

Risiken im Bereich erneuerbarer Energien und deren Risk Management

Vasily Nekrasov
18.06.2013, Köln

Agenda

- Erneuerbare Energien nach EEG und beyond
- Akteure auf EE-Markt
- Identifizierung und Klassifikation der Risiken
- Risikomanagement
 - Versicherungslösungen
 - Hedging durch Energiederivaten

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (aka EEG)

Ziel: den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung zu erhöhen

mindestens auf

- 35 Prozent spätestens bis zum Jahr 2020
- 50 Prozent spätestens bis zum Jahr 2030
- 65 Prozent spätestens bis zum Jahr 2040
- 80 Prozent spätestens bis zum Jahr 2050

und diese Strommengen in das Elektrizitätsversorgungssystem zu integrieren

Erneuerbare-Energien-Gesetz

Mittel und Wege:

- Anschluss- und Abnahmeverpflichtung der Netzbetreiber zur Aufnahme von Strom aus EE-Kraftwerken (§4 EEG)
- Stromabnahme aus EE-Kraftwerken zum Festpreis wird während der 20 Jahre zuzüglich des Inbetriebnahmejahres garantiert (Preisniveau bzw. EEG-Vergütung hängt u.a. von der Art und Kapazität der EE-Anlagen ab: §20, §§23-33 EEG)
- Degressionsschema (§20 EEG): Die Vergütungen werden mit der Zeit minimiert → Kostendruck als Verbesserungsanreiz

Erneuerbare Energien nach EEG

- Wasserkraft
- Deponie-, Klär- und Grubengas
- Biomasse
- Vergärung von Bioabfällen und Gülle
- Geothermie
- Windenergie (onshore und offshore)
- Solare Strahlungsenergie

...und beyond (wird jedoch in den letzten bzw. geplanten EEG-Novellierungen betrachtet)

Swankende Leistung ist ein großes Problem der EE
→ Energiespeicherung notwendig. Aber wie?

Mögliche Lösungen:

- **Pumpspeicher**

Ende 2012 wurde in einer Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) beschlossen: Vorhandene Pumpspeicherkraftwerke können künftig von Netzentgelten befreit werden, wenn sie die Leistung von Pumpe oder Generator um 7,5% oder das Speichervermögen um 5% erhöhen. Der Vorschlag, bei der Netzentgeltbefreiung die Systemleistungen der Speicher zu berücksichtigen, wurde nicht aufgenommen. Neu errichtete Speicher werden weiterhin für 20 Jahre von Netzentgelten befreit, wenn sie vor 2027 in Betrieb gehen.

(EnBW-Finanzbericht 2012, s. 24)

...und beyond (wird jedoch in den letzten bzw. geplanten EEG-Novellierungen betrachtet)

- **Power to Gas (H₂, Methan).** „Speichergas“ jedes Gas, das keine erneuerbare Energie ist, aber zum Zweck der Zwischenspeicherung von Strom aus erneuerbaren Energien ausschließlich unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird (**§3 Abs. 9a EEG**)
- **Stromspeicherung im Wärmemarkt.** „Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung“ Strom im Sinne von §3 Absatz 4 des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes” (**§3 Abs. 10 EEG**)

Akteure auf EE-Markt

- **Regierung(en)**
- **Energieversorgungsunternehmen**
- **Anlageproduzenten**
- **Endverbraucher**
- **Investoren**
- **Versicherungsunternehmen**

Und die wesentlichen Risiken

- **Politisches Risiko**
- **Schadensrisiko wegen Katastrophen & Unfälle**
- **(Energie)marktrisiko (Spot- und Terminmärkte)**
- **Zinsänderungsrisiko (langfristige Projekte)**
- **Konkurrenz- und Technologierisiko**

Politisches Risiko

→ **Für Investoren und Anlageproduzenten:**

- Herabsetzung der Vergütungshöhe
- Kürzung der 20-jährig garantierten Vergütungsdauer
- Verminderung der nach EEG vergüteten Abnahmemenge

Solche Risiken lassen sich kaum hedgen, sind jedoch [mehr oder weniger] abschätzbar und modellierbar

Beispiel: das Model von Aufmuth et al [2012] für politische Risiken bei Investitionen in PV-Anlagen

| Wahrscheinlichkeit in % | Höhe der Vergütung in % | |
|-------------------------|-------------------------|--------|
| | 99,75 | 100,00 |
| 0,05 | 87,50 | |
| 0,05 | 75,00 | |
| 0,1 | 62,50 | |
| 0,05 | 50,00 | |

| Wahrscheinlichkeit bei Regierungswechsel in % | Höhe der Vergütung in % | |
|---|-------------------------|--------|
| | 99,5 | 100,00 |
| 0,1 | 87,50 | |
| 0,2 | 75,00 | |
| 0,1 | 62,50 | |
| 0,1 | 50,00 | |

| Wahrscheinlichkeit in % | Abnahmemenge zu EEG-Preisen vergütet | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|
| | 99,75 | 100,00 |
| 0,05 | 87,50 | |
| 0,1 | 75,00 | |
| 0,05 | 62,50 | |
| 0,05 | 50,00 | |

| Wahrscheinlichkeit bei Regierungswechsel in % | Abnahmemenge zu EEG-Preisen vergütet | |
|---|--------------------------------------|--------|
| | 99,5 | 100,00 |
| 0,1 | 87,50 | |
| 0,2 | 75,00 | |
| 0,1 | 62,50 | |
| 0,1 | 50,00 | |

| Wahrscheinlichkeit in % | Kürzung auf ... Jahre | |
|-------------------------|-----------------------|-----|
| | 0 | 1-5 |
| 0,1 | 6-10 | |
| 0,1 | 11-15 | |
| 0,1 | 16-21 | |

| Wahrscheinlichkeit bei Regierungswechsel in % | Kürzung auf ... Jahre | |
|---|-----------------------|-----|
| | 0 | 1-5 |
| 0,15 | 6-10 | |
| 0,2 | 11-15 | |
| 0,15 | 16-21 | |

Soweit die Wahrscheinlichkeiten der Risiken abgeschätzt sind, lässt sich der erwartete zukünftige Cashflow, sowie das worst-case Szenario durch Monte Carlo Simulation ermitteln.

Aufmuth, Hofmann, Kantelhardt und Mieth [2012].

„Investition in eine Photovoltaikanlage unter politischen Risiken im Kontext des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien“.

Politisches Risiko

→ Für Energieerzeuger und Endverbraucher:

“Übereifrigkeit” der Regierung bei der Unterstützung von EE

Z.B. gilt für den Strom aus PV-Anlagen der Vergütungssatz von 23,23 Cent/kWh und an der European Energy Exchange (EEX) ist der Durchschnittspreis etwa 5,5 Cent/kWh (Aufmuth et al (2012)).

Und EE haben Abnahmevorrang

→ “E.ON kappt 2013er Prognose und legt Gaskraftwerke still”
(<http://www.iwr.de/news.php?id=22924>)

Politisches Risiko

→ **Für Versicherungsunternehmen:** vor allem (zu) strenge Anforderungen an (Eigen)kapital und Entflechtungsvorschriften

(http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2013/04/GDV-Flyer_Offshore-Windenergie-2013.pdf)

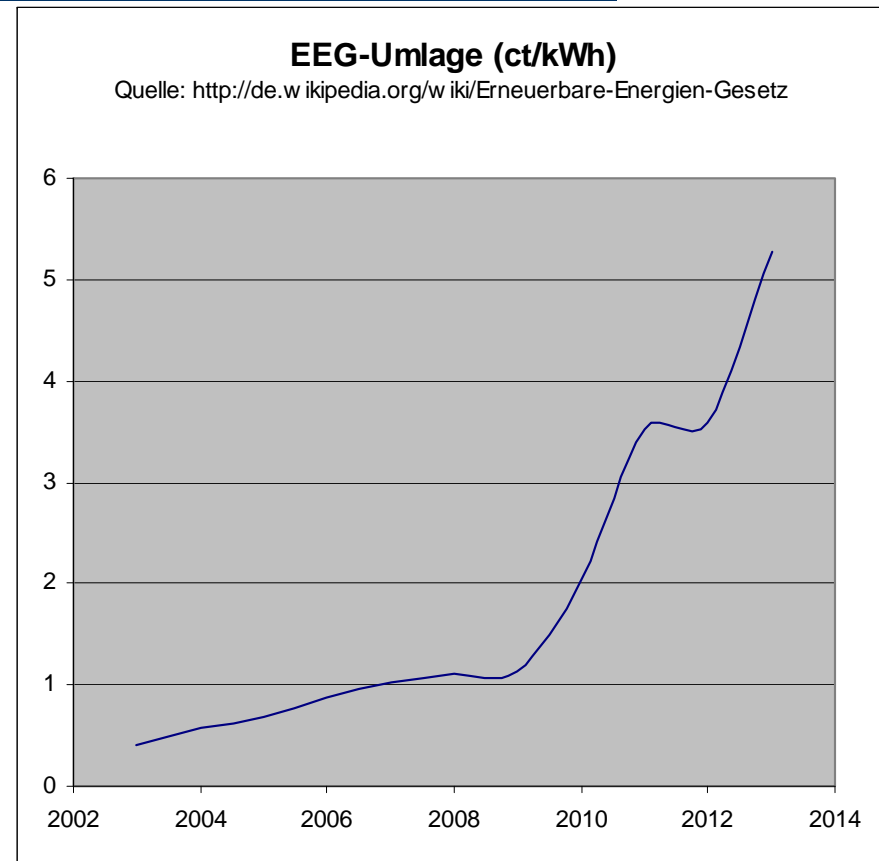
Zentrale Forderungen / Positionen der deutschen Versicherer:

- Die Rahmenbedingungen für Investitionen in die Energiewende müssen sich spürbar verbessern, um die Versicherungswirtschaft auf breiter Front als Investor zu gewinnen:
- Die in Solvency II bislang festgelegten Eigenkapital-Anforderungen für Investitionen der Versicherer in Erneuerbaren Energien und Infrastruktur müssen in eine gesonderte Risikoklasse überführt und deutlich reduziert werden. Noch werden solche Investitionen einem risikoreicheren Engagement wie etwa in Hedgefonds gleichgestellt.
- Die Entflechtungsvorschriften müssen gelockert werden, damit Investitionen in Erneuerbare Energien entlang der gesamten Wertschöpfungskette möglich werden.
- Die auf nationaler Ebene in der Anlageverordnung bestehenden Investitionsmöglichkeiten in Erneuerbare Energien und Infrastruktur müssen moderat erweitert werden.

Politisches Risiko ... für die Regierungen selbst

Die EEG Vergütungen werden letztlich von Endverbraucher finanziert. Irgendwann können die Wähler damit satt werden...

Mit Interessengruppen aus Industrie ist auch zu rechnen.



Politisches Risiko - Besonderheiten

- Dies ist international: z.B. Deckelung des **spanischen** PV-Marktes Ende 2008
 - Überkapazitäten bei zahlreichen Herstellern
 - Preisabbruch in **Deutschland**
 - Bye-bye Q-Cell, Co-Energy, etc.
- **Rückwirkende Änderungen** kamen in Spanien und Tschechien vor und sind auch in Deutschland [gesetzlich] möglich (s. Aufmuth et al [2012] , Seite 15)

Schadensrisiko aufgrund Katastrophen und Unfälle

- Im Prinzip, formalgesehen, yet another Marktsegment von Sachversicherung
- Die historische Schadenstatistik ist relativ kurz, aber die deutschen Versicherungen besitzen das notwendige Fachwissen und Kompetenz

Details darüber in der Brochure von GDV, 413 Seiten: http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2013/04/GDV-Broschuere_Erneuerbare_Energien_2013.pdf

- Besonderheit: im Schadensfall evtl. nicht nur Sachbeschädigungen, sondern auch Ausfall von EEG-Vergütungen (zur Erinnerung, diese sind nur für 20 Jahre seit dem Inbetriebnahmejahr garantiert)

Marktrisiko (Spot- und Terminmärkte)

Die Energieerzeuger sind gezwungen (nicht nur durch das EEG, sondern auch durch die Öffentlichkeit) die EE-Anlagen auf- und auszubauen. EE-Strom ist teuer, der mittelfristige Strompreistrend geht nach unten.

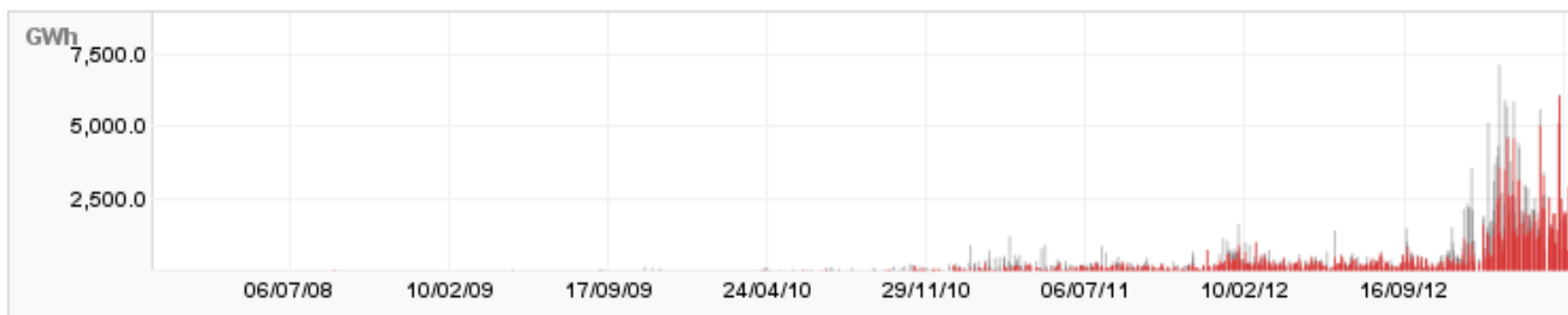
Diese Last lässt sich aber immer noch auf die Endverbraucher (vor allem auf Privatkunden) übertragen.

Price

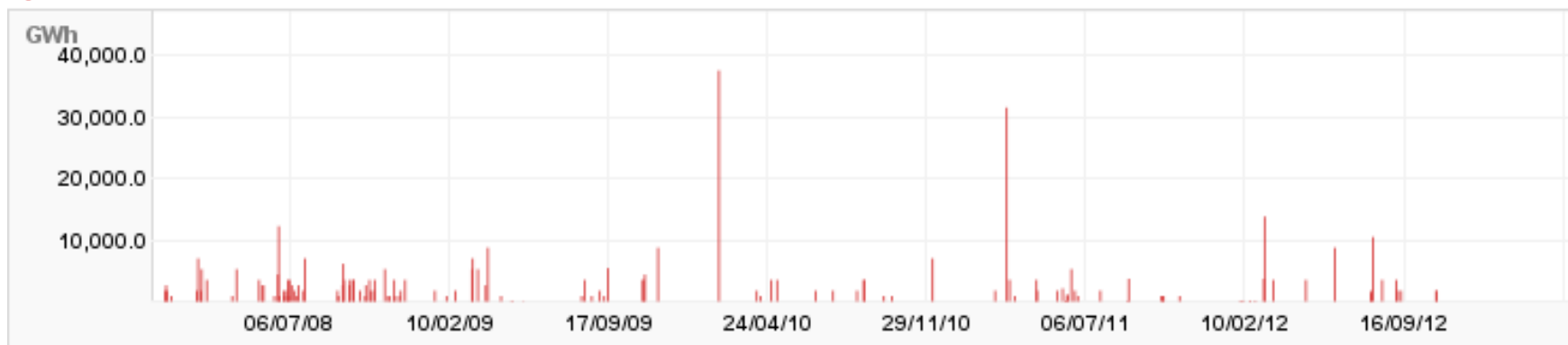
Phelix Baseload Year Futures (Cal-14)|2013/05/17|EEX



Volume



Options



Marktrisiko (Spot- und Terminmärkte)

Noch ein großes Problem:

Leistungsschwankung

(Bei Wind und PV offensichtlich, kommt aber auch bei Wasserkraft wegen Dürre vor)

Strom muss aber den Kunden reibungslos geliefert werden

Dazu kommt häufig eine erhöhte Nachfrage (Spikes) vor

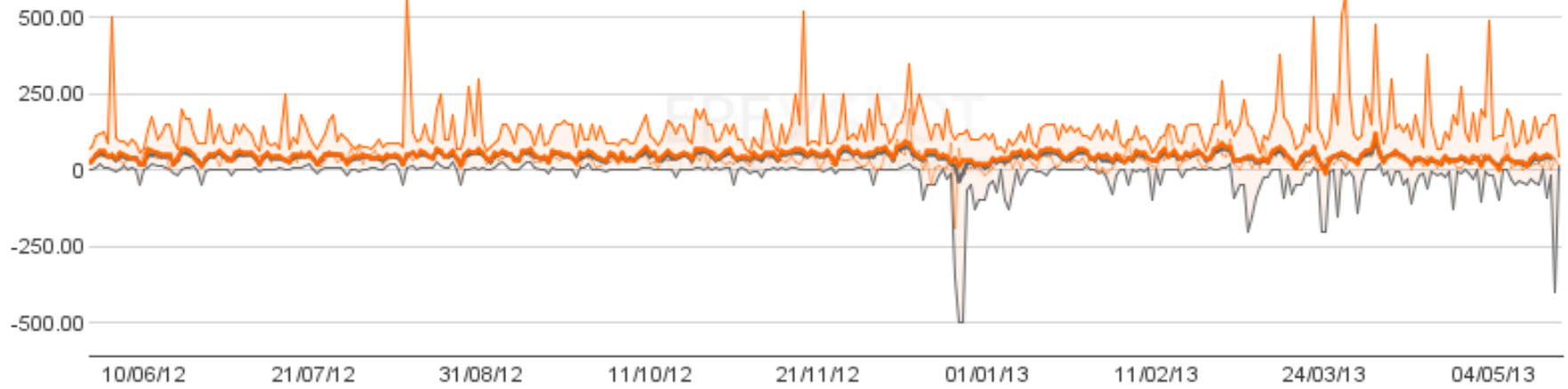
(Das ist ein generelles Problem bei Strommärkten, aber es kann durch die Erzeugungsschwankungen verschärft werden)

€/MWh

Price

EPEXSPOTINTRADAY

20/05/2013



GWh

Volume Buy

Total: 19,275.344 GWh



GWh

Volume Sell

Total: 19,266.314 GWh



Legend:
 - Lowest Price
 - Highest Price
 - Last Price
 - Volume
 - Index Base
 - Index Peak

Marktrisiko - Lösungsverfahren:

Versicherungsprodukte, z. B. Absicherung gegen zu schwachen oder zu starken Windgeschwindigkeiten (Gauß[2012])* . Noch gibt es aber keinen [großen] Markt für solche Versicherungsprodukte. Möglicherweise zu teuer für Versicherungsnehmer wegen Risikopufferaufschläge.

Alternative:

Strom- und Wetterderivate, insb. Swing-Optionen: Das Recht (aber keine Pflicht) während einer gewissen Zeitperiode (z.B. einem Monat) so und so häufig (z.B. jeden Tag) so und so viele MWh zum im Voraus definierten Festpreis (Strike) zu kaufen (Call) oder zu verkaufen (Put).

* Gauß, Annika. Wind Speed Simulation and Insurance Products for Wind Farm Investors, Msc Thesis. TU-München, April 2013 <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1115801>



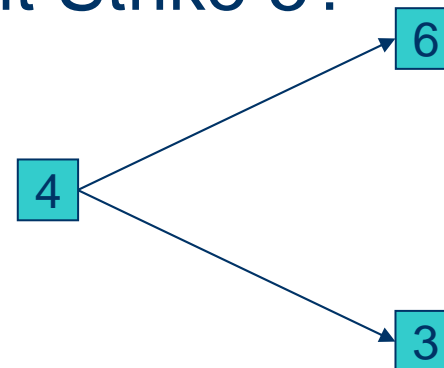
Exkurs in das Wunderland des Risk-Neutral Pricings

No-arbitrage Prinzip

- Allgemein: es gibt kein free-lunch auf dem Markt; aus nichts kann man kein Geld machen; zwei Portfolios mit dem gleichen zukünftigen Cashflow müssen gleichen Barwert haben; um Gewinn zu machen ist es notwendig (aber nicht ausreichend), Risiko einzugehen.
- U.A. in unserem Modell: Maximal möglicher **risikoloser** Gewinn zum Zeitpunkt **t** unter Einsatz vom Kapital **K₀** ist
$$K_0(e^{rt} - 1)$$

Optionsbewertung mit binary trees

Random walk on binary tree approximiert die Brownsche Bewegung. Nehmen wir an $S_0=4$ und (der zukünftiger Preis) S_1 kann entweder 3 oder 6 sein. Mit welcher Wahrscheinlichkeit? – ist (erstmal) egal. Sei dazu $r=0.05$. Was ist der Preis der Call Option mit Strike 5?



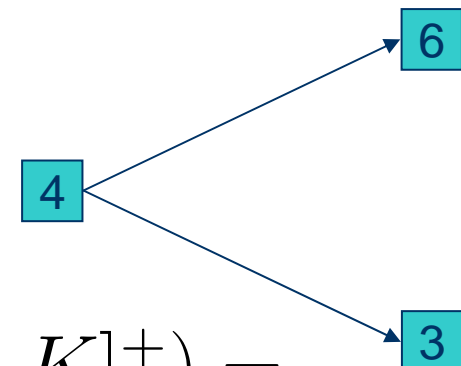
Idee: hedging strategy

Also ein Portfolio aus α Aktien und β Bonds, welche in beiden Marktzuständen den Wert der Option repliziert

$$\begin{aligned} 6\alpha + 1.05\beta &= [6 - 5]^+ = 1 \\ 3\alpha + 1.05\beta &= [3 - 5]^+ = 0 \end{aligned} \longrightarrow \begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{3} \\ \beta &= -\frac{100}{105} \end{aligned}$$
$$C_0 = 4\frac{1}{3} - \frac{100}{105} = 0.381$$

Beobachtung: mit $u := \frac{6}{4}$, $d := \frac{3}{4}$ und

$$q = \frac{1+r-d}{u-d} = 0.4 \text{ hat man}$$



$$C_0 = \frac{1}{1.05} (q[uS_0 - K]^+ + (1 - q)[dS_0 - K]^+) =$$
$$\frac{1}{1.05} \mathbb{E}_q[S_1 - K] = \frac{1}{1.05} (0.4[6 - 5]^+ + 0.6[3 - 5]^+) = 0.381$$

q nennt man **risk-neutral (martingale) measure**

Every discounted traded asset is martingale under q z.B.

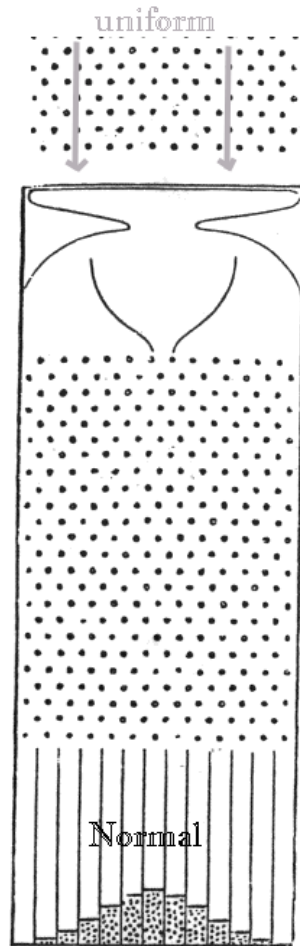
$$\frac{1}{1.05} \mathbb{E}_q[S_1 | \mathcal{F}_0] = \frac{1}{1.05} (6 \cdot 0.4 + 3 \cdot 0.6) = 4 = S_0$$

(\mathcal{F}_0 ist σ -algebra (Information) zum Zeitpunkt 0)

Fundamental theorems of asset pricing

- There is no arbitrage whenever an [equivalent] risk-neutral measure exists.
- The market is complete (i.e. every bounded contingent claim can be hedged) if and only if the risk-neutral measure is unique.

Exkurs: change of measure



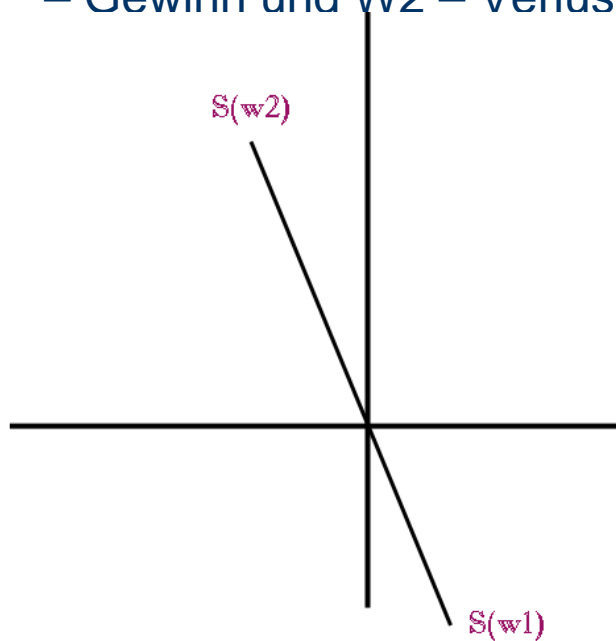
Nicht nur abstraktes mathematisches Konzept, sondern auch als Bean Machine baubar

Der Markt transformiert das
Wahrscheinlichkeitsmaß ebenso wie die
Bean Machine

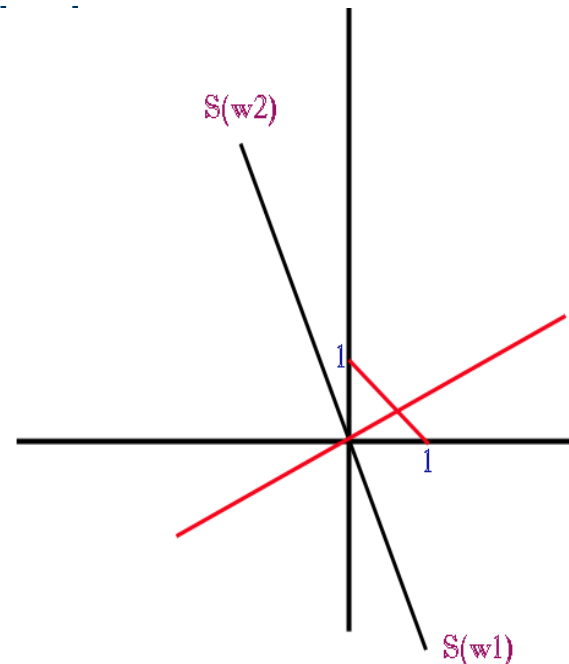
Transformation findet wegen der Risikoaversion
der Marktteilnehmer statt

Intuition behind martingale measure - Mathematik

Für Aktienkurs sind 2
Ergebnisse möglich: w_1
– Gewinn und w_2 – Verlust



Es gibt **dual space**
(orthogonal) und man

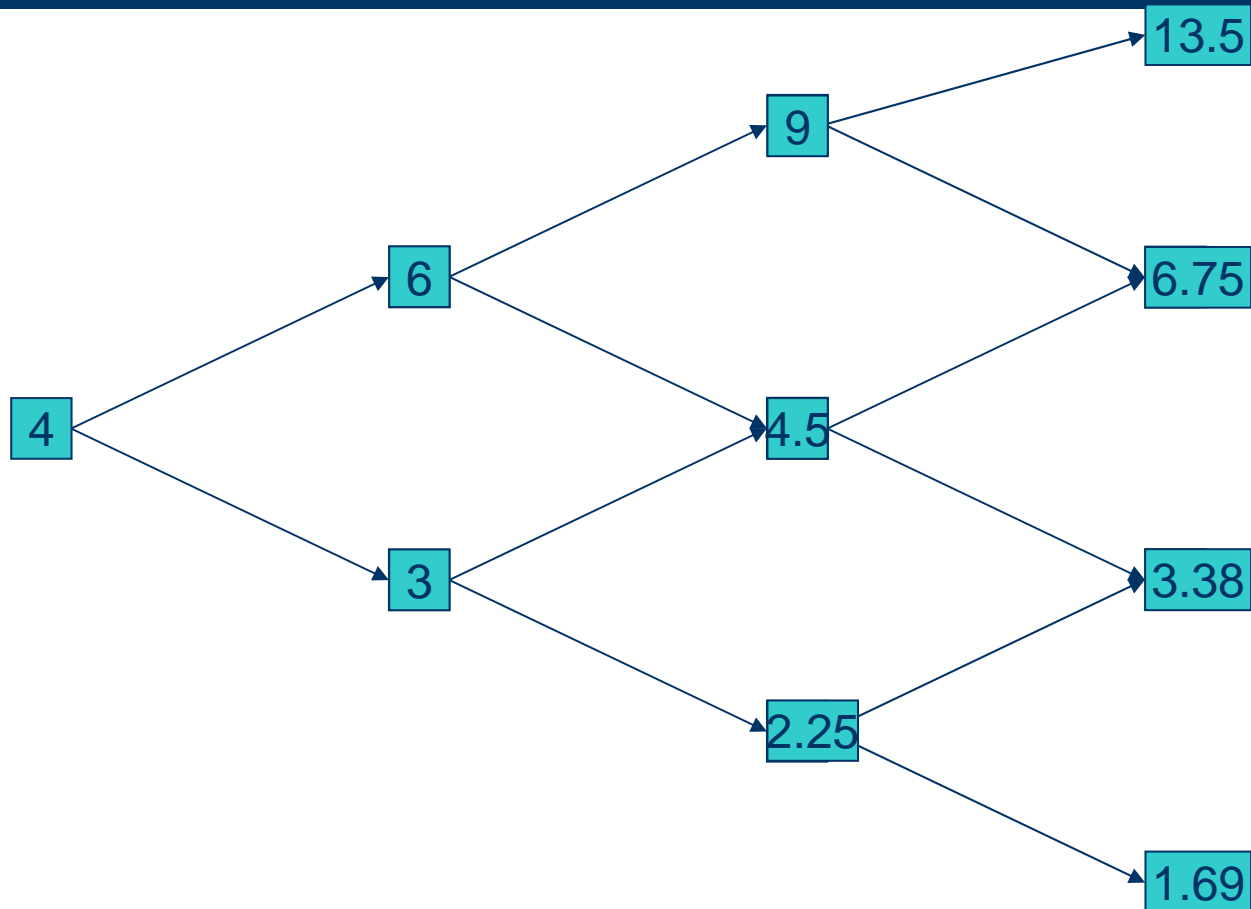


Intuition behind martingale measure - Wirtschaft

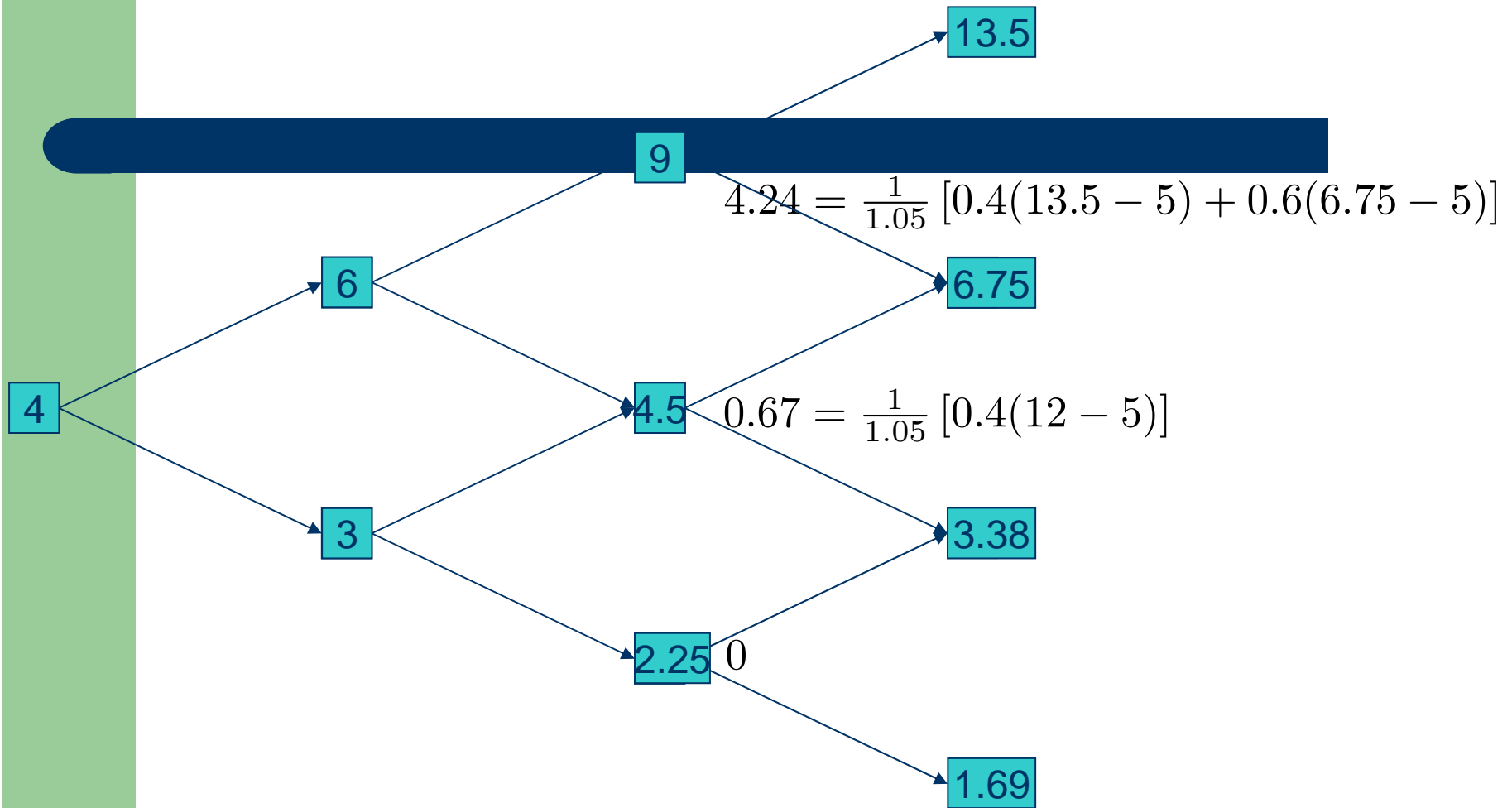
- What defines the martingale measure?
Market does!
- Objective measure vs. Martingale measure tells us about risk preferences.
- Idealerweise sind alle Marktteilnehmer „gleich rationell“ und haben die gleichen Risikopräferenzen => vollständiger Markt
↔ unique martingale measure.

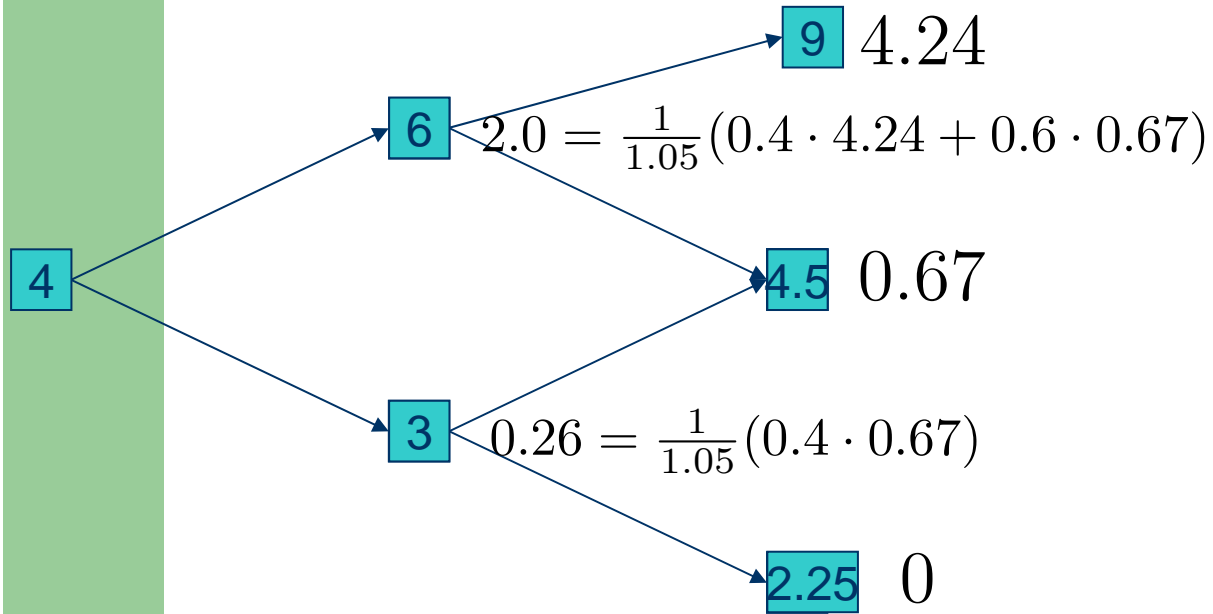
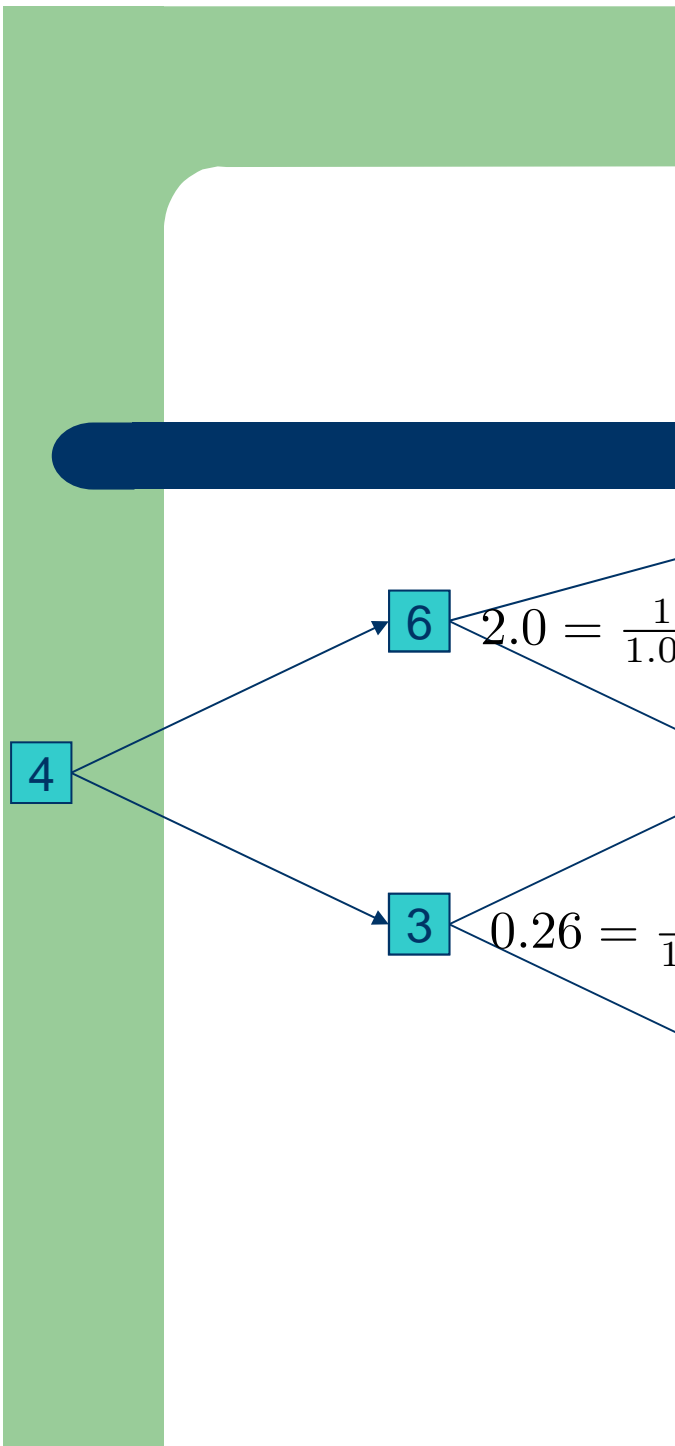
Multiperiod binary trees

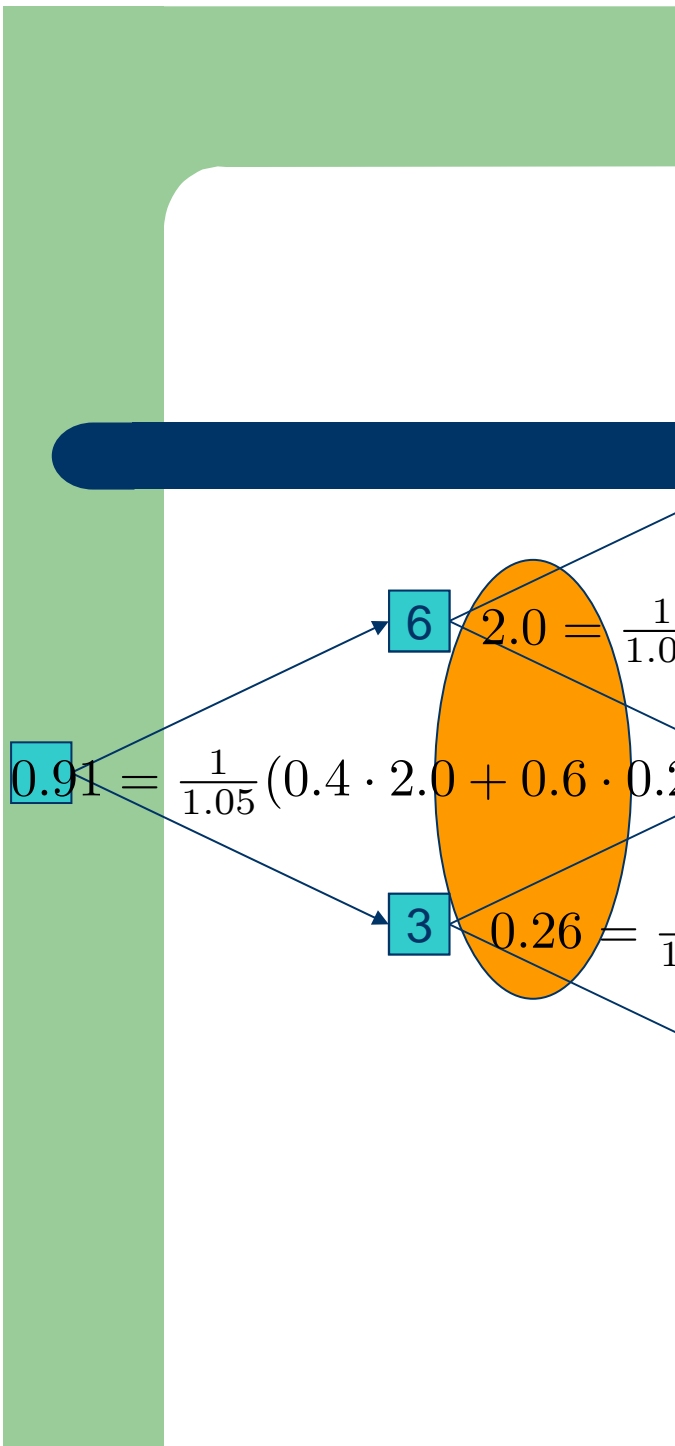
In der Praxis berechnet man rekursiv



Beispiel – dieselbe Option mit K=5 aber T=3







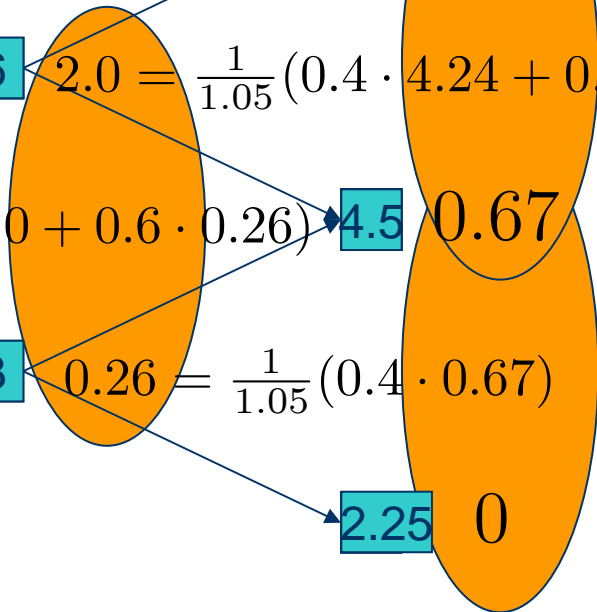
9 4.24

6 $2.0 = \frac{1}{1.05} (0.4 \cdot 4.24 + 0.6 \cdot 0.67)$

0.91 $= \frac{1}{1.05} (0.4 \cdot 2.0 + 0.6 \cdot 0.26)$ 4.5 0.67

3 $0.26 = \frac{1}{1.05} (0.4 \cdot 0.67)$

2.25 0





Problem mit dem Energiemarkt: Strom ist grundsätzlich nicht speicherbar

→ keine (straightforward) Hedging Strategy → unvollständiger Markt, mehrere risiko-neutrale Maße

Aber die risk-neutral pricing Logik besteht, man muss “lediglich” das “beste” martingale Maß wählen...



**Thank you for your
attention!**