

# Effizientere Stichprobenverfahren zur Überwachung von Verbrauchsmessgeräten

Katy Klauenberg und Clemens Elster

AG Datenanalyse und Messunsicherheit

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

Einführung

§ 35

Inhalt

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

## Altes Stichprobenverfahren

- ▶ individuelle Fehlergrenzen
- ▶ 92% des Loses  
funktionstüchtig
- ▶ zum Prüfzeitpunkt

## § 35: neue Regelung

- ▶ Verkehrsfehlergrenzen
- ▶ 95% des Loses  
funktionstüchtig
- ▶ für Verlängerungszeitraum

Einführung

§ 35

Inhalt

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

## Altes Stichprobenverfahren

- ▶ individuelle Fehlergrenzen
- ▶ 92% des Loses funktionstüchtig
- ▶ zum Prüfzeitpunkt

## § 35: neue Regelung

- ▶ Verkehrsfehlergrenzen
- ▶ 95% des Loses funktionstüchtig
- ▶ für Verlängerungszeitraum

---

⇒ Altes Verfahren:

- ▶ garantiert nicht per se Einhaltung der neuen Regelung

Änderung der MessEV ⇒ Änderung des Stichprobenverf. nötig

Einführung

§ 35

Inhalt

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

## Altes Stichprobenverfahren

- ▶ individuelle Fehlergrenzen
- ▶ 92% des Loses funktionstüchtig
- ▶ zum Prüfzeitpunkt

## § 35: neue Regelung

- ▶ Verkehrsfehlergrenzen
- ▶ 95% des Loses funktionstüchtig
- ▶ für Verlängerungszeitraum

---

⇒ Altes Verfahren:

- ▶ garantiert nicht per se Einhaltung der neuen Regelung

Änderung der MessEV ⇒ Änderung des Stichprobenverf. nötig

1. Umsetzung des § 35 in VV 2016 vorgestellt
2. effizientere Lösung: wenn Nachweis

Einführung

§ 35

Inhalt

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

- ▶ Rückblick
- ▶ Effizienteres Stichprobenverfahren  
und dessen Voraussetzungen
- ▶ Vorschlag für Verfahrensanweisung
- ▶ Ausblick

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Default SPV

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

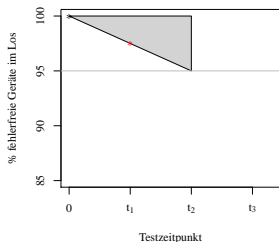
# Rückblick Stichprobenverfahren

PTB hat Verfahren zur Umsetzung von § 35 entwickelt

- ▶ Annahme: Anteil fehlerfreier Geräte ist zeitlich linear

Beispiel

- ▶ 2000 Kaltwasserzähler,  
Verlängerung um 2 Jahre
- ⇒  $p_1 = 96.9\%$   
 $(n, c) = (141, 1)$



Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Default SPV

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

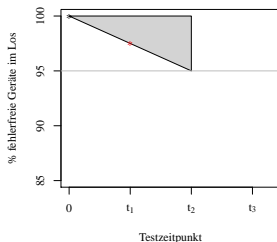
Ausblick

PTB hat Verfahren zur Umsetzung von § 35 entwickelt

- ▶ Annahme: Anteil fehlerfreier Geräte ist zeitlich linear

Beispiel

- ▶ 2000 Kaltwasserzähler,  
Verlängerung um 2 Jahre
- ⇒  $p_1 = 96.9\%$   
 $(n, c) = (141, 1)$



- ▶ Klauenberg, K. and Elster, C. (2017). Sampling for assurance of future reliability. Metrologia, 54(1):59–68
- ▶ vorgestellt: VV, PTB-AK, AGME-AA, Konferenzen, ...
- ▶ default Verfahren: kaum Annahmen nötig, einfach

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Default SPV

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick



Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

**Effizienteres  
Stichprobenverfahren**

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

# Effizienteres Stichprobenverfahren

Voraussetzung: Messabweichungen

1. sind einziger Ausfallgrund

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

**Effizienteres  
Stichprobenverfahren**

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

**Effizienteres  
Stichprobenverfahren**

Beispiel

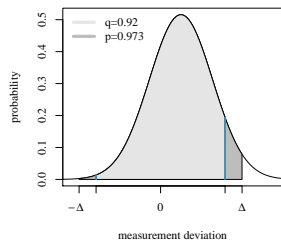
Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

Voraussetzung: Messabweichungen

1. sind einziger Ausfallgrund
  2. sind Normalverteilt
    - ▶ Fehlergrenzen verschieben (strenger testen)
    - ▶ geforderte Zuverlässigkeit ↓
- ⇒ kleinere Stichproben (da  $1 \gg p$ )



Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

**Effizienteres  
Stichprobenverfahren**

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

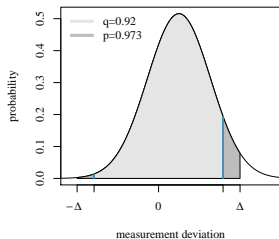
Voraussetzung: Messabweichungen

1. sind einziger Ausfallgrund
  2. sind Normalverteilt
    - ▶ Fehlergrenzen verschieben (strenger testen)
    - ▶ geforderte Zuverlässigkeit ↓
- ⇒ kleinere Stichproben (da  $1 \gg p$ )

▶ Theorem bewiesen

Klaunberg, K., Kramer, R., Kroner, C., Rose, J., and Elster, C. (2018). Reducing sample size by tightening test conditions. Quality & Reliability Engineering International. Accepted

+ nur Quantile, nicht Parameter der Verteilung nötig



Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

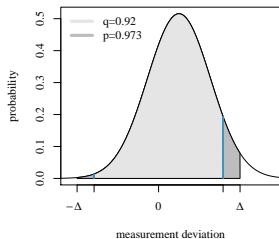
Voraussetzung: Messabweichungen

1. sind einziger Ausfallgrund
  2. sind Normalverteilt
    - ▶ Fehlergrenzen verschieben (strenger testen)
    - ▶ geforderte Zuverlässigkeit ↓
- ⇒ kleinere Stichproben (da  $1 \gg p$ )

▶ Theorem bewiesen

Klaunberg, K., Kramer, R., Kroner, C., Rose, J., and Elster, C. (2018). Reducing sample size by tightening test conditions. Quality & Reliability Engineering International. Accepted

- + nur Quantile, nicht Parameter der Verteilung nötig
- + Rückführung auf Pläne des bisherigen § 35 ( $q = 92\%$ )



## Beispiel: Kaltwasserzähler

- ▶ Eichfrist 6 Jahre, Verlängerung um 3 Jahre
- ▶  $p_1 = 0.972$
- ▶ wenn Bedingungen für Theorem erfüllt:  
teste Zuverlässigkeit  $q = 0.92$  bei 80% der Fehlergrenze

Losgröße $N$	Stichprobenplan $(n, c)$	
	default	effizient
501 – 1200	(95, 0)	(50, 1)
1201 – 3200	(141, 1)	(80, 3)
3201 – 10000	(200, 2)	(125, 5)
10001 – 35000	(315, 4)	(200, 10)

- ▶ i.A. 73-87% der Fehlergrenze

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Beispiel

Vorteile

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

## Vorteil: Beibehaltung alter Stichprobenpläne

- ▶ Kosten unverändert
- ▶ Bewährtes beibehalten (Betriebsabläufe, IT, Personal)
- ▶ Akzeptanz ↑ (Behörden, Prüfstellen, Betreiber)
- ▶ Verbraucherschutz ↑ (höhere Anforderungen des § 35)

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Verfahrensvorschlag

Verfahrensanweisung

Ausblick

# Verfahrensanweisung für Stichproben



Einführung

PTB unterstützt bundeseinheitliches Vorgehen § 45 MessEG

Rückblick  
Stichprobenverfahren

⇒ Vorschlag zur Umsetzung des §35:

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

1.) Qualitätsnachweis

▶ nur messtechn. Fehler

▶ Messabweichungen sind Normalverteilt

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

⇒ bisherige Stichprobenpläne mit engeren Fehlergrenzen

**Verfahrensvorschlag**

Verfahrensanweisung

Ausblick

2.) Kein Nachweis

⇒ default Methode (aufwendigere Stichprobenpläne)

(Beratung des Gremiums AGME-AA Prüfstellen & Stichprobenverfahren)

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensweisung  
für Stichproben

Verfahrensvorschlag

**Verfahrensweisung**

Ausblick

## Eichbehörden

- ▶ entscheiden, welches Verfahren Anwendung findet

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Verfahrensvorschlag

**Verfahrensanweisung**

Ausblick

## Eichbehörden

- ▶ entscheiden, welches Verfahren Anwendung findet
- ▶ entwerfen Verfahrensanweisung  
für Stichprobenverfahren zur Verlängerung der Eichfrist
  - ▶ auf Basis der 2 Alternativen
- ▶ regeln Übergangs-/Bestandsschutz

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensweisung  
für Stichproben

Verfahrensvorschlag

**Verfahrensweisung**

Ausblick

## Eichbehörden

- ▶ entscheiden, welches Verfahren Anwendung findet
- ▶ entwerfen Verfahrensweisung  
für Stichprobenverfahren zur Verlängerung der Eichfrist
  - ▶ auf Basis der 2 Alternativen
- ▶ regeln Übergangs-/Bestandsschutz

⇒ Beschluss ?

Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

# Ausblick

Einführung

Rückblick  
StichprobenverfahrenEffizienteres  
StichprobenverfahrenVerfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

## Möglichkeiten für effizientere Pläne

- ▶ häufigere Prüfung: Sicherheit  $\uparrow$ , Stichproben  $\downarrow$
- ▶ Software: Flexibilität  $\uparrow$
- ▶ Fernauslese indirekter Info: Potential, Bedarf ?

⇒ Forschung und Entwicklung nötig

Einführung

Rückblick  
StichprobenverfahrenEffizienteres  
StichprobenverfahrenVerfahrensanleitung  
für Stichproben

Ausblick

## Möglichkeiten für effizientere Pläne

- ▶ häufigere Prüfung: Sicherheit  $\uparrow$ , Stichproben  $\downarrow$
- ▶ Software: Flexibilität  $\uparrow$
- ▶ Fernauslese indirekter Info: Potential, Bedarf ?

⇒ Forschung und Entwicklung nötig

## Statist. Fragestellungen im gesetzl. Messwesen

- ▶ frühzeitige Beratung
  - ▶ PTB AK "Statistik für das Mess- & Eichrecht"
  - ▶ PTB AG 8.24 Datenanalyse & Messunsicherheit

⇒ Folgen abschätzen, frühe Vorschläge

Einführung

Rückblick  
StichprobenverfahrenEffizienteres  
StichprobenverfahrenVerfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

Möglichkeiten für effizientere Pläne

- ▶ häufigere Prüfung: Sicherheit  $\uparrow$ , Stichproben  $\downarrow$
- ▶ Software: Flexibilität  $\uparrow$
- ▶ Fernauslese indirekter Info: Potential, Bedarf ?

⇒ Forschung und Entwicklung nötig

Statist. Fragestellungen im gesetzl. Messwesen

- ▶ frühzeitige Beratung
  - ▶ PTB AK "Statistik für das Mess- & Eichrecht"
  - ▶ PTB AG 8.24 Datenanalyse & Messunsicherheit

⇒ Folgen abschätzen, frühe Vorschläge



Einführung

Rückblick  
Stichprobenverfahren

Effizienteres  
Stichprobenverfahren

Verfahrensanweisung  
für Stichproben

Ausblick

Klaunberg, K. and Elster, C. (2017). Sampling for assurance of future reliability. Metrologia, 54(1):59–68.

Klaunberg, K., Kramer, R., Kroner, C., Rose, J., and Elster, C. (2018). Reducing sample size by tightening test conditions. Quality & Reliability Engineering International. Accepted.