

Weichwasser für solarthermische Anlagen

Kalk bremst Energieeffizienz der Solarthermie aus

Steinbildung mindert Wärmeübertragung und verändert Strömungsverhältnisse

Dipl.-Ing. Willibald Schodorf, Vertriebsleiter

Auf jede dritte in Deutschland verkaufte Heizung kommt inzwischen eine Solarwärmanlage. Was oft unbeachtet bleibt: Bei Verkalkung der Wärmetauscher durch hartes, kalkhaltiges Wasser fällt die Ernte der Sonnenenergie deutlich bescheidener aus. Zudem stört die ‚Wärmetauscher-Wanddämmung‘ relevante Parameter des Systems (Rücklauftemperatur, Fließgeschwindigkeit) und bremst die Energieeffizienz der Anlage aus. Speziell für den Einsatz in der Solarthermie entwickelte Weichwasseranlagen, welche zwei verschiedene Wasserhärte-Qualitäten zur Verfügung stellen, lösen alle mit der Steinbildung verbundenen Probleme.

Die EnEV 2009, das EEWärmeG und das neue Konjunkturprogramm der Bundesregierung fördern den Einsatz der Solarthermie. Sie finden dazu breiten Rückhalt in der Bevölkerung: Knapp 80 % der Haus- und Wohnungseigentümer halten es laut Forsa-Umfrage vom Januar 2009 für sinnvoll, dass in Neubauten ein Teil der Wärme aus erneuerbaren Energien gewonnen werden muss. Solarthermie zur Erzeugung von Warmwasser bzw. auch zur Heizungsunterstützung bietet eine Einsparmöglichkeit, die in etwa dem Einsparpotential eines Fenster-

tauschers entspricht (Einsparmöglichkeiten am Beispiel eines Musterhauses, s.Tab.1). Den unterschiedlichen Wärmebedarf je nach Abnahmeart/-menge und die Einsparmöglichkeiten bei Umstellung auf Brennwerttechnik bzw. Solarthermie zeigen Tab.2 und Tab.3.

Allerdings sorgt allein die korrekte Wärmeübertragung dafür, dass das mögliche Energieeinsparungs-Potential auch tatsächlich nutzbar ist. Steinbildung auf Wärmetauscherflächen durch kalkhaltiges Wasser verhindert sehr oft eine wirkliche Effizienz.

KOMPLEXERE SOLARTHERMIE-TECHNIK

Die Entwicklung der Solarthermie zu einer immer komplexeren Technik beschreibt zugleich auch die Geschichte der „Energieeffizienzverluste durch Steinbildung“. Sie belegt die generelle Erfahrung: Hightech reagiert sehr empfindlich auf nicht geplante Anlagenzustände und Parameter.

Waren die ersten Anwendungen noch sehr einfach gehalten, – z.B. wurde der Solarkreis (Temperatur bis 200°C) über einen Wärmetauscher direkt zum Aufwärmen des Warmwasserspeichers eingesetzt, Abb.1, – entwickelte sich die Technik schnell weiter. Durch Einsatz eines Energiepufferspeichers (Temperatur bis 95°C) werden größere Mengen Solarwärme ausgenutzt. Durch Befüllen mit härtefreiem Wasser als Puffer- bzw. Heizungswasser wurde die kritische Wandtemperatur des Wärmetauschers (Trinkwasserwärmer) für die Steinbildung in den „Durchfluss-Trinkwasserwärmer“

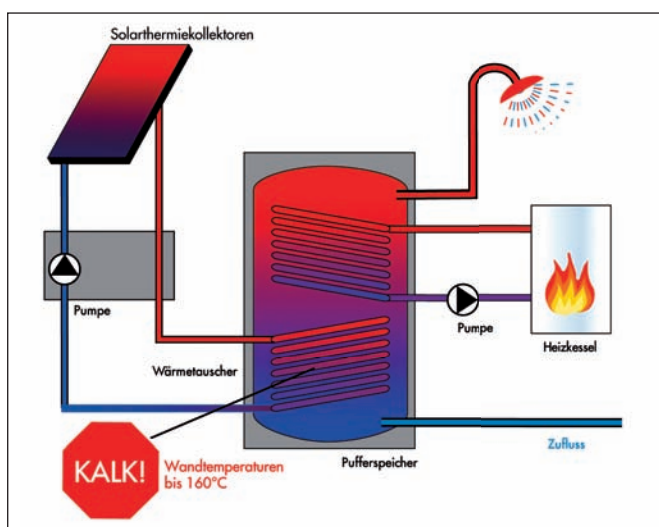


Abb.1: Der Solarkreis wird über einen Wärmetauscher direkt zum Aufwärmen des Warmwasserspeichers eingesetzt.

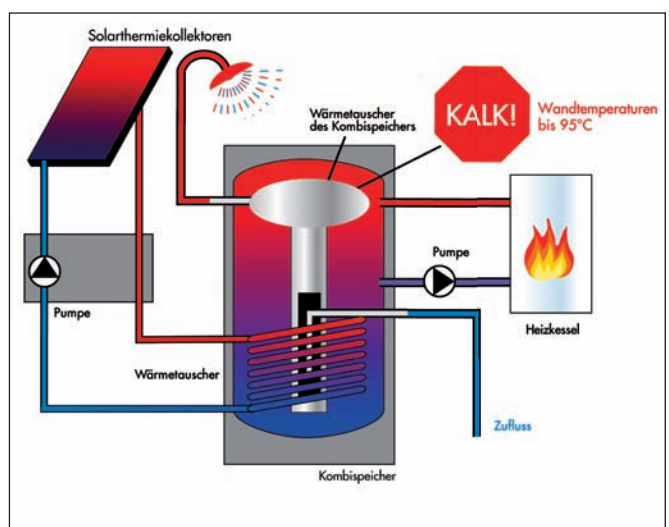


Abb.2: Durch Einsatz eines Kombispeichers (Temperatur bis 95°C) werden größere Mengen Solarwärme ausgenutzt.

mit max. 95°C verlegt, Abb.2. Die nächste Stufe der Optimierung stellt der externe Wärmetauscher dar. Hier wird das max. 95°C heiße Wasser, auf ca. 60 bis 65°C gemischt, als Heizwasser einem externen Wärmetauscher zugeführt, der als „Durchfluss-Trinkwassererwärmer“ bei Bedarf Warmwasser produziert. Dieses System benötigt eine eigene Umwälzpumpe, Abb.3. Der kritische Punkt der Steinbildung ist nun der externe Wärmetauscher mit einer Wandtemperatur bis zu 65°C. Neueste Systeme zeigen, dass bei hartem Wasser auch hier noch Weiterentwicklungspotential vorhanden ist.

STEINBILDUNG STETS VERMEIDEN

Um einen Wärmetauscher sauber zu halten, ist es wichtig, dass die Oberfläche möglichst „glatt“ ist und bleibt. Selbst wenn als Material Edelstahl genutzt wird, gilt zur Vermeidung/Minderung einer Steinbildung:

- ▶ Beherrschung des Stillstandes (möglichst niedrige Wandtemperatur)
- ▶ An- und Abfahrtemperatur bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten (Wasserentnahmen) dürfen nicht zu hoch werden.

In der Regel soll der Wärmetauscher mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten (Mindestströmungsgeschwindigkeit von 1,2 bis 1,4 m/s beim Wärmetausch) betrieben werden. Nur so bleibt genügend „Kraft“, um sich bildende Partikel gleich wieder im Ansatz mitzureißen. Dauert dieser Prozess zu lange – wir sprechen hier von einigen wenigen Sekunden – bilden sich so starke Ver-

Baugruppen			
Dämmung Dach	9.120 kWh/a	=	912 l Öl - EL
Dämmung Wände	7.200 kWh/a	=	720 l Öl - EL
Dämmung Erdreich / Keller	1.050 kWh/a	=	105 l Öl - EL
Fenster	2.200 kWh/a	=	220 l Öl - EL
Am Beispiel eines Musterhauses			

Tab.1: Einsparmöglichkeiten am Beispiel eines Musterhauses (Öl EL: Extra Leicht)

Benennung	Liter	Minuten	°C	kW	kWh
Handwäsche	5	1	35	9	0,15
Körperpflege	15	3	35	9	0,45
Geschirr	7	2	60	12	0,40
Duschbad	50	6	35	17	1,70
Wannenbad	150	10	40	32	5,30

Liter: erforderliche Wassermenge
 Minuten: Entnahmedauer
 °C: Temperatur am Zapfhahn
 kW: Leistung des Durchlauferhitzers
 kWh: Energiebedarf zur Warmwasserbereitung

An diesen Parametern kann der individuelle Energiebedarf ermittelt werden. Üblicherweise rechnet man für das Warmwasser pro Person mit einem Energiebedarf von 1.000 – 1.100 kWh/Jahr (100-110 l Öl EL).

Tab.2: Warmwasser-Energiebedarf

Umrüstung auf Brennwerttechnik		
NT- Öl- Kessel	1.600 kWh/a	= 160 l Öl EL
NT-Gas- Kessel	2.600 kWh/a	= 260 m³ Gas
Warmwassererzeugung (4 Personenhaushalt)	4.000 – 4.400 kWh/a	= 400 – 440 l Öl EL 400 – 440 m³ Gas
bis 60% Ersatz durch Solarthermie	2.400 – 2.640 kWh/a	= 240 – 264 l Öl EL 240 – 264 m³ Gas

Tab.3: Einsparpotentiale bei Umstellung auf Brennwerttechnik bzw. Einsatz von Solarthermie

bindungen zwischen der Ablagerung und der Wandung, dass diese Versteinerungen komplex wachsen und ein Abreißen durch die Strömung nicht mehr möglich ist. Des-

halb setzen viele Hersteller mit Hilfe spezieller Einbauten auf turbulente Strömungen anstelle von laminaren Strömungen. Es gilt also: Richtig dimensionierte Wärmetau-



Neue Impulse setzen – mit Komplettlösungen von HighTech+iqua



Berührungslose Armatur ...

Objektausstattung ...

... und Waschtische von HighTech+iqua

HighTech+iqua

HighTech Design Products AG
 Landsberger Straße 146, DE-80339 München
 Phone: +49 89 540945-0, Fax: +49 89 506009
 www.hightech.ag, www.aquis.ch

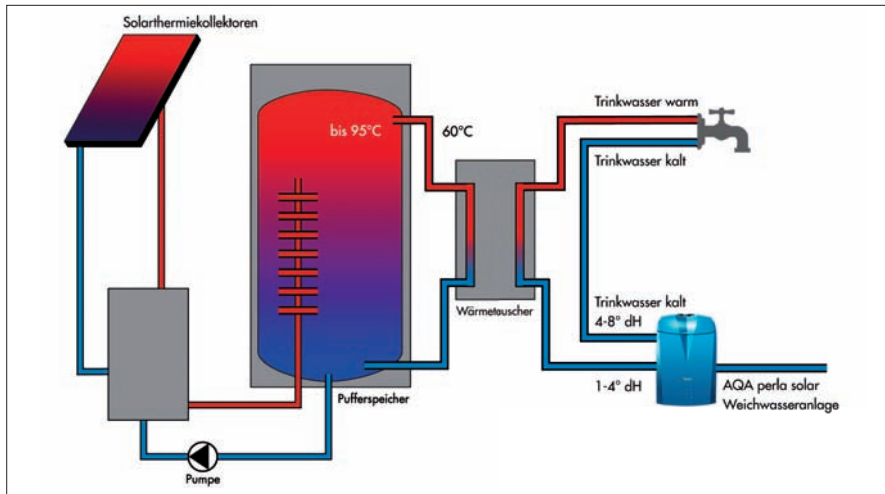


Abb.3: Pufferspeicher mit Frischwasserstation

scher minimieren das Verkalkungsrisiko. Bleibt die Frage, warum es zur Steinbildung kommt und warum sie verhindert werden sollte.

URSACHE DER STEINBILDUNG

Steinbildende Salze wie Calcium- oder auch Magnesiumhydrogencarbonate haben einen negativen Löslichkeitsindex, d.h. ihre Löslichkeit im Wasser nimmt mit steigender Temperatur ab (bei Kochsalz ist es genau umgekehrt). Beim Erwärmen von hartem Wasser werden die Härtebildner unter Freisetzung von Kohlendioxid in die entsprechenden Carbonate umgesetzt, z.B.:



Abb.4 zeigt die Zunahme der relativen ‚Steinausscheidung‘ in Abhängigkeit von der Temperatur. In VDI 2035 Blatt 1 ist nachzulesen, dass vor allem die Wandtemperatur an der Wärmeübertragungsfläche

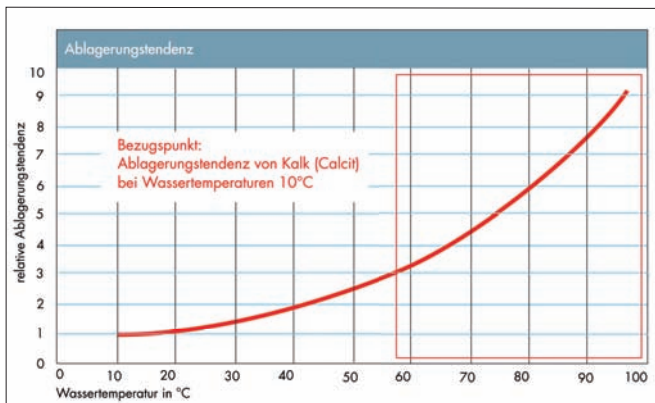


Abb.4: Tendenz zur Bildung von Kalkausscheidungen in Abhängigkeit der Temperatur

des Wärmeerzeugers entscheidend ist.

Fazit: Schäden durch Steinbildung treten auf, wenn Auslegung, konstruktive Gestaltung, Betriebsbedingungen und Wasserbeschaffenheit nicht aufeinander abgestimmt sind. Die konstruktiven Maßnahmen zur Vermeidung von Steinbildung sind bekannt:

- ▶ niedrige wasserseitige Wandtemperaturen
- ▶ homogene Wandtemperatur- und Leistungsverteilung
- ▶ groß dimensionierte Wärmeübertragungsflächen
- ▶ gleichmäßige und ausreichende wasserseitige Strömungsverhältnisse
- ▶ wasserseitige Oberflächen mit geringer Rauigkeit
- ▶ leistungsangepasste Heizungsreglung

Dass die Umsetzung in der Praxis bei schwankender Wasserentnahme, Stillstandzeiten usw. nicht einfach ist, zeigt die Lern- und Anfahrkurve der Solarthermie.

Fest steht: Wo hartes Trinkwasser erwärmt wird, besteht immer auch das Risiko, dass sich auf den Wärmetauscherwänden Kalkablagerungen bilden. Dieses Verkalkungs-Risiko muss für ein effizientes System unbedingt beachtet werden.

WIRKUNG DER STEINBILDUNG

Vergleichbar mit der Dämmwirkung unterschiedlicher Baustoffe, Abb.5, kann die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien gesehen werden, Abb.6. Man muss sich diese Zahlen einmal anschauen: 17cm Dämmstoff (WLG 040) haben die gleiche Dämmwirkung wie 892 cm Beton!

Wurde schon von unseren Vorvätern die dämmende Wirkung von Gips (Innenputz) und Kalkzement (Außenputz) beim Bauen eines Gebäudes bewusst eingesetzt, ist die Dämmwirkung von Kalk auf wärmeübertragende Materialien wie Kupfer, Aluminium oder Edelstahl offenbar noch nicht genügend bekannt. Aber eine ‚Wärmetauscher-Wanddämmung‘ ist für die effiziente Wärmeübertragung ganz gewiss nicht zielführend. So wird der Wärmedurchgang eines Materials schon bei 1 mm Kalkbelag um ca. 80 % verringert. Der Wirkungsgrad verringert sich um ca. 30 %, Abb. 7 und 9.

BEDEUTUNG FÜR DIE SOLARTHERMIE

Was bedeutet das alles für die Solarthermie? Wärmetauscher arbeiten am besten bei hohen Vorlauf- und möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen (z.B. Vorlauf 60°C / Rücklauf 20 bis 25°C). Wird nun durch eine ‚Wärmetauscher-Wanddämmung‘ der Wirkungsgrad vermindert, so erhöht sich neben dem Rückgang des Warmwasser-

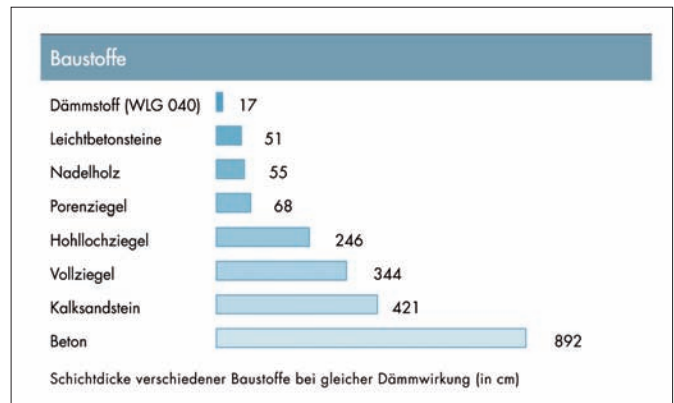


Abb.5: Dämmung verschiedener Baustoffe

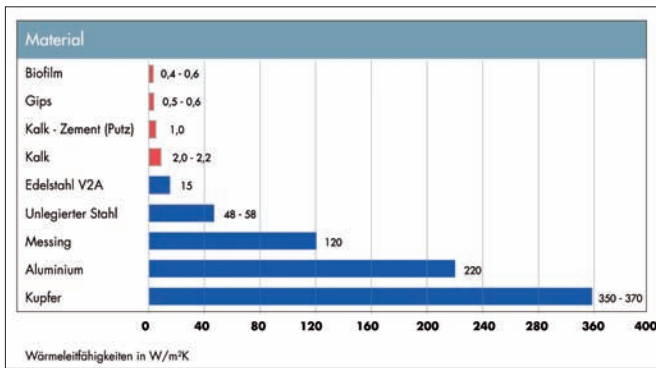


Abb.6: Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Materialien

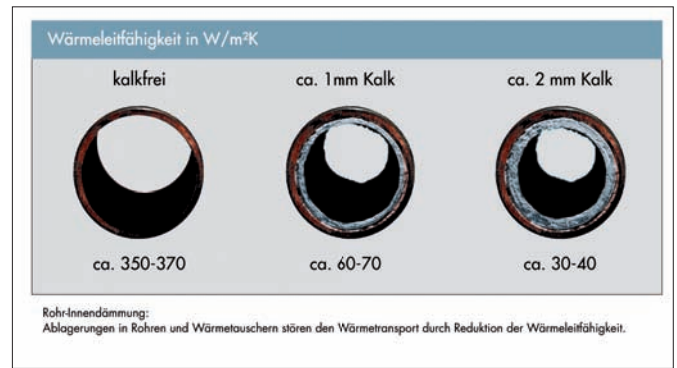


Abb.7: Kalkablagerungen beeinflussen die Wärmeleitfähigkeit eines Kupferrohrs

volumenstroms die Rücklauftemperatur des Wärmetauschers. Wieviel Energie tatsächlich bei „falschen/ zu hohen“ Rücklauf-temperaturen in einem Schichtenspeicher verloren geht, kann jeder nachvollziehen, der die Funktion eines Schichtenspeichers kennt. Fachveröffentlichungen dazu wie z.B. „Wie viel Solarwärme kommt aus Kombispeichern am Wasserhahn noch an?“ bzw. „Mehr Pufferkapazität mit Zweizonenbe- und -entladung“ [sbz 10/2009] gibt es immer wieder. Fakt ist, dass die Speichereffizienz wesentlich beeinflusst wird von

- ▶ der Vorlauftemperatur des Wärmeerzeugers
- ▶ der Rücklauftemperatur des Verbraucherkreises und den Strömungsverhältnissen und -geschwindigkeiten beim Eintritt in den Pufferspeicher.

Kommt es zu einer Durchmischung im Pufferspeicher, wird die nutzbare Wärmemenge deutlich eingeschränkt. Wärmeres Wasser in der kälteren Zone (Rücklauf zu tief) bewirkt einen thermischen Auftrieb. Zu

hohe Fließgeschwindigkeiten im Rücklauf sorgen ebenfalls für Turbulenzen. Beides ergibt eine unerwünschte Durchmischung im Schichtenspeicher. Aus diesem Grund sollte jede Frischwasserstation eine Wärmetauscher-Rücklauftemperatur-Kontrolle (mit Meldung) besitzen. So könnten die Verkalkung des Wärmetauschers sowie die Effizienz des Systems vom Nutzer einfach geprüft werden. Übrigens: Werden Anlagen mit Legionellenschutz-Funktionen (thermische Desinfektion des Warmwasser- und des Zirkulationsrohrnetzes) betrieben, kommt es sehr rasch zu einer Steinbildung mit allen beschriebenen energetischen Auswirkungen.

WEICHWASSERANLAGEN ALS PROBLEMLÖSUNG

Nach dem Motto „Je einfacher eine Konstruktion, desto genialer ist sie – kompliziert bauen kann jeder“ (Zitat des Sputnik-Konstrukteurs Sergej Koroljow) kann das Steinbildungsproblem mit einer einfachen was-

serseitigen Maßnahme beherrscht werden: durch Installation einer Enthärtungsanlage (Ionenaustauscher, Weichwasseranlage). Weichwasseranlagen des Typs AQA solar von BWT sind hier die einfache Lösung, Abb. 8. Mit zwei verschiedenen Wasserhärte-Qualitäten kann selbst bei höchsten Pufferspeichertemperaturen perfektes Wasser für die effiziente Nutzung der Solarthermie bereitgestellt werden. Ein Weichwasser, das vom Kalkausscheidungspotential als kalklösend bezeichnet werden kann, verhindert bei allen Betriebszuständen eine „Wärmetauscher-Wanddämmung“. Es stellt so einen effizienten Wärmetausch und korrekte Rücklauftemperaturen sicher. Kurz: Komplexe Systeme benötigen perfektes Wasser.

Autor:
Dipl.-Ing. Willibald Schodorf, Vertriebsleiter Projekt-/Gebäude- und Industrietechnik, BWT Wassertechnik, Schriesheim.
Grafiken / Fotos: BWT Wassertechnik www.bwt.de



Abb.8: Die BWT-Weichwasseranlagen „solar“ sichern die hohe Energieeffizienz in der Solarthermie

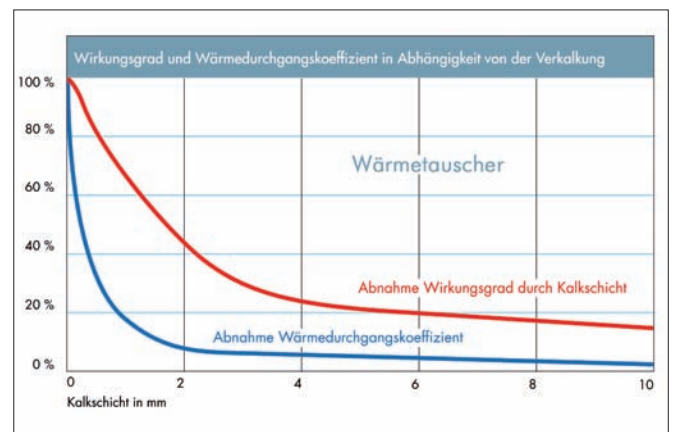


Abb.9: Wirkungsgrad und Wärmedurchgangskoeffizient in Abhängigkeit von der Kalkdicke

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne