

Der Einfluss der Nachbarländer auf den Schweizer Strommarkt

Joris Dehler, Florian Zimmermann, Dogan Keles, Wolf Fichtner

Die Autoren danken dem Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) für die Förderung im Rahmen des EWG-Programmes

Graz, 12. Februar 2016

Chair of Energy Economics (Prof Fichtner)
Research Group 'Energy markets and energy systems analysis'



Inhalt

- Europäische Marktkopplung und Europäische Integration
- Elektrizitätspreisentwicklung in der Schweiz und benachbarten Ländern
 - Hauptcharakteristika der Preise
 - Beziehungen zwischen den Strompreisen
 - Stromproduktion in der Schweiz und den Nachbarländern
- Quantifizierung der Einflüsse auf die Schweizer Elektrizitätspreise
 - Regressionsmodell zur Erklärung der Schweizer Strompreise
 - Ergebnisse für Sommer und Winter
- Zusammenfassung und Fazit

Europäischer Strombinnenmarkt

- Marktintegration der Europäischen Union:
 - > Vision der Energieunion
 - > Zunehmende Abstimmung der Strommärkte miteinander
- Explizite Auktionen
 - Versteigerung der Übertragungskapazitäten (NTC) auf Auktionen mit verschiedenen Zeithorizonten
- Implizite Auktionen
 - Wohlfahrtsoptimierende, automatisierte Versteigerung der Übertragungskapazitäten beim Market clearing
- Schweizer Übertragungskapazitäten größtenteils explizit gehandelt
- Vorbereitungen für implizite Marktkopplung der Schweiz mit den Nachbarn

Swissgrid (TWh)	2011	2012	2013	2014	2015
Import	34.34	30.99	29.40	28.12	33.53
Export	30.31	31.84	30.71	32.46	33.83
Transit	27.59	25.70	24.88	25.03	27.75

Elektrizitätspreisentwicklung

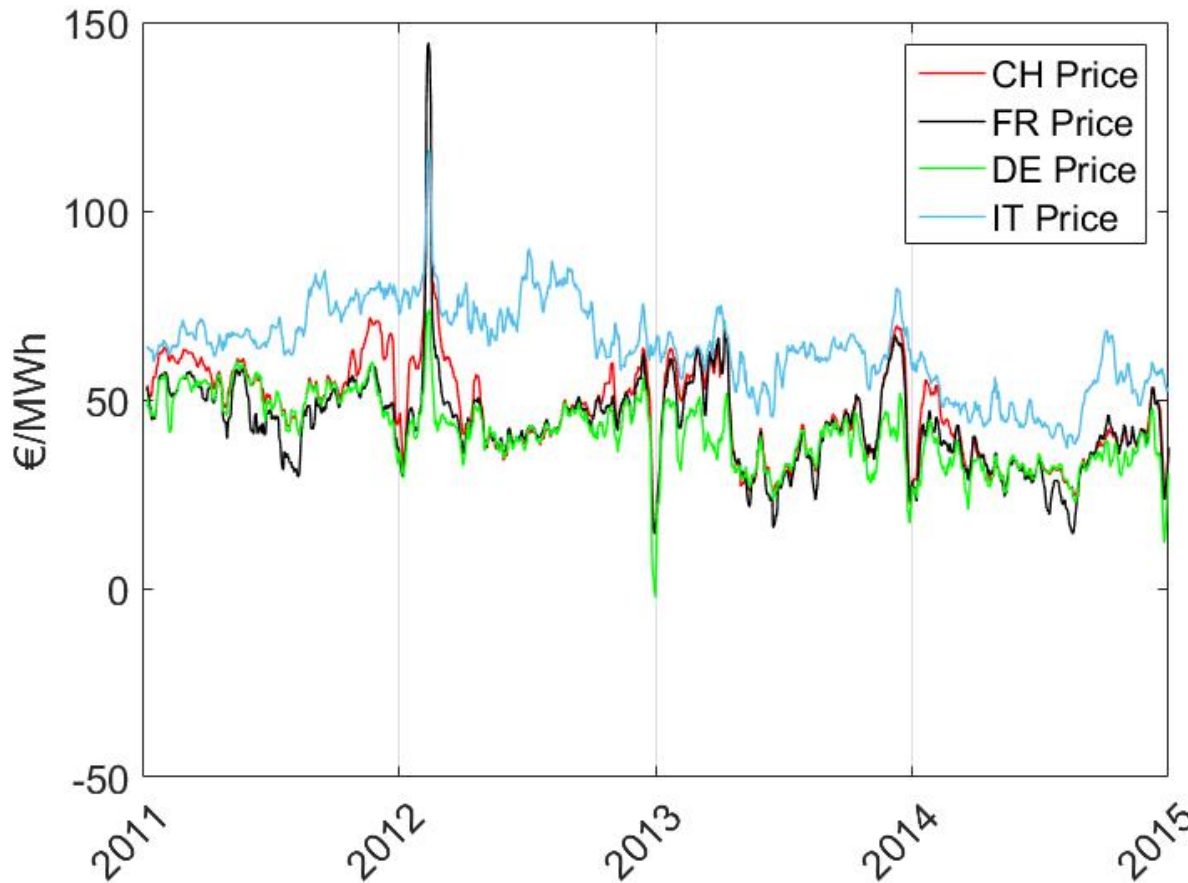
€/MWh	CH		DE		IT-Nord		FR	
	Mittel	St.abw.	Mittel	St.abw.	Mittel	St.abw.	Mittel	St.abw.
2011	56,18	13,65	51,12	13,6	70,18	15,67	48,89	16,15
2012	49,52	21,19	42,6	18,69	74,05	21,53	46,94	37,29
2013	44,73	18,83	37,78	16,46	61,58	17,38	43,24	20,34
2014	36,79	12,82	32,76	12,78	50,35	14,97	34,63	13,91

CH Preise	2011	2012	2013	2014
# Spitzen	2	67	4	0
[Min; Max]	[0; 134,03]	[0; 300,04]	[0; 147,71]	[-13,66; 85,78]

- Fallende Preise in allen Ländern über die letzten Jahre
- Italien höchstes Preisniveau, Deutschland niedrigstes
- Preisspitzen in der Schweiz vor allem in 2012

Strompreisentwicklung 2011-2014

- Gleitendes Mittel der Strompreise: $MA_t = \frac{1}{168} * \sum_{i=1}^{168} p_{t-168+i}$

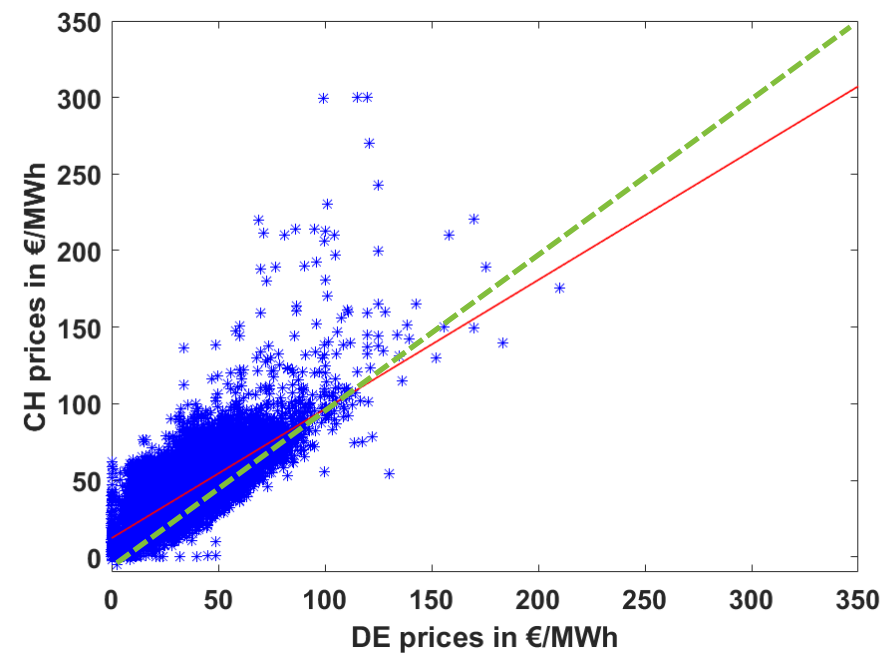
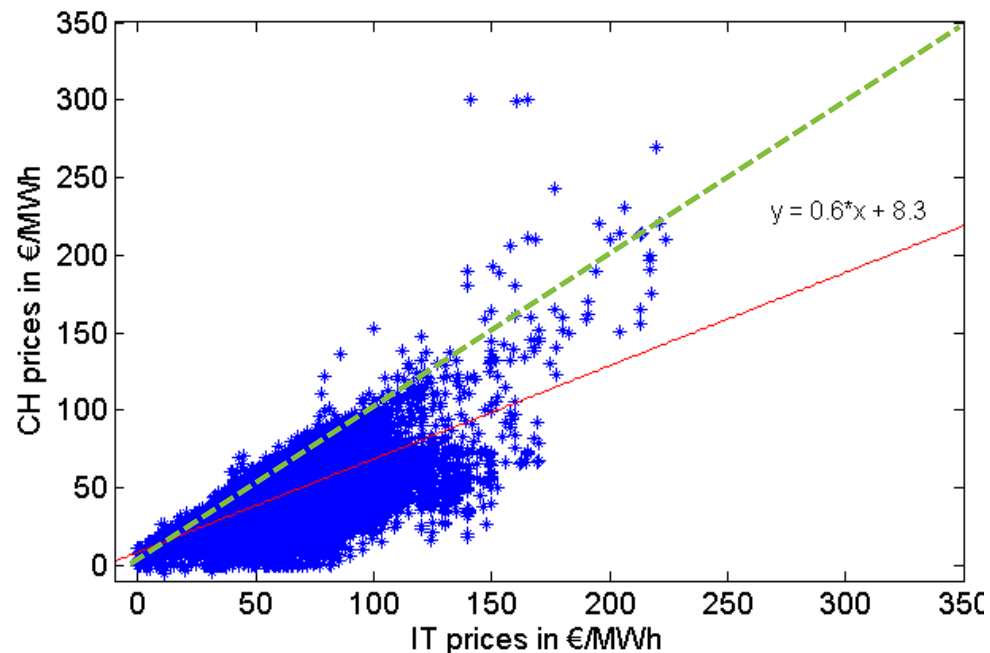


Mittlere absolute Preisdifferenz

(CH-...) €/MWh	Frühling/ Sommer	Herbst/ Winter
DE	5,06	12,07
FR	5,84	8,00
IT	21,91	13,38

- DE-Preis scheint eine untere Grenze zu bilden, IT-Preis eine obere Grenze
- Schweizer Preis im Sommer näher an franz. und dt., im Winter am ital. Preis

Streudiagramm CH, IT Nord, DE Preise



- Grüne Linie unterteilt Diagramm in zwei gleich große Hälften
- italienischer Preis als obere Schranke
- Der deutsche Preis bildet eine untere Schranke

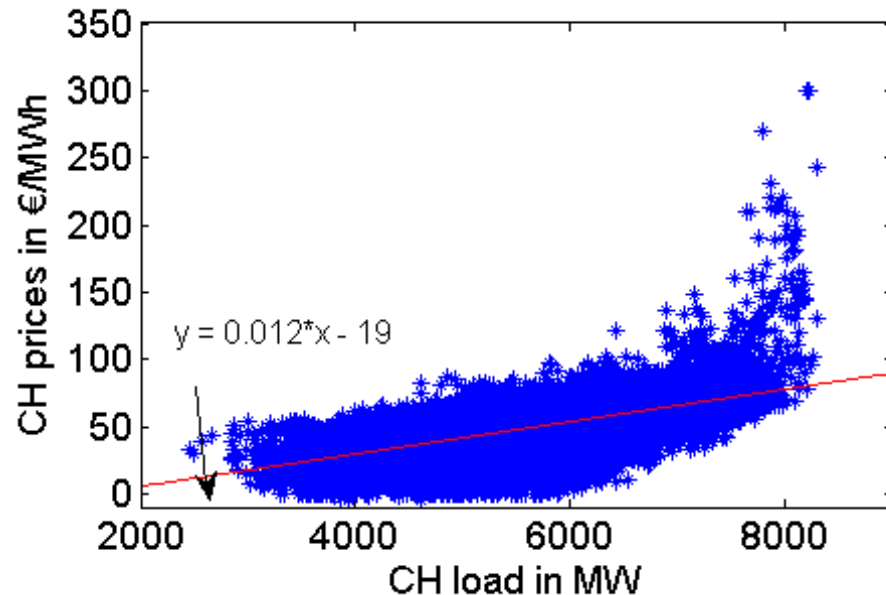
Korrelation der verschiedenen Preise

- FR und CH Preise zeigen hohe Spearman Rangkorrelation, einen **monotonen Zusammenhang** andeutend (nichtlinear!)

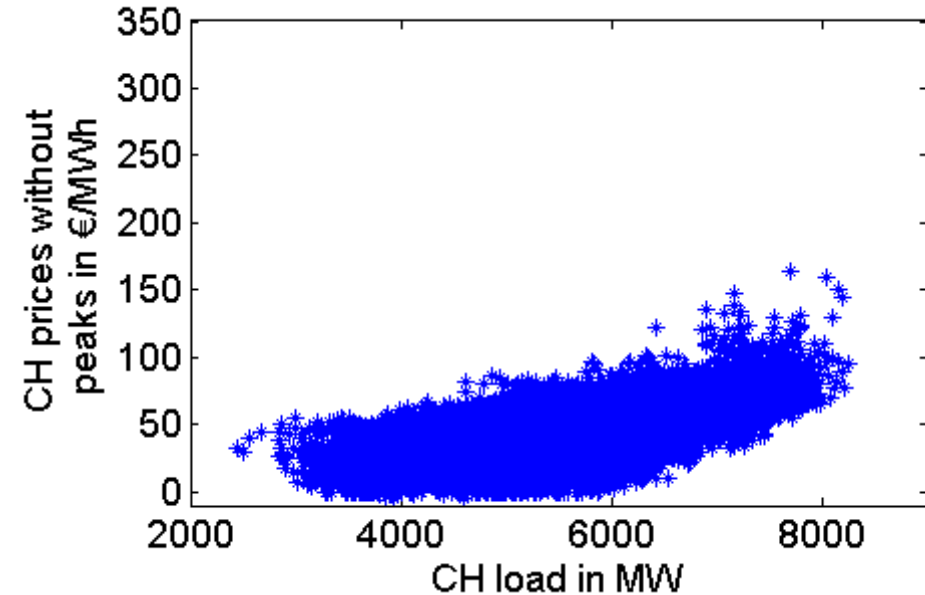
Korrelation der Preise	CH (Pearson-Korr.)			CH (Spearman-Korr.)			
	Jahreszeit	GESAMT	FRÜHLING/ SOMMER	HERBST/ WINTER	GESAMT	FRÜHLING/ SOMMER	HERBST/ WINTER
FR		0,72	0,86	0,65	0,88	0,88	0,84
DE		0,78	0,88	0,76	0,80	0,89	0,78
IT-NORD		0,65	0,56	0,68	0,64	0,58	0,71

Streudiagramm der Last und Preise in CH

Preise und Last 2011 - 2014



Ohne Stunden mit FR Last > 89000 MW



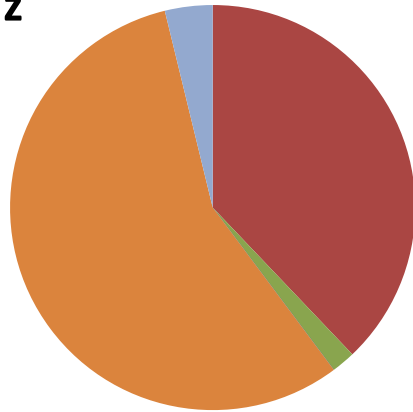
- Lineares Wachstum der Schweizer Preise mit der Last bis auf wenige Stunden mit sehr hohen Preisen weit weg vom Trend.
- Preisspitzen wurden vor allem angenommen bei hoher Last in CH und FR, Spitzen werden entfernt, wenn Stunden mit FR Last > 89000 MW ausgeschlossen werden (Rechte Seite)

Zwischenfazit

- Hohe Im- und Exporte der Schweiz
 - Gemeinsame Trends der Strompreise
 - Unterschiedliches Verhalten im Sommer und Winter
 - Deutscher Preis als untere, italienischer als obere Grenze
 - Korrelation der Preise
 - Zusammenhang des Schweizer Preise mit französischer Last
- Einfluss der Nachbarstrommärkte auf die Schweiz plausibel

Anteile Energieträger an der Stromproduktion 2014

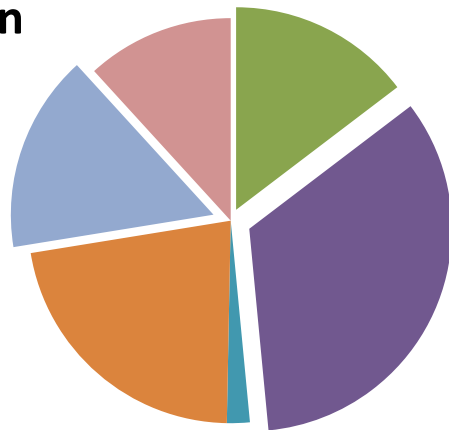
Schweiz



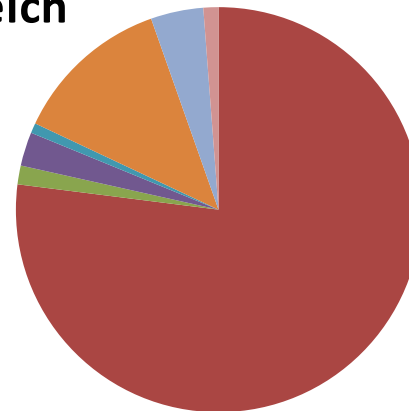
Deutschland



Italien



Frankreich



- | | |
|--|--|
| ■ Braunkohle | ■ Kernenergie |
| ■ Steinkohle | ■ Gas |
| ■ Öl | ■ Wasser |
| ■ Erneuerbare | ■ Sonstige |

- Deutschland: Kohle und Erneuerbare
- Italien: Gas und Kohle, Erneuerbare
- Schweiz und Frankreich vor allem Wasserkraft und Nukleare Energieerzeugung

Quellen: BFE, AG Energiebilanzen, Terna, RTE

Regressionsmodell für CH Preise basierend auf Einflussfaktoren der Nachbarländer

$$\begin{aligned} price_{h,t}^{CH} = & \underbrace{b_1 * PV_{h,t}^{DE} + b_2 * wind_{h,t}^{DE} + b_3 * coal_t}_{\text{Deutscher Einfluss}} + \underbrace{b_4 * gas_t + b_5 * load_{h,t}^{IT}}_{\text{Italienischer Einfluss}} + \\ & \underbrace{b_6 * load_{h,t}^{CH} + [b_7 * price_{h,t-1}^{CH}]}_{\text{Schweizer Einfluss}} + \epsilon \end{aligned}$$

Dabei ist:

$t = Tag$

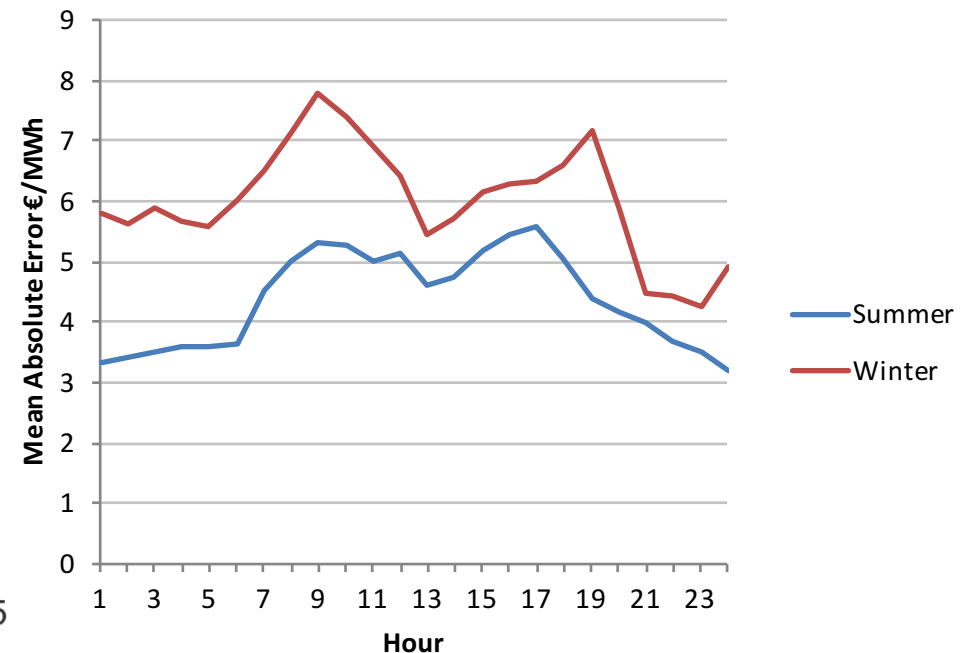
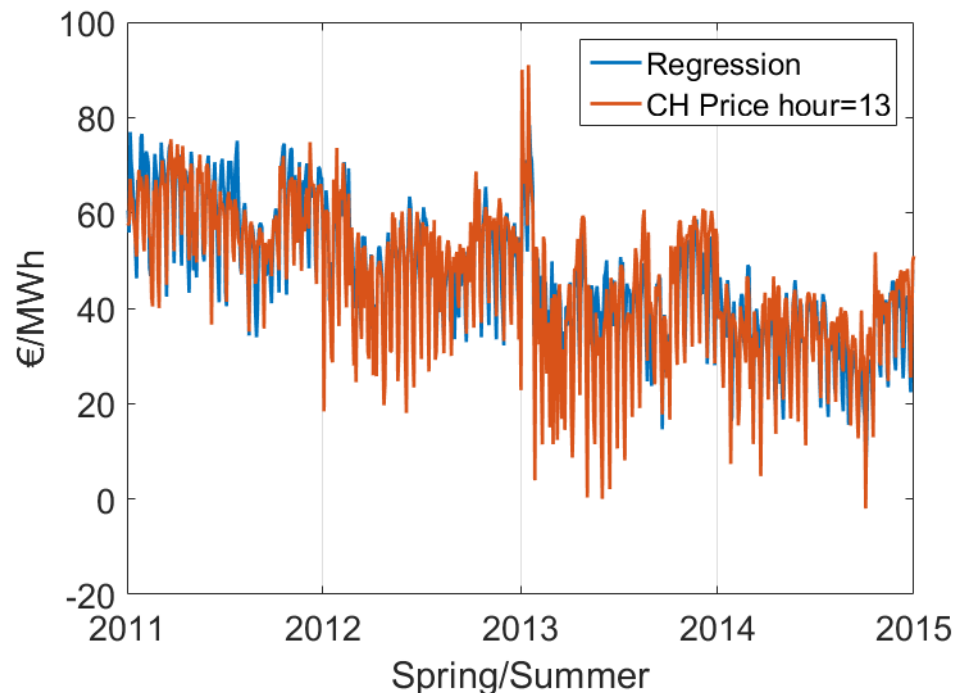
$h = Stunde\ des\ Tages$

$\epsilon = Residuum$

Alle Terme sind bereinigt um den linearen Trend

Leistungsfähigkeit der Modelle

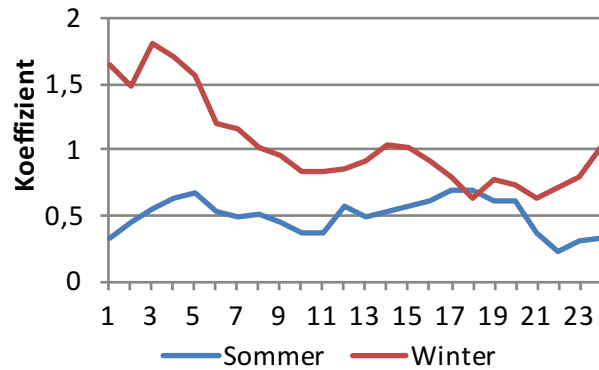
- Modelle treffen die Preise im Frühling/Sommer deutlich besser
 - Preisspitzen treten häufiger im Winter auf, nichtlineare Effekte deutlich stärker



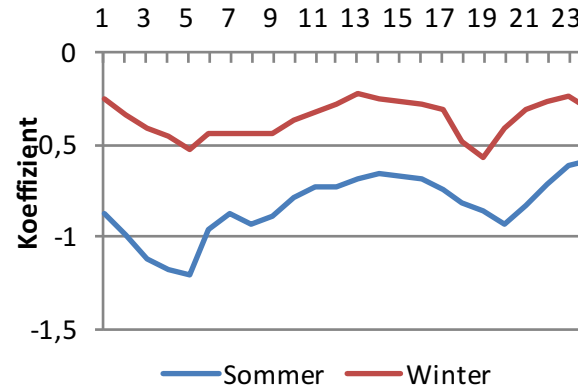
- Schwierigkeiten bei der eindeutigen Zurückführung der Einflüsse auf Effekte aus einzelnen Ländern
 - Kollinearität zwischen Faktoren

Regressionskoeffizienten Frühling/Sommer und Herbst/Winter Vergleich

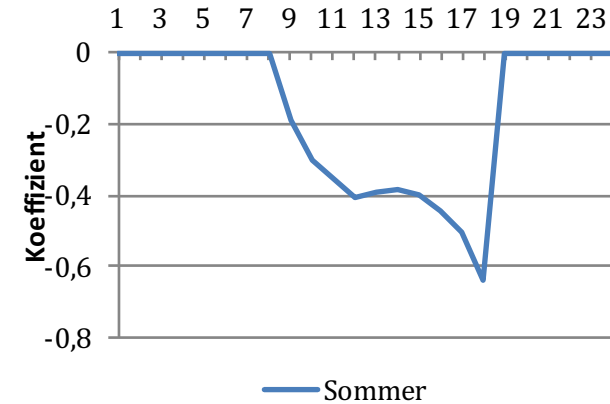
IT Last



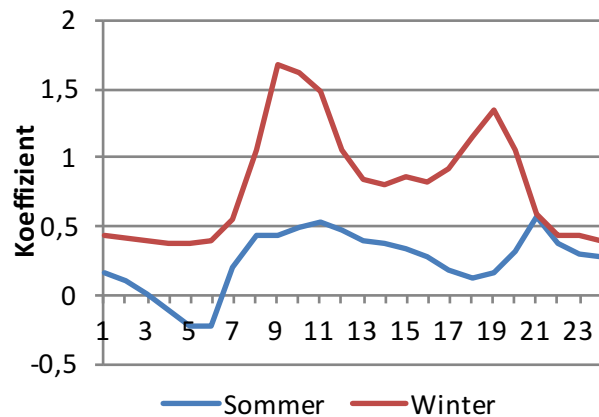
Windeinspeisung



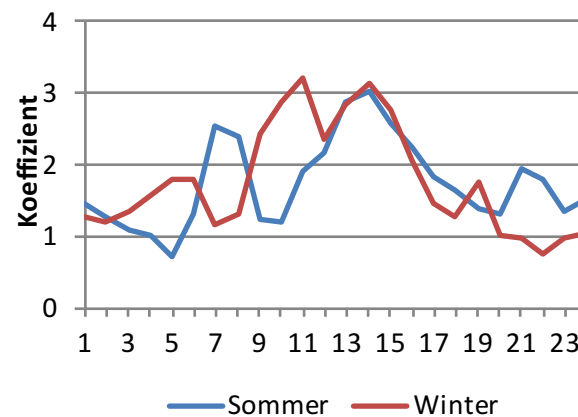
Solareinspeisung



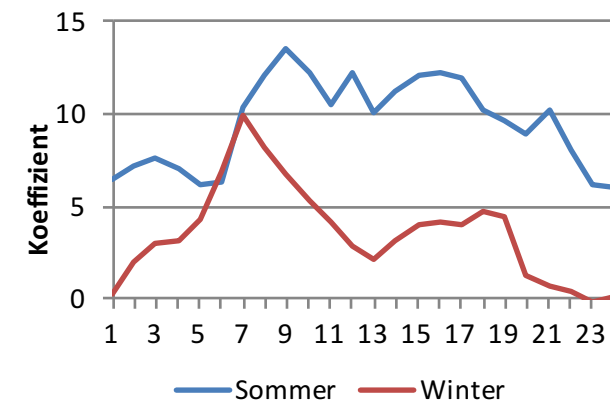
Gaspreis



Kohlepreis



CH Last



Zusammenfassung und Fazit

- CH Import- und Exportvolumina fast konstant, dennoch sehen wir fallende Preise in der Schweiz und den Nachbarländern
- CH Strompreise sind stark korreliert mit FR und DE und IT Preisen
→ Preise in Nachbarländern bilden Opportunitätskosten für Schweizer Produzenten
 - In kalten Wintern kann die FR Last die CH Preise mitziehen

Regressionsanalyse:

- Stärkerer Einfluss des IT Preises und sinkender Zusammenhang mit DE Preisen im Winter spiegelt sich in Regressionsanalyse wider
- DE Erneuerbare haben signifikanten Effekt auf CH Strompreise, starke Treiber sind allerdings die CH Last und Brennstoffkosten
→ Preisverfall auf niedrige Kohle- und Gaspreise zurückzuführen?
- Entwicklungen in DE, IT und FR (Erneuerbare, Kapazitätsmärkte,...) werden CH Elektrizitätsmarkt beeinflussen

Dankeschön.

Joris Dehler | +49 (0) 721 608-44579 | dehler@kit.edu | iip.kit.edu | KIT

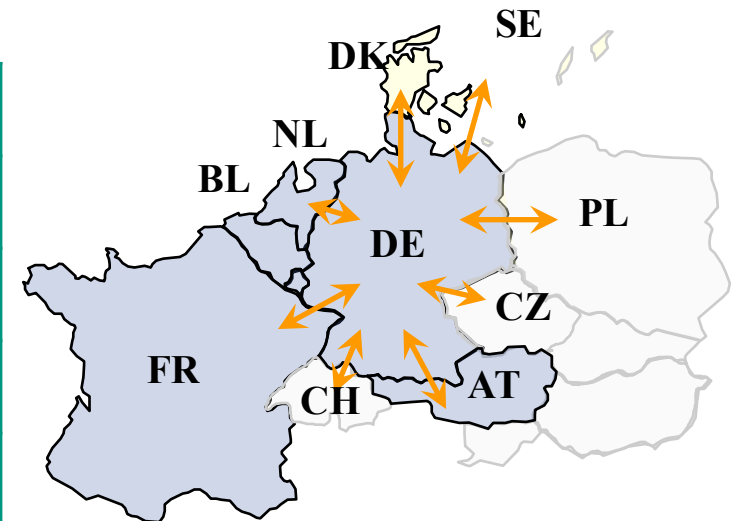
BACKUP

Correlation for predictors

Load correlation	CH	DE	FR	IT
CH	1			
DE	0,635	1		
FR	0,871	0,624	1	
IT	0,464	0,850	0,501	1

	DE PV
IT PV	0.8659

Price €	CO_2	Coal	Gas	Oil
CO_2	1			
Coal	0,815	1		
Gas	-0,255	-0,022	1	
Oil	-0,022	0,244	0,259	1



Correlation between cross border flows and prices

	CH Price	CH->AT	AT->CH	CH->DE	DE->CH	CH->FR	FR->CH	CH->IT	IT->CH
CH Price	1								
CH->AT	-0.221	1							
AT->CH	0.408	-0.484	1						
CH->DE	-0.343	0.608	-0.715	1					
DE->CH	0.475	-0.336	0.726	-0.691	1				
CH->FR	0.366	-0.072	0.228	-0.11	0.132	1			
FR->CH	0.211	-0.113	0.17	-0.303	0.505	-0.459	1		
CH->IT	0.430	-0.322	0.601	-0.470	0.626	0.089	0.364	1	
IT->CH	-0.305	0.336	-0.443	0.546	-0.509	0.013	-0.379	-0.616	1

Interesting: imports from France do not correlate strongly with any exports, while imports and exports from Germany correlate with the exports and imports from and to Italy

This can describe the main transit route

Main price drivers for CH prices

Parameter	Correlation with CH prices
Swiss load	0,646
Load in FR	0,64
Load in DE or IT	0,61
Coal price	0,48
Imports from DE	0,397
Exports to IT	0,528
Exports to DE	-0,32
PV production in DE	-0,033 → -0,21 für Sommer+ tagsüber
Wind production in DE	-0,076 → -0,26 für Winter + nachts
Imports from IT	0,28
CO ₂ price EEX	0,36
Oil price	0,20

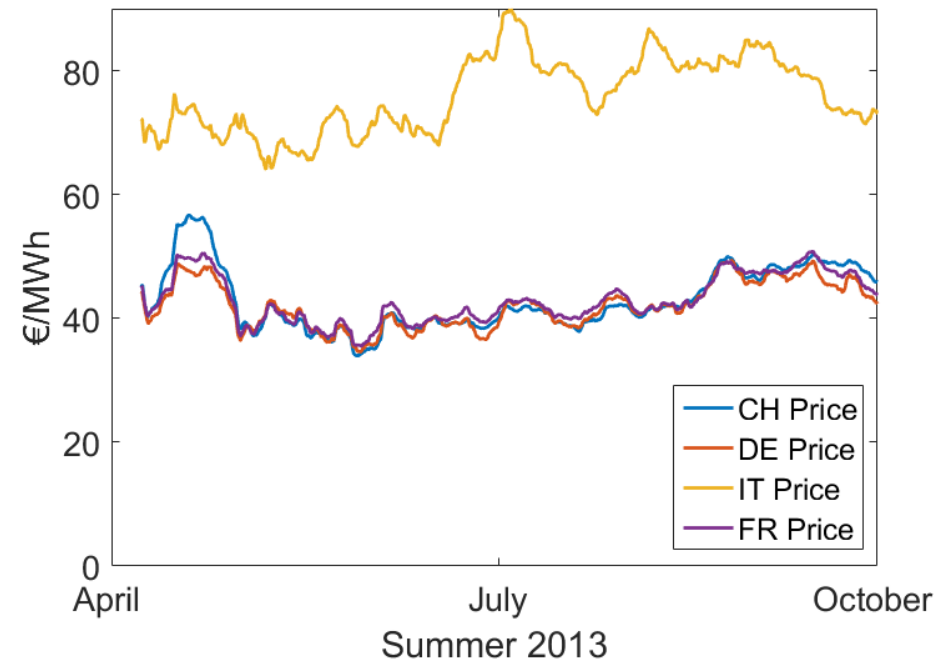
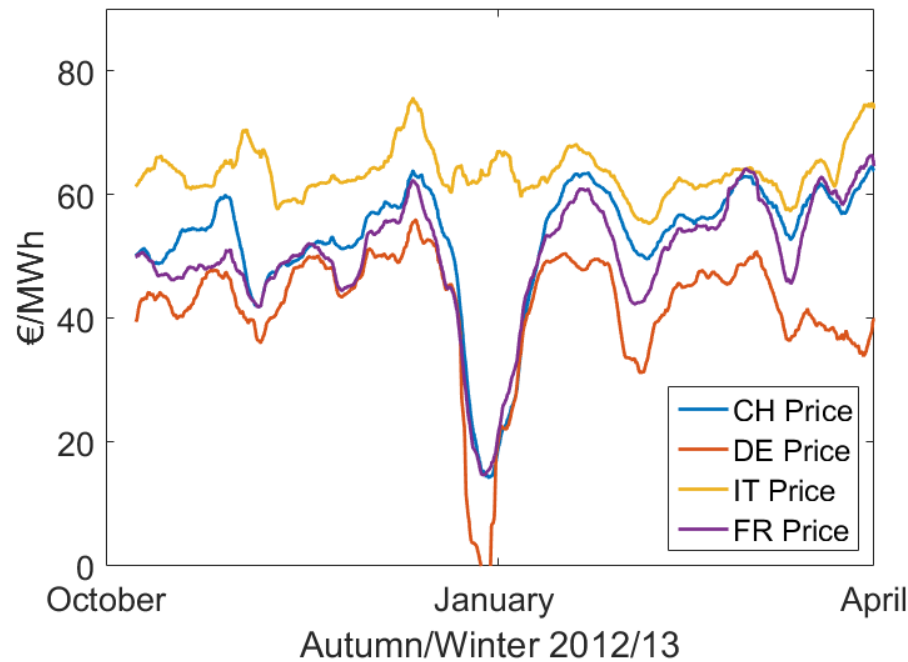
Development of cross-border exchanges

Swissgrid/EN TSOE	2011	2012	2013	2014	2015
CH-->DE	2.76	3.13	3.72	4.59	2.92
IT-->CH	0.43	0.63	1.09	0.82	0.81
CH-->IT	25.61	25.30	23.35	24.41	23.70
FR-->CH	12.30	9.57	9.32	10.00	8.68
CH-->FR	1.83	3.29	3.39	2.89	3.94

- Smaller changes in trade volumes, e.g. between CH and FR
- Influence of neighbouring markets may have changed because of the price impact, not because of volumes

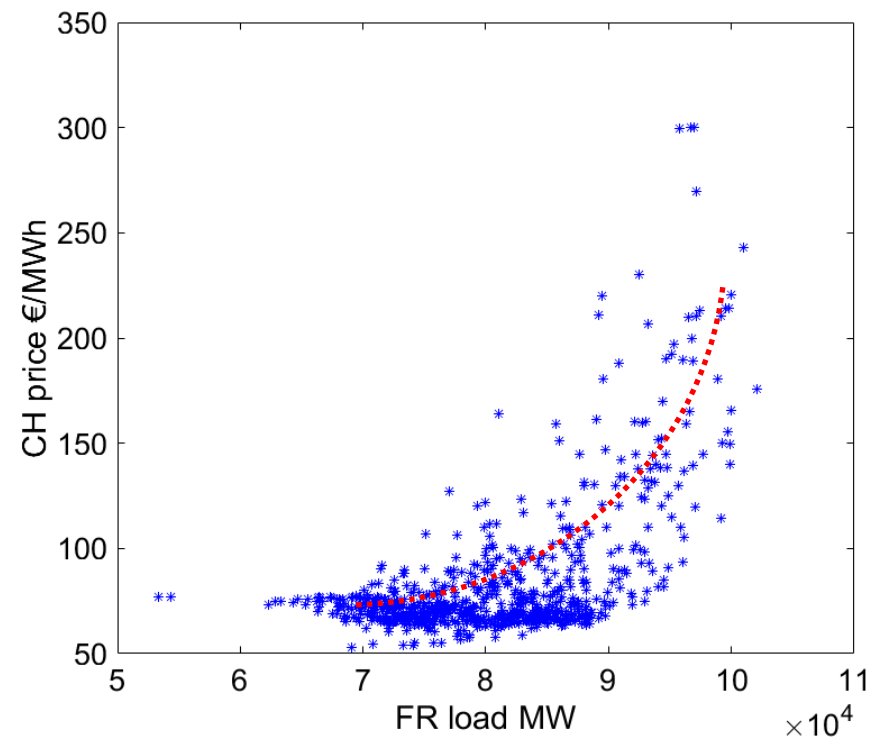
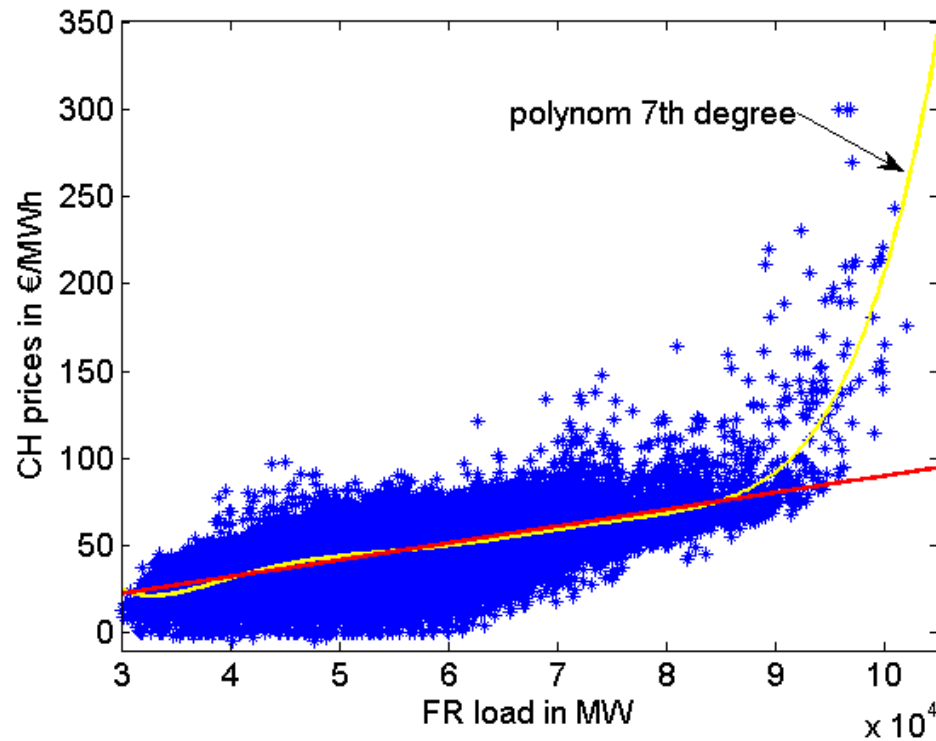
Strompreisentwicklung 2011-2014

- Preisprozess für verschiedene Jahreszeiten 2012/13 (Gleitendes Mittel):



- Im Winter CH Preise näher bei FR Preisen, während sich die Preise im Sommer (CH,FR,DE) ähneln

Scatter of load in FR and prices in CH



CH load >7500MW

