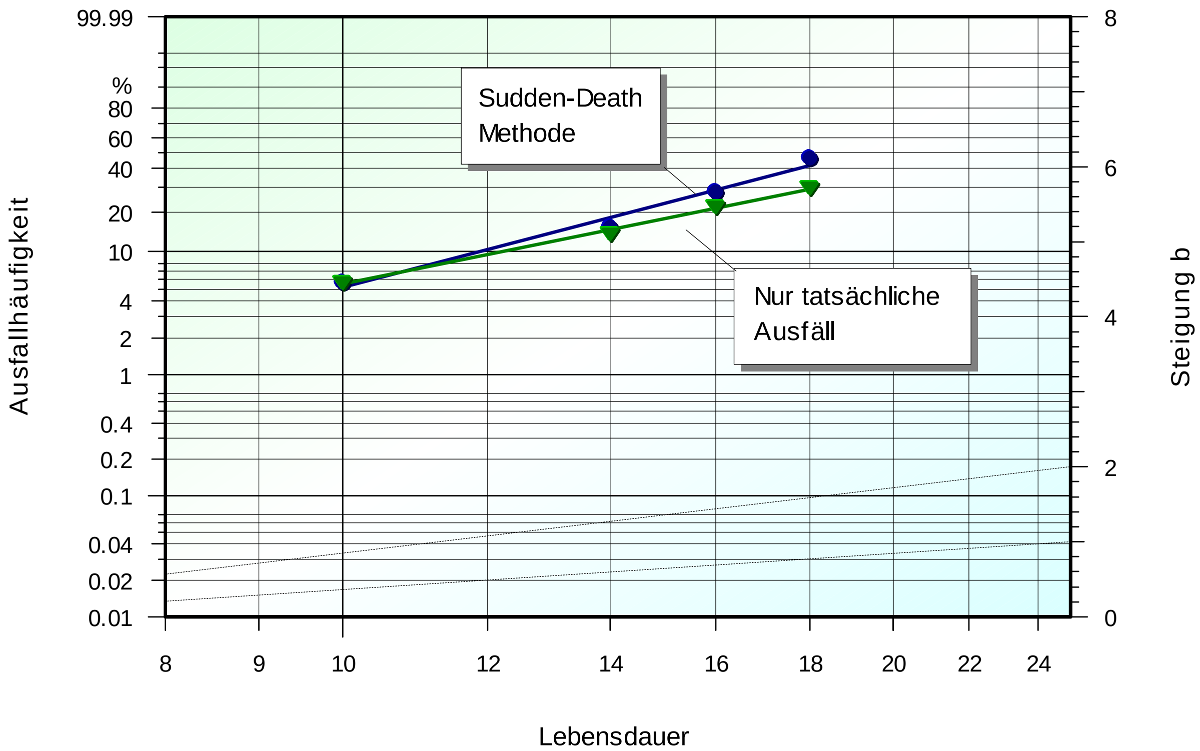
und die Rang$_{(i)}$ = Rang$_{(i-1)}$ + Δ = 2,2. Würde der nächste Prüfling auch ausgefallen sein, so erhält der nächste Rang die vorhergehende plus das bisher ermittelte Delta. In diesem Beispiel ist der nächste Ausfall jedoch bei 16h mit dem neuen Delta von

$$\Delta = \frac{12+1-2{,}2}{1+6} = 1{,}54$$

ergibt die Rang$_{(i)}$ = Rang$_{(i-1)}$ + Δ = 3.74 usw.
Die dazugehörigen Häufgkeiten bestimmen sich nach:

$$H = \frac{Rang_{(i)} - 0.3}{n+0.4}\,100\%$$

wodurch folgende Darstellung entsteht:



Die Sudden Death Methode ergibt eine steilere Steigung als die Betrachtung, bei der nur die reinen Ausfälle berücksichtigt werden (mit n=12). Würde man in der Praxis alle Prüflinge einzeln einem Test unterziehen und die Ausfälle auftragen, so würde man in etwa den Verlauf der Sudden Death Methode erhalten. Der Vorteil ist jedoch eine erheblich kürzere Testphase.

Sudden Death Testing für Feldausfälle

Liegen erste Ausfälle beim Kunden mit einer bekannten Produktionsstückzahl vor, so kann auf den Gesamtverlauf geschlossen werden. Es wird vorausgesetzt, dass die Ausfälle repräsentativ sind und sich die übrigen Teile gleich verhalten. Somit hat die Gesamtverteilung die gleiche Steigung, wie die der konkreten Ausfälle, ist aber nach rechts verschoben. Die Medianränge der Ausfälle berechnen sich nach der bereits eingeführten Formel:

$$H = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} 100\%$$

Zunächst soll bestimmt werden, wieviele i.O. Teile zwischen den Ausfällen liegen. Diese Teilemenge k wird errechnet aus:

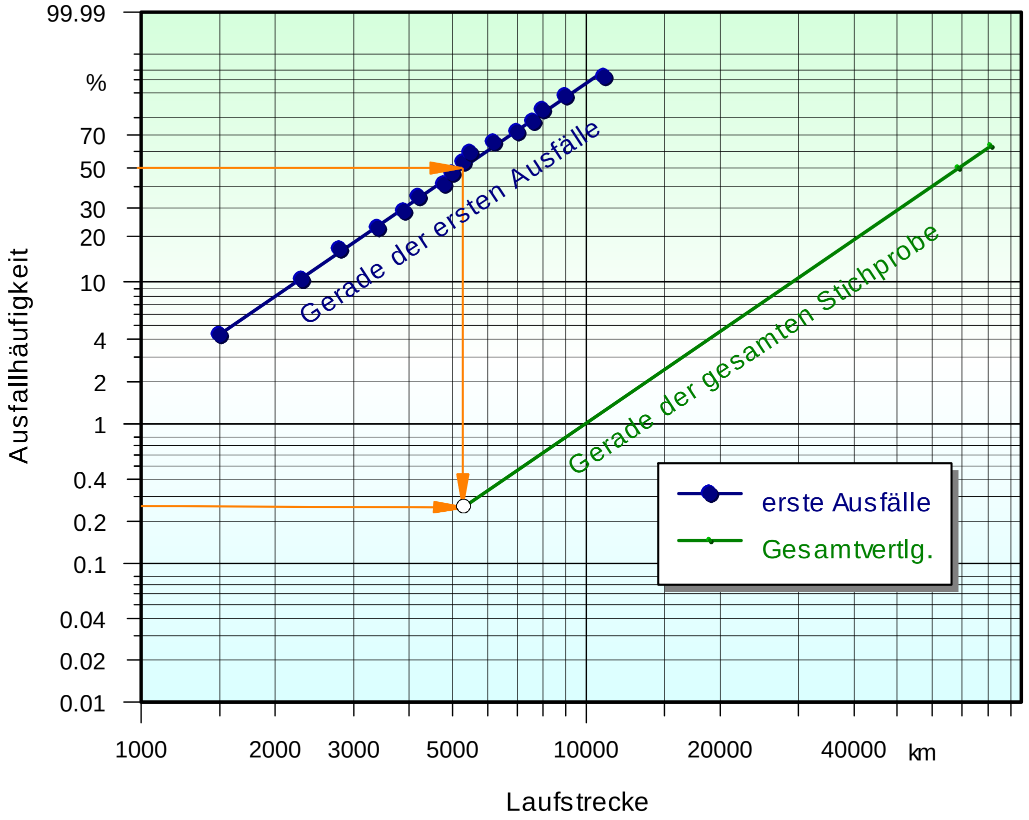
$$k = \frac{n - n_F}{n_F + 1} + 1$$

n = Gesamtmenge; n_F = Anzahl Fehler

Es wird angenommen, dass über eine gleich große Teileanzahl bis zum 1. Ausfall nichts bekannt ist. Für den Medianrang des ersten Ausfalles der gesuchten Gesamtausfallverteilung gilt damit:

$$H = \frac{1 - 0.3}{k + 0.4} 100\%$$

Die Lebensdauer dieses ersten Punktes erhält man durch den Schnittpunkt der konkreten Ausfälle mit den Medianrang 50% und der Lotlinie zur X-Achse.


99.99
%
70
50
30
20
10
4
2
1
0.4
0.2
0.1
0.04
0.02
0.01
Ausfallhäufigkeit
1000
2000
3000
5000
10000
20000
40000
km
Laufstrecke
Gerade der ersten Ausfälle
Gerade der gesamten Stichprobe
erste Ausfälle
Gesamtvertlg.