A vertical blue line is positioned on the left side of the slide, extending from the top of the main content area to the bottom.

# Stichprobenverfahren zur Überwachung von Verbrauchsmessgeräten

Katy Klauenberg und Clemens Elster

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestr. 2-12, 10587 Berlin

## MessEV Abschnitt 5 – Eichung und Befundprüfung

### § 35

#### Verlängerung der Eichfrist auf Grund von Stichprobenverfahren

Die nach § 40 Absatz 1 des Mess- und Eichgesetzes zuständige Behörde verlängert auf Antrag die Eichfrist derjenigen Messgeräte für Elektrizität, Gas, Wasser oder Wärme, die in einem Los zusammengefasst sind. Dazu ist nach anerkannten statistischen Grundsätzen eine bestimmte Größe und zufällige Auswahl einer zu prüfenden Stichprobe dieser Messgeräte zu ermitteln. Die Eichfrist wird verlängert, sofern

1. nach anerkannten statistischen Grundsätzen davon auszugehen ist, dass mindestens 95 Prozent der Messgeräte des Loses die wesentlichen Anforderungen nach § 6 Absatz 2 des Mess- und Eichgesetzes einhalten, wobei statt der Fehlergrenzen nach § 6 Absatz 2 des Mess- und Eichgesetzes die Messgeräte eine Genauigkeit aufweisen müssen, die im Hinblick auf den zu verlängernden Zeitraum erwarten lassen, dass die Verkehrsfehlergrenzen während dieses Zeitraums jederzeit eingehalten werden,
2. nachgewiesen ist, dass alle im Los erfassten Messgeräte baugleich sind,
3. der nach § 40 Absatz 1 des Mess- und Eichgesetzes

⋮

7. das Stichprobenverfahren so rechtzeitig begonnen wurde, dass alle Messgeräte des Loses vor Beendigung der Eichfrist ersetzt werden könnten, sofern der Nachweis der Messrichtigkeit im Rahmen des Stichprobenverfahrens nicht gelingt.

Bei der Verlängerung der Eichfrist ist der Einfluss des zu erwartenden Alterungsverhaltens der Messgeräte auf die Messbeständigkeit unter den gegebenen Verwendungsbedingungen angemessen zu berücksichtigen.

Quelle: Bundesgesetzblatt 2014 Teil 1 (58)

Einleitung

Gesetzl. Rahmen

Inhalt

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Stichprobenverfahren

## MessEV Abschnitt 5 – Eichung und Befundprüfung

### § 35

#### Verlängerung der Eichfrist auf Grund von Stichprobenverfahren

Die nach § 40 Absatz 1 des Mess- und Eichgesetzes zuständige Behörde verlängert auf Antrag die Eichfrist derjenigen Messgeräte für Elektrizität, Gas, Wasser oder Wärme, die in einem Los zusammengefasst sind. Dazu ist nach anerkannten statistischen Grundsätzen eine bestimmte Größe und zufällige Auswahl einer zu prüfenden Stichprobe dieser Messgeräte zu ermitteln. Die Eichfrist wird verlängert, sofern

1. nach anerkannten statistischen Grundsätzen davon auszugehen ist, dass mindestens 95 Prozent der Messgeräte des Loses die wesentlichen Anforderungen nach § 6 Absatz 2 des Mess- und Eichgesetzes einhalten, wobei statt der Fehlergrenzen nach § 6 Absatz 2 des Mess- und Eichgesetzes die Messgeräte eine Genauigkeit aufweisen müssen, die im Hinblick auf den zu verlängernden Zeitraum erwarten lassen, dass die Verkehrsfehlergrenzen während dieses Zeitraums jederzeit eingehalten werden,
2. nachgewiesen ist, dass alle im Los erfassten Messgeräte baugleich sind,
3. der nach § 40 Absatz 1 des Mess- und Eichgesetzes

⋮

7. das Stichprobenverfahren so rechtzeitig begonnen wurde, dass alle Messgeräte des Loses vor Beendigung der Eichfrist ersetzt werden könnten, sofern der Nachweis der Messrichtigkeit im Rahmen des Stichprobenverfahrens nicht gelingt.

Bei der Verlängerung der Eichfrist ist der Einfluss des zu erwartenden Alterungsverhaltens der Messgeräte auf die Messbeständigkeit unter den gegebenen Verwendungsbedingungen angemessen zu berücksichtigen.

⇒ **Vorschlag für neues Verfahren**  
(statist. Teil)

Quelle: Bundesgesetzblatt 2014 Teil 1 (58)

Einleitung

Gesetzl. Rahmen

Inhalt

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Stichprobenverfahren

Einleitung

Gesetzl. Rahmen

Inhalt

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Stichproben

- ▶ Verfahren & Anforderungen: bisher
- ▶ Verfahren & Eigenschaften: zukünftig
- ▶ Stichprobenpläne: Beispiel & Vergleich

## Alternative Möglichkeiten

Einleitung

**Stichprobenverfahren**

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

# Stichprobenverfahren

Einleitung

Stichprobenverfahren

**Bisher**

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Einfach-Stichprobenanweisung:

Losumfang	Stichproben- umfang	# fehlerhafter Geräte	
		Annahme	Zurückweisung
bis 1200	50	1	2
1201 bis 3200	80	3	4
3201 bis 10000	125	5	6
10001 bis 35000	200	10	11

⇒ Vergleich mit neuer MessEV:  
Welche statist. Eigenschaften?



Einleitung

Stichprobenverfahren

**Bisher**

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

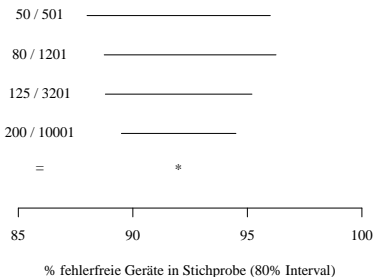
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

fehlerfreie Geräte im Los: 92%  
(100-LQ in ISO 2859-2)

Stichproben- / Losgröße



Stichprobe  $\downarrow$  = Unsicherheit  $\uparrow$   
= % fehlerhaft  $\searrow 0$





Einleitung

Stichprobenverfahren

**Bisher**

Jetzt

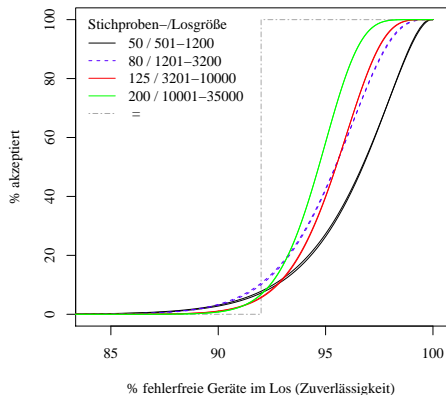
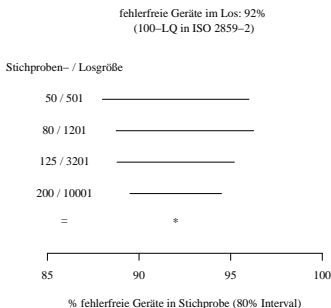
In Zukunft

Eigenschaften

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung



Stichprobe ↓ = Unsicherheit ↑  
= % fehlerhaft ↘ 0

Einleitung

Stichprobenverfahren

**Bisher**

Jetzt

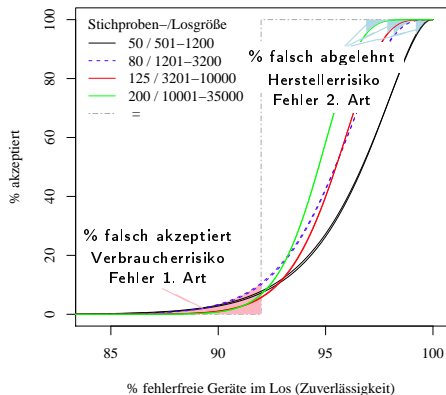
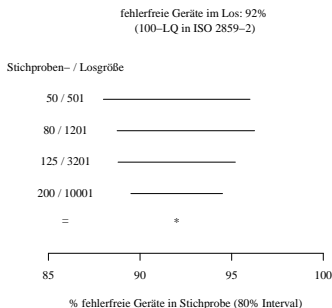
In Zukunft

Eigenschaften

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

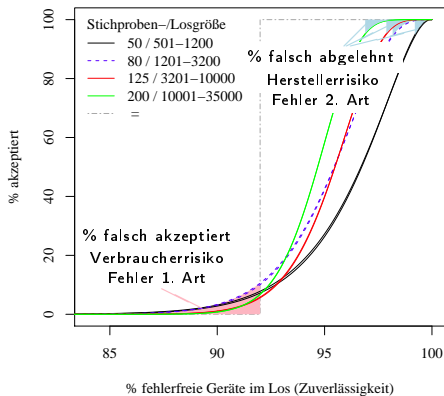


Stichprobe ↓ = Unsicherheit ↑  
= % fehlerhaft ↘ 0

- Einleitung
- Stichprobenverfahren
- Bisher
- Jetzt**
- In Zukunft
- Eigenschaften
- Beispiel
- Alternativen
- Zusammenfassung

## statist. Eigenschaften

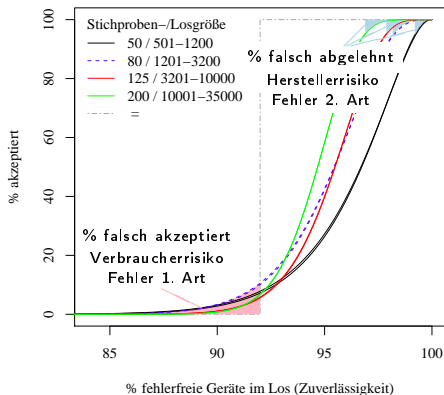
- ▶ bei 92% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 10%
- ▶ Herstellerrisiko 5%



- Einleitung
- Stichprobenverfahren
- Bisher
- Jetzt**
- In Zukunft
- Eigenschaften
- Beispiel
- Alternativen
- Zusammenfassung

## statist. Eigenschaften

- ▶ bei 92% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 10%
- ▶ Herstellerrisiko 5%



## statist. Eigenschaften zukünftiges Verfahren

- ▶ bei 95% fehlerfrei bis nächsten Test:  
Verbraucherrisiko 10%

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

**Jetzt**

In Zukunft

Eigenschaften

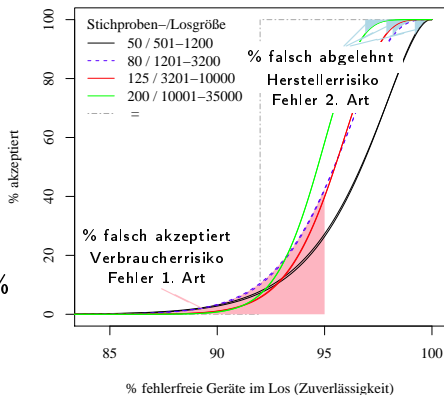
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

statist. Eigenschaften

- ▶ bei 92% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 10%
- ▶ Herstellerrisiko 5%
- ▶ bei 95% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 26-58%



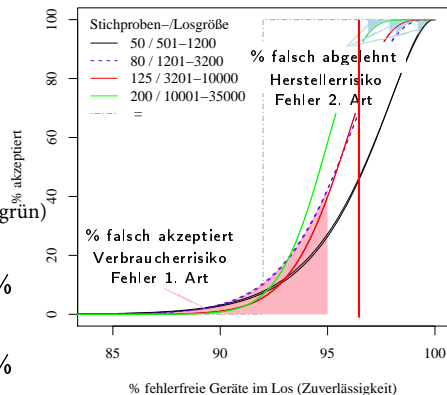
statist. Eigenschaften zukünftiges Verfahren

- ▶ bei 95% fehlerfrei bis nächsten Test:  
Verbraucherrisiko 10%

- Einleitung
- Stichprobenverfahren
- Bisher
- Jetzt**
- In Zukunft
- Eigenschaften
- Beispiel
- Alternativen
- Zusammenfassung

## statist. Eigenschaften

- ▶ bei 92% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 10%  
3,6-10,5%
- ▶ Herstellerrisiko 5%  
ca. 97% fehlerfreie Geräte (bei grün)
- ▶ bei 95% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 26-58%
- ▶ bei 97% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 55-96%



## statist. Eigenschaften zukünftiges Verfahren

- ▶ bei 95% fehlerfrei bis nächsten Test:  
Verbraucherrisiko 10%

- Einleitung
- Stichprobenverfahren
- Bisher
- Jetzt**
- In Zukunft
- Eigenschaften
- Beispiel
- Alternativen
- Zusammenfassung

## statist. Eigenschaften

- ▶ bei 92% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 10%
- ▶ Herstellerrisiko 5%
- ▶ bei 95% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 26-58%
- ▶ bei 97% fehlerfrei:  
Verbraucherrisiko 55-96%



**bisheriges Verfahren  
nicht direkt anwendbar**

## statist. Eigenschaften zukünftiges Verfahren

- ▶ bei **95%** fehlerfrei **bis nächsten Test:** ⇒ **2x Gesetzesverschärfung**  
Verbraucherrisiko 10%



Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

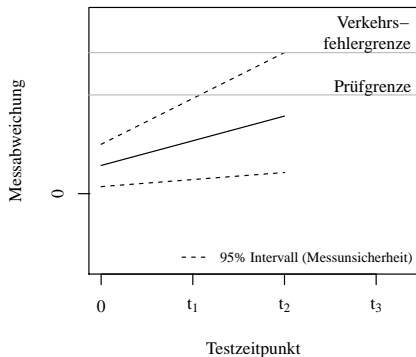
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung:



Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

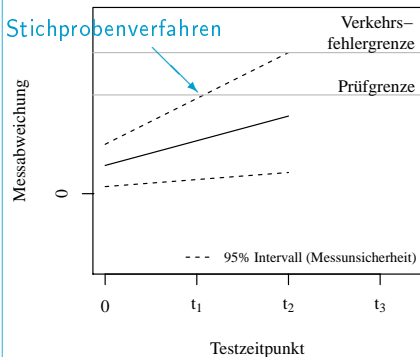
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig



Vorwissen erforderlich  
 ⇒ Geräte-spezifisch  
 Software nötig

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

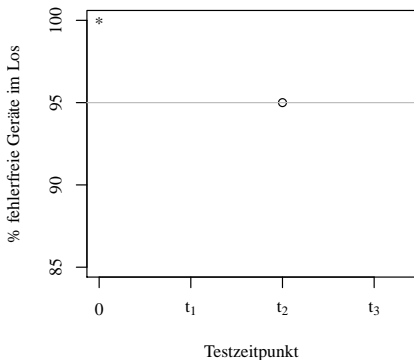
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Rückführung auf bisheriges Verfahren

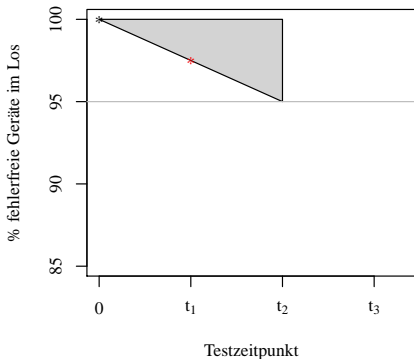
- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig
- ▶ Anteil fehlerfreier Geräte im Los: zeitlich linear



Anforderung	
MessEV	Testzeit $t_1$
95%	$\Rightarrow$

## Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig
- ▶ Anteil fehlerfreier Geräte im Los: zeitlich linear



Anforderung	
MessEV	Testzeit $t_1$
95%	⇒ 97.5%

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

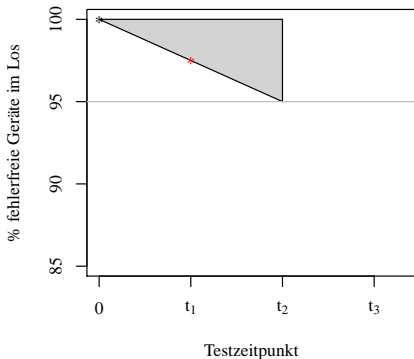
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig
- ▶ Anteil fehlerfreier Geräte im Los: zeitlich linear



Anforderung	
MessEV	Testzeit $t_i$
95%	$\Rightarrow$ 97.5%
95%	$\Rightarrow 100 - 5 \frac{t_1}{t_2}$

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

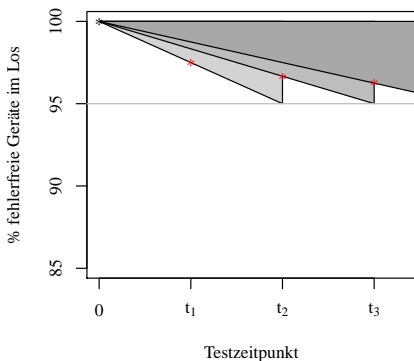
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig
- ▶ Anteil fehlerfreier Geräte im Los: zeitlich linear



MessEV	Anforderung	Testzeit $t_i$
95%	⇒	97.5%
95%	⇒	$100 - 5 \frac{t_i}{t_{i+1}}$

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

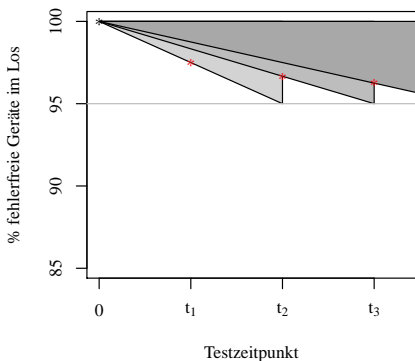
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Rückführung auf bisheriges Verfahren

- ▶ zeitl. Entwicklung der Messabweichung: Nachweis nötig
- ▶ Anteil fehlerfreier Geräte im Los: zeitlich linear



### Anforderung

MessEV	Testzeit $t_i$
--------	----------------

$$95\% \Rightarrow 97.5\%$$

$$95\% \Rightarrow 100 - 5 \frac{t_i}{t_{i+1}}$$

weiterhin:

≤ 10% Verbraucherrisiko

⇒ ISO 2985-2 anwendbar

⇒ Tab.-basiertes Verfahren

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

Eigenschaften

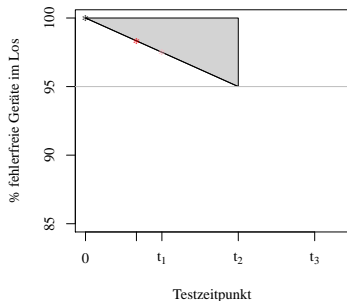
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus.gefasst)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen ↑





Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

**Eigenschaften**

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus.gefasst)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen ↑
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte funkt.  
⇒ gesetzl. Anforderung (über)erfüllt



Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

**Eigenschaften**

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus.gefasst)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen ↑
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte funkt.  
⇒ gesetzl. Anforderung (über)erfüllt
- ▶ keine Aussage über % funkt. Geräte bis 1. Prüfung  
⇒ Wahl der Eichfrist (§34)

Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

**Eigenschaften**

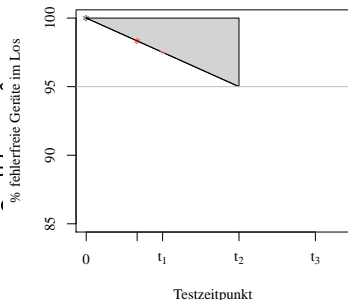
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eichfrist) ⇒ Stichprobengröße oder Anzahl der zu testenden Geräte
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte sind fehlerfrei  
⇒ gesetzl. Anforderung (über 90% fehlerfreie Geräte im Los)
- ▶ keine Aussage über % funktionstüchtige Geräte  
⇒ Wahl der Eichfrist (§34)
- ▶ Wahl der Eichverlängerungsfrist:  $\uparrow$  = Stichprobengröße  $\uparrow$   
⇒ halbe & ganze Eichfrist gewünscht ( $\frac{t_1}{2}$  bzw.  $t_1$ )



Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

**Eigenschaften**

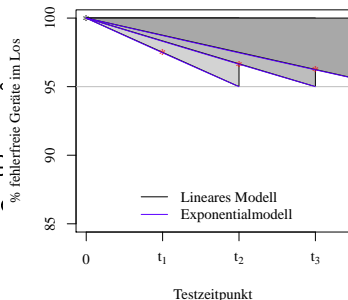
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eichfrist)
  - ⇒ Stichprobengröße oder Anzahl
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte fehlerfrei
  - ⇒ gesetzl. Anforderung (überprüfung)
- ▶ keine Aussage über % funktionstüchtig
  - ⇒ Wahl der Eichfrist (§34)
- ▶ Wahl der Eichverlängerungsfrist:  $\uparrow$  = Stichprobengröße  $\uparrow$ 
  - ⇒ halbe & ganze Eichfrist gewünscht ( $\frac{t_1}{2}$  bzw.  $t_1$ )
- ▶ lineares Modell  $\hat{=}$  Standardüberlebensmodell
  - [Blischke and Murthy, 2011, O'Connor and Kleyner, 2011]
  - einfach ! & Daten widerlegen Modell nicht



Einleitung

Stichprobenverfahren

Bisher

Jetzt

In Zukunft

**Eigenschaften**

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen  $\uparrow$
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte funkt.  
⇒ gesetzl. Anforderung (über)erfüllt
- ▶ keine Aussage über % funkt. Geräte bis 1. Prüfung  
⇒ Wahl der Eichfrist (§34)
- ▶ Wahl der Eichverlängerungsfrist:  $\uparrow$  = Stichprobengröße  $\uparrow$   
⇒ halbe & ganze Eichfrist gewünscht ( $\frac{t_1}{2}$  bzw.  $t_1$ )
- ▶ lineares Modell  $\hat{=}$  Standardüberlebensmodell  
[Blischke and Murthy, 2011, O'Connor and Kleyner, 2011]  
einfach ! & Daten widerlegen Modell nicht

⇒ Klauenberg, K. and Elster, C. (2016). Sampling for assurance of future reliability. Submitted. Draft available (genereller Ansatz in reliability demo, §35 = Beispiel)

Einleitung

Stichprobenverfahren

**Beispiel**

Kaltwasser,  
Elektrizität

Vergleich

Alternativen

Zusammenfassung

# Beispiel

		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_1$
Einleitung			
Stichprobenverf.			
Beispiel			
Kaltwasser, Elektrizität			
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J
Alternativen	wasser	6 J	6 J
Zusammenfa:			

	Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_i$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan ISO 2859-2	
Einleitung					
Stichprobenv.					
Beispiel					
<b>Kaltwasser, Elektrizität</b>					
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	98
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	98

Zusammenfa:

$$\begin{aligned}
 & \text{max Vorhersage} \\
 & * 100 - 5 \left( 1 + \frac{T + 1}{t_i - 1} \right)^{-1}, \\
 & \text{min Betrieb}
 \end{aligned}$$



	Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_i$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte	
Einleitung					
Stichprobenverf.					
Beispiel					
Kaltwasser, Elektrizität					
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	2.7
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	2
Zusammenfa:					

$$\begin{array}{c}
 \text{max Vorhersage} \\
 * 100 - 5 \left( 1 + \frac{T + 1}{t_i - 1} \right)^{-1}, \\
 \text{min Betrieb}
 \end{array}$$

	Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_i$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte	
Einleitung							
Stichprobenverf.							
Beispiel							
Kaltwasser, Elektrizität							
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	2.7	96.667*	3.15
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	2	96.944*	2.7

Zusammenfa:

$$\begin{aligned}
 & \max \text{Vorhersage} \\
 & * 100 - 5 \left( 1 + \frac{T + 1}{t_i - 1} \right)^{-1}, \\
 & \min \text{Betrieb}
 \end{aligned}$$

Einleitung		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_i$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan Tab. A1, LQ Spalte
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	2.7	96.667*	3.15	96.333*	3.64
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	2	96.944*	2.7	96.458*	3.15

Zusammenfa:

$$\begin{array}{c}
 \text{max Vorhersage} \\
 * 100 - 5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i-1} \right)^{-1}, \\
 \text{min Betrieb}
 \end{array}$$

Einleitung		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_i$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$
Beispiel									
Kaltwasser, Elektrizität									
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222* (141,1)		96.667* (125,1)		96.333* (125,1)	
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917* (200,1)		96.944* (141,1)		96.458* (125,1)	

Zusammenfa:

$$\begin{array}{l}
 \text{max Vorhersage} \\
 * 100 - 5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i-1} \right)^{-1}, \quad \text{bisher } (n, c) = (80, 3) \\
 \text{min Betrieb}
 \end{array}$$

Einleitung		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_1$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$
Beispiel									
Kaltwasser, Elektrizität									
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	(141,1)	96.667*	(125,1)	96.333*	(125,1)
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	(200,1)	96.944*	(141,1)	96.458*	(125,1)
Zusammenfa:	Gas	4 J	8 J	97.273**					
	und	6 J	12 J	97.188**					
	Elektr.	8 J	16 J	97.143**					

$$* 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i - 1} \right)^{-1}, \quad ** 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i - t_1/4} \right)^{-1}$$

		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_1$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$
Einleitung									
Stichproben v									
Beispiel									
Kaltwasser, Elektrizität									
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	(141,1)	96.667*	(125,1)	96.333*	(125,1)
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	(200,1)	96.944*	(141,1)	96.458*	(125,1)
Zusammenfa:	Gas	4 J	8 J	97.273**	2.7	96.667**	3.15	96.316**	3.64
	und	6 J	12 J	97.188**	2.7	96.591**	3.15	96.25**	3.64
	Elektr.	8 J	16 J	97.143**	2.7	96.552**	3.15	96.216**	3.64

$$* 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i-1} \right)^{-1}, \quad ** 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i-t_1/4} \right)^{-1}$$

		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_1$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$
Einleitung									
Stichproben v									
Beispiel									
Kaltwasser, Elektrizität									
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222* (141,1)		96.667* (125,1)		96.333* (125,1)	
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917* (200,1)		96.944* (141,1)		96.458* (125,1)	
Zusammenfa:	Gas	4 J	8 J	97.273** (141,1)		96.667** (125,1)		96.316** (125,1)	
	und	6 J	12 J	97.188** (141,1)		96.591** (125,1)		96.25** (125,1)	
	Elektr.	8 J	16 J	97.143** (141,1)		96.552** (125,1)		96.216** (125,1)	

$$* 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i - 1} \right)^{-1}, \quad ** 100-5 \left( 1 + \frac{T+1}{t_i - t_1/4} \right)^{-1}$$

		Eichverlängerungsfrist $T$	Eichfrist $t_1$	Test 1: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 2: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$	Test 3: geforderte Zuverlässigkeit %	Stichprobenplan $1200 < N \leq 3200$
Einleitung									
Stichproben v									
Beispiel									
Kaltwasser, Elektrizität									
Vergleich	Kalt-	3 J	6 J	97.222*	(141,1)	96.667*	(125,1)	96.333*	(125,1)
Alternativen	wasser	6 J	6 J	97.917*	(200,1)	96.944*	(141,1)	96.458*	(125,1)
Zusammenfa:	Gas	4 J	8 J	97.273**	(141,1)	96.667**	(125,1)	96.316**	(125,1)
	und	6 J	12 J	97.158**	(141,1)	96.591**	(125,1)	96.25**	(125,1)
	Elektr.	8 J	16 J	97.143**	(141,1)	96.552**	(125,1)	96.216**	(125,1)

$$* 100-5 \left(1 + \frac{T+1}{t_i - 1}\right)^{-1}, \quad ** 100-5 \left(1 + \frac{T+1}{t_i - t_1/4}\right)^{-1}$$

weitere Stichprobenbeispiele: [Klaunberg and Elster, 2016]



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Kaltwasser,  
Elektrizität

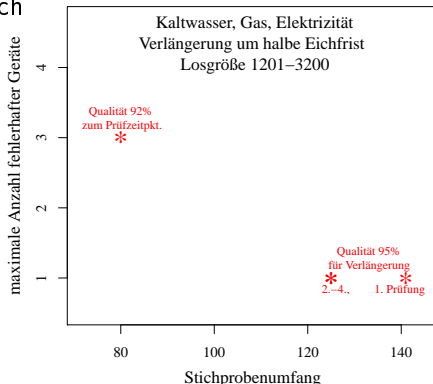
Vergleich

Alternativen

Zusammenfassung

## Schärfere Stichproben-Anweisungen

- ▶ da doppelte Verschärfung des Gesetzes:
  1. 95% fehlerfrei (bisher 92%)
  2. bis nächsten Test (bisher Prüfzeitpkt.)
- ▶ Vergleich



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Kaltwasser,  
Elektrizität

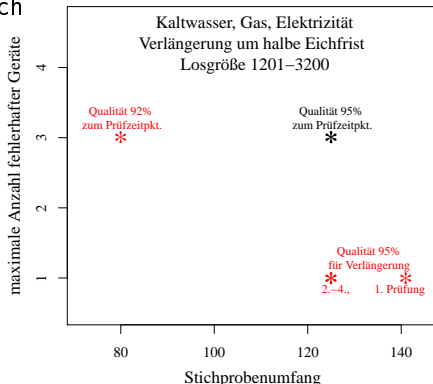
Vergleich

Alternativen

Zusammenfassung

## Schärfere Stichproben-Anweisungen

- ▶ da doppelte Verschärfung des Gesetzes:
  1. 95% fehlerfrei (bisher 92%)
  2. bis nächsten Test (bisher Prüfzeitpkt.)
- ▶ Vergleich



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Kaltwasser,  
Elektrizität

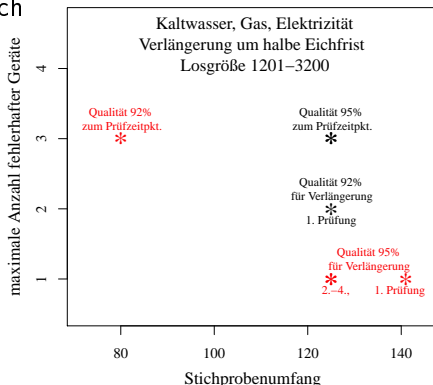
Vergleich

Alternativen

Zusammenfassung

## Schärfere Stichproben-Anweisungen

- ▶ da doppelte Verschärfung des Gesetzes:
  1. 95% fehlerfrei (bisher 92%)
  2. bis nächsten Test (bisher Prüfzeitpkt.)
- ▶ Vergleich



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

**Alternativen**

Zusammenfassung

# Alternativen

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Effizientere Stichprobenpläne unter Einhaltung von § 35:

Mehr Wissen über Alter & Vorhersagezeitraum

- ▶ Einschränkungen  $\uparrow$  (Quartals- statt Kalenderjahr-genau):  
insb. bei Alter  $\downarrow$ , Vorhersage  $\uparrow$ : 1 LQ Spalte  $\rightarrow$

## Effizientere Stichprobenpläne unter Einhaltung von § 35:

## Mehr Wissen über Alter &amp; Vorhersagezeitraum

- ▶ Einschränkungen  $\uparrow$  (Quartals- statt Kalenderjahr-genau):  
insb. bei Alter  $\downarrow$ , Vorhersage  $\uparrow$ : 1 LQ Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Tag-genaues Wissen (Software): ähnlich effizient je nach Los

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Effizientere Stichprobenpläne unter Einhaltung von § 35:

### Mehr Wissen über Alter & Vorhersagezeitraum

- ▶ Einschränkungen  $\uparrow$  (Quartals- statt Kalenderjahr-genau):  
insb. bei Alter  $\downarrow$ , Vorhersage  $\uparrow$ : 1 LQ Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Tag-genaueres Wissen (Software): ähnlich effizient je nach Los

### Software-basierte Verfahren

- ▶ LQ genau: bis zu 1 Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Losgröße genau

## Effizientere Stichprobenpläne unter Einhaltung von § 35:

### Mehr Wissen über Alter & Vorhersagezeitraum

- ▶ Einschränkungen  $\uparrow$  (Quartals- statt Kalenderjahr-genau):  
insb. bei Alter  $\downarrow$ , Vorhersage  $\uparrow$ : 1 LQ Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Tag-genaues Wissen (Software): ähnlich effizient je nach Los

### Software-basierte Verfahren

- ▶ LQ genau: bis zu 1 Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Losgröße genau
- ▶ Vorwissen ab 2. Prüfung: Forschung nötig
- ▶ sequent. Verfahren (wie Doppelstichprobenpläne, z.B. 4 Eichjahrgänge wie oben, ...)
- ▶ Variablen-Prüfung: Modell über Entw. der Messabweichung (Forschung & Daten) nötig

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

Effizientere Stichprobenpläne unter Einhaltung von § 35:

Kürzere Eichverlängerungsfrist (bis zu  $LQ=5\%$ )

Mehr Wissen über Alter & Vorhersagezeitraum

- ▶ Einschränkungen  $\uparrow$  (Quartals- statt Kalenderjahr-genau):  
insb. bei Alter  $\downarrow$ , Vorhersage  $\uparrow$ : 1 LQ Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Tag-genaues Wissen (Software): ähnlich effizient je nach Los

Software-basierte Verfahren

- ▶ LQ genau: bis zu 1 Spalte  $\rightarrow$
- ▶ Losgröße genau
- ▶ Vorwissen ab 2. Prüfung: Forschung nötig
- ▶ sequent. Verfahren (wie Doppelstichprobenpläne, z.B. 4 Eichjahrgänge wie oben, ...)
- ▶ Variablen-Prüfung: Modell über Entw. der Messabweichung (Forschung & Daten) nötig

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

**Zusammenfassung**

# Zusammenfassung

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

**Zusammenfassung**

## Stichprobenplan

- ▶ bisheriges Verfahren: nicht geeignet für neue MessEV
- ▶ Rückführung auf bisheriges Verfahren: [Klaunberg and Elster, 2016]  
einfach umzusetzen, Eigenschaften untersucht  
Stichprobenpläne für § 35 erstellt, Tab.-basiert

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Stichprobenplan

- ▶ bisheriges Verfahren: nicht geeignet für neue MessEV
- ▶ Rückführung auf bisheriges Verfahren: [Klaenberg and Elster, 2016]  
einfach umzusetzen, Eigenschaften untersucht  
Stichprobenpläne für § 35 erstellt, Tab.-basiert
- ▶ Publikation eingereicht (April 2016)

### Sampling for assurance of future reliability

**Katy Klaenberg and Clemens Elster**

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestr. 2-12, 10587 Berlin, Germany

E-mail: [Katy.Klaenberg@ptb.de](mailto:Katy.Klaenberg@ptb.de)

**Abstract.** Ensuring measurement trueness, compliance with regulations and conformity with standards are key tasks in metrology which are often considered at the time of inspection. Current practice usually does not verify quality after or between inspections, calibrations, laboratory comparisons, conformity assessments, etc. Statistical models describing the behavior over time may assure reliability, i.e. they may give the probability of functioning, compliance or survival until some future point in time.

It may not always be possible or economic to inspect a whole population of

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Stichprobenplan

- ▶ bisheriges Verfahren: nicht geeignet für neue MessEV
- ▶ Rückführung auf bisheriges Verfahren: [Klaunberg and Elster, 2016]  
einfach umzusetzen, Eigenschaften untersucht  
Stichprobenpläne für § 35 erstellt, Tab.-basiert
- ▶ Publikation eingereicht (April 2016)
- ▶ schärfer da doppelte Verschärfung der MessEV:
  1. 95% fehlerfrei (bisher 92%)
  2. bis nächsten Test (bisher Prüfzeitpkt.)
- ▶ effizientere Verfahren möglich: Software & Forschung  
Alternativen für Teilbereiche

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

**Zusammenfassung**

für Aufmerksamkeit

Stephan Mieke

## Referenzen

(2014). Bundesgesetzblatt. Bundesanzeiger Verlag, 1(58):2010 – 2073.

Blishcke, W. R. and Murthy, D. P. (2011). Reliability: modeling, prediction, and optimization, volume 767. John Wiley & Sons.

ISO/TC 69/SC 5 (1985). Sampling procedures for inspection by attributes – part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (Iq) for isolated lot inspection. ISO 2859-2:1985.

Klaunberg, K. and Elster, C. (2016). Sampling for assurance of future reliability. Submitted. Draft available.

O'Connor, P. and Kleyner, A. (2011). Practical Reliability Engineering. John Wiley & Sons, 5 edition.

Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Stichprobenplan

- ▶ bisheriges Verfahren: nicht geeignet für neue MessEV
- ▶ Rückführung auf bisheriges Verfahren: [Klaunberg and Elster, 2016]  
einfach umzusetzen, Eigenschaften untersucht  
Stichprobenpläne für § 35 erstellt, Tab.-basiert
- ▶ Publikation eingereicht (April 2016)
- ▶ schärfer da doppelte Verschärfung der MessEV:
  1. 95% fehlerfrei (bisher 92%)
  2. bis nächsten Test (bisher Prüfzeitpkt.)
- ▶ effizientere Verfahren möglich: Software & Forschung  
Alternativen für Teilbereiche

Einleitung

Stichprobenverfahren

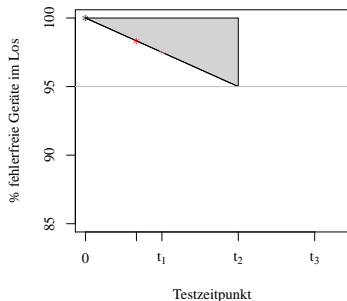
Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

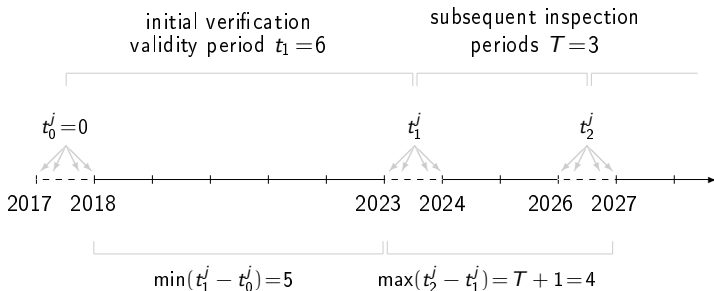
- ▶ Testzeitpunkt unsicher  
 ⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen ↑





## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus.gefasst)  
 ⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen  $\uparrow$



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus.gefasst)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen  $\uparrow$
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte funkt.  
⇒ gesetzl. Anforderung (über)erfüllt



Einleitung

Stichprobenverfahren

Beispiel

Alternativen

Zusammenfassung

## Eigenschaften

- ▶ Testzeitpunkt unsicher (nur Eich-/Prüfjahrgänge bekannt oder zus. gefasst)  
⇒ Stichprobengröße oder Anforderungen ↑
- ▶ Inbetriebnahme: nicht alle Geräte funkt.  
⇒ gesetzl. Anforderung (über)erfüllt
- ▶ keine Aussage über % funkt. Geräte bis 1. Prüfung  
⇒ Wahl der Eichfrist (§34)