

# Simulationsgestützte Prognose des elektrischen Lastverhaltens bis 2030

---

Energiewirtschaftliches Seminar an der TUM

Dipl.-Ing. Thomas Gobmaier

16. Juli 2012

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Verbundprojektes KW21 erarbeitet.  
Förderung durch E.ON Energie AG, BStMWFK und BStMWIVT.

## Ausgangssituation:

Für Planung und Auslegung zukünftiger Kraftwerke sowie zur Betrachtung der Notwendigkeit von Stromspeichern werden möglichst genaue Lastgangprognosen benötigt.

## Zielsetzung:

Entwicklung eines Lastgangmodells, das einen zukünftigen Stromlastgang generieren kann.

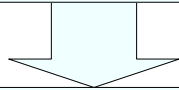
Dabei werden u.a. folgende Punkte berücksichtigt:

- Regionale klimatische Einflüsse über TRY-Wetterdaten
- Klimaveränderung
- Integration von Trends (z.B. längere Ladenöffnungszeiten)
- Zukünftige Dynamisierung von Lasten

# Methodik zum Aufbau eines dynamischen Verbraucherlastgangs

## Aufbau des Referenzlastgangs (Top Down)

Verbraucherlastgänge (regional und Deutschland)  
(ENTSO-E und VNBs  
2006 bis 2010)



Aufbau eines typischen Verbraucherlastgangs  
(Analyse von Art und Anzahl  
der erfassten Verbraucher)

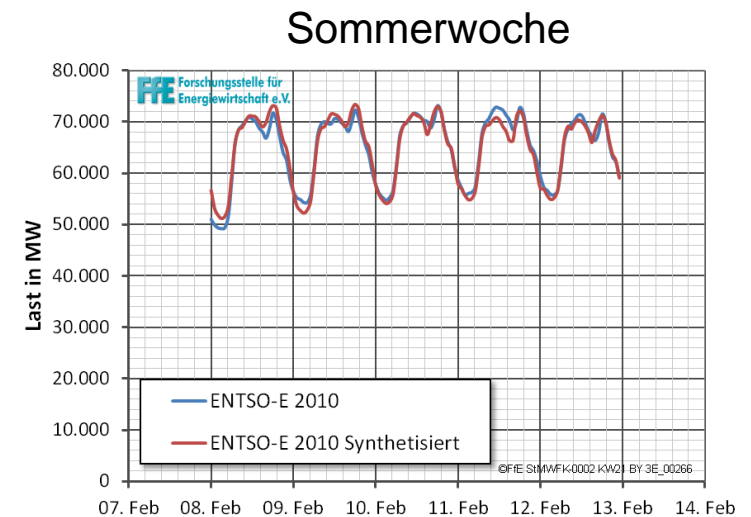
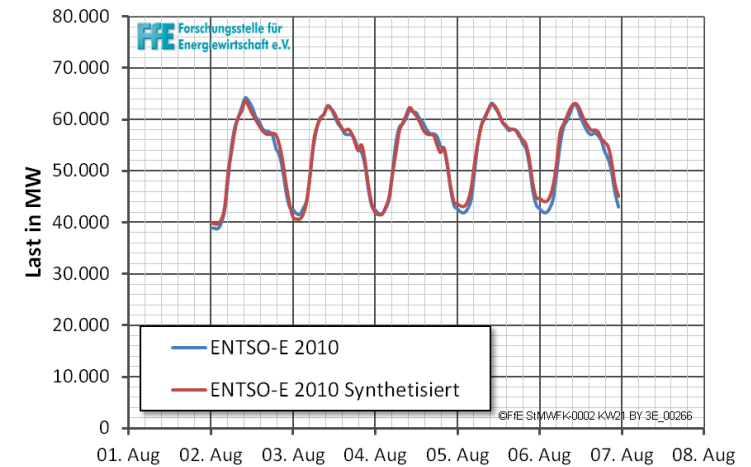
## Aufbau des Verbrauchsmodells (Bottom Up)

## Zukünftiger Stromlastgang

## Dynamisierung schaltbarer Lasten

# Aufbau eines typischen Verbraucherlastgangs

- Basis: ENSO-E Verbraucherlastgänge
- Aufbau eines linearen multivariaten Regressionsmodells zur Lastganganalyse und –synthetisierung
- 72 Rechenläufe pro untersuchtem Jahr (Werk-, Samstag und Sonn-/Feiertag für jede Stunde des Tages)
- Berücksichtigte Variablen:
  - Lufttemperatur (Heiz- und Kühltemperatur)
  - Ferienzeiten
  - Feier- und Brückentage
  - Wochentag
  - Helligkeit im Zeitraum der Dämmerung
- Synthetisierung eines typischen Verbraucherlastgangs mit mittlerer Regressionskoeffizienten und TRY-Wetterdaten



Winterwoche mit Abendspitzen

# Methodik zum Aufbau eines dynamischen Verbraucherlastgangs

## Aufbau des Referenzlastgangs (Top Down)

Verbraucherlastgänge (regional und Deutschland)  
(ENTSO-E und VNBS 2006 bis 2010)

Aufbau eines typischen Verbraucherlastgangs  
(Analyse von Art und Anzahl der erfassten Verbraucher)

Vergleich der Modellergebnisse mit den Bilanzen bzw. Lastgängen

## Aufbau des Verbrauchsmodells (Bottom Up)

Elektrische Lastgänge und Verbräuche

Lastganganalyse mit Synthetisierung und Modellbildung

Aufbau des Lastgang-Modells

Stromlastgang und residuale Netzlast Heute

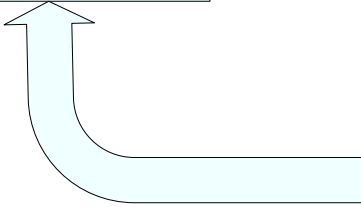
## Zukünftiger Stromlastgang

Analyse von Trends und Fortschreibungen

## Dynamisierung schaltbarer Lasten



Anpassung des Modells



# Trends die den Lastgang in Zukunft verändern

## „Urbanisierung (24 h Stadt)“:

- Die Triggerung des öffentlichen Lebens durch Ladenöffnungszeiten, starre Arbeitszeiten und die Erreichbarkeit von Dienstleistern (Ärzte, Behörden, Kundendienst) wird weiter verringert. Der Strombedarf tagsüber wird homogener und verteilt sich über mehr Stunden, reicht mehr in den Abend hinein.

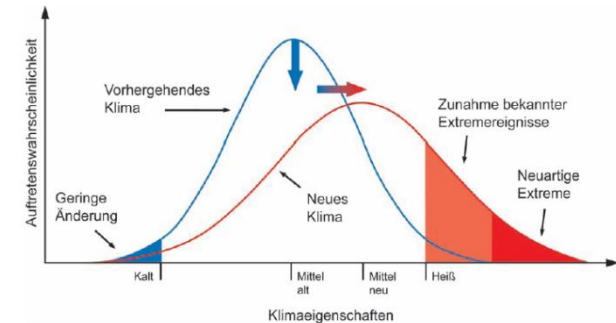
## „Technikwandel“:

- Zunehmende Automatisierung in der Industrie Anlagen mit hohem Grad an Automation müssen möglichst gut ausgenutzt werden (3-Schicht Betrieb).
- Außerbetriebnahme von Elektrospeicherheizungen führt zu einer Substitution des Heizstroms in der Nacht (Winter und Übergangszeit). Verbrauchsreduktion wird kaum durch Wärmepumpen abgefangen

# Trends die den Lastgang in Zukunft verändern

## „Klimaverschiebung“:

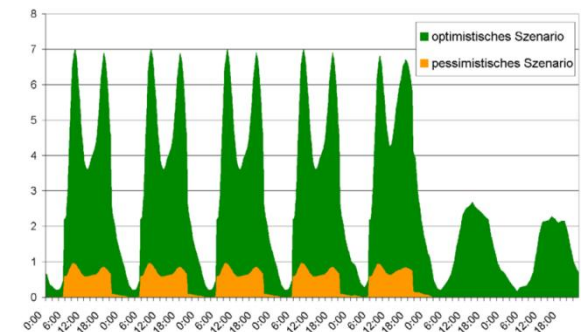
- Messungen zeigen, dass sich die klimatischen Verhältnisse in Deutschland ändern, eine Stabilisierung ist bis 2030 nicht zu erwarten. Dies wird zu Veränderungen im Heizwärmeverbrauch und im Klimatisierungsverbrauch führen.
- In Verbindung mit steigenden Komfortanforderungen und der Alterung der Gesellschaft werden mehr Flächen gekühlt



Beierkuhnlein, C.; Foken, T.: Klimaanpassung Bayern 2020 - Der Klimawandel und seine Auswirkungen. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), 2007

## „Elektromobilität“:

- Bis zum Jahr 2030 wird ein enormer Anstieg der Elektromobilität auf 7,2 Millionen Fahrzeuge erwartet. Flexible Ladeschemen möglich, da ca. 70 % der Fahrzeuge nur für den kurze Weg zur Arbeit benutzt werden (22 h Standzeit).



Köll, L.; Mezger, T.: Ladeprofile und Ladeleistungsbedarf von Elektrostraßenfahrzeugen EWS am 20. Juli 2009, FfE

# Methodik zum Aufbau eines dynamischen Verbraucherlastgangs

## Aufbau des Referenzlastgangs (Top Down)

Verbraucherlastgänge (regional und Deutschland)  
(ENTSO-E und VNBS 2006 bis 2010)

Aufbau eines typischen Verbraucherlastgangs  
(Analyse von Art und Anzahl der erfassten Verbraucher)

Vergleich der Modellergebnisse mit den Bilanzen bzw. Lastgängen

## Aufbau des Verbrauchsmodells (Bottom Up)

Elektrische Lastgänge und Verbräuche

Lastganganalyse mit Synthetisierung und Modellbildung

Aufbau des Lastgang-Modells

Stromlastgang und residuale Netzlast Heute

## Zukünftiger Stromlastgang

Analyse von Trends und Fortschreibungen

Bildung von drei Szenarien bis 2030

## Dynamisierung schaltbarer Lasten





# Annahmen der Szenarien

## Basis-Szenario „business as usual“ (BAU)

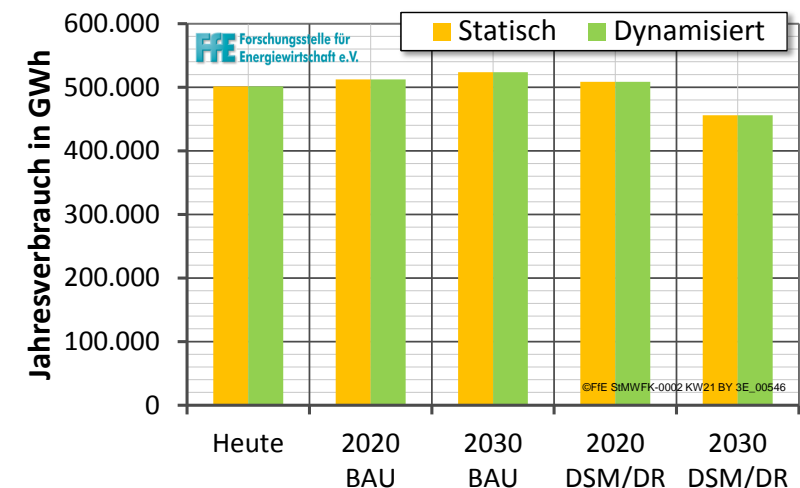
- 55 % Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 bei leicht steigendem Bruttostromverbrauch (ca. 2 % bis 2030).

## Szenario 2 (DSM/DR):

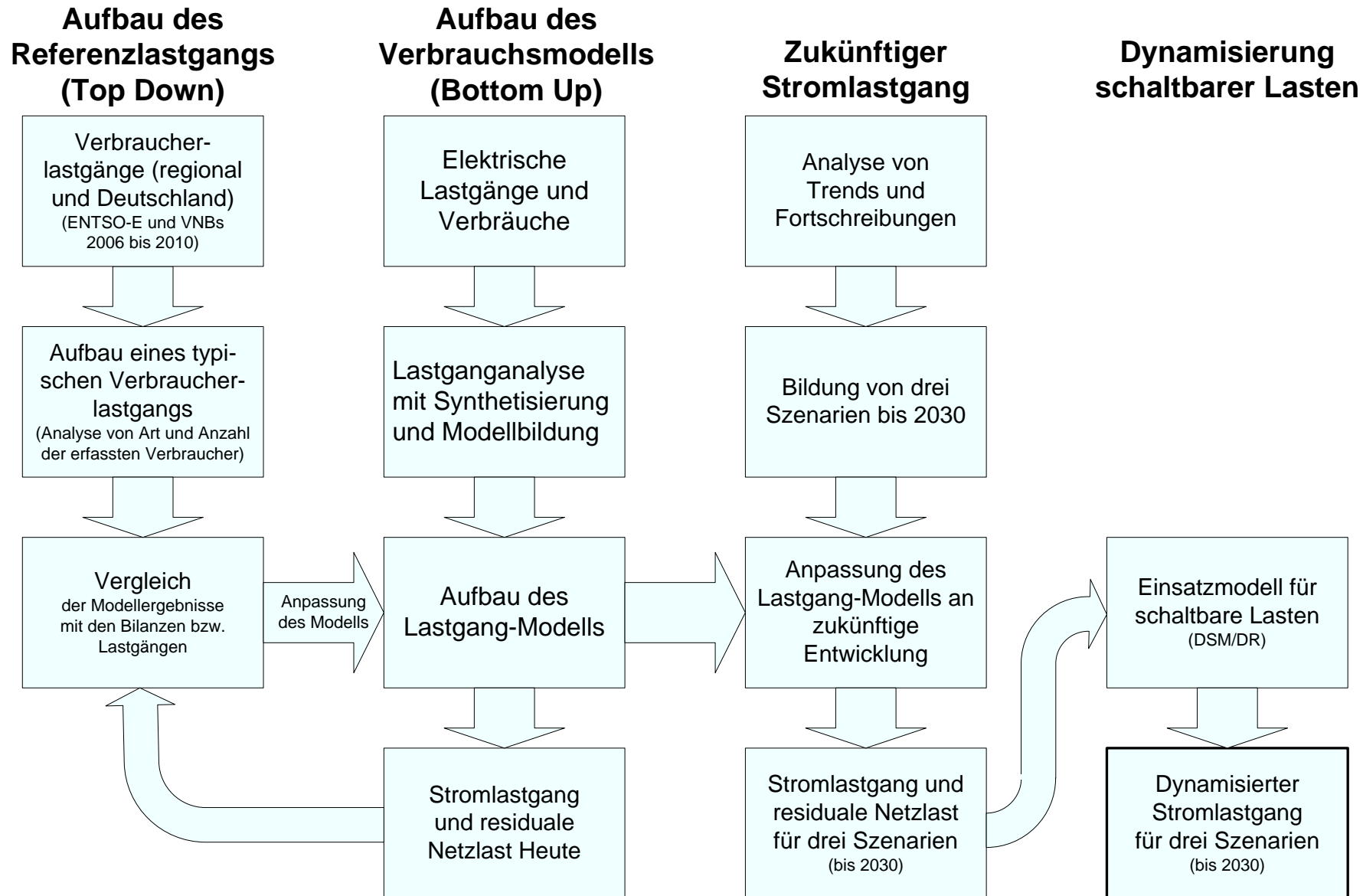
- Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes schaltbarer Lasten.
- 60 % Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 bei sinkendem Bruttostromverbrauch (ca. - 9 % bis 2030).
- „Grünes Szenario, obwohl nicht alle Effizienzmaßnahmen greifen.“

## Szenario 3 (Autarkie):

- Einsatz schaltbarer Lasten abhängig von der regionalen Stromverfügbarkeit, zur Unterstützung regionaler Autarkiebestrebungen
- Energieautarkie: 100 % Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch
- Rahmendaten wie Szenario 2 (Vergleichbarkeit)

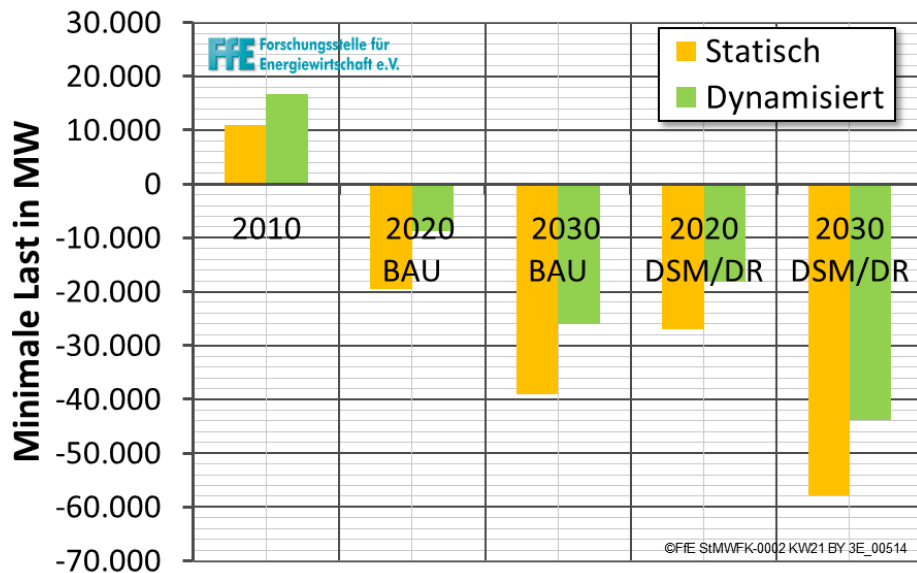
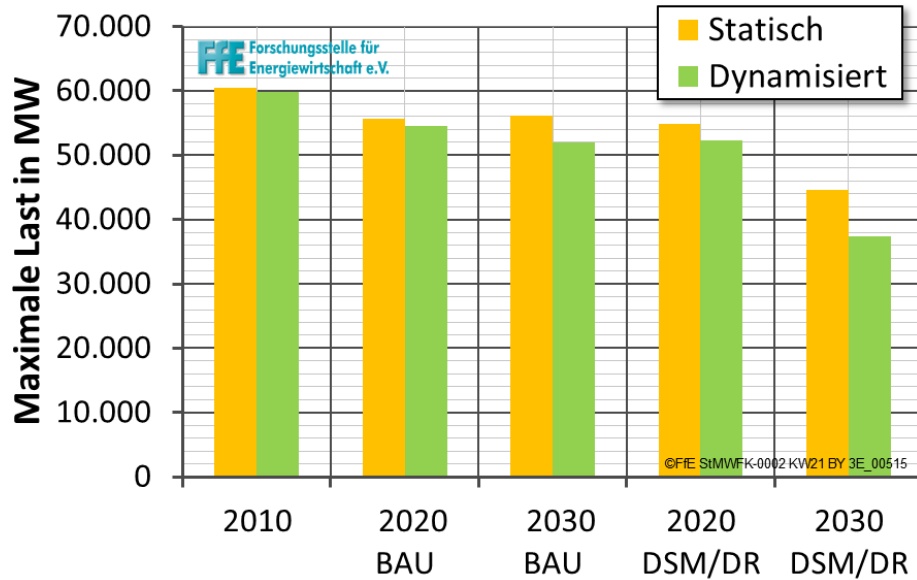


# Methodik zum Aufbau eines dynamischen Verbraucherlastgangs



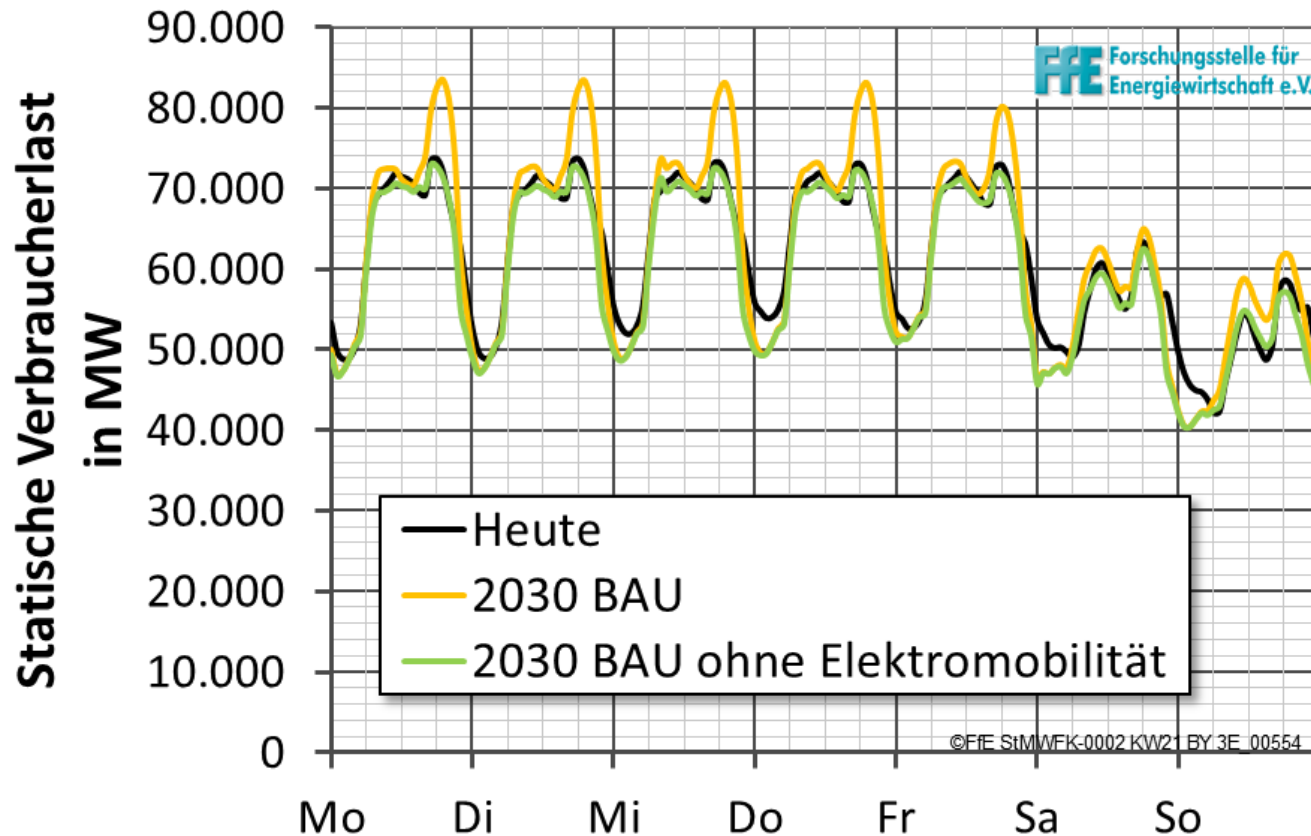
# Auswirkung der Dynamisierung der residualen Last auf die Verbraucherlast

## Residuale Last



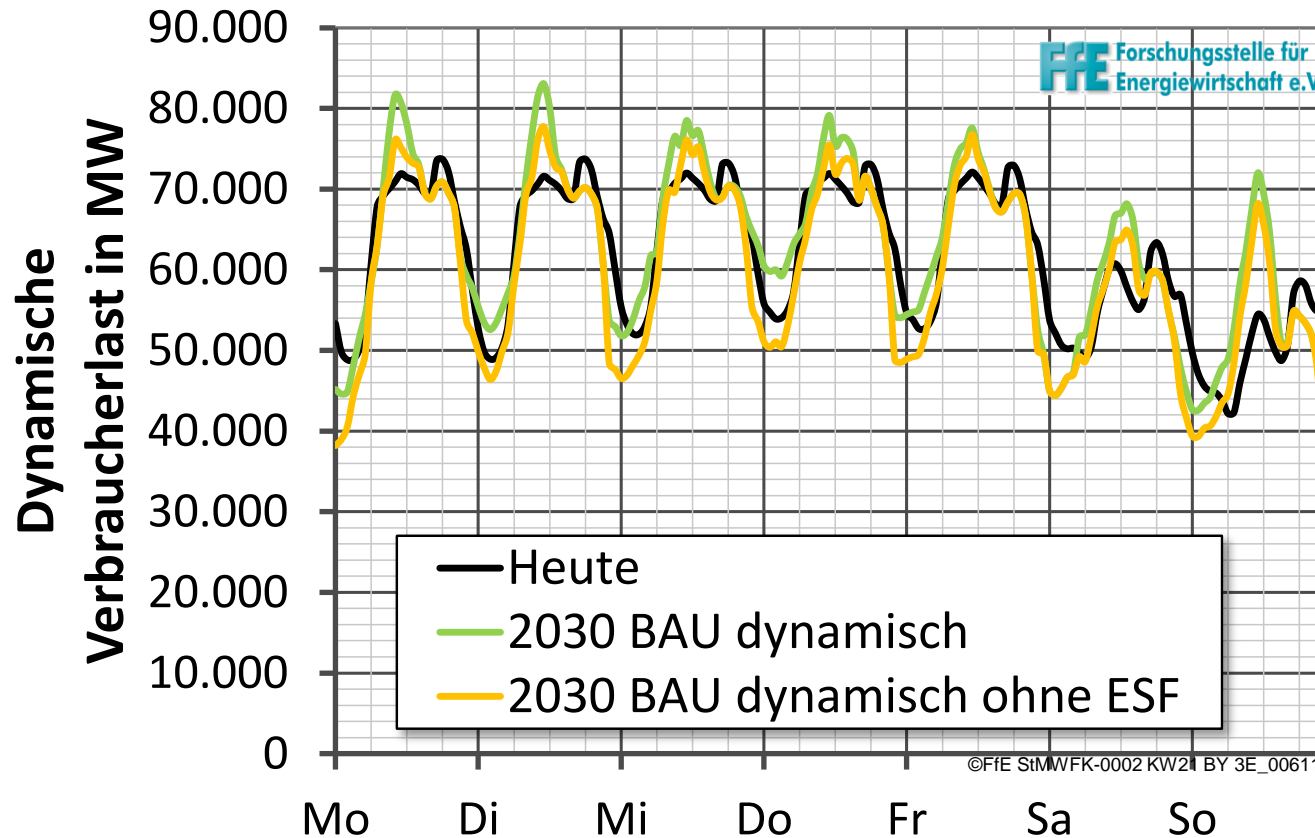
→ Wie würde sich der Verbraucherlastgang entwickeln, wenn die Elektromobilität nicht oder nur in geringem Maße kommt ?

# Ergebnisse ohne Elektromobilität: Vergleich der statischen Verbraucherlast



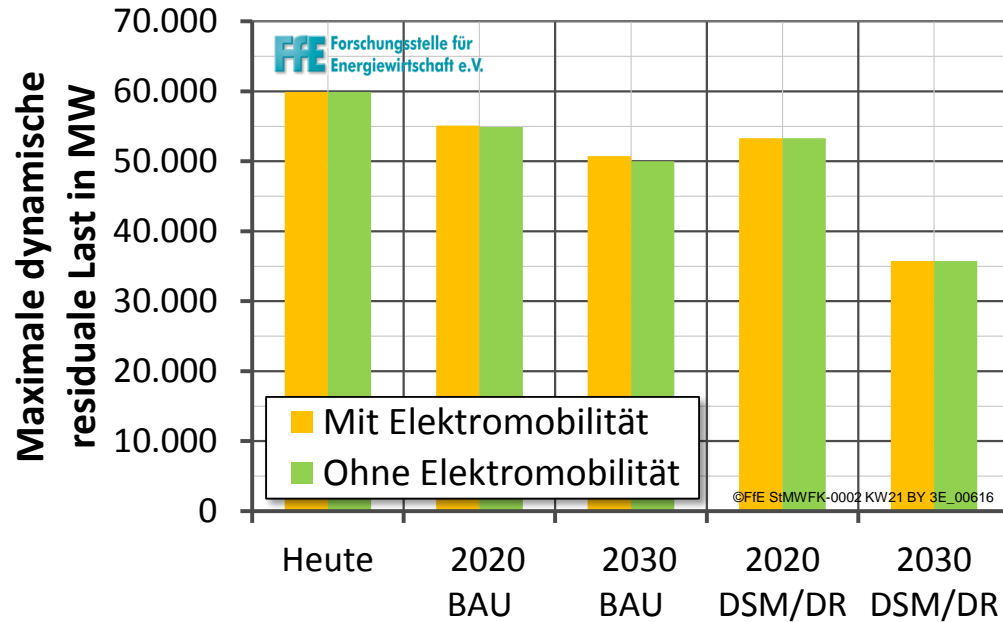
- Statische Verbraucherlast Winterwoche
- Ohne Elektromobilität nur geringe Änderungen im statischen Verbrauchlastgang im Szenario BAU
- Elektrostraßenfahrzeuge werden höchstwahrscheinlich gesteuert geladen, dadurch keine starken Lastspitzen

# Ergebnisse ohne Elektromobilität: Vergleich der dynamischen Verbraucherlast

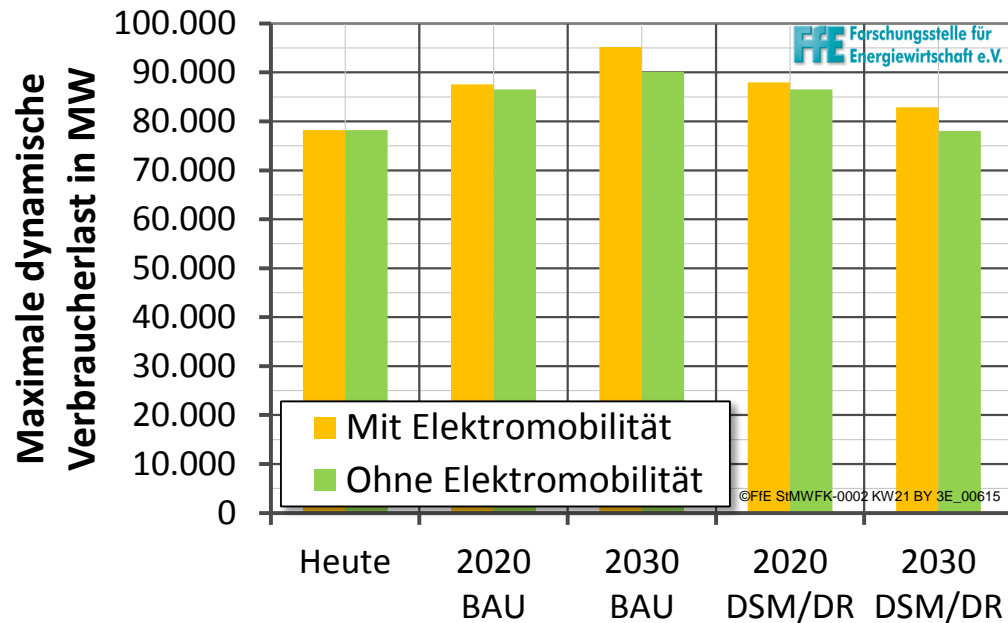


- Verbrauch der Elektromobilität wird von den Abend- in die Nachtstunden verschoben, andere schaltbare Verbraucher weichen in die PV-Einspeisezeiten aus

# Vergleich der maximalen Verbraucherlast



- Die Auswirkungen der Elektromobilität auf die maximale residuale Last sind wegen der Verschiebbarkeit minimal.



- Die maximale Verbraucherlast wird in geringem Umfang erhöht

# Zusammenfassung

- Einen starken Einfluss auf den Lastgang kann das Laden von Elektrostraßenfahrzeuge haben, die Auswirkungen der anderen Trends ist eher gering
- Die Erhöhung der Einspeisung fluktuierender Energieerzeuger wird stärkere Preisschwankungen am Strommarkt erzeugen, was die Wirtschaftlichkeit von schaltbaren Lasten erhöht. Eine Dynamisierung der bisher statischen Verbraucherlastgänge ist notwendig
- Die Dynamisierung führt zu einer Vergleichmäßigung der residualen Last, die Verbraucherlast wird dabei deutlich erhöht.
- Im Falle einer Energieautarkie reduziert sich die maximale Netzbezugsleistung kaum, die dynamische Verbraucherlast wird erhöht.

Das Projekt lief im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens „Kraftwerke des 21. Jahrhunderts“ (KW21). Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (StMWFK), dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) sowie der E.ON Energie AG für die Förderung.



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Thomas Gobmaier

+49 (89) 158121-52  
[TGobmaier@ffe.de](mailto:TGobmaier@ffe.de)

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
[www.ffe.de](http://www.ffe.de)

