

Fakten und Fiktionen: Der Beitrag der Statistik zum Verständnis der Rohstoffpreise

Prof. Andreas Rathgeber
DERA Rohstoffdialog
11. Dezember 2014, Berlin-Spandau

Universität Augsburg

Prof. Dr. Andreas Rathgeber

Professor für Wirtschaftsinformatik,
insbes. Finanz- & Informationsmanagement

Institut für Materials Resource Management

www.mrm.uni-augsburg.de

Handelsblatt

EXPERTEN-PROGNOSEN

Der Rohstoff-Boom hat viele Leben

Der Rohstoff-Boom stockt, die Nervosität der Anleger ist deutlich gestiegen. Ist der Superzyklus zu Ende oder geht es nach der Korrektur bald wieder aufwärts? Für Experten ist die Antwort klar.

Der Rohstoff-Boom stockt, die Nervosität der Anleger ist deutlich gestiegen. Ist der Superzyklus zu Ende oder geht es nach der Korrektur bald wieder aufwärts? Für Experten ist die Antwort klar.

Frankfurter Allgemeine

Tiefster Stand seit zwei Jahren

Rohstoffpreise im freien Fall

Der Preis für Rohöl ist auf den tiefsten Stand seit zwei Jahren gefallen, Überkapazitäten drücken den Erzpreis. Analysten rufen nun das „Ende des Eisenzeitalters“ aus.

Weltweiter Energiehunger frisst Ressourcen auf

Dem Globus droht eine dramatische Verknappung von Ressourcen wie Öl, Kupfer und Gold. Ein Grund dafür ist der steigende Pro-Kopf-Verbrauch.

DIE WELT

Das Märchen von den ewig steigenden Rohstoffpreisen

DIE WELT

WirtschaftsWoche

Handelsblatt

Rohstoffpreise werden bald wieder anziehen"

ROHSTOFFE

Regen in Brasilien macht Kaffee billiger

Rohstoff-Boom vor dem Ende

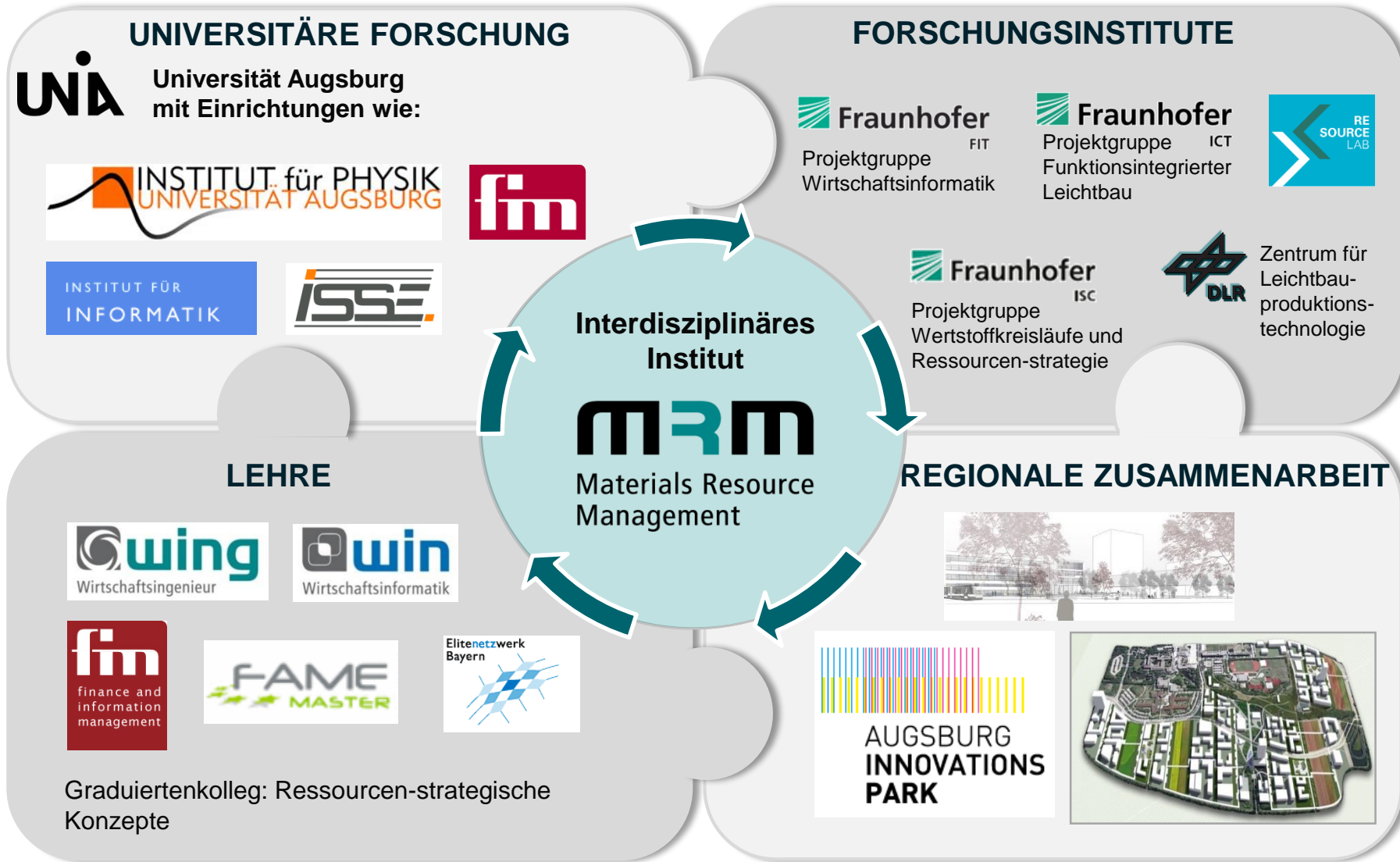
Es gibt kein Happy End für die Rohstoff-Länder

ONLINE FOCUS
SPIEGEL ONLINE

Rohstoffspekulation: Geheime Schattenlager bedrohen den Metallmarkt

DW

Gute Spekulanten, schlechte Spekulanten



Programm

1. 100 Jahre Rohstoffpreise
2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung
3. Preisbildung bei Kuppelprodukten
4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Programm

- 1. 100 Jahre Rohstoffpreise**
- 2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung**
- 3. Preisbildung bei Kuppelprodukten**
- 4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise**
- 5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?**
- 6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können**

Grundthesen in der Wissenschaft

Ressourcenknappheit und Preise

Meadows, D. H., Meadows,
D. L., et al. (1972):
Die Grenzen des Wachstums

- In einer **endlichen Welt** ist auch das **Wachstum endlich**.
- Die **Verknappung von Rohstoffen** kann lange folgenlos erscheinen, dann aber zu einer abrupten **Explosion der Preise**.

Maurice, C., Smithson, C. W. (1984):
The Doomsday Myth: 10,000 Years of Economic Crises

- Der zunehmende Verbrauch von Rostoffen führt zu einer **graduellen Verknappung**.
- Insbesondere dank des **technischen Fortschritts** und – nicht regulierter – **Märkte** kann dieser Verknappung **entgegengewirkt** werden.
- **Verknappung** führt zu **Preisanstieg**.

Rohstoff**preis** kann als **Knappheitsindikator** interpretiert werden.

Preisentwicklung: Forschungsfrage & Inflation



Zentrale Frage: „Steigen Rohstoffpreise wirklich?“

Wegen der **Inflation steigen Nominalpreise** praktisch immer!

- Maß Bier auf dem Oktoberfest: 1970: 2,50 DM → 2014: 10 €
- Trotzdem ist keine ernsthafte Bierverknappung abzusehen

→ Inflationsbereinigung nötig → Realpreise

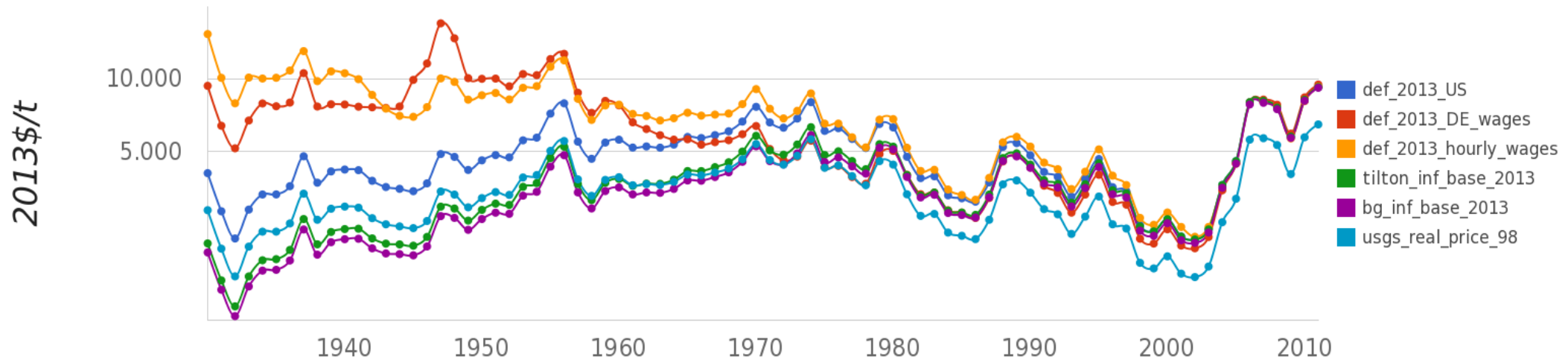
- Die klassische Bildung von Warenkörben ist teils fehlerhaft

Unser Beitrag:

Korrekturszenarien für die *Inflationsrate* sowie Nutzung der *Lohnentwicklung* als zusätzliche Referenz







→ 14 Realpreis-Varianten für 50 Rohstoffe seit 1900

Preisentwicklung: Beispiel Kupfer



Je nach Deflator ist der Kupferpreis seit 1930 gesunken
(Stundenlohn), **hat stagniert** (deutsche Löhne) **oder ist gestiegen**
(normale Inflation und Korrekturen).

Preisentwicklung: Fazit

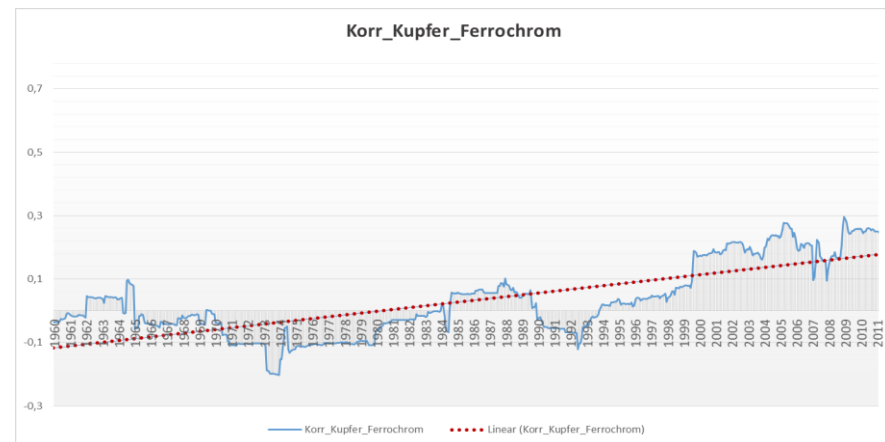
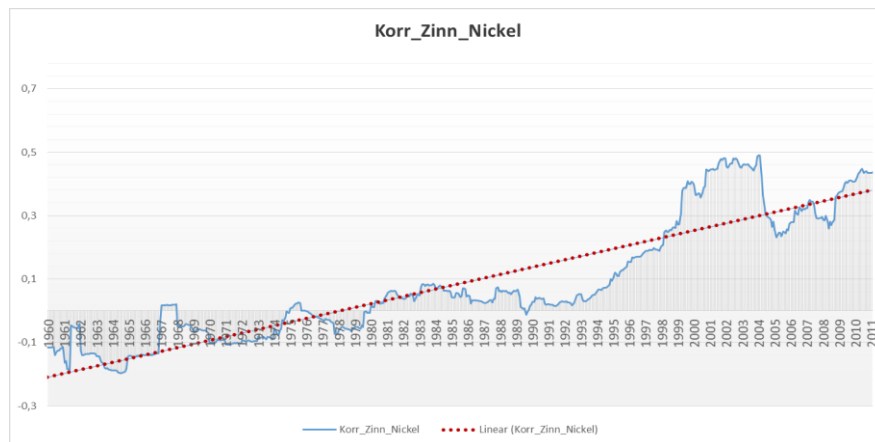
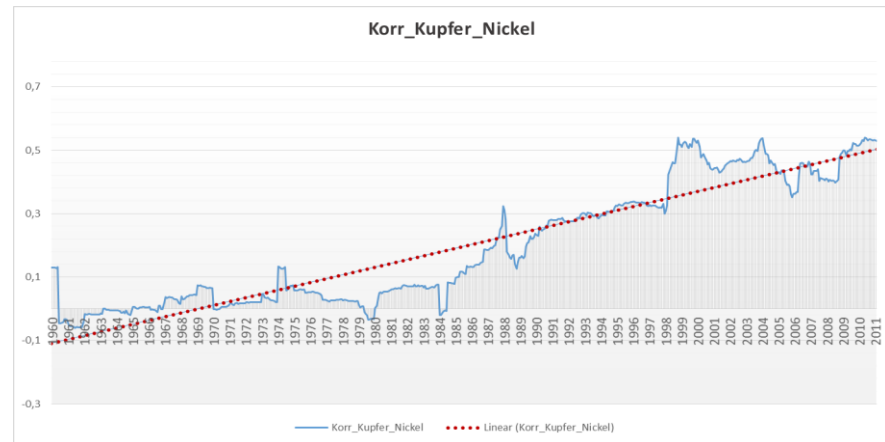
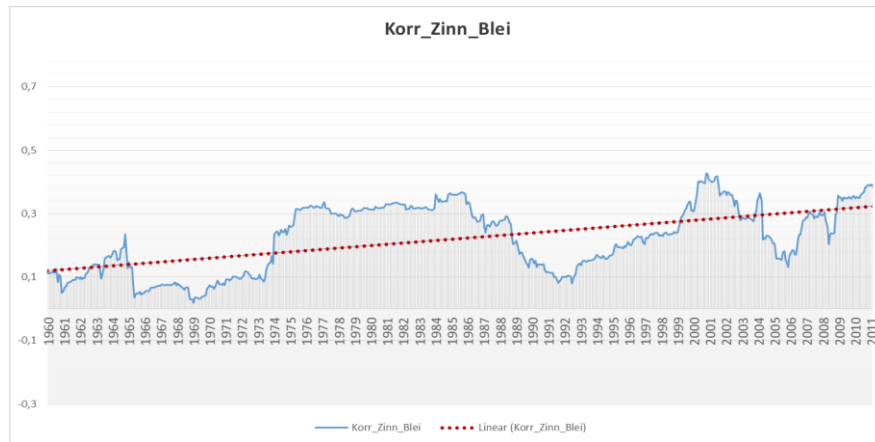
Zeitraum	Preistrend		#
1900 – 2011	<i>steigend</i> 	Caesium, Chrom, Cobalt, Gold, Iod, Mangan, Platin, Seltene Erden, Strontium, Thallium, Zirconium	8
	<i>stagnierend</i> 	Antimon, Bor, Cobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, Phosphor, Rhenium, Seltene Erden, Silber, Silicium, Strontium, Tantal, Thorium, Wolfram, Zink, Zinn, Zirconium	18
<div data-bbox="103 718 254 869" data-label="Image">  </div> <p>Der Preistrend ist stark rohstoff-spezifisch. Teils entscheidet die Auswahl der Realpreis-Variante über den Trend, teils ist der Trend so stark, dass die Realpreis-Varianten nicht mehr ins Gewicht fallen.</p>			
1960 – 2011 (51 Jahre)	<i>steigend</i> 	Caesium, Chrom, Cobalt, Gold, Iod, Mangan, Platin, Seltene Erden, Strontium, Thallium, Zirconium	11
	<i>stagnierend</i> 	Arsen, Barium, Blei, Bor, Calcium, Eisenerz, Germanium, Indium, Kalium, Kupfer, Magnesium, Molybdän, Natrium, Nickel, Phosphor, Rhenium, Silber, Stahl, Tantal, Tellur, Thorium, Wolfram, Zink	23
	<i>fallend</i> 	Aluminium, Antimon, Beryllium, Bismut, Brom, Cadmium, Gallium, Hafnium, Lithium, Niob, Quecksilber, Schwefel, Selen, Silicium, Titan, Vanadium, Zinn	17

Programm

1. 100 Jahre Rohstoffpreise
- 2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung**
3. Preisbildung bei Kuppelprodukten
4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Gleichlauf von Rohstoffpreisen

Rollierende Korrelationsbetrachtung (Preisänderungen, Fenster: 10 Jahre, rückw.)



Übersicht: Korrelationsmatrizen

1950 - 1959	Zinn	Kupfer	Zink	Blei	Ferrochrom	Nickel	Mangan
Zinn	1						
Kupfer	-0,129129737	1					
Zink	0,714425163	-0,097673075	1				
Blei	0,630028712	0,162598241	0,862415444	1			
Ferrochrom	-0,337591352	0,537958903	-0,501691571	-0,233881004	1		
Nickel	-0,487448641	0,32490026	-0,576150483	-0,467714944	0,520536869	1	
Mangan	-0,165959045	0,010723491	-0,092276786	9,04369E-05	0,052373497	0,393696888	1

1960 - 1969	Zinn	Kupfer	Zink	Blei	Ferrochrom	Nickel	Mangan
Zinn	1						
Kupfer	0,681280342	1					
Zink	0,626061722	0,374893835	1				
Blei	0,744294267	0,730299356	0,600994291	1			
Ferrochrom	-0,16160726	-0,352480596	0,220842527	-0,23276529	1		
Nickel	-0,176768459	0,205638315	-0,569705413	0,067693632	-0,55837945	1	
Mangan	-0,107664608	-0,452581542	0,34168449	-0,330142569	0,825280868	-0,787030717	1

1970 - 1979	Zinn	Kupfer
Zinn	1	
Kupfer	0,598276021	1



Rohstoffpreise scheinen sich tendenziell anzunähern.

Zink	-0,027194912	0,664301244	1				
Blei	0,68653595	0,755144239	0,288884164	1			
Ferrochrom	-0,060066578	0,723592948	0,798705558	0,372793839	1		
Nickel	-0,062593739	0,740728532	0,801522652	0,341246092	0,917653909	1	
Mangan	0,374627466	0,58189987	0,636401665	0,53551378	0,491899641	0,488634049	1

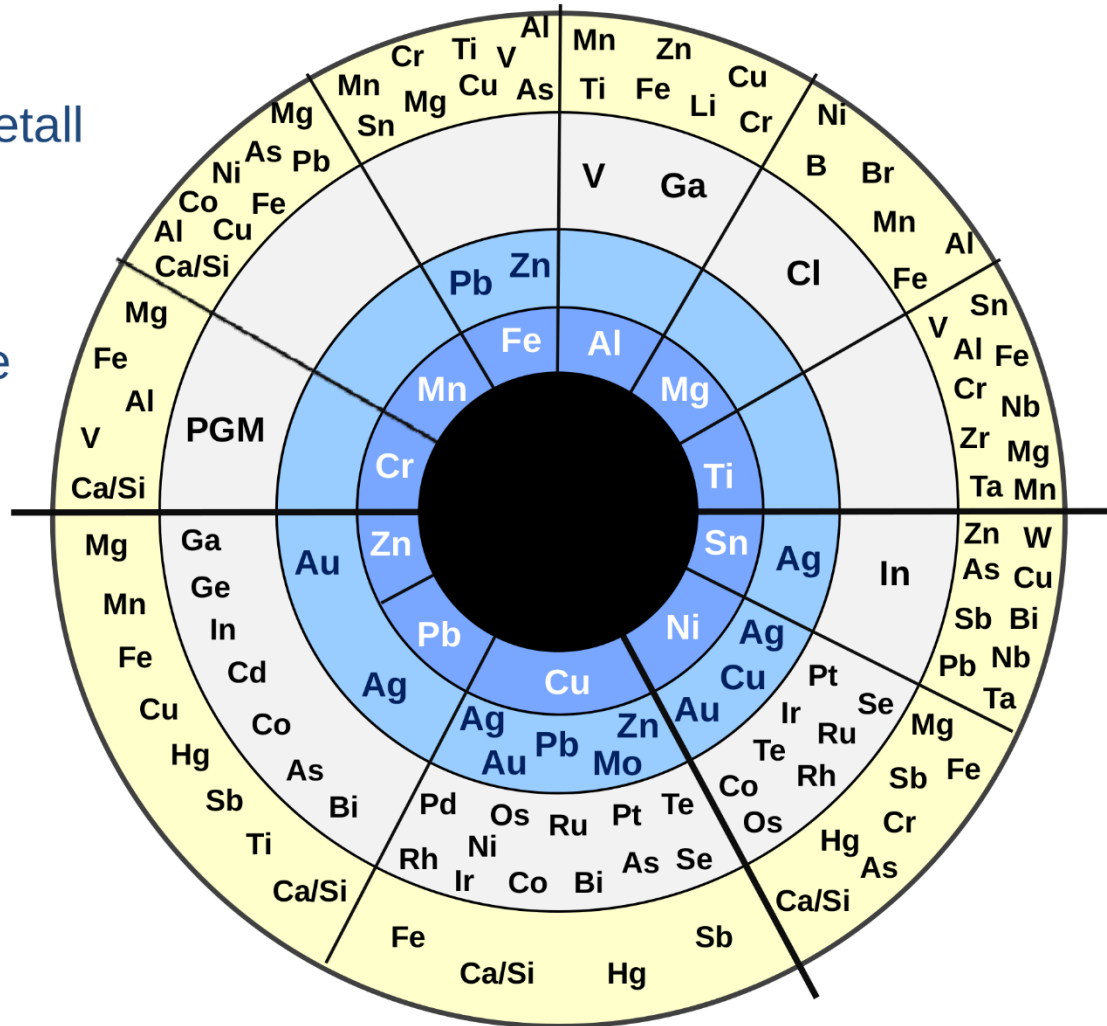
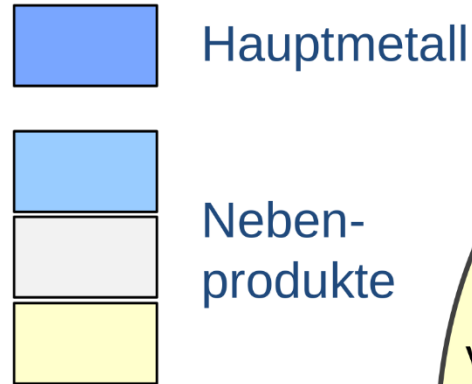
1990 - 1999	Zinn	Kupfer	Zink	Blei	Ferrochrom	Nickel	Mangan
Zinn	1						
Kupfer	0,806396738	1					
Zink	0,708345631	0,61875661	1				
Blei	0,745276736	0,705822173	0,7117296548	1			
Ferrochrom	0,800728381	0,824267376	0,665110782	0,580935379	1		
Nickel	0,790005125	0,874982798	0,713933548	0,766318856	0,820574139	1	
Mangan	0,725339669	0,566658517	0,723283958	0,459231168	0,778886257	0,678382864	1

2000 - 2009	zinn	kupfer	zink	blei	ferrochrom	nickel	mangan
Zinn	1						
Kupfer	0,823146959	1					
Zink	0,500655259	0,845620487	1				
Blei	0,86120526	0,862270176	0,663014248	1			
Ferrochrom	0,891427271	0,701852988	0,326937782	0,762298037	1		
Nickel	0,623142491	0,816602661	0,877872339	0,734558949	0,477661821	1	
Mangan	0,761776634	0,508684554	0,105233359	0,505218423	0,875692755	0,193837891	1

Programm

1. 100 Jahre Rohstoffpreise
2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung
- 3. Preisbildung bei Kuppelprodukten**
4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Kuppelprodukte: Technischer Zusammenhang



Beispiel:

Germanium als Nebenprodukt der Zink-Förderung

Kuppelprodukte: Methodik

Mikroökonomischer Hintergrund:

Aufgrund der gemeinsamen Förderung, sollte ein Preisanstieg eines **Hauptproduktes** zu einem **sinkenden Preis** bei einem Kuppelprodukt führen (negative Korrelation).

Ansatz:

Vergleich Über-Renditen von Haupt- und Nebenprodukt mittels Regressionsanalyse

$$excess\ return_t(\text{byproduct}) = \beta_1 + \beta_2 \cdot excess\ return_t(\text{primary product}) + \varepsilon_t$$

Ein negativer Zusammenhang hätte einen stabilisierenden Effekt auf Rohstoffindustrie und Rohstoffverbraucher, da ein steigender Preis im Durchschnitt durch einen sinkenden Preis des Kuppelproduktes kompensiert wird.

Kuppelprodukte: Statistischer Zusammenhang

Nebenprodukt	Hauptprodukt	Zusammenhang***	Standardfehler	T-Statistik	P-Wert (Fehlerwahrscheinlichkeit)
Co	Cu	-0.318	0.300	-1.061	0.149
Co	Ni	-0.187*	0.135	-1.386	0.088
Ga	Al	1.008*	0.672	1.502	0.072



Preise von Primärprodukten und deren Nebenprodukte weisen überwiegend einen negativen Zusammenhang auf.

Pd	Ni	-0.082	0.137	-0.601	0.276
Pt	Ni	-0.199	0.235	-0.847	0.202
Se	Cu	-0.849	1.238	-0.686	0.249
Se	Ni	0.166	0.391	0.425	0.337
Sn	Cu	-1.757***	0.431	-4.077	0.000
Te	Cu	-0.708	1.395	-0.507	0.308

Estimate of equation (23) (pairs according to Figure 5, 2009-2013: column 3-6: beta, standard error, t-value, and p-value of beta, * represents a significance level of 10 %, ** a significance level of 5% and *** a significance level of 1%)

Programm

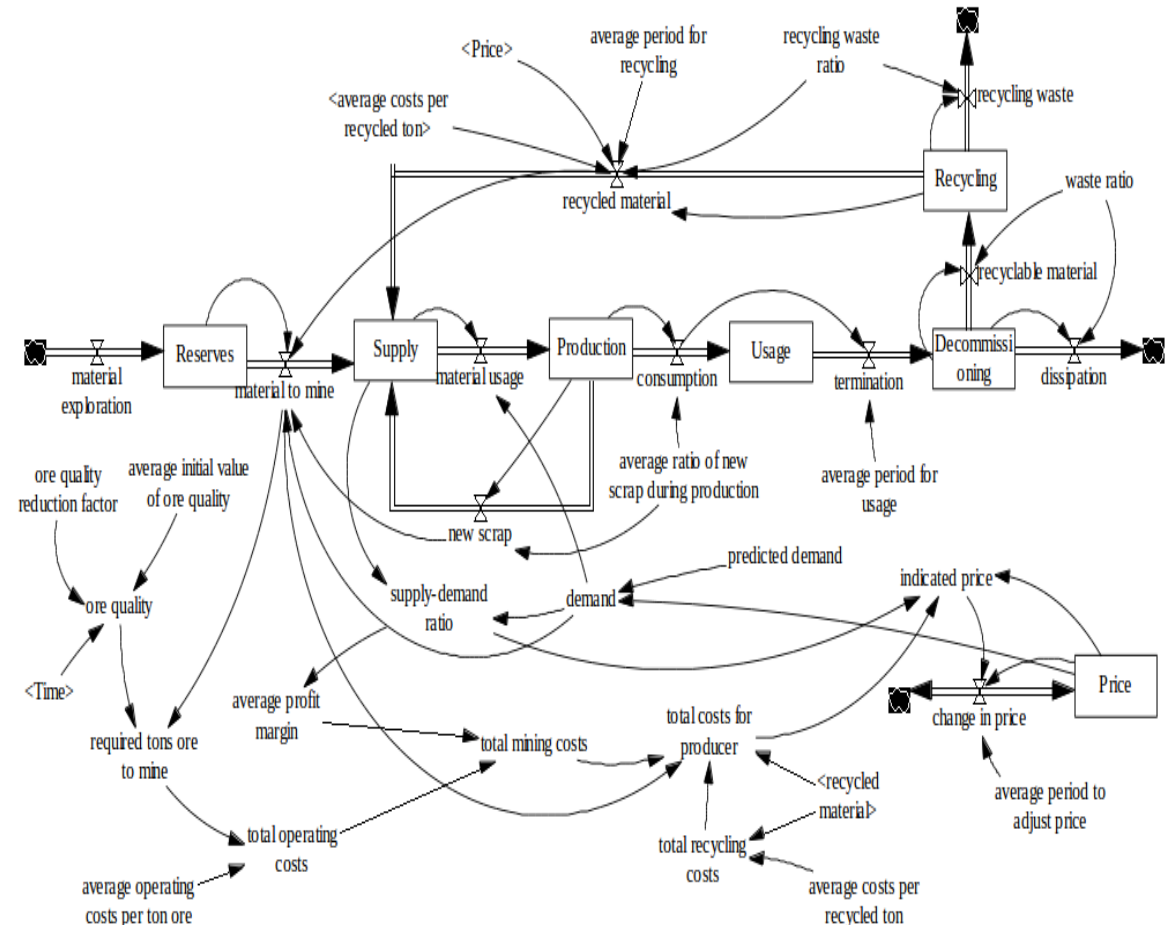
1. 100 Jahre Rohstoffpreise
2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung
3. Preisbildung bei Kuppelprodukten
- 4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise**
5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Einflussfaktoren: Was treibt den Rohstoffpreis?

Rohstoffmärkte als hochkomplexe global vernetzte Systeme



Für statistische Analysen sind oft Zeitreihendaten notwendig

- Datenquelle USGS/Worldbank:** Primärproduktion, Sekundärproduktion, Importe, Exporte, US-Konsum, Preis, Weltproduktion, Lagerhaltung, US-Produktion
- Datenquelle BGR/DERA:** Preis, HHI, Lagerhaltung, sekundäre Produktion, Förderung, Vorräte, Reserven, Raffinerieproduktion und -verbrauch



Raffinerien reagieren kurzfristig auf Preisschwankungen

- Steigende Preise korrelieren mit steigender Produktion (bspw- Aluminium)


metals \ variables	bgr_Verb_Raff	bgr_Prod_Raff
Al	 29.6%*** $\beta_1=12.44\%^{***}$	 18.2%** $\beta_1=11.00\%^{**}$

Preis und Produktion beeinflussen sich (teils mit Zeitversatz)

- Die Produktion von Eisenerz und Kali ist ein Frühindikator für steigende Preise
- Die Produktion von Aluminium, Kupfer oder Nickel steigt mit steigenden Preisen

Recycling korreliert kurzfristig und mit dem Preis

- Höhere Preise von Aluminium, Gold, Quecksilber oder Wolfram korrelieren mit höheren Recycling-Mengen

W_	 34.5%*** $\beta_1=370.42\%^{***}$
----	--

Das **weltweite Bruttosozialprodukt (BSP)** ist einer der Faktoren, die den **Preis am besten erklären**

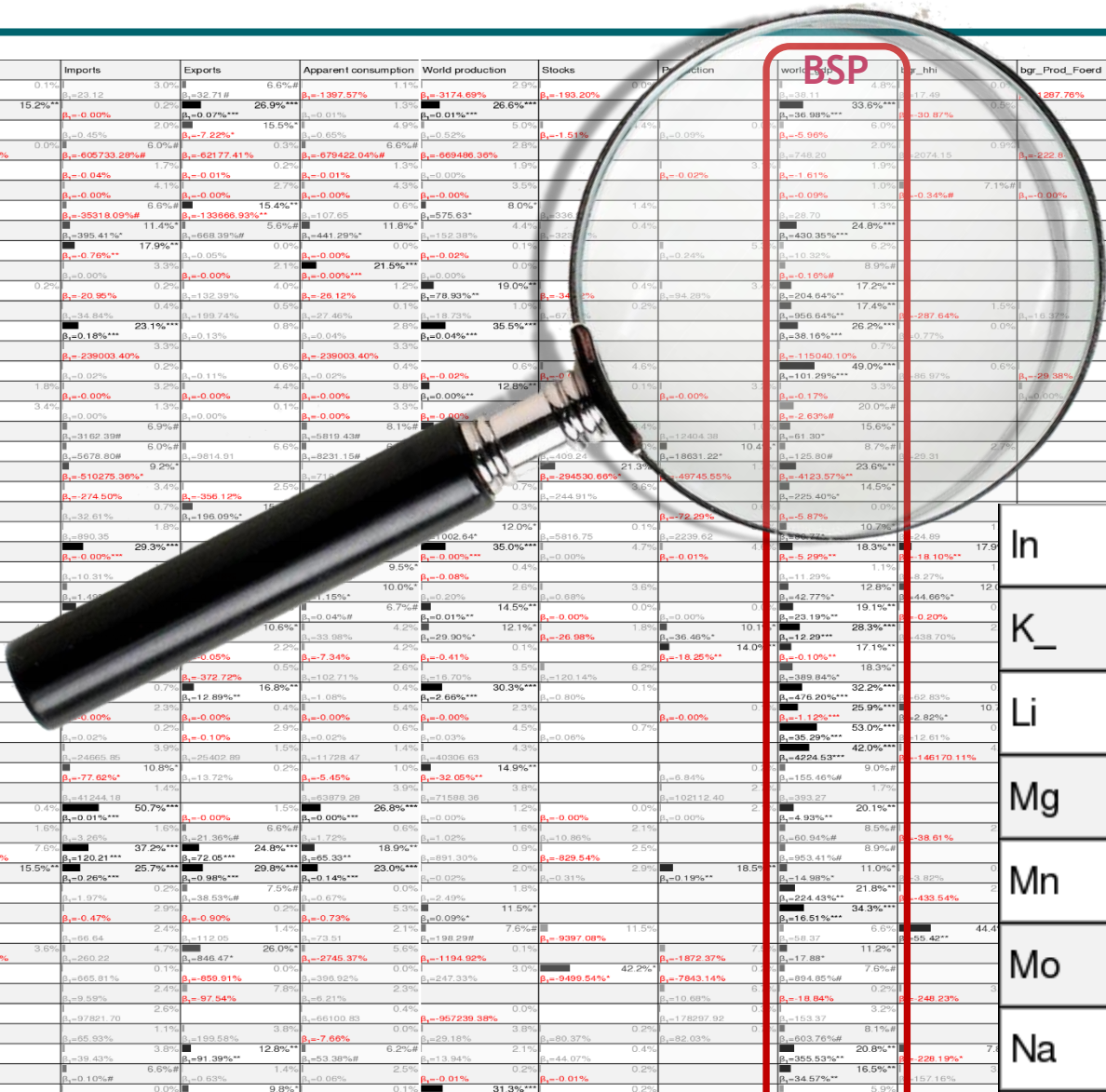
- Bei Aluminium, Chrom, Kupfer, Molybdän, Nickel, Phosphat, Blei, Platin und Strontium werden **mehr als 25%** der Preisänderungen durch das BSP erklärt
- **Alle Zusammenhänge sind positiv**, nur bei Phosphat besteht ein negativer Zusammenhang (d.h. steigendes BSP ~ sinkende Preise)

Das **BSP erklärt** auch einen hohen Anteil der **Weltproduktion**

- Die Änderungen der Weltproduktion werden bei Aluminium, Barium, Kupfer, Eisen, Kali, Lithium, Magnesium, Mangan, Nickel und Zink zu mehr als 30% von Änderungen im BSP erklärt
- Alle signifikanten Zusammenhänge sind positiv, d.h. eine **wachsende Weltwirtschaft führt bei 28 von 30 Rohstoffen zu steigender Weltproduktion** (bei den anderen Rohstoffen ergibt sich kein klarer statistischer Zusammenhang)

Einflussfaktoren: Alle Preisfaktoren (Überblick)

metals	Primary production	Secondary production	Shipments	Imports	Exports	Apparent consumption	World production	Stocks	Production	world_gdp	ln	K_	Li	Mg	Mn	Mo	Na	
Ag	$\beta_1 = 3438.84$	2.4%	8.1%															
Al	$\beta_1 = 0.03\%^{**}$	12.8%	22.7%***	$\beta_1 = 0.02\%^{**}$		$\beta_1 = 0.07\%^{***}$	26.9%***	$\beta_1 = 0.01\%$	33.6%***	16.5%*	$\beta_1 = 3.54\%^*$	34.2%***	30.4%***	32.6%***	33.8%***	22.5%**	3.1%	
As																		
Au	$\beta_1 = 2624378.33\%$	2.8%	21.7%***															
B_																		
Ba																		
Be																		
Bi																		
Br																		
Ca	$\beta_1 = 0.00\%^{***}$	23.7%***																
Cd																		
Co																		
Cr																		
Cs																		
Cu	$\beta_1 = 0.01\%$	0.0%	0.5%															
Fe-ore																		
Fe-st	$\beta_1 = 0.00\%$	4.3%																
Ga																		
Ge																		
Hf																		
Hg	$\beta_1 = 311.43\%$	1.6%	27.1%***															
I_																		
ln																		
K_																		
Li																		
Mg	$\beta_1 = 0.44\%$	4.5%	1.2%															
Mn																		
Mo																		
Na																		
Nb	$\beta_1 = 51.48\%$	0.5%																
Ni	$\beta_1 = 0.24\%$	0.2%	4.5%															
P_																		
Pb	$\beta_1 = 0.02\%$	0.2%	11.8%															
Pt	$\beta_1 = 40361843.99\%$	2.1%																
REE																		
Re																		
S_																		
Sb	$\beta_1 = 1.25\%$	0.2%	1.1%															
Se	$\beta_1 = 897.78\%$	2.9%																
Si																		
Sn																		
Sr	$\beta_1 = 2.66\%$	0.0%	0.5%															
Ta																		
Te																		
Th																		
Ti																		
Tl																		
V_																		
W_	$\beta_1 = 84.02\%$	1.7%	34.5%***															
Zn	$\beta_1 = 0.08\%$	0.9%	0.7%															
Zr																		



Programm

1. 100 Jahre Rohstoffpreise
2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung
3. Preisbildung bei Kuppelprodukten
4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
- 5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?**
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Finanzialisierung von Rohstoffmärkten

- **Massiver Anstieg** von **Terminhandel** an Rohstoffbörsen
- **Zunehmendes Volumen** von **Finanzinvestitionen** auf den Märkten für Rohstoffderivative
- **Wachsende Durchdringung** der Rohstoffmärkte durch **Finanzmärkte** bzw. durch Finanzmarktakteure



Diese Phänomene werden unter dem Begriff der „**Finanzialisierung der Rohstoffmärkte**“ zusammengefasst.

Finanzialisierung von Rohstoffmärkten

Gemäß Theorie führt dies zu **zusätzlicher Liquidität** im Markt, aber **nicht** zu einem **Einfluss** auf die Preisbildung

Kein einheitliches Bild in der Wissenschaft

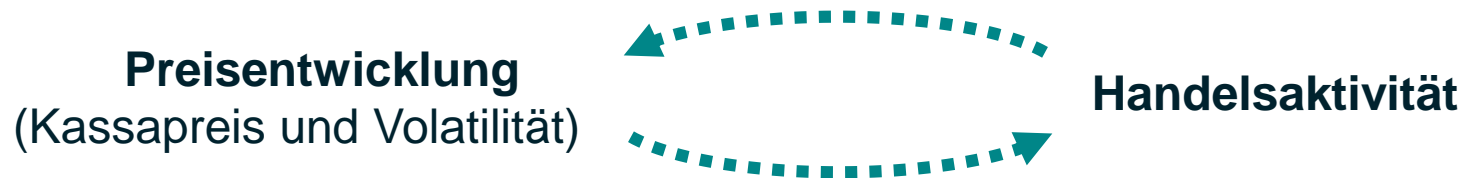
Beeinflusst die Finanzialisierung die Preisbildung bei Metallen auf physischen Rohstoffmärkten?

Finanzialisierung von Rohstoffmärkten

Empirische Granger-Kausalitätsanalyse

Ansatz:

Überprüfung der **Wirkung** (beidseitig) **von Handelsaktivität** auf physische **Kassapreise** sowie der **Volatilität** → Bidirektionaler Granger-Kausalitätstest



Untersuchte Metalle: Gold, Kupfer, Palladium, Platin und Silber

- **Zeitraum:** Januar 1993 bis Dezember 2013 (wöchentlich, 20 Jahre)
 - Gesamtzeitraum
 - Unterteilung in separate Zeiträume (je drei Jahre)
- Wöchentliche Handelsdaten der **Commodity Futures Trading Commission (CFTC)**
 - Volume, open interest
 - Total reportable positions-long
 - non-commercial positions-long
 - commercial positions-long
 - Total reportable positions-short
 - non-commercial positions-short
 - commercial positions-short

Ergebnisse für den Gesamtzeitraum (Kassapreis)

Analyse Kassapreise:

- **Wenig Indizien für preistreibende Effekte** aufgrund von Handelsaktivität.
- **Umgekehrt folgt** eine Vielzahl der **Markteilnehmer Preisänderungen**.



Analyse Volatilität:

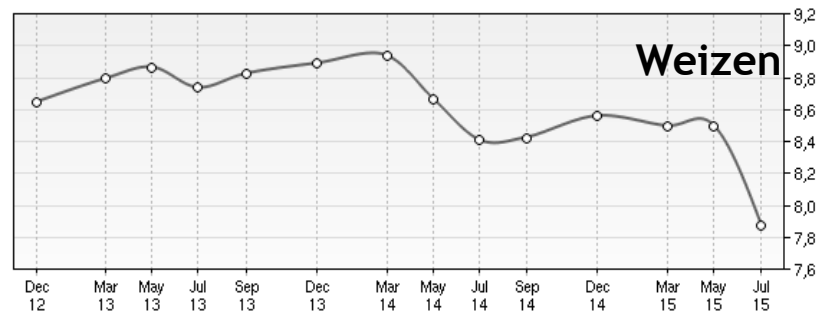
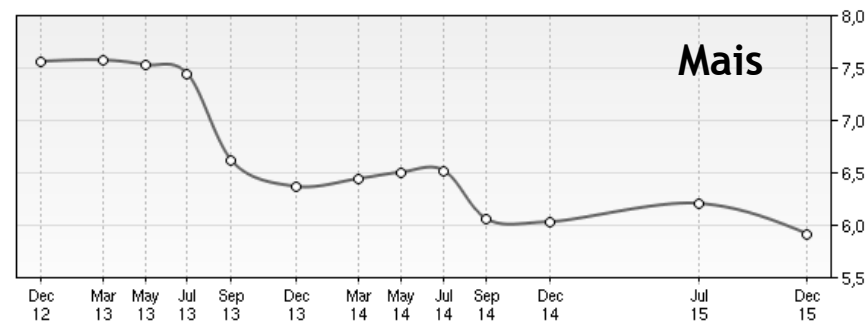
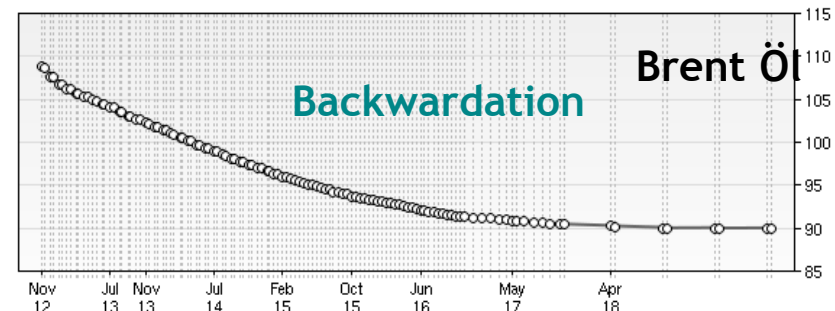
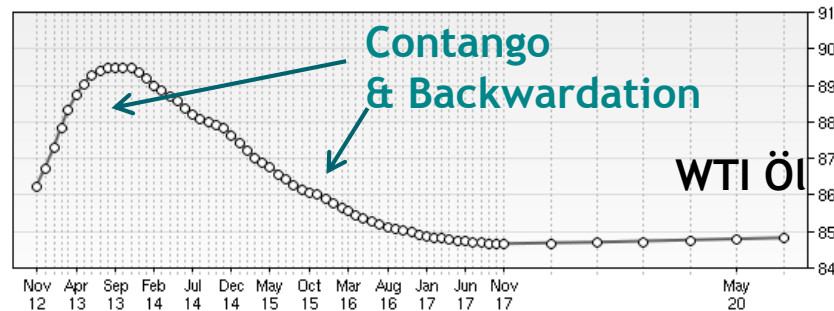
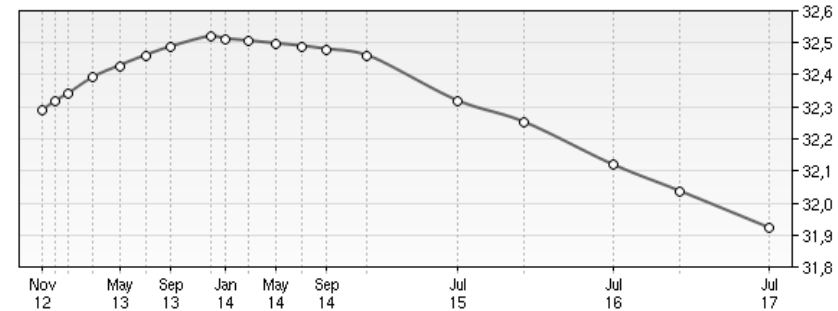
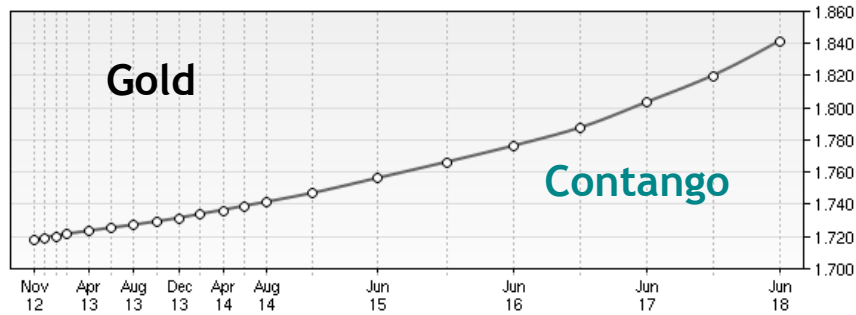
- Hier ist ein **Einfluss** der Handelsaktivität auf die Volatilität der Preise **nachweisbar**.
- Allgemein **keine stichhaltigen Beweise**, dass die **“Finanzialisierung” Metallpreise** langfristig treibt.

Programm

1. 100 Jahre Rohstoffpreise
2. Angleichung der Rohstoffpreis-Entwicklung
3. Preisbildung bei Kuppelprodukten
4. Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
5. Rohstoffmärkte, Spielball von Spekulanten?
6. Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

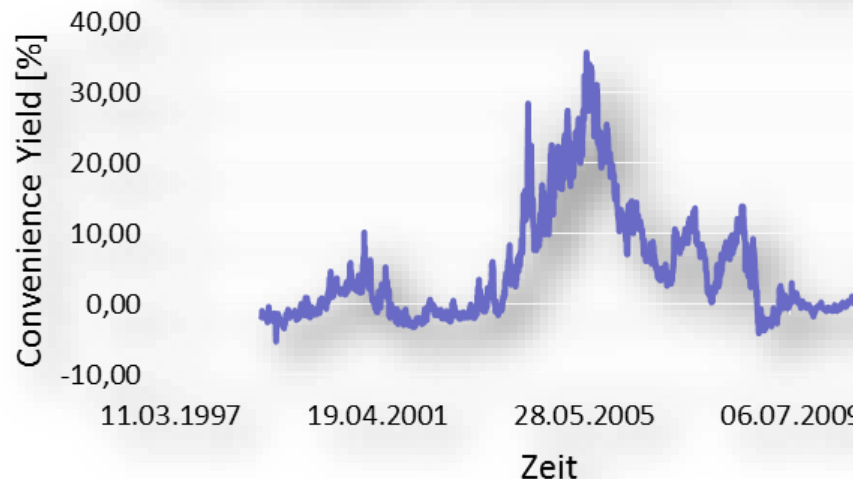
Terminkurven verschiedener Rohstoffe - Backwardation und Contango



Verfügbarkeitsprämie

Der Begriff **Verfügbarkeitsprämie** bzw. **Convenience Yield** ist der Ertrag, der durch alleinigen Besitz eines Gutes, insbesondere in Zeiten von drohenden und vorherrschenden Lagerengpässen, entsteht. Sie entspricht der **Differenz** aus **Termin-** und **Kassapreise**.

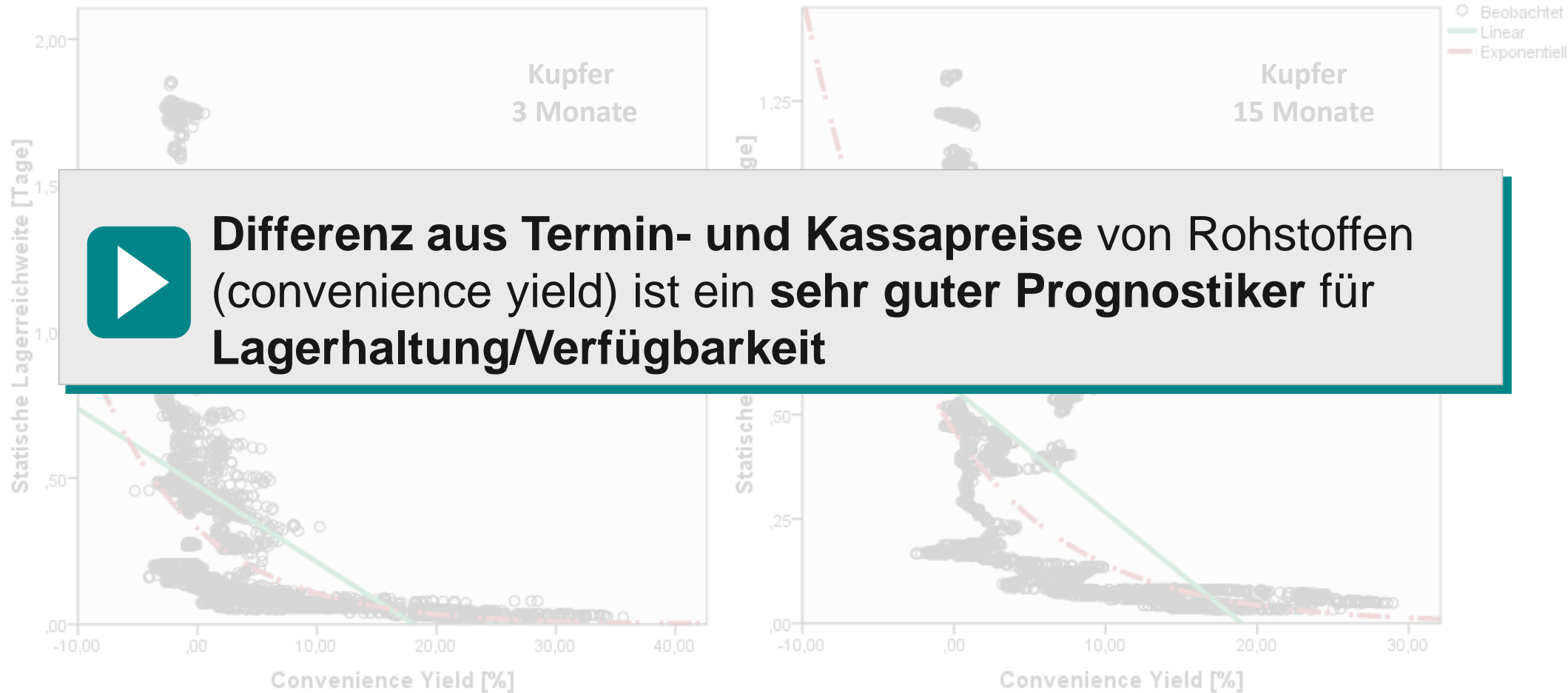
LME-Kupfer Convenience Yield



Stepanek, C., Walter, M., Rathgeber, A. (2013a). Is the convenience yield a good indicator of a commodity's supply risk? *Resources Policy*, 38(3), 395-405.

Was wir aus Rohstoffderivaten lernen können

Prognose der durchschnittlichen statischen Lagerreichweite: $\overline{SLR}_T = \alpha y_t + \beta + \varepsilon_t$



Stepanek, C., Walter, M., Rathgeber, A. (2013a). Is the convenience yield a good indicator of a commodity's supply risk? *Resources Policy*, 38(3), 395-405.

Fazit: Rohstoffpreise

Fiktionen:

- *Rohstoffe werden immer knapper und deswegen auch immer teurer*
- *Es besteht das Risiko, dass uns die Rohstoffe in naher Zukunft ausgehen*

Fakten:

- Die Inflation führt automatisch zu steigenden **Nominalpreisen**
- Insgesamt **stagnieren die Realpreise** → eine allgemeine Verknappung ist nicht gegeben
- Einzelfallbetrachtung notwendig

Fazit: Preisfaktoren

Fiktionen:

- *Es gibt Faktoren (z.B. HHI), die für alle Rohstoffe sehr wichtig sind*
- *Es gibt eine allgemein gültige Aggregation der Kritikalitätsfaktoren*

Fakten:

- Das weltweite Bruttosozialprodukt ist der wichtigste preisbeeinflussende Faktor
- Die Einflussrichtung variiert teilweise stark - es gibt auch unerwartete Zusammenhänge

Fazit: Kuppelprodukte

Fiktionen:

- *Rohstoffpreise zeigen immer häufiger ein gleichläufiges Verhalten*
- *Kuppelprodukte zeigen auch wirtschaftlich betrachtet ein gleichläufiges Verhalten*

Fakten:

- Bei Kuppelprodukten (z.B. Germanium und Zink) gibt es einen negativen Zusammenhang in einigen Fällen
- Die Mehrzahl der Rohstoffpreise befindet sich mehr und mehr im Gleichlauf

Fazit: Finanzialisierung der Rohstoffmärkte

Fiktionen:

- *Finanzialisierung der Rohstoffmärkte treibt langfristig Metallpreise*

Fakten:

- Allgemein **keine stichhaltigen Beweise**, dass die **“Finanzialisierung”** Rohstoffpreise langfristig treibt.
- Allerdings existiert teilweise ein **Einfluss** der **Handelsaktivität auf die Volatilität** der Preise.

Fazit: Verfügbarkeitsprämie

Fiktionen:

- *Terminmärkte offerieren wenig Information für Marktteilnehmer*

Fakten:

- **Differenz aus Termin- und Kassapreise** von Rohstoffen (convenience yield) ist ein **sehr guter Prognostiker** für **Lagerhaltung bzw. Verfügbarkeit**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**