

# Neue Systeme zur Ressourcenschonung Graduiertenkolleg der HSZG

## Zukunftssichere Stromerzeugung

Autoren: Dr.-Ing. Clemens Schneider, Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch  
Laufzeit: 01.08.2015 – 31.07.2018

### Untersuchungen des Flexibilisierungsbedarfs konventioneller Kraftwerke zur Kompensation von dynamischen Residuallasten



Institut für Prozeßtechnik,  
Prozeßautomatisierung  
und Meßtechnik



#### Hintergrund

Durch den zunehmenden Anteil von volatil bereitgestellten Strom aus Photovoltaik- und Windenergieanlagen und den damit verbundenen Angebotsschwankungen im Energieverbundnetz ergeben sich hohe Anforderungen zur Kompensation der Residuallast.

Die Betrachtung der Eingriffe zur Stabilisierung des Übertragungsnetzes in der Regelzone von 50 Hertz (Abb. 1) zeigen, dass sich die Maßnahmen nach § 13.1 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zwischen den Jahren 2010 und 2015 um den Faktor 5 erhöht haben. Diese Maßnahmen beinhalten Eingriffe in die Erzeugerleistung (Redispatch), den Handel an kurzfristigen Märkten (Contertrading) sowie sicherheitsbedingte Regelzoneninterne Verkäufe (SIV) und resultieren in der Notwendigkeit zur Flexibilisierung der Energieversorgung.

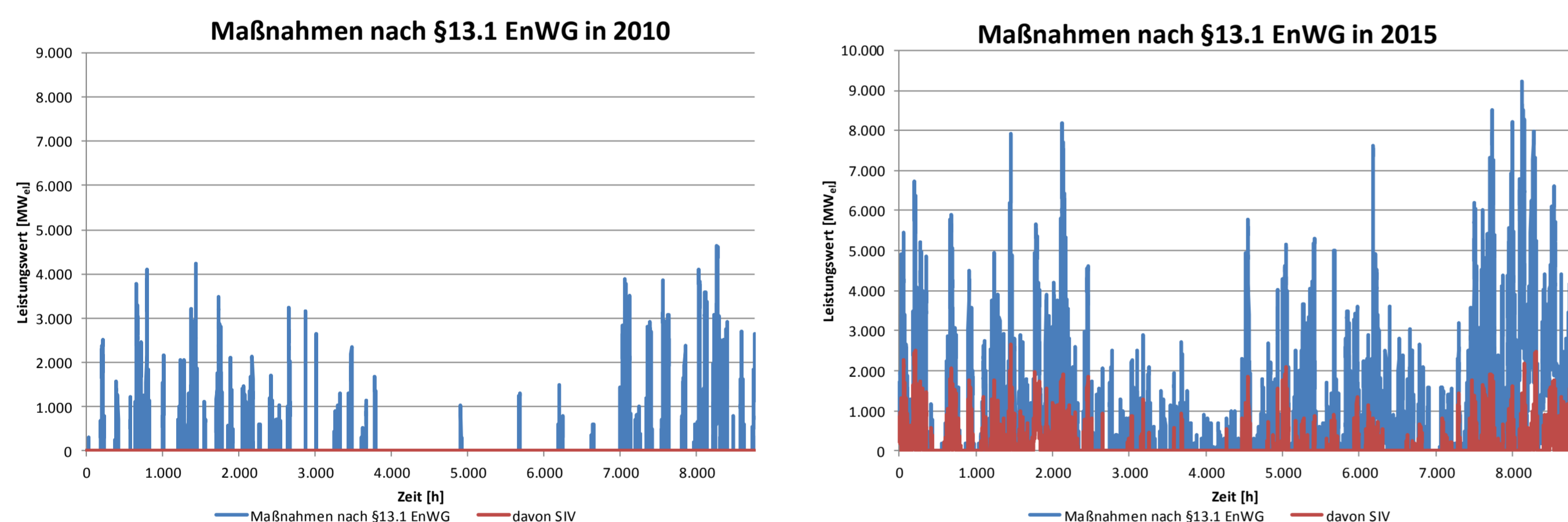


Abb. 1: Eingriffe zur Stabilisierung des Übertragungsnetzes in der Regelzone von 50 Hertz

#### Residuallast

Die Residuallast ergibt sich aus der Regelzonenlast abzüglich der volatil eingespeisten Leistung aus Photovoltaik und Windenergie. Diese muss durch konventionelle Energieerzeuger zur Kompensation von Lastschwankungen gedeckt werden. Die Analysen der Residuallast im 50 Hertz-Verbundnetz über das gesamte Jahr 2015 zeigten, dass die Kapazitäten der bestehenden Braunkohlekraftwerke die Deckung des größten Anteils dieser Lasten ermöglicht, vorausgesetzt die Anlagen können die hohen Lasttransienten in vollem Umfang kompensieren. Die Ganglinie der Residuallast (Abb. 2) zeigen große Schwankungen, welche mit enormen Lasttransienten verbunden sind. Um diese Lasttransienten in den erforderlichen Größenordnungen ressourcenschonend abdecken zu können, ist eine Flexibilisierung des Kraftwerksparks, welcher hauptsächlich aus Grundlastkapazitäten besteht, erforderlich. Nur so wird es möglich, die Versorgungssicherheit bei weiter ansteigenden Residuallasten zu gewährleisten.

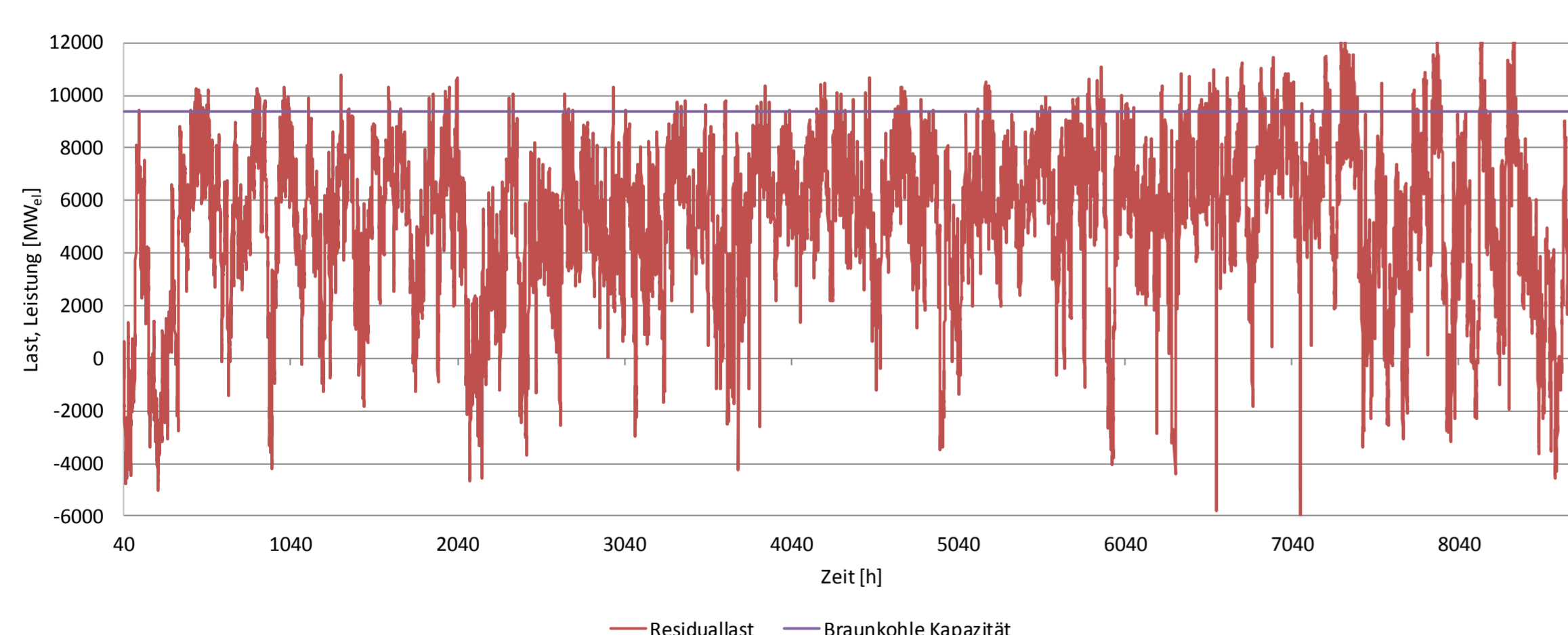


Abb. 2: Residuallast im 50 Hertz-Verbundnetz über die Stunden im Jahr 2015

#### Flexibilisierungsmaßnahmen

Die Verläufe der Residuallasten lassen sich mit Hilfe der Kenntnisse über die Aufstellung des Kraftwerksparks im Verteilernetz auf die jeweiligen Energieträger und Anlagen skalieren und somit die theoretisch erforderliche Ganglinie der Einspeisungen jeder Anlage ableiten.

Die durchgeführten Untersuchungen der erforderlichen Flexibilisierungsmaßnahmen basieren auf einer Glättung der aus der Lastganganalyse abgeleiteten Einspeise-Ganglinien einer Referenzanlage. Aus den Differenzen zwischen geglätteten und ursprünglichen Ganglinien werden die Speicherleistungen bestimmt, die erforderlich sind, um eine geglättete Fahrweise der Anlage bei gleichzeitiger Bereitstellung der erforderlichen dynamischen Lastanforderung aus dem Netz zu gewährleisten. Die erforderliche Speicherkapazität richtet sich nach Amplitude und Richtung der ursprünglichen Lasttransienten sowie nach dem Zeitbereich der Glättung.

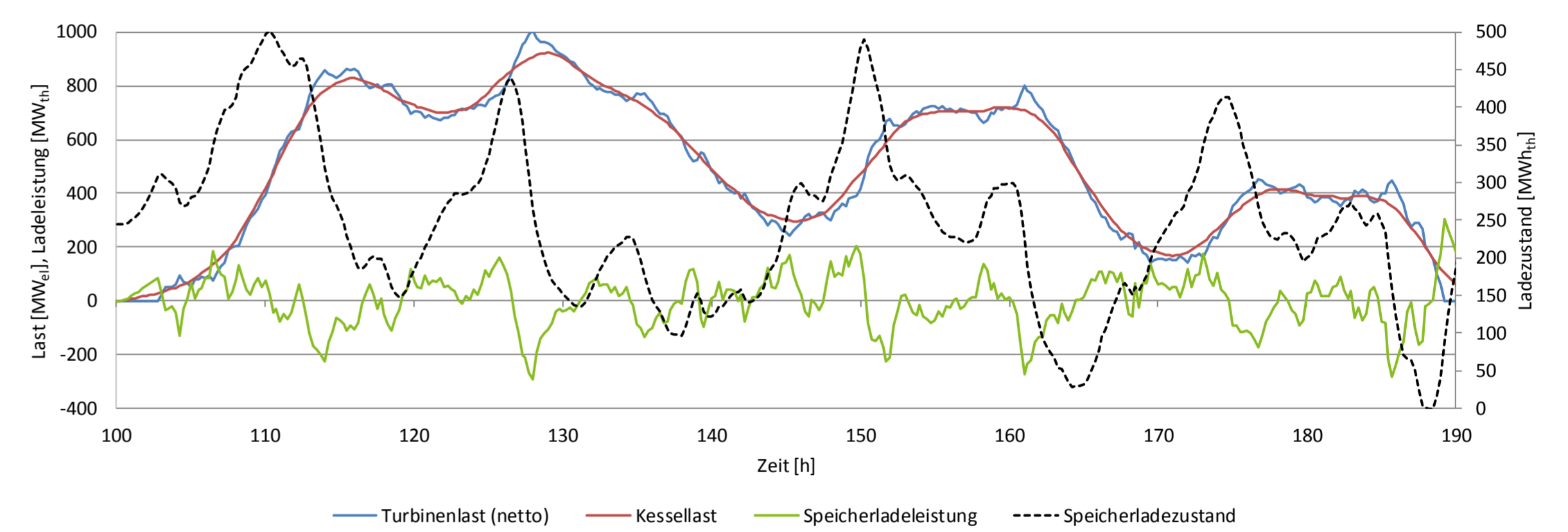


Abb. 3: Glättung der theoretischen Einspeise-Ganglinien einer Referenzanlage für 90 Jahresstunden

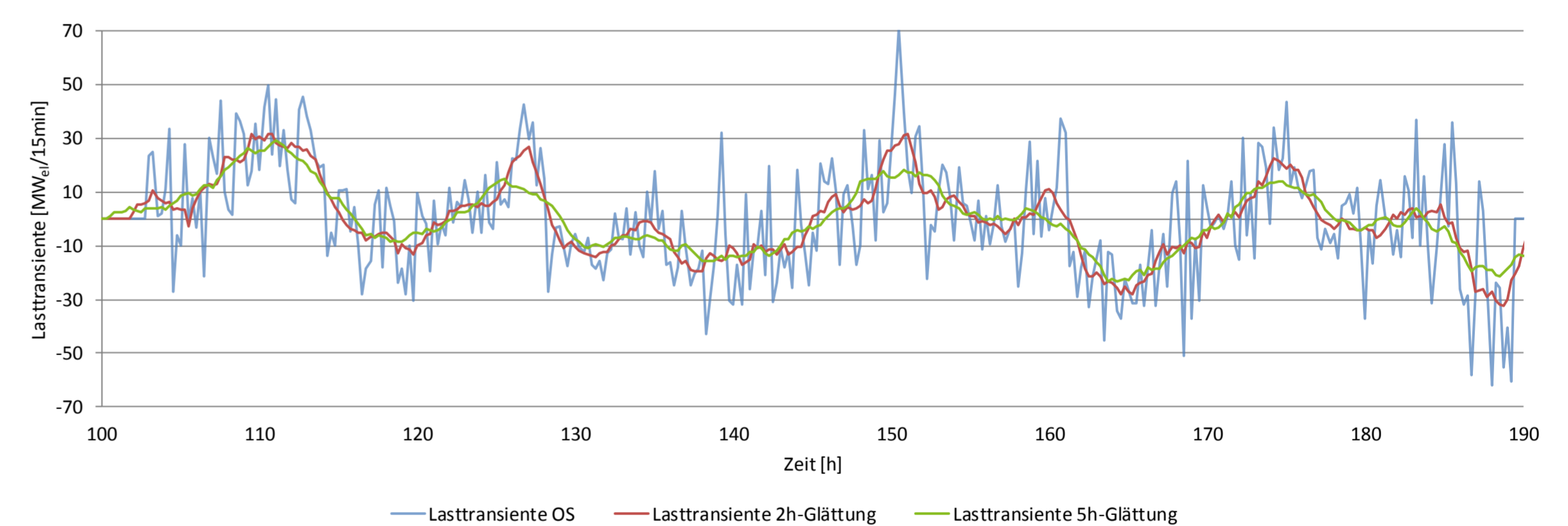


Abb. 4: Reduktion der Lasttransienten durch Glättung in unterschiedlichen Zeiträumen für 90 Jahresstunden

#### Speicherkonzept

Die Kapazitäten können durch unterschiedliche Speicherarten bereitgestellt werden. Die regelungstechnisch einfache, aber kostenintensive Art besteht in der direkten Kompensation der Lastschwankungen durch elektrische Energiespeicher. Die effizienteste Art ist, die Energie möglichst am Anfang der Energieumwandlungskette in Form von Wärme zu speichern. Eine bedeutende Maßnahme dazu besteht in der temporären Entkopplung von Dampferzeuger und Turbine durch einen thermischen Energiespeicher. Damit lassen sich Wirkungsgradverluste bei Lastwechselfahrweise verringern und somit die Energieeffizienz im Hinblick auf die wachsenden Anforderungen der Anlagen erhöhen.

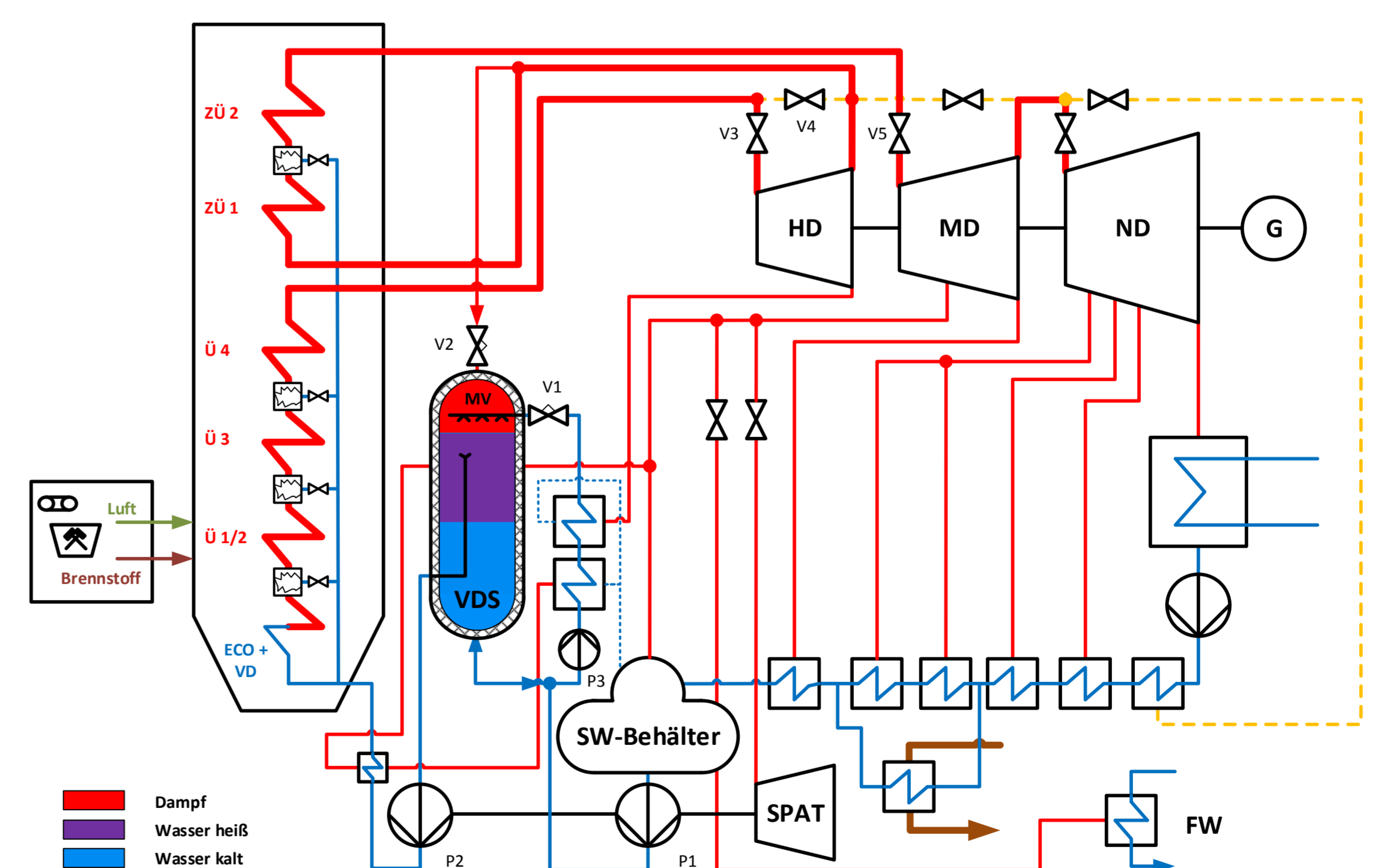


Abb. 5: Konzept zur Einbindung eines thermischen Energiespeichers in eine Bestandsanlage

#### Ergebnis

Mit Hilfe der beschriebenen Analyse und der Glättung der Ganglinie sowie der Berücksichtigung des thermischen Wirkungsgrades lassen sich Aussagen über die erforderlichen Leistungen und Kapazitäten thermischer Energiespeicher für spezifische Anlagen ableiten. Damit ist auch ein betriebswirtschaftlich sinnvoller Einsatz thermischer Energiespeicher möglich, da die Residuallast in den meisten Fällen mit dem EEX korreliert.