



Leitfaden für die Weibull – Feldauswertung nach dem Anwarter-Verfahren

www.weibull.de

Einführung und Grundlagen:

www.weibull.de/Visual_XSel_Weibull.pdf

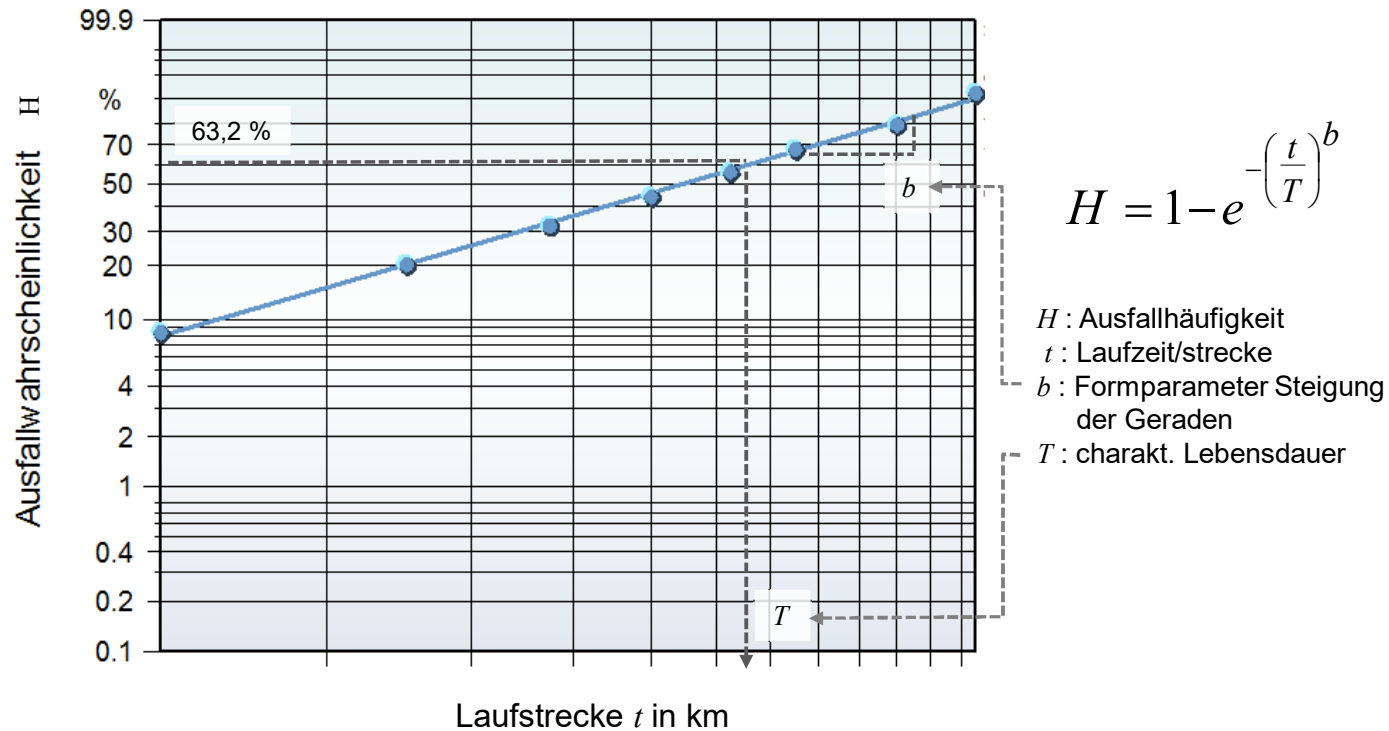
www.weibull.de/Weibull-Analyse.pdf

Alternative Feldauswertung nach dem Johnson-Verfahren:

www.weibull.de/Weibull_Prognose_Feld.pdf

Grundlagen der Weibull-Verteilung

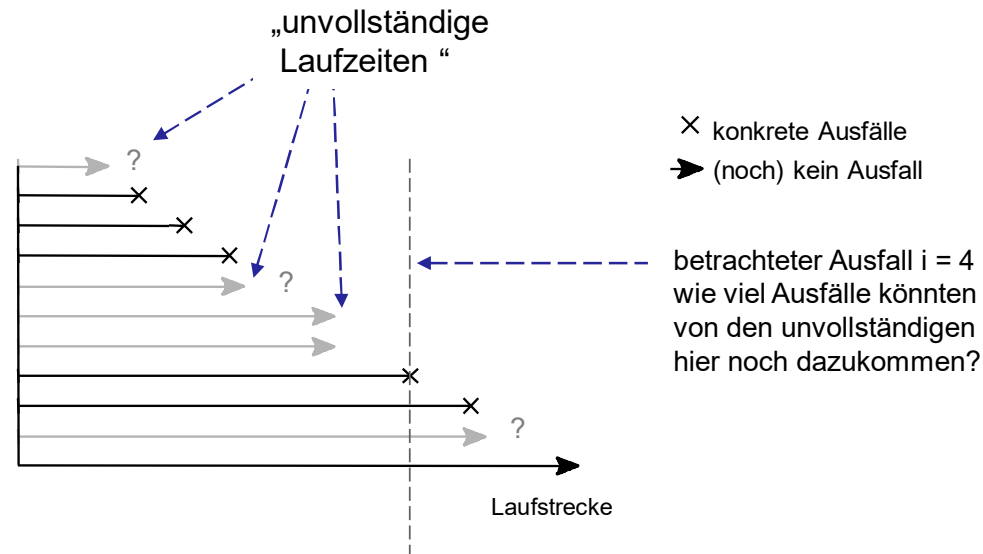
Im sogenannten Weibull-Netz werden die Ausfallhäufigkeiten (bei Extrapolation Ausfall-wahrscheinlichkeit) über der Laufstrecke dargestellt. Durch eine mehrfach logarithmische Achsenskalierung erscheint eine Ausfallursache als Gerade. Abweichungen hiervon lassen sich somit als Mischverteilung interpretieren (verschiedene Ausfallursachen).



Was macht die sogenannte Anwärter-Prognose?

Im Feld haben normalerweise nicht alle Kunden die gleiche Laufstrecke in der gleichen Zeit erreicht (Viel- und Wenigfahrer). Kunden mit geringerer Laufleistung können noch keinen Ausfall haben, wenn sie die Strecke noch nicht erreicht haben, wo ein andere einen Ausfall haben. Diese Kunden nennt man **Anwärter**. Sie haben noch „unvollständige Laufzeiten“.

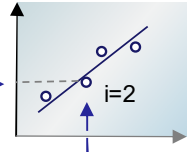
⇒ Die Weibull-Verteilung erscheint als zu gering, insbesondere zu höheren Laufleistungen.



Grundsätzlich Bestimmung der Häufigkeiten.

Die Ausfallhäufigkeit berechnet sich allgemein durch:

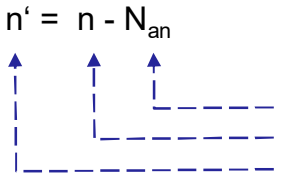
$$H \approx \frac{i}{n+1}$$

H : Ausfallhäufigkeit (Ordinate im Weibull-Netz) 
 i : Ordnungszahl (der wievielte Ausfall)
 n : Produktionsstückzahl für ausgewählten Zeitraum, Ländervarianten, und Fahrzeugtypen

Wenn bestimmte Kunden die Laufstrecke noch nicht erreicht haben, an der es Ausfälle gibt, kann nicht die gesamte Produktionsstückzahl n als Bezug verwendet werden.

Lösung nach Eckel: Für jeden Ausfallpunkt i wird bestimmt, wie viele Fahrzeug die entsprechende Laufstrecke noch nicht haben und n wird dann um diese Anwärter reduziert.

$$H \approx \frac{i}{n'+1}$$

$n' = n - N_{an}$


 N_{an} : Anzahl Anwärter, die eine bestimmte Laufstr. noch nicht haben
 n : Produktionsstückzahl
 n' : Neue Bezugsgröße

Prinzipieller Ablauf der Anwärter – Korrektur.

Start	Ausfall 1	Ausfall 2	Ausfall 3	Ausfall 4
Bezug Produktionsmenge n = 567	Anwärter Nan = 2 Bezug: n' = n - 2 565 = 567 - 2	Anwärter Nan = 3 Bezug: n' = n - 3 564 = 567 - 3	Anwärter Nan = 4 Bezug: n' = n - 4 563 = 567 - 4	Anwärter Nan = 5 Bezug: n' = n - 5 562 = 567 - 5
	$H_1 = \frac{1}{565+1}$ $H_1 = 0,124\%$	$H_2 = \frac{2}{564+1}$ $H_2 = 0,301\%$	$H_3 = \frac{3}{563+1}$ $H_3 = 0,479\%$	$H_4 = \frac{4}{562+1}$ $H_4 = 0,658\%$

① Da nur Erstaussfälle betrachtet werden, ist das Weiterlaufen mit Ersatzteilen hier nicht berücksichtigt.

② Häufigkeit ohne Berücksichtigung der Anwärter ⇒ Ist-Fälle

Bestimmung der Anwärter über die Laufstreckenverteilung.

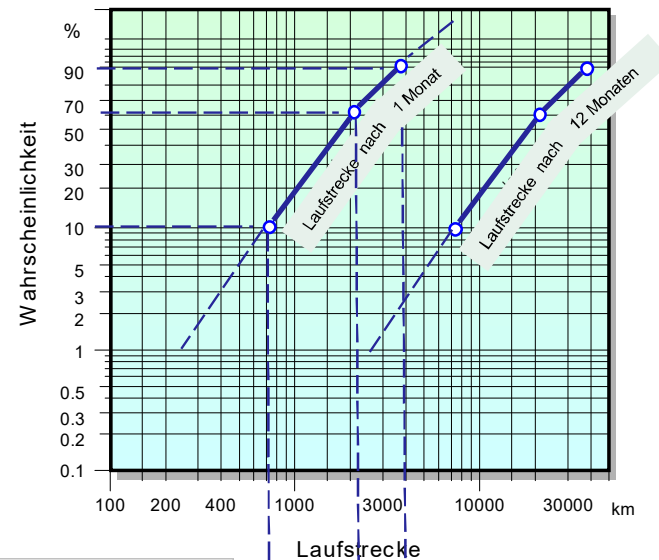
über die Laufstreckenverteilung kann bestimmt werden, wie viele Fahrzeuge eine bestimmte Laufstrecke noch nicht erreicht haben.

Damit die Laufstreckenverteilung für jeden km-Wert universell verwendet werden kann, wird diese normiert auf Laufstrecke pro Monat.

- Zulassungsdatum
- Reparaturdatum
- Kilometerleistung

Nutzungszeit = Reparatur - Zulassung
 Laufstreckenvertlg. = Laufstr./Nutzungszeit

ZulDat	RepDat	km	Nutzung	km/Monat
26.1.2010	14.3.2011	23637	14	1750
26.2.2010	15.3.2011	23696	13	1892
28.12.2009	2.3.2011	16272	14	1157
26.2.2010	14.3.2011	31098	12	2489
24.12.2009	16.3.2011	13077	15	892



Bei 10%, 63,2% und 90% wird die Laufstreckenverteilung durch zwei Geradenabschnitte definiert.

10	Laufstreckenverteilung km/Monat		
11	X1 :	10%	703
12	X2 :	63,2%	2050
13	X3 :	90%	3850

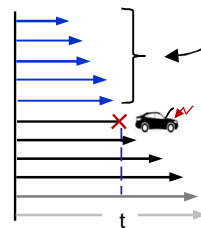
Beispiel: Berechnung der Anwärter für den ersten Ausfall

Ein Ausfall eines Fahrzeuges ist bei 17000km. Der Kunde hatte zu diesem Zeitpunkt sein Fahrzeug 10 Monate. Die normierte Laufstrecke ist hier:

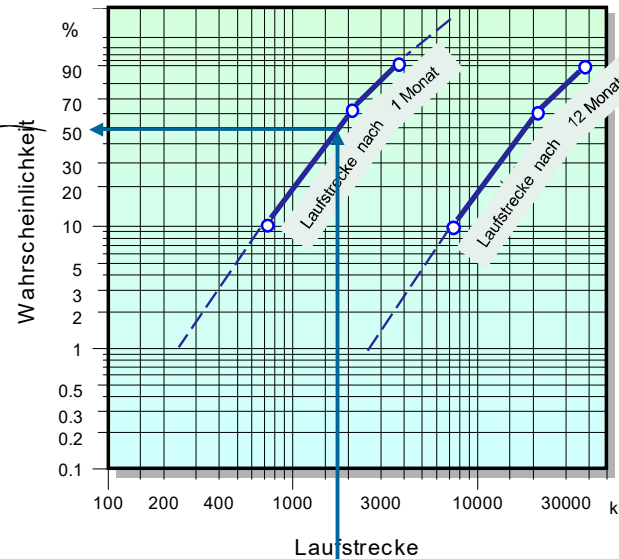
1700km/Monat.

Daraus bestimmt man, dass 50% der Produktion und somit der Kunden, diese Strecke noch nicht erreicht haben*.

Dieser Anteil multipliziert mit n abzüglich der Anzahl Ausfälle ergibt die Anzahl Anwärter N_{an} .



$$\% \cdot n = N_{an}$$



Km-Punkt eines Ausfalls / Nutzungszeit in Monaten

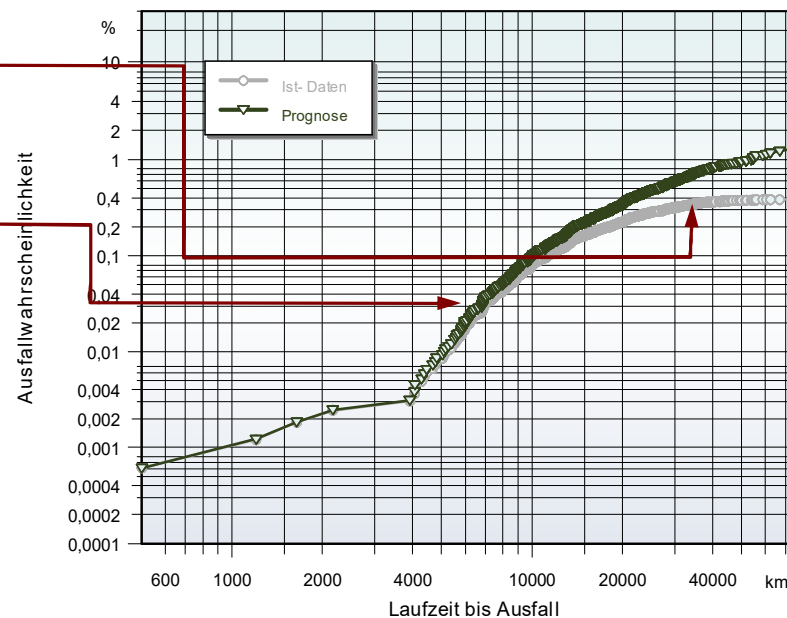
* Betrachtung ohne die Menge bei exakt 1700km. Es wird nur die Anzahl links vom aktuellen Punkt gewertet.

Beispielauswertung für Prognoselinie.

...Weibull\ Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vgx

$T = 1420137$	$b = 1,494$	$T = 452154,4$	$b = 1,876$
$H = 100\% \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b}\right)$		$H = 100\% \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b}\right)$	
$t_0 = 314760 \quad R^2 = 0,8865$		$t_0 = 136260 \quad R^2 = 0,9509$	


Das Ergebnis zeigt zwei Kurven. Die graue untere stellt die vorhandenen Ist-Bearstandungen dar, dies entspricht der Anzahl Einträge in der Tabelle, bezogen auf die Produktionsstückzahl. Die dunkle obere Kurve repräsentiert die Prognose nach dem Anwärtungsverfahren. Sie ist immer höher, als die Ist-Daten, weil hier noch Ausfälle hinzugerechnet werden, die noch kommen, wenn alle Fahrzeuge die jeweiligen Laufstrecke erreicht haben.




Zu beachten ist, dass es im Feld praktisch immer Mischverteilungen gibt. Näheres hierzu weiter hinten. Die Datenpunkte sind deshalb verbunden, um den Verlauf besser erkennen zu können. Die oben gezeigte Weibull-Formel zeigt die 2-parametrische Weibull-Verteilung, wenn man eine Ausgleichsgerade durch die Punkte legen würde (hier nicht zu sehen). Aufgrund der Mischverteilung ist b hier nicht interpretierbar!

Wichtige Auswahlkriterien für die Auswertung!

- ⇒ **Nur eine Ländervariante, z.B. USA, Deutschland, China, Japan, etc., niemals weltweit (zu unterschiedliche Laufstreckenverteilung und Fzg.-Nutzung) !**

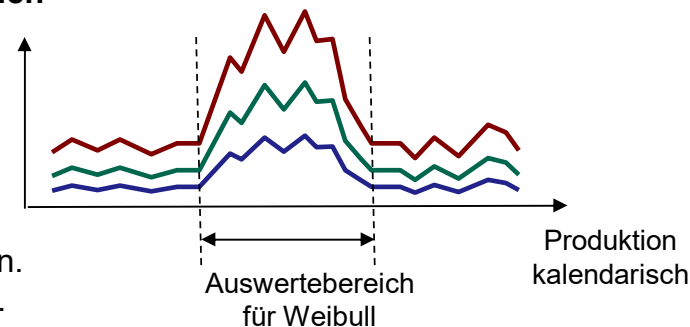
 Spalte Verkaufsland oder vergleichbare Spalte filtern.


- ⇒ **Nur ein Fahrzeugtyp und Motorvariante**

 Spalte Fahrzeugtyp und Motorvariante filtern. Dazugehörige Produktionsmenge bestimmen.

- ⇒ **Möglichst eng ausgewählter Produktionsbereich**


Für Vorabauswahl Schichtlinie betrachten, wo sind Zeiträume auf hohem Niveau und wo mit „normale“ Beanstandungsniveaus).
Empfehlung: Nicht mehr als 1 Jahr zusammenfassen!



 Spalte Produktionsdatum markieren und filtern.
Dazugehörige Produktionsmenge bestimmen.

- ⇒ **Auswertung nur für Erstaussfälle**

Aussfälle von Ersatzteilen habe geringere Laufleistung und sind in einem „gealterten Umfeld“ betrieben worden. Diese sollten deshalb nicht mit ausgewertet werden.

 Spalte Fahrgestellnummer markieren und Menü Daten/Duplikate entfernen.
Für Auswertung mit Wiederholungsfällen www.weibull.de/Weibull_Prognose_Feld.pdf

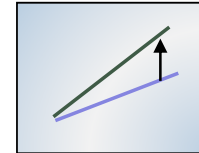
Weitere Infos unter: www.weibull.de/Leitfaden_Datenaufbereitung_Weibull_Feldauswertung.pdf

Anwärter-Prognose / Charakteristik.

Die Abweichung zwischen Prognose und Ist-Kurve ist umso größer,

⇒ **je kürzer der Betrachtungszeitraum ist.**

Zeit zwischen Zulassung und letzter Datenerhebung.



⇒ **je geringer die Laufleistung pro Monat ist.**

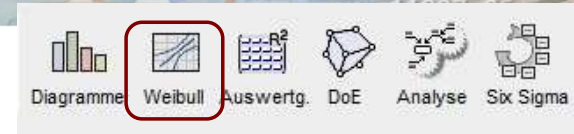
Wahrscheinlichkeit für Anwärter steigt, dass die betrachtete Strecke noch nicht erreicht wurde. Die Laufstreckenverteilung sollte möglichst repräsentativ sein und „Ausreißer“ entfernt werden.

⇒ **je höher die „Verzugszeit“ ist.**

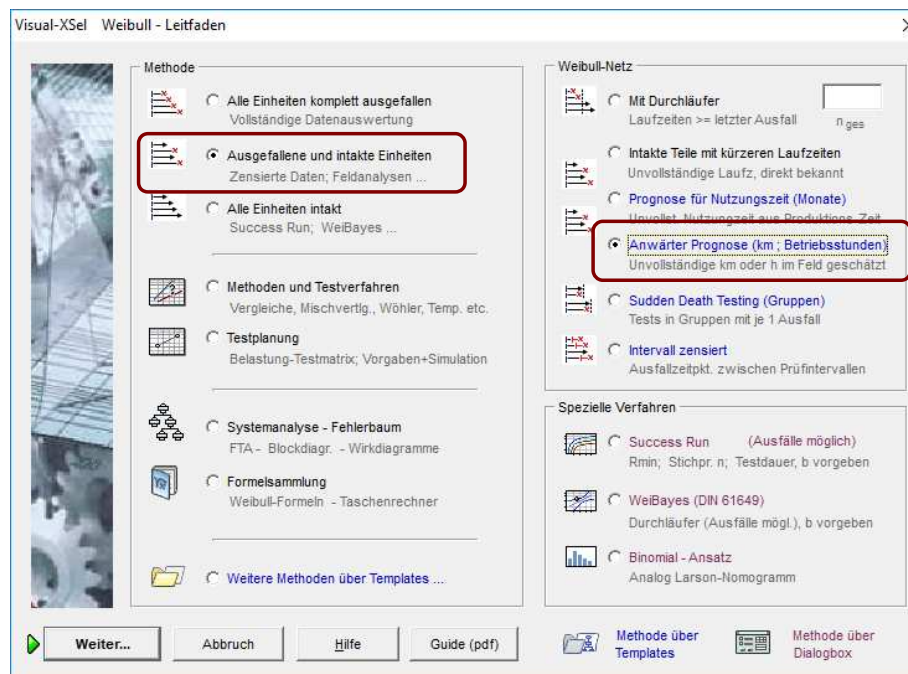
(Zeit zwischen Produktion und Zulassung verkürzt den Betrachtungszeitraum

Vorsicht: Bei Motorrad stehen die Fzg. über dem Winter, dies verkürzt ebenfalls den Betrachtungszeitraum. Berücksichtigung nur im Template Weibull_Prognose_Anwärter.vxg möglich durch Erhöhung der Verzugszeit).

Verfügbare Templates in Visual-XSel



Für die Anwärter-Prognose deckt das Template *Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vxg* mehrere Fragestellungen ab. Entgegen der Namensgebung können auch anstelle von Laufstrecken in km Betriebsstunden verwendet werden.



Soll die Laufstreckenverteilung, bzw. die Betriebsstundenverteilung aus den Daten bestimmt werden, sollten mindestens 50 Datenzeilen vorliegen, mit der Angabe von Zulassungs- und Reparaturdatum.

Auswertetemplate in Visual-XSel 16.0 ...\Templates\ 5_Weibull\ Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vvxg

Nach dem Öffnen der Vorlage sind grundsätzlich immer die gelben hinterlegten Felder zu befüllen.

Die Eingangsdaten sind neben der „Laufleistung“ in km die Angaben des „Nutzungsbeginns“ bzw. des Zulassungsdatums und das Reparaturdatum. Aus der Differenz wird die Nutzungszeit bestimmt.

Sind diese Information nicht vorhanden, können die Spalten F und G auch leer bleiben. Die „Laufstreckenverteilung“ muss dann in Form von 3 Stützstellen vorgegeben werden (Zelle C11, C12 und C13).

C20=[2,19]		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1							GW-Beginn	RepDatum	km	Nutzung
2	Angabe						1.12.2017	15.11.2018	11627	
3	Produktionsstückzahl :			2249			1.12.2017	15.11.2018	11627	
4	Produktionszeitraum			1.1.2017	31.12.2017		1.12.2017	15.11.2018	11627	
5	Zulassungszeitraum :			20.10.2015	29.9.2016		25.5.2018	28.6.2019	4628	
6	Letzte Datenerhebung :			15.4.2020			25.5.2018	28.6.2019	4628	
7	Monate Zulassungszeitr. :			12			25.5.2018	28.6.2019	4628	
8	Betrachtungszeitraum :			14			22.12.2017	20.12.2019	29945	
9	letzte Dat-Erh.-letzte Zul.Dat			17			22.12.2017	20.12.2019	29945	
10	Laufstreckenverteilung pro Monat						22.12.2017	20.12.2019	29945	
11	X1 :	10		1067			22.12.2017	20.12.2019	29945	
12	X2 :	63,2		2454			23.6.2017	15.6.2019	17992	
13	X3 :	90		3856			23.6.2017	15.6.2019	17992	

Auswertetemplate Visual-XSel 16.0

...\\Templates\\5_Weibull\\Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vxg

Wie beschrieben, sind zunächst die Spalten F, G und H zu befüllen. Die entsprechenden Daten müssen sich in der Zwischenablage befinden, um die Funktion Einfügen in der Sprechblase verwenden zu können. Ab Version 16.0023 müssen die Daten in der Zwischenablage nicht unbedingt die gleiche Reihenfolgen haben, wie im Template. Wenn die Daten im Excel vorliegen kann die gesamte Tabelle markiert und kopiert werden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1						Start Nutzung	Reparatur	km oder h	NutzungszeitLa
2	Angabe					9.1.2016	29.8.2017	11163	19,6
3	Produktionsstückzahl :		2249						13,0
4	Produktionszeitraum	1.7.2015	30.4.201						0
5	Zulassungszeitraum :	20.10.2015	29.9.201						8
6	Letzte Datenerhebung :	15.2.2018							2,8
7	Monate Zulassungszeitr. :		12						12,3
8	Betrachtungszeitraum :		14			2.11.2015	11.11.2016	12121	3,4
9	letzte Dat-Erh.-letzte Zul.Dat		17			21.3.2016	3.7.2016	1291	2,4
10	Laufstreckenverteilung pro Monat					21.3.2016	3.7.2016	1291	

Zwischenablage

Unverändert übernehmen

A	B	C	D	E
Hdt-Nr	Antragnr	Fgnr	BefundNr	Befundtext
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	PZ65049	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	PZ65049	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	PZ65049	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
2691	479650	E163977	1.1E+009	Zylinderk
2691	479650	E163977	1.1E+009	Zylinderk

Umformen

Transponiert

Reihen in Spalten aufteilen

Spalten in eine Reihe

Reihe in Spalten

Spaltenauswahl

- [1] Hdt-Nr
- [2] Antragnr
- [3] Fgnr
- BefundNr
- Befundtext
- Fg-Typ
- km
- ProdDatum
- RepDatum
- ProdWerk
- Getriebe
- Lenkung
- Ländervar

Reihenfolge ändern -> alle abwählen und dann nacheinander auswählen

obere Zeile höher tiefer

Übernehmen Abbruch

Inhalt der Zwischenablage immer zeigen wenn mehr als 2 Spalten

Gibt es mehr als 2 Datenspalten in der Zwischenablage entspricht die Funktion **Einfügen** automatisch der Funktion **Einf. Spezial**.

Es werden alle Spalten der Zwischenablage aufgelistet. Da das Template nur 3 Spalten erwartet, sind zunächst die erst 3 mit einem Haken versehen. Wählen Sie diese erstmal ab und in der Reihenfolge Start Nutzung – Reparatur – km die gewünschten Spalten wieder dazu.

Auswertetemplate Visual-XSel 16.0

...\\Templates\\5_Weibull\\Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vxg

Auswahlsektion der Zwischenablage
ab Version 16.0023

Start Nutzung entspricht hier der Spalte
GW-Beginn [1], die als erstes anzuklicken
ist.

.. danach ist RepDatum zu wählen [2]

.. und zuletzt km [3]

Das Ganze ist mit der Taste **Übernehmen**
abzuschließen

Hd-Nr	Antragnr	Fgnr	BefundNr	Befundtext
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	410970	CU34447	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	P285049	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	P285049	1.1E+009	Zylinderk
1301	415540	P285049	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
1324	673780	A492100	1.1E+009	Zylinderk
2891	479650	E163977	1.1E+009	Zylinderk
2891	479650	E163977	1.1E+009	Zylinderk

Auswertetemplate Visual-XSel 16.0

...\\Templates\ 5_Weibull\ Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vxg

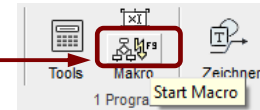
Entsprechend dem Produktionsumfang sind manuell der Produktionszeitraum und die dazugehörige Produktionsstückzahl einzutragen

C20=[2,19]		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1							GW-Beginn	RepDatum	km	Nutzungs
2	Angabe						1.12.2017	15.11.2018	11627	
3	Produktionsstückzahl :				2249		1.12.2017	15.11.2018	11627	
4	Produktionszeitraum				1.1.2017	31.12.2017	1.12.2017	15.11.2018	11627	
5	Zulassungszeitraum :				20.10.2015	29.9.2016	25.5.2018	28.6.2019	4628	
6	Letzte Datenerhebung :				15.4.2020		25.5.2018	28.6.2019	4628	
7	Monate Zulassungszeitr. :				12		25.5.2018	28.6.2019	4628	
8	Betrachtungszeitraum :				14		22.12.2017	20.12.2019	29945	
9	letzte Dat-Erh.-letzte Zul.Dat				17		22.12.2017	20.12.2019	29945	
10	Laufstreckenverteilung pro Monat						22.12.2017	20.12.2019	29945	
11	X1 :	10		1067			22.12.2017	20.12.2019	29945	
12	X2 :	63,2		2454			23.6.2017	15.6.2019	17992	
13	X3 :	90		3856			23.6.2017	15.6.2019	17992	

Die letzte Datenerhebung ist das Datum, an diese zuletzt aktualisiert übertragen wurden, z.B. aus einer Datenbank. Dieses Datum muss nicht das aktuelle Datum sein, sondern liegt meist etwas in der Vergangenheit.

Auswertetemplate in Visual-XSel 15.0/16.0

Nach vollständiger Befüllung aller Daten ist das Makro über die angezeigte Ikone (Berechnen/Start), oder über F9 zu starten.



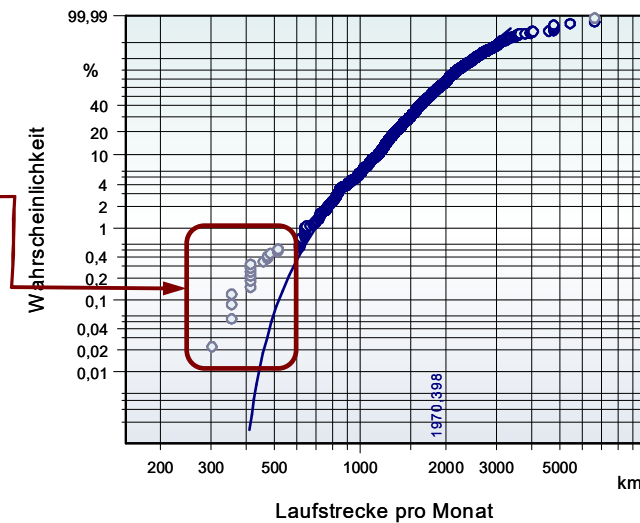
Die Laufstreckenverteilung sollte aus den Daten bestimmt werden, wenn diese als „repräsentativ“ angesehen werden und mindestens 100 Datenpunkte betragen.

VORSICHT: In manchen Fällen ist die Bestimmung der Laufstreckenverteilung aus den Ausfalldaten zu negativ geprägt!



Nach der Auswertung gibt es auf der zweiten Seite (runter-scrollen) rechts die Laufstreckenverteilung. Oft ist es so, dass eine bestimmte Kundengruppe, meist Wenigfahrer, die Laufstreckenverteilung verfälschen.

Ab Version 16.0 werden solche Gruppen und Ausreißer automatisch aus der Berechnung ausgelassen.



Fallbeispiel

Frühausfälle.

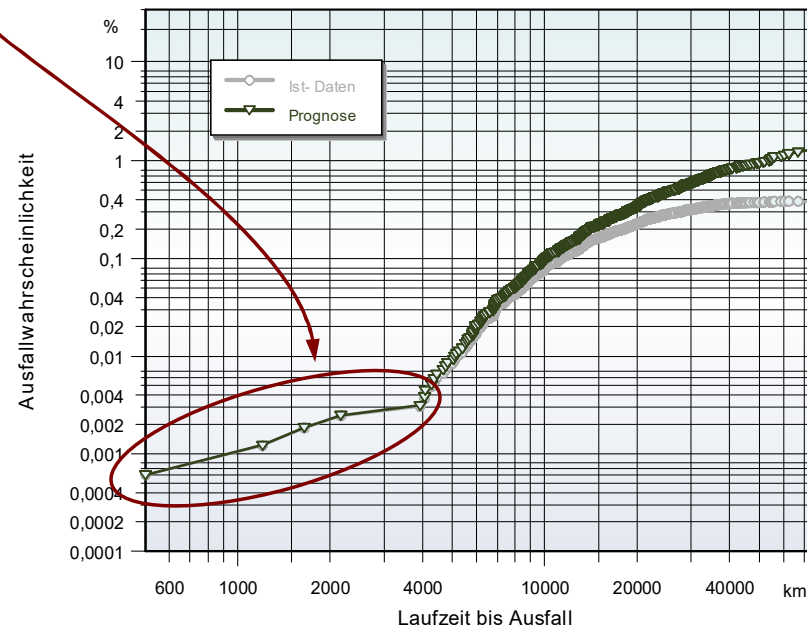
Wie können diese aus der Gesamtverteilung ausgeschlossen werden?

Schritt ①

Punkt anklicken, damit Weibull-Diagramm aktiv ist.

Schritt ②

Dialogbox Weibull aufrufen.



Auswahl Weibull

Fallbeispiel

Schritt ③

Das Template schlägt selbständig vor, bestimmte Punkte für die Parameterbestimmung weglassen, hier vorne 4 und standardmäßig hinten mindestens einen. Diese Anzahl kann manuelle geändert werden.

Schritt ④

Es wird zunächst angenommen, dass der übrige Kurvenverlauf gut mit der 3-parametr. Weibull-Verteilung beschreibbar ist.

Visual-XSel - Weibull 2

Expertenansicht

Funktion

2-parametrig $b =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b}$

3-parametrig $t_0 =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{T-t_0}\right)^b}$

Doppelt Exponential $H = 1 - e^{-\left(\alpha e^{\beta \ln t} + \tau\right)}$

▼ mehr

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte weglassen

vorne hinten

Klassenbreite:

Häufigkeiten

Häufigkeiten aus Anzahl Werte

Einzelhäufigkeiten absolut (2., 4.... Spalte)

Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2., 4.... Spalte)

Gesamtmenge n:

Optionen

Funktion zeigen

Extrapolieren

Vertrauensbereich

Ohne %

Verteilungstest

kein Test

p-value in Formel über Diagramm

OK Diagramm Auswahl Weitere Angaben ... Limits ... Hilfe

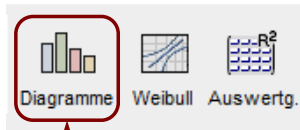
Fallbeispiel

Die 3-param. Funktion ist schon deutlich besser, aber im Auslauf der Weibull-Kurve gibt es noch zu starke Abweichung.

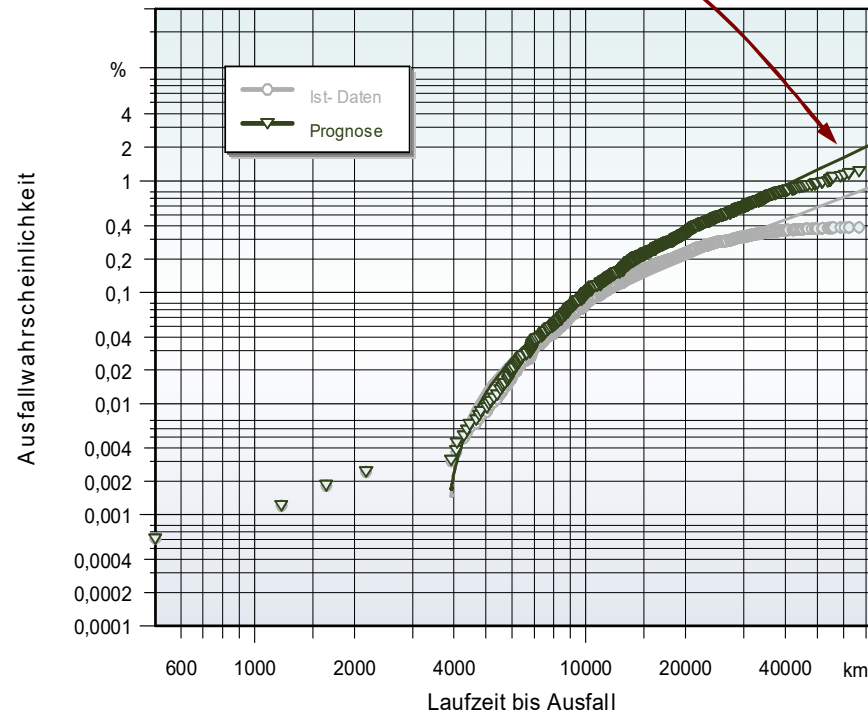
Gibt es weitere Funktionen, die den Verlauf besser beschreiben?

Schritt ⑤

Dialogbox erneut aufrufen.



Auswahl Diagramm



Fallbeispiel

Schritt ⑥

Verwendung der sogenannten Doppelt-Exponential-Fkt., die im Auslauf gegenüber der 3-parametrischen Weibull-Funktion stärker gekrümmt ist (Berücksichtigung der Abnahme der im Feld befindlichen Fahrzeuge). Weiterhin Extrapolieren auswählen.

Visual-XSel - Weibull 2

Expertenansicht

Funktion

2-parametrig $b =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b}$

3-parametrig $t_0 =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{T-t_0}\right)^b}$

Doppelt Exponential $H = 1 - e^{-\left(x e^{x \ln t} \right)^b}$

▼ mehr

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte weglassen

vorne hinten

4 1

Klassenbreite:

Häufigkeiten

Häufigkeiten aus Anzahl Werte

Einzelhäufigkeiten absolut (2., 4., ... Spalte)

Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2., 4., ... Spalte)

Gesamtmenge n:

Optionen

Funktion zeigen

Extrapolieren

Vertrauensbereich

Ohne %

Verteilungstest

kein Test

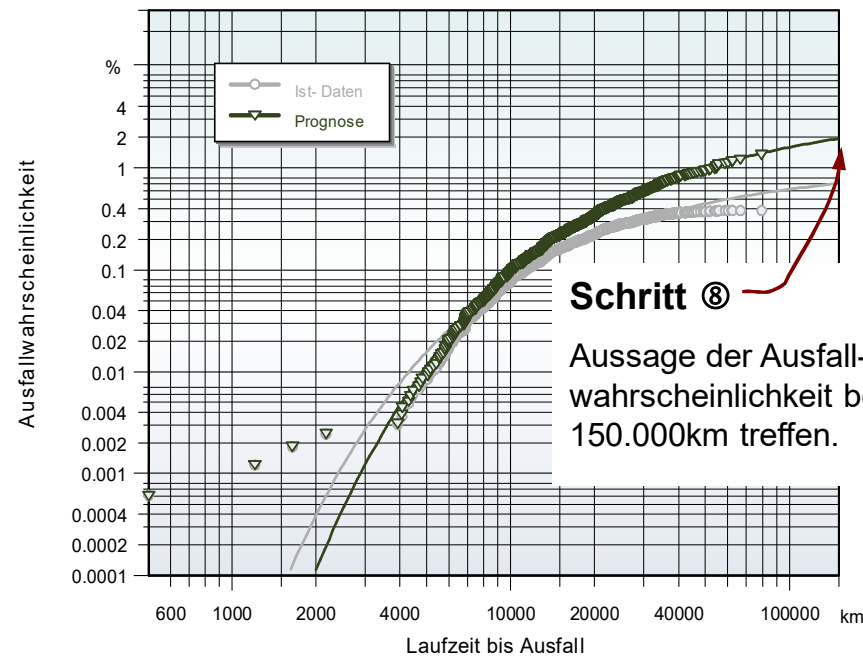
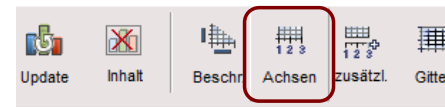
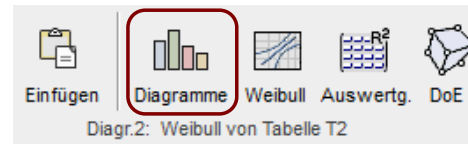
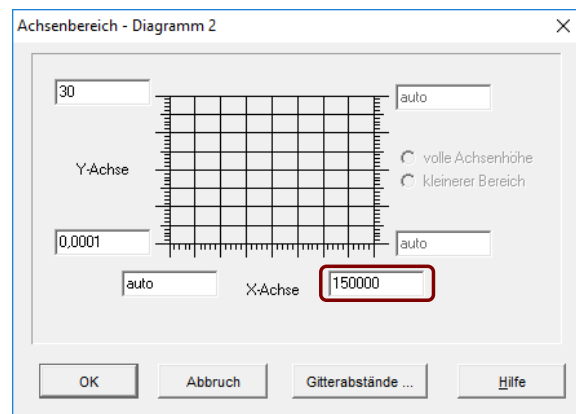
p-value in Formel über Diagramm

OK Diagrammauswahl Weitere Angaben ... Limits ... Hilfe

Fallbeispiel

Schritt ⑦

Achsenbereich anpassen auf gewünschten Endpunkt bei 150000km.

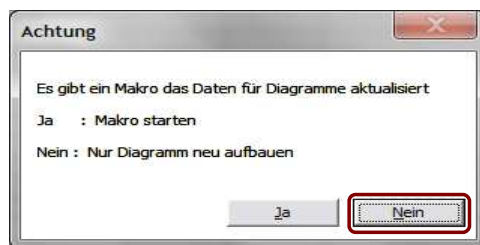


Unterschiedliche Funktionen in einem Diagramm

Innerhalb eines Diagrammes kann entweder nur die 3-parametrig, oder die Doppeltextponential Funktion verwendet werden. Möchte man beide Varianten in einem Diagramm verwenden, so müssen beide Funktionen in getrennte Diagramme aufgeteilt werden. Dies wird über die folgenden Schritte ermöglicht:

- Zunächst ist nur die Kurve der Prognose interessant. Klicken Sie einmal auf das Weibull-Diagramm, damit es zum aktiven Datensatz wird.
- Klicken Sie links in die Tabelle und gehen auf Tabellenseite T2.
- Markieren Sie die Spalten C und D für die Prognosekurve
- Aktualisieren Sie das Diagramm durch die Ikone Diagramm / Update

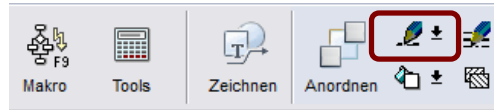
	A	B	C	D	E	F
1	Ist-Daten		Prognose	0		
2	502	0,000606	502	0,0006068		
3	1205	0,001212	1205	0,0012183		
4	1649	0,001818	1649	0,0018356		
5	2175	0,002424	2175	0,0024623		
6	3923	0,003030	3923	0,0031313		
7	4059	0,003636	4059	0,0038038		
8	4078	0,004242	4078	0,0044767		
9	4297	0,004848	4297	0,0051549		
10	4381	0,005454	4381	0,0058352		
11	4463	0,006060	4463	0,0065174		
12	4679	0,006666	4679	0,0072049		
13	4763	0,007272	4763	0,0078944		
14	4829	0,007878	4829	0,0085855		



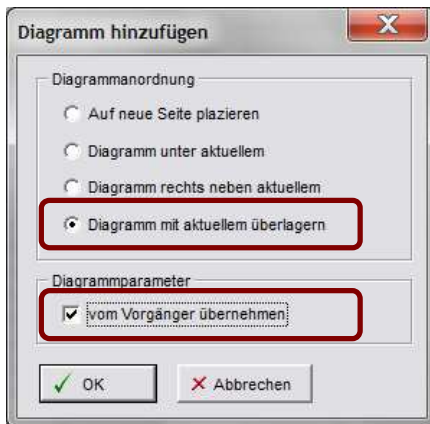
⇐ Es reicht das Diagramm nur neu aufzubauen

Unterschiedliche Funktionen in einem Diagramm

- Ändern Sie die Farbe der verbleibenden einen Kurve, indem Sie einen Punkt anklicken und den Farbstift verwenden.
- Wechseln Sie zurück in die Tabelle auf Seite T2, markieren erneut Spalte C und D und wählen danach *Diagramm / Hinzufügen*.
- Wählen Sie *Diagramm mit aktuellem überlagern* und die Option *vom Vorgänger übernehmen*



	A	B	C	D	E	F
1	Ist-Daten	0	Prognose	0		
2	502	0,0006061	502	0,0006068		
3	1205	0,0012121	1205	0,0012183		
4	1649	0,0018182	1649	0,0018356		
5	2175	0,0024242	2175	0,0024623		
6	3923	0,0030303	3923	0,0031313		
7	4959	0,0039590	4959	0,0039923		

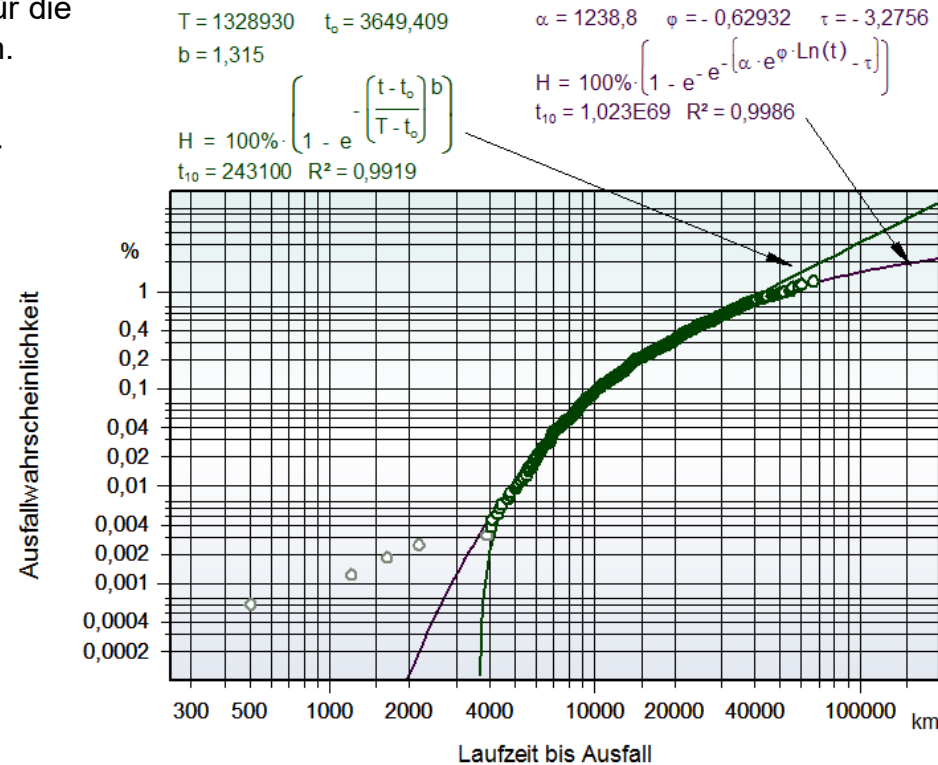


Es befinden sich nun zwei Weibull-Diagramm übereinander. Das aktuelle ist das zuletzt angelegte.

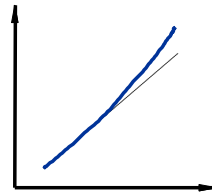
- Wählen Sie nun die Ikone *Diagramm*. Es erscheint das Dialogfenster der Weibull-Verteilung. Hier können nun andere Funktionen ausgewählt werden, z.B. die *Doppel exponential*.

Unterschiedliche Funktionen in einem Diagramm

- Schieben Sie die Formeln auseinander und verwenden unter den Zeichen-Tools Pfeile für die Zuordnung der Kurven.
- Zum Ändern der Parameter die gewünschte Formel anklicken und erneut die Ikone *Diagramm* klicken.

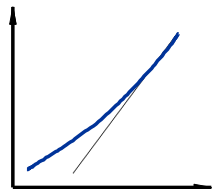


Backup



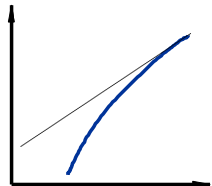
Verlauf ins Steilere

Nichtberücksichtigung von Austauschteilen (Ersatzteile) und deren kürzere Laufzeit



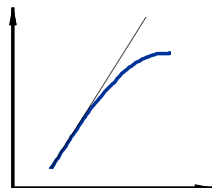
Vorschädigung (negatives t_0)

Links gekrümmter Verlauf



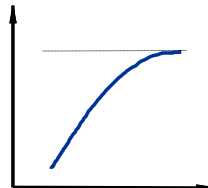
Ausfallfreie Zeit t_0

Weich nach rechts gekrümmter Verlauf, z.B. wegen Verschleiß der erst nach bestimmter Zeit auftritt



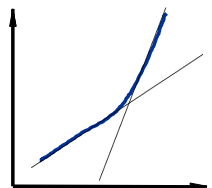
Fehlende Daten

Z.B. die Garantiezeit vorbei ist, oder weil noch nicht alle die gleiche Laufzeit erreicht haben (Anwärter)



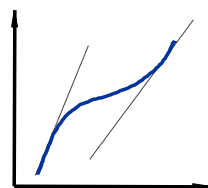
Teilmenge

Nur eine Teilmenge der Gesamtheit ist von einem Ausfall betroffen, z.B. wegen zeitlich begrenzter fehlerhafter Charge in der Produktion



Mischverteilung

Einfache oder mehrfache markante Verlaufsänderungen



Berechnungsschritte nach Eckel

Anwärter-Summenhäufigkeit

$$Fan_i = Fan_{i-1} + \frac{1}{n+1} \cdot \frac{Nan_i}{1 - Fk_{i-1}}$$

①

Nan = Absolute Anzahl Anwärter aus Laufstreckenverteilung

Fan = Relative Anzahl Anwärter

Korrigierte Ausfall-Summenhäufigkeit

$$Fk_i = Fk_{i-1} + \frac{1}{n+1} \cdot \frac{A_i}{1 - Fan_i}$$

②

A_i : Anzahl Ausfälle -> ohne Klassierung $A_i = 1$

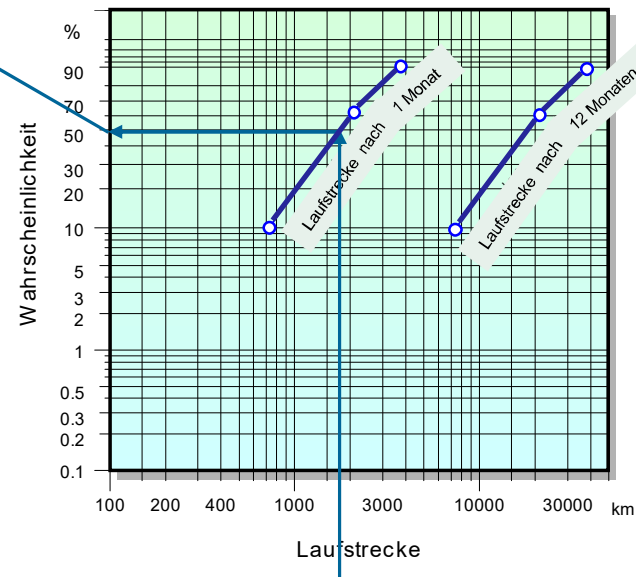
Fk_i : Korrigierte relative Anzahl Ausfälle

① n wird reduziert auf diejenigen, die nicht schon ausgefallen sind.

② n wird reduziert auf diejenigen, die die Laufstrecke auch erreicht haben.

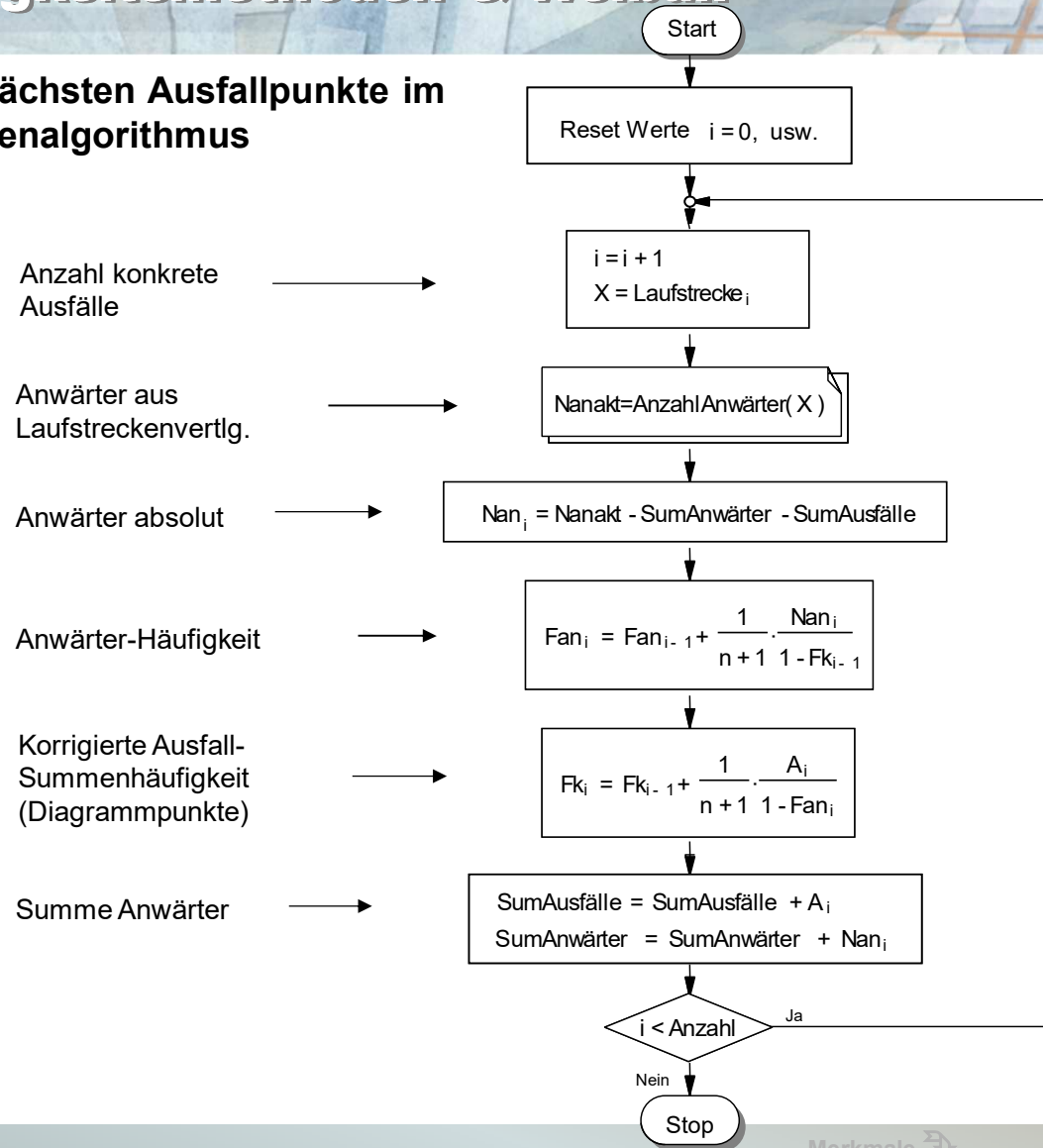
$$Fk = H = \frac{i-0,3}{n+0,4} \approx \frac{i}{n+1}$$

Die Anwärter errechnen sich aus der Laufstreckenverteilung



Km-Punkt eines Ausfalls / Nutzungszeit in Monaten

Die nächsten Ausfallpunkte im Rechenalgorithmus



Weiterführende Analysen mit Teileauswertung

Templates\5_Weibull\Weibull_Prognose_Teile.vxg

Analyse der Teile pro Befund/Fehlercode.

Mehrere Teile innerhalb eine Beanstandung möglich

Beispiel:

Aufgrund der km-Zuordnung ist hier zu erkennen, dass die Schaltung eher durch Fertigungsfehler ausfällt (Steigung $b \approx 1$), während die Powerunit in dem oberen Bereich der Steigung mit $b \approx 2$ durch Verschleiß auffällt. Zuordnung der anderen Bauteile uneinheitlich.

