

## Solar

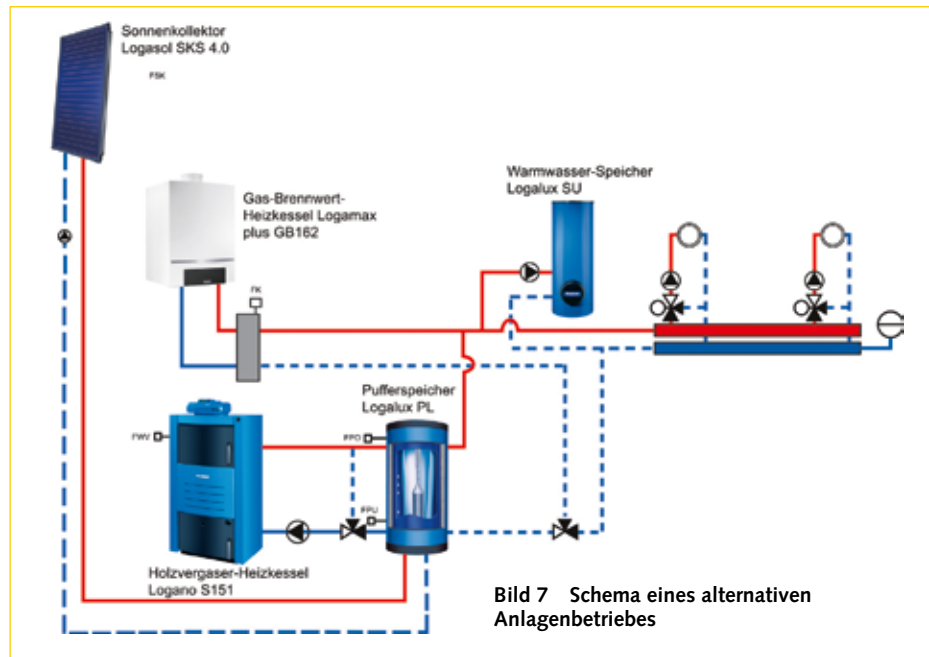


Bild 7 Schema eines alternativen Anlagenbetriebes

und Trinkwassererwärmung, die Anlagenolltemperatur ist die höchste Anforderung der Verbraucher. Ein Vorteil dieser Schaltung: Der Heizkessel wird hydraulisch nur bedarfsabhängig durchströmt. Diese Art der Einbindung empfiehlt sich, wenn hauptsächlich über den regenerativen Wärmeerzeuger geheizt werden soll.

Eine Alternativregelung (Bild 7) vergleicht die Anlagenolltemperatur mit der Temperatur im Pufferspeicher (FPO) und schaltet das Drei-Wege-Ventil (SWE) zwischen Puffer und Heizkessel um. Besitzt der Pufferspeicher ausreichend Temperatur, bleibt der Heizkessel außer Betrieb und wird hydraulisch nicht durchströmt. Sinkt die Temperatur im Pufferspeicher unter die geforderte Anlagenoll-Temperatur, wird hydraulisch umgeschaltet und der Heizkessel deckt den Bedarf. Der alternative Wärmeerzeuger lädt zwischenzeitlich weiter den Pufferspeicher. Sobald die Temperatur im Puf-

ferspeicher ausreicht, um die Heizungsanlage wieder über den Pufferspeicher zu versorgen, wird umgeschaltet. Der Sollwert für den Pufferspeicher richtet sich nach der Heizungsanlage und resultiert dynamisch aus den Sollwerten der Verbraucher wie Heizkreise und Trinkwassererwärmung.

### Pendelspeicherbetrieb: Volumenströme exakt planen

Eine weitere Möglichkeit ist die Anbindung beider Wärmeerzeuger an den Pufferspeicher (Bild 8). Dabei dient der Pufferspeicher als Pendelspeicher für den Heizkessel der eingeschaltet wird, wenn die Temperatur im oberen Teil des Pufferspeichers (FPO) die von den Verbrauchern angeforderte Solltemperatur unterschreitet. Er schaltet aus, wenn die Temperatur im unteren Teil des Pufferspeichers (FPU) die Anlagen-Solltemperatur erreicht

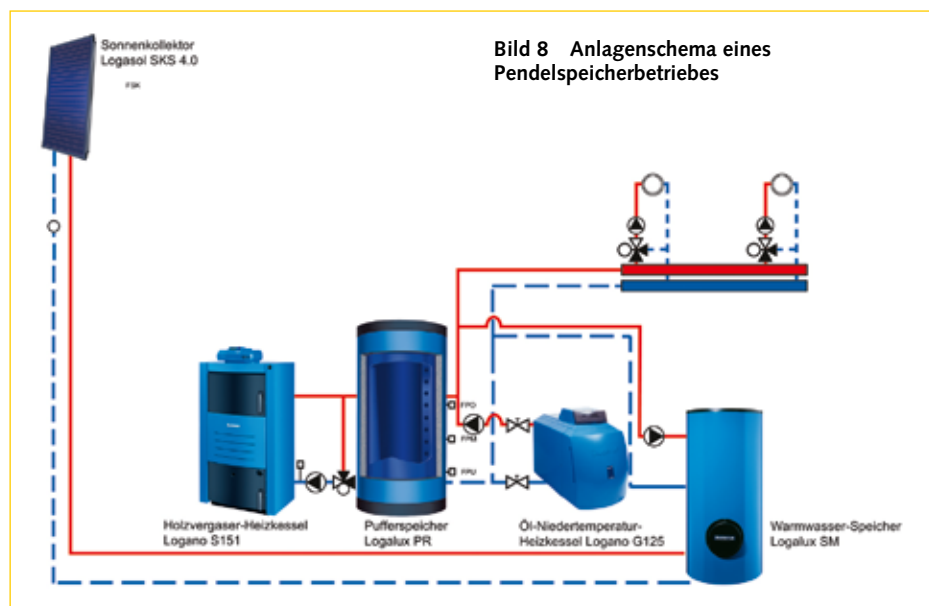


Bild 8 Anlagenschema eines Pendelspeicherbetriebes

hat. Die Lauf- und Stillstandszeiten des Heizkessels resultieren aus dem energetischen Füllstand des Pufferspeichers – dessen Sollwert ergibt sich aus den Sollwerten der einzelnen Heizkreise und Warmwasserspeicher. Denn alle Verbraucher werden aus dem Pufferspeicher mit Wärme versorgt. Die Anlagenoll-Temperatur ist auch hier die höchste Anforderung der Verbraucher der Heizungsanlage.

Bei der Planung von Hydrauliken mit Pendelspeicher (Bild 8) ist ein Abgleich der Volumenströme für eine funktionsfähige Anlage unumgänglich, weil Pufferspeicher und Verbraucher parallel geschaltet sind. Der Volumenstrom der Anlage, also von Rohrnetz und Verbrauchern, darf im Auslegungsfall maximal dem Volumenstrom des Heizkessels entsprechen.

Ein Vorteil der Pendelspeicher-Schaltung ist, dass der konventionelle Wärmeerzeuger weniger taktet. Aufgrund des zusätzlichen Heizwasservolumens im Pufferspeicher ergeben sich längere Brennerlauf- bzw. -stillstandszeiten. Allerdings lädt der Öl- oder Gaskessel den Pufferspeicher immer mit voller Leistung. Die Einbindung des konventionellen Wärmeerzeugers auf einen Pendelspeicher empfiehlt sich in Heizungsanlagen, die eine große Differenz zwischen Heizlast und der zur Trinkwassererwärmung benötigten Leistung haben. Kleinste Wärmeabnahmen für die Heizungsanlage werden aus dem Pufferspeicher gedeckt. Erst wenn diese Energie nicht mehr ausreicht, wird er durch den Öl- oder Gaskessel nachgeladen.

Fast alle Anforderungen und technischen Systeme im Wärmemarkt lassen sich mit einer Solarthermieanlage kombinieren. Um Solarwärme als umweltfreundliche und Energie sparende Technologie zu nutzen, muss die Heizungsanlage jedoch sinnvoll mit den anderen Wärmeerzeugern eingebunden werden. Nur mit einem regeltechnisch und hydraulisch optimierten Gesamtsystem lassen sich die erwarteten Einspareffekte erzielen. Grundsätzlich sollte die gewünschte Energiekombination frühzeitig und ganzheitlich in die Anlagenplanung einfließen. Zudem ist es sinnvoll, die Komponenten von einem Systemanbieter zu verwenden.



Unser Autor **Thomas Luh** ist Produktmanager Buderus Deutschland der Bosch Thermotechnik GmbH, Wetzlar

Hochwertige Heiztechnologie verlangt professionelle Installation und Wartung. Buderus liefert deshalb das komplette Programm exklusiv über den Heizungsfachmann. Fragen Sie ihn nach Buderus Heiztechnik, informieren Sie sich in einer unserer Niederlassungen oder besuchen Sie uns im Internet.

Niederlassung	PLZ/Ort	Straße	Telefon	Telefax	E-Mail-Adresse
1. Aachen	52080 Aachen	Hergelsbendenstr. 30	(0241) 9 68 24-0	(0241) 9 68 24-99	aachen@buderus.de
2. Augsburg	86156 Augsburg	Werner-Heisenberg-Str. 1	(0821) 4 44 81-0	(0821) 4 44 81-50	augsbu@buderus.de
3. Berlin-Tempelhof	12103 Berlin	Bessemersstr. 76A	(030) 7 54 88-0	(030) 7 54 88-160	berlin@buderus.de
4. Berlin/Brandenburg	16727 Velten	Berliner Str. 1	(03304) 3 77-0	(03304) 3 77-1 99	berlin.brandenburg@buderus.de
5. Bielefeld	33719 Bielefeld	Oldermanns Hof 4	(0521) 20 94-0	(0521) 20 94-2 28/2 26	bielefeld@buderus.de
6. Bremen	28816 Stuhr	Lise-Meitner-Str. 1	(0421) 89 91-0	(0421) 89 91-2 35/2 70	bremen@buderus.de
7. Dortmund	44319 Dortmund	Zeche-Norm-Str. 28	(0231) 92 72-0	(0231) 92 72-2 80	dortmund@buderus.de
8. Dresden	01458 Ottendorf-Okrilla	Jakobsdorfer Str. 4-6	(035205) 55-0	(035205) 55-1 11/2 22	dresden@buderus.de
9. Düsseldorf	40231 Düsseldorf	Höher Weg 268	(0211) 7 38 37-0	(0211) 7 38 37-21	duesseldorf@buderus.de
10. Erfurt	99091 Erfurt	Alte Mittelhäuser Str. 21	(0361) 7 79 50-0	(0361) 73 54 45	erfurt@buderus.de
11. Essen	45307 Essen	Eckenbergstr. 8	(0201) 5 61-0	(0201) 5 61-2 79	essen@buderus.de
12. Esslingen	73730 Esslingen	Wolf-Hirth-Str. 8	(0711) 83 14-5	(0711) 93 14-6 69	esslingen@buderus.de
13. Frankfurt	63110 Rodgau	Hermann-Staudinger-Str. 2	(06106) 8 43-0	(06106) 8 43-2 03	frankfurt@buderus.de
14. Freiburg	79108 Freiburg	Stübweg 47	(0761) 5 10 05-0	(0761) 5 10 05-45/47	freiburg@buderus.de
15. Gießen	35394 Gießen	Rödgener Str. 47	(0641) 4 04-0	(0641) 4 04-2 21/2 22	giessen@buderus.de
16. Goslar	38644 Goslar	Magdeburger Kamp 7	(05321) 5 50-0	(05321) 5 50-1 14/1 39	goslar@buderus.de
17. Hamburg	21035 Hamburg	Wilhelm-Iwan-Ring 15	(040) 7 34 17-0	(040) 7 34 17-2 67/2 31/2 62	hamburg@buderus.de
18. Hannover	30916 Isernhagen	Stahlstr. 1	(0511) 77 03-0	(0511) 77 03-2 42	hannover@buderus.de
19. Heilbronn	74078 Heilbronn	Pfaffenstr. 55	(07131) 91 92-0	(07131) 91 92-2 11	heilbronn@buderus.de
20. Ingolstadt	85098 Großmehring	Max-Planck-Str. 1	(08456) 9 14-0	(08456) 9 14-2 22	ingolstadt@buderus.de
21. Kaiserslautern	67663 Kaiserslautern	Opelkreisel 24	(0631) 35 47-0	(0631) 35 47-1 07	kaiserslautern@buderus.de
22. Karlsruhe	76185 Karlsruhe	Hardeckstr. 1	(0721) 9 50 85-0	(0721) 9 50 85-33	karlsruhe@buderus.de
23. Kassel	34123 Kassel-Waldau	Heinrich-Hertz-Str. 7	(0561) 49 17 41-0	(0561) 49 17 41-29	kassel@buderus.de
24. Kempten	87437 Kempten	Heisinger Str. 21	(0831) 5 75 26-0	(0831) 5 75 26-50	kempten@buderus.de
25. Kiel	24145 Kiel	Edisonstr. 29	(0431) 6 96 95-0	(0431) 6 96 95-95	kiel@buderus.de
26. Koblenz	56220 Bassenheim	Am Gülsler Weg 15-17	(02625) 9 31-0	(02625) 9 31-2 24	koblenz@buderus.de
27. Köln	50858 Köln	Toyota-Allee 97	(02234) 92 01-0	(02234) 92 01-2 37	koeln@buderus.de
28. Kulmbach	95326 Kulmbach	Aufeld 2	(09221) 9 43-0	(09221) 9 43-2 92	kulmbach@buderus.de
29. Leipzig	04420 Markranstädt	Handelsstr. 22	(0341) 9 45 13-00	(0341) 9 42 00-62/89	leipzig@buderus.de
30. Magdeburg	39116 Magdeburg	Sudenburger Wuhne 63	(0391) 60 86-0	(0391) 60 86-2 15	magdeburg@buderus.de
31. Mainz	55129 Mainz	Carl-Zeiss-Str. 16	(06131) 92 25-0	(06131) 92 25-92	mainz@buderus.de
32. Meschede	59872 Meschede	Zum Rohland 1	(0291) 54 91-0	(0291) 66 98	meschede@buderus.de
33. München	81379 München	Boschetsrieder Str. 80	(089) 7 80 01-0	(089) 7 80 01-2 58/2 71	muenchen@buderus.de
34. Münster	48159 Münster	Haus Uhlenkotten 10	(0251) 7 80 06-0	(0251) 7 80 06-2 21/2 31	muenster@buderus.de
35. Neubrandenburg	17034 Neubrandenburg	Feldmark 9	(0395) 45 34-0	(0395) 4 22 87 32	neubrandenburg@buderus.de
36. Neu-Ulm	89231 Neu-Ulm	Böttgerstr. 6	(0731) 7 07 90-0	(0731) 7 07 90-92	neu-ulm@buderus.de
37. Norderstedt	22848 Norderstedt	Gutenbergring 53	(040) 50 09-14 17	(040) 50 09-14 80	norderstedt@buderus.de
38. Nürnberg	90425 Nürnberg	Kilianstr. 112	(0911) 36 02-0	(0911) 36 02-2 74	nuernberg@buderus.de
39. Osnabrück	49078 Osnabrück	Am Schürholz 4	(0541) 94 61-0	(0541) 94 61-2 22	osnabrueck@buderus.de
40. Ravensburg	88069 Tettang	Dr.-Klein-Str. 17-21	(07542) 5 50-0	(07542) 5 50-2 22	ravensburg-tettang@buderus.de
41. Regensburg	93092 Barbing	Von-Miller-Str. 16	(09401) 8 88-0	(09401) 8 88-48/49	regensburg@buderus.de
42. Rostock	18182 Bentwisch	Hansestr. 5	(0381) 6 09 69-0	(0381) 6 86 51 70	rostock@buderus.de
43. Saarbrücken	66130 Saarbrücken	Kurt-Schumacher-Str. 38	(0681) 8 83 38-0	(0681) 8 83 38-33	saarbruecken@buderus.de
44. Schwerin	19075 Pampow	Fährweg 10	(03865) 78 03-0	(03865) 32 62	schwerin@buderus.de
45. Traunstein	83278 Traunstein/Haslach	Falkensteinstr. 6	(0861) 20 91-0	(0861) 20 91-2 22	traunstein@buderus.de
46. Trier	54343 Föhren	Europa-Allee 24	(06502) 9 34-0	(06502) 9 34-2 22	trier@buderus.de
47. Viernheim	68519 Viernheim	Erich-Kästner-Allee 1	(06204) 91 90-0	(06204) 91 90-2 21	viernheim@buderus.de
48. Villingen-Schwenningen	78652 Deißlingen	Baarstr. 23	(07420) 9 22-0	(07420) 9 22-2 22	schwenningen@buderus.de
49. Wesel	46485 Wesel	Am Schomacker 119	(0281) 9 52 51-0	(0281) 9 52 51-20	wesel@buderus.de
50. Würzburg	97228 Rottendorf	Edekastr. 8	(09302) 9 04-0	(09302) 9 04-1 11	wuerzburg@buderus.de
51. Zwickau	08058 Zwickau	Berthelsdorfer Str. 12	(0375) 44 10-0	(0375) 47 59 96	zwickau@buderus.de



# Buderus

8798801219 (10:01/11) Printed in Germany. Technische Änderungen vorbehalten.  
Papier hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff.

Wärme ist unser Element

# Buderus

[ Luft ]  
[ Wasser ]  
[ Erde ]  
[ Buderus ]

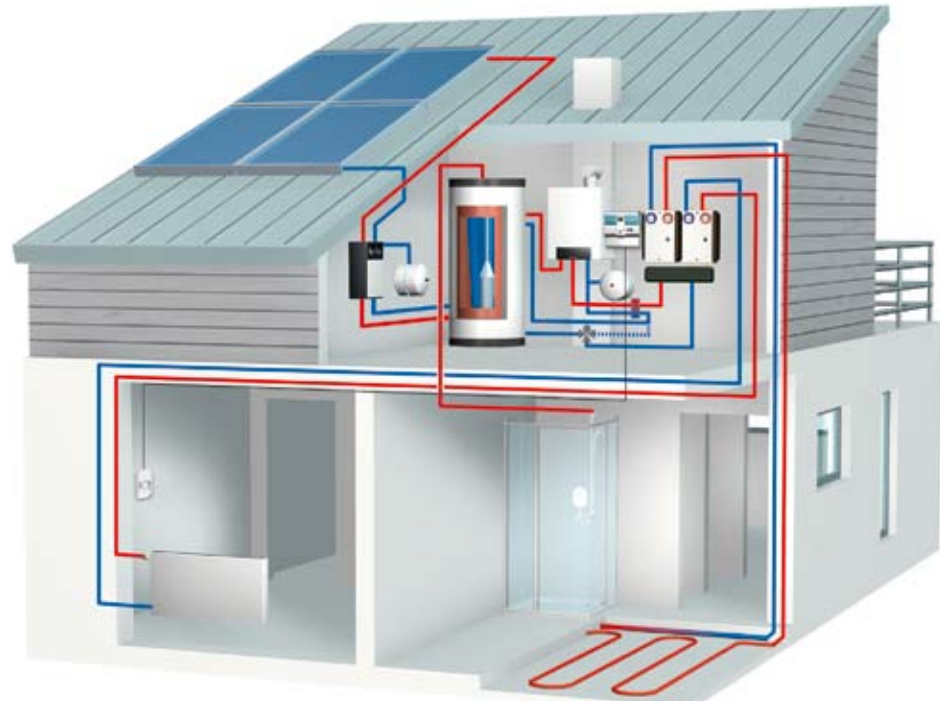
## Regenerative Energien effizient einsetzen



Regelstrategien zur solaren Heizungsunterstützung

# Regenerative Energien effizient einbinden

Die regelungstechnische Einbindung einer Solaranlage in das Heizsystem ist entscheidend für die optimale Nutzung der Sonnenenergie. Im Artikel „Die Sonne intelligent nutzen“ in SBZ 21/2008 wurde dazu die solare Trinkwassererwärmung betrachtet. Im folgenden Beitrag steht die optimierte Regelstrategie in Verbindung mit solarer Heizungsunterstützung im Fokus. Außerdem werden Kombinationen mit regenerativen Wärmeerzeugern sowie eine Variante mit Frischwasserstation betrachtet.



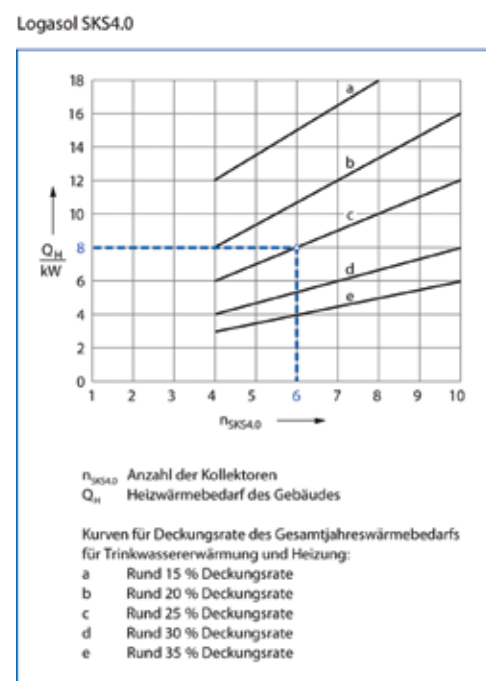
**Bild 1** Bei intelligenter Einbindung der solaren Heizungsunterstützung ist die Gesamtanlage viel mehr als die Summe ihrer Einzelkomponenten

Außer Solaranlagen zur reinen Trinkwassererwärmung setzen sich zunehmend Anlagen durch, die zusätzlich die Raumheizung unterstützen. Diese ausgereiften Systeme können in Kombination mit modernen Puffer beziehungsweise Kombispeichern und eventuell zusätzlichen Systemen zur Nutzung regenerativer Energien wie Pelletöfen die Heizungsanlage nicht nur wirkungsvoll unterstützen, sondern teilweise sogar in beträchtlichem Maße fossile Brennstoffe einsparen.

**Größerer Aufwand für Planung und Auslegung**

Wichtig für die optimale Nutzung von solarer Energie zur Raumheizung sind Heizflächen mit niedrigen Systemtemperaturen wie eine Fußbodenheizung oder Niedertemperatur-Heizkörper. Denn die Solaranlage kann nur Wärme abgeben, solange die Rücklauftemperatur der Heizungsanlage niedriger ist als die Temperatur des Pufferspeichers. Brennwertanlagen, die ebenfalls mit niedrigen Systemtemperaturen arbeiten, sind prädestiniert für die Einbindung einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung. Mit 10 bis 15 m<sup>2</sup>

Kollektorfläche kann diese in modernen Einfamilienhäusern etwa 20 bis 25 % der benötigten Gesamtjahresenergie für Raumheizung und Trinkwassererwärmung decken. Im Gegensatz zur solaren Trinkwassererwärmung erfordern Solaranlagen mit zusätzlicher Heizungsunterstützung mehr Planungs- und Auslegungsaufwand. Um solare Deckungsraten für die Trinkwassererwärmung von 50 bis 60 % zu erreichen, sind im Ein- und Zweifamilienhausbereich Kollektorflächen von 1 bis 1,5 m<sup>2</sup> je Person nötig. Mit rund 50 l/m<sup>2</sup> Kollektorfläche ist auch das Speichervolumen rasch bestimmt. In größeren Objekten wird die Kollektorfläche nach Herstellertabellen über den Warmwasserbedarf berechnet. Die Auslegung einer Solaranlage, die zusätzlich die Heizung unterstützt, hängt neben diesen Randbedingungen für Anlagen zur Trinkwassererwärmung von weiteren Faktoren ab. Dabei spielt in erster Linie die Systemtemperatur sowie der Gebäudewärmebedarf eine Rolle. In einem Einfamilienhaus mit vier Personen und einem Heizsystem mit Systemtemperaturen von 40/30 °C kann die Kollektoranzahl in Abhängigkeit der gewünschten solaren Deckungsrate und der maximalen Heizlast des Gebäudes mit Hilfe



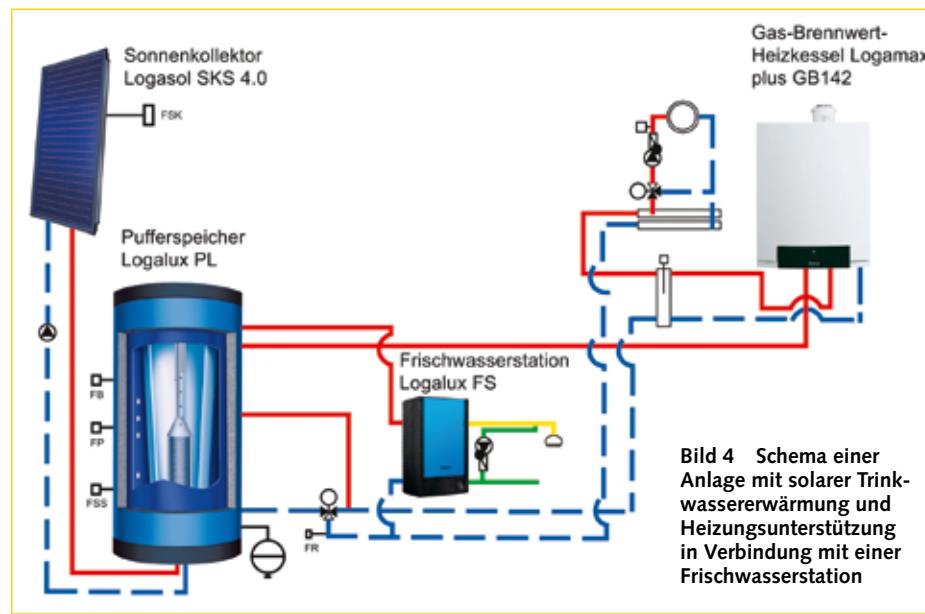
**Bild 2** Überschlägige Bestimmung der Kollektoranzahl einer Solaranlage mit Heizungsunterstützung in Abhängigkeit der gewünschten solaren Deckungsrate und der maximalen Gebäudeheizlast

eines Diagramms (Bild 2) überschlägig bestimmt werden.

**Speichersysteme für unterschiedliche Anforderungen**

Eine wichtige Rolle in der Solaranlage spielen die Speichersysteme. Für Anlagen zur solaren Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung sind vor allem Kombispeicher, Zwei-Speicher-Anlagen und Pufferspeicher mit Frischwasserstation üblich (Bild 3). Kombispeicher sind eine einfache, platzsparende Lösung. Das Verhältnis von Trinkwasser- zu Heizungspuffervolumen ist durch die Konstruktion vorgegeben. Gängige Größen für Einfamilienhäuser sind beispielsweise 750-l-Kombispeicher in Verbindung mit vier bis fünf Sonnenkollektoren oder 1000-l-Kombispeicher mit sechs Kollektoren. Je m<sup>2</sup> Kollektorfläche sollte mindestens ein Puffervolumen von 50 l zur Aufnahme der Solarwärme zur Verfügung stehen. Kombispeicher ermöglichen grundsätzlich auch die Einbindung von Festbrennstoffkesseln. Allerdings reicht das Puffervolumen der Kombispeichern oft nicht aus. Deshalb werden dort häufig bivalente Trinkwasser- und Pufferspeicher eingesetzt. Die Größen können beliebig kombiniert werden, die Solaranlagen versorgen jedoch meist vorrangig den Trinkwasserspeicher. Eine weitere Variante ist der Pufferspeicher mit Frischwasserstation. Auch hier kann das Puffervolumen individuell ausgelegt werden. Die Sonnenkollektoren bedienen den Pufferspeicher, die Trinkwassererwärmung erfolgt über einen Plattenwärmetauscher. Dabei wird nicht nur relativ wenig Platz für die Trinkwassererwärmung benötigt, sondern es steht auch immer hygienisch frisches Warmwasser zur Verfügung.

**Bild 3** Einsatzmöglichkeiten von Speichersystemen für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung



**Bild 4** Schema einer Anlage mit solarer Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung in Verbindung mit einer Frischwasserstation

**Empfehlenswert sind integrierte Heizungs- und Solarregler**

Aber nicht nur bei den Speichern, sondern auch in der Regelungstechnik sind Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung komplexer. Empfehlenswert sind integrierte Heizungs- und Solarregler, schließlich soll der Energiebedarf optimal durch die jeweils zur Verfügung stehenden Energiequellen gedeckt werden. Erhält die Solarwärme Vorrang, sinkt der Brennstoffverbrauch deutlich. Der fossile Wärmeerzeuger geht erst dann in Betrieb, wenn die Wärmeanforderung durch die Solaranlage nicht mehr gedeckt werden kann. Bei der solaren Heizungsunterstützung regelt ein Drei-Wege-Ventil je nach Temperatur im Speicher, ob das Heizungswasser direkt in den Kessel zurück

läuft oder durch den Speicher geführt wird. Bei einer Anlage mit solarer Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung in Verbindung mit einer Frischwasserstation (Bild 4) wird der Pufferspeicher in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Sonnenkollektor (FSK) und unterer Speichertemperatur (FSS) geladen. Solange die mittlere Speichertemperatur (FP) über der Rücklauftemperatur des Heizkreises (FR) liegt, wird der Anlagenrücklauf durch den Pufferspeicher – also von der Solaranlage – erwärmt. Eine Anhebung auf die erforderliche Vorlauftemperatur erfolgt durch den nachgeschalteten Kessel. Alle Heizkreise werden mit einem Drei-Wege-Ventil ausgeführt. Auch die Trinkwasser-Nachheizung erfolgt erst dann über den konventionellen Kessel, wenn die obere Speichertemperatur (FB) unter einen vorgegebenen Sollwert absinkt.

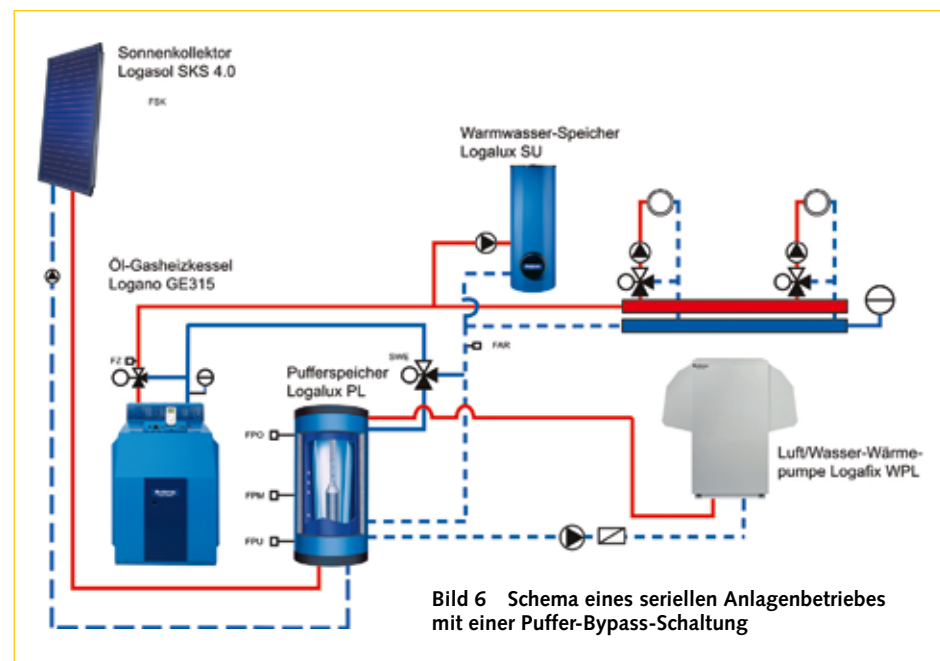
Produktkategorie	Frischwassersysteme		Kombispeicher
	Frischwasserstationen	Frischwasser-Kombispeicher	
Produkt	Logalux FS Logalux FS-Z <small>(in Kombination mit einem Pufferspeicher)</small>	Duo FWS	Logalux PL/2S Logalux P750S
Technik	Trinkwassererwärmung im Durchfluss mittels Platten-Wärmetauscher	Pufferspeicher zur Heizwasser-Bevorratung mit integriertem Edelstahl-Wellrohr zur Trinkwassererwärmung im Durchfluss	Pufferspeicher zur Heizwasser-Bevorratung mit integriertem Warmwasser-Speicher („Tank in Tank“)
Merkmale	maximale Hygiene durch minimale Warmwasserbevorratung in bestehende Puffersysteme nachrüstbar	hygienisch durch geringe Warmwasserbevorratung robuste, einfache Anlagentechnik	bewährt hoher Komfort durch Bevorratung und gleichmäßige Warmwasser-Auslauftemperatur sehr hoher Solarertrag durch Platzierung des Solar-Wärmetauschers im Kaltwasserbereich des Speichers (Logalux PL/2S)

**Regenerative Energie braucht intelligente Systemtechnik**

Eine noch wichtigere Rolle spielt die intelligente Systemtechnik, wenn neben der Sonnenenergie andere regenerative Energien wie Pellets, Scheitholz, Umweltwärme oder Blockheizkraftwerke in die Gesamtanlage eingebunden sind. Diese Energieträger sollten frühzeitig in die Planung des Gebäudes einbezogen werden, um die gewünschte Energieeinsparung zu erreichen. Denn regenerative Energien haben bestimmte Merkmale: Die Sonne scheint nur tagsüber, Holz liefert nur während der Verbrennung Wärme und Wärmepumpen oder Blockheizkraftwerke benötigen lange Laufzeiten. Deshalb sind eine optimale Kombination und eine Zwischenspeicherung nötig. Das Regelsystem koordiniert den Betrieb und stellt die erzeugte Wärme bedarfsgerecht zur Verfügung. Dabei hat die Solarenergie grundsätzlich Vorrang. Die Kombination verschiedener Energieträger eröffnet viele mögliche Heizsystem-Varianten, die sich grundsätzlich auch mit einer Solaranlage kombinieren lassen. Entsprechend variabel muss auch das modular aufgebaute Regelsystem sein. Und falls sich die Anlagenkonfiguration künftig einmal ändern sollte, ist ein Um- oder Nachrüsten mit geeigneten Modulen von Nutzen. So erkennt z. B. das Regelsystem Logamatic 4000 von Buderus die Betriebszustände und die Soll-Temperaturen des Gesamt-



**Bild 5** Geeignete Funktionsmodule, wie das FM444, unterstützen die optimale Nutzung der regenerativen Wärmeerzeuger in einem Heizsystem



**Bild 6** Schema eines seriellen Anlagenbetriebes mit einer Puffer-Bypass-Schaltung

systems. Es erfasst über Fühler die Ist-Temperaturen und regelt bedarfsabhängig nicht nur den Heizkessel, sondern bindet – beispielsweise über das Modul „Alternative Wärmeerzeuger und intelligentes Puffermanagement“ – Pufferspeicher und regenerative Wärmeerzeuger in das Heizsystem ein. Dabei hat der regenerative Wärmeerzeuger als Führungskessel die höhere Priorität und die längeren Laufzeiten. Um den Start des konventionellen Heizkessels so lange wie möglich hinauszuzögern, wird dieser als Folgekessel behandelt. Außerdem übernimmt das Regelgerät auch die Wärmeverteilung. Beide Systeme arbeiten vollautomatisch und aufeinander abgestimmt (Bild 5). Das intelligente Puffermanagement erkennt, ob die vorhandene Wärme im Pufferspeicher ausreicht und vermeidet unnötige Kesselstarts. Die Wärmeerzeuger werden in Abhängigkeit der Temperatur im Pufferspeicher ein- und ausgeschaltet. Für die hydraulische Einbindung des Pufferspeichers kann zwischen drei Varianten gewählt werden:

- Serielle Verschaltung von Heizkessel, regenerativem Wärmeerzeuger und Pufferspeicher
- Alternativschaltung zwischen Heizkessel, regenerativem Wärmeerzeuger beziehungsweise Pufferspeicher
- Pendelspeicherschaltung regenerativer Wärmeerzeuger und Heizkessel am Pufferspeicher.

**Serieller Betrieb: Komponenten hydraulisch in Reihe geschaltet**

Bei einer seriellen Verschaltung von Heizkessel, regenerativem Wärmeerzeuger und Pufferspeicher sind der vom regenerativen Wärmeerzeuger beladene Pufferspeicher und der Heizkessel hydraulisch in Reihe geschaltet. Beide Wärmeerzeuger decken gemeinsam den Wärmebedarf des Gebäudes. Vorteil: Die

Temperatur im Pufferspeicher kann bis auf das Niveau des Anlagenrücklaufs sinken, der regenerative Wärmeerzeuger bzw. der Pufferspeicher kann ständig Wärme an das Heizsystem abgeben. Eine solche Schaltung ist auch mit einem Kombispeicher realisierbar. Zur Einbindung eines Pufferspeichers enthält das entsprechende Regelmodul die Funktion „Puffer-Bypass“ (Bild 6). Diese gleicht die Temperatur aus dem Rücklauf der Heizungsanlage (FAR) mit der Temperatur im Pufferspeicher (FPO) ab. In Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen dem Anlagenrücklauf und dem Pufferspeicher erfolgt die Umschaltung des Drei-Wege-Ventils (SWE) zwischen Puffer und Bypass. Nachfolgend wird der Heizkessel durchströmt. Mit dem Umschaltventil wird der gesamte Volumenstrom der Heizungsanlage umgeschaltet und fließt über den Pufferspeicher oder durch den Bypass. Diese Art der Einbindung empfiehlt sich für regenerative Wärmeerzeuger, die nicht die gesamte Heizlast, sondern nur eine Grundlast decken, während der Heizkessel die Spitzenlast übernimmt. Bei dieser Schaltung kann die Temperatur im Pufferspeicher bis auf das Temperaturniveau des Anlagenrücklaufs sinken; regenerativer Wärmeerzeuger oder Pufferspeicher können kontinuierlich Energie in die Anlage abgeben.

**Alternativer Betrieb: Einer nach dem anderen**

Wenn der regenerative Wärmeerzeuger und der Pufferspeicher alternativ zum Heizkessel eingebunden sind, ist ein gemeinsamer Betrieb beider Wärmeerzeuger nicht möglich. Bei der Auslegung sollte darauf geachtet werden, dass jeder den Wärmebedarf des Gebäudes decken kann. Der Sollwert für den Pufferspeicher ergibt sich aus den Sollwerten der einzelnen Verbraucher wie Heizkreise