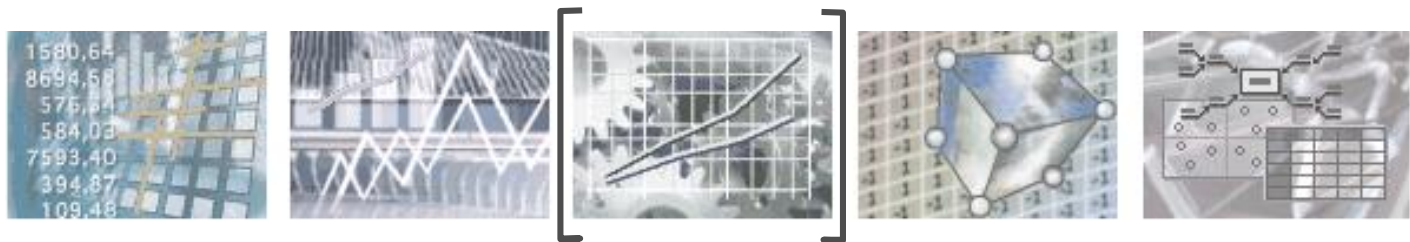


Weibull – Feldauswertung

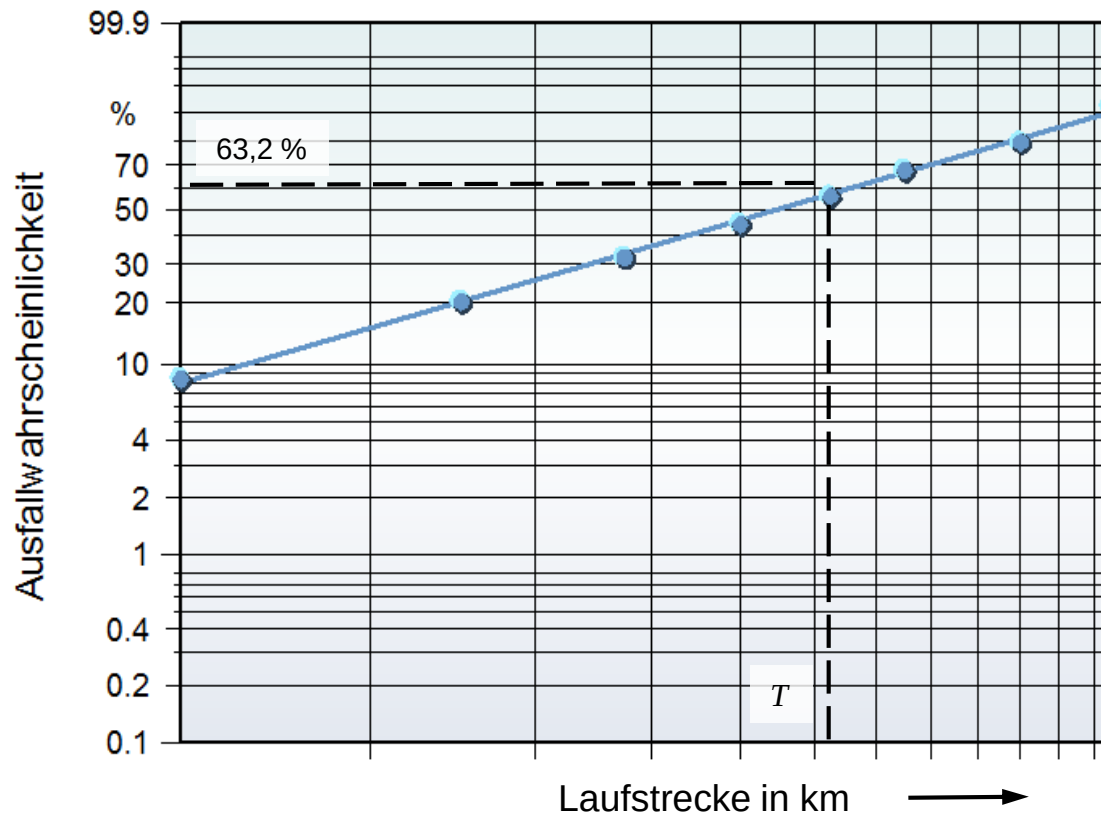
Leitfaden



Weibull-Analysen

Grundlagen der Weibull-Verteilung

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



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

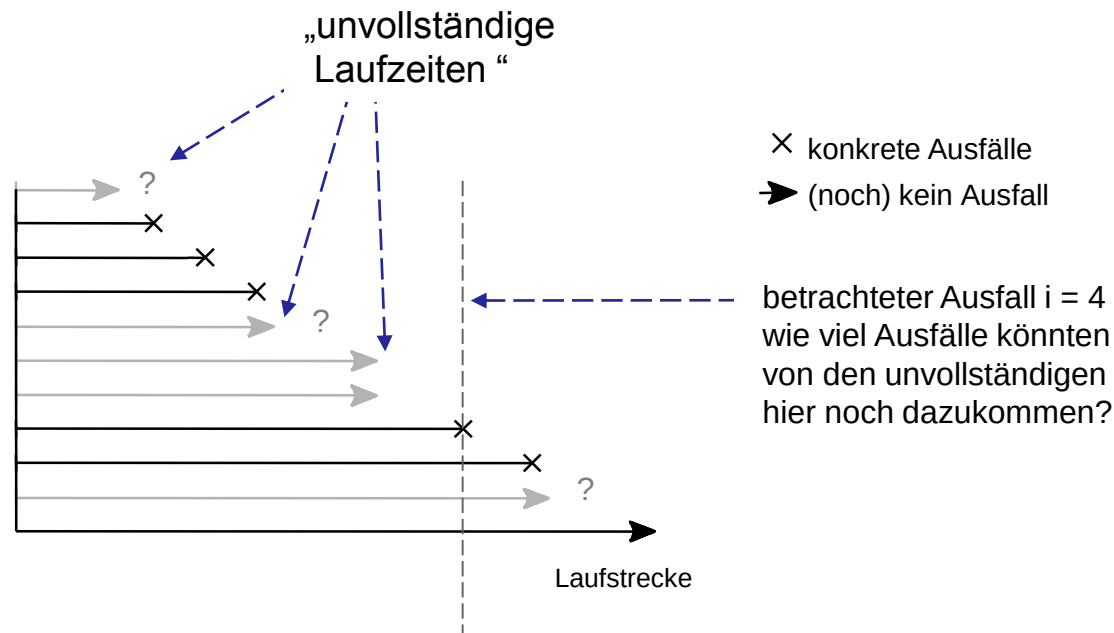
H : Ausfallhäufigkeit
 t : Laufzeit/strecke
 T : charakt. Lebensdauer
 b : Formparameter Steigung der Geraden

Weibull-Analysen

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.

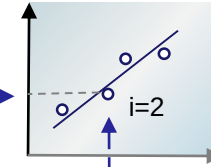


Grundsätzlich Bestimmung der Häufigkeiten.

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.

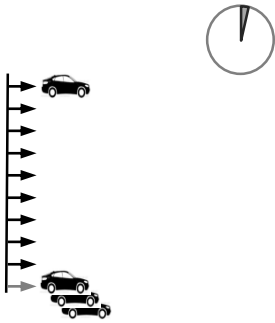
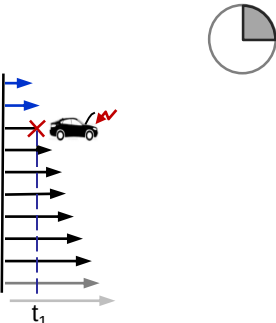
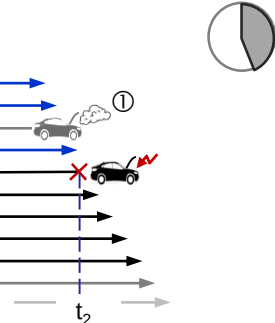
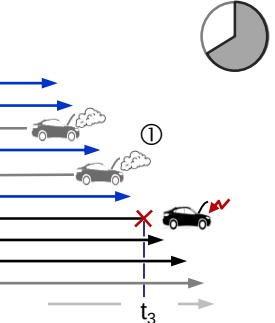
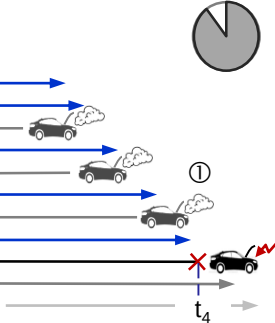
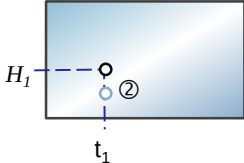
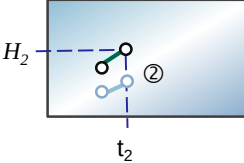
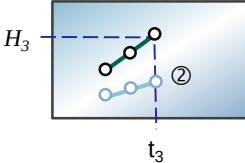
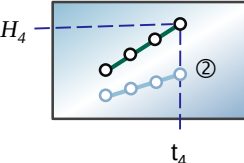
$$H \approx \frac{i}{n'+1}$$

$$n' = n - N_{an}$$

Anzahl Anwärter, die eine bestimmte Laufstr. noch nicht haben
Produktionsstückzahl
Neue Bezugsgröße

Weibull-Analysen

Prinzipieller Ablauf der Anwärter – Korrektur.

Start	Ausfall 1	Ausfall 2	Ausfall 3	Ausfall 4
				
Bezug Produktionsmenge $n = 567$	Anwärter $N_{an} = 2$ Bezug: $n' = n - 2$ $565 = 567 - 2$	Anwärter $N_{an} = 3$ Bezug: $n' = n - 3$ $564 = 567 - 3$	Anwärter $N_{an} = 4$ Bezug: $n' = n - 4$ $563 = 567 - 4$	Anwärter $N_{an} = 5$ 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 Erstaussflle betrachtet werden, ist das Weiterlaufen mit Ersatzteilen hier nicht berücksichtigt.

② Häufigkeit ohne Berücksichtigung der Anwärter $\Rightarrow$ Ist-Flle

Weibull-Analysen

Bestimmung der Anwärter über die Laufstreckenverteilung.

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

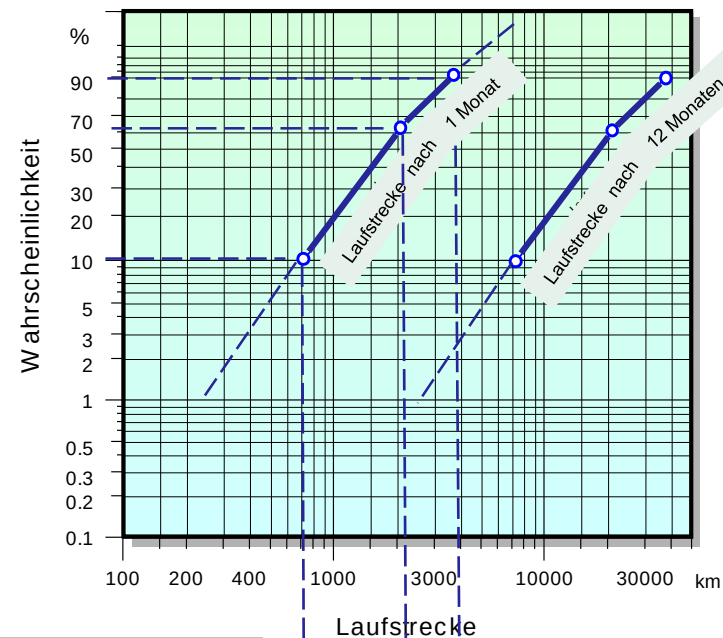
Damit die Laufstreckenverteilung für jeden km-Wert universell verwendet werden kann, wird diese normiert auf Laufstrecke pro Monat. Sie wird über zwei Abschnitte definiert, da die Laufstreckenverteilung im Weibull-Netz keine Gerade ist. Benötigt werden folgende Angaben:

- Fahrzeugzulassung
- Reparaturdatum
- Kilometerleistung

Aus der Differenz von Reparaturdatum-Fahrzeugzulassung erhält man die Nutzungszeit (wird auch Month in Service = MIS bezeichnet). Laufstreckenvertlg $\Rightarrow$ Kilometer / MIS
Die Schnittpunkte bei einer Wahrscheinlichkeit von

10%, 63,2% und 90%

und die Lotlinie auf die Laufstrecke ergeben die Definition der beiden Geradenabschnitte.



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

Weibull-Analysen

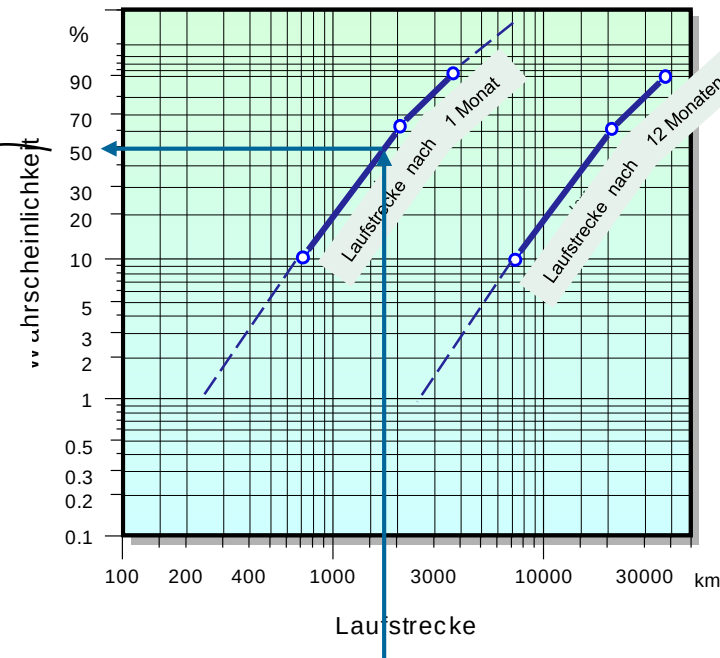
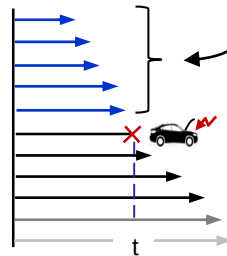
Beispiel: Berechnung der Anwärter für den ersten Ausfall

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 Nan.



Km-Punkt eines Ausfalls / Nutzungszeit in Monaten

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

Weibull-Analysen

Beispielauswertung für Prognoselinie.



...Weibull Weibull_Prognose_Laufstreckenverteilung.vxg

$T = 1420137$ $b = 1,494$ $T = 452154,4$ $b = 1,876$

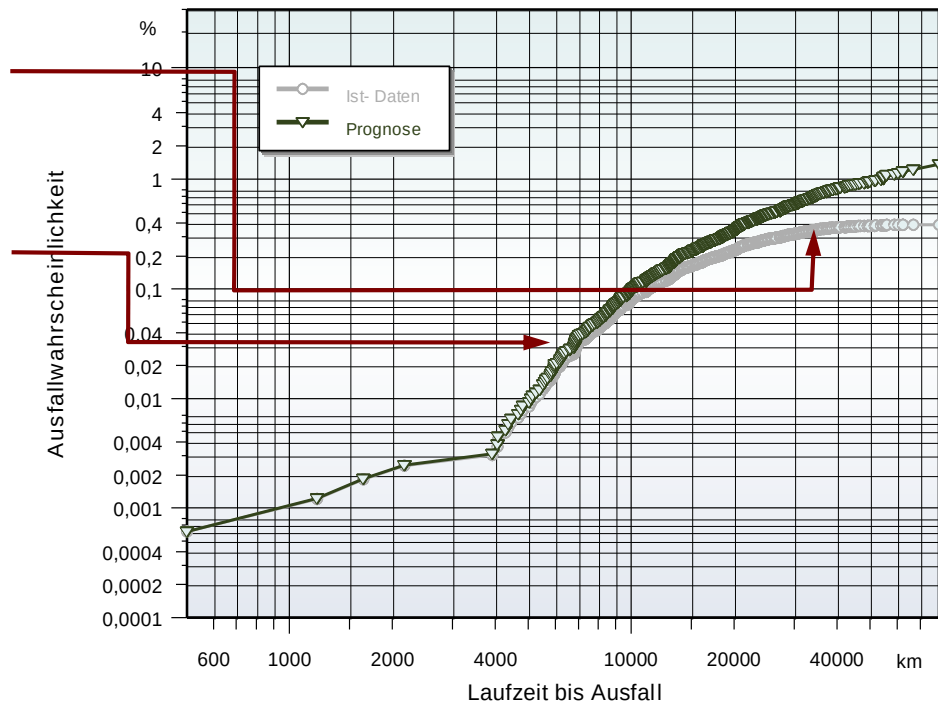
$$H = 100\% \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b} \right)$$

$t_{10} = 314760$ $R^2 = 0,8865$

$$H = 100\% \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^b} \right)$$

$t_{10} = 136260$ $R^2 = 0,9509$

Das Ergebnis zeigt zwei Kurven. Die graue untere stellt die vorhandenen Ist-Beanstandungen dar 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 gezeigt 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!

Weibull-Analysen

Wichtige Auswahlkriterien für die Auswertung!

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

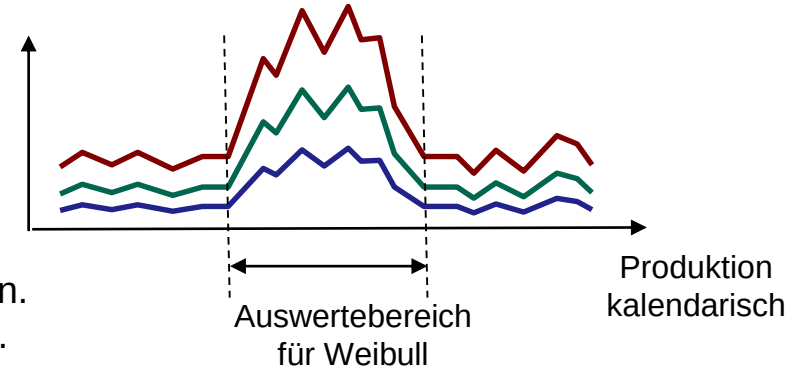
 Spalte Verkaufsland oder vergleichbare Spalte filtern.

- ⇒ **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**

Ausfälle 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.

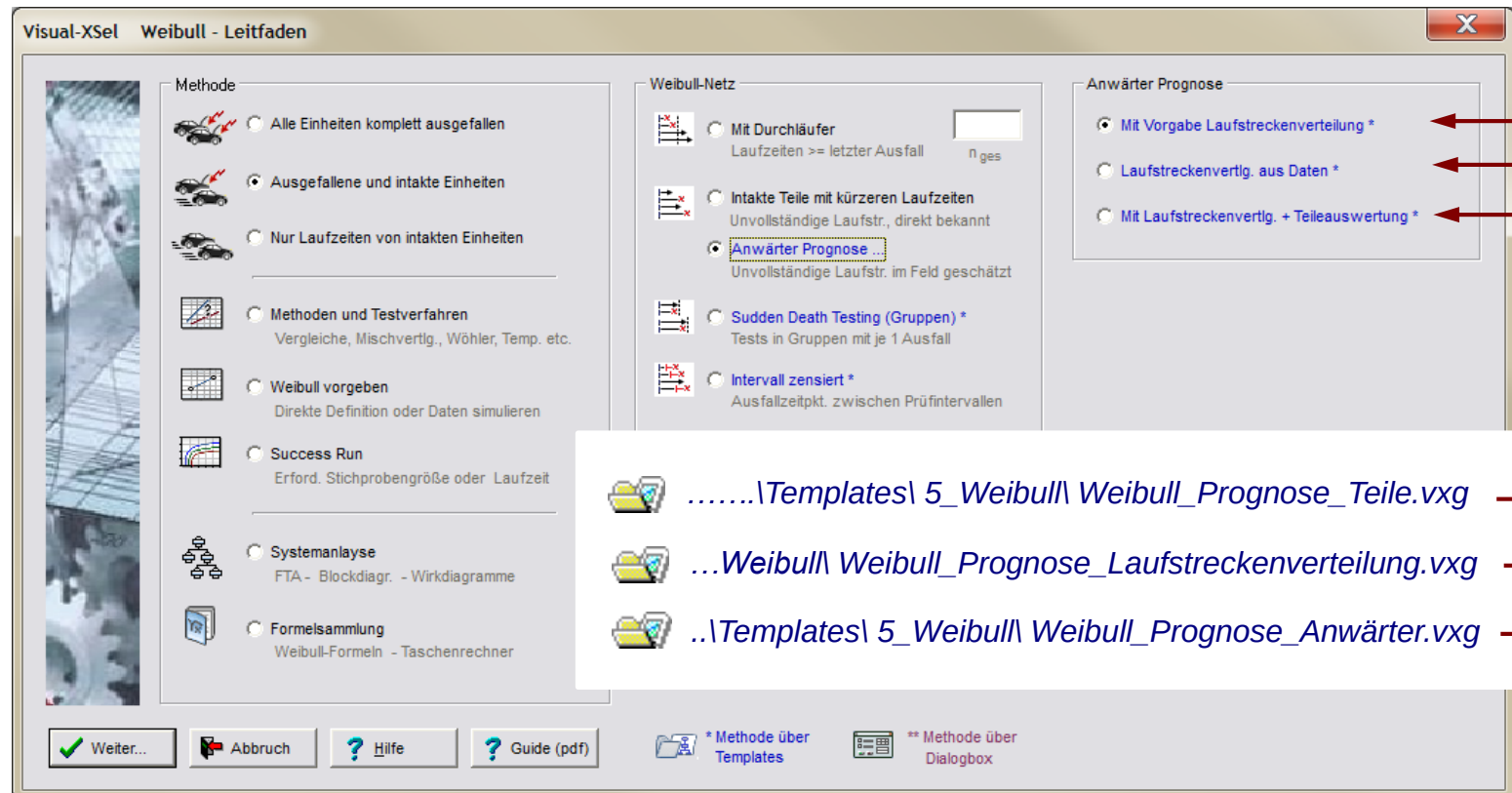
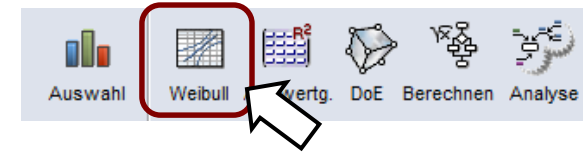
Weibull-Analysen

Verfügbare Templates in Visual-XSel

Es gibt für km-Auswertungen 3 Templates. In der ersten Variante muss die Laufstreckenverteilung vorgegeben werden.

Im zweiten Template wird diese aus den Daten selber berechnet. Deshalb sollten hier mindestens 50 Datenzeilen vorliegen. Es wird zusätzlich pro „Fall“ das Zulassungs- und Reparaturdatum benötigt.

Gibt es in mehreren Datenzeilen für ein Fahrzeug noch Angaben über Teile oder Befunde, so kann die dritte Variante gewählt werden. Hier ist eine Paretoauswertung inbegriffen.



Anwärter-Prognose / Charakteristik.

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

⇒ **je kürzer der Betrachtungszeitraum ist.**

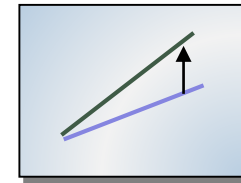
Zeit zwischen Zulassung und letzter Datenerhebung.

⇒ **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).



Hinweis: Bei Feldauswertungen kommen fast immer Mischverteilungen vor.
Die Anwendung der Ausgleichsgerade (2-parametrig), aber auch die 3-parametriges Weibull-Funktion ist für ein Extrapolieren oft nicht geeignet.

Weibull-Analysen

Auswertetemplate in Visual-XSel 13.0

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

In dieser am häufigsten verwendeten Variante werden die 3 Punkte der Laufstreckenverteilung aus den Angaben der Ausfälle bestimmt. Dabei sind für jeden „Ausfall“ zusätzliche Angaben des Zulassungs- und Reparaturdatums erforderlich.

Nach dem Öffnen der Vorlage sind über die Sprechblase zunächst die Datenspalten zu befüllen. Vorteilhaft ist, wenn vorher in Excel die Reihenfolge genau so in die Zwischenablage kopiert wurde. Ansonsten muss zunächst das Zulassung-Datum übertragen werden und die folgenden über Ctrl-V. Der nächste Schritt ist die Produktionsstückzahl per Hand zu befüllen, der Produktions-zeitraum und die letzte Datenerhebung. Die Klassenbreite wird autom. gesetzt, kann aber auch definiert werden.

A1										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1						ZulDat	RepDat	Ausfälle/km	Monate	km/Monat
2	Angabe					26.1.2010	14.3.2011	23637	14	1750
3	Produktionsstückzahl :			165000						1892
4	Produktionszeitraum			1.2009	4.2010					1157
5	Zulassungszeitraum :			5.2009	1.2011					2489
6	Letzte Datenerhebung :			4.2011						892
7	Monate Zulassungszeitr. :			20						354
8	Betrachtungszeitraum :			14		24.2.2010	21.3.2011	7434	13	581
9	letzte Dat-Erh.-letzte Zul.Dat			3		27.2.2010	16.3.2011	14959	13	1194
10	Laufstreckenverteilung nach 1 Monat					7.12.2009		66799		
11	X1 :	10	703			1.1.2010	7.3.2011	33474	14	2374
12	X2 :	63,2	1812			12.4.2010	11.3.2011	24720	11	2264
13	X3 :	90	2681			30.3.2010	17.3.2011	4829	12	418
14						31.8.2009	11.3.2011	54600	18	2990
15	Klassenbreite:		1				17.3.2011	15316		
16						30.11.2009	14.3.2011	28514	15	1854

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

[Löschen](#) [Einfügen](#) [Einf. Special](#)

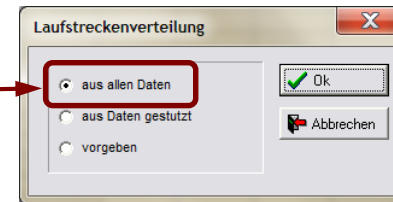
Weibull-Analysen

Auswertetemplate in Visual-XSel 13.0

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

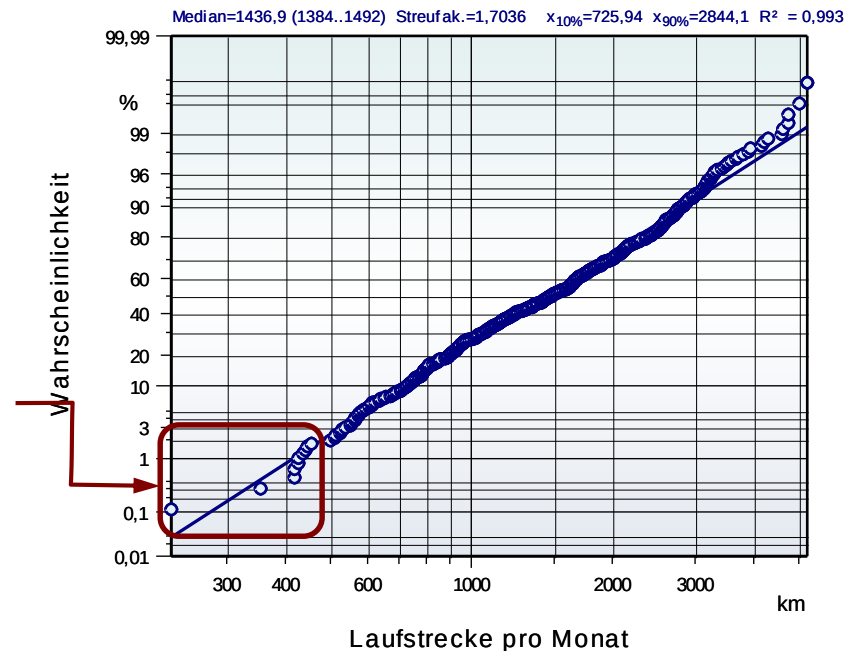


Die Laufstreckenverteilung sollte beim ersten Durchgang noch nicht „gestutzt“ werden, um die Laufstreckenverteilung zu begutachten.



Nach der Auswertung gibt es auf der zweiten Seite (runterscrollen) rechts die Laufstreckenverteilung. Oft ist es so, dass eine bestimmte Kundengruppe, meist Wenigfahrer, die Laufstreckenverteilung verfälschen. Verwenden Sie erneut F9 und wählen in diesem Fall „aus Daten gestutzt“.

Hier wäre z.B. eine Laufstrecke unterhalb von 500km/Monat herauszunehmen. Damit ändern sich die 3 Stützpunkte auf der ersten Seite für die Berechnung der Anwärter.



Weibull-Analysen

Fallbeispiel

Frühausfälle.

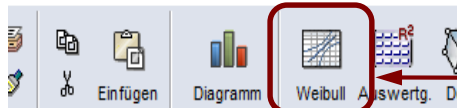
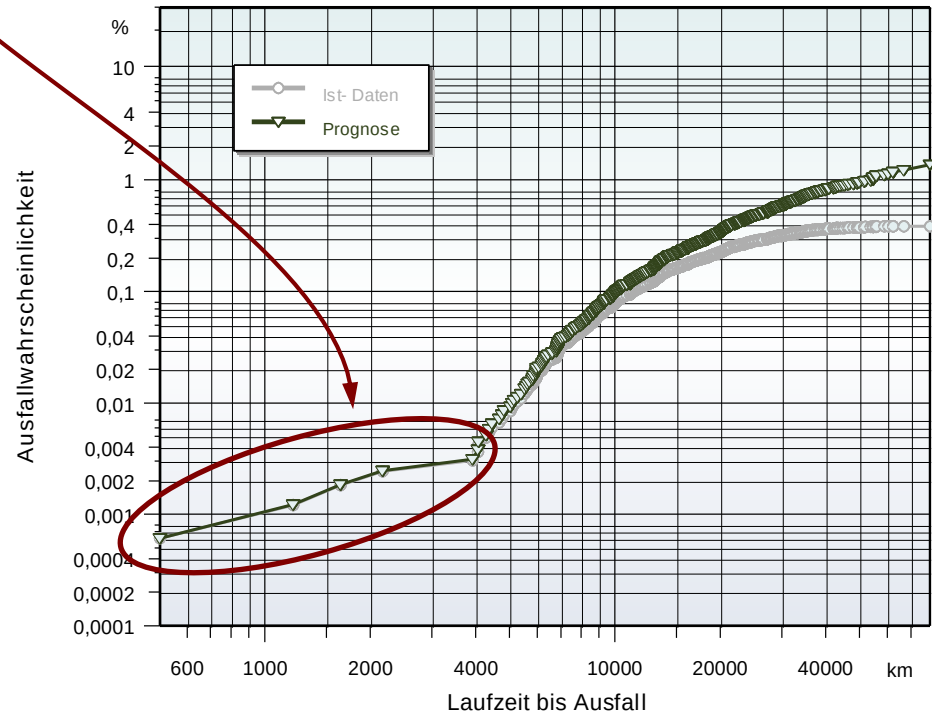
Wie können diese aus der Gesamtverteilung ausgeschlossen werden?

Schritt ①

Punkt anklicken, damit Weibull-Diagramm aktiv ist.

Schritt ②

Dialogbox Weibull aufrufen.



Auswahl Weibull

Weibull-Analysen

Fallbeispiel

Schritt ③

Punkte für Parameterbestimmung weglassen - vorne. Anzahl Punkte auf 4 festlegen. Die Punkte am Anfang sind Frühausfälle wegen Fertigungsproblemen.

Schritt ④

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

Visual-XSel - Weibull 1

Funktion

- ☐ 2-parametrig $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^b}$
- ☒ 3-parametrig $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\tau-t_0}\right)^b}$
- ☐ 4-param. (2-fach Mischver.) $H = P_1 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{b_1}}\right) + P_2 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_2}\right)^{b_2}}\right) - P_1 P_2$
- ☐ 5-param. (2-fach Mischver.) $H = P_1 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{b_1}}\right) + P_2 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_2}\right)^{b_2}}\right) + P_3 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_3}\right)^{b_3}}\right) - P_1 P_2 P_3$
- ☐ 8-param. (3-fach Mischver.) $H = P_1 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{b_1}}\right) + P_2 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_2}\right)^{b_2}}\right) + P_3 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_3}\right)^{b_3}}\right) + P_4 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_4}\right)^{b_4}}\right) - P_1 P_2 P_3 P_4$
- ☐ Kurvenfunktion $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^{\frac{b}{1+e^{-t/\tau}}}}$
- ☐ Doppelt Exponential $H = 1 - e^{-\left(\alpha e^{\gamma \ln t} t\right)^b}$

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte für Parameterbest. weglassen

vorne: 4 hinten: 0

Klassenbreite:

nur für eine Kurve
"min" -> gleiche Werte zusammenf.

Häufigkeiten

- ☐ Häufigkeiten aus Anzahl Werte
- ☐ Einzelhäufigkeiten absolut (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☒ Summenhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2. Spalte)

Gesamtmenge n:

Ausfälle und Überlebende, z.B. 20; 50; 60

Optionen

- ☒ Funktion zeigen
- ☐ Charakt. Lebensdauer
- ☐ Punkte verbinden
- ☐ Nur Punkte alleine
- ☒ Extrapolieren

Achsen

- ☒ Ausfallwahrscheinl.
- ☐ Zuverlässigkeit
- ☐ 2. Achse Zuverl.
- ☐ Rechte Achse mit b
- ☐ Lineare Achsen

Bereich

- ☐ 1% - 99%
- ☐ 0.1% - 99,9%
- ☒ 0.01% - 99,99%
- ☐ anderer...

Skalierung

- ☒ %
- ☐ promille
- ☐ ppm

Vertrauensbereich

☐ Ohne %

Verteilungstest

kein Test

p-value in Formel über Diagramm

Limits ... Weitere Angaben ...

OK Diagrammauswahl Hilfe

Weibull-Analysen

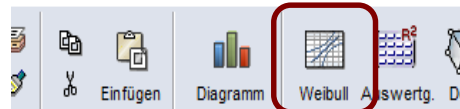
Fallbeispiel

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

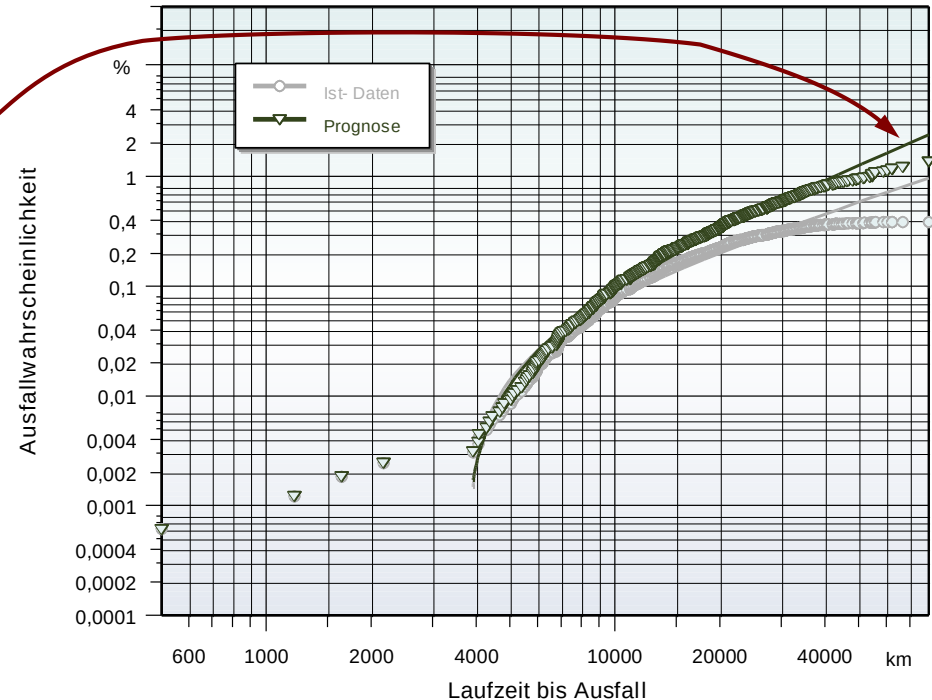
Gibt es weitere Funktionen, die den Verlauf besser beschreiben?

Schritt ⑤

Dialogbox erneut aufrufen.



Auswahl
Weibull



Weibull-Analysen

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 1

Funktion

- ☐ 2-parametrig $b =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^b}$
- ☐ 3-parametrig $t_0 =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{b}\right)^b}$
- ☐ 4-param. (2-fach Mischver.) $H = \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}}\right) + \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}}\right) - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_3}\right)^{b_3}}\right)$
- ☐ 5-param. (2-fach Mischver.) $H = P_1 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}}\right) + P_2 \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}}\right) + \dots$
- ☐ 8-param. (3-fach Mischver.)
- ☐ Kurvenfunktion $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^{\frac{b}{1+kt}}}$
- ☒ **Doppelt Exponential** $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^{\frac{b}{1+kt}}}$

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte für Parameterbest. weglassen

vorne hinten

Klassenbreite:

nur für eine Kurve
"min" -> gleiche Werte zusammenf.

Häufigkeiten

- ☐ Häufigkeiten aus Anzahl Werte
- ☐ Einzelhäufigkeiten absolut (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☒ Summenhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2. Spalte)

Gesamtmenge n:

Ausfälle und Überlebende, z.B. 20; 50; 60

Optionen

- ☒ Funktion zeigen
- ☐ Charakt. Lebensdauer
- ☐ Punkte verbinden
- ☐ Nur Punkte alleine
- ☒ **Extrapolieren**

Achsen

- ☒ Ausfallwahrscheinl.
- ☐ Zuverlässigkeit
- ☐ 2. Achse Zuverl.
- ☐ Rechte Achse mit b
- ☐ Lineare Achsen

Bereich

- ☐ 1% - 99%
- ☐ 0.1% - 99,9%
- ☒ 0.01% - 99.99%
- ☐ anderer...

Skalierung

- ☒ %
- ☐ promille
- ☐ ppm

Vertrauensbereich

Ohne %

oben

Verteilungstest

kein Test

p-value in Formel über Diagramm

Limits ...

Weitere Angaben ...

OK

Diagrammauswahl

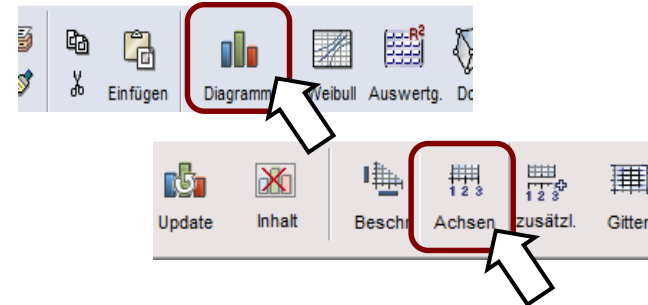
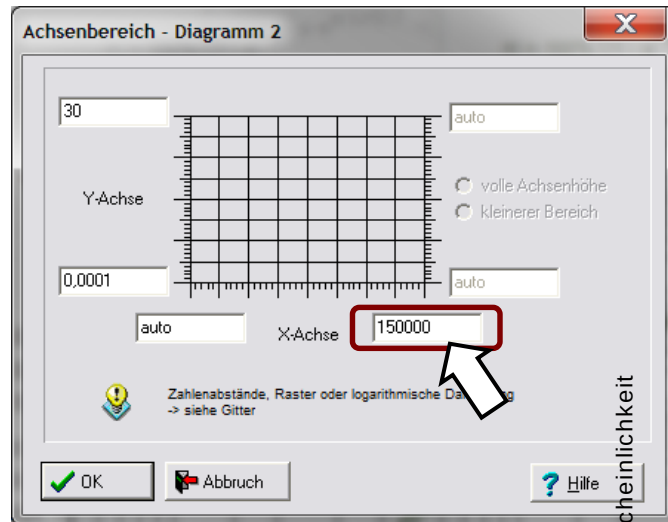
Hilfe

Weibull-Analysen

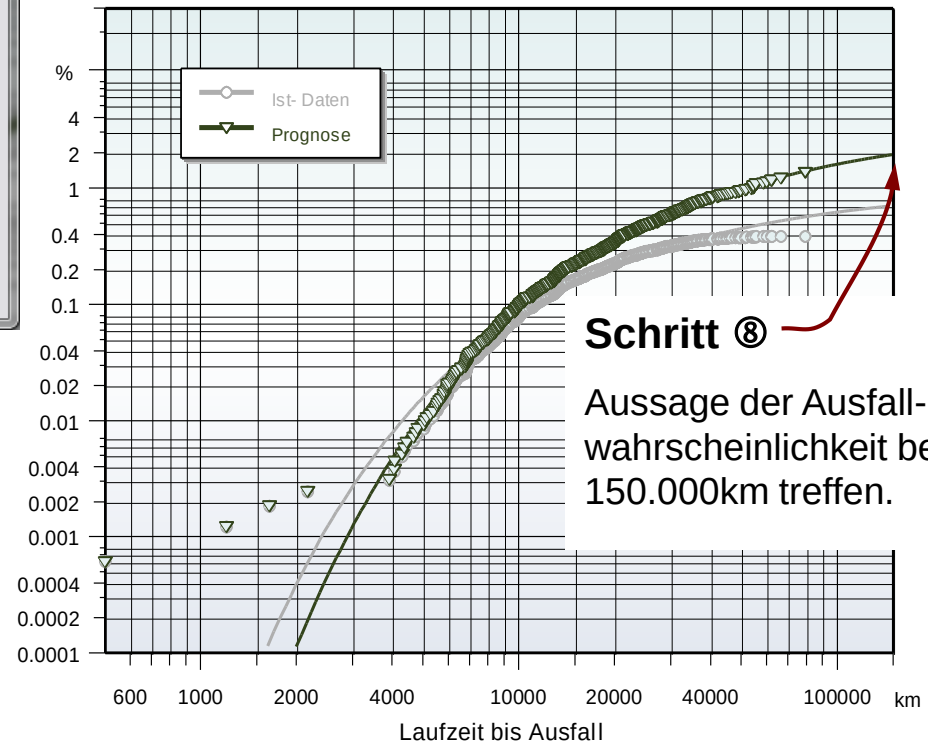
Fallbeispiel

Schritt ⑦

Achsenbereich anpassen auf gewünschten Endpunkt bei 150000km.



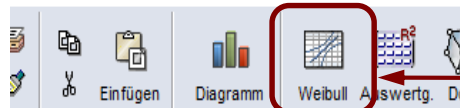
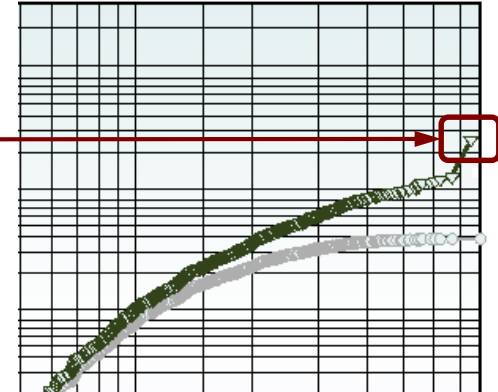
Ausfallwahrscheinlichkeit



Weibull-Analysen

Nicht plausible Endpunkte

Es kann vorkommen, dass bei der Anwärter-Prognose der letzte Punkt „bersteuert“ und viel zu hoch liegt. Die Prognose in diesem Bereich erscheint unrealistisch. Es sollte hier deshalb auch der hintere Punkt aus der Berechnung weggelassen werden.



Auswahl
Weibull

Visual-XSel - Weibull 2

Funktion

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

☐ 3-parametrig $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{t_2-t_0}\right)^b}$

☐ 4-param. (2-fach Mischver.) $H = p_1 \cdot e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}} + (1-p_1) \cdot e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}}$

☐ 5-param. (2-fach Mischver.) $H = p_1 \cdot e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}} + p_2 \cdot e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}} + (1-p_1-p_2) \cdot e^{-\left(\frac{t}{t_3}\right)^{b_3}}$

☐ 8-param. (3-fach Mischver.)

☐ Kurvenfunktion $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{t_0}\right)^b}$

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

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte für Parameterbestimmung weglassen

vorne hinten

4 1

Klassenbreite:

nur für eine Kurve
"min" -> gleiche Werte zusammenf.

Häufigkeiten

☐ Häufigkeiten aus Anzahl Werte

☐ Einzelhäufigkeiten absolut (2. Spalte)

☐ Einzelhäufigkeiten in % (2. Spalte)

☒ Summenhäufigkeiten in % (2. Spalte)

☐ Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2. Spalte)

Gesamtmenge n:

Ausfälle und berlebende, z.B. 20; 50; 60

Optionen

☒ Funktion zeigen

☐ Charakt. Lebensdauer

☐ Punkte verbinden

☐ Nur Punkte alleine

☒ Extrapolieren

Vertrauensbereich

☐ Ohne %

oben

Achsen

☒ Ausfallwahrscheinl.

☐ Zuverlässigkeit

☐ 2. Achse Zuverl.

☐ Rechte Achse mit b

☐ Lineare Achsen

Bereich

☐ 1% - 99% ☒ anderer...

☐ 0.1% - 99.9%

☐ 0.01% - 99.99%

Skalierung

☒ %

☐ promille

☐ ppm

Verteilungstest

kein Test

p-value in Formel über Diagramm

Limits ...

Weitere Angaben ...

OK

Diagrammauswahl

Hilfe

Weibull-Analysen

Unterschiede zwischen Version 13.0 und 12.1

Bei Verwendung der sogenannten „Doppelt Exponential“ Weibull kommt es insbesondere beim Extrapolieren zu Abweichungen zwischen den Versionen. Die Anpassung der Datenpunkte wurde in Version 13.0 deutlich verbessert, womit das R^2 besser wurde. Aussage zu hohen Laufzeiten sind deshalb mit der neuen Programmversion zu empfehlen!

Visual-XSel - Weibull 1

Funktion

- ☐ 2-parametrig $b =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^b}$
- ☐ 3-parametrig $t_0 =$ $H = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{b}\right)^b}$
- ☐ 4-param. (2-fach Mischver.) $H = \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}}\right] + \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}}\right] - 1$
- ☐ 5-param. (2-fach Mischver.) $H = P_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{t_1}\right)^{b_1}}\right] + P_2 \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{t_2}\right)^{b_2}}\right] + t_0$
- ☐ 8-param. (3-fach Mischver.)
- ☐ Kurvenfunktion $H = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^{\frac{b}{1+kt}}}$
- ☒ **Doppelt Exponential** $H = 1 - e^{-\left(\alpha e^{\beta t} + \tau\right)^b}$

Parameterbestimmung

Least Square ΔY^2

Punkte für Parameterbest. weglassen

vorne hinten

Klassenbreite:

nur für eine Kurve
"min" -> gleiche Werte zusammenf.

Häufigkeiten

- ☐ Häufigkeiten aus Anzahl Werte
- ☐ Einzelhäufigkeiten absolut (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☒ Summenhäufigkeiten in % (2. Spalte)
- ☐ Einzelhäufigk. oder Durchläufer (2. Spalte)

Gesamtmenge n:

Ausfälle und Überlebende, z.B. 20; 50; 60

Optionen

- ☒ Funktion zeigen
- ☐ Charakt. Lebensdauer
- ☐ Punkte verbinden
- ☐ Nur Punkte alleine
- ☒ Extrapolieren

Achsen

- ☒ Ausfallwahrscheinl.
- ☐ Zuverlässigkeit
- ☐ 2. Achse Zuverl.
- ☐ Rechte Achse mit b
- ☐ Lineare Achsen

Bereich

- ☐ 1% - 99%
- ☐ 0.1% - 99.9%
- ☒ 0.01% - 99.99%
- ☐ anderer...

Skalierung

- ☒ %
- ☐ promille
- ☐ ppm

Vertrauensbereich

Ohne %

oben

Verteilungstest

kein Test

p-value in Formel über Diagramm

Limits ...

Weitere Angaben ...

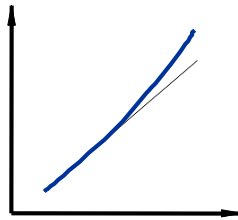
OK

Diagrammauswahl

Hilfe

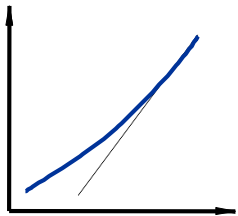
Backup

Weibull-Analysen



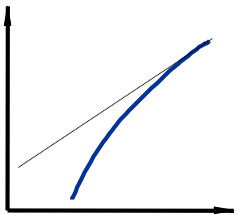
Verlauf ins Steilere

Nichtberücksichtigung von Austauschteilen (Ersatzteile) und deren kürzere Laufzeit



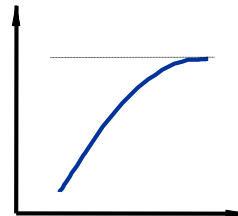
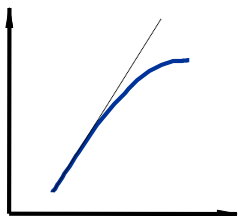
Vorschädigung (negatives t_0)

Links gekrümmter Verlauf



Ausfallfreie Zeit t_0

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

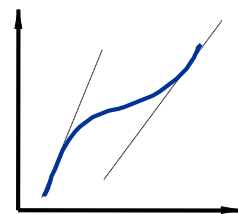
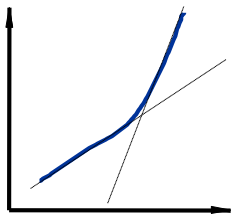


Fehlende Daten

Z.B. die Garanziezeit 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

Weibull-Analysen

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

* n

Korrigierte Ausfall-Summenhäufigkeit

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

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

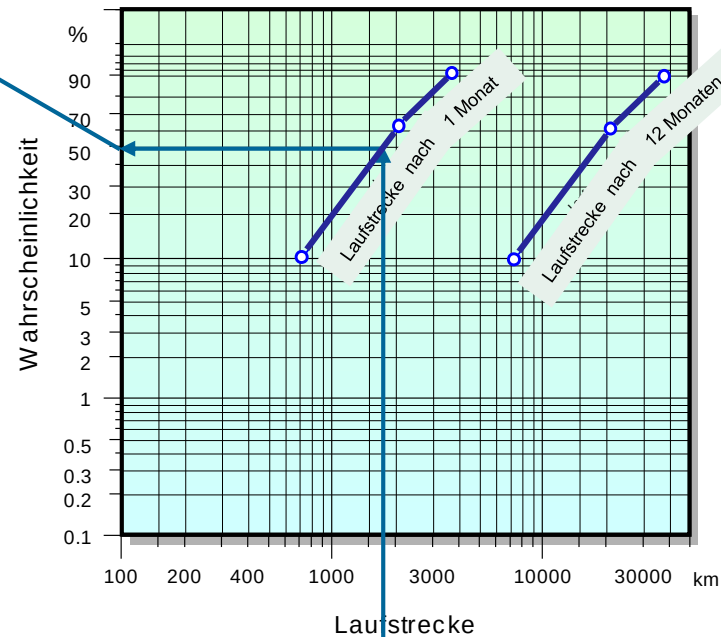
Fk_i : Korrigierte relative Anzahl Ausfälle

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

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

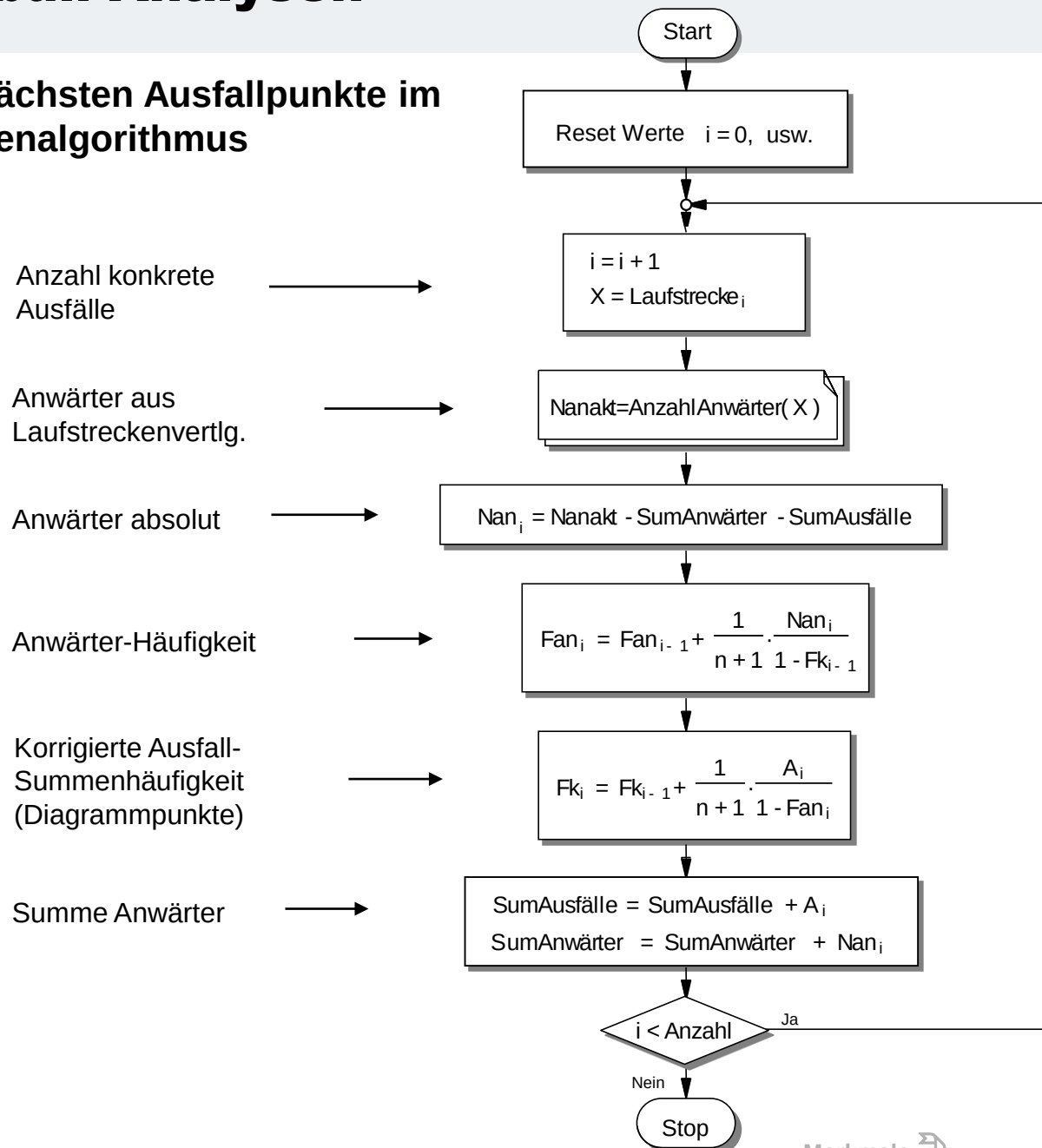
$$Fk = H = \frac{i-0,3}{n+0,4} \approx \frac{i}{n+1}$$

Die Anwärter errechnen sich aus der Laufstreckenverteilung



Weibull-Analysen

Die nächsten Ausfallpunkte im Rechenalgorithmus



Weibull-Analysen

Weiterführende Analysen mit Teileauswertung



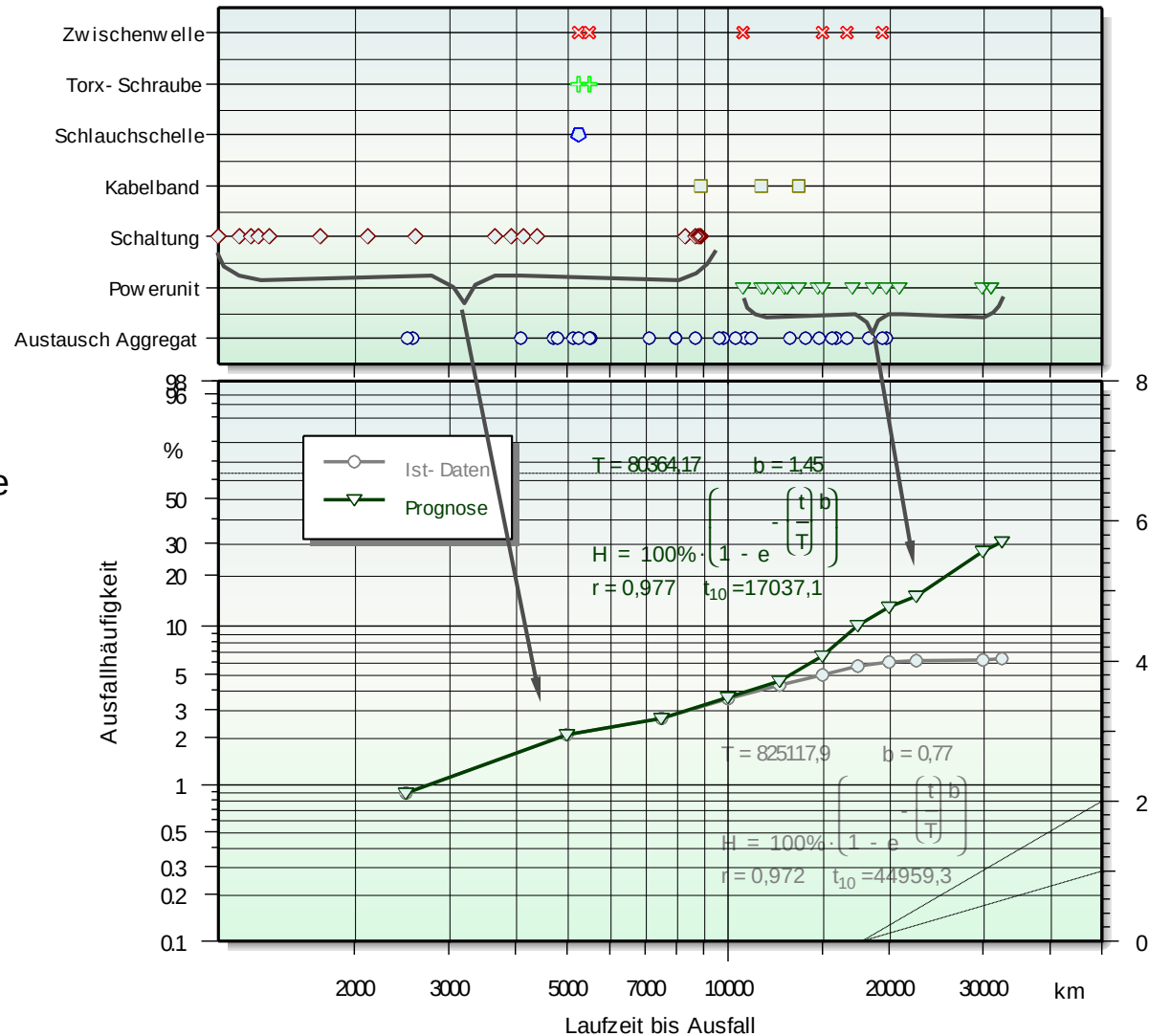
Templates\5_Weibull\Weibull_Prognose_Teile.vxg

Analyse der Teile pro Befund/Fehlercode.

Mehrere Teile innerhalb eine Beanstandung möglich

Beispiel:

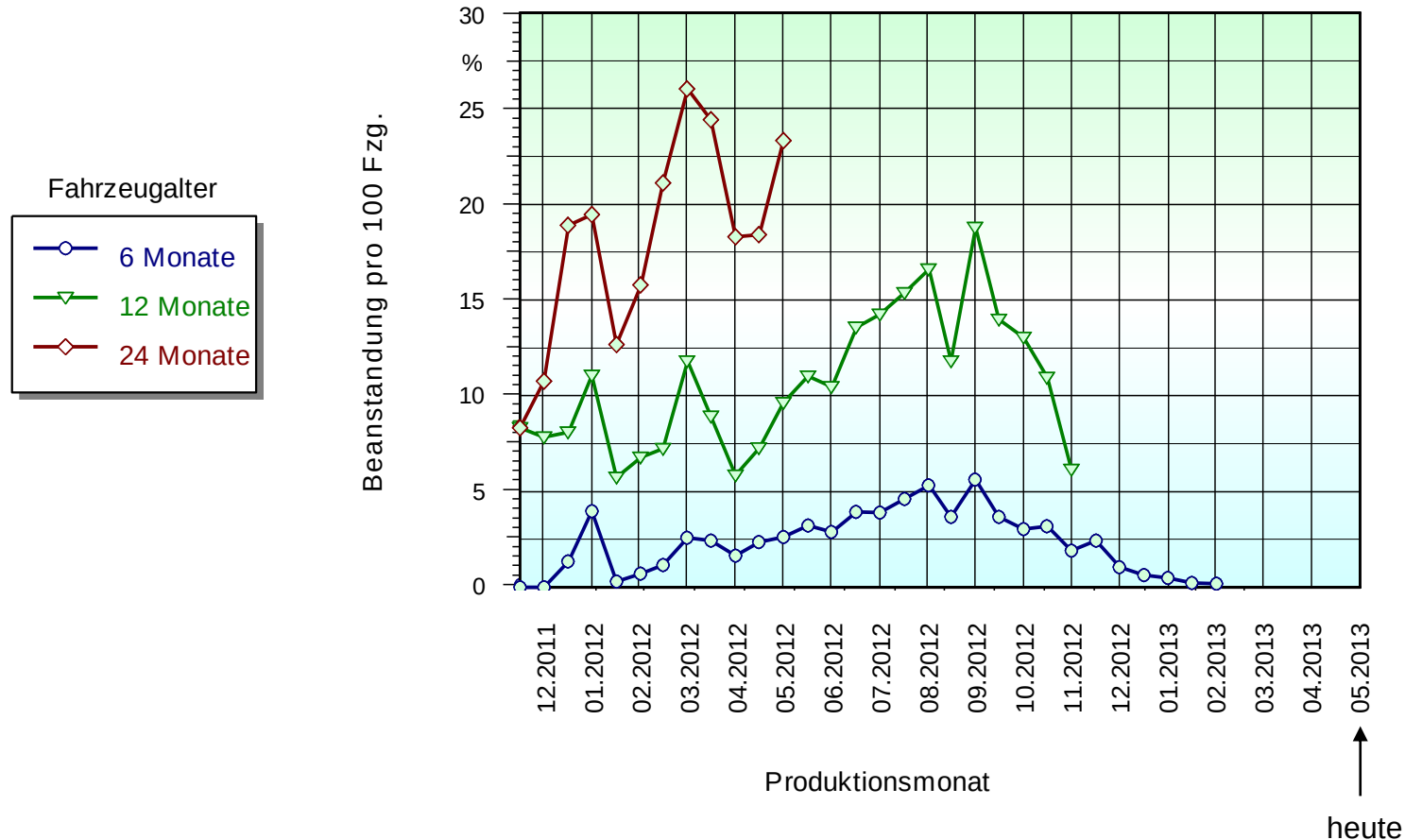
Aufgrund der km-Zuordnung ist hier zu erkennen, dass die Schaltung eher durch Fertigungsfehler ausfällt (Steigung $b \approx 1$), während die Powerunit in dem oberen Bereich der Steigung mit $b \approx 2$ durch Verschleiß auffällt. Zuordnung der anderen Bauteile uneinheitlich.



Schichtlinien



Templates\5_Weibull\Schichtlinie.vxg

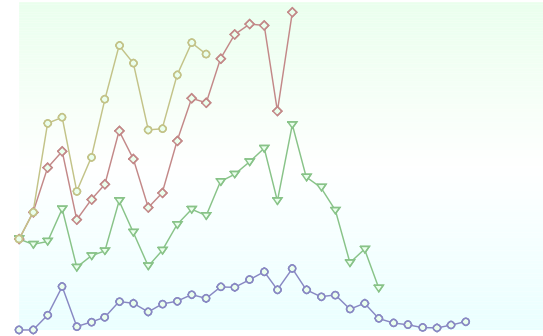


Schichtlinien zeigen den historischen Verlauf der Beanstandungen über den Zeitpunkt der Produktion

Schichtlinien

Vorteile

- ⇒ Überblick über die Qualitäts- und Prozess-Veränderung in der Produktion
- ⇒ Zuordnung von Maßnahmen in der Serie möglich



Nachteile

- ⇒ Ursachen der Beanstandungen werden nicht aufgezeigt
- ⇒ Linien mit weiter zurückliegendem Fahrzeugalter brechen zeitig ab, Weiterführung nur als Prognose möglich

Weibull-Analysen

Schichtlinien & Weibull

Ansicht von rechts

