


EMATEM

European Metrology Association
for Thermal Energy Measurement

Auswirkung des Abtastintervalls auf die Messrichtigkeit von elektronischen Hauswasserzählern unter realen Verbrauchsbedingungen

// INHALTSVERZEICHNIS

01 // Motivation

02 // Theoretische Betrachtungen

03 // Experimentelle Untersuchungen

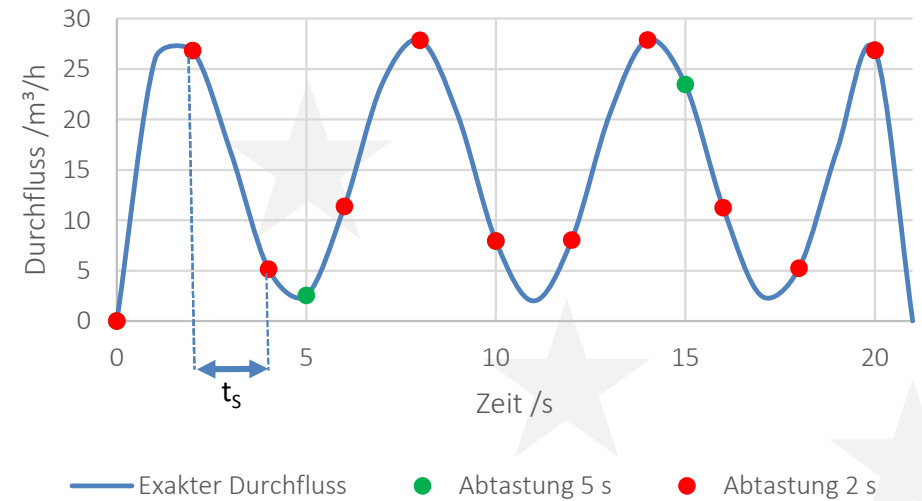
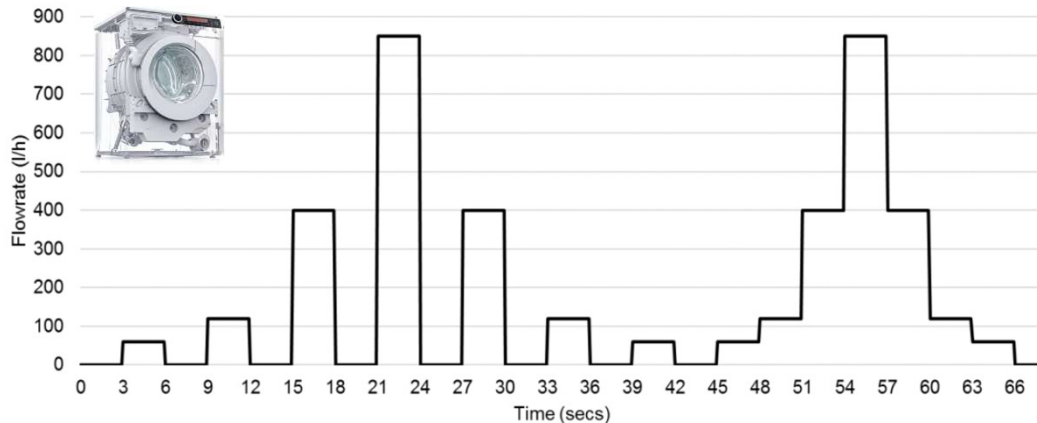
04 // Zusammenfassung & Ausblick

01

Motivation

Motivation

- Anteil an elektronischen Wasserzählern (Batterie betrieben) nimmt zu
- Ultraschall- und magnetisch-induktive Wasserzähler messen diskret
- Bisher keine Vorgaben zur Länge von Abtastintervallen
- Auswirkung diskreter Messungen auf das erfasste Volumen unter realen Verbrauchsbedingungen unklar



Abtastintervall t_s = Zeit zwischen zwei Messpunkten

Abtastintervall: $t_s = 4$ s

Reales Volumen: $V_{\text{real}} = 3,35$ L

Diskret gemessenes Volumen: von 2,3 L bis 4,2 L

02

Theoretische Betrachtungen

Einflussfaktoren

- Interpolationsart zwischen den Messwerten
- Betrachtungszeitraum
- Start der Abtastung

Genutzte Datensätze



Gemessene Daten (2014 – 2016):

- Ein- und Mehrfamilienhäuser in Deutschland
- Ultraschall-Wasserzähler ($Q_3 = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ und $Q_3 = 16 \text{ m}^3/\text{h}$)
Aufzeichnungsfrequenz 1 Hz
- 58 Verbrauchsprofile zwischen 23 und 84 Tage
→ Verbrauch für ein Jahr kann abgeleitet werden aus den individuellen Verbrauchsprofilen aller Einfamilienhäuser (“real-world profile”)



Stochastische Daten:

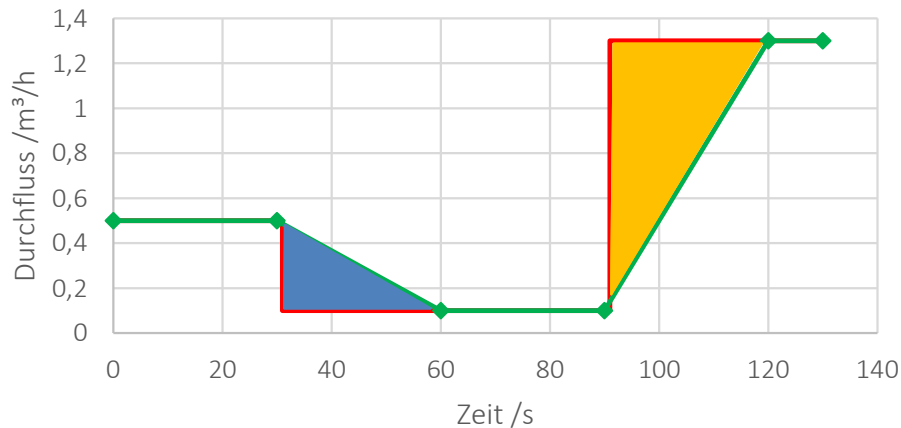
- für den erweiterten Gebrauch
- basierend auf den gemessenen Daten
- stochastisches Profil (Dauer: ein Tag / eine Woche) anhand Algorithmus berechnet
- kann frei zur Verfügung gestellt werden

Einfluss der Interpolationsart

Linear: Messwerte werden linear verbunden

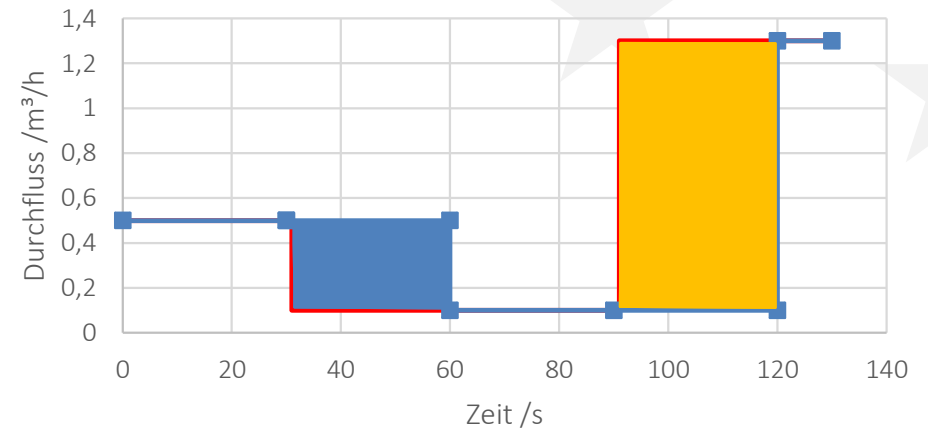
Rechteck: Annahme eines konstanten Durchflusses bis zum nächsten Messpunkt

Linear: Abtastintervall 30 s



— realer Verbrauch ◆ lineare Interpolation
▲ Überregistrierung ▼ Unterregistrierung

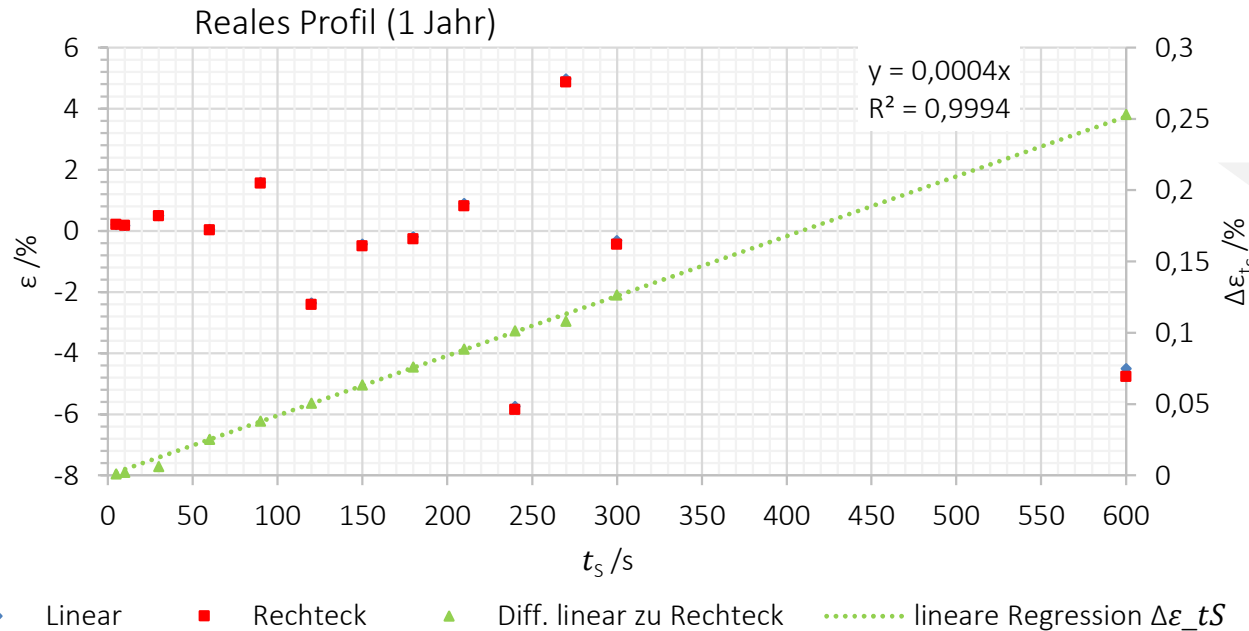
Rechteck: Abtastintervall 30 s



— realer Verbrauch ■ Rechteck-Interpolation
■ Überregistrierung ▼ Unterregistrierung

Unterschied der Interpolationsarten

Beispiel:



$$\epsilon = \frac{V_{real} - V_{t_s}}{V_{real}}$$

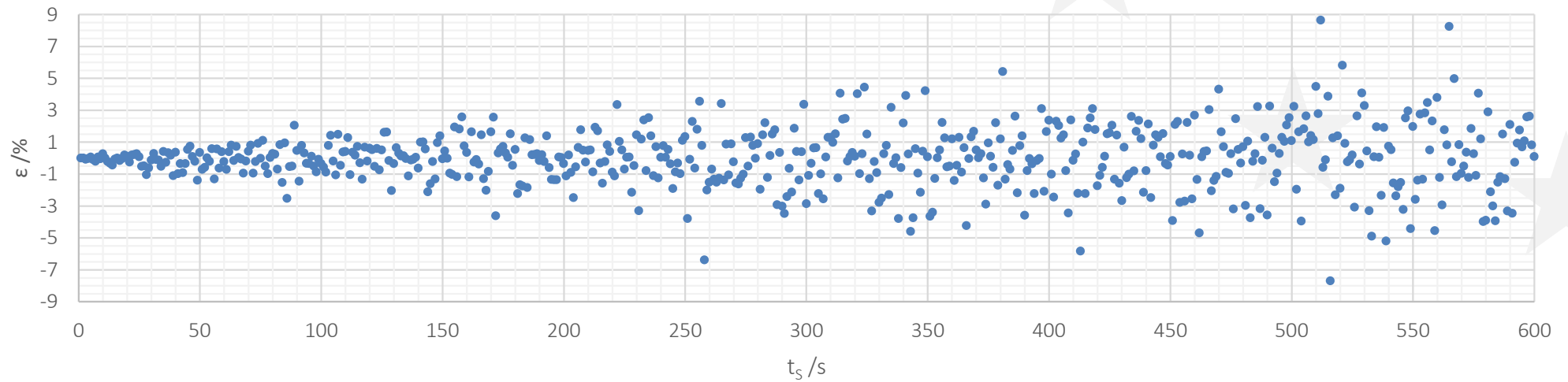
$$\Delta\epsilon_{t_s} = |\epsilon_{Line_{t_s}} - \epsilon_{Rechteck_{t_s}}|$$

Für alle untersuchten Profile gültig:

- $\Delta\epsilon_{t_s}$ wächst stetig mit steigendem Abtastintervall t_s
- keine Art der Interpolation verursacht immer einen kleineren Fehler
- kein signifikanter Unterschied zwischen linearer und rechteckiger Interpolation bei Abtastintervallen von weniger als 120 s

Einfluss des Abtastintervalls

Reales Profil (1 Jahr) eines Einfamilienhauses – Start der Betrachtung 01.01.

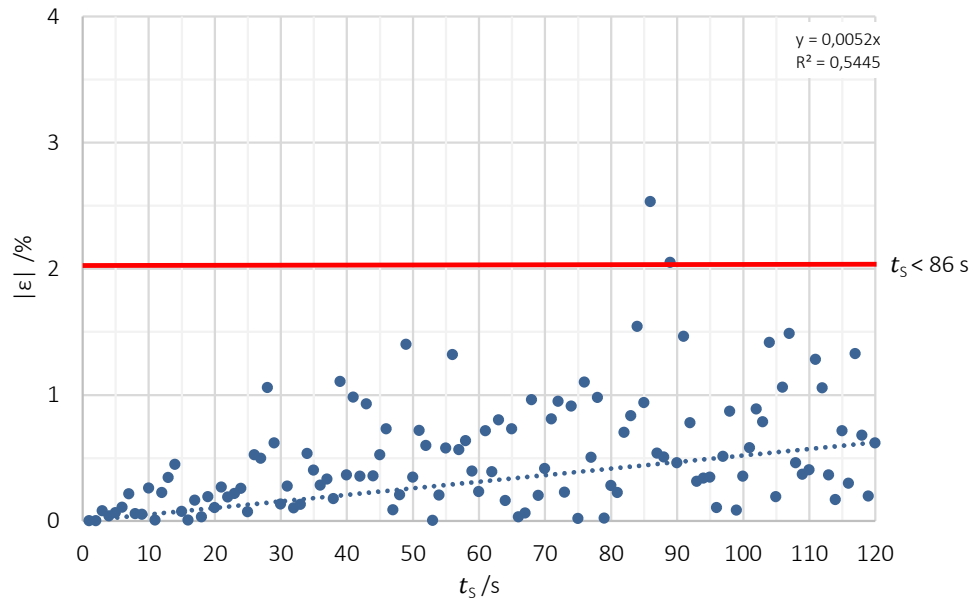


Einfluss des Betrachtungszeitraums

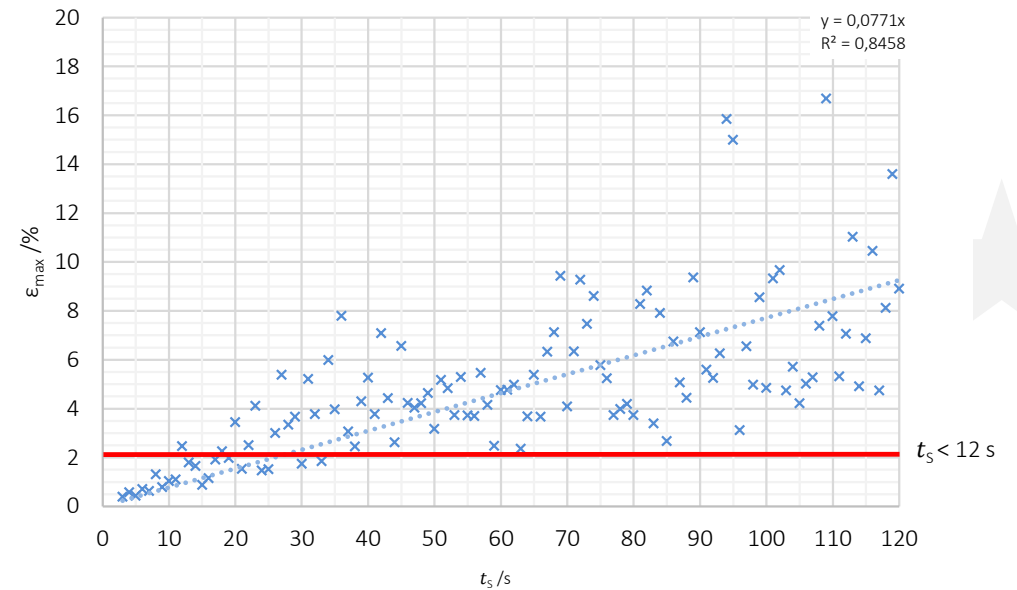


Beispiel:
Einfamilienhaus

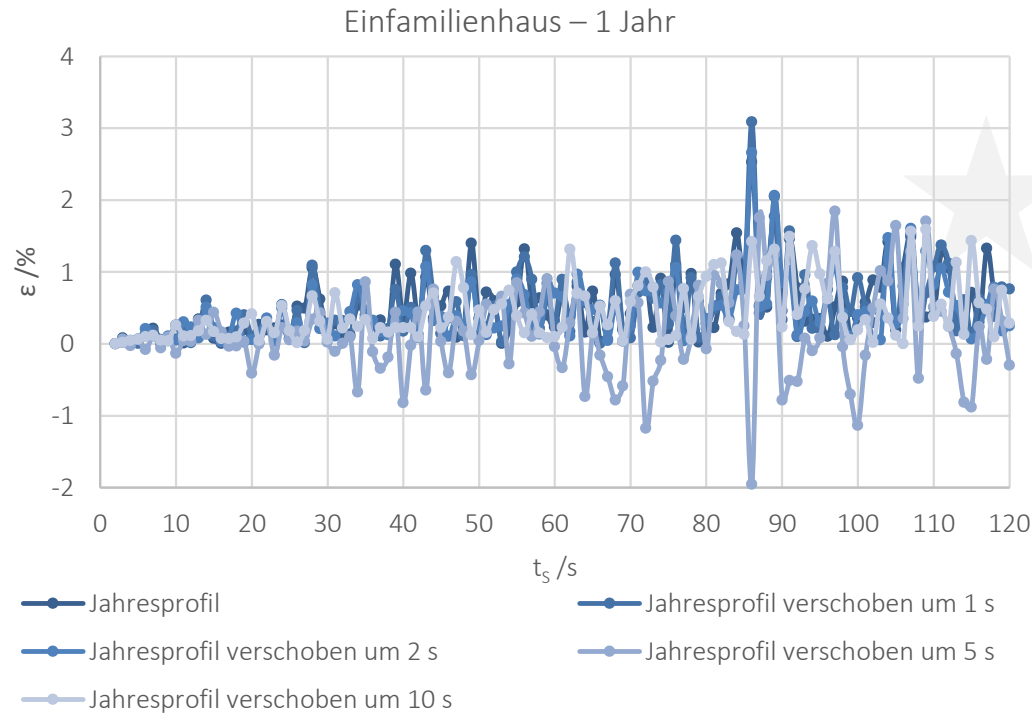
Betrachtungszeitraum 12 Monate



Betrachtungszeitraum 1 Monat



Einfluss des Startzeitpunkts



Für alle untersuchten Profile gültig:

- Die Messabweichung ist nicht einseitig
- Die Messabweichung wird bei längeren Betrachtungszeiträumen kleiner
- Der Startzeitpunkt hat einen signifikanten, aber nicht systematischen Einfluss auf die resultierende Messabweichung
- Es existiert kein idealer Startzeitpunkt

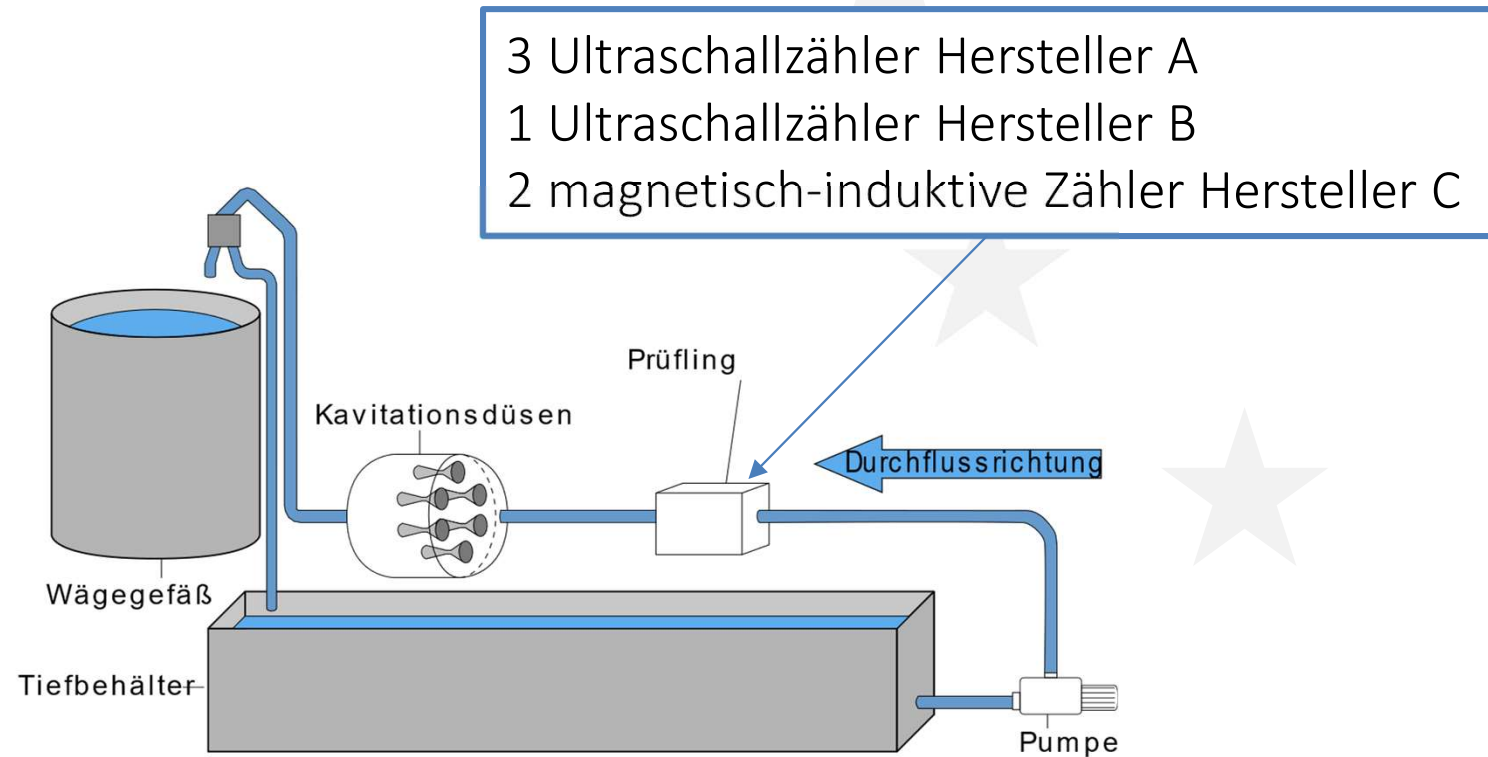
03

Experimentelle Überprüfung

Motivation

- Theoretische Betrachtungen haben gezeigt, dass bereits kurze Abtastintervalle einen Einfluss auf die Messrichtigkeit des Zählers haben.
- Abtastintervalle der auf dem Markt erhältlichen Zählern nicht bekannt.
- Sind Auswirkungen des Abtastintervalls erkennbar?

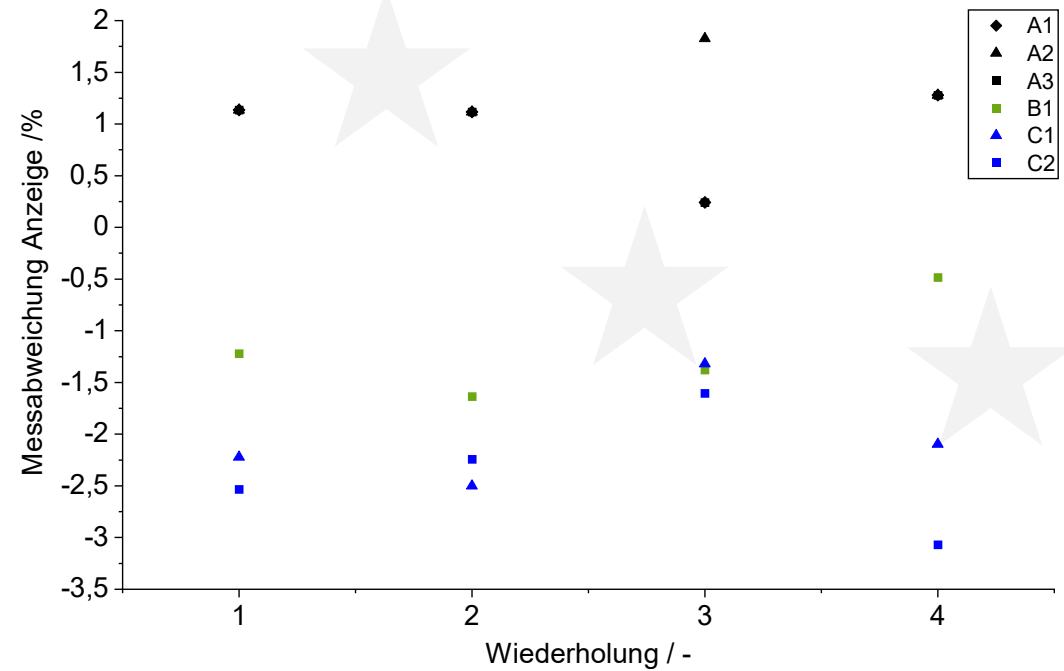
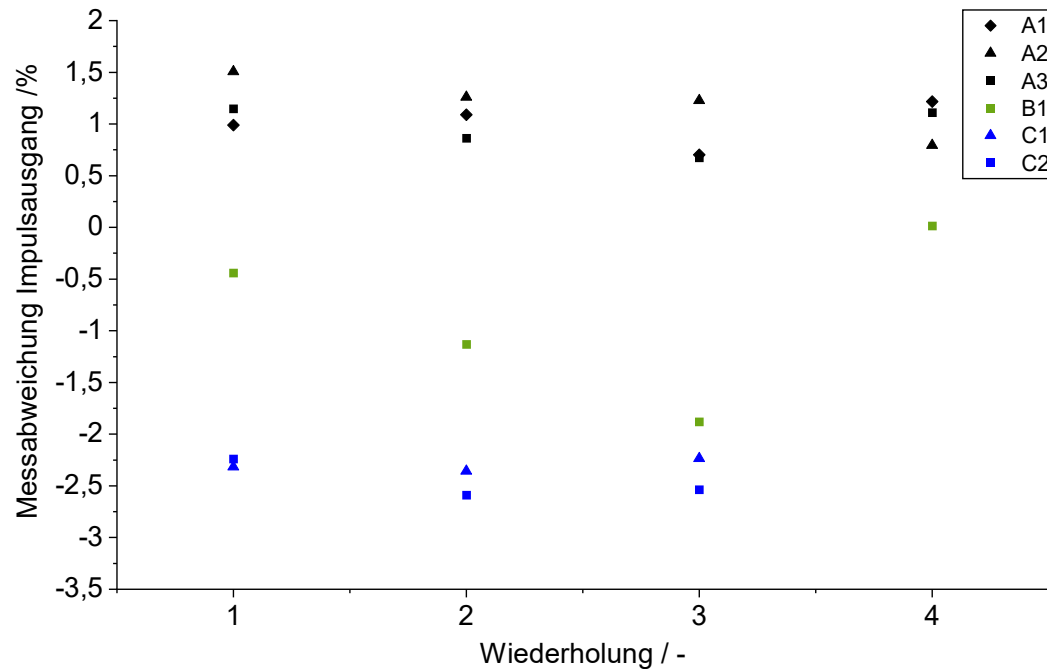
Versuchsaufbau



Größte Auswirkungen des Abtastintervalls bei kurzen Profilen, da weniger Ausgleichsvorgänge.

→ Verwendung eines realen Tagesprofils eines Einfamilienhauses

Messabweichung beim realen Tagesprofil



Das Volumen wird innerhalb der Toleranzen korrekt bestimmt.

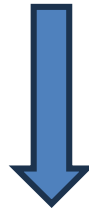
04

Zusammenfassung & Ausblick

Zusammenfassung & Ausblick

Die Untersuchungen zeigen, dass das gemessene Verbrauchsprofil und das darauf basierende stochastische Profil zu vergleichbaren Ergebnissen führen:

- Bei Abtastintervallen von weniger als 120 Sekunden sind die Messabweichungen durch lineare oder rechteckige Interpolation vergleichbar.
- Unterschiedliche Startzeitpunkte der Abtastung verursachen signifikant unterschiedliche Messabweichung.
- Der Beobachtungszeitraum hat aufgrund des Abtastintervalls einen großen Einfluss auf die Messabweichung.
- Die untersuchten Wasserzähler weisen keinen erkennbaren Einfluss des Abtastintervalls auf.



Es ist zukünftig sinnvoll ein maximal zulässiges Abtastintervall für diskret messende Zähler festzulegen. Dies wird bereits in einschlägigen Gremien diskutiert. Ein Abtastintervall von mindestens 10 s bei einem Betrachtungszeitraum > 1 Monat scheint sinnvoll.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Alexander Borchling

Telefon: 0531 592-1373

E-Mail: alexander.borchling@ptb.de

www.ptb.de

Stand: 09/2023

Maximale Messabweichung in Abhängigkeit vom Betrachtungszeitraum

Reales Verbrauchsprofil

ϵ_{\max} Betrachtungs- zeitraum	> 0,25 %	> 0,5 %	> 1 %	> 1,5 %	> 2 %
Ein Tag	3 s	4 s	6 s	6 s	9 s
Ein Monat	3 s	4 s	8 s	12 s	12 s
Drei Monate	5 s	7 s	14 s	20 s	27 s
Sechs Monate	9 s	12 s	27 s	38 s	43 s
Ein Jahr	7 s	14 s	28 s	84 s	86 s

Referenzen

- Borchling et al 2022 Water Supply (2022) 22 (12): 8405–8417, Effect of the sampling interval on the measurement accuracy of electronic water meters under real consumption conditions, <https://doi.org/10.2166/ws.2022.404>
- Warnecke et al 2022 Metrologia 59 025007, New metrological capabilities for measurements of dynamic liquid flows, DOI 10.1088/1681-7575/ac566e