



Steigerung der erneuerbaren Energieversorgung von Gewächshäusern durch einen volatilen Strommarkt

I. SCHUCH¹, H.-P. KLÄRING², T. RAMÍREZ², B. ZIMMERMANN³, U. SCHMIDT¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin

²Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.

³Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik Kassel

EINLEITUNG

Gegenwärtig liegt der Anteil der erneuerbaren Energieträger (wie Wind- und Sonnenenergie) bei der Jahresstromerzeugung in Deutschland bei etwa 35 %. Bis 2030 will die Bundesregierung diesen Anteil auf 50 % erhöhen. Andere EU-Staaten haben ähnlich Pläne. Prognosen zeigen, dass dies die Volatilität (Schwankung) der Stromerzeugung und -preise verstärkt. So führte bereits 2015 in Deutschland ein vorübergehendes Überangebot von erneuerbaren Energien (z.B. bei Starkwind) an 126 h zu negativen Börsenstrompreisen (vgl. Abb. 1, grüne Linie), was eine Verdopplung zum Vorjahr darstellt. Hohe Preise (> doppeltes Jahresmittel) traten 2015 hingegen an 63 h bei einer sinkenden Verstromung von erneuerbaren Energien auf (vgl. Abb. 1, rote Linie). Ein Gleichgewicht zwischen Stromerzeugung und -nachfrage ist zudem eine wichtige Voraussetzung für eine stabile Netzfrequenz. Daher werden flexible Verbrauchs- und Speichereinheiten benötigt.

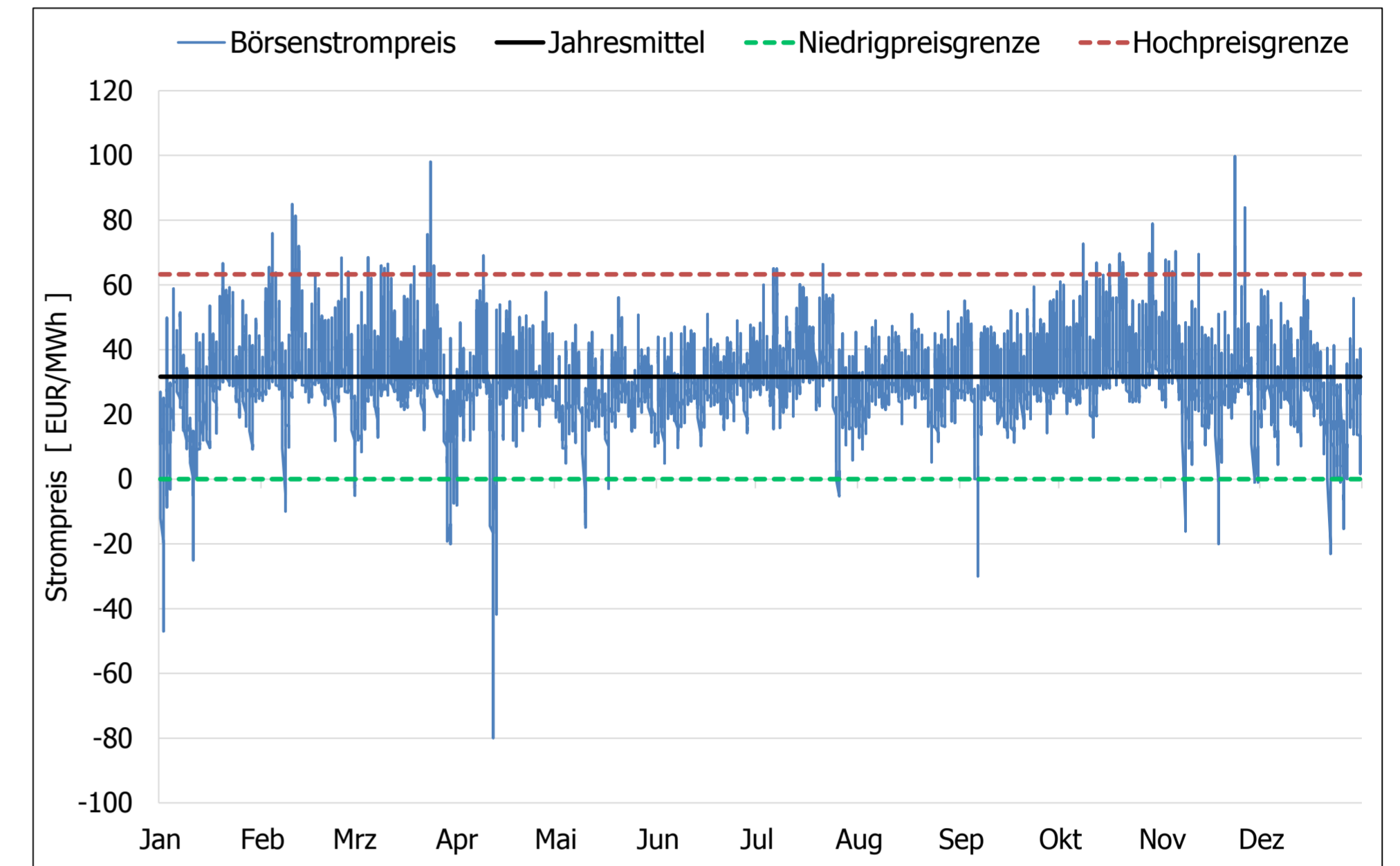


Abb. 1: Stündliche Börsenstrompreise 2015 am EEX-Spotmarkt

SIMULATION

Der Betrieb von Gewächshäusern bietet verschiedene Möglichkeiten deren Energiebedarf (z.B. zum Heizen, Kühlen, Belichten) zu flexibilisieren und den Übertragungsnetzbetreibern eine sogenannte Regelleistung (RL) anzubieten. Diese wird in positive und negative RL unterschieden. Bei der negativen RL werden Stromverbraucher eingeschaltet oder deren Leistung wird erhöht. Bei positiver RL wird hingegen der Stromverbrauch reduziert. Hierzu erscheint bei Gewächshausanlagen die Erzeugung von thermischer Energie aus Strom (z.B. über Wärmepumpen oder Elektroheizungen) mit anschließender Wärmespeicherung in Wasserreservoirs geeignet zu sein. Zur Prüfung dieses Ansatzes wurde ein Computermodell entwickelt (Tab. 1 zeigt die Hauptparameter), um ein volatiles Szenario (mit RL) mit einem Basisszenario (ohne RL) zu vergleichen. Die ersten Simulationsergebnisse beziehen sich auf ein Solarkollektorgewächshaus mit Solarwärmespeicher und elektrischer Speichererwärmung, auf die Wärmepumpeneffizienz zum Kühlen/Heizen und die Einsparung fossiler Brennstoffe (Abb. 2 bis 4).

Tab. 1: Hauptparameter zur energetischen Gewächshaussimulation

Parameter	Wert	Einheit
Regelleistung (neg./pos.)	126/63(vgl. Abb. 1); 20/1	h/a; MW _{el}
Gewächshaus, Klimastandort	Berlin/Brandenburg	-
Gewächshaus, Grundfläche	10	ha
Gewächshaus, U _{cs} -Wert (Tag)	0,3216x(Windgeschwindigkeit) + 3,5849	W _{th} /m ² K
Gewächshaus, U _{cs} -Wert (Nacht)	0,0605x(Windgeschwindigkeit) + 1,7117	W _{th} /m ² K
Gewächshaus, Heiztemperatur (Tag/Nacht)	20/18(Jan-Mrz); 19/17(Apr-Nov); 10/10(Dez)	°C
Gewächshaus, sensibler Wärmeanteil	90(Jan); ...; 45(Jun-Okt); ...; 95(Dez)	%
Kollektorflächenanteil	25	%
Kollektorwirkungsgrad	0(Jan); ...; 58(Sep); ...; 0(Dez)	%
Wärmepumpenheizung, COP	0,0973x(Speichertemperatur) + 2,0779	-
Wärmepumpenheizung + Verteilung, COP ₊	0,0759x(Speichertemperatur) + 1,143	-
Wärmepumpenkühlung, EER	-0,1468x(Speichertemperatur) + 7,9644	-
Wärmepumpenkühlung + Verteilung, EER ₊	-0,0661x(Speichertemperatur) + 4,9699	-
Thermischer Speicher, Volumen	150.000	m ³ H ₂ O
Thermischer Speicher, U-Wert	0,9	W _{th} /m ² K
Thermischer Speicher, Temperatur	7(Min.)/44(Max.)	°C
Elektroheizung, Wirkungsgrad	90	%

ERGEBNISSE

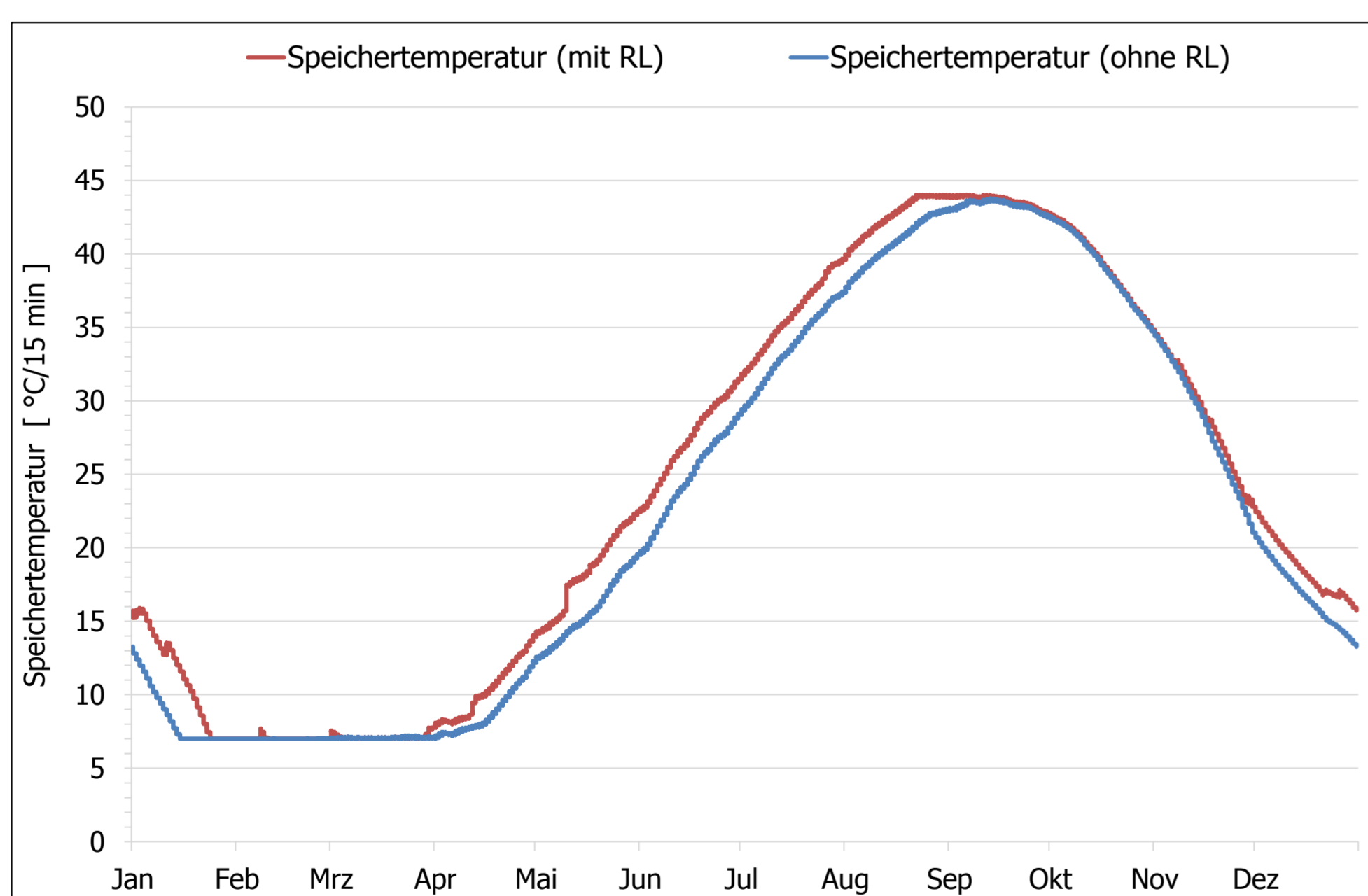


Abb. 2: Simulierte Wassertemperatur im thermischen Speicher eines Solarkollektorgewächshauses mit/ohne Regelleistung (RL)

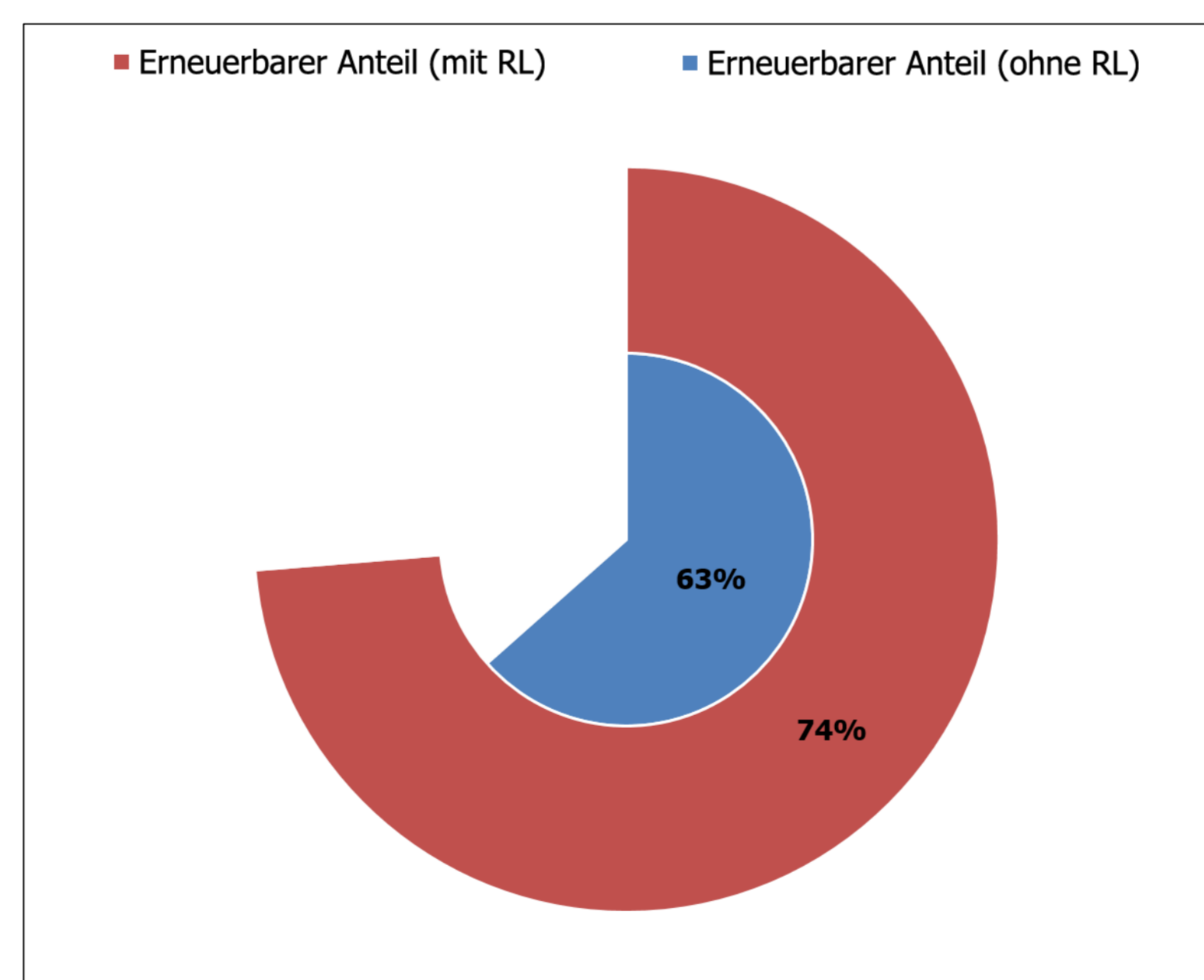


Abb. 3: Simulierter erneuerbarer Deckungsgrad beim Heizen eines Solarkollektorgewächshauses mit/ohne Regelleistung (RL)

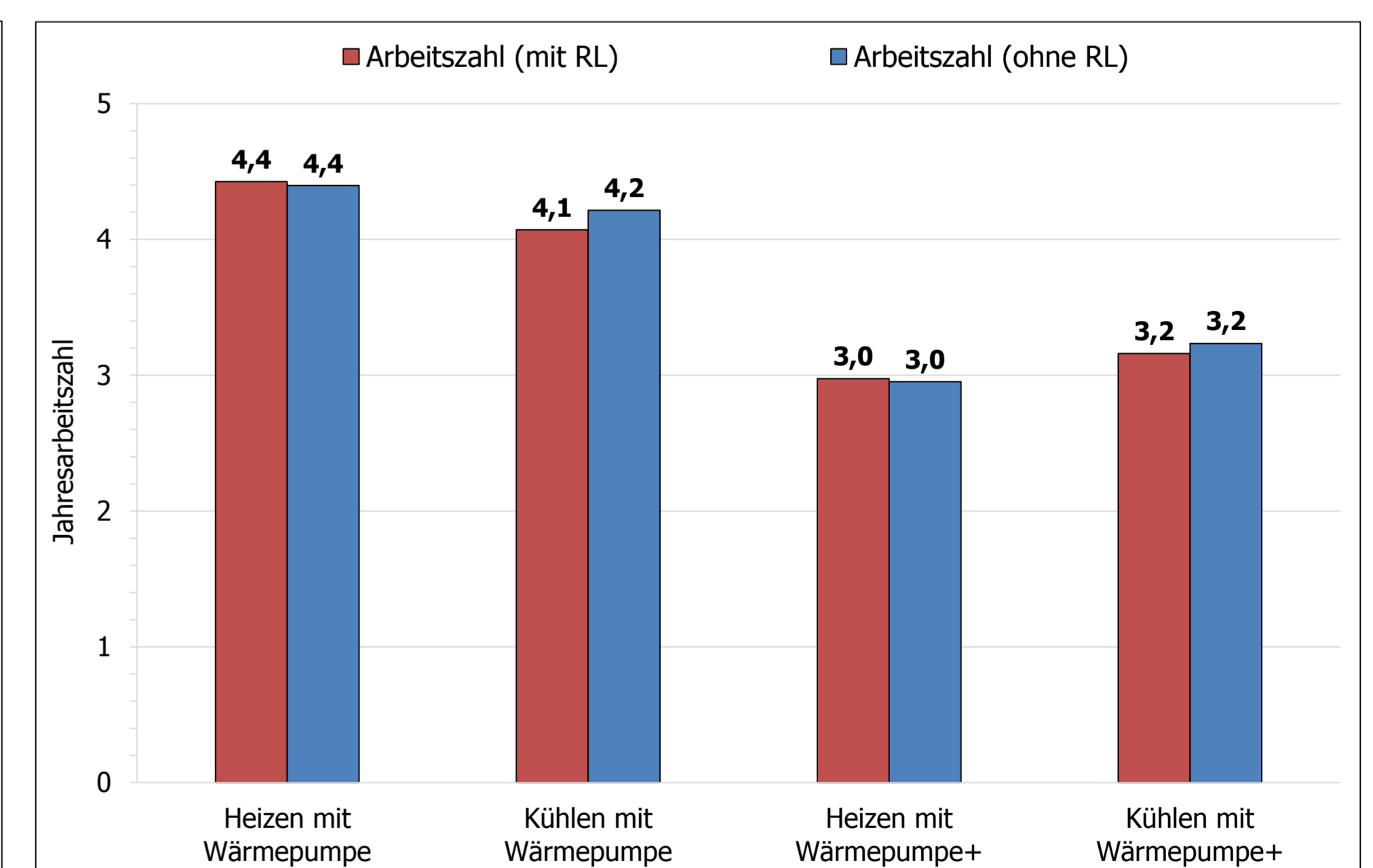


Abb. 4: Simulierte Effizienz einer Elektrowärmepumpe beim Heizen/Kühlen eines Solarkollektorgewächshauses mit/ohne Regelleistung (RL)

FAZIT

Aus energetischer Sicht kann sich für moderne Gewächshausanlagen mit Elektrowärmepumpen und thermischen Großspeichern die Teilnahme am Regelleistungsmarkt lohnen. Insbesondere die Bereitstellung von negativer RL hat das Potential den Verbrauch von fossilen Brennstoffen zur Gewächshausbeheizung zu senken, sofern der Regelleistungsbedarf zukünftig weiter steigt. Ein praktischer Test unter Einbezug von konventionellen Gewächshäusern in das Stromnetzmanagement erfordert jedoch Investitionen aufgrund der notwendigen energietechnischen Ausstattung solcher Gewächshausanlagen (z.B. mit Lampen, Wärmepumpen, thermische Speicher) sowie eine Präqualifikation bzw. Eignungsprüfung beim Übertragungsnetzbetreiber.

Projektförderung:

Die Förderung der Machbarkeitsstudie (ELGEVOS) erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Die Projektträgerschaft liegt bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

Kontakt:

ingo.schuch@agrar.hu-berlin.de
www.ingo-schuch.eu