

«L-Sol»: Effizientes Heizsystem mit PVT und Wärmepumpe

David Sauter, Manuel Hunziker & Jürg Rohrer

Kontakt: david.sauter@zhaw.ch und juerg.rohrer@zhaw.ch

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen,
Forschungsgruppe Erneuerbare Energien, CH-8820 Wädenswil

Das L-Sol Heizsystem mit PVT und Wärmepumpe versorgt EFH effizienter mit Wärme als ein System mit Luft-Wasser-Wärmepumpe. Erweiterte Regelstrategien erlauben eine weitere Reduktion des Strombezugs aus dem Netz um rund 23 %.

Schema des L-Sol Systems

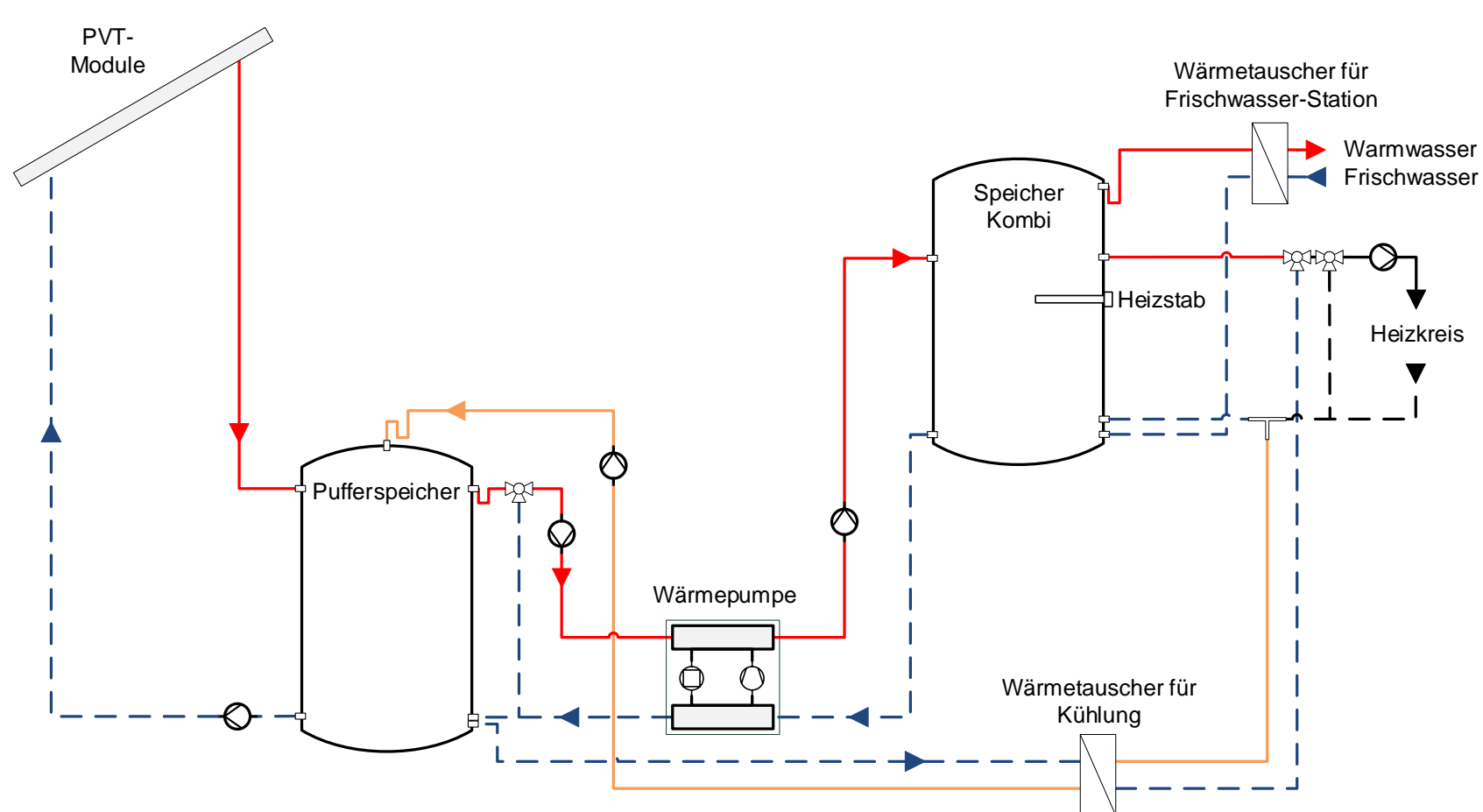


Abb. 1: Schematische Darstellung des Systems L-Sol.

Passive Kühlung mit dem L-Sol System

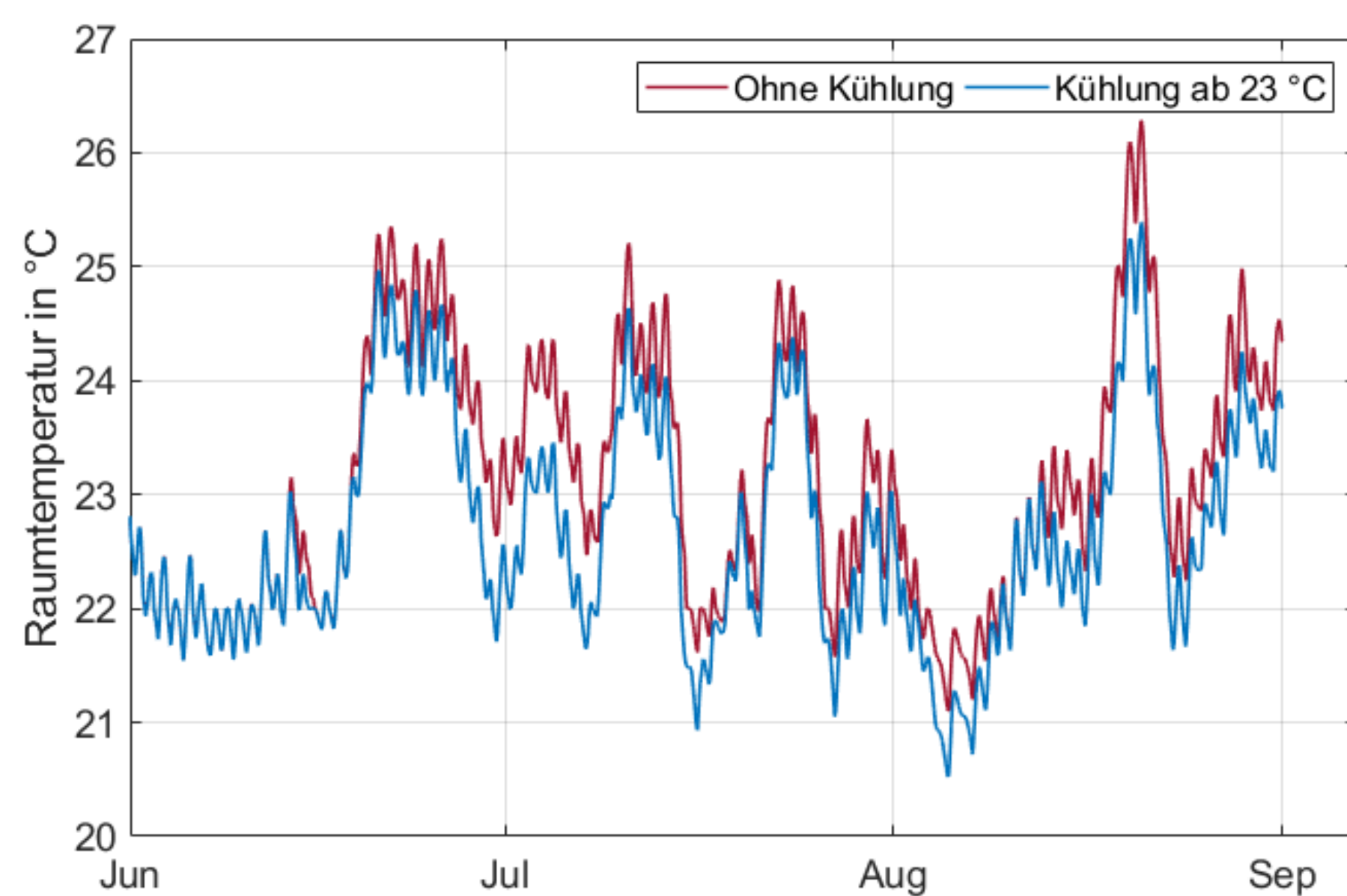


Abb. 2: Passive Kühlung mit dem L-Sol System in einem renovierten EFH (jährlicher Heizwärmebedarf 10 MWh). Die Raumtemperatur kann im Sommer spürbar gesenkt werden.

Mithilfe von Systemsimulationen wurde gezeigt, dass das L-Sol System, welches PVT-Kollektoren als alleinige Wärmequelle für eine Wärmepumpe verwendet (Abb. 1), eine effiziente und wirtschaftliche Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern ermöglicht. Verglichen mit einem Luft-Wasser-Wärmepumpensystem weist das L-Sol System in EFH eine grössere Effizienz auf. Dadurch, dass kein Luft-Wasser-Wärmetauscher benötigt wird, entstehen ausserdem keine Lärmemissionen. Im Gegensatz zu Systemen mit Erdwärmesonden oder Eisspeichern sind keine tiefen Bohr- oder Grabarbeiten erforderlich.

Über einen zusätzlichen Wärmetauscher kann mit dem L-Sol System im Sommer auch passiv gekühlt werden. Für den in Abb. 2 gezeigten Kühleffekt fällt ein jährlicher Strom-Mehrverbrauch von rund 1.5 % an.

Verschiedene erweiterte Regelstrategien ermöglichen eine Optimierung der Systemeffizienz. Für einen möglichst geringen Strombezug aus dem Netz eignet sich eine nächtliche Beladungssperre des Heizpuffer-Speichers (Abb. 3). Wie in Abb. 4 gezeigt, kann eine von 00:00 bis 09:00 Uhr andauernde Beladungssperre den Gesamtverbrauch gegenüber einem System ohne Beladungssperre um 5 % und den Strombezug aus dem Netz sogar um 23 % reduzieren. Die Reduktion des Gesamtverbrauchs kommt daher, dass die Wärmepumpe vermehrt am Tag betrieben wird. Aufgrund der höheren Aussentemperaturen und der vorhandenen solaren Einstrahlung wird der Betrieb effizienter. Die nächtliche Beladungssperre kann am einfachsten umgesetzt werden, wenn der Brauchwarmwasser- und der Heizpuffer-Speicher separat ausgeführt sind. Doch auch mit dem in Abb. 1 gezeigten Kombispeicher ist eine nächtliche Beladungssperre für den Heizungsteil möglich.

Für eine grobe Dimensionierung des L-Sol Systems wurden Dimensionierungsmatrizen erstellt. Diese erlauben es, eine erste Abschätzung der erforderlichen Komponentengrössen vorzunehmen. Die in Abb. 5 gezeigten Dimensionierungsmatrizen geben einen Richtwert für die Anzahl PVT-Kollektoren und die Grösse des Pufferspeichers. Die Wärmepumpe kann nach gängigen Auslegungsregeln dimensioniert werden.

Nächtliche Beladungssperre des Heizpuffer-Speichers

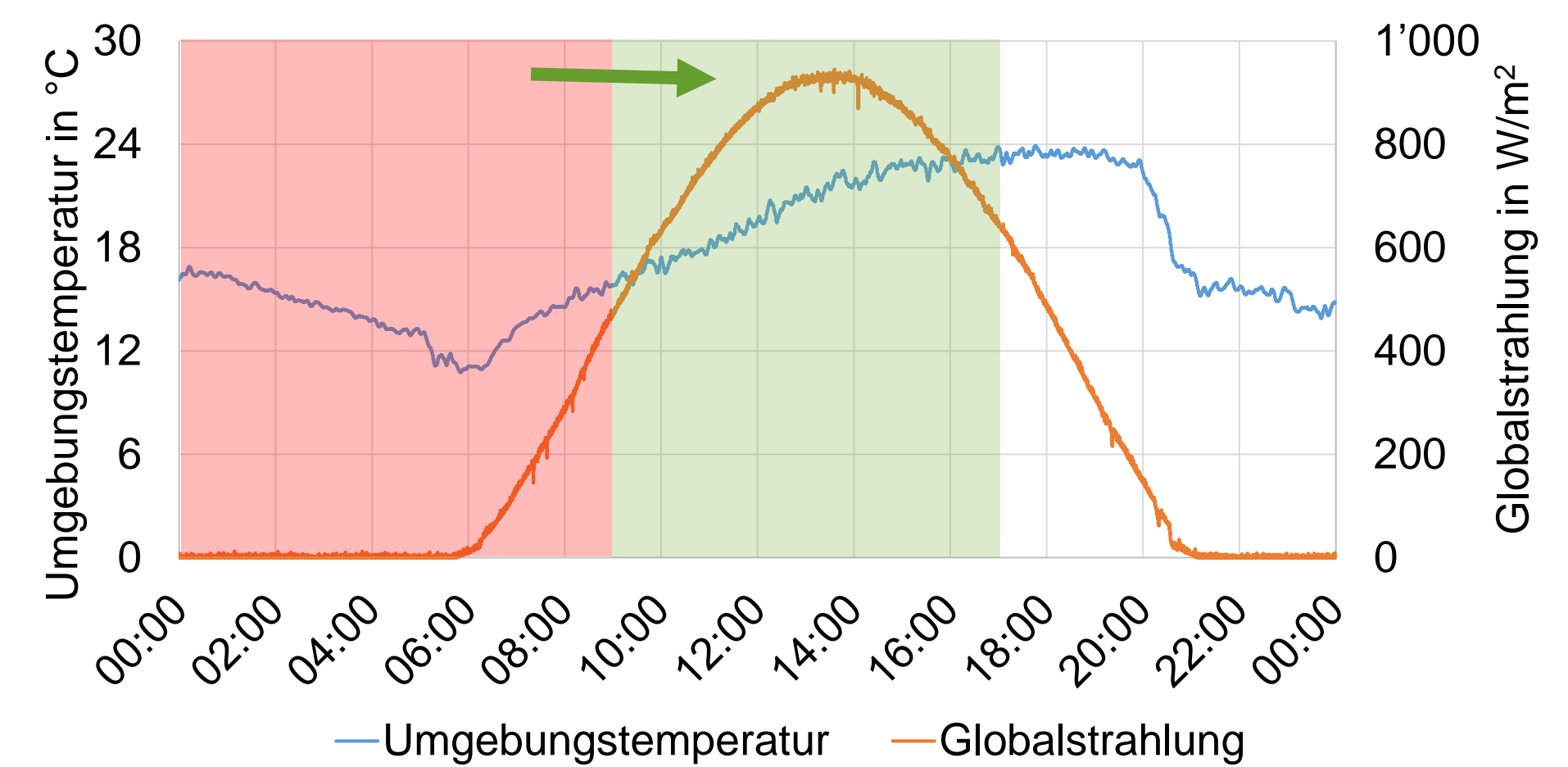


Abb. 3: Prinzip der nächtlichen Beladungssperre des Heizpuffer-Speichers. Der Wärmepumpenbetrieb wird in den Tag verschoben, wo mehr solare Einstrahlung und höhere Umgebungstemperaturen vorliegen.

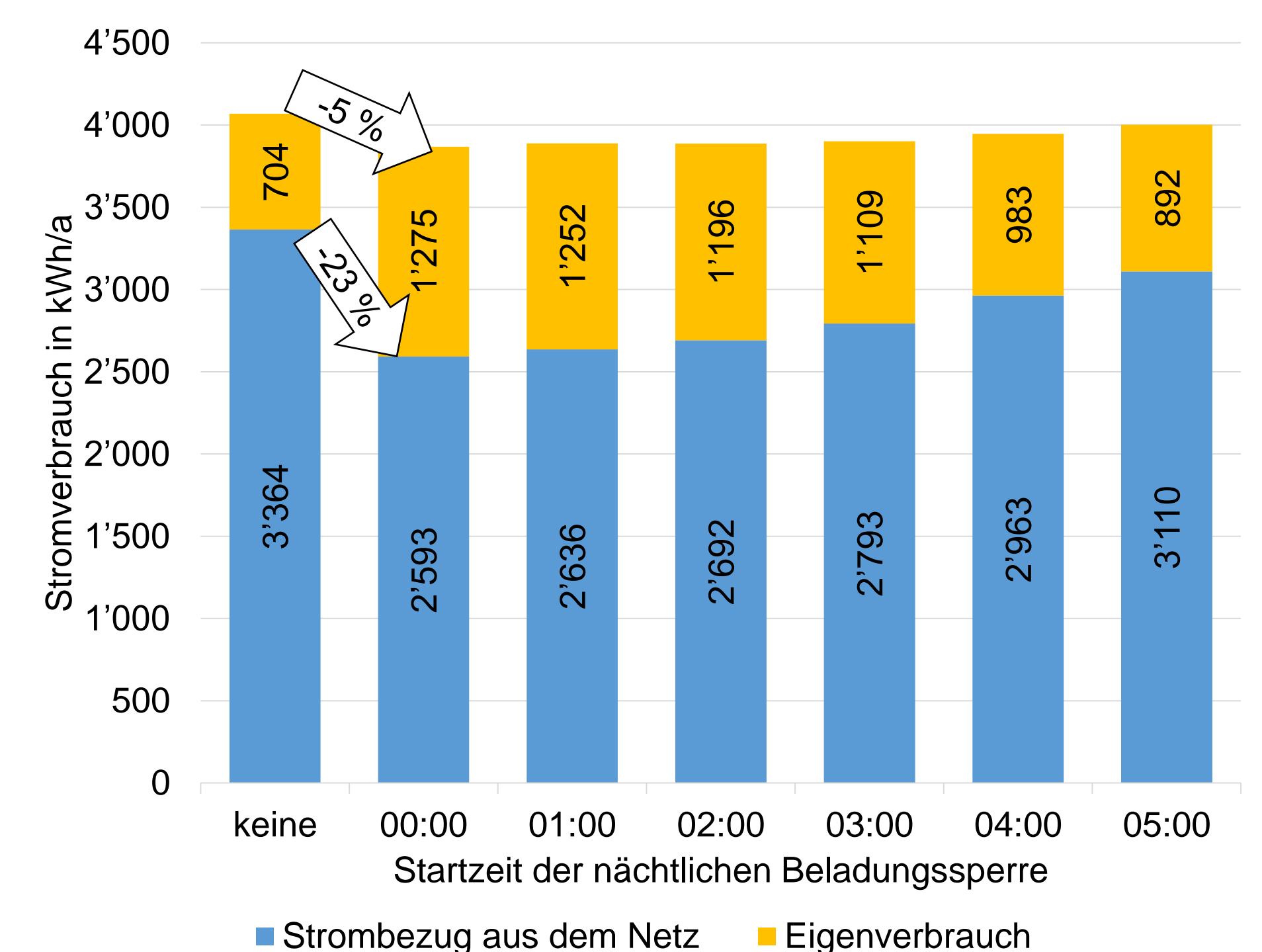


Abb. 4: Einfluss der nächtlichen Beladungssperre auf Eigenverbrauch und Netzbezug eines EFH mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von 10 MWh und einem Brauchwarmwasser-Bedarf von 3.5 MWh. Die Startzeit der Beladungssperre ist variabel und die Endzeit liegt jeweils bei 09:00 Uhr.

Dimensionierungsmatrizen für das L-Sol System

Dimensionierungsmatrix für Radiatorheizung (Vorlauftemperatur 55 °C)					
Heizwärmebedarf (kWh/a)	Solare Einstrahlung in die geneigte Ebene (kWh/(m²a))	>800	>1'000	>1'200	>1'400
5'000	SJAZ (-)	3.0	3.0	3.1	3.1
	Pufferspeicher-Grösse (l)	2'000	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	30	30	20	15
10'000	SJAZ (-)	3.0	3.0	3.1	3.1
	Pufferspeicher-Grösse (l)	1'500	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	30	30	25	20
15'000	SJAZ (-)	3.0	3.0	3.1	3.1
	Pufferspeicher-Grösse (l)	2'000	1'500	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	30	30	30	25
20'000	SJAZ (-)	0	3.0	3.1	3.0
	Pufferspeicher-Grösse (l)	0	1'500	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	0	30	30	25

Dimensionierungsmatrix für Fussbodenheizung (Vorlauftemperatur 35 °C)					
Heizwärmebedarf (kWh/a)	Solare Einstrahlung in die geneigte Ebene (kWh/(m²a))	>800	>1'000	>1'200	>1'400
5'000	SJAZ (-)	3.4	3.4	3.5	3.7
	Pufferspeicher-Grösse (l)	1'000	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	25	20	15	15
10'000	SJAZ (-)	3.4	3.5	3.5	3.4
	Pufferspeicher-Grösse (l)	1'000	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	25	25	20	15
15'000	SJAZ (-)	3.5	3.4	3.5	3.4
	Pufferspeicher-Grösse (l)	1'000	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	30	25	25	20
20'000	SJAZ (-)	3.5	3.4	3.5	3.6
	Pufferspeicher-Grösse (l)	1'000	1'000	1'000	1'000
	Anzahl Kollektoren (-)	30	25	25	25

Abb. 5: Dimensionierungsmatrizen für das L-Sol System für Radiator- und Fussbodenheizungen. Sie beschreiben die minimale Systemkonfiguration um eine Systemjahresarbeitszahl (SJAZ) von mindestens 3.0 bzw. 3.4 zu erreichen. Eine grüne Einfärbung bedeutet eine sehr gute Eignung, rot bedeutet eine bedingte Eignung. Gelb und orange stellen Zwischenstufen dar. Die Matrizen sind anwendbar im Schweizer Mittelland.

