

Aus der Professur für Wasserwirtschaft
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der Dissertation

Evaluierung des Messverhaltens von elektronischen Wasserzählern unter realitätsnahen Bedingungen

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
M.Sc. Alexander Karl Friedrich Borchling
aus Hannover

Verteidigung am 25. Juli 2025

Die hier vorliegende Arbeit hat sich mit verschiedenen Fragestellungen bezüglich des Messverhaltens von elektronischen Hauswasserzählern beschäftigt.

Es wurden Forschungsfragen bezüglich der Möglichkeit der Erkennung von Leckagen mittels Hauswasserzählern untersucht. Hierzu wurden sowohl mechanische als auch elektronische Zähler verwendet. Es zeigt sich, dass unter bestimmten Voraussetzungen Leckagen mit jedem Zählertyp detektiert werden können. Die hierzu anzuwendenden Kriterien bezüglich der Art und des Ortes der Leckage sind in Abschnitt 3.4 aufgeführt. Es zeigt sich, dass insbesondere die Sensitivität des Zählers einen großen Einfluss auf die Möglichkeit der Erkennung von Leckagen hat.

Im weiteren Teil der Arbeit wurde der Einfluss von diskreten Messungen auf die Messrichtigkeit untersucht. Es wurde zunächst eine theoretische Betrachtung durchgeführt, bei welcher die Einflussfaktoren Interpolationsmethode, Betrachtungszeitraum und Start der Abtastung näher beleuchtet wurden. Hierbei zeigt sich, dass die zwei untersuchten Arten der Interpolation (Rechteck und linear) bei gleichem Abtastintervall zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Beide Interpolationsarten weisen Bereiche der Unter- beziehungsweise Überregistrierung auf. Diese Bereiche sind nicht zwangsläufig gleich groß, wodurch eine Messabweichung des Zählers resultiert. Bei den betrachteten Profilen führen beide Interpolationsmethoden zu vergleichbaren Messabweichungen. Somit sind beide Arten gleichermaßen zur Ermittlung des durch den Zähler geflossenen Volumens geeignet.

Als weiterer Einflussfaktor wurde der Betrachtungszeitraum ausgemacht. Hierbei wurden Betrachtungszeiträume zwischen einem Tag und einem Jahr untersucht. Die Untersuchungen zeigten, dass die Länge des Betrachtungszeitraums einen erheblichen Einfluss auf die durch die Abtastung resultierende Messabweichung hat. Bei kurzen Betrachtungszeiträumen treten größere Messabweichungen auf als bei längeren. Dies lässt sich damit erklären, dass bei kurzen Betrachtungszeiträumen weniger Ausgleichsvorgänge stattfinden.

Als dritter Einflussfaktor wurde der Start der Abtastung untersucht. Hierbei zeigt sich, dass der Start der Abtastung einen erheblichen Einfluss auf die Messabweichung hat. Es existiert jedoch bei keinem der Profile ein idealer Startzeitpunkt, bei welchem für jedes Abtastintervall die geringste Messabweichung auftritt.

Anhand der Untersuchungen lässt sich somit festhalten, dass das gewählte Abtastintervall und der Start der Abtastung einen erheblichen Einfluss auf die Messrichtigkeit von Hauswasserzählern unter realen Verbrauchsbedingungen haben. Als Empfehlung kann auf Basis der Untersuchungen bei einem Betrachtungszeitraum (Abrechnungszeitraum) von einem Jahr ein Abtastintervall von mindestens 10 s empfohlen werden. Mittels einer Vorgabe für eine Obergrenze des Abtastintervalls kann etwaigem Missbrauch - wie eine gezielte Wasserentnahme zwischen den Messzeitpunkten - entgegengetreten werden. Diese Empfehlung wurde bereits in einschlägigen Gremien auf europäischer Bühne diskutiert und ist in der überarbeiteten Fassung der ISO 4064 (2024) erstmals mit aufgenommen. Es ist jedoch

möglich, dass sich die Charakteristik des Wasserverbrauchs in Europa zukünftig verändert. In diesem Fall wären neue Untersuchungen bezüglich des Einflusses des Abtastintervalls auf die Messrichtigkeit von Wasserzählern zu wiederholen und neu zu bewerten. Gleiches gilt, wenn Vorgaben für das Abtastintervall für Länder mit anderen Verbrauchscharakteristiken gemacht werden sollen.

In einem weiteren Teil der Arbeit wurde der Einfluss der Wasserqualität auf die Messbeständigkeit von Hauswasserzählern betrachtet und vorangehend die Messrichtigkeit neuwertiger Zähler untersucht. Bei der im ersten Schritt erfolgten Bestimmung der Fehlerkurve von neuwertigen Hauswasserzählern zeigt sich, dass die Messrichtigkeit eine starke Abhängigkeit vom Messprinzip und vom Hersteller und von der Charge aufweist. Im nächsten Schritt wurden die Zähler unterschiedlichen Wasserqualitäten unter Verwendung eines realen Verbrauchsprofils und einem Gesamtvolumen von 187,74 m³ ausgesetzt. Anhand dieser Untersuchungen zeigt sich, dass alle Zählertypen Alterungserscheinungen bei realem Betrieb unterliegen und im Laufe der Verwendung die Messabweichungen der Zähler sich ändern. Dabei haben die untersuchten Parameter pH-Wert, Gesamthärte sowie Partikelgröße und Partikelkonzentration unterschiedliche Einflüsse auf die Messrichtigkeit der Zähler. Keiner der untersuchten Wasserqualitäten beeinflusst die Zähler insofern, dass diese Messabweichungen außerhalb der in der MID vorgegebenen Maximalwerte aufweisen. Unter allen untersuchten Wasserqualitäten führt ein pH-Wert von 7,7 zu den größten Veränderungen der Messabweichung im Vergleich zur Nullmessung. Bei allen Versuchen lässt sich kein Messverfahren als Messverfahren ausmachen, welches stets am geringsten von der Wasserqualität beeinflusst wird. Es zeigt sich, wie bereits bei den Messabweichungen von neuwertigen Zählern, dass die Veränderungen der Messabweichungen infolge von unterschiedlichen Wasserqualitäten stark vom Hersteller und erst sekundär vom Messprinzip abhängig sind. Bei den Untersuchungen treten Änderungen der Messabweichung zwischen -4,6 % und 4,8 % auf. Im Rahmen der Untersuchungen konnte nur eine geringe Anzahl an Wasserzählern untersucht werden. Daher wären weitere Untersuchungen mit einer größeren Anzahl an Zählern sinnvoll, um die hier erlangten Erkenntnisse zu untermauern. Zudem sollten weiterhin alle Wasserzähler, unabhängig vom Messprinzip, Messbeständigkeitsprüfungen unterzogen werden, bis es eine hinreichend aussagekräftige Datenbasis gibt.

Im letzten Teil der Arbeit wurde die Möglichkeit der Fernablesung untersucht. Hierzu wurde ein eigens für die Versuche eingerichtetes Messnetz auf dem Gelände der PTB genutzt. Die Zähler wurden in monatlichen Abständen aus der Ferne abgelesen und einmal im Jahr ausgebaut, um die Messrichtigkeit des Zählers zu überprüfen und den fernabgelesenen Zählerstand mit dem Zählerstand der Anzeige zu vergleichen. Hierbei zeigt sich, dass sich die Reichweite des Signals zur Fernablesung sehr stark herstellerspezifisch unterscheidet und der Einbauort ebenfalls eine Rolle spielt. Teilweise konnten Zähler aus mehreren hundert Metern abgelesen werden. Für die Fernablesung anderer Zähler war hingegen ein Abstand von unter 10 m erforderlich, welcher in der Praxis allerdings zu Problemen bzw. einem erheblichen Mehraufwand führen könnte. Zudem kam es bei kalten Außentemperaturen zu vereinzelten

Abstürzen der Auslesesoftware, was jedoch auf Probleme eher bei der Hardware als bei der Software zurückzuführen ist. Es war über den gesamten Zeitraum möglich, den Zählerstand aus der Ferne abzulesen. Dabei ergab die jährliche Überprüfung des Zählerstands im Vergleich zur Anzeige keine Auffälligkeiten. Bei den elektronischen Zählern wurden keine Abweichungen festgestellt. Bei den mechanischen Zählern hingegen betrugen die Abweichungen maximal 0,13 % in Bezug auf das Gesamtvolumen des Zählers, was als vernachlässigbar angesehen werden kann.

Die Änderung der Messrichtigkeit der Zähler konnte als Nebenprodukt der Überprüfung der Fernablesung untersucht werden. Es zeigt sich, dass sich die Messrichtigkeit der Zähler nach jeder Einbauperiode ändert. Bei den Zählern von Hersteller B, D und G konnten keine systematischen Änderungen der Messabweichung nachgewiesen werden. Die Zähler von Hersteller A zeigen eine sehr stabile Messabweichung mit der leichten Tendenz der Verschiebung der Messabweichung. Die Messabweichungen der Zähler von Hersteller C werden nach der ersten und zweiten Einbauperiode systematisch größer. Diese größer werdende Messabweichung tritt jedoch nicht nach der dritten Einbauperiode auf. Nach der dritten Einbauperiode sind die Messabweichungen nahezu identisch mit der vorherigen bzw. etwas kleiner. Besonders auffällig ist jedoch, dass die Messabweichungen aller magnetisch-induktiven Zähler einseitig (negativ) sind. Die Zähler des Herstellers G halten nicht alle zu jederzeit die Verkehrsfehlergrenzen ein. Es ist jedoch nicht so, dass, wenn die Messabweichung einmal außerhalb der Verkehrsfehlergrenze lag, dies auch in den folgenden Jahren der Fall war.

Als abschließendes Fazit dieser Arbeit kann zusammengefasst werden, dass die hohen Erwartungen an elektronische Hauswasserzähler nicht vollständig erfüllt werden. Mechanische Hauswasserzähler zeigen nach dem Einsatz unterschiedlicher Wasserqualitäten teilweise vergleichbare Messabweichungen, was die Überlegenheit elektronischer Zähler in Bezug auf die Messgenauigkeit infrage stellt. Ein wesentlicher Vorteil der elektronischen Zähler liegt jedoch in den integrierten Alarm- und Warnmeldungen, die einen bedeutenden Mehrwert gegenüber den klassischen, rein mechanischen Zählern darstellen. Nichtsdestotrotz besteht die Möglichkeit, mechanische Zähler durch Zusatzmodule aufzurüsten, wodurch dieser Vorteil der elektronischen Zähler teilweise relativiert wird. Angesichts der zunehmenden Bedeutung der erweiterten Zusatzfunktionen in der Wasserzählertechnologie ist jedoch zu erwarten, dass sich elektronische Wasserzähler in den kommenden Jahren verstärkt auf dem Markt etablieren werden. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Integration neuer Funktionalitäten dürften dabei eine entscheidende Rolle spielen.

Die Anschaffungskosten müssen für jeden spezifischen Anwendungsfall individuell betrachtet werden. Elektronische Zähler weisen zwar höhere Anschaffungskosten im Vergleich zu mechanischen Zählern auf, jedoch können diese durch Einsparungen bei den Personalkosten für das Ablesen der Zähler innerhalb kürzerer Zeit ausgeglichen werden.