

2.5 Warmwasserbedarf

2.5.1 Bedarfsgrößen

Über die Größe des Warmwasserverbrauchs gibt es sehr unterschiedliche Angaben. Bezogen wird er zumeist auf eine Kaltwassertemperatur von 12 °C und eine Bedarfstemperatur von 45 °C. Die Norm /53/ sieht einen personenbezogenen Verbrauch von 50 l/d vor. Dieser Wert konnte durch Messungen nicht voll bestätigt werden. In Tabelle 8 sind die Meßwerte einzelner Mehrfamilienhäusern in unterschiedlichen Städten aufgeführt.

Tabelle 8: Messungen des Warmwasserbedarfs ($t_{\text{bedarf}} = 45 \text{ °C}$)

| Ort | l/d*Pers. | l/d*WE | Quelle |
|-----------------|------------|--------|--------|
| Dresden-Gorbitz | 53,5 | | /54/ |
| Potsdam | 36,3 | | /55/ |
| Oederan | circa 26,5 | 55,6 | /56/ |
| Hannover | 29,3 | | /57/ |
| Lünen | | 103,2 | /58/ |
| Mannheim | | 97,2 | |
| Ulm | 45,11 | 96,1 | |
| Emmerthal | 37,8 | 124,2 | |
| Berlin | 41,8 | 168,6 | |
| Berlin | 37,7 | 136,2 | |
| Rosendorf | | 88,8 | |
| Kiel | | 51,9 | |
| München | 36,8 | 93,1 | |
| Freital | | 56,7 | |
| Jessen | 40,9 | 88 | |
| Coswig | 43,6 | | /60/ |

Der Verbrauch schwankt zwischen 26 und 54 l/d*WE, wobei in den neuen Bundesländern generell weniger verbraucht wird als in den alten Bundesländern. Für weitere Untersuchungen wird ein Verbrauch von 35 l/d*Person in den neuen Bundesländer als Berechnungsgrundlage angesetzt.

Bei diesem Verbrauch werden 490 kWh/a*Person benötigt. Bei einer Wohnfläche von 28 m²/Person entspricht dies 17,5 kWh/m²a, im sanierten Blockbau (78 kWh/m²a gemäß Kap. 2.4) sind das 22 % des Heizwärmebedarfs.

Eine genaue Vorhersage des Warmwasserverbrauchs wird immer schwieriger, je kleiner die Versorgungsobjekte werden. Dies ergibt sich aus enormen Unterschieden zwischen den Verbrauchsgewohnheiten einzelner Nutzer. In einem Gebäude mit 360 Bewohnern /57/ ergab sich ein Histogramm gemäß Bild 40. Der Verbrauch schwankte zwischen 1 m³/a*Person und 24 m³/a*Person. Die Maxima sind zudem breit gestreut und es ist keine mathematische Häufigkeitsverteilung erkennbar.

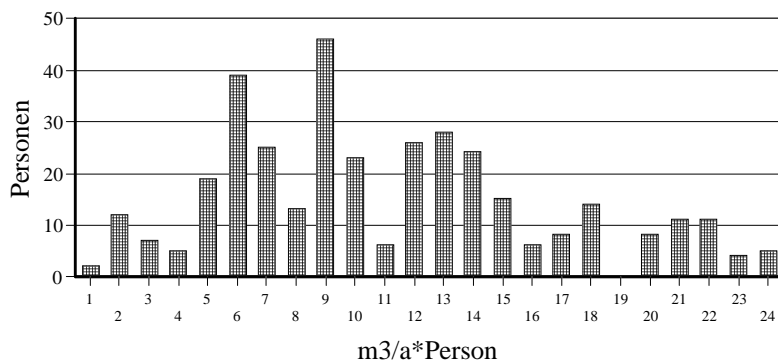


Bild 40: Nutzerhistogramm /57/

Leider muß die Warmwasserbereitungsanlage nicht nur Wasser erwärmen, sondern auch die Verluste des Zirkulationsnetzes abdecken. Sie sind nur von Netzausdehnung, Netzumgebungstemperatur, Leitungsisolierung und Betriebsdauer, nicht aber vom Warmwasserverbrauch abhängig. Bei geringem Verbrauch können sie daher durchaus den Wärmebedarf zur Wassererwärmung übersteigen. Messungen unterschiedlicher Autoren ergaben für große Mehrfamilienhäuser gut übereinstimmende Ergebnisse. In /61/ werden 100 W/WE und in /54/ 89 W/WE angegeben. In Oederan wurden im Rahmen dieser Arbeit 96 W/WE bestimmt.

Dieser Wert läßt sich rechnerisch nachvollziehen. Dort gehören zu jeder Wohnung 2*2,8 m Warmwasserleitung mit einer Nennweite von 18 mm im Steigstrang und anteilig 2*1,5 m mit einer Nennweite von 32 mm in der Horizontalverteilung. Die Isolierdicke entspricht der Nennweite und hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK. Es ergibt sich dann ein Verlust von 55 W im Steigstrang und 25 W in der Horizontalverteilung, insgesamt 80 W. Die Differenz zu 96 W ist durch Wärmebrücken erklärbar.

Ist die Zirkulation so wie in Oederan ständig in Betrieb, ergeben sich Verluste von 841 kWh/a*WE. Dies entspricht bei einer 58 m² großen Wohnung einem spezifischen Wert von 15 kWh/m²a. Durch die Zirkulation kommen damit 19 % Wärmebedarf, bezogen auf den Heizwärmebedarf, hinzu.

Da die genannten Dämmungen der Rohrleitungen aus Platzgründen selten überschritten werden können, bleibt zur Einschränkung der Zirkulationsverluste nur die Begrenzung der Leitungslängen durch geschickte Anordnung der Verbraucher und die zeitweilige Abschaltung in den Nachtstunden, die jedoch entsprechend dem Bedarfsgang vorgesehen werden muß. Für die weiterführende Berechnung im Kapitel 3 wird von Zirkulationsverlusten von 11 kWh/m²a ausgegangen.

2.5.2 Bedarfsgänge

Für die Effizienz einer solaren Warmwasserbereitungsanlage ist neben der Verbrauchshöhe auch der zeitliche Verlauf von Bedeutung. In Oederan wurde festgestellt, daß sich der Verbrauch von Montag bis Donnerstag einerseits und der von Freitag bis Sonntag andererseits stark unterscheidet. Am Wochenende war der Verbrauch 77 % höher.

Der Tagesverbrauch schwankt an Wochentagen von 500 bis 1800 l/d pro Block und am Wochenende von 700 bis 2900 l/d. Beide Tagesgruppen lassen die unsymmetrische Poisson-Verteilung erkennen. Die Mittelwerte betragen an Wochentagen 1073 l/d und am Wochenende 1754 l/d. Die Verbrauchswerte sind jeweils auf einen Block mit 32 WE und eine Abnahmetemperatur von 55 °C bezogen.

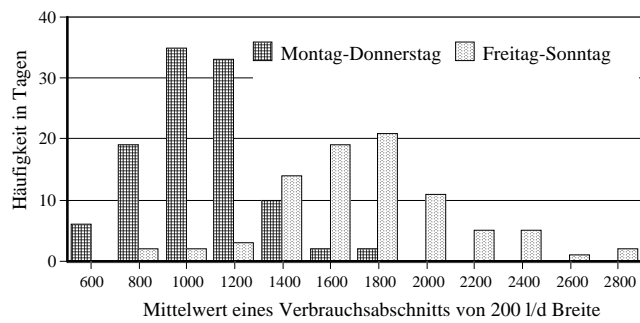


Bild 41: Mengenhistogramm

In Bild 42 ist der Tagesgang dargestellt. Hierbei müssen die Wochenendtage getrennt erfaßt werden. An allen Tagen gibt es eine Verbrauchsspitze in den Abendstunden, die freitags am stärksten und Samstags am schwächsten ausgeprägt ist. Vormittags liegen mittlere und in den Nachmittagsstunden nur geringe Verbrauchswerte vor. Diese Einsenkung ist sonntags am größten und freitags am niedrigsten.

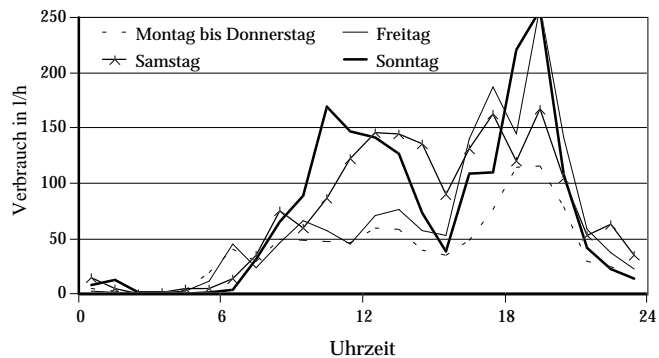


Bild 42: Tagesgang der Warmwasserentnahme

Nach 22 Uhr geht der Verbrauch stark zurück und liegt zwischen 1.00 Uhr und 5.00 Uhr nahe Null. An Sonn- und Samstagen beginnt der Verbrauch erst eine Stunde später, also gegen 6.00 Uhr. In dieser Zeit könnte das Zirkulationsnetz abgeschaltet werden.

Neben diesen kurzfristigen Schwankungen sind auch jahreszeitliche Einflüsse zu beobachten. So konnte in Oederan eine Schwankung der Kaltwassertemperatur von 9 bis 15°C und eine temperaturbedingte Schwankung der Zirkulationsverluste beobachtet werden. Beide Sachverhalte sind in Bild 43 dokumentiert.

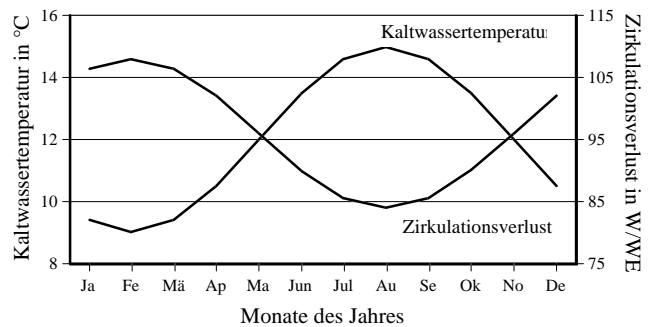


Bild 43: Jahresgang der Verbrauchsgrößen

In Oederan war im Jahresverlauf keine wesentliche Schwankung der Warmwasserabnahme festzustellen. In /58/ wird jedoch von einer Schwankung zwischen 80 % und 116 % des Durchschnittswerts berichtet. Das Maximum tritt dabei im März und das Minimum im Juli auf.