



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



370.007 FACHVERTIEFUNG ENERGIESYSTEME

PV IM STROMSYSTEM – STROMMARKT

GRUPPE: D

DATUM: 26.05.2020

AUTOREN: TANJA MOSER 01526699

ANDREAS PATHA 01609934

TIM EDINGER 01525912

KONSTANTIN KOBEL 01525841

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
1.1	Aufgabe 4.1	3
1.2	Aufgabe 4.2	4
1.3	Aufgabe 4.3	4
2	Berechnungen	5
2.1	Last und Residuallast	5
2.2	Monetärer Ertrag einer 1kWp PV-Anlage	6
3	Ergebnisse	7
3.1	Aufgabe 4.1 - Last und Residuallast	7
3.1.1	Aufgabe 4.1.a - Dauerlinie der Last und der Residuallast	7
3.1.2	Aufgabe 4.1.b - Dauerlinie der Last und der Residuallast für das Jahr 2012	8
3.1.3	Aufgabe 4.1.c - Abhängigkeiten des Spotmarktpreises	9
3.1.4	Aufgabe 4.1.d - Interpretation der Scatter-Plots	10

1 Aufgabenstellung

In der vierten Übung sollen der Strommarkt und seine Entwicklung über die letzten Jahre, betrachtet werden. Besonders im Fokus stehen hierbei die Spotmarktpreise, die Stromerzeugung und die Netzlast, zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

1.1 Aufgabe 4.1

In Aufgabe 4.1 sollen die Last und die Residuallast für das Marktgebiet Österreich/Deutschland, über ein Jahr, analysiert werden. Zusätzlich soll der Zusammenhang zwischen dem Spotmarktpreis und der Einspeisung von erneuerbaren Energien beleuchtet werden.

Folgende **Parameter** werden uns hierzu zur Verfügung gestellt:

- Die Datei *Load_Production.mat* beinhaltet die stündlichen Werte für die Netzlast (in *MW*) sowie die normierte PV-Erzeugung (in MW/MW_{peak}), über ein Jahr.
- In der Datei *Daten_Preise_Last_2012.xlsx* befinden sich stündliche Jahresdaten, aus dem Jahr 2012, zu der Netzlast, der Erzeugung durch PV- und Wind-Anlagen, sowie zu den Spotpreisen.
- Die Datei *Spotpreis.mat* beinhaltet für die Jahre 2008 bis 2016 die mittleren stündlichen Spotmarktpreise, über das jeweilige Jahr, in €/MWh. Schaltjahre wurden bei 8760 abgeschnitten.

Folgende **Aufgabenstellungen** sollen behandelt werden:

- a) Stellen Sie eine Dauerlinie der Last und der Residuallast ($Last - PV_{Produktion}$) für eine installierte Leistung von PV-Anlagen in der Höhe von 0 bis 200 GW dar. (in 50GW-Intervallen).
Was beobachten Sie?
- b) Betrachten Sie im Folgenden die tatsächlichen Daten der Erneuerbaren (Wind und PV) aus dem Jahr 2012. Stellen Sie die Last sowie Residuallast ($Last - PV_{Produktion} - Wind_{Produktion}$) als Leistungsdauerlinie dar.
- c) Erstellen Sie 3 Scatterplots (siehe Matlab-Funktion *scatter*) des Spotmarktpreises in Abhängigkeit von:
 - Last
 - Residuallast
 - Einspeisung der Erneuerbaren
- d) Wie interpretieren Sie die Scatterplots? Decken sich die Ergebnisse mit ihren Erwartungen?

1.2 Aufgabe 4.2

Das Ziel von Aufgabe 4.2 ist es die historische Entwicklung der Großhandelsstrompreise vom Jahr 2008 bis zum Jahre 2016 zu beschreiben.

Die hierfür nötigen **Parameter** können dem Kapitel Aufgabe 4.1 entnommen werden.

Die **Aufgaben** lauten:

- a) Erstellen Sie die Preisdauerlinie für die Jahre 2008 bis 2016.
Was beobachten Sie?
- b) Erstellen Sie eine Grafik der mittleren stündlichen Großhandelsstrompreise für alle 24h für die Jahre 2016 und 2008. Sprich für jede Stunde soll der Mittelwert aus 365 Tagen gebildet werden.
 - Alternativ können Sie dies auch mit einem Boxplot darstellen.
 - Was erkennen Sie daraus?

1.3 Aufgabe 4.3

Aufgabe 4.3 befasst sich mit der Entwicklung des monetären Ertrags einer PV-Anlage, über die Jahre 2008 bis 2016.

Die dazu gegebenen **Parameter** sind folgende:

- Es wird von einer $1kWp$ PV-Anlage ausgegangen.
- Das Erzeugungsprofil der PV-Anlage ist in der Datei *Load_PVProduction.mat* enthalten.

Für den konkreten Fall aus Aufgabe 4.3 soll die Annahme getroffen werden, dass die komplette Erzeugung am Spotmarkt verkauft wird.

Speziell sollen folgende **Aufgaben** behandelt werden:

- a) Berechnen Sie den monetären Ertrag am Spotmarkt (Marktwert) einer $1kWp$ -PV-Anlage für die Jahre 2008 bis 2016 (das PV-Erzeugungsprofil (in MW/MW_{peak}) finden Sie im File *Load_PVProduction.mat*)
- b) Geben Sie die monetären Erträge (der $1kWp$ -Anlage) der Tage 4 bis 34 und 180 bis 220 im Jahr 2008 und 2016 an.
- c) Wie interpretieren Sie die jährliche Entwicklung der Erträge? Was schließen Sie aus den Ergebnissen?

2 Berechnungen

2.1 Last und Residuallast

Die **Last** bezeichnet in der elektrischen Energietechnik die gesamte, in einem Stromnetz nachgefragte, elektrische Leistung.

Die **Residuallast** bezeichnet in der elektrischen Energietechnik die in einem Stromnetz nachgefragte elektrische Leistung, abzüglich des Anteils fluktuierender Einspeisung von dargebotsabhängigen Erzeugern, wie Windkraft- oder PV-Anlagen. Die Residuallast ist demnach die Leistung, die von Regelkraftwerken gedeckt werden muss.

Die Berechnung der Residuallast erfolgt für den Fall aus Aufgabe 4.1.a wie folgt:

$$Residuallast = Last - PV_{Profil} * PV_{Leistung} \quad (1)$$

- **Last** ist die in der Datei *Load_Production.mat* zur Verfügung gestellte Netzlast.
- **PV-Profil** entspricht dem in der Datei *Load_Production.mat* enthaltenen Erzeugungsprofil einer PV-Anlage.
- **PV-Leistung** entspricht der installierten Leistung. Für den Fall aus Aufgabe 4.1.a soll die installierte Leistung von 0GW bis 200GW, in 50GW-Schritten variiert werden.

Im Falle von Aufgabe 4.1.b erfolgt die Berechnung der Residuallast über folgende Formel:

$$Residuallast = Last - PV_{Produktion} - Wind_{Produktion} \quad (2)$$

- **Last** ist die in der Datei *Daten_Preise_Last_2012.xlsx* zur Verfügung gestellte Netzlast, für das Jahr 2012.
- **PV-Produktion** entspricht der in der Datei *Daten_Preise_Last_2012.xlsx* enthaltenen PV-Einspeisung, für das Jahr 2012.
- **Wind-Produktion** entspricht der in der Datei *Daten_Preise_Last_2012.xlsx* enthaltenen Einspeisung aus Windkraft-Anlagen, für das Jahr 2012.

2.2 Monetärer Ertrag einer 1kWp PV-Anlage

Der monetäre Ertrag einer PV-Anlage ergibt sich aus der Multiplikation der Kraftwerkleistung, den Profilwerten und dem jeweiligen Spotpreis. Durch Aufsummieren der einzelnen Werte eines Jahres, erhält man den gesamten monetären Ertrag des jeweiligen Jahres (in Euro).

$$Ertrag(a) = \sum_{i=1}^n PV_{Leistung} * PV_{Profil,k} * Spotpreis_k(a) \quad (3)$$

- **Ertrag** entspricht dem gesamten monetären Ertrag eines Jahres, in Euro.
- **a** ist das entsprechende Jahr, für das der monetäre Ertrag errechnet werden soll. (in unserem Fall von 2008 bis 2016)
- **k** entspricht dem Intervall, in dem Daten vorhanden sind (in unserem Fall handelt es sich um stündliche Daten. Daraus folgt, dass **n** einem Wert von 8760 Stunden entspricht.).
- **PV-Leistung** ist die installierten Leistung der PV-Anlage. Für den Fall aus Aufgabe 4.3 entspricht das 1kWp.
- **PV-Profil** ist das Erzeugungsprofil der PV-Anlage.
- **Spotpreis** entspricht dem jeweiligen Spotpreis im Jahr *a*, zum Zeitpunkt *k*.

3 Ergebnisse

3.1 Aufgabe 4.1 - Last und Residuallast

3.1.1 Aufgabe 4.1.a - Dauerlinie der Last und der Residuallast

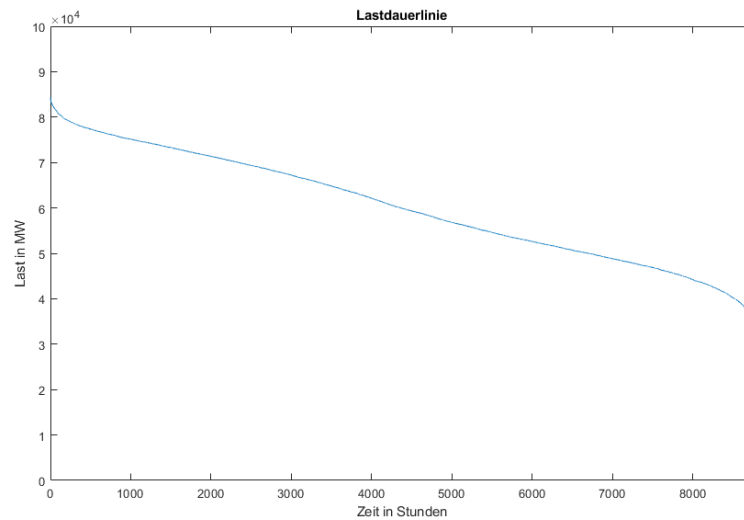


Abbildung 1: TODO!

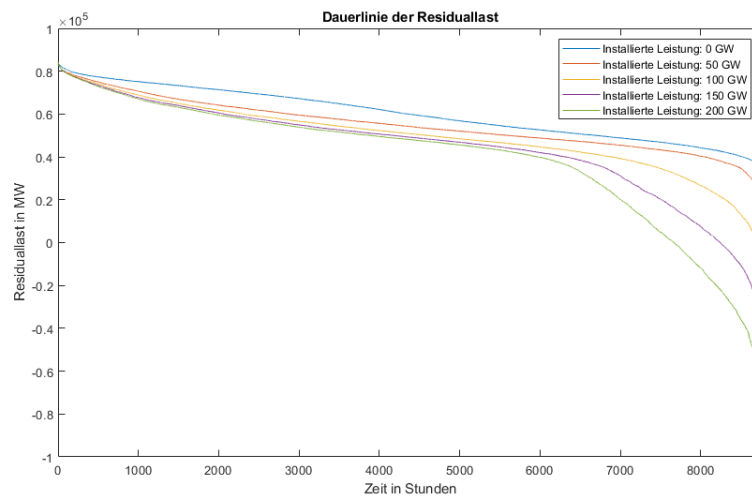


Abbildung 2: TODO!

3.1.2 Aufgabe 4.1.b - Dauerlinie der Last und der Residuallast für das Jahr 2012

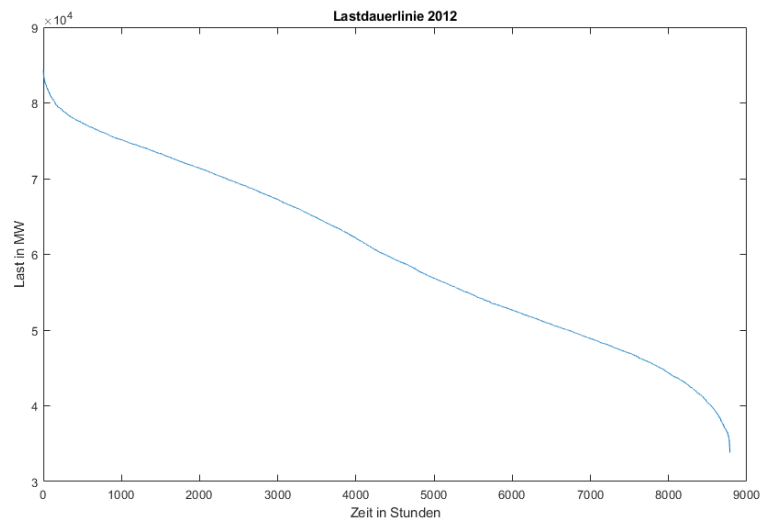


Abbildung 3: TODO!

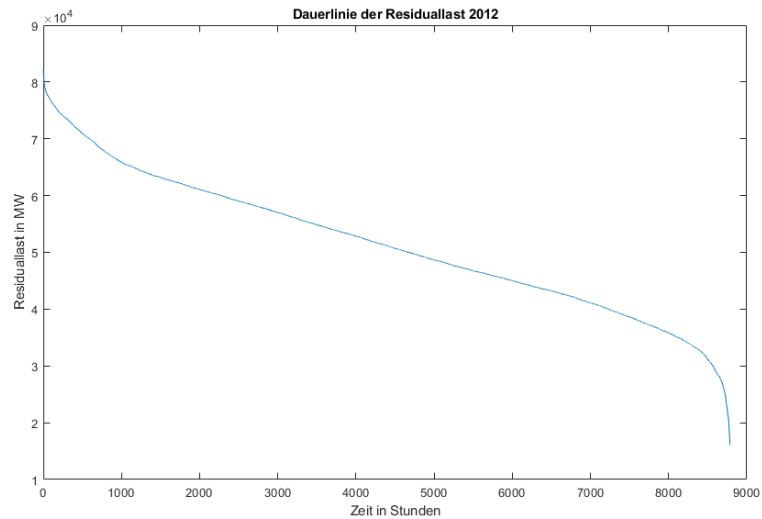


Abbildung 4: TODO!

3.1.3 Aufgabe 4.1.c - Abhängigkeiten des Spotmarktpreises

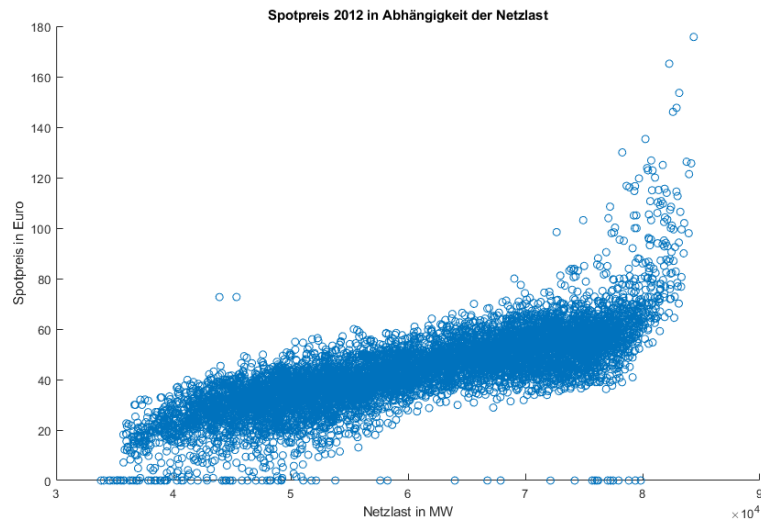


Abbildung 5: TODO!

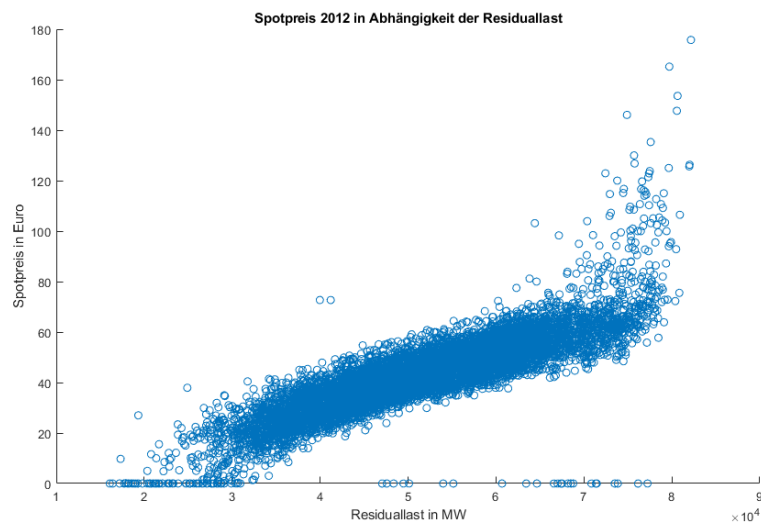


Abbildung 6: TODO!

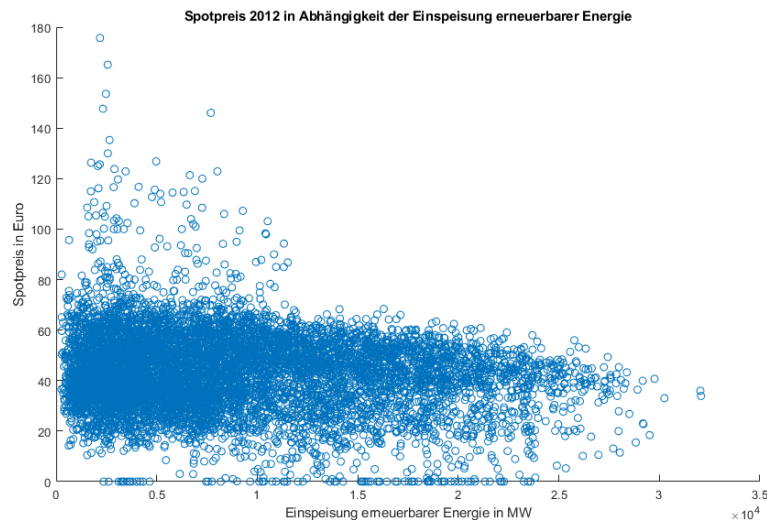


Abbildung 7: TODO!

3.1.4 Aufgabe 4.1.d - Interpretation der Scatter-Plots

1. Der Scatter-Plot in Abbildung 5 stellt den Spotmarktpreis, in Abhängigkeit der Netzlast dar.
2. In Abbildung 6 ist der Spotmarktpreis, in Abhängigkeit der Residuallast dargestellt.
3. Abbildung 7 stellt den Spotmarktpreis in Abhängigkeit der Einspeisung erneuerbarer Energie dar.

Zusammenfassen kann man sagen, dass sich die Ergebnisse mit unseren Erwartungen decken. Es ist ein allgemeiner Zusammenhang zwischen der Nachfrage nach Energie und dem Spotmarktpreis ersichtlich.

Sobald eine hohe Nachfrage besteht, die fluktuierender Einspeisung von dargebotsabhängigen Erzeugern jedoch gering ist (Aufgrund der aktuellen Jahreszeit, des Wetters, etc.), steigt der Spotmarktpreis.

Besteht eine geringe Nachfrage während die Einspeisung durch erneuerbare Energien jedoch hoch ist (z.B. zur Mittagszeit im Sommer), sinkt der Spotmarktpreis.

Abbildungsverzeichnis

1	TODO!	7
2	TODO!	7
3	TODO!	8
4	TODO!	8
5	TODO!	9
6	TODO!	9
7	TODO!	10