



CERAMITEC Forum 2009 - Heavy Clay Day - Tag der Grobkeramik

---

# Wärmespeicher zur Zwischenspeicherung von Verbundenergie im Ziegelwerk

Dr.-Ing. Karsten Junge

Sporadische oder regelmäßige Überschüsse an Kühlwärme lassen sich speichern und dienen bei erhöhtem Trocknungsenergiebedarf als Zusatzenergie

Institut für Ziegelforschung Essen e.V.

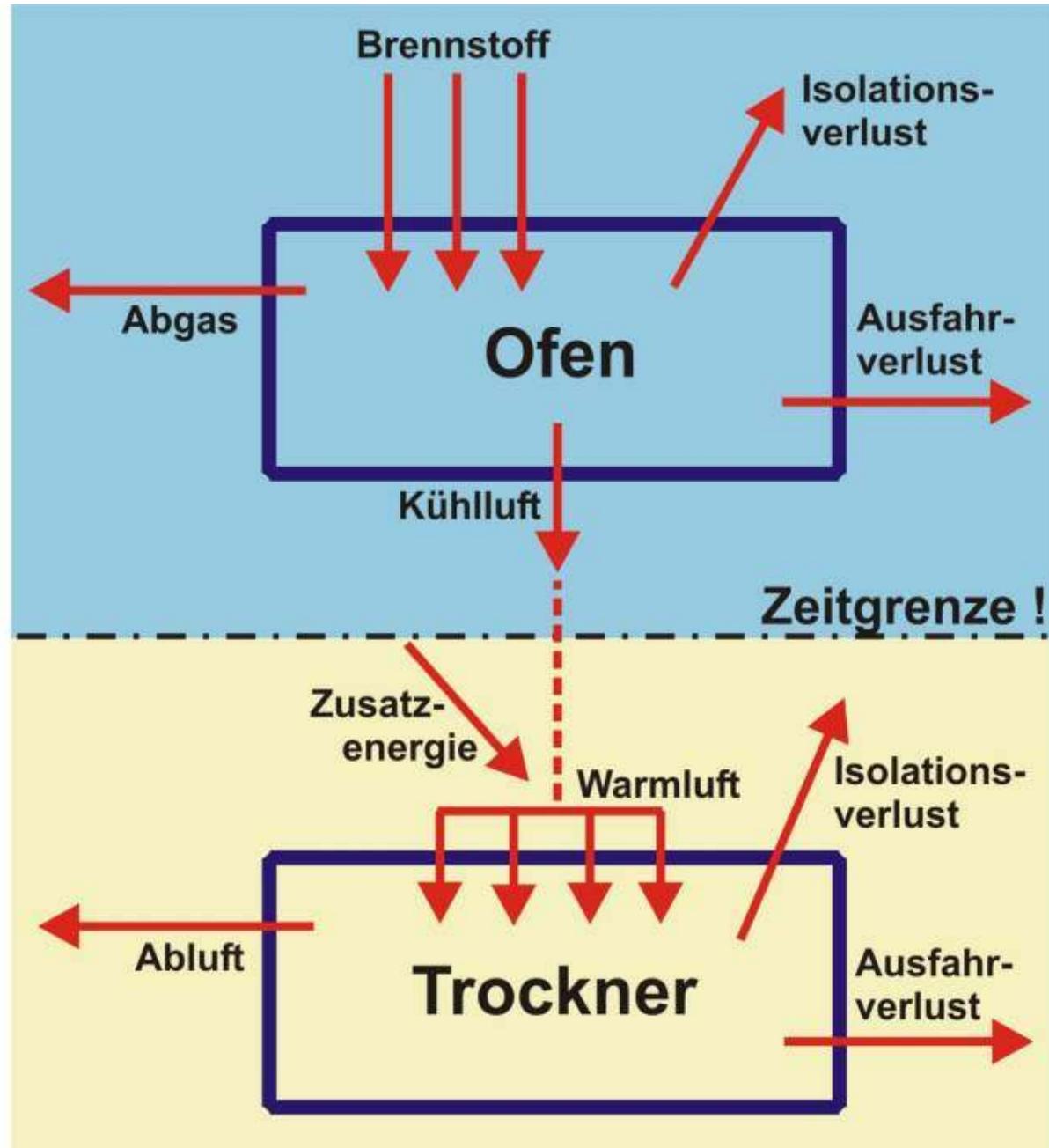


Bei Synchronbetrieb stimmen derzeit die Enthalpie der Ofenkühlluft und die vom Trockner benötigte Warmluft in vielen Fällen ungefähr überein. (*Ausnahme: Dachziegel mit Hilfsbesatz*)

Dieses führt durch Produktionspausen an Wochenenden, Produktwechsel, Störungen u.a.m. zu energetischem Zusatzbedarf des Trockners.

Hohe Flexibilität in der Produktion, besonders in Kombination mit Schnelltrocknern, benötigt die Zwischenspeicherung der Verbundwärme oder ihre Verminderung durch ofeninterne Nutzung heißer Kühlluft zur Verbrennungsluftvorwärmung.

Bei Dachziegeln mit Hilfsbesatz kann auch bei Synchronbetrieb nur eine anteilige Kühlluftnutzung im Trockner erfolgen.





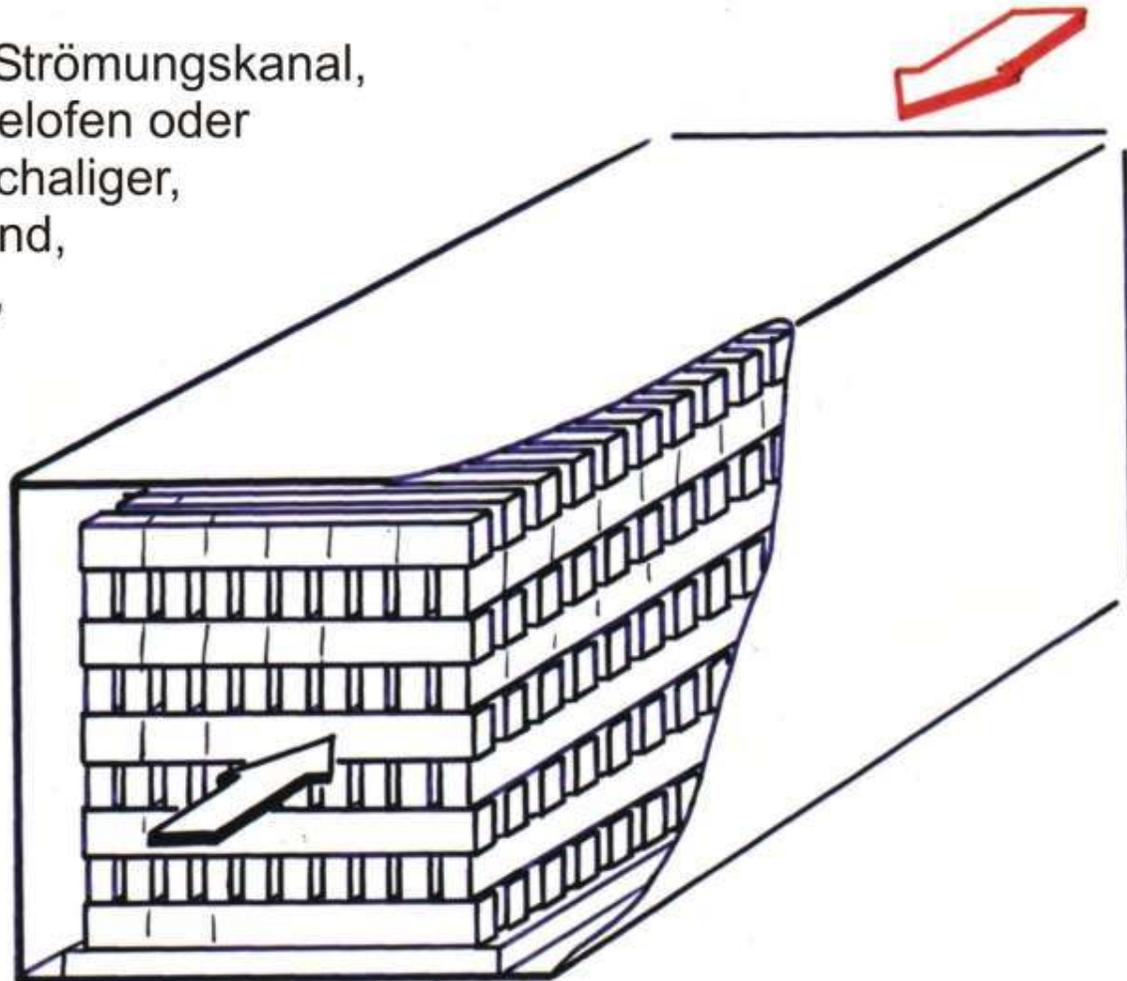
Zeitliche Entkopplung von Ofen und Trockner durch die Installation eines regenerativen, mit Ziegeln im Gitterbesatz gefüllten Kanalwärmespeichers

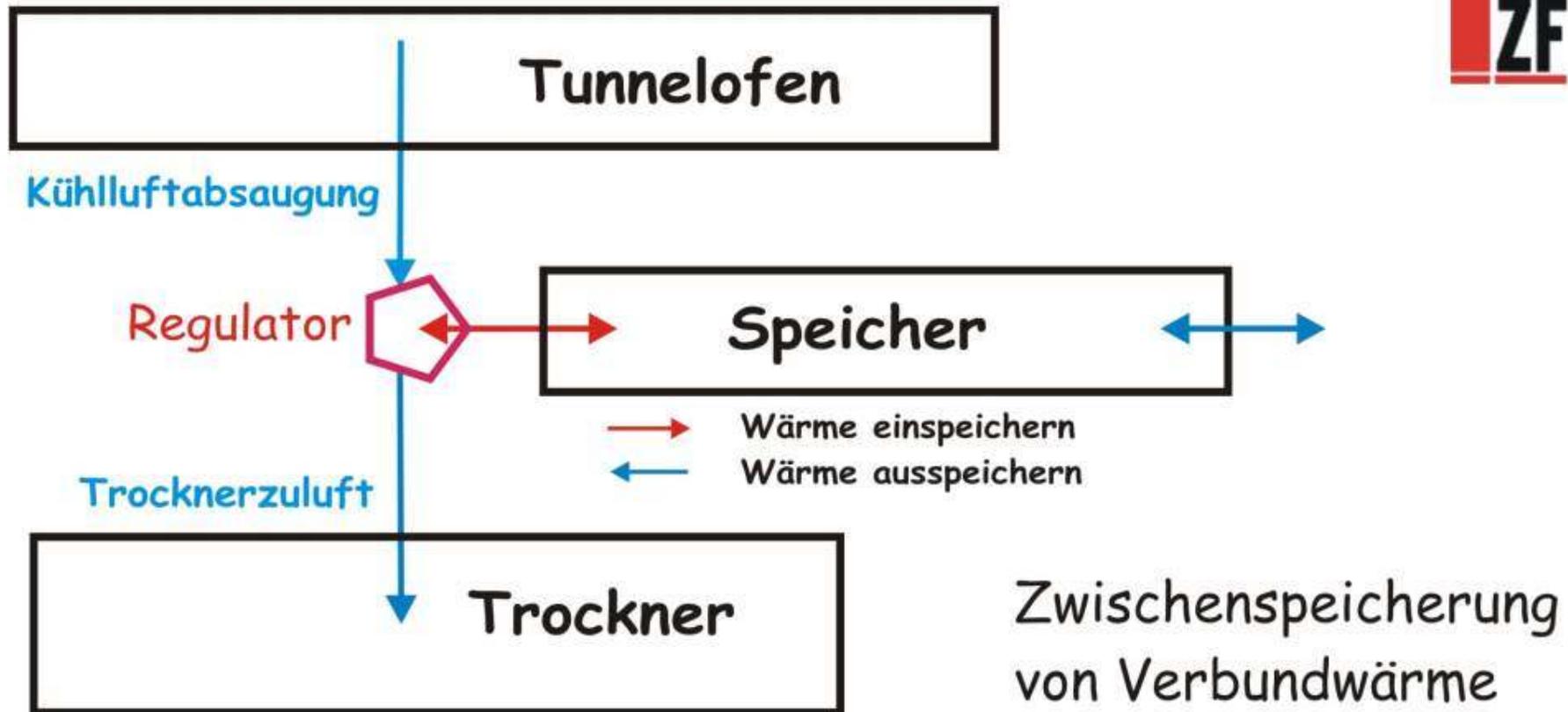


## Durchströmungswärmespeicher

Stationärer Gitterbesatz in Strömungskanal, entweder stillgelegter Tunnelofen oder einfacher Neubau aus einschaliger, innen isolierter (Ziegel-)Wand, keine Gleise, keine Wagen, keine Sandrinnen oder andere Einbauten.

Vollziegelbesatz aus Fehlproduktion. Bei Neubauten und Platzmangel eventuell auf schweren Besatz mit hoher spezifischer Wärmekapazität ausweichen (teuer: Magnesiasteine wie in Nachtspeicheröfen).





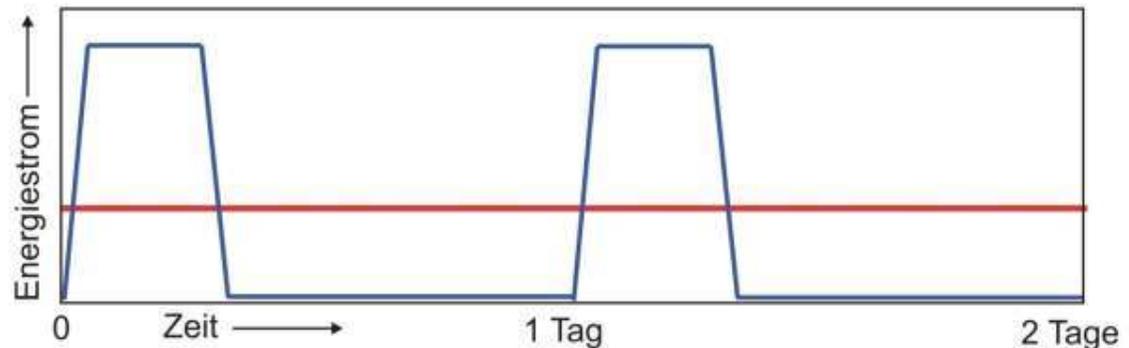
Der Regulator vergleicht die abgesaugte Kühlluft mit dem Trocknerwärmebedarf. Ist der Trocknerwärmebedarf kleiner als der Energieinhalt der Kühlluft, so bläst er die überschüssige Kühlluft in den Speicher, der deren Wärme in seiner Speichermasse einspeichert. Ist hingegen der Trocknerwärmebedarf größer als die Energie der Kühlluft, so wird die benötigte Differenz durch Absaugen aus dem Speicher zurückgewonnen.

# Energetische Überbrückung des Asynchronbetriebes



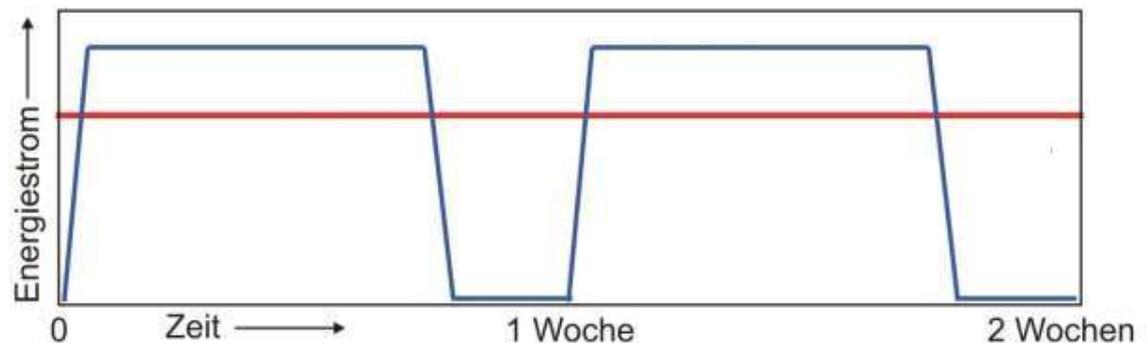
## 1. Fall:

Ofenkühlwärme stets gleichbleibend, Trocknerenergiebedarf täglich auf 8 Stunden begrenzt (einschichtig betriebener Schnelltrockner)



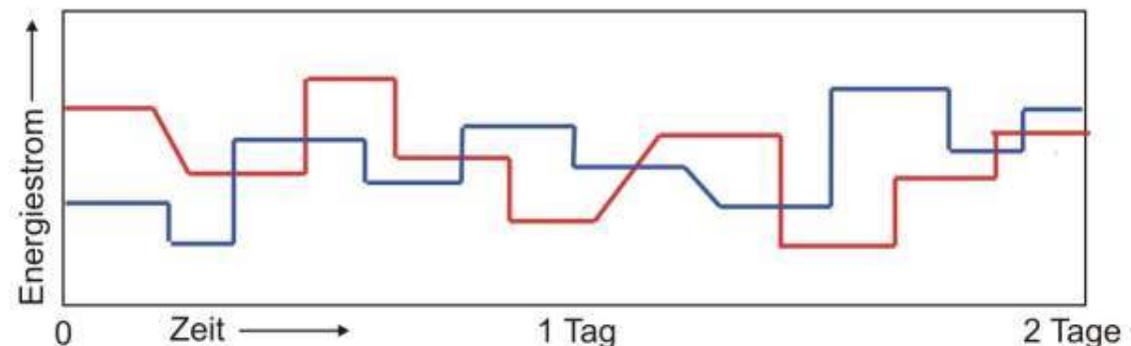
## 2. Fall:

Ofenkühlwärme stets gleichbleibend, Trocknerenergiebedarf geht am Wochenende auf Null zurück, sonst in erster Näherung gleichbleibend



## 3. Fall:

Kurzfristige Schwankungen der Ofenkühlwärme und des Trocknerenergiebedarfs aufgrund von häufigen Produkt- und Leistungsänderungen

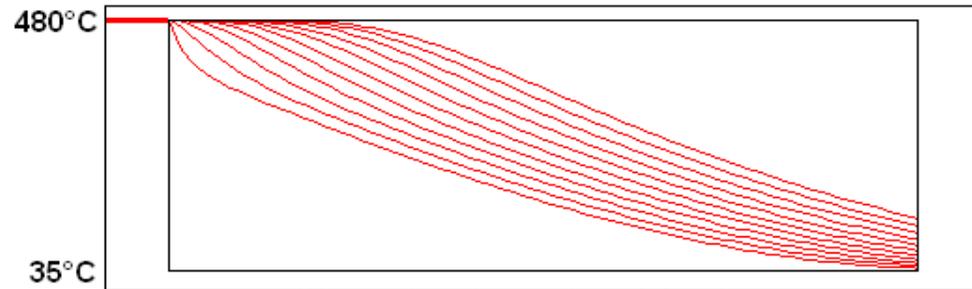




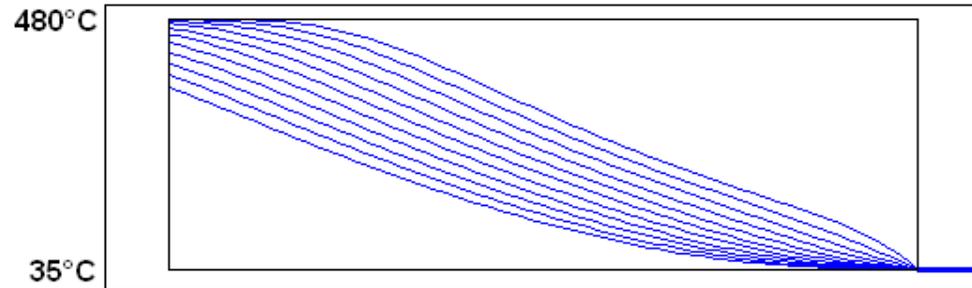
## Durchströmungswärmespeicher für den Ofen-Trockner-Verbund

Speichermasse (Ziegel) in t	300
spez. freie Besatzoberfläche in m <sup>2</sup> /kg	0.02
freier Strömungsquerschnitt in m <sup>2</sup>	1.5
Heißluftstrom vom Ofen in nm <sup>3</sup> /h	5000
Eintrittstemperatur der Heißluft in °C	480
Dauer des Einspeichervorgangs in h	16
Kaltluftstrom (Frischlufte) in nm <sup>3</sup> /h	10000
Eintrittstemperatur der Kaltluft in °C	35
Dauer des Ausspeichervorgangs in h	8

Lufttemperaturen beim Durchströmen des Speichers

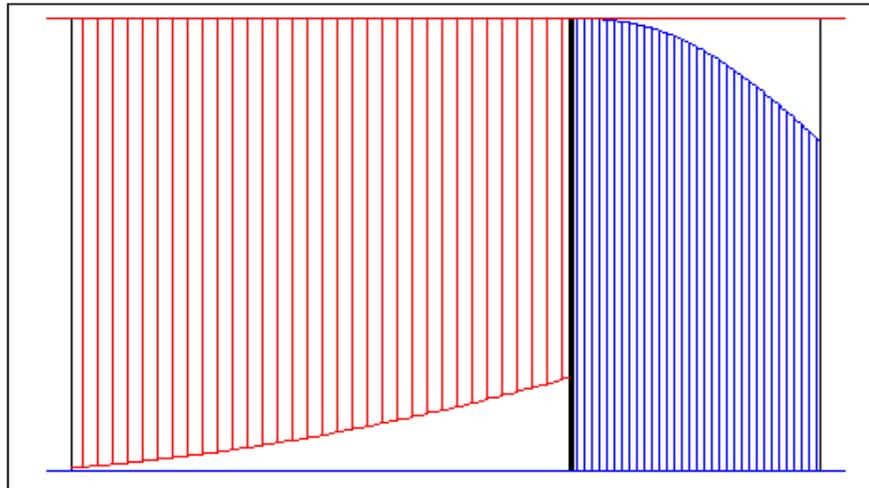


Wärme einspeichern über 16 Stunden



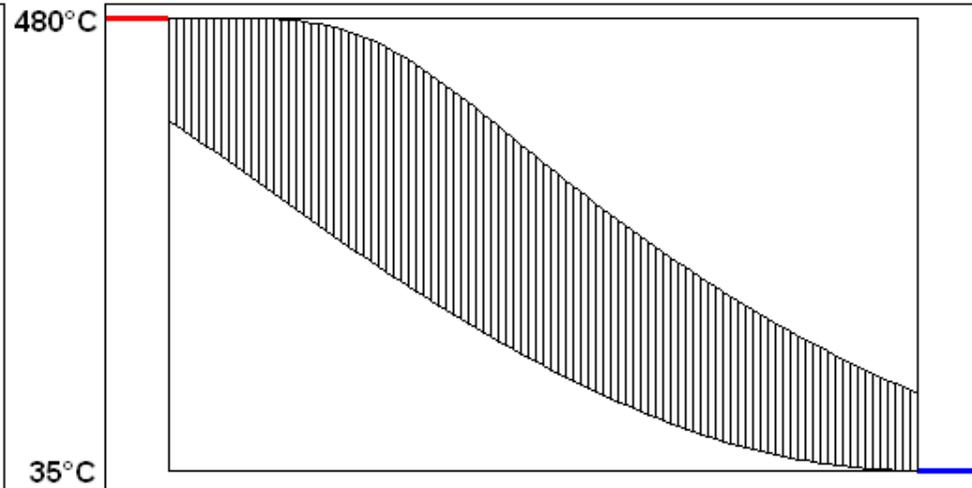
Wärme ausspeichern über 8 Stunden

Zeitliche Verläufe der Lufttemperaturen nach dem Verlassen des Wärmespeichers



Markiert sind die ein- und ausgespeicherten und somit nutzbar gemachten Wärmemengen

Temperaturamplituden der Speichermasse



Gespeichert werden 11.83 MWh.  
Der Verlust beträgt 7.920 %.

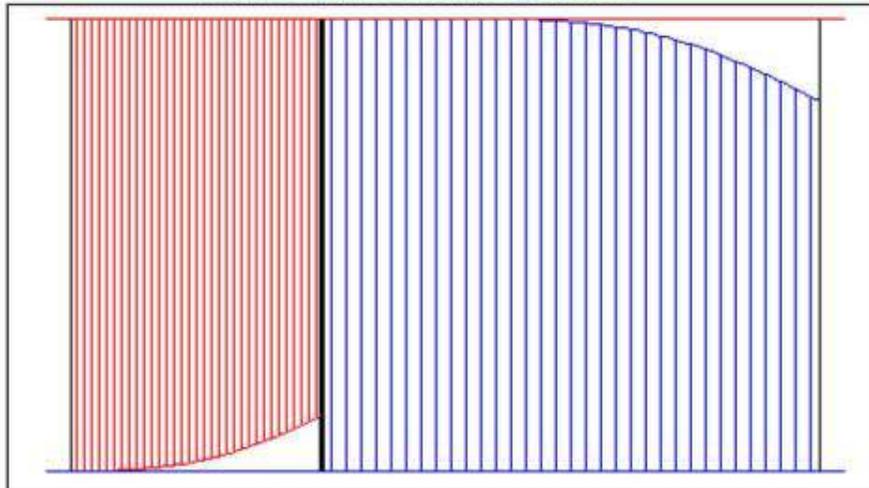
1. Fall: Schnellrockner im einschichtigen 8 Stunden-Betrieb



## Durchströmungswärmespeicher für den Ofen-Trockner-Verbund

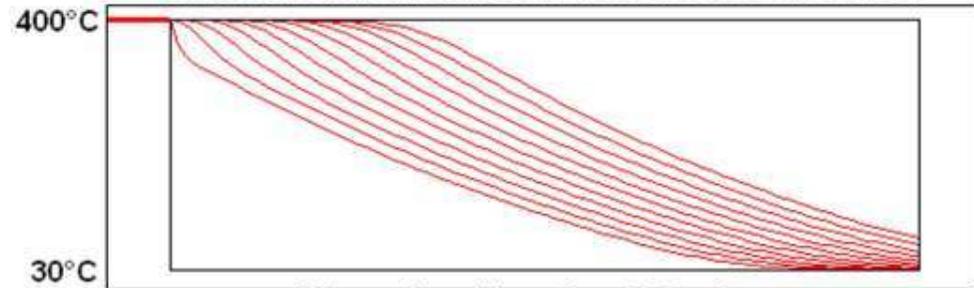
Speichermasse (Ziegel) in t	2000
spez. freie Besatzoberfläche in m <sup>2</sup> /kg	0.02
freier Strömungsquerschnitt in m <sup>2</sup>	5.0
Heißluftstrom vom Ofen in nm <sup>3</sup> /h	14000
Eintrittstemperatur der Heißluft in °C	400
Dauer des Einspeichervorgangs in h	36
Kaltluftstrom (Frischlufte) in nm <sup>3</sup> /h	7000
Eintrittstemperatur der Kaltluft in °C	30
Dauer des Ausspeichervorgangs in h	72

Zeitliche Verläufe der Lufttemperaturen nach dem Verlassen des Wärmespeichers

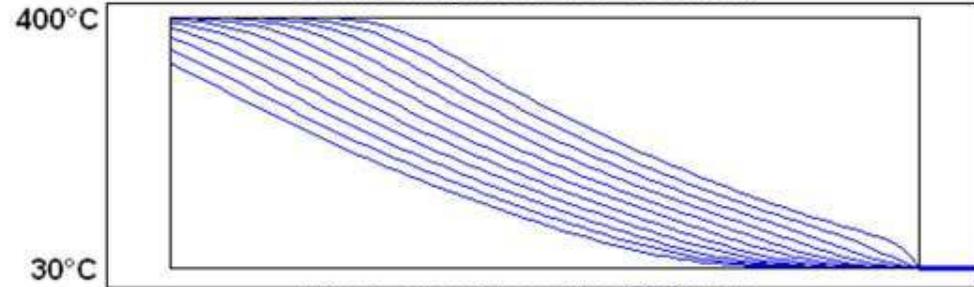


Markiert sind die ein- und ausgespeicherten und somit nutzbar gemachten Wärmemengen

Lufttemperaturen beim Durchströmen des Speichers

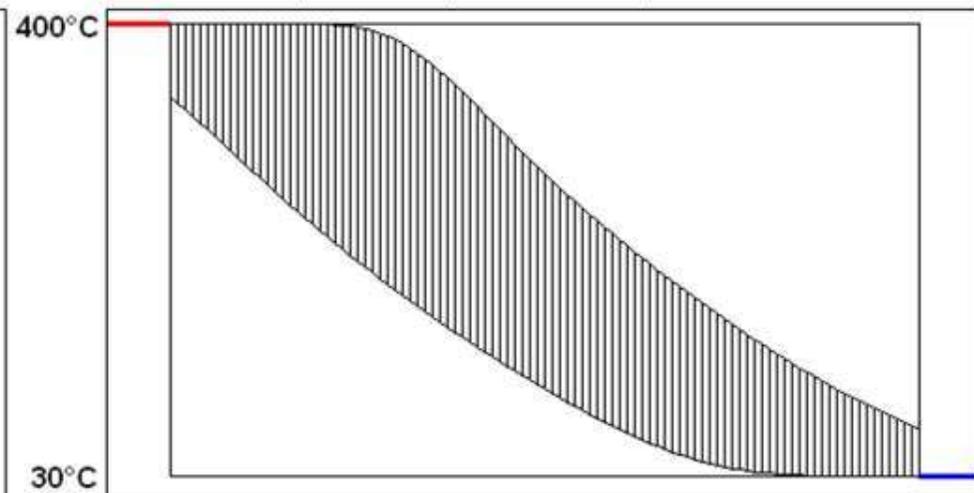


Wärme einspeichern über 36 Stunden



Wärme ausspeichern über 72 Stunden

Temperaturamplituden der Speichermasse



Gespeichert werden 65.57 MWh.  
Der Verlust beträgt 2.627 %.

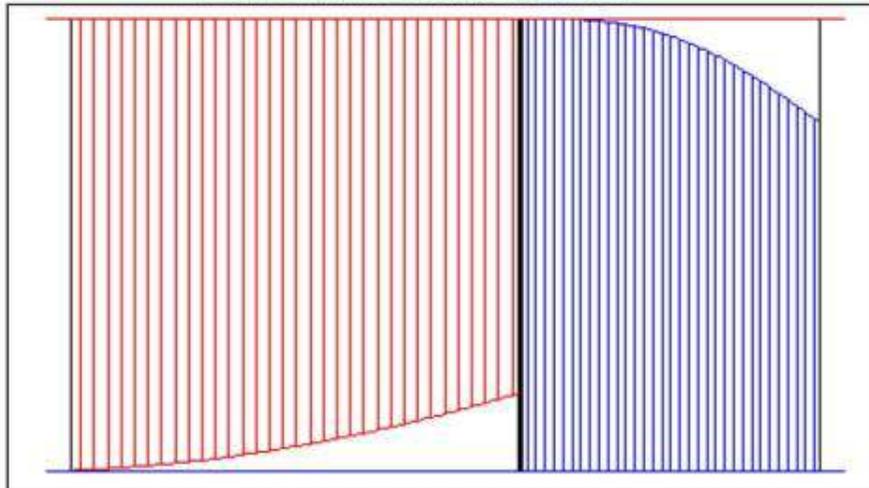
2. Fall: Trocknerenergiebedarf sinkt am Wochenende auf Null



## Durchströmungswärmespeicher für den Ofen-Trockner-Verbund

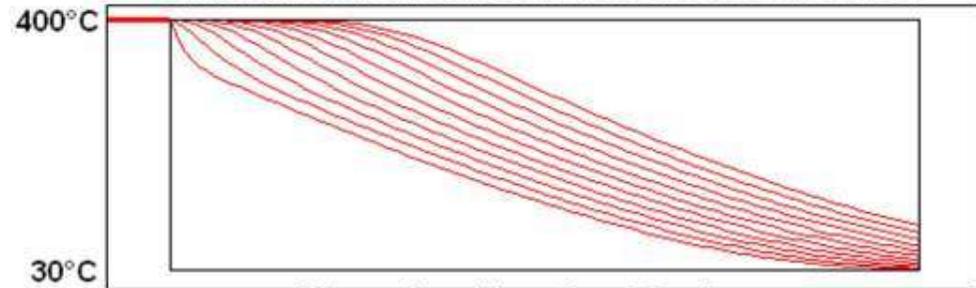
Speichermasse (Ziegel) in t	500
spez. freie Besatzoberfläche in m <sup>2</sup> /kg	0.02
freier Strömungsquerschnitt in m <sup>2</sup>	1.5
Heißluftstrom vom Ofen in nm <sup>3</sup> /h	14000
Eintrittstemperatur der Heißluft in °C	400
Dauer des Einspeichervorgangs in h	9
Kaltluftstrom (Frischlufte) in nm <sup>3</sup> /h	21000
Eintrittstemperatur der Kaltluft in °C	30
Dauer des Ausspeichervorgangs in h	6

Zeitliche Verläufe der Lufttemperaturen nach dem Verlassen des Wärmespeichers

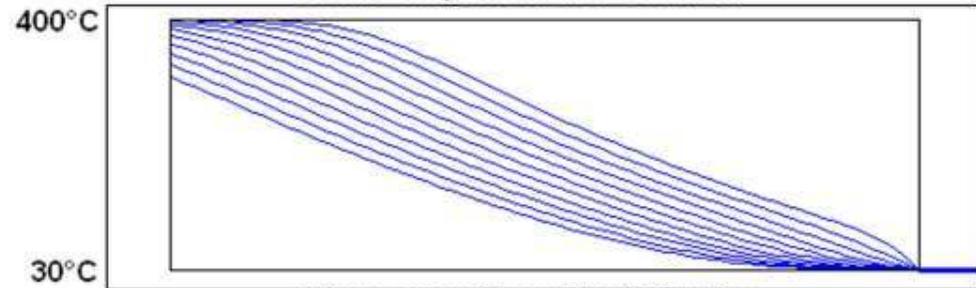


Markiert sind die ein- und ausgespeicherten und somit nutzbar gemachten Wärmemengen

Lufttemperaturen beim Durchströmen des Speichers

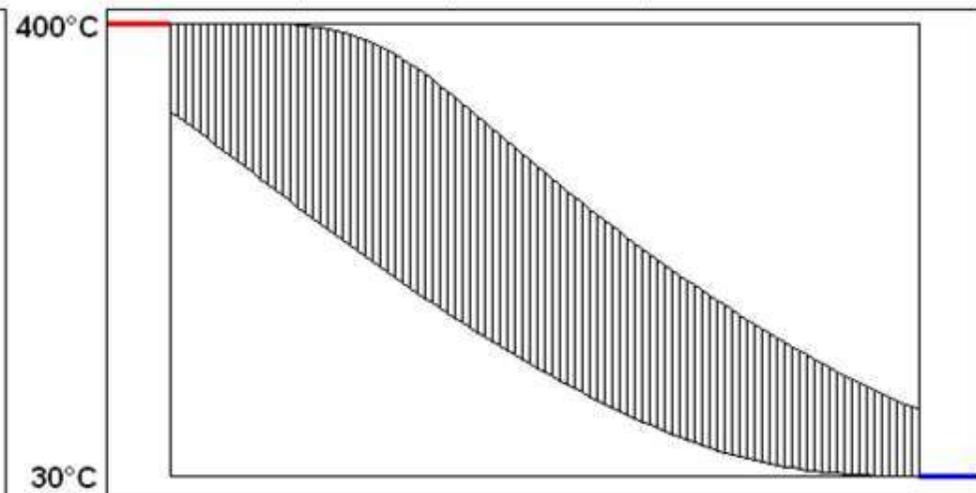


Wärme einspeichern über 9 Stunden



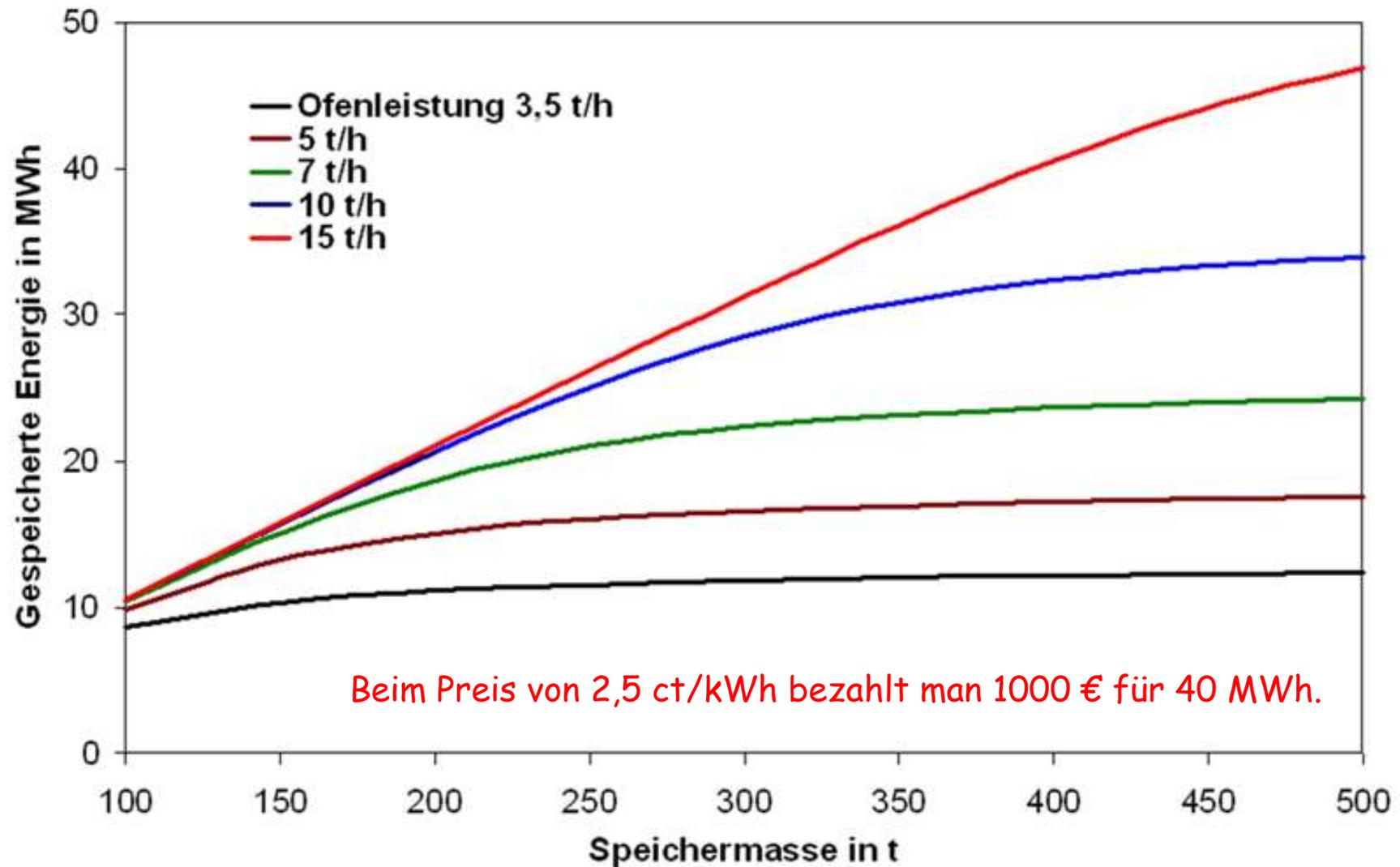
Wärme ausspeichern über 6 Stunden

Temperaturamplituden der Speichermasse

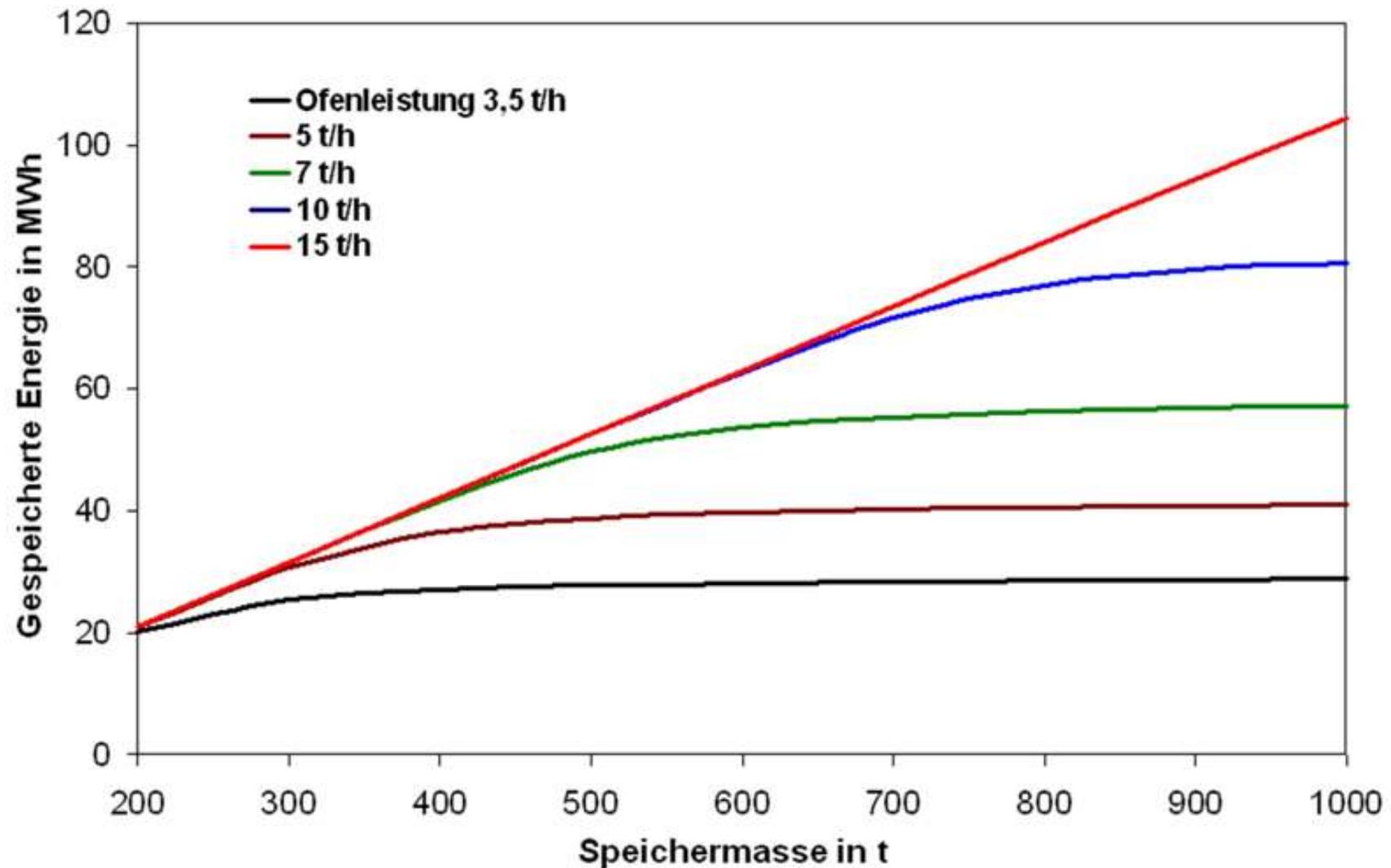


Gespeichert werden 15.87 MWh.  
Der Verlust beträgt 5.701 %.

### 3. Fall: kurzfristige Bedarfsschwankungen



***Im Zwischenspeicher gespeicherte und daher einsparbare Energie bei Variation der Speichermasse für unterschiedliche Ofenleistungen bei einschichtigem Trocknerbetrieb***



***Im Zwischenspeicher gespeicherte und daher einsparbare Energie bei Variation der Speichermasse für unterschiedliche Ofenleistungen bei der Überbrückung von Wochenendpausen im Trocknerbetrieb***

Anfragen zur EMail-Übermittlung der kompletten Präsentation  
oder des Programms zur Wärmespeicherung

bitte an:

[junge@izf.de](mailto:junge@izf.de)

oder als Brief oder Fax an:

Institut für Ziegelforschung Essen e.V.  
Dr.-Ing. Karsten Junge  
Am Zehnthof 197 - 203  
D-45307 Essen

Tel.: +49 (0)201 59213 01  
Fax: +49 (0)201 59213 20

