

## Wohltemperierte Erdenkörper im Innenraum als solarthermisch Bauteilaktivierung gleichermaßen wie zum Heizen und Kühlen

Erdenkörper im Innenraum sind thermisch aktivierte Bauteile aus den zentralen Materialien Kupfer und Lehm, sowie Holz als konstruktive Ergänzung. Der Energie- und Informationsträger Wasser ist für die Funktionsweise ebenso relevant wie für das Herstellen von Lehmbaustoffen und das Wachstum des Holzes.

Diese multifunktionalen Gestaltungselemente für Wohn- und Aufenthaltsräume des Menschen sind durch ihre Materialauswahl maximal kreislauffähig, einfach rückbaubar und wiederverwertbar. In verschiedenen Ausführungen eignen sich unsere Erdenkörper mit Hilfe des Wärmeträgermediums Wasser zum Heizen und Kühlen von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Thermisch aktivierte Erdenkörper weisen eine Vielzahl an Funktionen auf. Im Sinne einer individuellen Raumgestaltung finden diese konstruktive Anwendung als Raumteiler, Theken, oder Raumtrennwände als Bestandteil der Raumordnung, sowie als Objekte, Skulpturen oder Stelen. Dabei kommen nicht nur

die Vorteile des Baustoffs Lehm in seiner Wirkung auf das Raumklima, sondern gleichfalls die Menge von individuell ansprechenden Optionen der Oberflächengestaltung zur Entfaltung. In einem besonderen Maß eignen sich unsere Erdenkörper als kongeniale Sparringspartner mit einer solarthermischen Anlage zur solarthermischen Bauteilaktivierung.

### Den Anfang machten Sonne, Lehm und Wasser

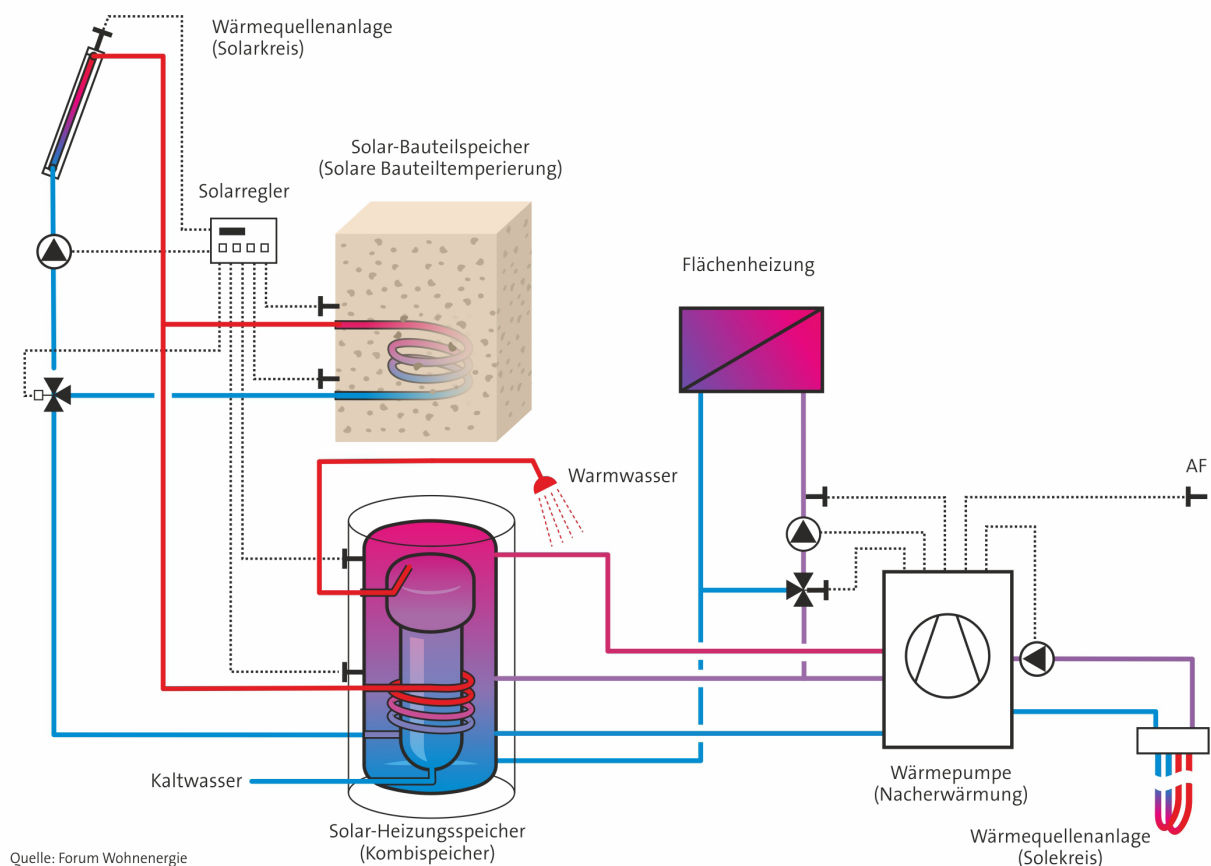
Auf der Suche nach einer weiterführenden (zielorientierten) Wärmesenke für solarthermische Erträge im Winter, die von der konventionellen Solar-Speichertechnik nicht generiert werden konnten, entdeckten wir am Forum Wohnenergie vor mehr als 10 Jahren, einmal mehr den Baustoff Lehm. Die ersten konstruktiven Erdenkörper, in die wir einen Wärmeübertrager integrierten, waren massive Lehmkörper als Quader und Zylinder. Sie dienten zuerst umfassenden thermodynamischen Experimenten zur thermischen Be- und Entladung dieser mineralischen „Heizkörper“. Die integrierten Wärmeübertrager wurden hydraulisch als „zweiter Speicher“ in den Solarkreis integriert.

01 Der erste massive Lehmkörper mit integriertem Wärmeübertrager für Versuche zur solarthermischen Bauteiltemperierung aus dem Jahre 2008



02 Eine thermisch aktivierte Küchentheke aus massivem Lehm zur solaren Bauteiltemperierung, in Bereichen, wo die passive Solareinstrahlung nicht hinkommt





**03 Die solarthermische Bauteiltemperierung ermöglichtes, solare Wärme ohne Umwege direkt in den Raum zu bringen. Der Baustoff Lehm wirkt dabei als Wärmespeicher und Wärmequelle.**

Auf diese Weise entwickelten wir sowohl eine zusätzliche solare Wärmesenke innerhalb des Solarkreises, welche in der Lage ist, solarthermische Gewinne zu generieren, die sonst ungenutzt bleiben würden. Gleichfalls wirkt diese Wärmesenke innerhalb des umbauten Raumes in den Übergangszeiten und im Winter, als eine von der Zentralheizungsanlage unabhängige Wärmequelle.

Voraussetzung hierfür ist lediglich die Integration der Wärmeübergabe (Erdenkörper) in den Solarkreis, wie in nebenstehendem Anlagenschema zu sehen ist.

Der Baustoff Lehm wirkt als Solarspeicher *und* solare Wärmequelle zweifach an den Raum, wovon der Mensch nicht nur durch Reduzierung von Energieaufwendungen, sondern ebenso durch eine deutliche Steigerung der thermischen Behaglichkeit und Verbesserung des Raumklimas profitiert. Es handelt sich um einen Solarwärmespeicher ohne Wärmeverluste, da diese direkt dem Raum und dem Bauwerk zugutekommen.

Mit einem solarkreisintegrierten Lehmkörper im Raum wird die solarthermische Anlage nicht nur effizienter, sondern gleichermaßen kostengünstiger in der Investition. Denn es kann auf eine für den Sommerfall vollkommen überdimensionierte solarthermische Wärmequellenanlage (Kollektorfeld) verzichtet werden und somit nicht nur der technische Wirkungsgrad deutlich erhöht werden, sondern auch Wartungs- und Instandhaltungskosten langfristig reduziert werden.

**Bauteilintegrierter Wärmeübertrager aus Kupfer**

Als wassergeführte Wärmeübertrager entwickelten wir eine Harfen-Bauform, bestehend aus vertikal verlaufenden Kupferrohren zwischen horizontal angeordneten Kupferrohren als Verteiler und Sammler als Kernelement eines jeden Erdenkörpers. Die Kupferharfen werden je nach form-, leistungs- und funktionsrelevanten Anforderungen von uns entwickelt und in unserer Manufaktur objektspezifisch hergestellt.

Entsprechend den projektspezifischen Anforderungen kann die Kupferharfe bereits in unserer Manufaktur in einen entsprechenden Holzrahmen als eigenständiges Bauteil integriert werden. Auf der Baustelle werden diese Erdenkörper-Skelette sodann positioniert, angeschlossen und geprüft. Ebenso können die Kupferharfen auch erst auf der Baustelle in bauseits erstellte Holzrahmen, wie beispielsweise in Holzständerkonstruktionen integriert werden. In jedem Fall ist, bevor die Ausbildung mit Lehm beginnt, eine Druckprobe als Dichtigkeitsprüfung der Anschlüsse vorzusehen. Die Kupferharfe an sich wird bereits nach der Herstellung in unserer Manufaktur geprüft.

### Heizen und Kühlen mit Wasser als Trägermedium

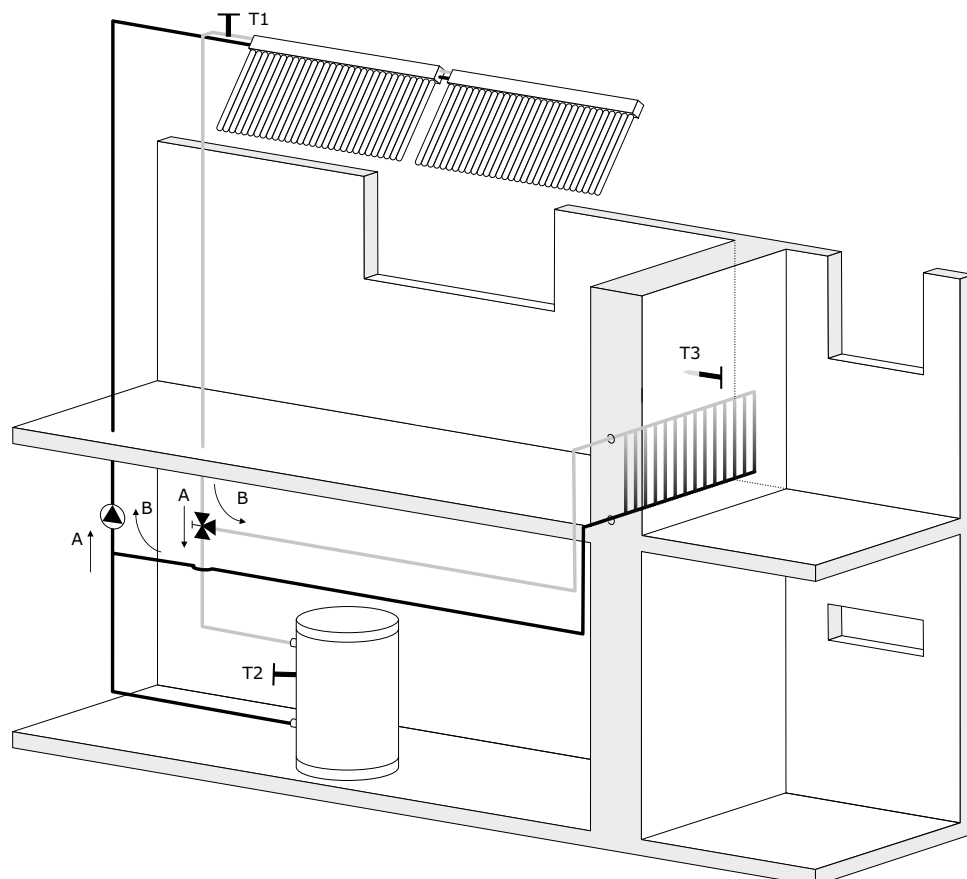
Mithilfe des Energie- und Informationsträgers Wasser, ist sowohl das Heizen, als auch das Kühlen möglich. Entscheidend ist die Definition des Innenraumes innerhalb des geschlossenen Wasserkreislaufes als Wärmequelle (Untertemperatur=Kühlen) oder als Wärmesenke (Übertemperatur=Heizen). In der

Kühlfunktion dient der Raum als Wärmequelle, dem über dem Erdkörper mittels eines untertemperierten Wasser-Volumenstroms durch die Kupferharfe Wärme entzogen wird. Im Heizbetrieb wird über einem übertemperierten Wasser-Volumenstrom dem Raum im Heizbetrieb Wärme zugeführt. Wassergeführte Systeme sind nicht nur für das Heizen die umfassend bessere Wahl, sondern ermöglichen darüber hinaus erst die Doppelfunktion Heizen und Kühlen!

### Die Kondenswasser-Toleranz von Erdenkörpern im Kühlbetrieb

Für die Kühlfunktion zeichnet sich ein weiteres Merkmal des Baustoffes Lehm ab, dass wir am Forum Wohnenergie weiter untersuchen und dabei neben unseren eigenen Erfahrungen in der thermischen Aktivierung von Bauteilen auch die Expertise des Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung im BDH nutzen. Es ist absehbar, dass der Baustoff Lehm hinsichtlich der Taupunktunterschreitung während des Kühlbetriebes sich toleranter mit Kondenswasser-Ausfall

#### 04 Ein thermisch aktivierter Erdenkörper ist ein idealer Sparringspartner für eine solarthermische Anlage mit maximaler Deckungsrate zur solaren Heizungsunterstützung



verhält, was zu einer niedrigeren Vorlauftemperatur im Kühlbetrieb führen kann. Durch eine Senkung der Mindest-Vorlauftemperatur vergrößert sich die Temperaturdifferenz zur Rücklauftemperatur und somit die wirksame Kühlleistung im Vergleich zu anderen Materialien und Putzen.

### Die Bauweisen von Erdenkörpern

Nach vielfältigen Versuchen mit verschiedenen Arten und Bauweisen von Lehmkörpern in Form und Materialaufbau, haben wir im vergangenen Jahr standardisierte Bauweisen zur objektspezifischen Integration entwickelt. Diese bilden freilich gestalterisch variabel, die planerische Grundlage sowohl zur Integration in bestehende Gebäude, als auch in Neubauten. Unabhängig von integralen Formvariablen, Leistung und Funktion des Bauteils, unterscheiden wir drei wesentliche Bauweisen, wie folgt: a) die nasse Bauweise, b) die erdfeuchte Bauweise und c) die trockene Bauweise.

#### Die nasse Bauweise

Die nasse Bauweise war die erste Bauweise, die wir aus der Tradition des Fachwerkbaus entwickelten. Analog zur Staken-Ausfachung werden bei der nassen Bauweise die Weiden zwischen die vertikalverlaufenden Kupferrohre geflochten. Von beiden Seiten wird sodann Baulehm angeworfen und zwischen Kupferharfe und Weiden verdichtet. Die Oberflächengestaltung erfolgt individuell, wobei die Holzrahmen entweder

sichtbar bleiben, oder z.B. über eine Schilfrohr-Armierung vollflächig überputzt werden können.

#### Die erdfeuchte Bauweise

Bei der erdfeuchten Bauweise erfolgt die Ausfachung des Bauteils mit Stampflehm, dessen Schichten sichtbar bleiben. Die erdfeuchte Bauweise kann als eigenständiges, repräsentatives Bauteil separat im Raum stehen, z.B. als Raumteiler, oder Objekt. Auch bei dieser Bauweise kann der Holzrahmen sichtbar bleiben, aufgeputzt, oder anderweitig verkleidet werden.

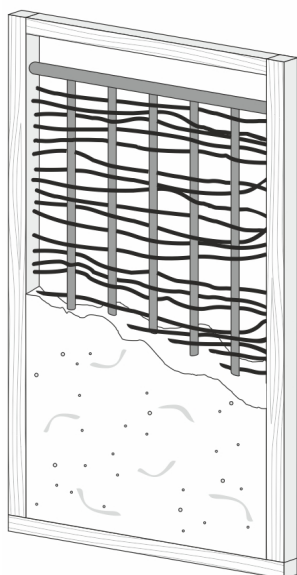
#### Die trockene Bauweise

Bei der trockenen Bauweise wird die Kupferharfe im Holzrahmen, mit einer losen Lehmischung verfüllt. Die Beplankung erfolgt mit Lehm-Trockenbauplatten, welche auch die Holzkonstruktion abdecken. Nach dem Aufbringen eines Armierungsgewebes erfolgt die finale Oberflächengestaltung.

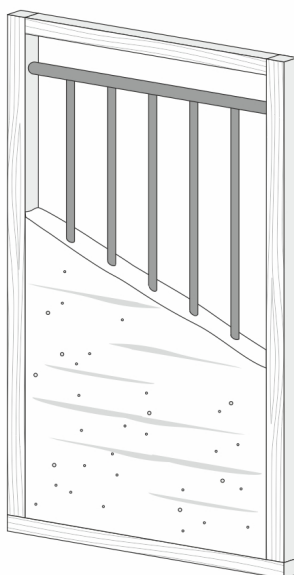
### Hydraulische Anschlüsse und Integration

Die hydraulischen Anschlüsse eines thermisch aktivierten Erdkörpers ermöglichen eine Einzelraum- wie auch Zonenregelung. Des Weiteren können die Erdenkörper an Heiz-/Kühlkreisverteilern angeschlossen werden, oder mit UP-Thermostaten betrieben werden. Es können mehrere Erdenkörper zusammengeführt werden (Zonierung) und auch mehrere Wärmeübergabekreise zu einem Regelkreis zusammengefasst werden.

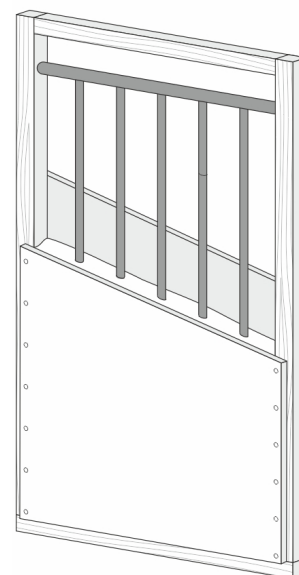
05 Erdenkörper in nasser Bauweise

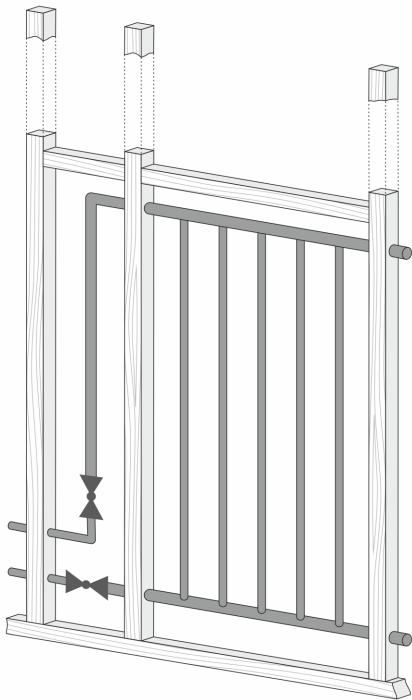


... in erdfeuchter Bauweise



... und in trockener Bauweise





- 06 Der hydraulische Anschluss erfolgt sowohl für einen einzelnen Erdenkörper, als auch für eine Erdenkörper-Kaskade mit einem Hydraulik-Modul, welches mit einem fein einstellbaren Ventil, sowie Absperrverschraubungen in Vor- und Rücklauf ausgestattet ist

Bei der gewöhnlichen Heizfunktion, egal ob Niedrig-Mittel- oder Hochtemperatursystem, wird der Erdenkörper mittels Einzelraumregelung betrieben, welche über ein entsprechendes Stellglied das Ventil betätigt. Wird der Erdenkörper auch zum Kühlen verwendet, oder als Bauteil zur solarthermischen Aktivierung, so wird dieser mit einem Bauteilsensor ausgestattet.

Bei der solarthermischen Bauteiltemperierung wirkt dieser Sensor zur Feststellung der Ein- und Ausschalttemperatur für die Solar-Umwälzpumpe. Im Kühlbetrieb wirkt dieser Sensor als Taupunktwatcher, um Taupunktunterschreitungen im oder am Bauteil zu vermeiden.

#### Fazit

Erdenkörper im Innenraum bieten nicht nur vielfältige (auch konstruktive) Gestaltungsoptionen in Innenräumen, sondern wirken aufgrund der Materialeigenschaften von Lehmbaustoffen (und Holz) positiv

auf das Raumklima und gesundheitsfördernd auf den Menschen. Erdenkörper verzichten vollkommen auf diverse Kunststoffe und sind maximal kreislauffähig. Die verwendeten Materialien, einschließlich das reine Kupfer der Kupferharfen (Wärmeübertrager) stellt nach dem Rückbau keinen Problemstoff, sondern Wertstoff dar.

Der Energie- und Informationsträger Wasser ermöglicht zwei Funktionen in einem System: Heizen im Winter, Kühlen im Sommer. Darüber hinaus bieten Erdenkörper als Bauteile zur solarthermischen Bauteilaktivierung ein Maximum an solarthermischer Deckungsrate weit über die Warmwasserbereitung hinaus. Dem Auskühlverhalten des Gebäudes wird allein durch die Nutzung solarer Wärme effizient entgegengewirkt, ohne dass eine konventionelle Heizung in Betrieb gehen muss und somit wird die Heizperiode als solche deutlich verkürzt.

#### Autor

Frank Hartmann  
[www.forum-wohnenergie.de](http://www.forum-wohnenergie.de)  
[www.wohnwärmegestaltung.de](http://www.wohnwärmegestaltung.de)  
[hartmann@forum-wohnenergie.de](mailto:hartmann@forum-wohnenergie.de)

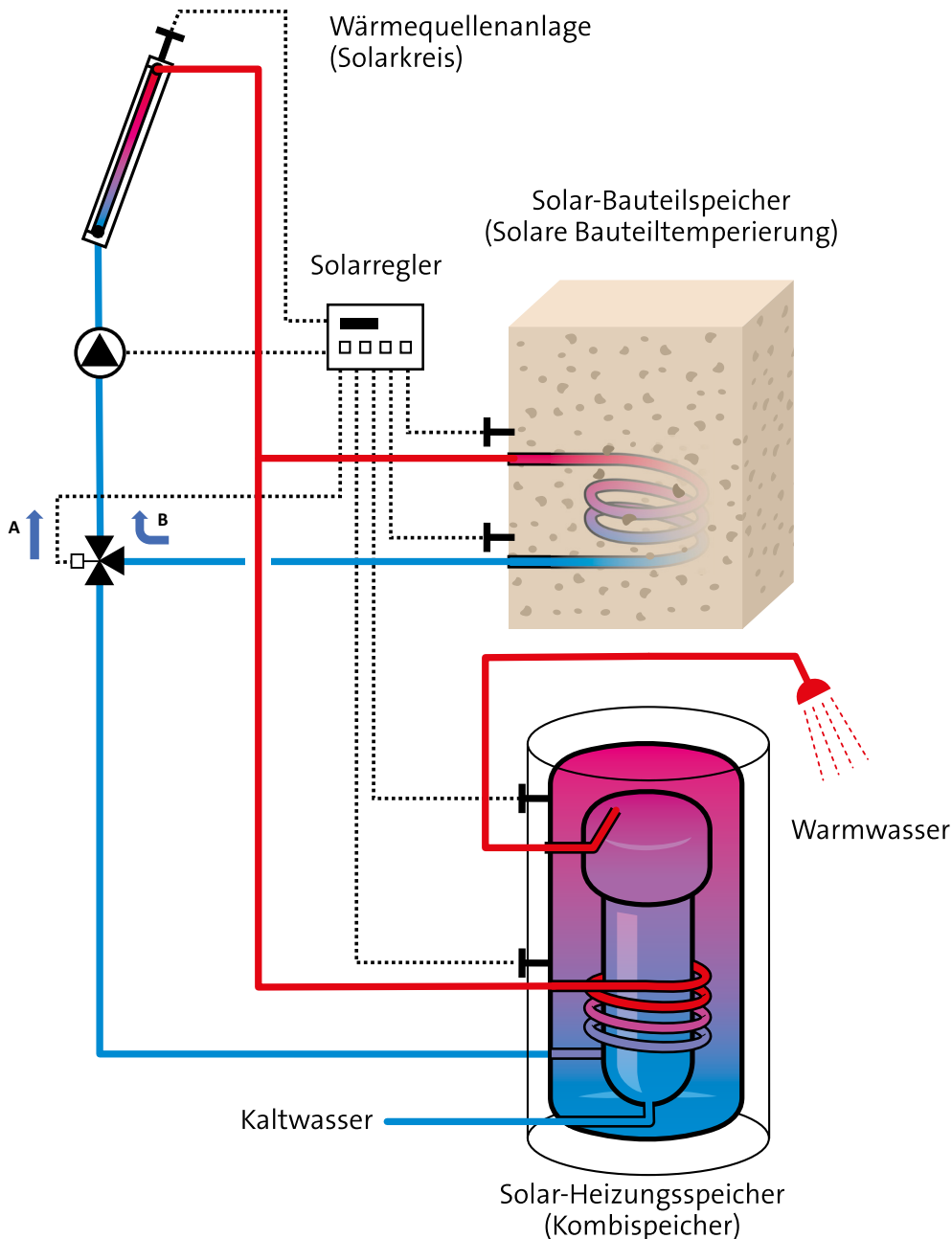
#### Bildnachweis

Alle Bilder © Frank Hartmann (Forum Wohnenergie)

# Solarthermische Bauteiltemperierung



Die solarthermische Bauteiltemperierung funktioniert in Aufbau und Regelungsstrategie, wie eine konventionelle Solarthermieanlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung (Solarkreis A) mit einem Kombispeicher, wie nebenstehend abgebildet.



- ✓ Mit einem Umschaltventil (UV) im Rücklauf des Solarkreises, wird die Anlage zu einer Zwei-Speicher-Anlage erweitert, um ein Bauteil im Raum, als zweiten Solarspeicher thermisch zu beladen (Solarkreis B).
- ✓ Der wesentliche Unterschied ist die Bauart und die daraus resultierende Funktion des zweiten Solarspeichers. Dieser erweitert die Nutzung solarer Wärme über die konventionellen Grenzen hinaus, direkt zur Wärmeübergabe an den Wohn- und Aufenthaltsraum.
- ✓ Eine solarthermische Bauteiltemperierung kann auch in einer reinen solaren Trinkwassererwärmungsanlage integriert werden, also auch ohne konventionelle solare Heizungsunterstützung!
- ✓ Im Sommer ist der Solarkreis B nicht in Betrieb, sondern nur der Solarkreis A zur solaren Trinkwassererwärmung, die zu dieser Zeit vollständig solarthermisch bereitgestellt werden kann.
- ✓ Bereits in der Übergangszeit, kann die solarthermische Bauteiltemperierung über den Solarkreis B schon direkt an den Raum wirken, noch bevor die eigentliche Heizung (Nacherwärmung) in Betrieb geht.
- ✓ Durch diese, erweiterte solarthermische Anwendung, wird nicht nur dem Auskühlen des Gebäudes entgegengewirkt, sondern die eigentliche Heizperiode verkürzt.

Lehmbaustoffe eignen sich schon aufgrund ihrer thermischen Eigenschaften imbesonderen Maße für die solarthermische Bauteiltemperierung. Darüber hinaus werben diese den umbauten Raum hinsichtlich des Raumklimas und der Wohngesundheit auf.

**F O R U M**  
**WOHNENERGIE**

**Kontakt:**  
Frank Hartmann, Forum Wohnenergie  
hartmann@forum-wohnergie.de  
www.wohnwaermegestaltung.de