

Berechnungsformel für Hauswasserzähler in Wohngebäuden

Neue europäische Definitionen für Zählergrößen sowie Schwierigkeiten beim Verständnis der bestehenden Dimensionierungsregeln für Wasserzähler haben den DVGW veranlasst, das betreffende Arbeitsblatt W 406 zu überarbeiten, transparenter und flexibler zu gestalten und somit auch der Entwicklung des Wasserbedarfs anzupassen. In einem F & E-Kleinvorhaben des DVGW wurde unter Berücksichtigung von früheren Messergebnissen, dem geänderten Verbraucherverhalten und aktuellen Messungen eine auf Wasserzähler abgestimmte Berechnungsformel eines Spitzendurchflusses entwickelt.

Die Bemessungsgrundlagen für Trinkwasser-Installationen basieren zum Teil auf Messdaten des DVGW-Forschungsprogramms „Ermittlung des Wasserbedarfes als Planungsgrundlage zur Bemessung von Wasserversorgungsanlagen“, das bereits 30 Jahre zurückliegt (eine spätere systematische Datenerhebung liegt nicht vor). Die internen Schlussberichte sind als Textteil [1] mit zugehörigen Anlagen [2] verfügbar. Darüber hinaus gibt es eine Zusammenfassung der Ergebnisse [3]. Für die Messungen des Forschungsprogramms wurden bevorzugt Mehrfamilienhäuser mit Komfortwohnungen in bevorzugter Wohnlage ausgewählt. Die Wohnungsbelegung wurde mit 2,4 Einwohnern pro Wohnungseinheit (E/WE) und der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit 155 l/(d E) angesetzt.

Die damaligen Messergebnisse waren auch Grundlage für die Dimensionierung von Wasserzählern. Das zuständige DVGW-Gremium hatte nach eingehender Beratung und unter Berücksichtigung, dass Verbrauchsspitzen sehr selten auftreten und die so genannten Belastungsgrenzen von Wasserzählern keine physikalischen Kapazitätsgrenzen sind, Bemessungskriterien beschlossen. Die Wasserzähler sollten demnach so dimensioniert werden, dass die Belastungsgrenze Q_{\max} für die Dauer von bis zu fünf Minuten pro Tag überschritten werden darf – die genannte Dauer, nachfolgend: „Bezugszeit“, versteht sich kumuliert aus über den Tag verteilten, kurzzeitigen Einzelereignissen. Für die Dauer von max. 1 Stunde pro Tag (ebenfalls kumulierte Einzelereignisse) sollte die Belastung von Wasserzählern zwischen dem Nenndurchfluss Q_n und der Belastungsgrenze Q_{\max} liegen. Daraus resultierte der Bemessungsvorschlag aus dem Jahre 1981 [4]. In DIN 1988

Teil 3, Abschnitt 13, wird auf diese Veröffentlichung hingewiesen und ein Arbeitsblatt angekündigt. Dieses Arbeitsblatt ist das W 406 [5], dem mangels neuerer Erkenntnisse dieselben Zahlenwerte zur Dimensionierung von Wasserzählern zugrunde gelegt wurden.

Anlass zu Missverständnissen bietet eine Anmerkung in Abschnitt 13 der DIN 1988, Teil 3, wonach Wasserzähler in Fällen kurzzeitigen Spitzenverbrauchs nur bis zum maximalen Durchfluss betrieben werden dürfen. Dieser Spitzenverbrauch darf jedoch gerade nicht mit dem rechnerischen Spitzendurchfluss zur Rohrleitungsdimensionierung verwechselt werden. Dies wird durch den Hinweis auf die wirklichen (tatsächlichen) Durchflüsse unterstrichen. Man muss auch bedenken, dass die Größe des im Einzelfall auftretenden Spitzenverbrauchs praktisch nicht feststellbar ist. In der Mitteilung des DVGW zum Bemessungsvorschlag [4] wird auf Belastungsgrenzen nur im Zusammenhang mit Druckerhöhungsanlagen eingegangen. Fehlende Erklärungen zu den Bemessungsvorschlägen und damit mangelnde Transparenz haben dazu geführt, dass diese nicht lückenlos nachvollziehbar sind und sich daher nicht flächendeckend durchgesetzt haben. Durch die Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblattes W 406 soll eine deutliche Klarstellung erfolgen.

Zum Rückgang des Trinkwasserverbrauchs wird auf DVGW-Arbeitsblatt W 410 [6] verwiesen. Darin wird nun ein Pro-Kopf-Verbrauch von 120 l/(d E) bei einer Wohnungsbelegung von 2 E/WE angesetzt. Damit dürften auch Spitzenverbrauchswerte rückläufig sein. Aktuelle und sehr präzise Messungen mit elektronischer Datenerfassung [7] haben zudem die bekannte Tatsache untermauert, dass Spitzendurchflüsse

äußerst selten und nur für Sekunden oder Sekundenbruchteile auftreten. Das begründet die Notwendigkeit der Festlegung neuer Bemessungskriterien für Wasserzähler.

Grundlagen für eine Berechnungsformel

Für die Aufstellung einer Berechnungsformel bilden die früheren Messergebnisse und aktuelle Messdaten die Basis. Dabei bleibt auch die genannte Festlegung auf einen Spitzendurchfluss mit einer Bezugszeit von fünf Minuten maßgeblich. Der Volumenstrom mit einer bestimmten Bezugszeit wird aus der Durchfluss-Dauerlinie einer Messung ermittelt. Die Angabe eines Spitzendurchflusses mit einer Bezugszeit von fünf Minuten legt fest, dass mit Ausnahme von fünf Minuten – verteilt über einen Tag – kein Spitzendurchfluss auftritt, der größer ist als der besagte Spitzendurchfluss. Innerhalb von insgesamt fünf Minuten pro Tag können größere Durchflüsse auftreten, sie müssen aber nicht auftreten. Die Anwendung und Bedeutung von Bezugszeiten sind in der Literatur [8] anschaulich erklärt. Der hier verwendete Spitzendurchfluss in m^3/h mit einer Bezugszeit von fünf Minuten wird mit $V_{S-5\text{m}}$ bezeichnet.

Der Wasserverbrauch in einem Gebäude wird im Wesentlichen durch die Anzahl der Verbraucher bestimmt. Die Problematik der Ermittlung einer exakten Beziehung zwischen Spitzendurchflüssen und Verbrauch besteht darin, dass die Anzahl der Verbraucher in großen Wohngebäuden, deren Anwesenheit und deren Abnahmeverhalten unterschiedlich und sehr schwierig feststellbar sind. Um frühere Messergebnisse überhaupt mit aktuellen Messdaten vergleichen zu können, bildet der gemittelte Tagesverbrauch Q_{dm} in m^3/d ei-

Tabelle 1: Datenauszug aus dem DVGW-Forschungsbericht 02-WT 956, Teil 1 von 2

nach Anlage 9/10			nach Anlage 9/12				Berechnet			
Messstellen-Nr.	Einwohner E	Durchschnitt [l/(d E)]	V _{S-max} [l/s]	V _{S-20s} [l/s]	V _{S-1m} [l/s]	V _{S-5m} [l/s]	Durchschnitt Q _{dm} [m³/d]	V _{S-5m} [m³/h]	Log10 (Q _{dm})	Log10- (V _{S-5m})
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
401	57	173	1,389	1,389	1,389	1,157	9,86	4,165	0,9939	0,6196
402	50	177	1,215	1,204	1,088	0,972	8,85	3,499	0,9469	0,5440
403	29	369	1,389	1,343	1,343	1,343	10,70	4,835	1,0294	0,6844
501	42	167	1,361	1,320	1,296	1,134	7,01	4,082	0,8460	0,6109
503	254	130	2,361	2,361	2,361	2,176	33,02	7,834	1,5188	0,8940
652	35	207	1,285	1,019	0,972	0,787	7,25	2,833	0,8600	0,4523
1101	148	136	2,269	2,269	2,269	1,296	20,13	4,666	1,3038	0,6689
1151	20	89	1,110	1,110	1,110	0,556	1,78	2,002	0,2504	0,3014
1154	26	179	1,290	0,810	0,718	0,671	4,65	2,416	0,6678	0,3830
1201	21	141	0,694	0,694	0,694	0,509	2,96	1,832	0,4714	0,2630
1202	68	139	1,389	1,343	1,320	0,903	9,45	3,251	0,9755	0,5120
1206	42	100	1,238	1,238	1,238	1,111	4,20	4,000	0,6232	0,6020
1355	6	271	1,122	1,065	1,019	0,671	1,63	2,416	0,2111	0,3830
1502	94	87	0,694	0,671	0,625	0,532	8,18	1,915	0,9126	0,2822
1504	93	162	1,388	1,343	1,296	1,111	15,07	4,000	1,1780	0,6020
1505	100	183	1,806	1,806	1,343	1,204	18,30	4,334	1,2625	0,6369
1506	24	141	0,625	0,625	0,625	0,463	3,38	1,667	0,5294	0,2219
1507	28	289	1,331	1,331	1,330	0,995	8,09	3,582	0,9081	0,5541
1551	8	226	0,752	0,671	0,602	0,347	1,81	1,249	0,2572	0,0966
1552	7	340	1,388	1,296	0,926	0,505	2,38	1,818	0,3766	0,2596
1601	50	157	1,361	1,181	1,042	0,764	7,85	2,750	0,8949	0,4394
1651	36	154	1,260	1,260	1,195	0,639	5,54	2,300	0,7438	0,3618
1701	57	315	1,388	1,343	1,296	1,204	17,96	4,334	1,2542	0,6369
1702	58	273	1,388	1,343	1,343	1,227	15,83	4,417	1,1996	0,6451
2251	25	183	1,388	1,157	1,157	0,556	4,58	2,002	0,6604	0,3014
2701	29	193	1,375	1,273	1,134	0,556	5,60	2,002	0,7480	0,3014
2703	31	187	1,361	1,343	1,343	1,065	5,80	3,834	0,7632	0,5837
2705	109	207	2,292	2,292	2,292	1,898	22,56	6,833	1,3534	0,8346
2854	38	208	1,367	1,157	1,019	0,787	7,90	2,833	0,8978	0,4523
2952	17	173	0,718	0,718	0,579	0,440	2,94	1,584	0,4685	0,1998
3051	9	160	0,684	0,463	0,417	0,278	1,44	1,001	0,1584	0,0003
3501	37	149	0,903	0,903	0,694	0,505	5,51	1,818	0,7414	0,2596
1001	146	185	1,868	1,620	1,528	1,204	27,01	4,334	1,4315	0,6369
1003	197	177	2,222	1,945	1,806	1,528	34,87	5,501	1,5424	0,7404
2081	140	157	1,851	1,620	1,435	1,250	21,98	4,500	1,3420	0,6532
3001	200	137	1,667	1,528	1,343	1,111	27,40	4,000	1,4378	0,6020
4002	144	187	1,390	1,320	1,296	1,157	26,93	4,165	1,4302	0,6196
4301	112	166	1,667	1,667	1,482	1,204	18,59	4,334	1,2693	0,6369
4302	200	160	2,314	2,222	2,037	1,759	32,00	6,332	1,5051	0,8016
4351	133	184	2,499	2,038	1,805	1,389	24,47	5,000	1,3887	0,6990
4352	142	253	1,834	1,528	1,389	1,250	35,93	4,500	1,5554	0,6532
4371	451	112	3,241	2,546	2,315	1,852	50,51	6,667	1,7034	0,8239
5002	360	148	2,692	2,692	2,315	1,945	53,28	7,002	1,7266	0,8452
5003	300	117	2,754	2,454	2,269	1,945	35,10	7,002	1,5453	0,8452
5101	95	178	1,499	1,499	1,157	0,926	16,91	3,334	1,2281	0,5229

Quelle: Georg Hofmann nach 02-WT 956

Tabelle 1: Datenauszug aus dem DVGW-Forschungsbericht 02-WT 956, Teil 2 von 2

nach Anlage 9/10			nach Anlage 9/12				Berechnet			
Messstellen-Nr.	Einwohner E	Durchschnitt [l/(d E)]	V _{S-max} [l/s]	V _{S-20s} [l/s]	V _{S-1m} [l/s]	V _{S-5m} [l/s]	Durchschnitt Q _{dm} [m³/d]	V _{S-5m} [m³/h]	Log10 (Q _{dm})	Log10-(V _{S-5m})
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6102	71	161	2,314	1,065	0,880	0,694	11,43	2,498	1,0581	0,3977
7752	221	161	2,662	2,408	2,222	1,945	35,58	7,002	1,5512	0,8452
7753	224	157	2,315	2,269	2,037	1,213	35,17	4,367	1,5461	0,6402
7803	150	158	1,504	1,504	1,343	1,151	23,70	4,144	1,3747	0,6174
8501	146	104	1,625	1,435	1,296	0,926	15,18	3,334	1,1814	0,5229
1706	44	183	1,364	1,343	1,343	1,273	8,05	4,583	0,9059	0,6611
1951	39	164	1,134	0,880	0,741	0,556	6,40	2,002	0,8059	0,3014
2501	84	177	1,385	1,320	1,273	1,019	14,87	3,668	1,1723	0,5645
2702	34	269	1,253	1,253	1,253	1,253	9,15	4,511	0,9612	0,6543
2704	109	169	2,014	2,014	2,014	2,014	18,42	7,250	1,2653	0,8604
2951	26	162	1,342	1,019	0,833	0,625	4,21	2,250	0,6245	0,3522
3601	21	216	1,215	1,215	1,215	1,215	4,54	4,374	0,6567	0,6409
3602	28	150	0,984	0,926	0,694	0,532	4,20	1,915	0,6232	0,2822
3603	17	163	0,868	0,868	0,579	0,440	2,77	1,584	0,4426	0,1998
4402	25	193	1,361	1,320	1,250	0,602	4,83	2,167	0,6835	0,3359
4403	29	93	0,725	0,725	0,671	0,324	2,70	1,166	0,4309	0,0668
4404	161	106	1,759	1,759	1,759	1,157	17,07	4,165	1,2321	0,6196
4405	98	114	1,389	1,343	1,320	0,949	11,17	3,416	1,0481	0,5336
4902	23	276	1,181	1,181	1,181	1,181	6,35	4,252	0,8026	0,6286
5451	19	64	1,040	1,040	0,787	0,417	1,22	1,501	0,0849	0,1764
5601	81	164	1,361	1,296	1,019	0,764	13,28	2,750	1,1233	0,4394
5752	8	132	0,579	0,579	0,579	0,208	1,06	0,749	0,0237	-0,1256
5951	42	135	0,740	0,740	0,648	0,509	5,67	1,832	0,7536	0,2630
6052	43	151	0,972	0,764	0,671	0,532	6,49	1,915	0,8124	0,2822
6252	8	334	0,625	0,625	0,625	0,625	2,67	2,250	0,4268	0,3522
10051	4	135	0,625	0,625	0,486	0,185	0,54	0,666	-0,2676	-0,1765
10401	5	186	0,575	0,575	0,575	0,278	0,93	1,001	-0,0315	0,0003
10402	4	432	1,088	0,926	0,741	0,509	1,73	1,832	0,2375	0,2630
10403	3	491	1,238	1,134	1,088	0,787	1,47	2,833	0,1682	0,4523
10452	4	364	0,579	0,440	0,364	0,278	1,46	1,001	0,1632	0,0003
10851	4	137	0,463	0,324	0,255	0,162	0,55	0,583	-0,2612	-0,2342
11051	6	135	0,636	0,486	0,394	0,301	0,81	1,084	-0,0915	0,0349
11151	6	160	0,694	0,694	0,694	0,440	0,96	1,584	-0,0177	0,1998
11251	5	183	1,157	0,718	0,463	0,255	0,92	0,918	-0,0386	-0,0372
11451	7	133	0,660	0,394	0,301	0,185	0,93	0,666	-0,0311	-0,1765
11751	8	331	1,019	1,019	0,949	0,880	2,65	3,168	0,4229	0,5008
11951	4	175	0,417	0,370	0,255	0,185	0,70	0,666	-0,1549	-0,1765
13051	4	316	0,463	0,463	0,394	0,255	1,26	0,918	0,1017	-0,0372
15653	4	189	0,741	0,486	0,324	0,255	0,76	0,918	-0,1215	-0,0372
16351	8	151	0,475	0,475	0,324	0,278	1,21	1,001	0,0821	0,0003
LE 1							18,00	3,30	1,2553	0,5185
LE 2							15,00	3,40	1,1761	0,5315
LE 3							6,30	2,00	0,7993	0,3010
LE 4							3,50	1,80	0,5441	0,2553
LE 5							3,90	1,60	0,5911	0,2041

Quelle: Georg Hofmann nach 02-WT 956

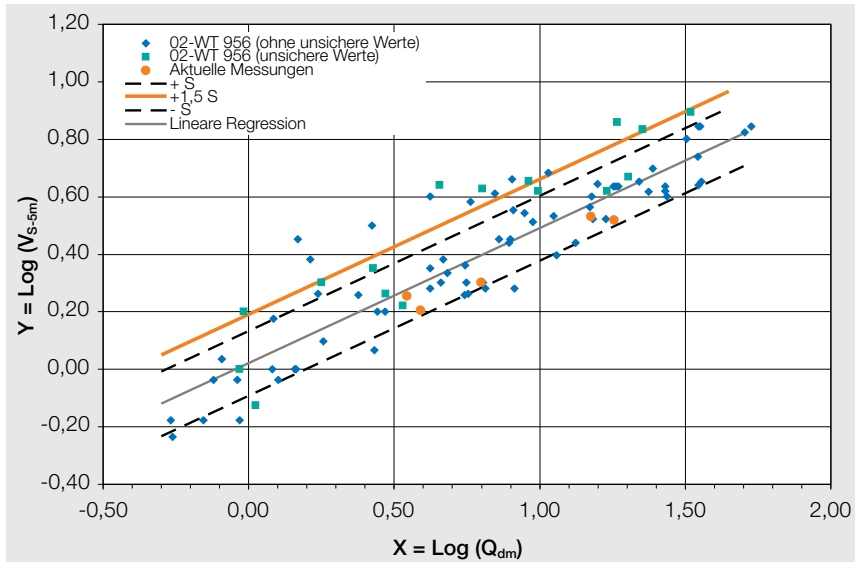


Abb. 1: Spitzendurchfluss V_{S-5m} in Abhängigkeit vom Tagesdurchschnitt Q_{dm} (logarithmisch)

Quelle: Georg Hofmann

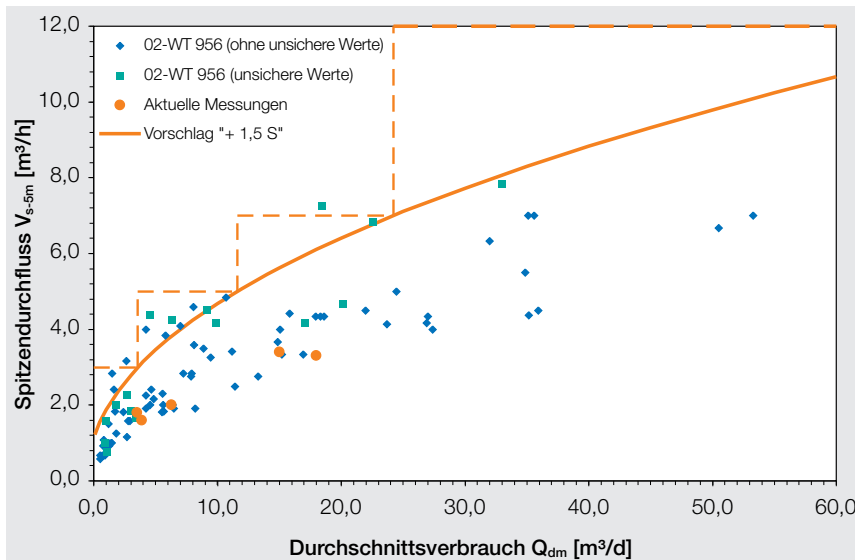


Abb. 2: Spitzendurchfluss V_{S-5m} in Abhängigkeit vom Tagesdurchschnitt Q_{dm} (linear) (Gestrichelte Linien sind Belastungsgrenzen von verfügbaren Wasserzählern)

Quelle: Georg Hofmann

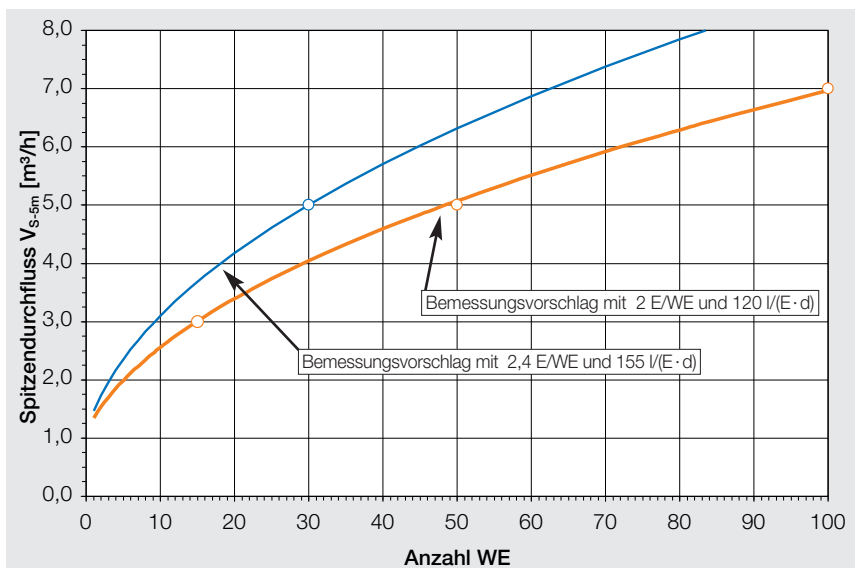


Abb. 3: Spitzendurchfluss V_{S-5m} nach Anzahl WE (mit $Q_{dp} = 0,155 (0,120) \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{E})$ und $P_{WE} = 2,4 (2,0) \text{ E/WE}$)

Quelle: Georg Hofmann

ne vernünftige Bezugsgröße. Zudem ist der durchschnittliche Tagesverbrauch aus Messdaten eindeutig feststellbar und i. A. bei bewohnten Gebäuden auch bekannt, weil er zur Verbrauchsabrechnung dient.

Ermittlung einer Berechnungsformel

Grundlage für die Aufstellung einer Berechnungsformel sind die Ergebnisse in den Anlagen 9/10 und 9/12 des DVGW-Forschungsprogramms 02-WT 956 [2]. Auszüge dieser Anlagen enthält Tabelle 1. In Tabelle 1 ist in Spalte 1 die Messstellen-Nr. eingetragen, damit eine Vergleichsmöglichkeit mit den Originaldaten des Berichtes besteht. Die Daten in blauer Farbe sind berechnete Werte. Der als ein Vergleichswert vorgesehene durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch Q_{dm} in m^3/d der einzelnen Messdatenreihen befindet sich in Spalte 8 und ist das Produkt aus den Spalten 2 und 3. Der Spitzendurchfluss V_{S-5m} in m^3/h ist in Spalte 9 eingetragen. Aktuelle Messwerte [7] befinden sich am Ende der Tabelle. Die gelb markierten Zahlenwerte in Tabelle 1 kennzeichnen unsichere Ergebnisse, die bei der Auswertung zwar dargestellt, aber bei der empirischen Ermittlung der Berechnungsformel nicht berücksichtigt werden. Die Unsicherheit wird damit begründet, dass Spitzendurchflüsse einer Messung bei unterschiedlichen Bezugszeiten bei sorgfältiger und genauer Messung und gewissenhafter Auswertung i. A. zahlenmäßig nicht gleich groß sein können. Die damaligen Begleitumstände der Auswertungen sind nicht verfügbar.

Eine erste Betrachtung der grafischen Darstellung der Messdaten lässt den Schluss zu, dass die empirische Berechnungsformel eine Potenzfunktion ist. Zur Ermittlung einer Hüllkurve der Messdaten, deren Anwendung zwingend erforderlich ist, werden daher zuvor logarithmierte Daten (Spalten 10, 11 Tabelle 1) verwendet und in Abbildung 1 als $V_{S-5m} = f(Q_{dm})$ im linearen Maßstab dargestellt. Die unsicheren und die aktuellen Messdaten sind besonders gekennzeichnet. Eine Regressionsanalyse liefert als Ergebnis einer linearen Regression die folgende Geradengleichung und das Bestimmtheitsmaß R^2

$$Y = 0,4701 X + 0,0212 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,8275$$

Die Größe des Bestimmtheitsmaßes deutet darauf hin, dass ein brauchbarer linearer Zusammenhang besteht. Als ein Maß für die Streuung der Messdaten kann man den mittleren quadratischen Fehler heran-

Tabelle 2: Bemessungstabelle bei 120 l/(d E) und 2 E/WE (Werte in Klammern bisher nicht empfohlen)	
Anzahl der anzuschließenden Wohnungseinheiten WE	Nenndurchfluss des Wasserzählers m³/h
WE	m³/h
bis 15	(1,5)
16-50	2,5
51-100	(3,5)
101-325	6,0
über 325	10,0

Quelle: Georg Hofmann

ziehen. Als Fehler wird die Differenz zwischen einem Messwert y_n und dem nach der Regressionsgeraden berechneten y_r verstanden. Der mittlere quadratische Fehler ist demnach wie folgt definiert:

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (y_n - y_r)^2} \quad (2)$$

Mit der Geradengleichung (1) und den entsprechenden Werten der Tabelle 1 wird der mittlere quadratische Fehler mit 0,11279 bestimmt. Die um den Wert $\pm 0,11279$ in y -Richtung verschobenen Geraden sind in Abbildung 1 als gestrichelte Linien dargestellt. Entsprechend der Vorgehensweise im Forschungsprogramm wird die Hüllkurve um das 1,5-fache des quadratischen Fehlers in positiver y -Richtung verschoben. Aus Gleichung (1) ergibt sich mit der Verschiebung um $+ 0,11279 \cdot 1,5$ die Geradengleichung der Hüllkurve mit

$$Y = 0,4701 X + 0,190385 \quad (3)$$

Gleichung (3) ist in Abbildung 1 dargestellt. In Gleichung (3) sind Y durch $\text{Log}(V_{S-5m})$ und X durch $\text{Log}(Q_{dm})$ zu ersetzen. Eine Delogarithmierung und Rundung liefert die Hüllkurve in der Form

$$V_{S-5m} = 1,55 \cdot (Q_{dm})^{0,47} \quad (4)$$

Ein hier nicht dargestellter Vergleich zeigt, dass mit einer geringen Korrektur des Volumenstroms Q_{dm} um den Wert 0,5 eine gute Übereinstimmung mit der bisherigen Empfehlung der Tabelle 3 des W 406 herzustellen ist. Die Korrekturgröße 0,5 m³/h entspricht dem mittleren Berechnungsdurchfluss einer Zapfstelle. Aus Gleichung (4) erhält man mit der Korrekturgröße 0,5 schließlich die endgültige Form der Hüllkurve

$$V_{S-5m} = 1,55 \cdot (Q_{dm} + 0,5)^{0,47} \quad (5)$$

Gleichung (5) ist die empirische Berechnungsformel für den Volumenstrom V_{S-5m} . In Abbildung 2 ist die Gleichung (5) gemeinsam mit den Messpunkten dargestellt. Mit Ausnahme der als unsicher eingestuft

Messwerte deckt die Kurve fast alle Messpunkte ab. Hierbei muss man berücksichtigen, dass die Belastungsdurchflüsse der einzusetzenden Wasserzähler stufenweise erfolgen. Gestrichelte Linien in Abbildung 2 kennzeichnen die Belastungsgrenzen von derzeit handelsüblichen Wasserzählern der Größen Q_n 1,5; Q_n 2,5; Q_n 3,5 und Q_n 6. Demnach liegen nur zwei Messpunkte oberhalb und die restlichen Punkte, d. h. 97,8 Prozent inkl. der unsicheren Werte, unterhalb der Stufenkurven. Ohne Berücksichtigung eines Q_n 3,5 würde nur ein Messpunkt oberhalb der Belastungslinien liegen.

In der Planungsphase von Wohngebäuden ist der mittlere Tagesverbrauch Q_{dm} nicht bekannt. Auf Grund der vorgesehenen Gebäudegröße, der Größe der Wohnungen, der entsprechenden Belegung P_{WE} (E/WE) und der Anzahl der Wohneinheiten sowie dem i. A. bekannten Pro-Kopf-Verbrauch Q_{dP} in m³/(d E) kann man den mittleren Tagesverbrauch berechnen. Es gilt die folgende Beziehung:

$$Q_{dm} = WE \cdot Q_{dP} \cdot P_{WE} \quad (6)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (6) in Gleichung (5) erhält man schließlich

$$V_{S-5m} = 1,55 \cdot (WE \cdot Q_{dP} \cdot P_{WE} + 0,5)^{0,47} \quad (7)$$

Der Verlauf des Spitzendurchflusses V_{S-5m} nach Gleichung (7) ist mit den früher und derzeit bekannten Werten des Pro-Kopf-Verbrauchs Q_{dP} und der Belegung P_{WE} in Abhängigkeit von der Anzahl WE in Abbildung 3 dargestellt. Die markanten Punkte, die als Grenzwerte für die Auswahl der Wasserzähler beim doppelten Nenndurchfluss zu gelten haben, sind gekennzeichnet. Mit den im DVGW-Arbeitsblatt W 410 genannten Werten $Q_{dP} = 0,120$ m³/(d E) und $P_{WE} = 2$ E/WE erhält man die Bemessungstabelle (Tab. 2) mit der Bedingung, dass der Spitzendurchfluss V_{S-5m} mit der Bezugszeit von fünf Minuten den doppelten Nenndurchfluss Q_n (zukünftig Q_3) nicht überschreiten sollte.

Zusammenfassung

Mit der empirisch ermittelten Berechnungsgleichung (5) können Wasserzähler möglichst verbrauchsgerecht ausgewählt werden. Die Gleichung (7) eignet sich für die Planungsphase eines Wohnobjektes, wenn noch keine Verbrauchswerte vorliegen. Für bereits bewohnte Gebäude ist es möglich, die Größe anhand der Verbrauchszahlen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Werden gemischt genutzte Wohngebäude mit Gewerbebetriebe bewertet, dann kann man für die Gewerbebetriebe eine äquivalente Anzahl von Wohnungseinheiten berechnen und in Gleichung (7) einsetzen. Die Gleichungen eignen sich auch für den Fall, dass Wasserzähler mit anderen Nenn-durchflüssen als derzeit bekannt eingesetzt werden sollen. Wie ein Langzeitversuch [7, Fall B] über 21 Monate mit einem durchschnittlichen Tagesverbrauch von 18 m³ gezeigt hat, können kleine Wasserzähler der Größe Q_n 2,5 auch in großen Gebäuden mit 127 WE störungsfrei betrieben werden. Versorgungsbeeinträchtigungen bei Wasserzählern, die nach der angegebenen Berechnungsformel ausgewählt wurden, erscheinen auch unter Berücksichtigung weiterer vorliegender Messungen ausgeschlossen. Ergänzende Versuche könnten das bestätigen, was hiermit angeregt wird.

Literatur:

- [1] DVGW-Forschungsprogramm 02-WT 956, Schlussbericht Wohngebäude, Band 1: Textteil, Internet: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fbdig06/515869759.pdf>
- [2] DVGW-Forschungsprogramm 02-WT 956, Schlussbericht Wohngebäude, Band 2: Anlagen, Internet: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fbdig06/516618172.pdf>
- [3] „Ermittlung des Wasserbedarfes als Planungsgrundlage zur Bemessung von Wasserversorgungsanlagen“, Teil 1: Mehrfamilienhäuser mit Komfortwohnungen in bevorzugter Wohnlage, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 19, Frankfurt 1978.
- [4] H. Schwickerath, Mitteilung des DVGW, „Auswahl und Bemessung von Hauswasserzählern für Kaltwasser“, gwf Wasser/Abwasser Nr. 122 (Heft 11, 1981) S. 541, R. Oldenbourg Verlag München.
- [5] DVGW-Arbeitsblatt W 406 „Volumen- und Durchflussmessung von kaltem Trinkwasser in Druckrohrleitungen“, Bonn 2003.
- [6] DVGW-Arbeitsblatt W 410 „Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen“, Bonn 2008.
- [7] G. Hofmann, „Messverhalten überdimensionierter Wasserzähler in Wohngebäuden“, DVGW energie | wasser-praxis 11/2008.
- [8] R. Sattler, „Wassertransport und -verteilung“, DVGW-Lehr- und Handbuch Wasserversorgung, Bd. 2, ISBN 3-486-26219-X, Verlag Oldenbourg, 1999.

Autor:

Dipl.-Ing. Georg Hofmann
Konstantinstr. 17
04315 Leipzig
Tel.: 0341 9607783
Fax: 0180 506034 323 556
E-Mail: hofmann@web.de