

Physik/Mathematik & das Risiko-Controlling im Investmentbanking



Career-Nights 2009 am AKG Bensheim
Dr. Claus Christian Beier



Physiker/Mathematiker in einer Bank

Top 5 der meistgehörten Reaktionen:

- „In einer Bank??? Als Physiker???“
- „Ich habe da ein paar Aktien. Wo stehen die denn in einem Monat?“
- „Risiko-Controlling? Ach, ihr seid doch die Typen, die total versagt haben...“
- „Physik habe ich in der 11 abgewählt.“
- „???“

Aber: Banken sind heute keine unüblichen Arbeitgeber mehr für Physiker/Mathematiker.

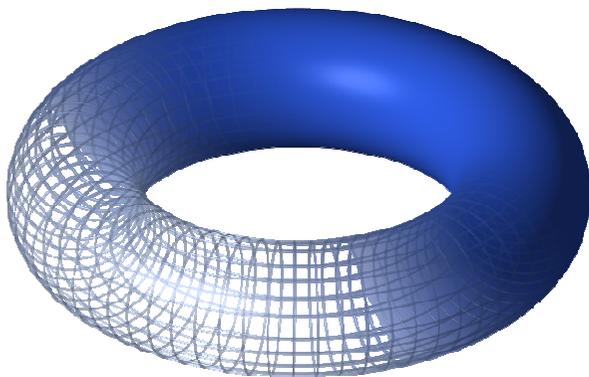
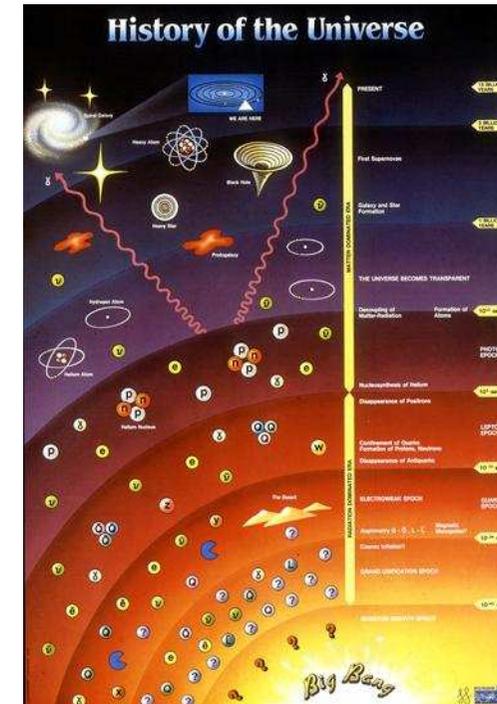
Gliederung:

- Studium Physik/Mathematik am Beispiel der Uni Heidelberg
- Ein paar Worte zu Bank, Finanzmarkt, Investmentbank und all das...
- Tätigkeiten für Physiker/Mathematiker in einem solchen Umfeld
- Aus dem Berufsalltag...
- ... & meine Wenigkeit...

Studium Physik/Mathematik

■ Physik ist eine Naturwissenschaft

- befasst sich mit der unbelebten Natur
- basiert auf Beobachtungen, Experimenten und (mathematischen) Modellen/Theorien zur Erklärung und Vorhersage
- Anspruch: die der Natur zu Grunde liegenden Gesetzmäßigkeiten aufzudecken („Dass ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält.“)
- Mathematik wichtig als „Sprache“ (→ Messprozess/Objektivierung)



■ Mathematik ist eine Geisteswissenschaft

- allgemein die Wissenschaft von abstrakten Strukturen und logischen Folgerungen („formale Systeme“, D. Hilbert)
- Konkret: „Wissenschaft von Zahlen und Figuren“
- Vielfalt an Zweigen: Analysis, Algebra, Zahlentheorie, Geometrie, Logik, Topologie, Differentialgleichungen, ... , Finanzmathematik

Studium Physik (Uni Heidelberg)

Bachelor: seit WS 2008/2009,
6 Semester, insg. 180 „Credit Points“ (CP)

Eingangsprüfung (Kombination Schulleistungen/Auswahlgespräch/Zusatzqual.),
Keine Abschlussprüfung, studienbegleitende Prüfungen

Studienplan

Pflichtmodule Physik & Mathematik (105 CP)	Wahlpflichtmodule Physik (14 CP)	„Übergreifende Kompetenzen“ (20 CP)	Wahlbereiche (17 CP)
<p>→ Experimentalphysik, Theoret. Physik: Mechanik, Elektromagnetismus, Thermodynamik, Quantenmechanik, Stat. Physik, Atom-, Kern-, Festkör- & Teilchenphysik</p> <p>→ Mathematik: Analysis I, II, LA I Oder: Ana I, Höhere Mathe I, II</p> <p>→ Physikal. Praktika</p> <p>→ Seminar</p> <p>→ Bachelor-Arbeit (12 Wochen)</p>	<p>→ Vertiefung in einem Wahlgebiet der Phys. zur Heranführung an aktuelle Forschung:</p> <p style="text-align: center;">Atomphysik, Astronomie, Biophysik, Umweltphysik, Kondensierte Materie, Teilchenphysik, Theoret. Physik, ...</p>	<p>Fähigkeiten / Schlüsselkompetenzen für Berufsleben:</p> <p>→persönl. Präsentieren, kommunizieren</p> <p>→berufsbezogene Programmieren, Englisch, Datenanalyse</p> <p>→fachspezifische Mathematik (wiss. Rechnen), Computer-Physik, Elektronik, Informatik Wirtschaftswissenschaften (Wiwi) Biologie</p>	<p>Vertiefung in Bereichen der Physik oder Zusatzqualifikation in anderen Fachbereichen:</p> <p style="text-align: center;">Chemie Biologie Geologie Informatik Elektronik Mathematik Philosophie Physiologie</p>

Studium Physik (Uni Heidelberg)

Master:	4 Semester, insg. 120 „Credit Points“ (CP), Kurssprache überwiegend englisch!		
Aufnahmevoraussetzung:	Bachelor-Abschluss (Physik, andere NW mit Physikbezug) mit 2,9 o. besser ausreichende Englisch-Kenntnisse, Auswahlprüfung		
Ziel:	forschungsorientiert, bereitet auf Promotion vor		
Studienplan			
1. Jahr: Kursprogramm	Wahlpflichtber. (16 CP)	Vertiefungsber. (14CP)	Wahlbereich (24 CP)
	Weiterführendes Fachwissen in zentralen Themengeb. d. Physik Particle physics, theor. statistical physics, condensed matter physics, environmental physics, observational astronomy	Module aus Wahlgebieten der Physik Astronomy, atomic physics, biophysics, condensed matter, ...	Weitere Veranstaltungen aus Physik oder angrenzendem Fachgebiet Biologie, Chemie, Geowiss., Mathematik, Philosophie, Wiwi, ...
	Mündl. Abschlussprüfung		
2.Jahr: Forschungsphase	Master-Arbeit		

Studium Mathematik (Uni Heidelberg)

Bachelor: seit WS 2008/2009

6 Semester, insg. 180 „Credit Points“ (CP)

Keine Eingangsprüfung, dafür Orientierungsprüfung bis spätestens Ende des 2. Semesters.
Keine Abschlussprüfung, studienbegleitende Prüfungen.

Studienplan

	Pflichtmodule (90 CP)	Wahlpflichtmodule (54 CP)	Anwendungsgebiete (24 CP)	Fächerübergr. Komp. (12 CP)
1.Sem.	Analysis I Lineare Algebra I Einführung in die Prakt. Inform.	→Vert./Schwerpunkt		Schlüsselkomp. Programmieren, Interdiszipl. Arbeiten, Präsentation, Software-Praktika, Industrie-Praktika, ...
2.Sem.	Analysis II Lineare Algebra II Einf. Numerik/Stochastik			
Orientierungsprüfung (Ana I, LA I, 2 Klausuren à 2 h)				
Höhere Sem.	Höhere Analysis, Einf. Stochastik/Numerik Proseminar Seminar Bachelor-Arbeit (12 CP)	4 Bereiche: 1. Algebra, Funktionenth., Topologie, Geometrie, Logik 2. DGL, PDGL, Funktionalanalysis, Wahrscheinl.theorie 3. Numerik, Statistik, Optimier. 4. Vorl. Aus Masterangebot	Veranstaltung aus anderen Fachgebieten Informatik, Physik, Astronomie, Biologie, Chemie, Wiwi, Philosophie	...



Master of Quantitative Finance (M.Sc.) Frankfurt School of Finance

Master:	seit WS 2008/2009 4 Semester, 60 „Credit Points“ (CP)			
Voraussetzung:	Akad. Abschluss in Mathematik, Physik, Statistik oder Wiwi (Bachelor/Diplom) 1 Jahr Berufserfahrung Englischkenntnisse (TOEFL-Test mit mind. 80 iBT-Punkten) Assessment-Center mit Interview und schriftlichem Test			
Ziel:	gründlicher Einblick in Strukturen & Methoden moderner Finanzmärkte, Finanzmathematik, Programmierung			
Studienplan				
1.Sem.	Financial Instruments Finance Theory	Introduction to Stochastic Processes	Programming I	Arbitrage in Fixed Income
2.Sem.	Option Pricing: Theory & Practice	Advanced Stochastic Processes and Arbitrage Theory	Programming II	Numerical Methods for Finance
3.Sem.	Investment Theory	Statistics	Interest Rate Models and Products	Risk Management
4.Sem.	Exotics and Structured Products	Econometrics	Credit Risk Modelling	

Vorsicht: die Frankfurt School of Finance ist eine private Hochschule mit Semestergebühren in Höhe von stolzen **7.000 €** (finanzielle Fördermöglichkeiten bestehen).



Nach dem Abschluss...

- Am Ende eines Studiums stellt sich die Frage:

...was dann???

- Das „Problem“:

Der Informatiker kann programmieren → IT-Industrie

Der Chemiker kann kochen → chemische Industrie

Dem Ingenieur ist nichts zu schwer → Automobilindustrie, Maschinenbau, IT, E-Technik...

...aber Physiker und Mathematiker?

Es gibt keine physikal. Industrie zur Produktion von Elementarteilchen oder Galaxienhaufen oder eine mathematische Industrie zur Herleitung von Theoremen.

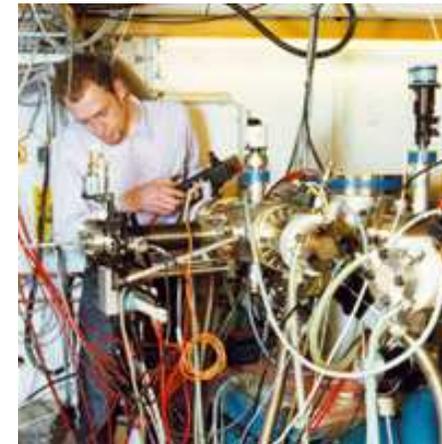
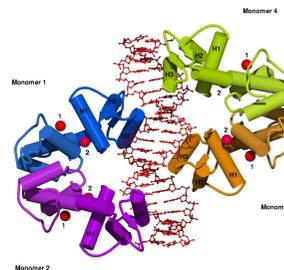
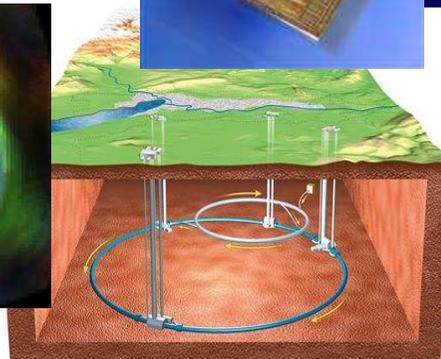
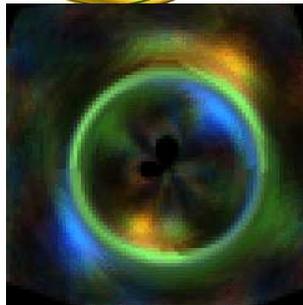
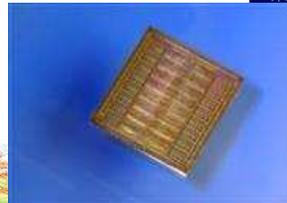
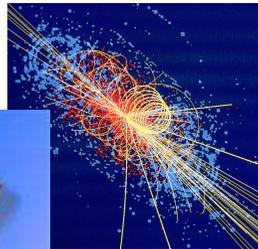
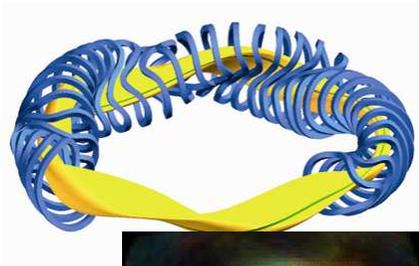
Eine Möglichkeit: Promotion

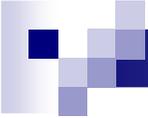
Vorteile

- Grundvoraussetzung für akademische Karriere
 - schön, aber schwierig
 - „Post-Doc“/wiss. Mitarbeiter/Junior-Professur
 - Professur
- Spannende Zeit, viel Freiheit
- Qualifikation
 - Vertiefung von Fachkenntnissen
 - Expertise
 - Vorteilhafte Chancen auf dem Arbeitsmarkt

Nachteile

- Außerhalb der Akademia: Promotion ist kein „Muss“.
- Dauer der Promotion
- Promotionsphase ist mitunter eine „Achterbahnfahrt“:
 - niedriges Einkommen (Bat IIa/2)
 - hohe Arbeitsintensität
 - „Bürokratie“ an den Instituten
 - Frustration über Ergebnisse der Arbeit





Eine andere Möglichkeit: Die Finanzindustrie

...das klingt zunächst überraschend:

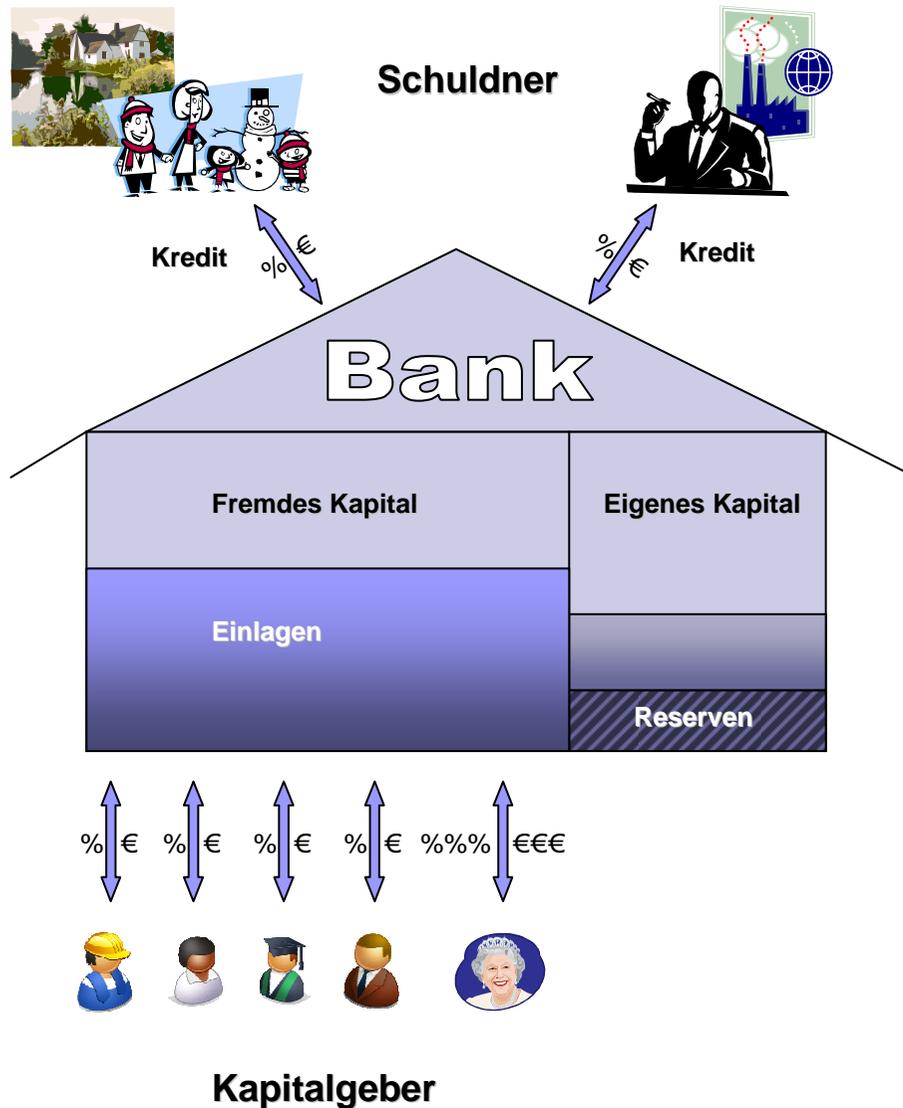
„In einer Bank??? Als Physiker???“

Aber:

- Die Finanzmärkte und damit die Finanzindustrie haben in den letzten Jahren/Jahrzehnten einen starken Wandel durchgemacht:
 - Deregulierung, **steigende Komplexität** (Optionsgeschäfte)
 - **Internationalisierung/Globalisierung**, gestiegenes Volumen
 - Fortentwicklung **technischer Möglichkeiten**
 - Finanzmathematik
 - „Rechenpower“
 - Internet

- Insgesamt:
 - steigende Anforderungen, höhere Komplexität, damit **„neue“/„höhere“ Risiken**, die bewältigt werden müssen: Finanzkrise ist das beste Beispiel!
 - **Risiko „messen“ und „quantifizieren“**: Mathematiker/Physiker sind willkommen!
 - zur Ausführung ein paar Grundbegriffe vorne weg!

Was ist/macht eine Bank?



Banken bieten Dienstleistungen an:

- Zahlungsverkehr
- Geldanlage
- Finanzierung
- Sonstiges (z.B. Vermögensverwaltung)

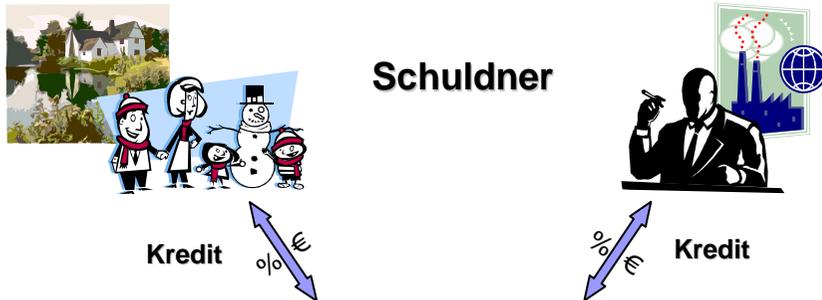
Banken erfüllen Aufgaben:

- **Direkter Kontakt zu Kunden**
- „Schmierstelle“ für Wirtschaft
 - Betragstransformation
 - Fristentransformation
 - Risikotransformation
 - Informationstransformation

Banken tragen Risiken:

- Ausfälle = Verluste:
 - müssen vom „eigenen Kapital“ getragen werden
- Einlagen der Kunden gesichert
 - Reserven
 - Einlagensicherungsfonds
 - Aufsicht

Was sind die „Finanzmärkte“?



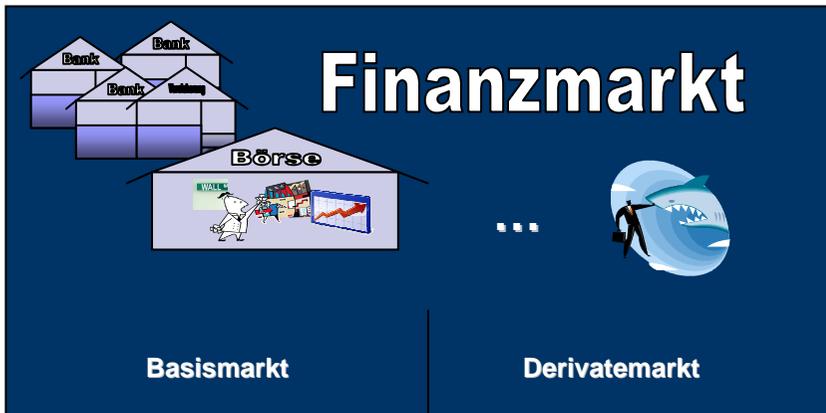
Oberbegriff für alle Märkte, auf denen **Handel mit Kapital** betrieben wird – direkt zwischen Kapitalgeber und Schuldner oder indirekt über Finanzintermediäre.

Unterscheidung:

- national, international, global, ...
- Geld-, Kredit-, Aktien-, Devisenmarkt, ...
- Basismarkt / Derivatemarkt
- Kassamarkt / Terminmarkt

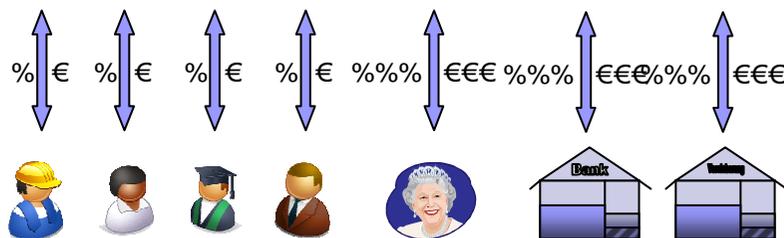
Funktion:

Regelung des Angebots und der Nachfrage nach Kapital



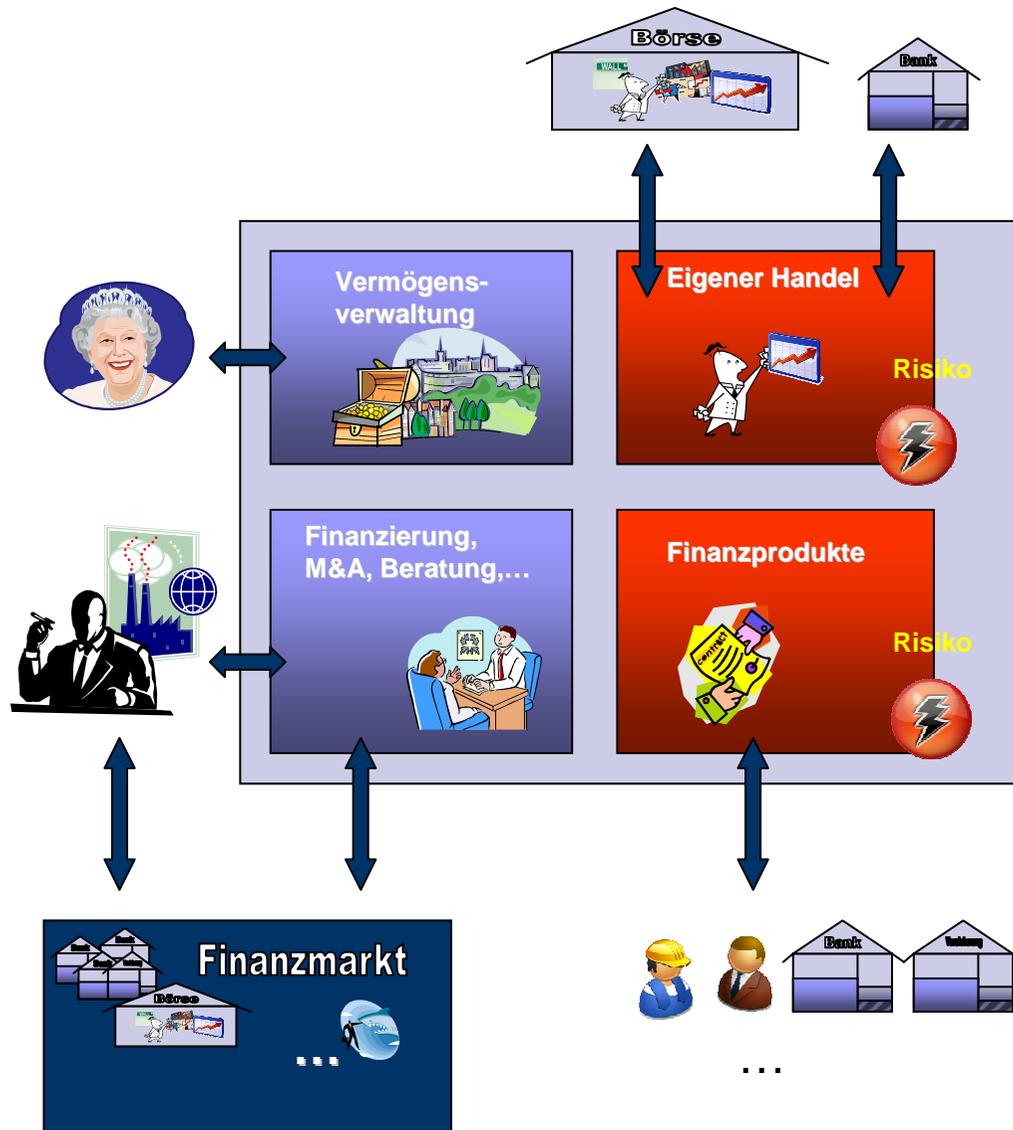
Bsp: Aktienmarkt

- Aktien werden an Börsen gehandelt
- Firmen erhalten Kapital, Investoren beteiligen sich an Aktiengesellschaft
- Derivatemarkt:
z.B. Aktienoption,
an Börsen oder direkt von Bank
(OTC: „over the counter“)



Kapitalgeber

Was ist/macht eine Investment-Bank?



- Investment-Banken sind Akteure auf dem Finanzmarkt, die „Investmentgeschäfte“ betreiben:
 - **Emission von Fremd- und Eigenkapital** für Kunden
 - **Vermögensverwaltung** von Kunden
 - **Eigenhandel** von Wertpapieren und **im Auftrag** von Kunden
 - Emission, Verkauf und Handel von **Finanzprodukten** (Derivate)
 - **Beratung** von Unternehmen bei Kapitalaufnahme auf dem Markt und bei Übernahme anderer Unternehmen.

- Der Begriff stammt aus den USA (1933) zur Unterscheidung zu „normalen“ Banken („*commercial banks*“). Reine Investment-Banken dürfen keine Kundeneinlagen halten und wurden daher weniger reguliert. Im Zuge der Finanzkrise gibt es keine großen, „echten“ Investmentbanken mehr. In Deutschland ist das Investment-Banking Teil „normaler“ Banken.

- **Verbriefung der Geschäfte.**

Aufbau einer Investmentbank

Eine Investmentbank besteht im Wesentlichen aus 3 Einheiten:

Front Office	Middle Office	Back office
Abschluss von Finanzmarktgeschäften <ul style="list-style-type: none"> ■ Kauf und Verkauf von Finanzprodukten ■ Entwicklung von Finanzprodukten ■ Vertrieb, „Research“ ■ Beratung von Kunden, ... 	Überwachung und Berichterstattung <ul style="list-style-type: none"> ■ Risiko-Controlling ■ Berichterstattung an den Vorstand ■ ... 	Abwicklung <ul style="list-style-type: none"> ■ Verbuchung ■ Zahlungsverkehr ■ IT-Infrastruktur ■ ...

Zu beachten:

- Über den Kauf und Verkauf von Wertpapieren hinaus hat das **Front-Office** die Aufgabe, die **vorhandene Liquidität zu optimieren** und **Risiken zu minimieren (also: keine Zockereien!!!)**
 - Einrichtung von spezialisierten Handelsabteilungen (nur Aktien, nur Währungen, ...)
 - Einrichtung von Limite (= Beschränkung der Gesamtposition oder des „**Value-at-Risk**“)
- Das **Risiko-Controlling**
 - überwacht die Position und die Limite des FO,
 - bestimmt die Risikoposition („das Risiko“) der Bank
 - berichtet dem Vorstand.

**Risiko messen,
 überwachen,
 analysieren**
 → **Mathematiker & Physiker!**

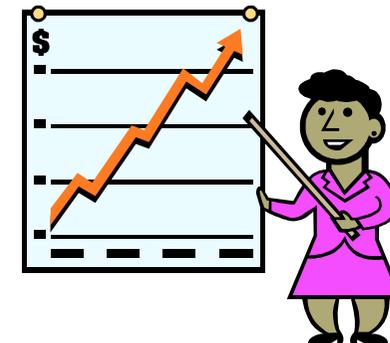


Handel und Finanzprodukte – warum gibt es da überhaupt Risiken?

■ Beispiel 1: börsennotierte Aktie

- börsennotierte Aktien werden an der Börse (nach Möglichkeit) fortlaufend gehandelt
- der Preis (Kurs) einer Aktie richtet sich nach Angebot und Nachfrage
- Aktienkurse schwanken im Laufe eines Tages
- Wer eine Aktie besitzt, macht bei steigenden Kursen Gewinne und bei fallenden Kursen Verluste.
- **Wer sehr viele Aktien besitzt, macht entsprechend hohe Gewinne oder hohe Verluste...**

- Mit dem Handel (Kauf/Verkauf) von Wertpapieren sind also **Verlustrisiken** verbunden.



Handel und Finanzprodukte – warum gibt es da überhaupt Risiken?

■ Beispiel 2: Aktienoption als derivatives Finanzprodukt

→ Die Aktienoption ist das (verbriefte) Recht, das heute (Zeitpunkt t) abgeschlossen wird, eine Aktie zu einem zukünftigen Zeitpunkt T , zu einem bereits heute vereinbarten Preis K zu kaufen.

→ Die Option wird z.B. von einer Bank emittiert und kann von Marktteilnehmern gekauft werden (heute ein Massenprodukt).

→ Risiko ist einseitig, da nur der Kunde gewinnen kann.

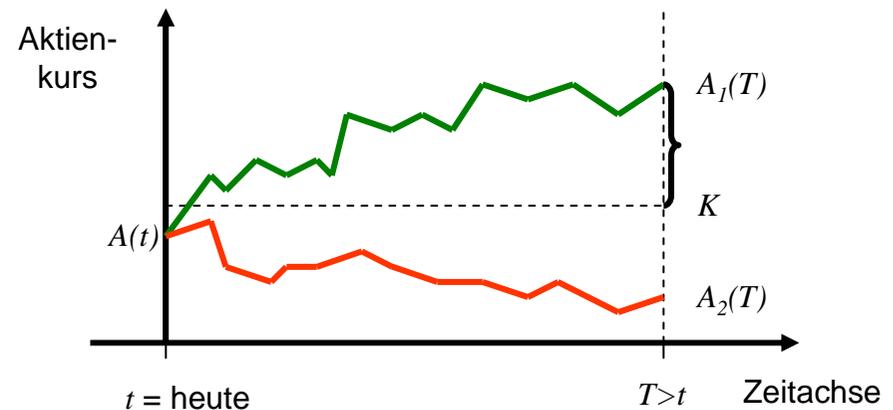
Aktienkurs in $T > K$: Kunde gewinnt $S(T)-K$, Bank verliert

Aktienkurs in $T < K$: Kunde gewinnt/verliert nicht, Bank gewinnt/verliert nicht

→ Bank muss von Kunden einen Preis verlangen, der das Risiko deckt, dass der Kunde gewinnt, eine Art „Versicherungsprämie“.

→ Wie hoch diese Prämie sein muss, kann man mit Hilfe der **Finanzmathematik** ermitteln.

Derivat: Eine Aktienoption ist ein Derivat, da ihr Wert von dem Wert einer anderen handelbaren Einheit, der Aktie, abhängt/sich ableiten lässt.



Handel und Finanzprodukte – warum gibt es da überhaupt Risiken?

Ergebnis: Die Optionspreisformel von Black-Scholes (nicht erschrecken):

$$c(A(t), t) = A(t)e^{-q(t) \cdot (T-t)} \cdot N(d_1) - Ke^{-r(t) \cdot (T-t)} \cdot N(d_2),$$

wobei

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A(t)}{K}\right) + \left(r(t) + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

und

$A(t)$: Aktienkurs zum Zeitpunkt t ,
 $r(t)$: Zinssatz zum Zeitpunkt t ,
 $q(t)$: Dividendenrendite zum Zeitpunkt t ,
 K : der „Strike“,
 σ : die „Schwankung“ (Volatilität) der Aktie,
 $N(x)$: kumulierte Normalverteilung

Nobelpreis



- Diesen Preis (+ eine Marge!) muss die Bank von ihrem Kunden verlangen
- Es besteht ein **Aktien-Risiko**, da Wert der Aktienoption mit der Aktie schwankt
- **Wenn man mit Derivaten handelt, sollte man also besser die Finanzmathematik verstehen!!!**
(Achtung: Die Formel ist eigentlich eine Näherung und gilt nur unter bestimmten Annahmen.)

→ Frage der Sinnhaftigkeit: Zockerei oder vernünftige Investition?

Wie sieht der Job aus? Aus dem Arbeitsalltag...

Tätigkeiten für Mathematiker/Physiker in der Bank:

■ Produktentwicklung im Front-Office

- Entwicklung neuer Finanzprodukte/Optionen
 - erfordert Verständnis der (Finanz-)Mathematik
 - Programmierung
 - Testen
 - Produktivnahme
- Wertpapierhändler werden...



■ Methodenentwicklung im Risiko-Controlling

- Bewertungsverfahren für Finanzinstrumente (Validierung)
- Methoden zum Messen/Schätzen von Risiken („alte“ wie „neue“ Risikoarten)

■ Operative Berechnung Position/Value-at-Risk im Risiko-Controlling

■ Aus dem Arbeitsalltag...

- Konkrete Tätigkeit
- Umfeld
- Verdienstmöglichkeiten und Perspektiven
- Anforderungen, ...





Zusammenfassung

Ich hoffe, ich konnte Euch einen kurzen Einblick geben in

- die Inhalte des Physik-/Mathematik-Studiums,
- die Fragestellungen für das „Leben danach“,
- die Tätigkeiten von Banken/Investmentbanken,
- die berufliche Möglichkeiten, die sich einem dort vor allem als Physiker/Mathematiker bieten.

Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!