

# Institut für Mathematik – Bereich Stochastik

Stochastik umfasst

Wahrscheinlichkeitstheorie



Mathematik des Zufalls



Zufall hat  
Gesetzmäßigkeiten

*Gesetz der großen Zahlen*  
*Zentraler Grenzwertsatz*

Mathematische Statistik



Mathematik der Daten



Informationsgewinn

*Schätzen und Testen*

# Stochastik

## Stochastik in der Mathematik...

- Vergleichsweise junges Feld => noch sehr fundamentale Entwicklungen
- Verbindungen zu vielen Teilgebieten der Mathematik (Analysis, Funktionalanalysis, Funktionentheorie, Differentialgleichungen, Algebra, Quantenfeldtheorie, Darstellungstheorie, Numerik, Optimierung, ...)
- Fields-Medaillen 2006 (Wendelin Werner), 2010 (Stanislaw Smirnov), 2014 (Martin Hairer)

## ...und in der Welt

- Stochastische Modelle in den meisten angewandten Wissenschaften (Physik, Chemie, Ökonomie, Informatik, Sozialwissenschaften, Klimaforschung, ...)
- Statistik zur Interpretation von Versuchsergebnissen (z.B. Experimentalphysik (CERN), Psychologie, ...)
- Analyse großer Datenmengen (Big Data) und maschinelles Lernen mit statistischen Methoden

# Stochastik in den Kombi-Bachelor-/Masterstudiengängen Mathematik

## Pflichtvorlesung

- Stochastik (Bachelor Kernfach: 5. Semester, Master Zweitfach: 1. Semester)
- Ausgewählte Kapitel des Mathematikunterrichts und der Didaktik der Stochastik  
(Master Erst- und Zweitfach: 4. Semester )
- Mathematisches Vertiefungsseminar (Bachelor Kernfach: 5. Semester)

## Regelmäßige Lehrveranstaltungen im Wahlpflichtbereich

- Vertiefung ausgewählter Themen der Stochastik (Master Erstfach: 1. Semester)

# Stochastik im Mono-Bachelor-/Masterstudiengang Mathematik

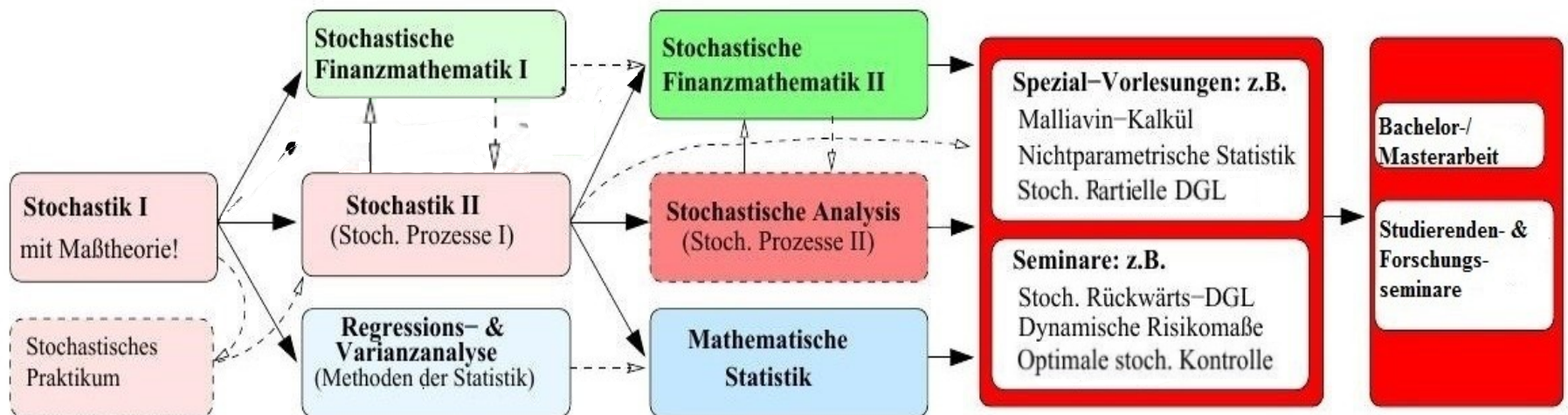
## Pflichtvorlesung

- Stochastik I (4. Semester)

## Regelmäßige Lehrveranstaltungen im Wahlpflichtbereich (Bachelor / Master)

- Stochastik II: Stochastische Prozesse I (ab 5. Semester)
- Bachelorseminar (5. oder 6. Semester)
- Stochastische Analysis: Stochastische Prozesse II (ab 6. Semester)
- Stochastische Finanzmathematik I und II
- Methoden der Statistik, Mathematische Statistik
- Stochastik-Praktikum (ab 5. Semester)
- **Spezialvorlesungen und Seminare**

Studienschema: Bachelor-/Masterstudium Mathematik, Spezialisierung Stochastik



# Mögliche Spezialisierungen in der Stochastik

1. Wahrscheinlichkeitstheorie
2. Stochastische Finanzmathematik
3. Mathematische Statistik

# Mögliche Spezialisierungen

## 1. Wahrscheinlichkeitstheorie

Zentrale Vorlesung: Stochastische Analysis

Weiterführende Vorlesungen zu den Themen:

- Theorie stochastischer Prozesse (Lévy-, Markov- oder Sprungprozesse)
- Stochastische Analysis (stochastische partielle Differentialgleichungen, Propagation of Chaos, interagierende Teilchensysteme, Malliavinkalkül, Filtertheorie)
- Probabilistische Methoden (optimale stochastische Kontrolle, Simulation)
- *Ergänzend:* Kenntnisse in Finanzmathematik und Statistik

# Mögliche Spezialisierungen

## 2. Stochastische Finanzmathematik

Zentrale Vorlesungen: Stochastische Finanzmathematik II und Stochastische Analysis

Weiterführende Vorlesungen zu den Themen:

- Optimale stochastische Kontrolle und stochastische Rückwärtsdifferentialgleichungen
- Risikotheorie
- Zinsstrukturmodelle
- Spieltheorie, z.B. mean-field games



# Mögliche Spezialisierungen

## 3. Mathematische Statistik

Zentrale Vorlesung: Mathematische Statistik

Weiterführende Vorlesungen zu den Themen:

- Nichtparametrische Statistik (VL Nichtparametrische Statistik und weitere VL u. Seminare zu nichtparametrischen Methoden)
- Statistik stochastischer Prozesse (VL Statistik stochastischer Prozesse u. Stochastische Analysis)
- Statistik des maschinellen Lernens (VL Methoden der Statistik, Nichtparametrische Statistik, Stochastic Methods in Learning etc.)
- Einsatz statistischer Methoden wird im Praktikum Stochastik (BZQ) vermittelt

# Langfristige Perspektiven

Aktive Forschungsgruppe, viele Promovierende u. Postpromovierende

Stochastik sehr erfolgreich in Drittmittelprojekten, Doktoranden- und Postdoc-Programmen

Teil der Berlin Mathematical School (BMS):

- *Stochastic Processes, Math of Data Science*

Internationales Stochastik-Graduiertenkolleg IRTG 2544 mit Oxford:

*Stochastic Analysis in Interaction*

Internationales Graduiertenkolleg IRTG 1792 mit Wiwi HUB und Xiamen, China:

*Hochdimensionale nichtstationäre Zeitreihen,*

- 
- Sonderforschungsbereich SFB 1294: *Data Assimilation*
- Sonderforschungsbereich SFB TR 190: *Rationalität und Wettbewerb*
- Exzellenz-Cluster Math+: *Energy and Markets, Model-based Imaging, Particles and Agents*

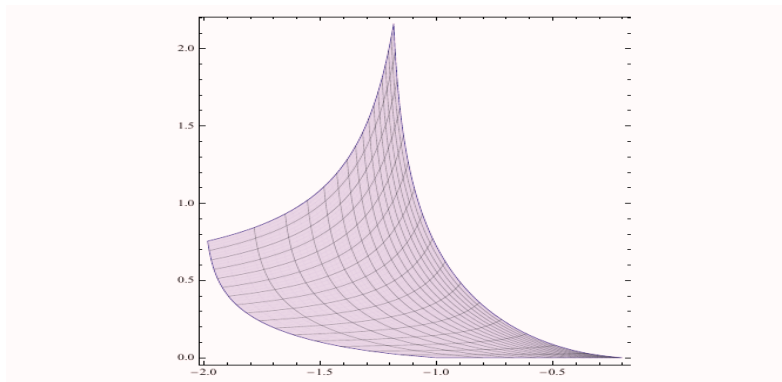
# Professoren der Arbeitsgruppe Stochastik - Arbeitsgebiete -

- Dirk Becherer, Prof. :** Stochastische Analysis, Finanzmathematik
- Ulrich Horst, Prof.:** Angewandte Finanzmathematik, Spieltheorie, math. Ökonomie
- Dörte Kreher, Junior-Prof.:** Angewandte stochastische Analysis, Finanzmathematik
- Markus Reiß, Prof.:** Statistik stoch. Prozesse, nichtparametrische Statistik, Lerntheorie
- Vladimir Spokoiny, Prof. (Wias):** Nichtparametrische Statistik, Lerntheorie
- Maite Wilke Berenguer, Junior-Prof.:** Stoch. Prozesse, math. Populationsgenetik

# Stochastische Analysis & Finanzmathematik

Prof. Dr. Dirk Becherer

- Stochastische Optimierung & Kontrolle
- Martingale, Rückwärtsdifferentialgleichungen mit Sprüngen
- Filtertheorie, Anwendungen für Kontrolle bei partieller Observation



Free boundary for varying degrees of market resiliency

$$0 = \max(-V_y - V_0 + f, (\mu - \gamma)V - \beta_y V_y)$$

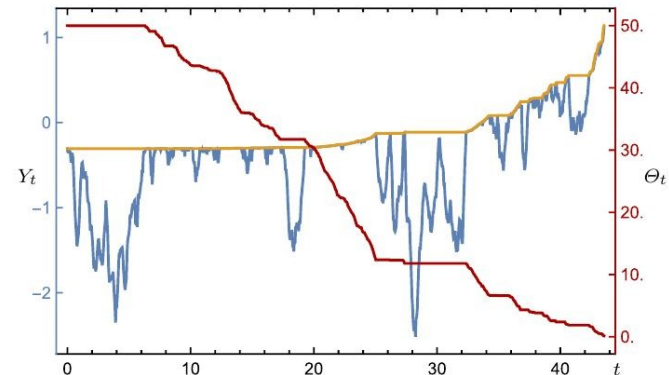


Fig. 1 Sample path of impact  $Y_t$  (blue), asset position  $\theta_t$  (red, decreasing) and reflecting boundary  $y(\theta_t)$  (orange, increasing) for optimally liquidating  $\theta_0 = 50$  assets (after an initial block trade  $\Delta$ ), with  $\delta = 0.1$ ,  $\beta = 1$ ,  $\rho = 0$ ,  $\hat{\sigma} = 1$  and  $f(\cdot) = \exp(\cdot)$ .

- Absicherung und Bewertung in unvollständigen Märkten (optimales partielles Hedging von Risiken)
- Illiquide Märkte: optimale Strategien, Risikoabsicherung
- Modell-Unsicherheit (Ambiguität): Kennen „wahres“ Modell nicht

# Angewandte Finanzmathematik

Prof. Dr. Ulrich Horst

## Forschungsschwerpunkte

- Finanzmathematik
- Stochastische Kontrolltheorie
- Stochastische (partielle) Rückwärtsgleichungen mit Singularitäten
- Stochastische Spieltheorie

## Anwendungen

- Handel unter Liquiditätsrisiken
- Mikrostrukturmodelle für Finanzmärkte
- Mathematische Modelle für Limit Order Bücher
- Anreiz- und Vertragstheorie

# Angewandte Stochastische Analysis

Prof. Dr. Dörte Kreher

- Stochastische Prozesse, Martingaltheorie
- Zufallszeiten
- Unendlich-dimensionale stochastische Analysis
- Approximation komplexer, (diskreter), stochastischer Systeme durch stochastische Differentialgleichungen

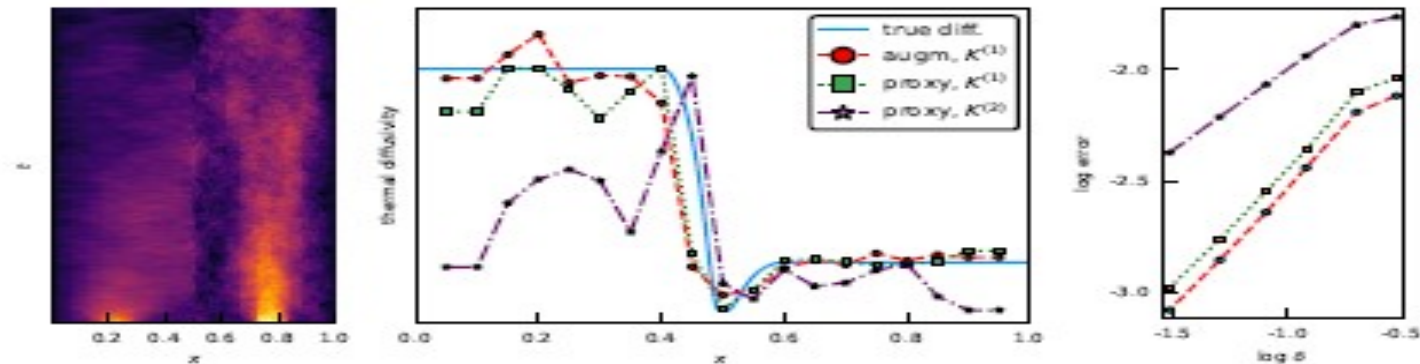
## Anwendungen in der Finanzmathematik:

- Modellierung von Finanzblasen
- Modellierung von Kreditausfallzeiten
- Modellierung von Limit-Order-Büchern

# Mathematische Statistik

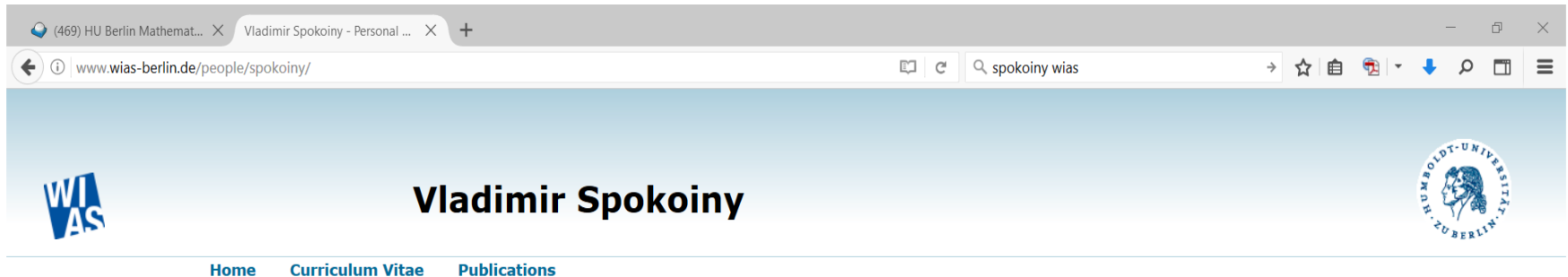
Prof. Dr. Markus Reiß

- **Statistik stochastischer Prozesse:**  
Statistik für Diffusionsprozesse, Lévyprozesse, stoch. partielle Differentialgleichungen (SPDEs), Anwendungen in Biologie, Physik, WiWi
- **Nichtparametrische Statistik:**  
Statistik in Funktionenräumen, Regularisierung inverser Probleme
- **Lerntheorie:**  
Hochdimensionale Kovarianzmatrizen, RKHS, Early Stopping, Boosting



# Angewandte Statistik

## Prof. Dr. Vladimir Spokoiny



WIAS

## Vladimir Spokoiny

Home Curriculum Vitae Publications



> Home

Head of the research group "Stochastic Algorithms and Nonparametric Statistics" of the Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics

Professor at the Departments of [Mathematics](#) and [Economics](#) of the Humboldt University of Berlin

Member of interdisciplinary center [C.A.S.E.](#) at the HU Berlin

**Office:**

Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS)  
Mohrenstr. 39, 10117 Berlin, Germany

**Phone:**

+49(0) 30 20372-575

**Secretary:**

+49(0) 30 20372-574

**Fax:**

+49(0) 30 2044975

**e-mail:**

spokoiny (at) wias-berlin.de

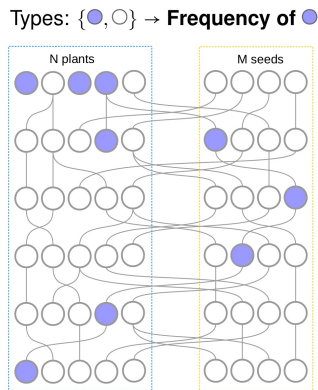
### Current Research Directions

- adaptive nonparametric smoothing and hypothesis testing
- high dimensional data analysis
- statistical methods in finance
- image analysis, applications to medicine
- classification
- nonlinear time series



# Interdisziplinäre Mathematik - Populationsgenetik

Prof. Dr. Maite Wilke Berenguer

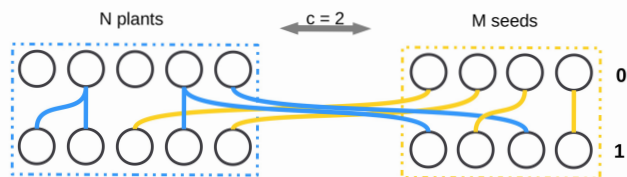


+ Sprünge!

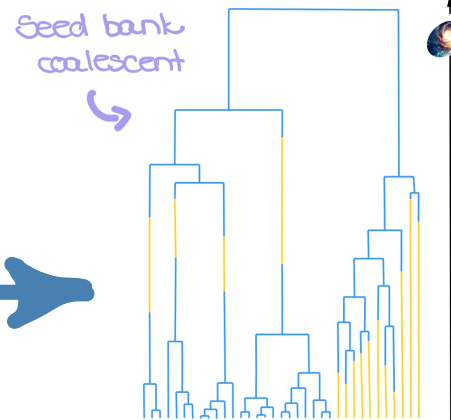
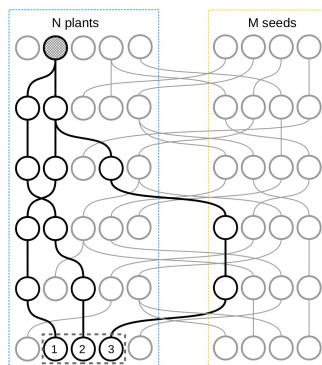
$$\begin{cases} dX_t = c(Y_t - X_t)dt + \sqrt{X_t(1-X_t)}dB_t, \\ dY_t = cK(X_t - Y_t)dt. \end{cases}$$

↑  
d  
u  
a  
↓

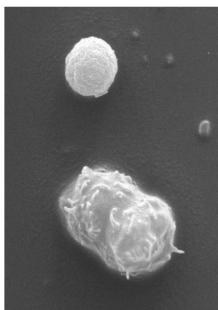
- individuellenbasierte stochastische Modelle
- Langzeitverhalten ( $\hat{=}$  Koexistenz?)
- adaptive dynamics (Invasion, Fixation ...)
- Koaleszenten-theorie (Zeit zum ersten gemeinsamen Vorfahren, coming down from infinity, ...)



Genealogy  $\Pi^N$  of sample



● ...



# Lehre im Wintersemester 2021/22

## Bereich Stochastik

### Vorlesungen (4+2 SWS):

- Stochastik II (Stochastic Processes): U. Horst
- Methoden der Statistik: M. Reiß
- Stoch. Finanzmathematik I: S. Schlenkerich
- Stochastik Lehramt: L. Fehlinger
- Nicht-parametrische Statistik: V. Spokoiny

### Vorlesungen (2+1 SWS):

- Hochdimensionale Statistik: M. Wahl
- Levy Prozesse: W. Xu
- Weiterführende stochastische Analysis: D. Becherer
- Stochastic individual based models in biology: M. Wilke Berenguer
- Stoch. Kontrolltheorie: U. Horst

### Seminare:

- Ausgewählte Kapitel der stochastischen Analysis und Anwendungen: D. Becherer
- Ausgewählte Kapitel der Statistik und Stochastik: M. Reiß