

Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments –  
Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement

Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici –  
Fabbisogno per l'acqua calda, requisiti globali e dimensionamento

## **Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung**

385/2

Referenznummer  
SN 546385/2:2015 de

Gültig ab: 2015-01-01

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Postfach, CH-8027 Zürich

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter [www.sia.ch/korrigenda](http://www.sia.ch/korrigenda).

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

---

2015-01 1. Auflage

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	4
<b>0 Geltungsbereich</b> .....	5
0.1 Abgrenzung .....	5
0.2 Allgemeine Bedingungen Bau .....	6
0.3 Normative Verweisungen .....	6
<b>1 Verständigung</b> .....	7
1.1 Definitionen .....	7
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten .....	13
1.3 Indizes .....	14
<b>2 Planung</b> .....	15
2.1 Grobauslegung in der Vorprojektphase .....	15
2.2 Feinplanung in der Bauprojektphase ..	15
<b>3 Grobauslegung: Ausstosszeit und Gesamtanforderung</b> .....	17
3.1 Allgemeines .....	17
3.2 Warmwasserversorgungen ohne warm gehaltene Leitungen .....	17
3.3 Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen .....	18
<b>4 Feinplanung: Auslegung der Warmwasserversorgung</b> .....	20
4.1 Übersicht über das Verfahren .....	20
4.2 Statistische Verteilung der Warmwasserentnahmen .....	23
4.3 Speichervolumen und -konfiguration, Anschlussleistung des Wärmeerzeugers .....	25
<b>5 Wärmebedarf und Hilfsenergie der Warmwasserversorgung</b> .....	29
<b>6 Messung der Ausstosszeit</b> .....	30

	Seite
<b>Anhang</b>	
<b>A</b> (normativ) <b>Nutzwarmwasserbedarf, Wärmebedarf für Warmwasser</b> .....	31
<b>B</b> (normativ) <b>Speicherwärmeverluste <math>Q_{W,sto,ls}</math></b> .....	34
<b>C</b> (normativ) <b>Hilfsenergie <math>E_{W,aux}</math></b> .....	36
<b>D</b> (normativ) <b>Wärmeverluste der warm gehaltenen Warmwasser-Verteilungen <math>Q_{W,hl,ls}</math></b> .....	37
<b>E</b> (normativ) <b>Ausstosswärmeverluste <math>Q_{W,em,ls}</math></b> .....	38
<b>F</b> (informativ) <b>Nutzungsvereinbarung</b> ...	41
<b>G</b> (informativ) <b>Erläuterungen zu Ausstosszeit und Ausstosswärmeverlusten</b> .....	42
<b>H</b> (informativ) <b>Publikationen</b> .....	44

## VORWORT

Die Normen SIA 385/1 und SIA 385/2 verfolgen die folgenden Ziele:

- Ihre Anwendung führt zu Haustechniksystemen, welche den Erwartungen von Bauherrschaften, Betreibern und Benutzern von Warmwasseranlagen entsprechen.
- Die nötige Planungssicherheit wird geschaffen. Die Normen begleiten die Planungsarbeiten und führen zu einer energieeffizienten, hygienisch einwandfreien Wassererwärmung, Warmwasserspeicherung und -verteilung. Der Planer verfügt auch über zuverlässige, aktuelle Warmwasserbedarfszahlen, die dem heutigen Komfort entsprechen.
- Wirtschaftlich vertretbare, praxistaugliche Lösungen werden realisiert.
- Energie und Trinkwarmwasser werden möglichst effizient eingesetzt.
- Die Hygiene in den Warmwasseranlagen ist gewährleistet.

Angesichts der Verknappung der Ressourcen Energie und Trinkwasser, der seit 30 Jahren erreichten Verbesserungen der Bauhülle, welche zu drastisch reduziertem Heizenergieverbrauch führen, und der neuen Erkenntnisse betreffend der Prävention der Legionellose, nimmt die Bedeutung optimal geplanter und ausgeführter Warmwasseranlagen ständig zu.

Die Norm SIA 385/1 enthält Grundlagen und Anforderungen an Warmwasseranlagen.

Die Norm SIA 385/2 beschreibt das Vorgehen und die Berechnungsmethoden für die Planung von Warmwasseranlagen. Für die detaillierte Auslegung müssen zusätzlich Nachschlagewerke der Sanitärbranche beigezogen werden.

Die Dokumentation D 0244 enthält ausführliche Erläuterungen und ein Berechnungsbeispiel zu den Normen SIA 385/1 und 385/2.

Die Normen SIA 385/1 und 385/2 stellen die praxisgerechte Umsetzung folgender europäischer Normen in der Schweiz dar:

- SN EN 15316-3-1 Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3-1: Trinkwassererwärmung, Charakterisierung des Bedarfs (Zapfprogramm)
- SN EN 15316-3-2 Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3-2: Trinkwassererwärmung, Verteilung

Kommission SIA 385

# 0 GELTUNGSBEREICH

## 0.1 Abgrenzung

0.1.1 Die vorliegende Norm gilt für Warmwasserversorgungen mit Trinkwasser in Gebäuden.

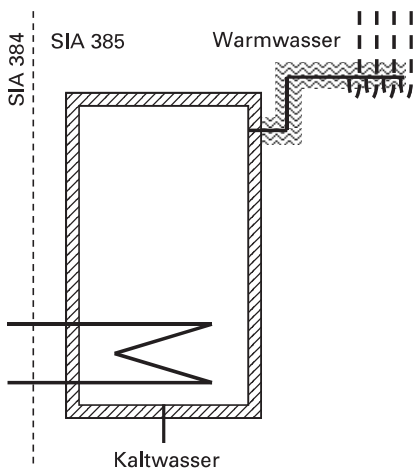
0.1.2 Sie wird für vier verschiedene Aufgabenstellungen verwendet:

- Grobauslegung von Warmwasserversorgungen in der Vorprojektphase, mit Einflussnahme auf die Raumanordnung im Grundriss (Kapitel 3).
- Feinplanung und Optimierung von Warmwasserversorgungen in der Bauprojektphase, Berechnung des Wärmeleistungsbedarfs der Wassererwärmungsanlage (Kapitel 4).
- Berechnung des Wärmebedarfs für Warmwasser und der dazugehörigen Hilfsenergie (Kapitel 5).
- Überprüfung der Ausstosszeiten durch Messungen in bestehenden Warmwasserversorgungen (Kapitel 6).

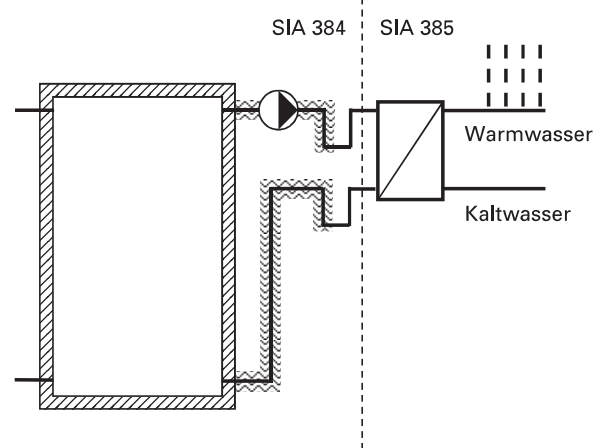
0.1.3 Diese Norm enthält eine Gesamtanforderung an die Warmwasserspeicherung und -verteilung. Die übrigen Anforderungen an Warmwasserversorgungen sind in SIA 385/1 und SIA 384/1 enthalten.

Figur 1 Vier Beispiele zur Veranschaulichung der Abgrenzung zwischen den Normreihen SIA 384 und SIA 385

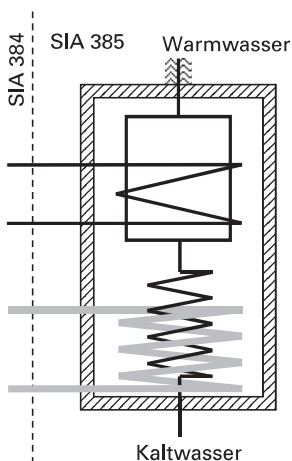
a) Speicherwassererwärmer;  
keine warm gehaltene Verteilung



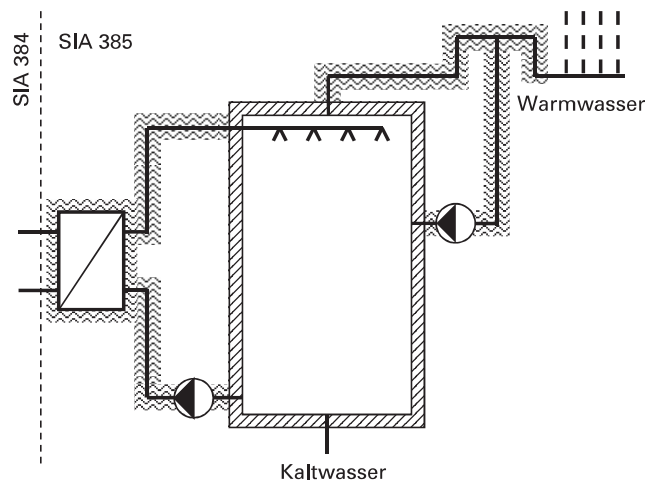
b) Wasser-Wärmespeicher; Durchflusswassererwärmer;  
keine warm gehaltene Verteilung



c) Solarer Kombispeicher mit innen-  
liegendem Warmwasserspeicherer



d) Warmwasserspeicher; Ladung über externen  
Wärmeübertrager; warm gehaltene Verteilung



0.1.4 Alle Behälter, die warmes Trinkwasser enthalten – Speicherwassererwärmer, Warmwasserspeicher und Kombispeicher –, sind Gegenstand der vorliegenden Norm, unabhängig davon, ob ihr ganzes Volumen oder nur ein Teil davon (z.B. ein innenliegender Wärmeübertrager) mit Warmwasser gefüllt ist.

Alle Leitungen und Wärmeübertrager, die erwärmtes Trinkwasser enthalten, sind ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Norm.

Bei Wasser-Wärmespeichern, die der Warmwasserversorgung dienen, und bei deren zugehörigen Leitungen werden Anforderungen aus SIA 384/1 und Berechnungsverfahren aus SIA 384/3 erst in der Schlussphase der Feinplanung berücksichtigt (siehe 4.1.7.1). Bis zu dieser Schlussphase werden Komponenten der Warmwasserversorgung, welche Betriebswasser enthalten, gleich behandelt wie diejenigen, welche Trinkwasser enthalten. Figur 1 veranschaulicht die Abgrenzung zwischen SIA 384 und SIA 385.

0.1.5 Die Wärmeerzeugung ist Gegenstand der Normreihe SIA 384.<sup>1</sup>

## 0.2 Allgemeine Bedingungen Bau

Die Allgemeinen Bedingungen Bau (ABB) zu dieser Norm sind in der Norm SIA 118/380 enthalten.

## 0.3 Normative Verweisungen

Im Text dieser Norm wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe (einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

### 0.3.1 Publikationen des SIA

Norm SIA 380	Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden
Norm SIA 384/1	Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen
Norm SIA 384/3	Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf
Norm SIA 385/1:2011	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen

### 0.3.2 Internationale Normen

SN EN 89	Gasbeheizte Vorrats-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch
SN EN 15316-3-1:2007	Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3-1: Trinkwassererwärmung, Charakterisierung des Bedarfs (Zapfprogramm)

### 0.3.3 Publikationen anderer Verbände

SI-Handbuch	VSSH Vereinigung Schweizerischer Sanitär- und Heizungsfachleute (in Revision)
Richtlinie SVGW W3	Leitsätze für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen

---

<sup>1</sup> Bei getrennter Wassererwärmung und Raumheizung wird für die Berechnung des Energiebedarfs auf SIA 384/3 verwiesen, da der Nutzungsgrad der Wärmeerzeugung in SIA 385/2 nicht behandelt wird. Hingegen werden auch in diesem Fall Wärmeleistungsbedarf und Speichervolumen gemäss Kapitel 4 von SIA 385/2 bestimmt.

# 1 VERSTÄNDIGUNG

## 1.1 Definitionen

### 1.1.1 Allgemeine Begriffe

- 1.1.1.1 Kaltwasser (kaltes Trinkwasser)  
*Eau froide (eau potable froide)* Trinkwasser, dessen Temperatur nicht gezielt erhöht wurde.
- 1.1.1.2 Warmwasser (warmes Trinkwasser)  
*Eau chaude sanitaire (ECS, eau chaude)* Trinkwasser, dessen Temperatur durch Zuführung von Wärme erhöht wird.
- 1.1.1.3 Nutzwarmwasser  
*Eau chaude utile* Warmwasser, das an der Entnahmestelle mit der geforderten Mindesttemperatur  $\theta_{W,std}$  entnommen wird. Gemäss SIA 385/1 beträgt  $\theta_{W,std}$  40°C.
- 1.1.1.4 Betriebswasser  
*Eau industrielle* Wasser für gewerbliche und häusliche Einsatzbereiche, welches keine Trinkwasserqualität haben muss.
- 1.1.1.5 Volumenstrom  
*Débit*  
 $q'_{v,W}$   
l/s, l/min Volumen des Wassers, das innerhalb einer Zeiteinheit durch den Leitungsquerschnitt fliesst.
- 1.1.1.6 Normliter  
*Litre normalisé*  
l Volumeneinheit, welche der Charakterisierung eines Warmwasservolumens unter den folgenden Referenzbedingungen dient: Warmwasser von 60°C, das ab Kaltwasser von 10°C erwärmt wurde.
- 1.1.1.7 Umrechnung auf Normliter  
*Conversion en litres normalisés* Rechnerische Umlegung eines Warmwasservolumens auf die für Normliter geltenden Temperaturverhältnisse. Die Umrechnung erfolgt unter Erhaltung des auf die Kaltwassertemperatur bezogenen Energiegehalts des Warmwassers: Das Warmwasservolumen unter nicht-normliterkonformen Temperaturverhältnissen wird mit dem Faktor  $[50 \text{ K} / (\theta_W - \theta_c)]$  multipliziert, wobei  $\theta_W$  die Temperatur des Warmwassers und  $\theta_c$  diejenige des Kaltwassers sind. Die Kaltwassertemperatur versteht sich als durchschnittliche Temperatur im Wasserversorgungsnetz, in den meisten Fällen 10°C.
- 1.1.1.8 Bezugseinheiten  
*Unités de consommation* Personen oder stellvertretend dafür Betten, Sitzplätze und dergleichen sowie Waren und Produkte, auf die der Nutzwarmwasserbedarf bezogen wird.
- 1.1.1.9 Wohneinheit  
*Logement* Gruppe von Wohnräumen, welche über eine Küche oder Kochnische verfügt (inkl. Einfamilienhäuser).
- 1.1.1.10 Nutzungsvereinbarung  
*Convention d'utilisation* Dokument, welches die Einzelheiten der vorgesehenen Gebäudenutzung beschreibt und als verbindliche Auslegungsbasis für die Warmwasserversorgung dient. Die Nutzungsvereinbarung wird von der Bauherrschaft und dem Planer oder dem ausführenden Installateur unterzeichnet.
- 1.1.1.11 Standardnutzung  
*Conditions standard d'utilisation* Werte der nutzungsabhängigen Eingabegrößen, welche für die Berechnung der Projektwerte verwendet werden müssen, wenn diese mit den Systemanforderungen verglichen werden sollen. Die Standardnutzungswerte sind nur anzuwenden, wenn keine genaueren Angaben zur Verfügung stehen.

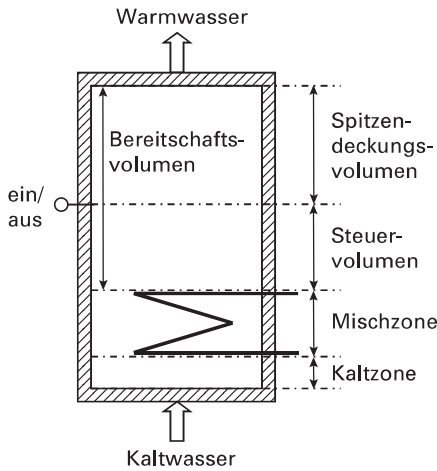
1.1.1.12	Normbelegung <i>Occupation standard</i> $n_p$	Massgebende Anzahl Bezugseinheiten bei der betrachteten Standardnutzung.
1.1.1.13	Grenzwert <i>Valeur limite</i>	Einzuhaltender Höchst- bzw. Mindestwert einer physikalischen Grösse, der mit dem heutigen Stand der Technik gut erreichbar und wirtschaftlich vertretbar ist. <sup>2</sup>
1.1.1.14	Zielwert <i>Valeur cible</i>	Anzustrebender Höchst- bzw. Mindestwert einer physikalischen Grösse, der mit der richtigen Kombination von energetisch guten Komponenten und Systemen erreichbar ist und mit bewährten Technologien sogar unter- bzw. überschritten werden kann. Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit sind nicht in jedem Fall gegeben.
1.1.1.15	Geschossfläche <i>Surface de plancher</i>	Die allseitig umschlossene und überdeckte Grundrissfläche der zugänglichen Geschosse einschliesslich der Konstruktionsflächen. Nicht als Geschossflächen gerechnet werden Flächen von Hohlräumen unter dem untersten zugänglichen Geschoss.
1.1.1.16	Nettogeschossfläche <i>Surface nette de plancher</i>	Teil der Geschossfläche zwischen den umschliessenden oder innenliegenden Konstruktionsbauteilen.
1.1.1.17	Nutzfläche <i>Surface utile</i> $A_{NF}$ $m^2$	Teil der Nettogeschossfläche, welcher der Zweckbestimmung und Nutzung des Gebäudes im weiteren Sinne dient. Das Bundesamt für Statistik bezieht sich in seinen Veröffentlichungen auf die Nutzfläche.
1.1.2	<b>Warmwasserversorgung als Ganzes</b>	
1.1.2.1	Warmwasserversorgung <i>Alimentation d'eau chaude sanitaire</i>	Gesamtheit einer Anlage, umfassend Wassererwärmungsanlage und Warmwasserverteilsystem bis zu den Entnahmestellen einschliesslich allfälliger Zirkulationssysteme und Warmhaltebänder zur Reduktion der Warmwasserausstosszeit.
1.1.2.2	Wassererwärmungsanlage <i>Installation de préparation de l'eau chaude sanitaire</i>	Gesamtheit von Behältern, Wärmeerzeugern, Wärmeübertragern, Verbindungsleitungen, Pumpen, Steuerungen usw., die ausschliesslich der Erwärmung des Wassers und Speicherung des Warmwassers dienen.
1.1.2.3	Nutzwarmwasserbedarf <i>Besoins en eau chaude utile</i> $V_{W,u}$ $l$	Bedarf an Nutzwarmwasser pro Tag. Absolut oder bezogen auf eine Bezugseinheit.
1.1.2.4	Wärmebedarf für Warmwasser <i>Besoins en chaleur pour l'eau chaude</i> $Q_W$ $kWh$	Wärme, welche notwendig ist, um die benötigte Menge Warmwasser (entspricht dem Nutzwarmwasserbedarf $V_{W,u}$ ) auf die Solltemperatur des Warmwassers zu erwärmen.

<sup>2</sup> Keine Differenzierung Neubau/Umbau: Warmwasserinstallationen sind immer Neuinstallationen, unabhängig ob in einem Neubau oder in einem Umbau.

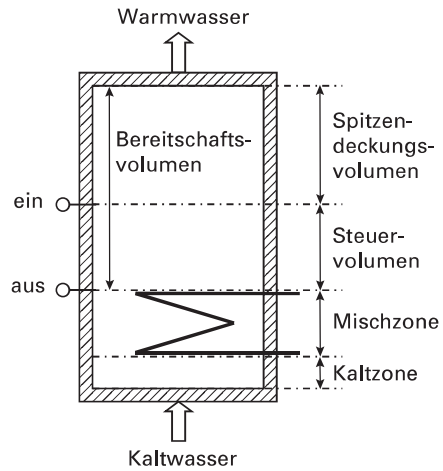
1.1.2.5	<p>Wärmebedarf der Warmwasserversorgung</p> <p><i>Besoins en chaleur de l'alimentation d'eau chaude (sanitaire)</i></p> <p><math>Q_{W,gen,out}</math></p> <p>kWh</p>	<p>Wärmemenge, die vom Wärmeerzeuger an die Warmwasserspeicherung und -verteilung abgegeben werden muss, um die benötigte Menge Warmwasser auf die Solltemperatur zu erwärmen. Entspricht der Summe von Wärmebedarf für Warmwasser und Wärmeverlusten der Warmwasserspeicherung und -verteilung.</p>
1.1.2.6	<p>Hilfsenergie</p> <p><i>Energie auxiliaire</i></p> <p><math>E_{W,aux}</math></p> <p>kWh</p>	<p>Elektrische Energie, welche für die Warmwasserspeicherung innerhalb der Warmwasserversorgung, für die Warmhaltung von Teilen des Warmwasserverteilsystems und für die Regelung der Anlage nötig ist.</p>
1.1.2.7	<p>Warmwasser-Verlustzahl</p> <p><i>Indice de pertes de l'eau chaude</i></p> <p><math>\xi_{ls}</math></p>	<p>Dimensionslose Kennzahl, welche für die Bewertung der Kompaktheit der Warmwasserspeicherung und -verteilung als Gesamtanforderung gemäss Kapitel 3 benutzt wird.</p>
1.1.3	<b>Speicherung</b>	
1.1.3.1	<p>Wassererwärmer</p> <p><i>Chauffe-eau</i></p>	<p>Apparat, in welchem dem Kaltwasser durch direkte und/oder indirekte Erwärmung Wärme zugeführt wird.</p>
1.1.3.2	<p>Speicherwassererwärmer</p> <p><i>Chauffe-eau à accumulation</i></p>	<p>Wassererwärmer in Form eines Behälters mit eingebauten Heizflächen, in denen das Kaltwasser erwärmt und gespeichert wird.</p>
1.1.3.3	<p>Warmwasserspeicher</p> <p><i>Accumulateur d'eau chaude</i></p>	<p>Behälter zum Speichern von Warmwasser ohne eingebaute Heizflächen.</p>
1.1.3.4	<p>Wasser-Wärmespeicher</p> <p><i>Accumulateur de chaleur</i></p>	<p>Behälter mit oder ohne eingebaute Heizflächen zur Speicherung von Energie in Form von erwärmtem Betriebswasser.</p>
1.1.3.5	<p>Kombispeicher</p> <p><i>Accumulateur combiné</i></p>	<p>Behälter (mit oder ohne eingebaute Heizflächen) mit getrennten Kammern für die gleichzeitige Speicherung von Heizungs- und Warmwasser.</p>
1.1.3.6	<p>Speicher</p> <p><i>Accumulateur</i></p>	<p>Sammelbegriff, der in dieser Norm Speicherwassererwärmer, Warmwasserspeicher, Wasser-Wärmespeicher und Kombispeicher bezeichnet.</p>
1.1.3.7	<p>Speichervolumen</p> <p><i>Volume de stockage</i></p> <p><math>V_{W,sto}</math></p> <p>l, m<sup>3</sup></p>	<p>Bruttovolumen eines Speichers, inkl. der Volumen aller im Speicher befindlichen Einbauelemente. Das Speichervolumen wird in mehrere Teilvolumen und Zonen unterteilt (Figur 2). Die Teilvolumen und Zonen werden horizontal durch die verschiedenen Speichermedien und Wärmeträger – unabhängig davon, ob Trink- oder Betriebswasser, Frostschutzgemisch usw. – definiert.</p>
1.1.3.8	<p>Spitzendeckungsvolumen</p> <p><i>Volume de couverture des pointes</i></p> <p><math>V_{W,sto,pk}</math></p> <p>l, m<sup>3</sup></p>	<p>Das Teilvolumen eines Speichers, welches die Kontinuität der Warmwasserverfügbarkeit während der grössten Verbrauchsspitzen sicherstellen soll.</p> <p>Das Spitzendeckungsvolumen ergibt sich aus der grössten, kurzfristig zu erwartenden Spitze des Warmwasserverbrauchs, gewöhnlich der grössten Stundenspitze (Kapitel 4).</p> <p>Am unteren Rand des Spitzendeckungsvolumens befindet sich in der Regel der Temperaturfühler, welcher die Nachladung einschaltet.</p>

Figur 2 Schematische Darstellung der verschiedenen Teilvolumen und Zonen innerhalb eines Speichers in fünf verschiedenen Fällen

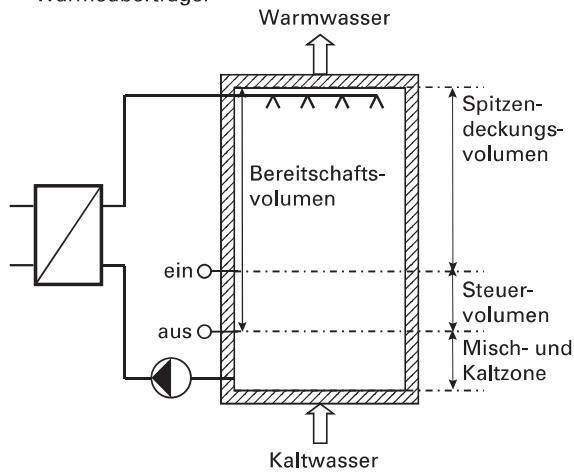
a) Speicherwassererwärmer mit einem Ein-/Aus-Fühler



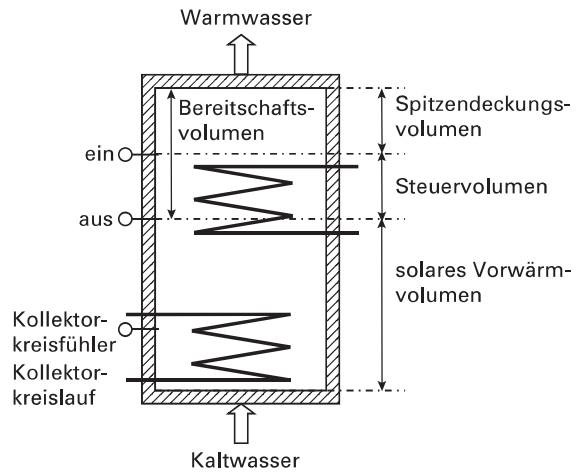
b) Speicherwassererwärmer mit separaten Ein-/Aus-Fühlern



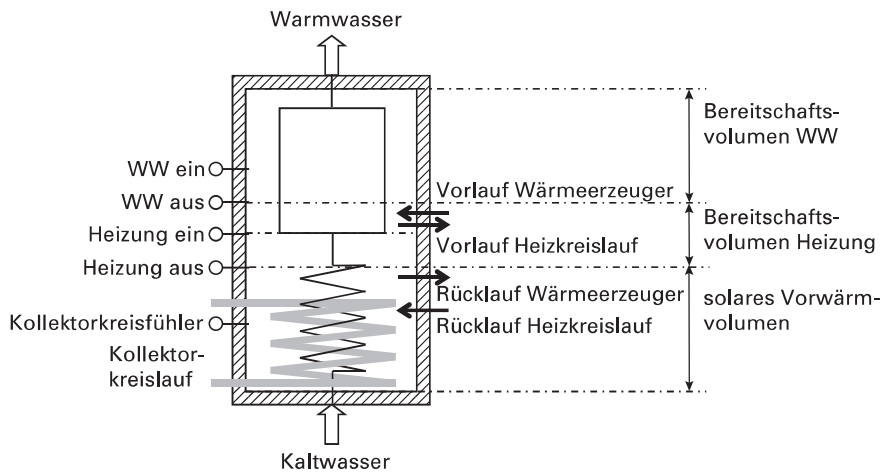
c) Warmwasserspeicher mit externem Wärmeübertrager



d) Solarer Speicherwassererwärmer



e) Solarer Kombispeicher mit innenliegendem Warmwasserspeicher



<p>1.1.3.9    <b>Steuervolumen</b>  <i>Volume de commande</i>  <math>V_{W,sto,ctrl}</math>  <math>I, m^3</math></p>	<p>Das Teilvolumen eines Speichers, welches die Bereitschaft des Warmwassers auch während der Nachladung sicherstellen soll.</p> <p>Der Temperaturfühler, welcher die Nachladung unterbricht, befindet sich am unteren Rand des Steuervolumens.</p> <p>Findet die Nachladung nur nachts statt («Tagesspeicher»), wird sie durch eine Schaltuhr freigegeben und durch den Fühler am unteren Rand des Bereitschaftsvolumens ausgeschaltet. Die Abgrenzung von Steuer- und Spitzendeckungsvolumen ist in diesem Fall unscharf.</p>
<p>1.1.3.10   <b>Bereitschaftsvolumen</b>  <i>Volume de continuité</i>  <math>V_{W,sto,cont}</math>  <math>I, m^3</math></p>	<p>Die Summe von Spitzendeckungs- und Steuervolumen eines Speichers.</p>
<p>1.1.3.11   <b>Mischzone</b>  <i>Zone de mélange</i></p>	<p>Das Teilvolumen eines Speichers, in welchem die Temperatur von oben nach unten systematisch und stark abnimmt.</p>
<p>1.1.3.12   <b>Kaltzone</b>  <i>Zone froide</i></p>	<p>Der unterste Teil eines Speichers, welcher nicht gezielt erwärmt werden kann.</p>
<p>1.1.3.13   <b>Vorwärmvolumen</b>  <i>Volume de préchauffage</i>  <math>V_{W,sto,preh}</math>  <math>I, m^3</math></p>	<p>In thermischen Solaranlagen oder bei Abwärmenutzung: das Teilvolumen eines Speichers, welches nur durch die Sonnenkollektoren bzw. Abwärme erwärmt werden kann.</p>
<p>1.1.3.14   <b>Speicherwärmeverluste</b>  <i>Pertes thermiques des accumulateurs</i>  <math>Q_{W,sto,ls}</math>  kWh</p>	<p>Wärmeverluste des Speichers bzw. der Speicher während der Warmwasserspeicherung.</p>
<p>1.1.4        <b>Verteilung</b></p>	
<p>1.1.4.1    <b>Warmwasserverteilsystem</b>  <i>Installation de distribution de l'eau chaude sanitaire</i></p>	<p>Gesamtheit der Leitungen ab Speicher bis zu den Warmwasser-Entnahmestellen einschliesslich allfälliger Zirkulationssysteme und Warmhaltebänder zur Reduktion der Warmwasserausstosszeit.</p>
<p>1.1.4.2    <b>Warm gehaltene Leitung</b>  <i>Conduite maintenue en température</i></p>	<p>Warmwasserleitung, die mit einem Zirkulationssystem oder Warmhaltebändern zwischen den Warmwasserentnahmen warm gehalten wird.</p>
<p>1.1.4.3    <b>Warmwasser-Zirkulationskreis</b>  <i>Boucle de circulation d'eau chaude sanitaire</i></p>	<p>Warmwasserleitungen mit Rückführung zur Wassererwärmung.</p>
<p>1.1.4.4    <b>Warmhalteband</b>  <i>Ruban chauffant autorégulant (ruban de maintien en température)</i></p>	<p>Elektrisches Heizband mit selbstregulierender Temperaturleistungscharakteristik zur Warmhaltung einer Warmwasserleitung auf einen geplanten Wert.</p>
<p>1.1.4.5    <b>Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen</b>  <i>Pertes thermiques des conduites maintenues en température</i>  <math>Q_{W,h,ls}</math>  kWh</p>	<p>Wärmeverluste der warm gehaltenen Teile des Warmwasserverteilsystems im Betrieb.</p>

1.1.4.6	<b>Ausstossleitung</b> <i>Conduite de soutirage</i>	Warmwasserleitung, die sich nach jeder Warmwasserentnahme auskühlt. Ihr Inhalt muss bei der nächsten Warmwasserentnahme ausgestossen werden, bevor die Soll-Temperatur an der Entnahmestelle wieder erreicht wird. Sie ist die Verbindung zwischen dem warmgehaltenen Teil der Installation und der Entnahmestelle.
1.1.4.7	<b>(Warmwasser-)Verteiler</b> <i>Distributeur d'eau chaude sanitaire</i>	Bauteil zum Anschliessen mehrerer Ausstossleitungen.
1.1.4.8	<b>Gegenstromzirkulation</b> <i>Circulation à contre-courant</i>	Allein durch unterschiedliche Wasserdichten verursachte Strömung in einer Wasserleitung.  Bei Warmwasserentnahmen sowie bei der Umwälzung in einem Kreislauf findet keine Gegenstromzirkulation statt.
1.1.4.9	<b>Wärmesiphon</b> <i>Siphon thermique</i>	Rohrleitungsstück am Anfang einer Ausstossleitung, das nach unten führt und wärmegeklämt ist.  Wärmesiphons sind geeignet, um den warm gehaltenen Teil des Warmwasserverteilsystems von den Ausstossleitungen thermisch zu trennen. Sie verhindern Gegenstromzirkulation in Ausstossleitungen.
1.1.4.10	<b>Ausstosszeit</b> <i>Retard au soutirage</i> $t_{em}$ s	Zeit nach dem vollständigen Öffnen der Entnahmearmatur warmwasserseitig bis zum Ausfliessen des Warmwassers in der Temperatur von 40°C. Die Ausstosszeit $t_{em}$ ist die Summe der Kaltphasendauer und der Anwärmphasendauer.
1.1.4.11	<b>Kaltphasendauer</b> <i>Durée de la phase froide</i> $t_c$ s	Die Zeit, die benötigt wird, um den Inhalt der Ausstossleitung, welcher auf eine Temperatur unterhalb 40°C abgekühlt ist, auszustossen.
1.1.4.12	<b>Anwärmphasendauer</b> <i>Durée du réchauffement</i> $t_{hu}$ s	Die Zeit, die nach der Kaltphase benötigt wird, um an der Entnahmestelle Warmwasser von 40°C zu erreichen.
1.1.4.13	<b>Ausstossverluste</b> <i>Pertes d'eau au soutirage</i>	Wasserverluste an Entnahmestellen, die während der Ausstosszeit entstehen. Wasser, das an der Entnahmestelle mit einer Temperatur unter 40°C ausfliesst, gilt als Ausstossverlust.
1.1.4.14	<b>Ausstosswärmeverluste</b> <i>Pertes thermiques des conduites de soutirage</i> $Q_{W,em,ls}$ kWh	Wärmeverluste, die als Folge des Warmwasserbezuges in Ausstossleitungen entstehen.
1.1.4.15	<b>Entnahmestelle</b> <i>Point de soutirage</i>	Armatur oder Apparat zur Entnahme von Trinkwasser (Sanitärapparat, Entnahmearmatur; wird auch als Wasserbezugsstelle oder Zapfstelle bezeichnet).
1.1.4.16	<b>Warmwasserentnahme</b> <i>Soutirage d'eau chaude</i>	Entnahme von Warmwasser an einer Entnahmestelle, wobei mehrere aufeinanderfolgende kleine Entnahmen als eine einzige Entnahme betrachtet werden, solange die Temperatur des Warmwassers an der Entnahmestelle nicht unter 40°C fällt.

- 1.1.4.17 Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem  
*Circulation d'eau chaude sanitaire tube contre tube (TCT)* Leitungssystem, bei dem der Zirkulationsrücklauf und die Verteilleitung von einer gemeinsamen Wärmedämmung umhüllt sind.
- 1.1.4.18 Rohr-in-Rohr-Zirkulationssystem  
*Circulation d'eau chaude sanitaire tube-en-tube* Leitungssystem, bei dem der Zirkulationsrücklauf innerhalb der Verteilleitung platziert ist.

## 1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Symbol	Begriff	Einheit
$A_{NF}$	Nutzfläche	m <sup>2</sup>
$C_p$	spezifische Wärmekapazität des Wassers	kWh/(kg·K)
$D$	Rohraussendurchmesser	mm
$E_{W,aux}, E'_{W,aux}$	Hilfsenergie	kWh
$L_{em}$	Länge der Ausstossleitung	m
$N_{em,i}$	Anzahl Entnahmestellen der betrachteten Nutzungsart in der Nutzungseinheit $i$	–
$Q_W, Q'_W$	Wärmebedarf für Warmwasser	kWh
$Q_{W,em,ls}$	Ausstosswärmeverluste	kWh
$Q_{W,gen,out}$	Wärmebedarf der Warmwasserversorgung	kWh
$Q_{W,gen,out,z}$	in einem Ladezyklus bereitzustellende Wärmemenge	kWh
$Q_{W,hl,ls}, Q'_{W,hl,ls}$	Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen	kWh
$Q_{W,sto,ls}, Q'_{W,sto,ls}$	Speicherwärmeverluste	kWh
$V_{W,sto}$	Speichervolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,sto,cont}$	Bereitschaftsvolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,sto,ctrl}$	Steuervolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,sto,pk}$	Spitzendeckungsvolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,sto,preh}$	Vorwärmvolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,d}$	täglich bereitzustellendes Warmwasservolumen	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,em,i}$	Wasserinhalt der Teilstrecke $i$ einer Ausstossleitung	l, m <sup>3</sup>
$V_{W,u,i}$	Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit, für die Nutzungseinheit $i$	Normliter
$n_{B,i}$	Anzahl Betten für die Nutzungseinheit $i$	–
$n_{cp}$	Anzahl Wasser führender Stutzen	–
$n_{em,i}$	Anzahl Warmwasserentnahmen für die Nutzungseinheit $i$	–
$n_{M,i}$	Anzahl servierter Mahlzeiten für die Nutzungseinheit $i$	–
$n_{P,i}$	Anzahl Personen für die Nutzungseinheit $i$	–
$n_z$	Anzahl der Speicherladezyklen pro Tag	–
$q'_{v,W}$	Volumenstrom für die Berechnung der Ausstosszeit	l/s
$q_{v,W,em}$	Volumenstrom für die Berechnung der Ausstosswärmeverluste	l/min
$s$	Rohrwanddicke	mm
$t'_c$	Kaltphasendauer	s
$t'_{em}$	Ausstosszeit	s
$t'_{hu}$	Anwärmphasendauer	s
$t_z$	Dauer eines Ladezyklus	h

Symbol	Begriff	Einheit
$\Delta\theta_{gen}$	Temperaturerhöhung bei der Wassererwärmung	K
$\Delta\theta_{hl}$	Temperaturdifferenz zwischen einer warm gehaltenen Leitung und ihrer Umgebungsluft	K
$\Delta\theta_{sto}$	Temperaturdifferenz zwischen der Solltemperatur am Austritt des Speichers und der Lufttemperatur in der Speicherumgebung	K
$\Delta\theta_{sto,std}$	Konstante mit Wert 45 K	K
$\xi_{ls}$	Warmwasser-Verlustzahl	–
$\rho$	Dichte des Wassers	kg/l
$\Phi_{W,gen}$	Anschlussleistung des Wärmeerzeugers	kW

### 1.3 Indizes

Index	deutsch	englisch	französisch
<i>B</i>	Bett	bed	lit
<i>M</i>	Mahlzeit	meal	repas
<i>NF</i>	Nutzfläche	useful floor area	surface utile (SU)
<i>P</i>	Person	person	personne
<i>W</i>	Warmwasser	domestic hot water	eau chaude sanitaire
<i>aux</i>	Hilfs~	auxiliary	auxiliaire
<i>c</i>	kalt	cold	froid
<i>cont</i>	Bereitschaft	continuity	continuité
<i>cp</i>	Stutzen	connected pipe	tube raccordé
<i>ctr</i>	Steuerung	control	commande
<i>d</i>	Bedarf	demand	besoins
<i>em</i>	Entnahme	emission	soutirage
<i>gen</i>	Erzeugung	generation	production
<i>hl</i>	warm gehaltene Leitung	hot line	conduite maintenue en température
<i>hu</i>	Aufwärmen	heating up	réchauffement
<i>ind</i>	einzel	individual	propre à un seul élément
<i>ls</i>	Verlust	loss	perte
<i>out</i>	Austritt, Ausgang	output	sortie
<i>p</i>	Druck	pressure	pression
<i>pk</i>	Spitze	peak	de pointe
<i>preh</i>	Vorwärmung	preheating	préchauffage
<i>std</i>	normiert, Standard	standard	normalisé, standard
<i>sto</i>	Speicherung	storage	stockage
<i>u</i>	Nutzung	use	utilisation, affectation
<i>v</i>	Volumen	volume	volume
<i>z</i>	Ladezyklus	charging cycle	cycle de recharge

## 2 PLANUNG

### 2.1 Grobauslegung in der Vorprojektphase

- 2.1.1 In der Vorprojektphase wird eine Grobauslegung der Warmwasserversorgung durchgeführt. Vorgängig muss im Rahmen der Ausarbeitung des Gebäudeenergiekonzepts entschieden werden, ob die verschiedenen Nutzungseinheiten des Gebäudes separat oder gemeinsam mit Warmwasser versorgt werden sollen.
- 2.1.2 Die Grobauslegung besteht ausschliesslich in der Festlegung der Standorte von Warmwasser-Entnahmestellen, Warmwasserverteilern und Speichern sowie in der Führung der Steig- und Ausstossleitungen. Standorte bzw. Führung dieser Komponenten werden unter Berücksichtigung des Gebäudeenergiekonzepts optimiert, bis die Anforderungen von 2.1.3 erfüllt sind. Dabei kann es nötig sein, die Raumanordnung im Grundriss anzupassen. Gruppierte Entnahmestellen und kurze Warmwasserverteilleitungen sind anzustreben.
- 2.1.3 Die Grobauslegung richtet sich gemäss Kapitel 3 nach der Anforderung an die Ausstosszeit sowie – in Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen – nach der Gesamtanforderung an die Warmwasserspeicherung und -verteilung.
- 2.1.4 Jede Anlage zur Warmwasserspeicherung und -verteilung<sup>3</sup> wird gemäss 2.1.2 und 2.1.3 separat betrachtet und optimiert.
- 2.1.5 Die Dokumentation über die Schlussvariante aus der Grobauslegung hat den Nachweis der Ausstosszeiten und – in Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen – den Nachweis der Gesamtanforderung zu enthalten.

### 2.2 Feinplanung in der Bauprojektphase

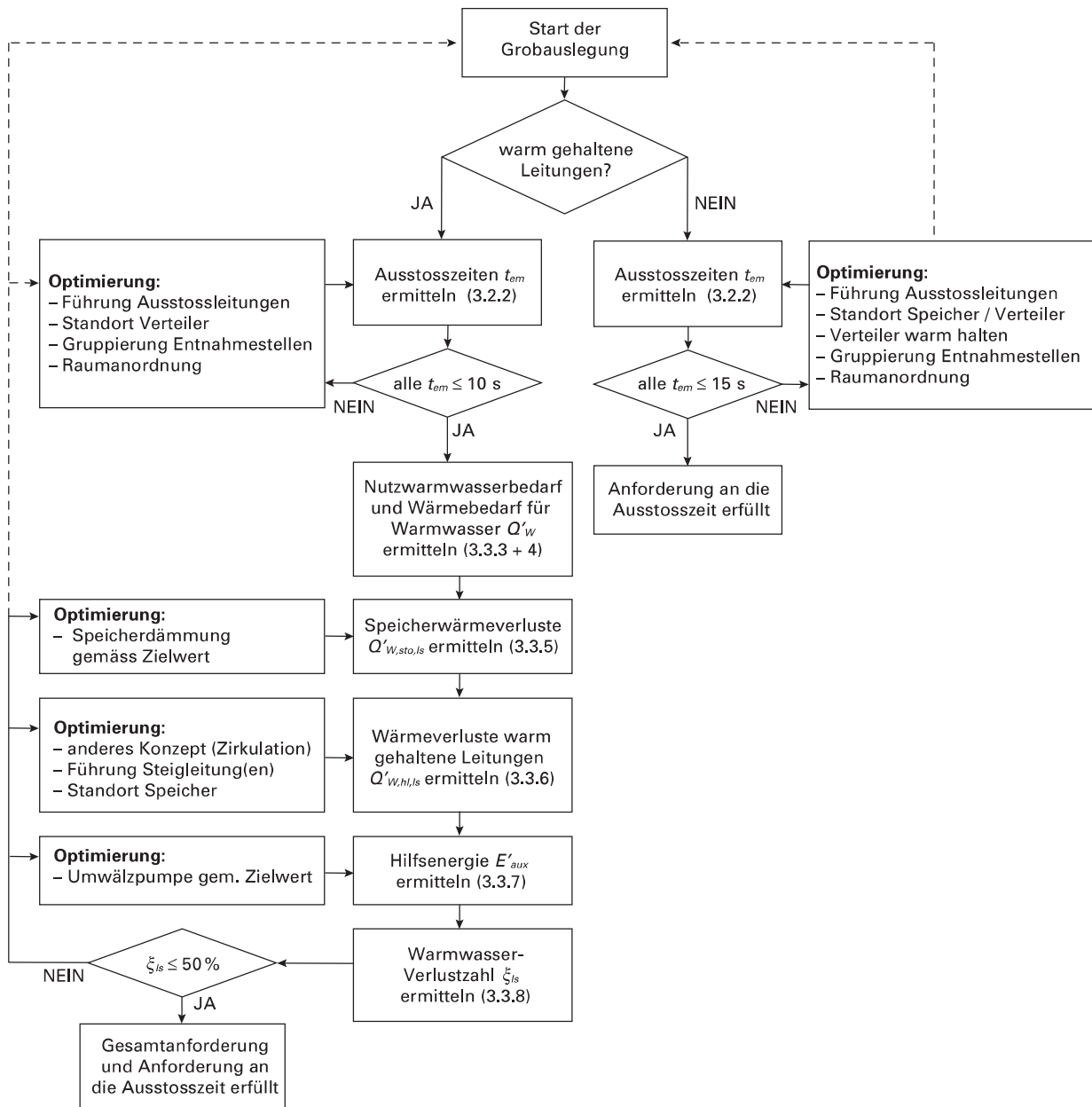
- 2.2.1 In der Bauprojektphase wird die Warmwasserversorgung gemäss Kapitel 4 im Detail ausgelegt.
- 2.2.2 Die Feinplanung geht von der Schlussvariante der Grobauslegung aus. Dabei stehen folgende Elemente fest:
- das Energiekonzept; dieses schliesst insbesondere den oder die einzusetzenden Energieträger sowie den Entscheid ein, ob die Versorgung mit Warmwasser getrennt oder kombiniert mit der Raumheizung bzw. der Lüftung erfolgen soll;
  - die Standorte der Speicher;
  - die Standorte der Steigzonen und der Übergänge zu den nicht warm gehaltenen Komponenten;
  - die Standorte der Entnahmestellen;
  - der Entscheid, ob Grenz- oder Zielwert der Speicherwärmeverluste sowie Grenz- oder Zielwert der Zirkulationspumpenleistung eingehalten werden sollen (siehe 3.3.11);
  - bei vorhandenen, warm gehaltenen Leitungen: der Entscheid, welches Warmhalte-Konzept berücksichtigt werden soll (siehe 3.3.11).
- Wird eines dieser Elemente geändert, muss die Grobauslegung gemäss 2.1 wiederholt werden. Diese Wiederholung ist nicht nötig, wenn nur die Wärmeerzeugung für die Warmwasserversorgung geändert wird.
- 2.2.3 Bei der Feinplanung werden insbesondere das Volumen der Speicher und die Anschlussleistung der Wärmeerzeuger unter Berücksichtigung der Anzahl Ladezyklen pro Tag ermittelt.
- 2.2.4 Die Feinplanung umfasst auch die Ermittlung der folgenden Beiträge zur Energiebilanz des Gebäudes gemäss Kapitel 5:
- Wärmebedarf für Warmwasser,
  - Wärmeverluste der Warmwasserspeicherung und -verteilung,
  - Hilfsenergie.

---

3 Eine solche Warmwasserspeicher- und -verteilanlage hat einen einzigen Anschlusspunkt ans Kaltwassernetz.

2.2.5 Die Feinplanung richtet sich nach allen Einzelanforderungen in SIA 385/1 und nach der Nutzungsvereinbarung. In der Schlussphase sind gegebenenfalls auch Einzelanforderungen in SIA 384/1 mitzuberücksichtigen (siehe 4.1.7.1).

Figur 3 Schematische Darstellung des Ablaufs der Grobauslegung



### 3 GROBAUSLEGUNG: AUSSTOSSZEIT UND GESAMTANFORDERUNG

#### 3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Die Anforderung an die Ausstosszeit und die Gesamtanforderung an die Warmwasserspeicherung und -verteilung bezwecken die Erhöhung der Energieeffizienz der Warmwasserversorgung. Die Wärmeverluste der Warmwasserspeicherung und -verteilung und die Hilfsenergie werden durch Optimierung der Warmwasserversorgung gesamthaft begrenzt.<sup>4</sup> In Figur 3 ist der Ablauf ersichtlich.
- 3.1.2 Die Begrenzung der Verluste gemäss 3.1.1 erfolgt bei Ausstossleitungen separat. Massgebend ist dabei der Grenzwert der Ausstosszeit gemäss SIA 385/1:2011, Tabelle 3. Es wird zwischen Warmwasserversorgungen mit und ohne warm gehaltene Leitungen unterschieden (Figur 3).
- 3.1.3 In Warmwasserversorgungen ohne warm gehaltene Leitungen erfolgt die Begrenzung der Speicherwärmeverluste allein mittels der Anforderungen an Speicherdämmung und Anschlüsse an den Speicher inkl. Installation von Wärmesiphons gemäss SIA 385/1:2011, Ziffern 5.2 und 5.5.
- 3.1.4 In Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen muss zusätzlich die Gesamtanforderung an die Warmwasserspeicherung und -verteilung eingehalten werden. Somit wird die Summe der Speicherwärmeverluste, der Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen und der Hilfsenergie proportional zum Wärmebedarf für Warmwasser bei der Standardnutzung der Warmwasserversorgung begrenzt.
- 3.1.5 Die Gesamtanforderung gilt nicht für Umbauten der Warmwasserversorgung, wenn Warmwasser-Verteilleitungen und Entnahmestellen – mit Ausnahme einer allfälligen Verbesserung der Wärmedämmung – unverändert bleiben.
- 3.1.6 Für die Grobauslegung werden fixe Parameterwerte eingesetzt.

#### 3.2 Warmwasserversorgungen ohne warm gehaltene Leitungen

- 3.2.1 In Warmwasserversorgungen ohne warm gehaltene Leitungen werden die Wärmeverluste der Warmwasserverteilung allein durch die Einhaltung der von SIA 385/1:2011, Tabelle 3, geforderten, maximalen Ausstosszeit von 15 s begrenzt.
- 3.2.2 Dabei wird die Ausstosszeit wie folgt ermittelt:
- 3.2.2.1 Der Wasserinhalt der für die jeweilige Entnahmearmatur relevanten, nicht warm gehaltenen Leitungsteile wird aus ihren Längen und Innendurchmessern berechnet.
- 3.2.2.2 Die Kaltphasendauer  $t'_c$  wird gemäss Gleichung 1 berechnet:<sup>5</sup>

$$t'_c = \frac{\sum_i V'_{W,em,i}}{q'_{v,W}} \quad (1)$$

$t'_c$	Kaltphasendauer, in s
$V'_{W,em,i}$	Wasserinhalt des nicht warm gehaltenen Leitungsteils $i$ , in Litern
$q'_{v,W}$	Volumenstrom der voll geöffneten, auf warm positionierten Entnahmearmatur, in l/s, gemäss Tabelle 1

4 Die Begrenzung der Wärmeverluste der Warmwasserspeicherung und -verteilung liegt auch im Interesse des Raumwärmekomforts. In einem Gebäude mit sehr gut wärmedämmter Bauhülle ist im Sommer jede bedeutende Abwärmequelle im Wohn- und Arbeitsbereich unerwünscht.

5 Die Symbole der für die Grobauslegung benötigten physikalischen Grössen werden mit einem Apostroph versehen, um deren Werte von denjenigen zu unterscheiden, welche später bei der Feinauslegung ermittelt werden.

Tabelle 1 Volumenstromwerte für die Berechnung der Kaltphasendauer

Sanitärapparat	Volumenstrom $q'_{v,W}$ , in l/s
Waschtisch, Handwaschbecken, Bidet	0,1
Dusche, Spültisch, Putzausguss	0,2
Badewanne	0,3

3.2.2.3 Die für die Planung geltende Ausstosszeit  $t_{em}$  ist das Doppelte der Kaltphasendauer. Die Betriebstemperatur am Eintritt der Ausstossleitung wird dabei nicht berücksichtigt:

$$t'_{em} = 2 \cdot t'_c \quad (2)$$

### 3.3 Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen

3.3.1 In Warmwasserversorgungen mit warm gehaltenen Leitungen werden die Wärmeverluste der Warmwasserspeicherung und -verteilung durch die Einhaltung der von SIA 385/1:2011, Tabelle 3, geforderten, maximalen Ausstosszeit von 10 s (3.3.2) und durch die Einhaltung der Gesamtanforderung an die Warmwasserspeicherung und -verteilung (3.3.3 bis 3.3.11) begrenzt.

3.3.2 Die Ausstosszeit wird gemäss 3.2.2 ermittelt.

3.3.3 Der Nutzwarmwasserbedarf wird bei der Standardnutzung der Warmwasserversorgung gemäss Anhang A ermittelt. Dabei wird für jede Gebäudeart inkl. Unterkategorie jeweils der kleinste (fett gedruckte) Wert des Nutzwarmwasserbedarfs pro Bezugseinheit aus Tabelle 3 verwendet.

3.3.4 Der Wärmebedarf für Warmwasser  $Q'_W$  wird gemäss Gleichung 13 berechnet. Dabei wird eine Temperaturerhöhung des Wassers von 50 K angenommen, und zwar unabhängig von der Betriebstemperatur am Austritt des Speichers.

3.3.5 Die Speicherwärmeverluste  $Q'_{W,sto,ls}$  werden gemäss Anhang B berechnet. Dabei wird das Gesamtvolumen der Speicher dem täglichen gemäss 3.3.3 ermittelten Nutzwarmwasserbedarf gleichgesetzt, und zwar unabhängig davon, ob der Speicher Trinkwasser, Betriebswasser oder eine Kombination beider Wasserarten in der ausgeführten Anlage enthalten soll.

3.3.6 Die Wärmeverluste  $Q'_{W,hl,ls}$  der warm gehaltenen Leitungen werden anhand ihrer Gesamtlänge berechnet. Dabei wird unabhängig von der Betriebstemperatur dieser Leitungen der lineare Wärmeverlust von 0,12 kWh pro Meter und Tag eingesetzt. Ausnahmen sind das Rohr-an-Rohr- und das Rohr-in-Rohr-Zirkulationssystem, bei denen der Wert von 0,15 kWh pro Meter und Tag eingesetzt wird und die Länge eines der beiden, parallel geführten Rohre als Gesamtlänge gilt.

3.3.7 Die Hilfsenergie  $E'_{W,aux}$  wird gemäss Anhang C berechnet.

3.3.8 Die Warmwasser-Verlustzahl wird wie folgt berechnet:

$$\xi_{ls} = \frac{Q'_{W,sto,ls} + f_{hl} \cdot Q'_{W,hl,ls} + 2,5 E'_{W,aux}}{Q'_W} \quad (3)$$

$\xi_{ls}$	Warmwasser-Verlustzahl, in %
$Q'_{W,sto,ls}$	Speicherwärmeverluste, in kWh/d
$f_{hl}$	von der Art der Warmhaltung der Verteilleitungen abhängiger Faktor $f_{hl} = 0,333$ bei Warmhaltebändern $f_{hl} = 1,0$ bei allen anderen Arten der Warmhaltung
$Q'_{W,hl,ls}$	Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen, in kWh/d
$E'_{W,aux}$	Hilfsenergie, in kWh/d <sup>6</sup>
$Q'_W$	Wärmebedarf für Warmwasser, in kWh/d

<sup>6</sup> Der Faktor 2,5, mit dem die Hilfsenergie gewichtet wird, ist kein Primärenergiefaktor. Er wurde jedoch aus ähnlichen Überlegungen eingeführt.

- 3.3.9 Die Warmwasser-Verlustzahl darf den Grenzwert  $\xi_{Is}$  von 50% nicht überschreiten.
- 3.3.10 Der Zielwert der Warmwasser-Verlustzahl  $\xi_{Is}$  beträgt 40%.
- 3.3.11 Kann der Grenzwert der Warmwasser-Verlustzahl  $\xi_{Is}$  vorerst nicht eingehalten werden, sind folgende Massnahmen in Erwägung zu ziehen:
- Elektrische Nennleistung der Umwälzpumpe des Zirkulationssystems gemäss Zielwert statt Grenzwert SIA 385/1:2011, Ziffer 5.6.1, einsetzen;
  - Warmhaltung der Warmwasserverteilung überprüfen, z.B. Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem statt separat geführter Zirkulationsleitung verwenden;
  - Speicherwärmedämmung gemäss Zielwert statt Grenzwert der Speicherwärmeverluste SIA 385/1:2011, Tabelle 5, einsetzen. Ist das Gesamtvolumen der Speicher grösser als 2000 Liter, wird der gemäss B.1.3 ermittelte Wert der Speicherwärmeverluste bei der wiederholten Berechnung mit dem Faktor 0,73 verkleinert;
  - Standort aller Leitungen, Speicher, Verteiler oder Entnahmestellen sowie die Raumanordnung überarbeiten, insbesondere um die Gesamtlänge der warm gehaltenen Leitungen zu reduzieren;
  - Warmwasserverteilung ohne warm gehaltene Leitungen erwägen.

Die erforderlichen Massnahmen zur Einhaltung der Gesamtanforderung müssen ausdrücklich vermerkt werden. Die entsprechende Umsetzung bei der Ausführung muss sichergestellt werden.

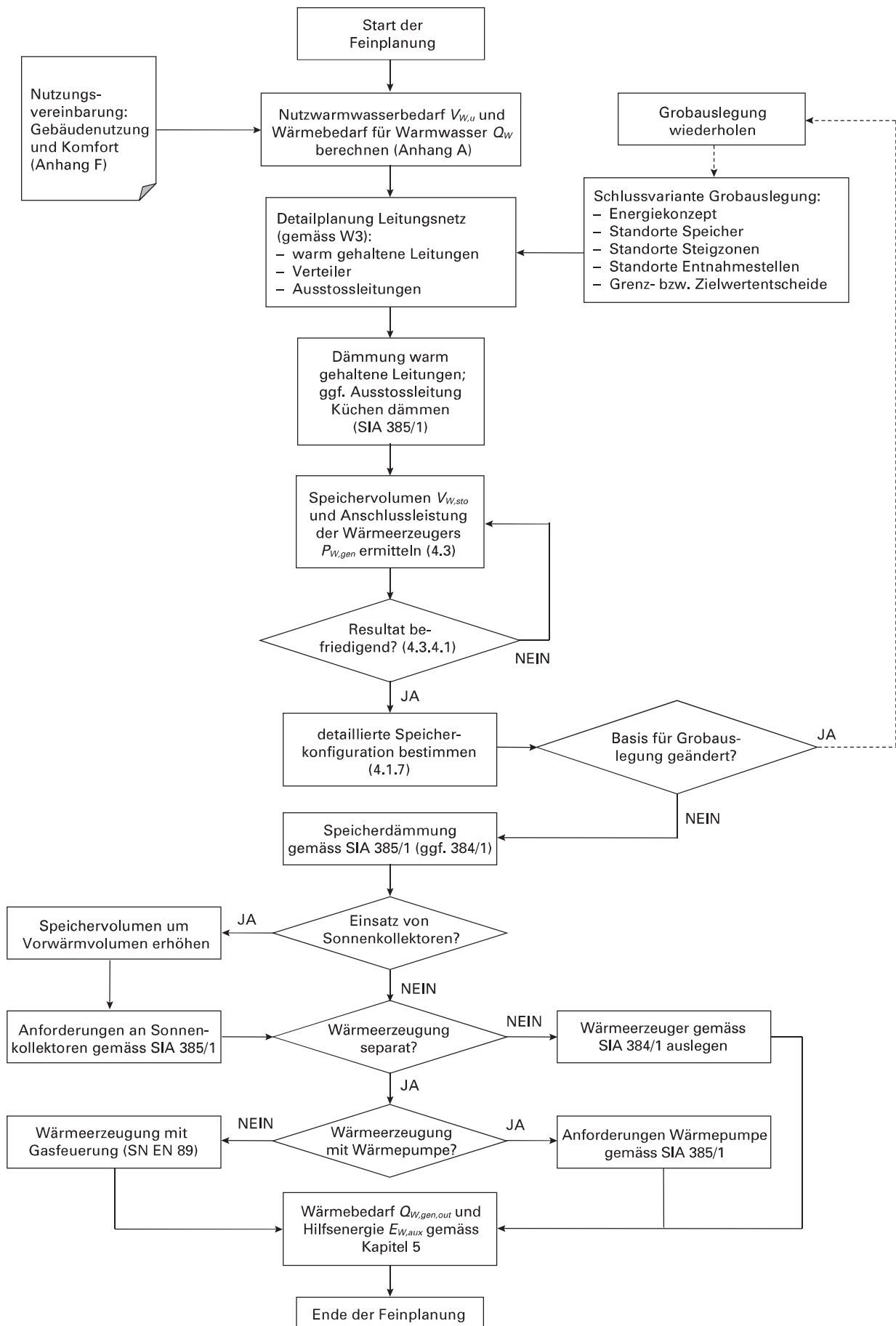
## 4 FEINPLANUNG: AUSLEGUNG DER WARMWASSERVERSORGUNG

### 4.1 Übersicht über das Verfahren

- 4.1.1 Das Resultat der Grobauslegung wird vertieft. In Figur 4 ist der Ablauf ersichtlich.
- 4.1.2 Bauherrschaft und Planer bzw. ausführender Installateur klären die Details der Gebäudenutzung und des gewünschten Benutzerkomforts ab und halten sie in der von beiden Parteien zu unterzeichnenden Nutzungsvereinbarung fest. Anhang F enthält Angaben über den Inhalt der Nutzungsvereinbarung.
- 4.1.3 Der Nutzwarmwasserbedarf  $V_{W,u}$  und der Wärmebedarf für Warmwasser  $Q_W$  werden auf der Basis der Nutzungsvereinbarung gemäss Anhang A neu bestimmt.
- 4.1.4 Die warm gehaltenen Leitungen werden unter Einhaltung der Anforderungen von SIA 385/1:2011, Ziffer 5.3, detailliert ausgelegt. Die Wärmeverluste  $Q_{W,h,l,s}$  der warm gehaltenen Leitungen werden gemäss Anhang D neu bestimmt.
- Durch Dämmung des oder der Verteiler und der Verbindung zwischen warm gehaltener Leitung und dem Verteiler lässt sich die Auskühlungsdauer erheblich verlängern. In vielen Fällen im Tagesverlauf müssen diese Leitungsteile deshalb nicht als Ausstossleitung betrachtet werden. Bei der ersten Entnahme am Morgen können sie aber auf Umgebungstemperatur ausgekühlt sein. Wenn der Verteiler maximal 1 m von warm gehaltenen Leitungen bzw. Speichern entfernt ist und wenn Verbindungsleitung und Verteiler wie eine warm gehaltene Leitung gedämmt sind, müssen sie bei der Berechnung der Ausstosszeit nicht eingerechnet werden. Sie sind als warm gehaltene Abschnitte zu berücksichtigen.
- 4.1.5 Die Ausstossleitungen werden unter Einhaltung der Anforderungen von SIA 385/1:2011, Ziffern 5.4 und 5.5, detailliert geplant.
- 4.1.5.1 Es wird empfohlen, Ausstossleitungen für Küchenarmaturen, welche länger als 5 m sind, gemäss den in SIA 385/1:2011, Ziffer 5.4.3, vorgesehenen Sonderanforderungen zu dämmen.
- 4.1.5.2 Die Wärmeverluste  $Q_{W,em,ls}$  der Ausstossleitungen werden gemäss Anhang E neu bestimmt.
- 4.1.6 Das Gesamtvolumen der Speicher  $V_{W,sto}$  und die Anschlussleistung des Wärmeerzeugers der Wassererwärmung  $\Phi_{W,gen}$  werden gemäss 4.3 ermittelt. Dabei kann ein iteratives Vorgehen mit der Erarbeitung sukzessiver Varianten nötig sein. Eine entscheidende Grösse ist die Anzahl der Ladezyklen pro Tag.
- In thermischen Solaranlagen wird dabei der Wärmeertrag der Sonnenkollektoren ausser Acht gelassen, damit auch an Tagen ohne Kollektorertrag die Verfügbarkeit des Warmwassers gewährleistet ist.
- 4.1.7 Die detaillierte Speicherkonfiguration samt allfälligen Verbindungsleitungen, Ladepumpen usw. wird bestimmt.
- 4.1.7.1 Ab diesem Schritt der Feinplanung werden die unterschiedlichen Anforderungen an die Wärmedämmung gemäss SIA 384/1 bzw. SIA 385/1 berücksichtigt, siehe Figur 1. Wasser-Wärmespeicher sowie Leitungen und Wärmeübertrager der Warmwasserversorgung, welche ausschliesslich Betriebswasser enthalten, werden nach SIA 384/1 gedämmt und ihre Wärmeverluste gemäss SIA 384/3 berechnet. Alle Komponenten, welche Trinkwasser enthalten, werden gemäss SIA 385/1 und 385/2 ausgelegt.
- 4.1.7.2 Bei thermischen Solaranlagen wird das gemäss 4.1.6 ermittelte Speichervolumen um das mit Hilfe der Sonnenkollektorfläche bestimmte Vorwärmvolumen erhöht.

- 4.1.8 Auslegung der Wärmeerzeugung
- 4.1.8.1 Wenn die Wärmeerzeugung der Warmwasserversorgung mit derjenigen der Raumheizung und/oder der Lüftung kombiniert ist, wird sie gemäss SIA 384/1 ausgelegt.
- 4.1.8.2 Für direkt befeuerte Gas-Speicherwassererwärmer wird auf SN EN 89 verwiesen.
- 4.1.8.3 Bei Wärmepumpen, welche nur der Wassererwärmung dienen, müssen die in SIA 385/1:2011, Tabelle 8, angegebenen Grenzwerte der Leistungszahl eingehalten werden. Dabei muss der Stromverbrauch eines allfälligen Widerstandsheizelementes bei der Berechnung der Leistungszahl mitberücksichtigt werden, wenn dieses Element für die periodische Erhöhung der Temperatur im Speicher- und Verteilsystem zwecks Schutz vor der Legionellenvermehrung eingesetzt wird.
- 4.1.8.4 Bei solaren Wassererwärmungsanlagen müssen die Anforderungen von SIA 385/1:2011, Tabelle 9, an die Mindest-Sonnenkollektorfläche erfüllt werden.
- 4.1.9 Der Wärmebedarf der Warmwasserversorgung  $Q_{W,gen,out}$  und die Hilfsenergie  $E_{W,aux}$  werden gemäss Kapitel 5 berechnet.

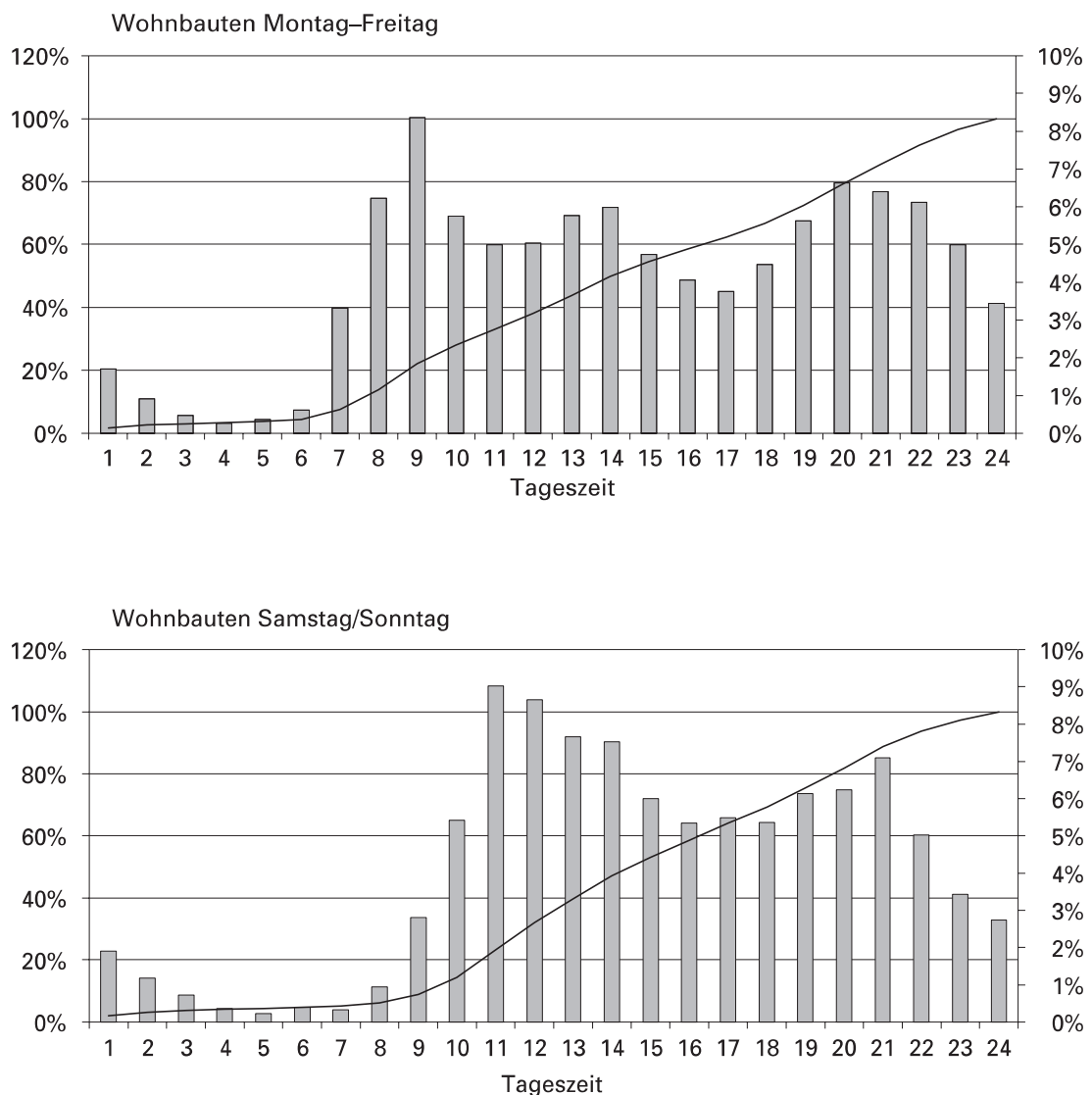
Figur 4 Schematische Darstellung des Ablaufs der Feinplanung



## 4.2 Statistische Verteilung der Warmwasserentnahmen

- 4.2.1 Für die Auslegung des Speichers und die Berechnung der Wärmeerzeugerleistung wird die statistische Verteilung der Warmwasserentnahmen über den Tag benötigt.
- 4.2.2 Die statistische Verteilung der Warmwasserentnahmen über den Tag wird als Säulen- und Summenliniendiagramm dargestellt. In der Regel werden dabei durchschnittliche Stundenwerte benutzt (Figur 5).
- 4.2.3 Für Wohnbauten werden die Daten aus Tabelle 2 und Figur 5 eingesetzt,<sup>7</sup> wenn keine besseren Daten verfügbar sind. Liegen bei anderen Gebäudekategorien keine realen Daten vor, sind für die Säulen- und Summenliniendiagramme Daten aus Nachschlagewerken der Sanitärbranche wie z.B. dem SI-Handbuch zu entnehmen. Die Quellen müssen in jedem Fall protokolliert werden.

Figur 5 Säulen- und Summenliniendiagramm des Nutzwarmwasserbedarfs in Wohnbauten. Die Säulen zeigen durchschnittliche Stundenwerte des Nutzwarmwasserbedarfs in % des Tages-Nutzwarmwasserbedarfs (rechte Skala), während die Linie die Summe dieser Stundenwerte ab 0 Uhr darstellt (linke Skala).



<sup>7</sup> Datenquelle: Messprojekt des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich, 2008

Tabelle 2 Statistische Verteilung der Warmwasserentnahmen über den Tag in Wohnbauten, angegeben als durchschnittliche Stundenwerte des Nutzwarmwasserbedarfs in % des Tages-Nutzwarmwasserbedarfs und als Summe dieser Stundenwerte ab 0 Uhr (Werte gerundet). Diese Daten sind auch in Figur 5 dargestellt.<sup>8</sup>

Tageszeit	Montag–Freitag		Samstag–Sonntag	
	Stundenwerte %	Summe ab 0 Uhr %	Stundenwerte %	Summe ab 0 Uhr %
1	1,7	1,7	1,9	1,9
2	0,9	2,6	1,2	3,1
3	0,5	3,1	0,7	3,8
4	0,3	3,4	0,4	4,2
5	0,4	3,7	0,2	4,4
6	0,6	4,3	0,4	4,8
7	3,3	7,6	0,3	5,1
8	6,2	13,9	0,9	6,1
9	8,4	22,2	2,8	8,9
10	5,8	28,0	5,4	14,3
11	5,0	33,0	9,0	23,3
12	5,0	38,0	8,7	32,0
13	5,8	43,8	7,7	39,6
14	6,0	49,8	7,5	47,2
15	4,7	54,5	6,0	53,2
16	4,1	58,6	5,3	58,5
17	3,8	62,3	5,5	64,0
18	4,5	66,8	5,3	69,3
19	5,6	72,4	6,1	75,5
20	6,6	79,1	6,2	81,7
21	6,4	85,4	7,1	88,8
22	6,1	91,6	5,0	93,8
23	5,0	96,6	3,4	97,3
24	3,4	100,0	2,7	100,0

<sup>8</sup> Diese durchschnittlichen Daten dürfen nicht mit kurzfristigen Verbrauchsspitzen verwechselt werden, welche für die Dimensionierung des Speichers und des Wärmeerzeugers eingesetzt werden.

## 4.3 Speichervolumen und -konfiguration, Anschlussleistung des Wärmeerzeugers

### 4.3.1 Grundlegendes

- 4.3.1.1 Speichervolumen und Anschlussleistung des Wärmeerzeugers sind von der Systemwahl der Warmwasserversorgung abhängig. Dabei sind folgende Einflussgrössen massgebend:
- die zeitliche Verfügbarkeit des Wärmeerzeugers für die Wassererwärmung;<sup>9</sup>
  - die Temperatur, bei der die Wärme vom Wärmeerzeuger bereitgestellt werden kann;
  - die Vorlaufzeit des Wärmeerzeugers (bis Wärme abgegeben werden kann);
  - die Mindestlaufzeit des Wärmeerzeugers, welche nach dessen Einschaltung eingehalten werden soll;
  - die grösste kurzfristig zu erwartende Spitze des Warmwasserverbrauchs, gewöhnlich die grösste Stundenspitze; wenn die grösste Stundenspitze des Nutzwarmwasserbedarfs ermittelt werden muss, weil kein entsprechender passender Wert in Nachschlagewerken der Sanitärbranche zu finden ist, ist bei dieser Berechnung die Gleichzeitigkeit der einzelnen Warmwasserentnahmen in dieser Stunde mitzubersichtigen;<sup>10</sup>
  - die thermische Trägheit des Gebäudes; es ist festzulegen, ob die Heizung – bei Wassererwärmung und Heizung mit einem gemeinsamen Wärmeerzeuger – während der Wassererwärmung unterbrochen werden darf oder ob sie parallel betrieben werden muss;
  - die Abmessungen des Speichers und der Einbringungsöffnungen;
  - bei Fernwärme und Wärmepumpen: die höchste zulässige Rücklauftemperatur.
- 4.3.1.2 Anhand dieser Einflussgrössen wird in Koordination mit dem Heizungsplaner entschieden,
- wie viele Ladezyklen des Speichers pro Tag vorzusehen sind;
  - welche Zeitspanne (z.B. 10 Minuten, 1 Stunde) für weitere Betrachtungen relevant ist.
- 4.3.1.3 Das Berechnungsverfahren von 4.3.2 gilt auch, wenn die Betriebstemperatur am Speicheraustritt weniger als 60 °C bzw. diejenige am Eintritt der Ausstossleitungen weniger als 55 °C beträgt. Insbesondere gilt es auch, wenn der Speicher ein Wasser-Wärmespeicher ist.<sup>11</sup>

### 4.3.2 Berechnungsgang Speichervolumen und Wärmebedarf

- 4.3.2.1 Der Anfangswert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens, um den Nutzwarmwasserbedarf und die Wärmeverluste der Warmwasserspeicherung und -verteilung zu decken, wird berechnet:

$$V_{W,d,1} = V_{W,u} \cdot 1,5 \quad (4)$$

$V_{W,d,1}$  Anfangswert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens, in Litern pro Tag  
 $V_{W,u}$  Nutzwarmwasserbedarf gemäss Anhang A, in Litern pro Tag

Der Faktor 1,5 geht aus der Annahme hervor, dass die Wärmeverluste der Warmwasserversorgung rund 50% des Nutzwarmwasserbedarfs betragen.

Im Säulen- und Summenliniendiagramm gemäss Figur 5 bestimmt  $V_{W,d,1}$  die Skalierung der Säulen und der Summenlinie: Alle %-Werte aus Figur 5 und Tabelle 2 beziehen sich in der Folge auf den absoluten Wert von  $V_{W,d,1}$ , d.h. 100% entsprechen dem Anfangswert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens  $V_{W,d,1}$ .

- 4.3.2.2 Das Spitzendeckungsvolumen des Speichers  $V_{W,sto,pk}$  wird der grössten kurzfristigen Spitze, im Normalfall die grösste Stundenspitze aus dem skalierten Säulen- und Summenliniendiagramm, gleichgesetzt. Der Wert des Spitzendeckungsvolumens ist zu protokollieren.

9 Elektrizität als Wärmequelle oder Antriebsenergie wird oft zu bestimmten Tageszeiten gesperrt.

10 Gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 3.2.6, ist aus hygienischen Gründen die Überdimensionierung des Speichers zu vermeiden.

11 So wird sichergestellt, dass eine Warmwasserversorgung, welche in einer ersten Phase bei niedrigeren Temperaturen betrieben wird und später (z.B. bei einem Energieträgerwechsel) auf die für den Schutz vor der übermässigen Legionellenvermehrung optimalen Temperaturen umgestellt wird, immer noch einwandfrei funktioniert.

4.3.2.3 Der Anfangswert des Steuervolumens wird berechnet:

$$V_{W,sto,ctrl,1} = \frac{V_{W,d,1}}{n_z} \quad (5)$$

$V_{W,sto,ctrl,1}$  Anfangswert des Steuervolumens des Speichers, in Litern  
 $V_{W,d,1}$  Anfangswert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens, in Litern pro Tag  
 $n_z$  Anzahl der Speicherladezyklen pro Tag, gemäss 4.3.1.2

4.3.2.4 Der Anfangswert des Bereitschaftsvolumens des Speichers wird berechnet:

$$V_{W,sto,cont,1} = V_{W,sto,pk} + V_{W,sto,ctrl,1} \quad (6)$$

$V_{W,sto,cont,1}$  Anfangswert des Bereitschaftsvolumens des Speichers, in Litern  
 $V_{W,sto,pk}$  Spitzendeckungsvolumen des Speichers, in Litern  
 $V_{W,sto,ctrl,1}$  Anfangswert des Steuervolumens des Speichers, in Litern

4.3.2.5 Der Anfangswert des Speichervolumens wird berechnet:

$$V_{W,sto,1} = V_{W,sto,cont,1} \cdot f_{sto} \quad (7)$$

$V_{W,sto,1}$  Anfangswert des Speichervolumens, in Litern  
 $V_{W,sto,cont,1}$  Anfangswert des Bereitschaftsvolumens des Speichers, in Litern  
 $f_{sto}$  von der Speicherkonfiguration abhängiger Faktor:  
 $f_{sto} = 1,25$  wenn eine Mischzone und eine Kaltzone vorhanden sind, in denen die Solltemperatur des Warmwassers nicht erreicht wird (z.B. Speicherladung mittels innenliegenden Wärmeübertragers)  
 $f_{sto} = 1,1$  wenn nur eine Mischzone vorhanden ist (z.B. Speicherladung mittels aussenliegenden Wärmeübertragers)  
 $f_{sto} = 1,0$  wenn weder eine Mischzone noch eine Kaltzone vorhanden ist

4.3.2.6 Die Speicherwärmeverluste  $Q_{W,sto,ls}$  werden auf der Basis von  $V_{W,sto,1}$  gemäss Anhang B ermittelt.

4.3.2.7 Die Wärmeverluste  $Q_{W,hl,ls}$  der warm gehaltenen Leitungen werden gemäss Anhang D ermittelt.

4.3.2.8 Die Ausstosswärmeverluste  $Q_{W,em,ls}$  werden gemäss Anhang E ermittelt.

4.3.2.9 Der Wärmebedarf  $Q_{W,gen,out}$  der Warmwasserversorgung wird berechnet:

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,sto,ls} + Q_{W,hl,ls} + Q_{W,em,ls} \quad (8)$$

$Q_{W,gen,out}$  Wärmebedarf der Warmwasserversorgung, in kWh/d  
 $Q_W$  Wärmebedarf für Warmwasser, in kWh/d  
 $Q_{W,sto,ls}$  Speicherwärmeverluste, in kWh/d  
 $Q_{W,hl,ls}$  Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen, in kWh/d  
 $Q_{W,em,ls}$  Ausstosswärmeverluste, in kWh/d

4.3.2.10 Der neue Wert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens wird berechnet:

$$V_{W,d,2} = \frac{Q_{W,gen,out}}{\Delta\theta_{gen} \cdot \rho \cdot C_p} \quad (9)$$

$V_{W,d,2}$  zweiter, genauerer Wert des täglich bereitzustellenden Warmwasservolumens, in l/d  
 $Q_{W,gen,out}$  Wärmebedarf der Warmwasserversorgung, in kWh/d  
 $\Delta\theta_{gen}$  Temperaturerhöhung bei der Wassererwärmung, in K  
 $\rho$  Dichte des Wassers  
 $C_p$  spezifische Wärmekapazität des Wassers

$$\rho \cdot C_p = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ kWh/K}$$

4.3.2.11 Durch Wiederholung der Berechnungsschritte 4.3.2.3 bis 4.3.2.5 auf der Basis von  $V_{W,d,2}$  werden der zweite Wert  $V_{W,sto,cont,2}$  des Bereitschaftsvolumens des Speichers und der zweite Wert  $V_{W,sto,2}$  des Speichervolumens berechnet. Dieses Speichervolumen ist bei der weiteren Planung der Warmwasserversorgung zu berücksichtigen.



- 4.3.3.4 Der Zusammenhang zwischen der Anschlussleistung des Wärmeerzeugers und der Dauer eines Ladezyklus ist durch Gleichung 11 gegeben:

$$\Phi_{W,gen} \cdot t_z = Q_{W,gen,out,z} \quad (11)$$

$\Phi_{W,gen}$  Anschlussleistung des Wärmeerzeugers für die Wassererwärmung, in kW

$t_z$  Dauer eines Ladezyklus, in Stunden

$Q_{W,gen,out,z}$  in einem Ladezyklus bereitzustellende Wärmemenge, in kWh

Die Dauer eines Ladezyklus wird unter Beachtung von 4.3.1.1 und 4.3.1.2 gewählt. Mit Gleichung 11 steht dann die Anschlussleistung des Wärmeerzeugers fest.

- 4.3.3.5 Wenn der Wärmeerzeuger ausschliesslich der Trinkwassererwärmung dient und keine Feuerung umfasst, wird die gemäss 4.3.3.2 bis 4.3.3.4 bestimmte Anschlussleistung des Wärmeerzeugers übernommen.
- 4.3.3.6 In allen anderen Fällen ersetzt die gemäss 4.3.3.2 bis 4.3.3.4 bestimmte Anschlussleistung des Wärmeerzeugers für die Wassererwärmung die Pauschalbeträge aus Ziffer 4.3.3.3 in SIA 384/1:2009. Einzelheiten dazu finden sich in 4.3.3.7 und 4.3.3.8.
- 4.3.3.7 Wenn die Wärmeerzeugung der Wassererwärmung mit derjenigen der Raumheizung kombiniert ist und die Wärmeabgabe an die Raumheizung während der Wassererwärmung nicht unterbrochen werden kann, ist die Anschlussleistung des Wärmeerzeugers der Wassererwärmung als «zusätzliche Wärmeerzeugerleistung» gemäss 4.3.3 in SIA 384/1:2009 zu verstehen.
- 4.3.3.8 Wenn die Wärmeerzeugung der Wassererwärmung mit derjenigen der Raumheizung kombiniert ist und die Wärmeabgabe an die Raumheizung während der Wassererwärmung unterbrochen werden kann, ist die Anschlussleistung des Wärmeerzeugers dem grössten Wert der für die Raumheizung bzw. für die Wassererwärmung benötigten Anschlussleistungen gleichzusetzen (keine Summe beider Anschlussleistungen).

#### 4.3.4 **Ergänzende Hinweise**

- 4.3.4.1 Die Berechnungsschritte 4.3.2.3 bis 4.3.3.8 werden ggf. mit Anpassungen bei Ladezyklen und Wärmeerzeugerleistung wiederholt, bis das Resultat unter Berücksichtigung sämtlicher Randbedingungen befriedigt.
- 4.3.4.2 In Kombispeichern muss zudem die Dauer der Nacherwärmung des internen Warmwasserspeichers nach einer grossen Warmwasserentnahme kurz genug sein, um den Benutzerkomfort einzuhalten. Dies setzt eine ausreichende Oberfläche des Warmwasserspeichers voraus, um die benötigte Wärme aus dem umliegenden Betriebswasser entsprechend schnell zu übertragen.

## 5 WÄRMEBEDARF UND HILFSENERGIE DER WARMWASSERVERSORGUNG

- 5.1 Der Wärmebedarf und die Hilfsenergie der Warmwasserversorgung fliessen in die Berechnung des Energiebedarfs für Warmwasser als Teil der Gebäudeenergiebilanz gemäss SIA 380 ein.
- 5.2 Der Wärmebedarf der Warmwasserversorgung  $Q_{W,gen,out}$  wird gemäss 4.3.2.9, Gleichung 8, berechnet. Dabei gelten die folgenden Regeln:
  - 5.2.1 Der unter 4.1.3 ermittelte Wert des Wärmebedarfs für Warmwasser  $Q_W$  wird übernommen.
  - 5.2.2 Die Speicherwärmeverluste  $Q_{W,sto,ls}$  werden unter Berücksichtigung der Wasser-Solltemperatur am Austritt des Speichers berechnet. Bei Speicherwassererwärmern, Warmwasserspeichern und Kombispeichern wird gemäss Anhang B, bei Wasser-Wärmespeichern gemäss SIA 384/3 vorgegangen.
  - 5.2.3 Die Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen  $Q_{W,hl,ls}$  werden unter Berücksichtigung der Wasser-Solltemperatur am Eintritt jeder einzelnen Leitung berechnet. Bei mit Warmwasser gefüllten Leitungen wird gemäss Anhang D, bei mit Betriebswasser gefüllten Leitungen gemäss SIA 384/3 vorgegangen.
  - 5.2.4 Für die Ausstosswärmeverluste  $Q_{W,em,ls}$  wird der unter 4.3.2.8 gemäss Anhang E ermittelte Wert übernommen.
- 5.3 Die Hilfsenergie  $E_{W,aux}$  wird gemäss Anhang C bzw. SIA 384/3 ermittelt. Sind die mit Elektrizität betriebenen Hilfsgeräte Leitungen zugeordnet, welche Trinkwasser enthalten, gilt Anhang C. Sind diese Geräte Leitungen zugeordnet, welche Betriebswasser enthalten, gilt SIA 384/3.

## 6 MESSUNG DER AUSSTOSSZEIT

- 6.1 Wenn ein Zweifel an der Einhaltung der Anforderung an die Ausstosszeit besteht, soll die Ausstosszeit der beanstandeten Entnahmestelle nach dem folgenden Verfahren gemessen werden.
- 6.2 Benötigt werden ein Temperaturfühler mit einer Reaktionszeit unter 0,3 s für den Bereich 0°C bis 80°C und eine Stoppuhr. Die Messungenauigkeit soll höchstens 1 K für die Temperatur-Messung und 0,5 s für die Zeitintervall-Messung betragen.
- 6.3 Die Warmwasserversorgung muss vor der Messung seit mindestens 2 Tagen in Betrieb sein.
- 6.4 In der Wohneinheit oder Gruppe von Entnahmestellen, an der die zu messende Entnahmestelle angeschlossen ist, darf vor der Messung während mindestens 6 Stunden kein Warmwasser entnommen worden sein.
- 6.5 Der Ablauf der Ausstosszeitmessungen ist mit genauen Zeitangaben zu protokollieren. Dabei ist auch die Vorphase gemäss 6.3 und 6.4 miteinzubeziehen.
- 6.6 Jede einzelne Messung verläuft wie folgt:
- Die Messung wird mit dem vor Ort installierten Strahlregler vorgenommen.
  - Die Entnahmearmatur wird in die wärmste Position gestellt.
  - Die Entnahmearmatur wird voll geöffnet und der Temperaturanstieg des fliessenden Wassers verfolgt.
  - Die Ausstosszeit ist das Zeitintervall zwischen der Öffnung der Entnahmearmatur und dem Erreichen der Temperatur von 40°C.
  - Die Messung der Temperatur wird bis zum Siebenfachen der gemessenen Ausstosszeit weitergeführt. Der gemessene Endwert gibt Aufschluss über die Temperatur am Eintritt der Ausstossleitung. Siehe Anhang G.
  - Der Volumenstrom an der Entnahmestelle wird – bei voll geöffneter, in der wärmsten Position gestellter Entnahmearmatur – mit einem Messgefäss und einer Stoppuhr gemessen. Der Messwert wird mit den Volumenstromwerten von Tabelle 1 verglichen. Bei Abweichungen ist die Ausstosszeit umgekehrt proportional zum Volumenstrom umzurechnen:<sup>12</sup>

$$t_{em,2} = \frac{t_{em,1} \cdot q'_{v,W,em,1}}{q'_{v,W,em,2}} \quad (12)$$

$t_{em,2}$  umgerechnete Ausstosszeit, in s

$t_{em,1}$  gemessene Ausstosszeit, in s

$q'_{v,W,em,1}$  gemessener Volumenstrom, in l/s

$q'_{v,W,em,2}$  Volumenstrom für den entsprechenden Sanitärapparat gemäss Tabelle 1

Die umgerechnete Ausstosszeit wird mit der von SIA 385/1:2011, Tabelle 3, geforderten Ausstosszeit verglichen.

- 6.7 Wird eine Aufzeichnung des Temperaturverlaufs benötigt, kann die Messung mit Temperatursensoren und Dataloggern erfolgen. Vor Öffnung der Entnahmearmatur soll der Temperaturfühler mit der Hand erwärmt werden, damit der Zeitpunkt der Öffnung der Entnahmearmatur durch eine Abkühlung des Fühlers deutlich erkennbar wird.

---

<sup>12</sup> Zu lange Ausstosszeiten können auch von zu geringem Fließdruck oder durch vom Benutzer montierte Durchflussbegrenzer verursacht werden.

## Anhang A (normativ)

### Nutzwarmwasserbedarf, Wärmebedarf für Warmwasser

#### A.1 Berechnungsverfahren

A.1.1 Der Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit wird wie folgt ermittelt:

A.1.1.1 Bei der Grobauslegung wird der Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit gemäss 3.3.3 der Tabelle 3 entnommen.

A.1.1.2 Bei der Feinplanung definiert die Nutzungsvereinbarung den Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit, wobei ebenfalls auf die Tabelle 3 Bezug genommen werden kann. Zu berücksichtigen sind dabei Temperaturen am Speicheraustritt, die von 60 °C abweichen. Beträgt die Soll-Warmwassertemperatur am Speicheraustritt nicht 60 °C, ist der Nutzwarmwasserbedarf auf Normliter pro Tag umzurechnen. Eine ähnliche Umrechnung auf Normliter pro Tag kann notwendig sein, wenn die Kaltwassertemperatur im Netz von 10 °C wesentlich abweicht (z.B. im Alpenraum).

A.1.2 In Fällen, die nicht in Tabelle 3 behandelt sind, werden Werte aus Drittquellen unter Angabe der Quelle oder Werte aus dem nächstliegenden Fall aus Tabelle 3 eingesetzt.

A.1.3 Der Nutzwarmwasserbedarf ergibt sich, für jede Nutzungseinheit  $i$ , durch Multiplikation des Nutzwarmwasserbedarfs pro Bezugseinheit  $V_{W,u,i}$  mit der Anzahl Bezugseinheiten  $n_{P,i}$ .

A.1.4 Die Anzahl Bezugseinheiten richtet sich im Wohnbereich nach den Belegungsdaten bei der Standardnutzung; siehe A.2. Bei den anderen Nutzungen werden die Belegungsdaten den Vorgaben des Projekts (Grobplanung) bzw. der Nutzungsvereinbarung (Feinplanung) entnommen.

A.1.5 Der Wärmebedarf für Warmwasser  $Q_W$  bzw.  $Q'_W$  ergibt sich gemäss Gleichung 13:

$$Q_W = \sum_i (n_{P,i} \cdot V_{W,u,i}) \cdot (\Delta\theta_{gen} \cdot \rho \cdot C_p) \quad (13)$$

$Q_W$	Wärmebedarf für Warmwasser
$n_{P,i}$	massgebende Personenzahl bzw. Bezugseinheiten für die Nutzungseinheit $i$ bei der Normbelegung
$V_{W,u,i}$	Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit für die Nutzungseinheit $i$ , in Litern
$\Delta\theta_{gen}$	Temperaturerhöhung bei der Wassererwärmung
$\rho$	Dichte des Wassers
$C_p$	spezifische Wärmekapazität des Wassers

$$\rho \cdot C_p = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ kWh/K}$$

Wird  $V_{W,u,i}$  in Normlitern ausgedrückt, ist der Ausdruck  $(\Delta\theta_{gen} \cdot \rho \cdot C_p)$  durch 0,058 kWh pro Normliter zu ersetzen.

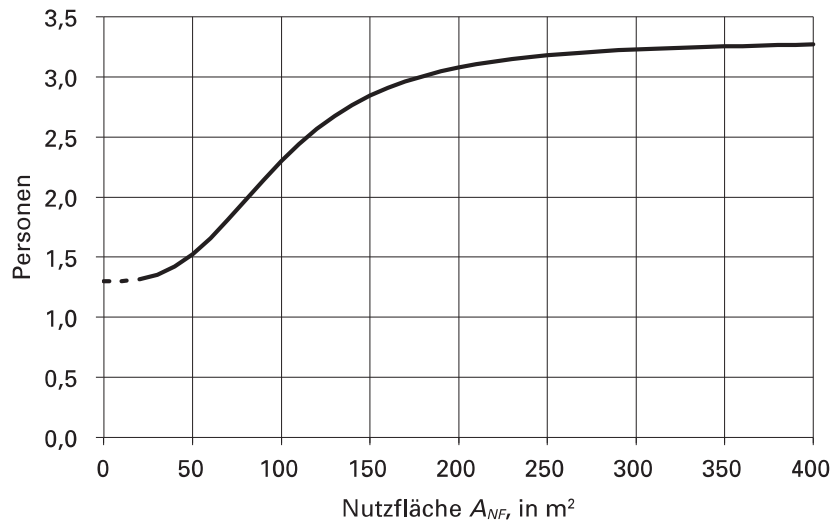
## A.2 Belegungsdaten bei der Standardnutzung im Wohnbereich

Im Wohnbereich wird die Normbelegung der Räume gemäss Gleichung 14 auf der Basis der Nutzfläche separat für jede Wohneinheit ermittelt.<sup>13</sup> Die Anzahl Personen  $n_{P,i}$  muss keine ganze Zahl sein.

$$n_{P,i} = 3,3 - \frac{2}{1 + (A_{NF} / A_0)^3} \quad (14)$$

$n_{P,i}$  Anzahl Personen in der Wohneinheit  
 $A_{NF}$  Nutzfläche der Wohneinheit, in  $m^2$   
 $A_0 = 100 m^2$

Figur 7 Normbelegung von Wohneinheiten gemäss Gleichung 14



<sup>13</sup> Datenbasis: Erhebung 2013 des Bundesamtes für Statistik BFS. Dieses Amt benutzt den Begriff *Wohnung* statt *Wohneinheit*.

Tabelle 3 Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit  $V_{W,u}$  in Normlitern pro Tag

Einheit	Gebäudeart und Zweckbestimmung	Hinweise	Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit in Normlitern pro Tag <sup>a)</sup>		
			Bezugseinheit <sup>b)</sup>	Durchschnittsbedarf	Spitzenbedarf
personenbezogene Einheit	<b>Wohngebäude</b>	einfacher Standard	P	<b>40</b>	50
	Einfamilienhaus,	mittlerer Standard	P	45	60
	Eigentumswohnung	gehobener Standard	P	55	70
	Mehrfamilienhaus	allgemeiner Wohnungsbau	P	<b>35</b>	45
		gehobener Wohnungsbau	P	45	60
	<b>Bürogebäude</b>	ohne Personalrestaurant	P	<b>3</b>	4
	<b>Gastro</b> (Kochen, Spülen, Geschirrwaschen)				
	Cafeteria, Tea Room	Besetzung mässig	S	<b>20</b>	30
		Besetzung hoch	S	30	40
	Restaurant	Besetzung mässig	S	<b>15</b>	25
		Besetzung mittel	S	25	35
		Besetzung hoch	S	30	45
	<b>Beherbergung</b>				
	Standard (ohne Küche und Wäscherei)				
	Gasthof, Hotel, Appartementhaus	einfach (Zimmer mit Dusche)	B	<b>40</b>	50
	Mittelklasse (Zimmer mit Dusche)	B	50	70	
	gehobene Klasse	B	80	100	
	Luxus	B	100	150	
Gesamtbedarf inkl. Küche und Wäscherei					
Kinderheim	einfacher Standard	B	<b>50</b>	60	
Altersheim	einfacher Standard	B	<b>40</b>	50	
Alters- und Pflegeheim	einfacher Standard	B	<b>50</b>	65	
Krankenhaus, Klinik	medizintechnische Einrichtungen:				
	einfach	B	<b>60</b>	80	
	durchschnittlich	B	80	100	
	umfangreich	B	120	150	
sachbezogene Einheit	Speiserestaurant	Essen einfach, Tellergerichte	M	<b>8</b>	10
		Essen bis 3 Gänge	M	10	12
		Essen 4 und mehr Gänge	M	15	20
	Wäscherei	Trockenwäsche	pro kg	<b>4</b>	5
	Duschen	Schüler	D/P	<b>20</b>	25
		Sportler	D/P	25	30
		Fabrikarbeit			
		schwach schmutzig	D/P	30	35
		stark schmutzig	D/P	35	40
	Baden	normale Wannen	B/P	<b>90</b>	110
	Grosswannen	B/P	110	120	
	Hydrotherapiewannen	B/P	180	250	
	Grossraumwannen	B/P	300	360	

a) Die Zahlenangaben gehen aus Auswertungen von Messungen und Statistiken des Warmwasserverbrauchs hervor. Sie beinhalten keine Verluste, insbesondere keine Ausstossverluste. Für deren Anwendungen sind alle relevanten Einflussgrössen und objektbezogenen Randbedingungen mitzubersichtigen. Bei der Grobauslegung sind die **fett gedruckten** Daten einzusetzen.

b) Personenbezogene Einheiten:                      Sachbezogene Einheiten:  
P Person                                                      M Mahlzeit  
B Bett                                                            D/P Duschbad pro Person  
S Sitzplatz                                                    B/P Wannenbad pro Person

## Anhang B (normativ)

### Speicherwärmeverluste $Q_{W,sto,ls}$

- B.1 Bei der Ermittlung der Speicherwärmeverluste  $Q_{W,sto,ls}$  werden drei Fälle unterschieden:
- der Speicher steht als Produkt fest;
  - das Speicherprodukt steht nicht fest und das Speichervolumen ist kleiner oder gleich 2000 Liter;
  - das Speicherprodukt steht nicht fest und das Speichervolumen ist grösser als 2000 Liter.

B.1.1 Wenn der Speicher als Produkt feststeht, wird der Messwert der Wärmeverluste gemäss Prüfbericht der Zulassungsprüfung für die Berechnung der Speicherwärmeverluste übernommen.

B.1.2 Wenn das Speicherprodukt nicht feststeht und das Speichervolumen kleiner oder gleich 2000 Liter ist, wird der Grenzwert der Wärmeverluste gemäss SIA 385/1:2011, Tabelle 5, übernommen, und zwar auch im Fall von Speichern ohne werkseitig aufgebraachte bzw. vorgefertigte Dämmung. Dieser Wert wird ab drittem Stutzen für jeden Wasser führenden Stutzen gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 5.2.1.4, um 0,1 kWh in 24 Stunden erhöht. Bei Zwischenwerten des Speichervolumens sind die Werte durch lineare Interpolation zwischen den benachbarten Werten zu ermitteln.

B.1.3 Wenn das Speicherprodukt nicht feststeht und das Speichervolumen grösser als 2000 Liter ist, wird der Wärmeverlust in 24 Stunden bei 45 K Temperaturdifferenz zur Umgebungsluft mit Hilfe von Gleichung 15 berechnet. Dieser Wert wird ab drittem Stutzen für jeden Wasser führenden Stutzen gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 5.2.1.4, um 0,1 kWh in 24 Stunden erhöht.

$$Q_{W,sto,ls} = c_1 \cdot \sqrt{\frac{V_{sto}}{V_0}} + c_2 \cdot (n_{cp} - 2) \quad (15)$$

$Q_{W,sto,ls}$  Speicherwärmeverluste, in kWh pro Tag

$c_1$  Koeffizient mit Wert 0,11 kWh pro Tag

$V_{sto}$  Speichervolumen, in Litern

$V_0$  Konstante mit Wert 1 l

$c_2$  Koeffizient mit Wert 0,10 kWh pro Tag

$n_{cp}$  Anzahl Wasser führender Stutzen (unabhängig davon, ob ständig oder nicht ständig Wasser führend)

B.2 Der gemäss B.1 ermittelte Wert von  $Q_{W,sto,ls}$  gilt nur, wenn alle Rohranschlüsse am Speicher lückenlos wärmegeklämt und alle nicht ständig Wasser führenden Rohranschlüsse mit einem Wärmesiphon gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 5.5, versehen werden. Wenn Rohranschlüsse am Speicher nicht lückenlos wärmegeklämt sind oder Wärmesiphons bei nicht ständig Wasser führenden Rohranschlüssen fehlen, sind die Wärmeverluste des in Betrieb stehenden Speichers etwa doppelt so hoch. Wenn Rohranschlüsse am Speicher nicht lückenlos wärmegeklämt sind und gleichzeitig Wärmesiphons bei nicht ständig Wasser führenden Rohranschlüssen fehlen, sind die Wärmeverluste des in Betrieb stehenden Speichers etwa dreimal höher.

B.3 Bei der Grobauslegung werden die Speicherwärmeverluste unabhängig von der Betriebstemperatur des Speichers ermittelt. Dabei wird eine Temperaturdifferenz von 45 K zwischen Speicherinhalt und Speicherumgebungsluft angenommen. Damit wird sichergestellt, dass eine Warmwasserversorgung, welche in einer ersten Phase bei niedrigeren Temperaturen betrieben wird und später (z.B. bei einem Energieträgerwechsel) auf 45 K Temperaturdifferenz zwischen Speicherinhalt und Speicherumgebungsluft umgestellt wird, immer noch die Gesamtanforderung erfüllt.

B.4 Bei der Feinplanung von Warmwasserversorgungen, welche ausser bei den gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 3.2.3, durchgeführten, thermischen Desinfektionen eine Solltemperatur unter 60 °C am Austritt des Speichers aufweisen, können die gemäss B.1 ermittelten Speicherwärmeverluste um den Faktor  $\Delta\theta_{sto}/\Delta\theta_{sto,std}$  reduziert werden. Dabei ist  $\Delta\theta_{sto}$  die Differenz zwischen der Solltemperatur des Warmwassers am Austritt des Speichers und der Speicherumgebungstemperatur;  $\Delta\theta_{sto,std}$  beträgt 45 K (Standardwert dieser Temperaturdifferenz). Diese Reduktion ist unzulässig, wenn der Grenzwert der Speicherwärmeverluste bei der Grobauslegung gemäss 3.3.11 durch den Zielwert ersetzt wurde.

- B.5 Bei thermischen Solaranlagen wird nur das Bereitschaftsvolumen des Speichers berücksichtigt. Zudem werden die im Sommer in solchen Anlagen auch im Bereitschaftsvolumen vorkommenden, höheren Temperaturen ignoriert. Diese Berechnungsweise vermeidet die Übertragung der systembedingten Speicherwärmeverluste von Solaranlagen auf die für die energietechnische Bewertung des Gebäudes massgebende Energiebilanz.

## Anhang C (normativ)

### Hilfsenergie $E_{W,aux}$

- C.1 Der Elektrizitätsbedarf der Umwälzpumpe eines Warmwasser-Zirkulationskreises ist gleich dem Produkt aus dem Grenzwert für die elektrische Nennleistung gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 5.6.1, und der Laufzeit von 24 h über 365 Tage pro Jahr. Die Pumpe läuft grundsätzlich ununterbrochen. Wenn eine effizientere Pumpe eingesetzt wird (Hocheffizienzpumpe mit Permanentmagnetmotor), die den Zielwert gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 5.6.1, erfüllt, darf der Zielwert eingesetzt werden.
- C.2 Der Elektrizitätsbedarf eines Warmhaltebandes wird zwei Dritteln der Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen gleichgesetzt. Bei diesen Wärmeverlusten handelt es sich bei der Grobauslegung um die gemäss 3.3.6 berechnete Grösse  $Q'_{W,hl,ls}$  und bei der Feinplanung um die gemäss Anhang D berechnete Grösse  $Q_{W,hl,ls}$ . Die Reduktion um ein Drittel berücksichtigt den Anteil Wärme, der bei Entnahmevorgängen durch Warmwasser aus dem Speicher geliefert wird.
- C.3 Für die Ermittlung des Elektrizitätsbedarfs einer Wärmepumpe, welche nur der Warmhaltung eines Warmwasser-Zirkulationskreises dient, werden ebenfalls die Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen  $Q'_{W,hl,ls}$  bzw.  $Q_{W,hl,ls}$  mit dem Faktor  $2/3$  multipliziert und danach durch die Leistungszahl der Wärmepumpe dividiert.
- C.4 Der Elektrizitätsbedarf der Regelung wird vernachlässigt.

## Anhang D (normativ)

### Wärmeverluste der warm gehaltenen Warmwasser-Verteilleitungen $Q_{W,hl,ls}$

- D.1 Bei der Grobauslegung werden die Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen anhand von festen Werten des linearen Wärmeverlusts berechnet, siehe 3.3.6. Diese Werte entsprechen üblichen Dämmmaterialien und -dicken sowie der Temperaturdifferenz von 40 K zwischen warm gehaltenen Leitungen und der Umgebungsluft. Sie wurden so gewählt, dass eine Warmwasserversorgung, welche in einer ersten Phase bei niedrigeren Temperaturen betrieben wird und später (z.B. bei einem Energieträgerwechsel) auf 40 K Temperaturdifferenz zwischen warm gehaltenen Leitungen und der Umgebungsluft umgestellt wird, immer noch die Gesamtanforderung erfüllt.
- D.2 Bei der Feinplanung werden die Wärmeverluste der warm gehaltenen Leitungen auf der Basis ihrer Länge und Durchmesser ermittelt. Die betrachtete Länge der warm gehaltenen Leitungen wird um die Länge der Verteiler und deren Verbindungsleitungen zu den warm gehaltenen Komponenten erhöht, wenn diese Verteiler und deren Verbindungsleitungen gedämmt sind.
- D.3 Tabelle 4 gibt für die gängigen Aussendurchmesser der Leitungen die Wärmeverluste für eine Leitungslänge von 1 Meter und für drei Werte der Temperaturdifferenz zwischen den Leitungen und ihrer Umgebungsluft. Dabei wird angenommen, dass die von SIA 385/1:2011, Tabelle 7, geforderte Minstdämmdicke der Leitung lückenlos eingehalten wird. Bei anderen Werten der mittleren Temperatur der Umgebungsluft und/oder der mittleren Leitungstemperatur können die Daten der Tabelle 4 proportional zur Temperaturdifferenz  $\Delta\theta_{hl}$  umgerechnet werden.

Tabelle 4 Tägliche Wärmeverluste von warm gehaltenen Leitungen, in kWh pro Laufmeter, bei einer Temperaturdifferenz  $\Delta\theta_{hl}$  von 30 K, 35 K bzw. 40 K zwischen den Leitungen und ihrer Umgebungsluft. Die Leitungen sind lückenlos mit der geforderten Dicke gedämmt.

$D$ in mm	15,0	18,0	22,0	28,0	35,0	42,0	54,0	64,0	76,1	88,9	108,0
Verluste in kWh/(m·d) bei											
$\Delta\theta_{hl} = 30$ K	0,071	0,075	0,081	0,087	0,094	0,100	0,109	0,115	0,122	0,129	0,137
$\Delta\theta_{hl} = 35$ K	0,083	0,088	0,094	0,102	0,110	0,117	0,127	0,134	0,143	0,150	0,160
$\Delta\theta_{hl} = 40$ K	0,095	0,101	0,108	0,117	0,126	0,133	0,145	0,154	0,163	0,171	0,183

$D$  Aussendurchmesser der Leitung

- D.4 Bei Aussendurchmessern zwischen den Tabellenwerten gilt der nächsthöhere Durchmesser.
- D.5 Beim Rohr-an-Rohr-Zirkulationssystem gilt als massgebender Aussendurchmesser die Summe der Aussendurchmesser beider Rohrleitungen.

## Anhang E (normativ)

### Ausstosswärmeverluste $Q_{W,em,ls}$

E.1 Die gesamten Wärmeverluste der Ausstossleitungen einer Warmwasserversorgung ergeben sich bei der Feinplanung gemäss Gleichung 16:

$$Q_{W,em,ls} = \sum_i \left( \frac{n_{em,i}}{N_{em,i}} \cdot \sum_{j=1}^{N_{em,i}} Q_{W,em,ls,ind,i,j} \right) \quad (16)$$

$Q_{W,em,ls}$	Ausstosswärmeverluste, in kWh pro Tag
$n_{em,i}$	Anzahl der Entnahmen pro Tag in der betrachteten Nutzungseinheit $i$ , gemäss Tabelle 5; sie muss keine ganze Zahl sein
$N_{em,i}$	Anzahl Entnahmestellen der betrachteten Nutzungsart in der Nutzungseinheit $i$ (ganze Zahl)
$Q_{W,em,ls,ind,i,j}$	Ausstosswärmeverluste einer einzelnen Entnahme an der Entnahmestelle $j$ in der Nutzungseinheit $i$ , in kWh, gemäss E.2

In der Gleichung 16 werden die Entnahmen aus Entnahmestellen gleicher Nutzungsart innerhalb einer Nutzungseinheit unter diesen Entnahmestellen gleichmässig aufgeteilt. Für die Berechnung der Wärmeverluste wird jede Ausstossleitung gemäss E.2 separat betrachtet.

- E.1.1 Bei der Anwendung der Tabelle 5 bezieht sich die Personenzahl bzw. Mahlzeiten- oder Bettenzahl immer auf eine einzige Gruppe von Räumen gleicher Nutzung, welche einer bestimmten Warmwasserversorgung zugeordnet sind. Sie muss keine ganze Zahl sein.
- E.1.2 Bei der Anwendung der Tabelle 5 auf Ausstossleitungen der Küchenarmaturen wird die Anzahl der Warmwasserentnahmen pro Tag  $n_{em,i}$  halbiert, wenn diese Leitungen gemäss 4.1.5.1 gedämmt werden.
- E.1.3 Für den Wohnbereich illustriert Figur 8 die mathematischen Formeln der Tabelle 5.

Figur 8 Anzahl Warmwasserentnahmen  $n_{em,i}$  in einer Wohneinheit mit  $n_{P,i}$  Personen gemäss Tabelle 5

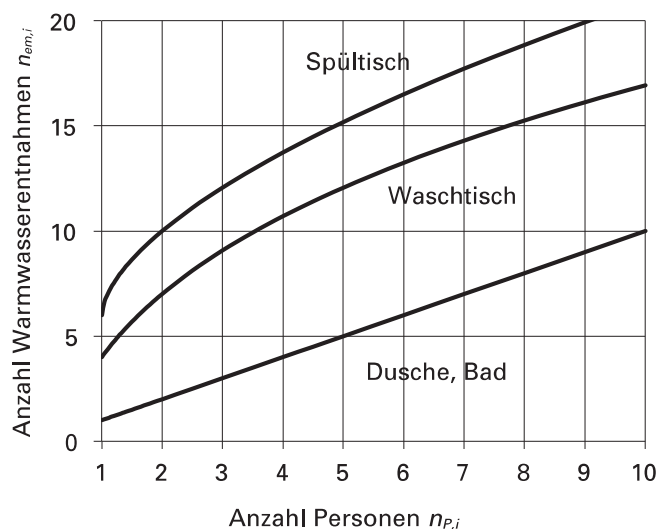


Tabelle 5 Anzahl der Warmwasserentnahmen pro Tag und Volumenstrom in der Warmwasserleitung während der Entnahmen, bei der Standardnutzung, nach Nutzungsart der Entnahmestellen aufgeschlüsselt

Nutzungsart der Entnahmestellen	Beispiele	Anzahl Warmwasserentnahmen pro Tag $n_{em,i}$	Volumenstrom in der Warmwasserleitung $q_{v,W,em}$ l/min
Wohneinheit mit $n_{P,i}$ Personen Duschen, Bad Spültische Waschtische		$n_{P,i}$ $4 \cdot (n_{P,i} - 1)^{0,6} + 6$ $13 \cdot n_{P,i}^{0,3} - 9$	6 <sup>a)</sup> 4 <sup>a)</sup> 3 <sup>a)</sup>
Verwaltungseinheit mit $n_{P,i}$ Personen	Büros, Schalterhalle, Arztpraxis, Bibliothek, Ateliers, Ausstellungsräumlichkeiten, Kulturzentrum, Rechenzentrum, Fernmelderaum, Fernsehraum, Filmstudio	$2 n_{P,i}$	3
Schuleinheit mit $n_{P,i}$ Personen	Schulräume, Kindergärten und -horte, Ausbildungsräume, Kongresszentren, Labors, Forschungsinstitut, Gemeinschaftsräume, Freizeitanlagen	$1,5 n_{P,i}$	3
Verkaufseinheit mit $n_{P,i}$ Mitarbeitenden	Verkaufsräume aller Art inkl. Einkaufszentren, Messegebäude	$2 n_{P,i}$	3
Restauranteinheit bei $n_{M,i}$ servierten Mahlzeiten pro Tag	Restaurants (inkl. Küchen), Cafeterias, Kantinen, Dancings, Diskotheken	$n_{M,i}$	4
Versammlungslokal-einheit mit $n_{P,i}$ Besuchern	Theater, Konzertsäle, Kinos, Kirchen, Abdankungshallen, Aulas, Sporthallen mit viel Publikum	$0,5 n_{P,i}$	3
Spital bzw. Hotel mit $n_{B,i}$ Betten	Spitäler, psychiatrische Kliniken, Krankenhäuser, Altersheime, Rehabilitationszentren, Behandlungsräume, Hotels (nur Beherbergung)	$3 n_{B,i}$	6
Industrieraumeinheit mit $n_{P,i}$ Mitarbeitenden	Fabrikationsräume, Gewerberäume, Werkstätten, Servicestationen, Werkhöfe, Bahnhöfe, Feuerwehrgebäude	$2 n_{P,i}$	4
Lagereinheit mit $n_{P,i}$ Mitarbeitenden	Lagerhallen, Verteilzentren	$2 n_{P,i}$	3
Sportanlage mit $n_{P,i}$ Besuchern	Turn- und Sporthallen, Gymnastikräume, Tennishallen, Kegelbahnen, Fitnesszentren, Sportgarderoben	$2 n_{P,i}$	6
Hallenbad mit $n_{P,i}$ Besuchern	Hallenbäder, Lehrschwimmbecken, Saunagegebäude, Heilbäder	$2 n_{P,i}$	6

a) Gemäss SN EN 15316-3-1:2007, Tabelle A.4

E.2 Die Ausstosswärmeverluste pro Entnahme sind durch Gleichung 17 gegeben.

$$Q_{W,em,ls,ind} = k_1 \cdot \frac{L_{em}}{L_0} + k_2 \cdot \sqrt{\frac{L_{em}}{L_0} \cdot \frac{q_{v,W,em}}{q_0}} \quad (17)$$

$Q_{W,em,ls,ind}$  Ausstosswärmeverluste einer einzelnen Entnahme an einer einzelnen Entnahmestelle, in kWh

$L_{em}$  Länge der Ausstossleitung, in m

$L_0$  Konstante mit Wert 1 m

$q_{v,W,em}$  Volumenstrom während der Entnahme, nach Tabelle 5, in l/min

$q_0$  Konstante mit Wert 1 l/min

$k_1, k_2$  Koeffizienten nach Tabelle 6;  $k_1$  und  $k_2$  in kWh

Tabelle 6 Koeffizienten  $k_1$  und  $k_2$  zur Gleichung 17, in Abhängigkeit von Werkstoff und Massen der Ausstossleitung<sup>14</sup>

Warmhaltung vorhanden?	Material Masse $D \times s$		Rostbeständiger Stahl			Kunststoff		
			15 × 1	18 × 1	22 × 1,2	12 × 1,8	16 × 2,2	20 × 2,8
Ja	$k_1$	kWh	0,0069	0,0104	0,0157	0,0029	0,0055	0,0085
	$k_2$	kWh	0,0084	0,0098	0,0117	0,0054	0,0070	0,0085
Nein	$k_1$	kWh	0,0077	0,0116	0,0174	0,0032	0,0061	0,0094
	$k_2$	kWh	0,0081	0,0094	0,0113	0,0052	0,0068	0,0082

$D$  Rohraussendurchmesser, in mm

$s$  Rohrwanddicke, in mm

Wenn die Ausstossleitung aus unterschiedlichen Teilstücken besteht, ist für jedes Teilstück die Gleichung 17 mit den jeweiligen Koeffizienten  $k_1$  und  $k_2$  sowie der Länge der Teilstrecke einzeln zu berechnen. Anschliessend werden die so ermittelten Einzelbeiträge addiert.

E.3 Erläuterungen zur Ausstosszeit und zu den Ausstosswärmeverlusten finden sich in Anhang G.

E.4 Bei der Feinplanung von Warmwasserversorgungen, welche ausser bei den gemäss SIA 385/1:2011, Ziffer 3.2.3, durchgeführten, thermischen Desinfektionen eine Solltemperatur unter 60 °C am Austritt des Speichers bzw. unter 55 °C am Austritt eines Verteilers aufweisen, werden die Ausstosswärmeverluste ebenfalls mit den Daten der Tabelle 6 berechnet.<sup>15</sup>

14 Auf eine feinere Differenzierung nach (u.U. niedrigeren) Werten der Temperatur am Eintritt der Ausstossleitungen wird verzichtet. So wird sichergestellt, dass eine Warmwasserversorgung, welche in einer ersten Phase bei niedrigeren Temperaturen betrieben wird und später (z.B. bei einem Energieträgerwechsel) auf die für den Schutz vor der übermässigen Legionellenvermehrung optimalen Temperaturen umgestellt wird, immer noch einwandfrei funktioniert.

15 Die gemäss SIA 385/1:2011, Tabelle 3, geforderten Maximalausstosszeiten können in diesem Fall meistens nicht eingehalten werden. Die effektiven Ausstosszeiten hängen stark vom Verhalten des Benutzers ab. Dies rechnerisch abzubilden, ist kaum möglich. Als Ersatz werden die Daten der Tabelle 6 eingesetzt.

## **Anhang F (informativ)**

### **Nutzungsvereinbarung**

Die Nutzungsvereinbarung sollte insbesondere die folgenden Daten enthalten:

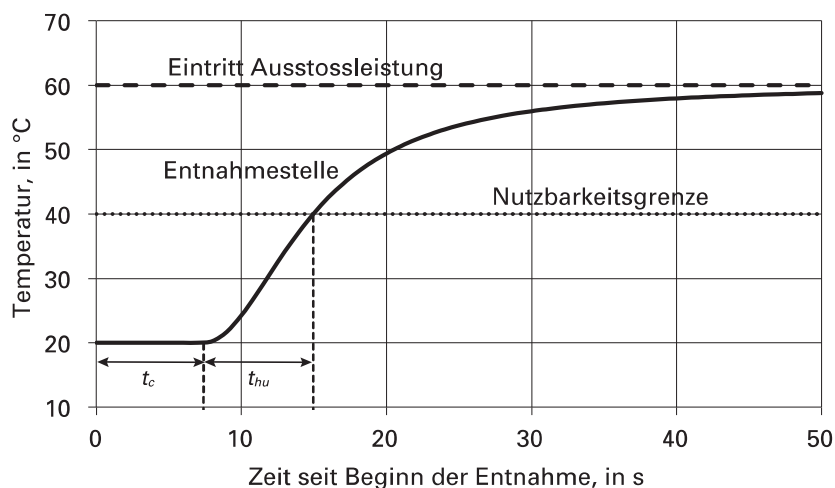
- Liste der Räume, die mit Warmwasser versorgt werden.
- Für jeden mit Warmwasser versorgten Raum: Liste der Entnahmestellen, mit jeweiliger Angabe des versorgten Apparates und der Armatur.
- Für jede Nutzungseinheit gemäss Tabelle 3: vereinbarter Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit sowie vereinbarte Soll-Temperatur am Speicheraustritt und Volumenstrom an Entnahmestellen. Beträgt die vereinbarte Soll-Temperatur am Speicheraustritt nicht 60°C, wird der Nutzwarmwasserbedarf pro Bezugseinheit in l/d und in Normliter pro Tag gemäss A.1.1 angegeben.
- Für jede Wohneinheit: die Nutzfläche. Für jede andere Nutzungseinheit: die Anzahl Bezugseinheiten bei Normbelegung.
- Angaben über das erwartete Nutzungsprofil: z.B. in einem Fitnesscenter die Öffnungszeiten sowie die Benutzerfrequenzen, oder in einem Restaurant u.a. die Öffnungszeiten, oder in einem Gewerbebetrieb die Anzahl Mitarbeiter und die Arbeitszeit.
- Wenn die Wärmeerzeugung für die Warmwasserversorgung durch einen Wärmeerzeuger erfolgt, welcher ebenfalls die Heizung und/oder die Lüftung mit Wärme versorgt, ist ein Hinweis nötig, ob die Versorgung von Heizung und/oder Lüftung während der Wassererwärmung unterbrochen werden darf oder ob der Wärmeerzeuger alle Wärmeabnehmer gleichzeitig versorgen muss.
- Zusatzangaben zu allfälligen Spezialfällen.

## Anhang G (informativ)

### Erläuterungen zu Ausstosszeit und Ausstosswärmeverlusten

- G.1 Der Anhang G enthält Erläuterungen und physikalische Betrachtungen im Zusammenhang mit der Berechnung der Ausstosszeit und der Ausstosswärmeverluste. Diese sind als Hintergrundinformationen zu verstehen, welche das Verständnis mehrerer Planungsschritte unterstützen sollen. Die Planung selbst erfolgt gemäss den Kapiteln 3 und 4.
- G.2 Die Entnahme von Warmwasser an einer Entnahmestelle geschieht in drei Phasen (Figur 9):
- Kaltphase (Dauer:  $t_c$ ): Der erste Wasserinhalt der Ausstossleitung wird ausgestossen. Die Wassertemperatur an der Entnahmestelle liegt in der Nähe der Umgebungstemperatur, abhängig vom Zeitintervall seit der vorhergehenden Entnahme.
  - Anwärmphase (Dauer:  $t_{hu}$ ): Die Wassertemperatur an der Entnahmestelle steigt; der Rohrwerkstoff und die durchflossenen Armaturen, gegebenenfalls auch der Verteiler, erwärmen sich. Diese Phase dauert bis 40 °C, das heisst bis die Mindesttemperatur des nutzbaren Warmwassers an der Entnahmestelle erreicht ist.
  - Eigentliche Warmwasserentnahme: Sie beginnt nach der Ausstosszeit (Kalt- und Anwärmphase), d.h. sobald die Nutzbarkeitsgrenze von 40 °C an der Entnahmestelle erreicht ist.
  - Etwa nach dem Siebenfachen der Ausstosszeit ist die Temperatur an der Entnahmestelle stabil. Der Endwert gibt Aufschluss über die Temperatur am Eintritt der Ausstossleitung.

Figur 9 Gemessener Temperaturverlauf an einer Entnahmestelle (Beispiel)



- G.3 Die Ausstosszeit hängt von der Wärmekapazität der installierten Armaturen und von den herrschenden Druckverhältnissen ab. Einen stärkeren Einfluss auf die Ausstosszeit haben die Länge der Ausstossleitung und die Temperatur der warm gehaltenen Leitung bzw. des oberen Teils des Speichers, woraus das Warmwasser entnommen wird. Je niedriger die Temperatur am Eintritt der Ausstossleitung ist, desto länger ist die Anwärmphase und folglich auch die Ausstosszeit (Tabelle 7).

Tabelle 7 Beispiele berechneter Ausstosszeiten als Funktion der Temperatur am Eintritt der Ausstossleitung für vier verschiedene, gleich lange Ausstossleitungen, ausgehend von der Ausstosszeit bei 55 °C (100%)

Eintrittstemperatur	Ausstosszeit
60 °C	93 %
55 °C	100 %
50 °C	112 %
45 °C	139 %

- G.4 Bei der Berechnung der Ausstosszeit gemäss 3.2.2.3, Gleichung 2, sowie bei der Berechnung der Ausstosswärmeverluste gemäss Anhang E, Gleichung 17, wird von vollständig auf Umgebungstemperatur abgekühlten Ausstossleitungen ausgegangen, obwohl die Ausstosszeit kürzer ausfallen kann, wenn zwei Entnahmen kurz aufeinander folgen.
- G.5 Die Ausstosszeit wird für alle Warmwasserversorgungen unabhängig von der Betriebstemperatur am Eintritt der Ausstossleitungen gemäss 3.2.2.3, Gleichung 2, berechnet. Somit wird sichergestellt, dass auch Warmwasserversorgungen, welche bei einer Eintrittstemperatur der Ausstossleitungen von weniger als 55°C betrieben werden sollen, eine in der praktischen Installation umsetzbare Ausstossleitungslänge erhalten. Die Folge davon ist allerdings, dass in diesem Fall die effektive Ausstosszeit in der Regel grösser ist als die von SIA 385/1:2011, Tabelle 3, geforderte, maximale Ausstosszeit.
- G.6 In der Gleichung 2, welche den Wert der Ausstosszeit ergibt, ist der Faktor 2 ein Mittelwert aus Labormessungen und bildet mit genügender Genauigkeit das Verhältnis der Ausstosszeit zur Kaltphasendauer ab. In der Bauprojektphase (Feinplanung und Energiebilanz der Warmwasserversorgung) wird die Ausstosszeit nicht explizit neu berechnet. Allein die Ausstosswärmeverluste werden zu diesem Zeitpunkt gemäss Anhang E, Gleichungen 16 und 17, auf der Basis eines im Hintergrund stehenden, mathematischen Ausdrucks der Ausstosszeit berechnet. Eine Rechenhilfe kann dabei von Vorteil sein.
- G.7 Der in Gleichung 16 einzusetzenden Anzahl der Entnahmen pro Tag liegt folgende Annahme zugrunde:
- Mehrere aufeinanderfolgende kleine Entnahmen werden als eine einzige Entnahme betrachtet, solange die Temperatur des Warmwassers an der Entnahmestelle nicht unter 40°C fällt. Somit wird jeder Entnahme eine Ausstosszeit zugeordnet.
  - Das entnommene Warmwasservolumen oder der genaue Zeitpunkt der Entnahme spielen hingegen bei der Berechnung der Ausstosswärmeverluste keine Rolle.
- G.8 Gleichung 17 und die Werte der in Tabelle 6 angegebenen Koeffizienten  $k_1$  und  $k_2$  wurden wie folgt ermittelt:
- Im Labor wurde eine Reihe von Temperaturverläufen nach Figur 9 für verschiedene Ausstossleitungen gemessen.
  - Mit Hilfe eines physikalischen Modells der Ausstossleitung samt Entnahmemarmatur wurden diese Temperaturverläufe mathematisch dargestellt. Die Messwerte konnten ziemlich genau rechnerisch wiedergegeben werden.
  - Daraus ergab sich ein mathematischer Ausdruck für die Ausstosszeit. Für die gemessenen Konfigurationen wurde eine Tabelle mit den Werten der Modellparameter erstellt (Tabelle 6).
  - Die Wärmeverluste, welche als Folge einer einzelnen Entnahme stattfinden, werden – vereinfacht – dem Wärmeinhalt des Warmwassers gleichgesetzt, welches während der Ausstosszeit aus dem Speicher ausfliesst.
  - Die Ausstosswärmeverluste wurden als Funktion der Ausstosszeit und des in Tabelle 5 vorgegebenen Volumenstroms berechnet.
  - Die unterschiedlichen Werte von  $k_1$  und  $k_2$  in Anlagen mit bzw. ohne warm gehaltene Leitungen sind die Folge unterschiedlicher Temperaturen am Eintritt der Ausstossleitung. Im Modell, das der Gleichung 17 zugrunde liegt, beträgt diese Temperatur bei warm gehaltenen Leitungen 55°C, ohne warm gehaltene Leitungen 60°C (Speicheraustrittstemperatur).

## **Anhang H** (informativ) **Publikationen**

- [1] Merkblatt SIA 2024, *Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik*, 2006
- [2] SN EN 15316-3-3:2007, *Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3-3: Trinkwassererwärmung, Erzeugung*





---

In der Kommission SIA 385 vertretene Organisationen

AHB	Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
BFE	Bundesamt für Energie
CRDE	Westschweizer Regionalgruppe der EnFK
EnFK	Konferenz der kantonalen Energiefachstellen
GebäudeKlima Schweiz	Schweizerischer Verband für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik
HSLU	Hochschule Luzern, Technik & Architektur
SIA KGE	SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen
suissetec	Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches

---

---

## Kommission SIA 385, Warmwasseranlagen

		Vertreter von
Präsident	Jürg Nipkow, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich	SIA
Mitglieder	Ueli Ehrbar, dipl. Elektroniker, Aarburg Sven Häckel, Sanitärtechniker TS, Zürich Alex Herzog, dipl. Ing. FH, Winterthur Marc Kamber, Sanitärtechniker TS, Hägendorf Bernard Krieg, dipl. Ing. FH, Echallens Reto Lang, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Mönchaltorf Urs Lippuner, dipl. Ing. FH/SIA, Zürich Olivier Meile, dipl. Ing. FH, Bern Cosimo Sandre, Sanitärtechniker TS, Zürich Bruno Stadelmann, Sanitärtechniker TS, Schüpfheim Jacobus van der Maas, Phys. EPFL, Genf Reto von Euw, dipl. Ing. FH, Luzern	GebäudeKlima Schweiz Projektierung EnFK AHB, Bauherrschaften Projektierung SIA KGE suissetec, Projektierung BFE SVGW Projektierung CRDE HSLU
Sachbearbeiter	Jean-Marc Suter, Dr., dipl. Phys. SIA, Bern Stephan A. Mathez, Dr., dipl. Phys. ETH, Wetzikon	

---

## Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 385/2 am 5. März 2014 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Januar 2015.

---

Copyright © 2015 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.