

Solarspeicher: Sensibel, latent, thermochemisch Energiemanager im Haus

Die Speicherung von Wärmeenergie gehört zu den Schlüsseltechnologien. Schon heute haben Pufferspeicher die Rolle eines zentralen Energiemanagers übernommen, an den mehrere Energiequellen und -senken angeschlossen werden (können). Mit den im Juli erhöhten BAFA-Fördersätzen für Solaranlagen zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung ist die Nachfrage nach Pufferspeichern im Bereich kleiner thermischer Solaranlagen nochmals gestiegen. Dafür stehen unterschiedlichste Ansätze im Wettbewerb.

Nur 30 Euro pro Quadratmeter Differenz bei dem nicht rückzahlbaren Zuschuss aus dem Marktanzreizprogramm¹⁾ haben den Solartechnikmarkt in eine neue Richtung geschoben. Seit Juli werden kombinierte Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung mit 135 Euro je angefangenem Quadratmeter Kollektorfläche bezuschusst. Solaranlagen, die ausschließlich Trinkwasser erwärmen, werden mit 105 Euro je angefangenem Quadratmeter Kollektorfläche gefördert²⁾. Seitdem ist der Anteil kombinierter Anlagen nach Informationen des Bundesverbands Solarindustrie (BSi) sprunghaft von ca. 20 auf 44% gestiegen. Auf welchem Niveau sich das Verhältnis einpendeln wird, ist noch nicht abzusehen.

Verbraucher investieren mehr

Die Zahlen sind bemerkenswert. Zwar dürften auch die hohen Energiepreise mitgeholfen haben, die Verbraucherentscheidung wird aber offensichtlich auch von der Gesamtförderhöhe mit entschieden – auch bei größeren (Eigen-)Investitionen. Denn Fördervoraussetzung für die Kombianlagen ist eine Kollektorfläche³⁾ von mindestens 8 m² bei Vakuumröhren- und 10 m² bei Flachkollektoren sowie ein Pufferspeicher von mind. 50l/m² bei Flachkollektoren und 60l/m² bei Vakuumröh-

renkollektoren. Mit allen Markteinflüssen zusammen wurden bereits bis Ende September für eine 25% größere Gesamtkollektorfläche Förderungen beantragt als im gesamten Jahr 2004.

Während für Solarkollektoren ein Kollektorsertrag von mindestens 525 kWh/(m²a) nachzuweisen sowie die Kriterien des Umweltzeichens RALUZ 73 – Blauer Engel – Stand 2004 zu erfüllen sind, bestehen hinsichtlich der Puffer-/Kombispeicher keine vergleichbaren Anforderungen. Diese dürften auch über bestimmte Qualitätskriterien hinaus, beispielsweise die Wärmedämmung, schwierig sein, denn es existiert eine Vielzahl von Typen und Konzepten auf dem Markt.

Entladung der Speicher

Messlatte für die Speicherkonzepte ist neben der temperaturgerechten Einschichtung vor allem die Beeinflussung der Schichtung bei der Trinkwassererwärmung (Entladung des Speichers).

Externer TW-Wärmeübertrager

Die Verwendung externer Wärmeübertrager erhält zwar zusammen mit geeigneten Rückführungen in den Speicher die Schichtung sehr gut und ermöglicht je nach hydraulischer Schaltung auch eine gute Trinkwasser-Temperaturregelung/-begrenzung, doch der apparative Aufwand ist relativ hoch. Bei Kleinanlagen

Bild 1 Speicher mit direkt angebauter „Frischwasserstation“ (externer Wärmeübertrager zur Trinkwassererwärmung) [Conergy]



Foto: Heike Ziegler

wird dieses durch industriell vorgefertigte Baugruppen kompensiert, die teilweise direkt am Speicher montiert (Bild 1) werden. Problematisch ist das Einbinden einer Zirkulation (Regelgenauigkeit, Störung der Schichtung). Zudem besteht die Gefahr der frühzeitigen Verkalkung des Wärmeübertragers bei ungünstigen Betriebsbedingungen oder Anschlussführungen.

Tank-im-Tank-System

Die Trinkwassererwärmung über ein Tank-im-Tank-System mit einem innen liegenden Behälter kommt ohne aufwendige Regelung aus (Bild 2). Die Wärmeübertragung erfolgt ausschließlich über die Behälterwand. Durch geringe Temperaturdifferenzen und geringe Strömungsgeschwindigkeiten ist die Ladeleistung niedrig. Die Entnahmelistung kann zwar über das Trinkwasservolumen beeinflusst werden, hier sind aber hygienische Gesichtspunkte zu beachten. Generell gilt: So wenig erwärmtes Trinkwasser bevorraten wie möglich.

Lässt die Trinkwasserqualität auch eine höhere Speichertemperatur zu, sollte der Warmwasseraustritt als Verbrühungs- und Rohrleitungsschutz mit einer Temperaturbegrenzungsfunktion, z.B. mit einem Mischer, ausgerüstet werden. Gleiches gilt auch, wenn an den Speicher zusätzlich eine Festbrennstofffeuerung angeschlossen wird. Insgesamt ist die Verkalkungsproblematik bei Tank-in-Tank-Systemen mit einer ausreichend großen und zugänglichen Revisionsöffnung gering.

Interner TW-Wärmeübertrager

Sehr variantenreich sind die konstruktiven Lösungen innen liegender (Rohr-) Wärm-



Foto: Heike Ziegler

Bild 2 Schnittdarstellung Tank-in-Tank-System [Conergy]

- 1) Seit Oktober stehen für 2005 keine Fördermittel mehr für Solar und Biomasse aus dem Marktanzreizprogramm zur Verfügung. Anträge können zwar noch weiter gestellt werden, ob und nach welchen Kriterien es 2006 oder schon vorher eine Anschlussförderung gibt, ist zurzeit unklar.
- 2) Vorher betrug der Zuschuss unabhängig vom System 110 Euro/m².
- 3) Bei geringerer Kollektorfläche muss ein Solaranteil von mind. 20% am Gesamtwärmebedarf nachgewiesen werden. Ab 200 m² Kollektorfläche reduziert sich die Förderung.

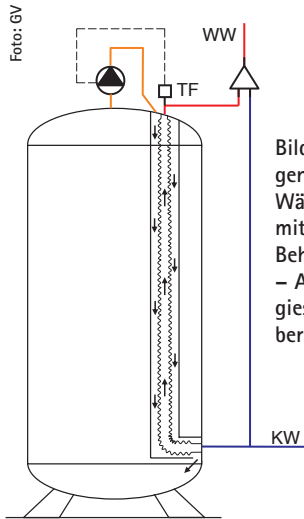


Bild 3 Innen liegender Trinkwasser-Wärmeübertrager mit Mantelrohr-Beheizung [Lerchner – Alternative Energiesysteme, Anna-berg-Buchholz]

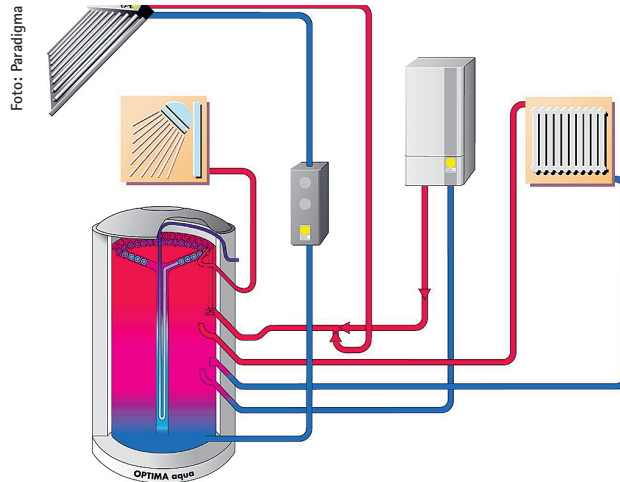


Bild 4 Innen liegender Trinkwasser-Wärmeübertrager mit Abströmröhr. Die CPC-Vakuum-Röhrenkollektoren werden direkt vom Heizungswasser durchströmt [Paradigma]

meübertrager. Die üblichen Zapfleistungen können über zwei Parameter variiert werden: Eine hohe Bereitschaftstemperatur und/oder ein hohes Bereitschaftsvolumen (Länge und Durchmesser des Rohrs). Da die Bereitschaftstemperatur bei einer thermischen Solaranlage minimiert werden sollte, ist ohne zusätzliche Strömungsunterstützung auf der Heizungsseite ein großes Rohrvolumen erforderlich.

In [1] wird ein interner Wärmeübertrager beschrieben, bei dem das Trinkwasser durch ein Edelstahlwellrohr von oben nach unten geführt wird (Bild 3). Ein Mantelrohr um das Wellrohr bildet einen Strömungskanal. Durch diesen wird thermostatisch gesteuert im Gegenstrom Heizungswasser aus dem oberen Speicherbereich gepumpt. Unten fließt das entwärmte Wasser aus dem Ringspalt in den Pufferspeicher zurück. Regelschwankungen beim Warmwasser gleicht ein nachgeschalteter Mischer aus. Vorteilhaft an der Konstruktion ist, dass nur im oberen Speicherbereich Bereitschaftstemperatur vorhanden sein muss. Bei ausreichender Bereitschaftstemperatur kann das gesamte Wellrohr

sehr einfach thermisch desinfiziert werden. Bei richtiger Dimensionierung strömt das Wasser im Betrieb unten nahezu mit Trinkwassereintrittstemperatur aus.

Eine besondere Konstruktion ist die Kombination von einem innen liegenden Rohrwärmeübertrager mit einem Abströmröhr (Bild 4). Unter Ausnutzung des Thermosiphoneffekts wird entwärmtes Heizungswasser direkt nach unten geleitet, wodurch die Schichtung auch beim Entladen erhalten bleibt. Die „Hybridspeicher“ von Sailer haben für den Solarkreislauf und die Trinkwassererwärmung jeweils einen oder mehrere innen liegende Wärmeübertrager mit stufenlos einschichtenden Ab- bzw. Aufströmkämen. Daneben werden bei dem Modulsystem auch die Volumenströme des Heizungswassers entsprechend ihrer Temperatur verwirbelungsarm eingeschichtet.

Speicher mit integriertem Kessel

Als Universalsystem bietet Solvis seine „Solar-Kombianlage im Modulsystem“ SolvisMax (Bild 5) an. Plattform ist dabei ein Solarkombispeicher mit integriertem Schichtladesystem und Trinkwassererwärmung über einen externen Wärmeübertrager. Eine in den Speicher integrierte Brennkammer (kann auch nachgerüstet werden) kann entweder mit einem Gas- oder einem Ölbrenner betrieben werden. Wärmeverluste über die Kesseloberfläche können nur am Brennerflansch entstehen, alle anderen Wärmeströme kommen dem Speicher zugute. Weil Brennkammer, Abgassystem und Regelung identisch sind, ist die Umstellung von Heizöl auf Gas oder umgedreht durch einen einfachen Brennertausch möglich. Zurzeit werden bei Solvis auch ein Wärmepumpenmodul sowie ein Pellet-Bren-

ner passend zum Kesselflansch entwickelt. Langfristig ist auch die Integration eines Brennstoffzellenmoduls angedacht.

Qualitätsmerkmal Schichtung

Standardspeicher mit 300 bis 400l Inhalt weisen im Idealfall ein Verhältnis zwischen Durchmesser und Höhe von 1 : 2,5 auf. Zwar ergibt sich aufgrund der Dichteunterschiede in gewissem Maße eine natürliche Schichtung, doch zu große Volumenströme, integrierte Heizflächen und andere Störfaktoren führen zu einer unkalkulierbareren Temperaturschichtung. So stehen Erträge durch Mischvorgänge eventuell nicht auf dem höchstmöglichen Temperaturniveau zur Verfügung und es muss häufiger eine Nachheizung erfolgen.

Gegenüber dem „nackt“ eingetauchten (Rohr-)Wärmeübertrager wirken die Hersteller dem mit unterschiedlichen Lösungen entgegen, beispielsweise mit mehreren separat gesteuerten (Rohr-)Wärmeübertragern, Aufströmröhrn und externen Wärmeübertragern (auch in Kombination mit mehreren Einspeisehöhen oder Aufströmröhrn).

Ein innen liegender (Glattrohr-)Wärmeübertrager sollte mindestens 20% der Kollektorfläche als Wärmeübertragungsfläche aufweisen. Diese Zielvorgabe wird von den Herstellern auf unterschiedliche Weise abgedeckt, beispielsweise durch Glattrohrwärmeübertrager aus Kupfer, emailliertem Stahlrohr oder Edelstahl, Wellrohre, Rippenrohre, Kunststoffrohre usw. Stets geht es dabei um die maximale Temperatureausnutzung. Für ihren Koaxial-Solarwärmeübertrager (Bild 6) gibt Consolar beispielsweise an, dass die

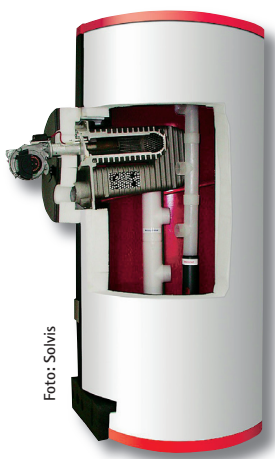


Bild 5 Solar-Max: Solar-kombispeicher plus Heizkessel [Solvis]

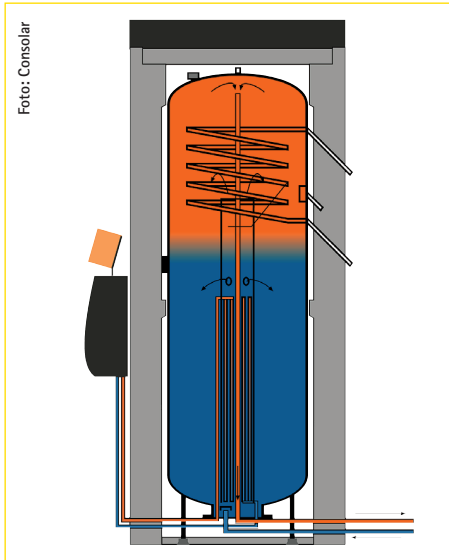


Bild 6 Schnittdarstellung durch einen unten im Pufferspeicher eingebauten Koaxial-Solarwärmeüberträger [Consolar]

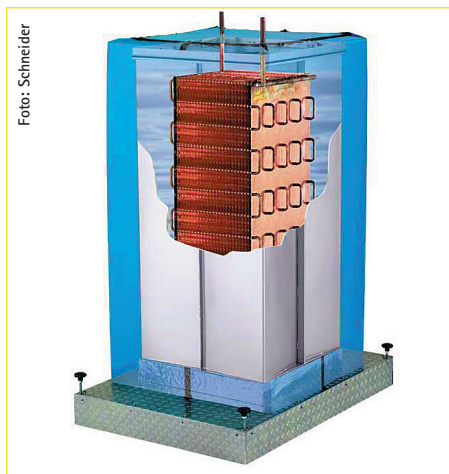


Bild 7 Latentspeicher [Schneider]

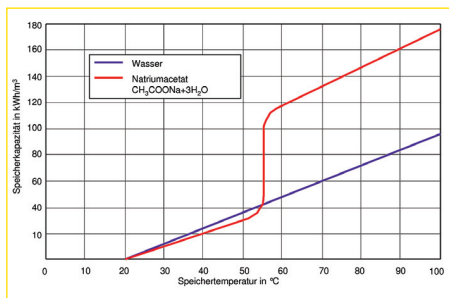


Bild 8 Kapazitätsvergleich Wasserspeicher und Latentspeicher auf der Basis von Natriumacetat [Schneider]

Solarflüssigkeit auf eine Temperatur abgekühlt wird, die nur 1 bis 5 K über der Temperatur im unteren Speicherbereich liegt. Durch das Aufströmrohr erfolgt zudem eine temperaturabhängige Einschiebung.

Es gibt aber auch Speichersysteme, die gänzlich ohne Solarwärmeüberträger

auskommen. Dazu benutzt beispielsweise Consolar einen offenen Speicher. Die Kollektoren werden vom Heizungswasser aus dem Pufferspeicher durchströmt. Der Frostschutz erfolgt über eine Entleerung der Kollektoren. Ebenfalls direkt vom Heizungswasser durchströmt werden die CPC-Vakuum-Röhrenkollektoren bei bestimmten Systemen von Paradigma (Bild 4). Der Frostschutz wird durch die guten Dämmeigenschaften der Röhren und einen Durchfluss durch die Zuleitungen sichergestellt. Hier liegen umfangreiche Betriebserfahrungen bis -25°C vor. Der Energieaufwand für den Frostschutz liegt in einer zu vernachlässigenden Größenordnung von 2 bis 3% des Kollektorjahresertrags (Basis: Standort Würzburg).

Latentwärmespeicher

Ein Nachteil wasserbasierter Pufferspeicher ist die geringe volumenspezifische Wärmekapazität des Wassers. Latentwärmespeicher nutzen den hohen Wärmeeintrag beim Phasenwechsel (meistens fest/flüssig) eines Wärmeträgers. Im Temperaturbereich von Solaranlagen zur Beheizung und Trinkwassererwärmung kommen aufgrund der Phasenwechseltemperatur vor allem Paraffine, Fettsäuren und Salzhydrate infrage.

Da insbesondere der Phasenwechsel für die Energiespeicherung interessant ist, müssen die Wärmeüberträger den Speicher raumerfüllend erreichen (Bild 7). Dafür ist die Speicherkapazität bei gleichem Volumen erheblich höher als bei Wasser (Bild 8). Der Investitionsaufwand liegt aber ab ca. 4000l Speichervolumen (Wasser zwischen $48,5^{\circ}\text{C}$ und $63,5^{\circ}\text{C}$) bereits deutlich unter dem für eine klassische Warmwasserpufferspeicheranlage. Daneben reduziert sich bei der genannten Speicherkapazität die Installationsfläche von 6 auf 1 m^2 .

Thermochemische Speicher

Thermochemische Speicher nutzen die Reaktionsenergie aus. Auf dem Temperaturniveau von Solaranlagen zur Beheizung und Trinkwassererwärmung sind dabei die reversible Zersetzung von Ammoniakaten [6] und die Adsorption von Wasser in Silicagel und Zeolith von Bedeutung. Letztere Technik ist bisher marktreif nur für Sorptionsräder in DEC-Lüftungsanlagen (DEC: Desiccant Cooling System, sorptionsgestützte Klimatisierung) verfügbar [2, 3]. In Demonstrationsanlagen wurden auch offene Adsorptionsspeicher mit Zeolith erfolgreich umgesetzt [4]. Als Massenprodukt zur Solarwärmespeicherung stehen aber beide Systeme (noch) nicht zur Verfügung.

Ausblick

Bei den Bemühungen sich von fossilen Energieträgern unabhängiger zu machen, nehmen Wärmeenergiespeicher als Kurz- und Langzeitspeicher eine Schlüsselrolle ein. Thermische Solaranlagen, Festbrennstoff-Heizkessel, Wärmepumpen und Anlagen zur dezentralen Stromerzeugung, aber auch mit Heizöl oder Gas befeuerte Wärmeerzeuger lassen sich effizienter und vielfach auch wirtschaftlicher mit einem Pufferspeicher in Heizungsanlagen einbinden.

In den nächsten Jahren sind insbesondere bezüglich der Speicherdichte und der Speicherdauer, aber auch der Speicherdämmung, neue Lösungen und Konzepte zu erwarten. Dabei ist immer die Anlage, besser das Gebäude, als Ganzes zu betrachten. In [5] wird beispielsweise gezeigt, dass bei der Kombination von Heizung und Kühlung sogar die Speicherung von Solarenergie auf einem Temperaturniveau von 0 bis 10°C die Energiekosten und die Treibhausgasemissionen deutlich senken kann. ←

Literatur

- [1] Mertel, Bernhard: Ökologischer Bauernhof erntet Sonnenenergie – Solare Landwirtschaft. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 9-2004
- [2] Hindenburg Carsten: Solar autark mit Luftkollektoren – Sorptionsgestützte Klimatisierung. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 3-2004
- [3] Hindenburg, Carsten: Mit 100% Sonnenenergie – Solar autarke Klimatisierung. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 11-2004
- [4] Hauer, Andreas: Demonstrationsanlage reduziert Lastspitzen im Fernwärmenetz – Offene Adsorptionsspeicher mit Zeolith. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 11-2003
- [5] Vorländer, Jochen: Saisonales Speicherkonzept senkt Energiekosten – Absorptionswärmepumpe plus Solar-Eis-Speicher. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA Fachplaner 11-2005
- [6] Fisch, Norbert u. a.: BINE Informationspaket Wärmespeicher. Herausgeber: Fachinformationszentrum Karlsruhe. Köln: TÜV-Verlag, 2005



Dipl.-Ing. (FH)
Heike Ziegler,
Ingenieurbüro
Heike Ziegler,
Telefon (08 71) 4 29 61,
Telefax (08 71) 4 45 31,
E-Mail:
hs.ziegler@t-online.de

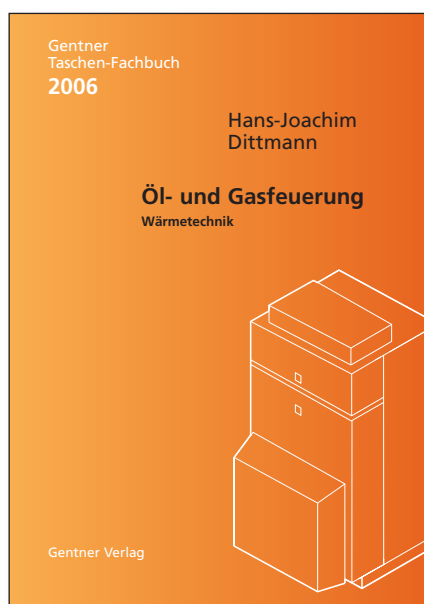
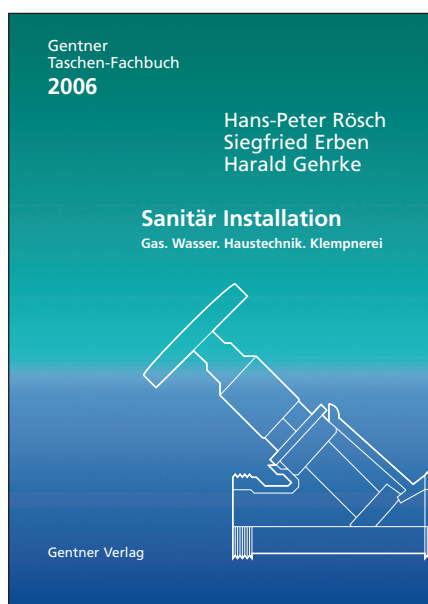
Alle wichtigen Fakten und Trends!

Gentner Taschen-Fachbücher

Die Gentner Taschen-Fachbücher bieten jährlich aktuell den Nutzern alle wichtigen Basisinformationen zum schnellen Nachschlagen vor Ort. Ein Serviceteil am Ende des jeweiligen Taschen-Fachbuches enthält aktuelle

Branchenadressen, Hinweise, Tabellen, Termine, Jahreskalender, Bezugsadressen, technische Regeln sowie wichtige Internetadressen. Die Taschen-Fachbücher sind besonders wertvoll für Monteure sowie Berufs-

und Meisterschüler. Sie bleiben aktuell durch jährliche Erscheinungsweise. Die Taschen-Fachbücher werden im Fortsetzungsbezug geliefert.



Hans-Peter Rösch, Siegfried Erben, Harald Gehrke

Gentner Taschen-Fachbuch 2006

Sanitär Installation

Format 132 x 187 mm, 364 Seiten,
zahlreiche Abbildungen und Tabellen
€ 15,- inkl. MwSt., zzgl. Versand

Aus dem Inhalt

- Trinkwasserinstallation
- Entwässerungstechnik
- Gasinstallation
- Bauklempnerei
- Serviceteil

Hans-Joachim Dittmann

Gentner Taschen-Fachbuch 2006

Öl- und Gasfeuerung

Format 132 x 187 mm, 212 Seiten,
zahlreiche Abbildungen und Tabellen
€ 15,- inkl. MwSt., zzgl. Versand

Aus dem Inhalt

- Verbrennung flüssiger Brennstoffe
- Verbrennung gasförmiger Brennstoffe
- Industriebrenner in Thermoprozess-Anlagen
- Emissionen/Emissionsmessungen
- Serviceteil

Dr. Dietrich Schlapmann

Gentner Taschen-Fachbuch 2006

Heizung Luft- und Klimatechnik

Format 132 x 187 mm, 376 Seiten,
zahlreiche Abbildungen und Tabellen
€ 15,- inkl. MwSt., zzgl. Versand

Aus dem Inhalt

- Vorschriften, Technische Regeln
- Kontrollierte Wohnungslüftung
- Solartechnik
- Wärmerückgewinnung
- Serviceteil

Auslieferung ab November 2005 · Bestellungen werden vorgemerkt

Bestell-Coupon

- Ja, ich bestelle _____ Ex. des Gentner Taschen-Fachbuches
Sanitär Installation 2006
Best.-Nr. 67000, € 15,- zzgl. Versandkosten
- Ja, ich bestelle _____ Ex. des Gentner Taschen-Fachbuches
Öl- und Gasfeuerung 2006
Best.-Nr. 66900, € 15,- zzgl. Versandkosten
- Ja, ich bestelle _____ Ex. des Gentner Taschen-Fachbuches
Heizung Luft- und Klimatechnik 2006
Best.-Nr. 66800, € 15,- zzgl. Versandkosten
- Bitte keinen Fortsetzungsbezug

Absender:

Name, Vorname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Telefon, E-Mail _____

Datum, Unterschrift _____ tec_o80

Gentner Verlag



Postfach 10 17 42 · 70015 Stuttgart
Telefon 07 11/6 36 72-857 · Telefax 07 11/6 36 72-735
E-Mail: buch@gentnerverlag.de