

Experimente über dynamische Investitionsentscheidungen in einer stochastischen Umgebung mit seltenen und starken Krisen

R. Selten

Universität Bonn

*Wir danken der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste für finanzielle Unterstützung im Rahmen des Projektes *Rationalität im Lichte der Experimentellen Wirtschaftsforschung**

EINGESCHRÄNKTE RATIONALITÄT

Die vollrationale Bayesianische Theorie begründet die Maximierung des Erwartungsnutzens durch Konsistenzannahmen an Präferenzen und Wahrscheinlichkeitsurteile.

Diese Konsistenzannahmen können nicht erfüllt sein. Die Überprüfung der Konsistenz ist eine NP-vollständige Aufgabe.

Es ist daher notwendig, eine neue Entscheidungstheorie aufzubauen, die die Logik des nicht optimierenden Verhaltens beschreibt. Diesem Ziel dient das vorliegende Experiment.

EXPERIMENT - Aufgabe und Auszahlung

- Festlegung der finanziellen Struktur eines Finanzinstituts in jeder von maximal 60 Perioden:
 - **Eigenkapital** zu Beginn 100 Einheiten;
Bestand an EK von Verlusten/Gewinnen abhängig:
 - Verluste mindern EK um den vollen Betrag
 - Gewinne erhöhen EK nur bis zu einem EK von 100 Einheiten
 - **Fremdkapitalaufnahme** zu festem Zinssatz von 3.5% (Fristigkeit: 1 Periode); verfügbar ist das 2.5- bis 3.5-fache des jeweiligen EKs
 - **Zwei Kategorien von Investitionsprojekten A/B**: A weniger riskant (nominale Rendite: 11%); B riskanter (nominale Rendite: 25%); Laufzeit der Investitionsprojekte ebenfalls nur eine Periode
 - **Liquiditätsreserven**
- **Insolvenz** falls Verluste das Eigenkapital übersteigen; dann Experiment für den Teilnehmer zu Ende
- erfolgsabhängige Auszahlung:
 - proportional zur Summe der Gewinne/Verluste über die gespielten Perioden, falls der Teilnehmer bis einschließlich der 60. Periode solvent bleibt, aber mindestens Null
 - falls Insolvenz, proportional zu 25% des bis dahin erwirtschafteten Gewinns einschließlich des Verlustes der Insolvenzperiode, aber mindestens Null

EXPERIMENT - Information an Versuchspersonen über die Entscheidungsumwelt

- Umwelt kann in einem der zwei Zustände **normal** und **Krise** sein
- mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit mindestens eine Krise und mit einer eher geringen Wahrscheinlichkeit mehr als zwei
- gemittelt über alle Teilnehmer treten Krisen etwa mit gleicher Häufigkeit über die Zeit hinweg auf
- in einer Krisenperiode sind Ausfallraten um ein Vielfaches höher als im normalen Zustand
- Ausfallraten a-priori nicht bekannt, können aber aus der eigenen Historie geschätzt werden

EXPERIMENT - Modell der Entscheidungsumwelt

- Ausfallraten sind β -verteilt mit:

	Normalzustand	Krisenperiode
A	Mittelwert = 6% Varianz = 0.00015	Mittelwert = 19.6% Varianz = 0.0005
B	Mittelwert = 14% Varianz = 0.002	Mittelwert = 61% Varianz = 0.0015

- Wahrscheinlichkeit des Auftretens der i -ten Krise in Periode t :

$$p(t, i) = \begin{cases} 0 & \text{für die ersten 4 Perioden} \\ p_0(i) \cdot 1.02^{t-1} & \text{ab Periode 5} \end{cases}$$

mit $p_0(1) = 0.024$, $p_0(2) = 0.01$, $p_0(3) = 0.0075$, $p_0(4) = 0.001$
und $p_0(i) = 0$ für $i > 4$.

EXPERIMENT - Prozeduren

Zwei Weisen Entscheidungen zu erheben:

- **Instrument-basiert:** direkte Eingabe von Bilanzgrößen

Plan für die gegenwärtige Periode		Informationen über vergangene Perioden	
AKTIVA		PASSIVA	
Investitionsvolumen (A)	<input type="text"/>	Eigenkapital	<input type="text" value="100.00"/>
Investitionsvolumen (B)	<input type="text"/>	Fremdkapital	<input type="text"/> (maximal: 340.9)
Barreserve	<input type="text"/>		
BILANZSUMME	<input type="text"/>	BILANZSUMME	<input type="text"/>
Alle Einträge löschen		Fehlenden Eintrag ergänzen	
Aktualisiere Bilanzsumme		Rechner	
		In die nächste Periode	

- **Ziel-basiert:** Formulierung von Zielen & Anpassung

EXPERIMENT - Zielbasierte Entscheidungsprozedur

Die zielbasierte Entscheidungsprozedur beinhaltet:

- Auswahl bzw. Spezifikation von Variablen, die kontrolliert werden sollen (**Zielvariablen**)

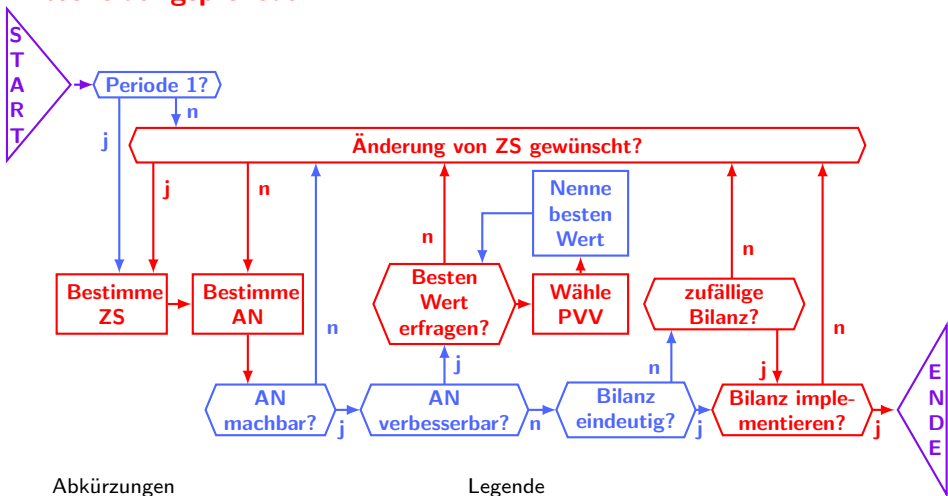
Bereitgestellte Zielvariablen:

- Gewinn bei einem gewissen vorzugebenden Paar von Ausfallraten
- Eigenkapitalrendite bei einem gewissen vorzugebenden Paar von Ausfallraten
- Verschuldungsgrad
- Anteil von Investitionen der Kategorie (A) am Gesamtkapital
- Höchstaussfallraten ohne Insolvenzfolge

Die ersten 4 davon können auch mehrfach im Zielsystem auftreten; diese können auch mittels mathematischer Funktionen, Operatoren und Zahlen zur Bildung komplexerer Zielvariablen zusammengesetzt werden;

- Angabe von Mindest- oder Höchstwerten für diese Variablen, die in einer Periode nicht über- bzw. unterschritten werden sollen (**Anspruchsniveau**)

EXPERIMENT - Ablauf der Periodenplanung bei der Ziel-Basierten Entscheidungsprozedur



Abkürzungen

AN	Anspruchsniveau
PVV	potentiell verbesserbare Variable
ZS	Zielsystem
j, n	ja, nein

Legende

Entscheidungen von Teilnehmern: rot
 Computer Ergebnisse: blau

EXPERIMENT: Durchführung und Teilnehmer

Teilnehmer:

Ziel-basiert: **68** Teilnehmer

Instrument-basiert: **68** Teilnehmer

Teilnehmer waren VWL-Studenten der TU Berlin und der Universität Kiel

Insolvenzrate:

Ziel-basiert: 0.51

Instrument-basiert: 0.44

Unterschied nicht statistisch signifikant mit χ^2 -Test

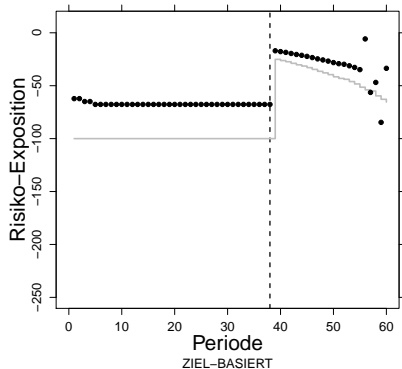
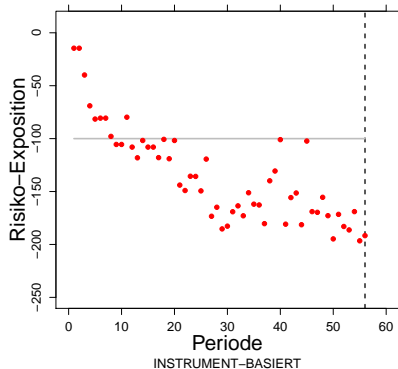
NICHT-NEUTRALITÄT DER ENTSCHEIDUNGSPROZEDUR

Maß für Risiko-Exposition in Periode t

Erwartungswert $\hat{\Pi}_t$ des Gewinns $\pi(x_t)$ im Falle einer Krise in Periode t gegeben die von der Vpn festgelegte Finanzstruktur $x_t = (x_A, x_B, x_{FK})$:

$$\hat{\Pi}_t = \mathbb{E}[\pi(x_t) | \text{Krise}]$$

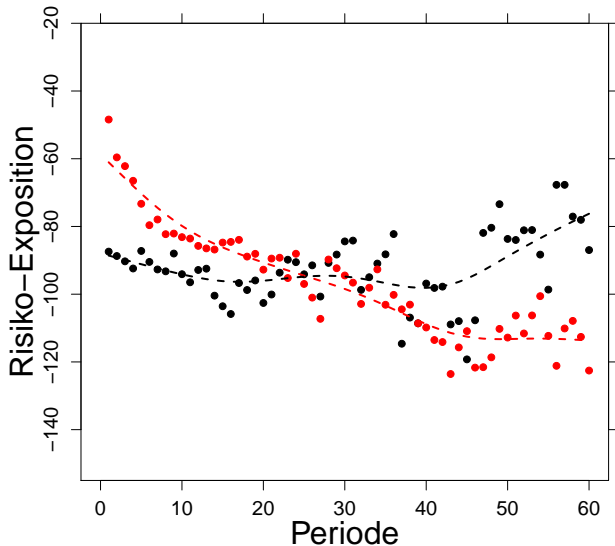
Beispiele individueller Pfade von $\hat{\Pi}_t$:



— Insolvenzschwelle = - Eigenkapital

NICHT-NEUTRALITÄT DER ENTSCHEIDUNGSPROZEDUR

Vergleich der gemittelten Pfade der Risiko-Exposition bis zur 1. Krise



Ziel-basiert:
etwa konstanter Verlauf

Instrument-basiert:
fallender Verlauf

(bis auf Endphase)

----- Spline 5. Grades

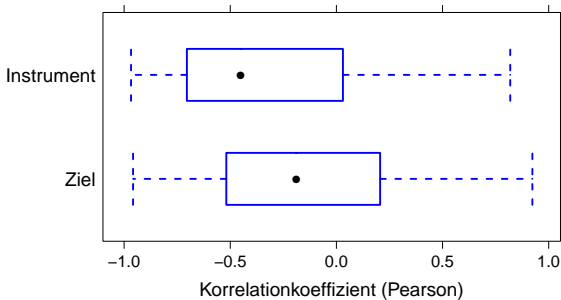
NICHT-NEUTRALITÄT DER ENTSCHEIDUNGSPROZEDUR

Vergleich individueller Pfade der Risiko-Exposition bis zur 1. Krise

Maß für Trend von $\hat{\Pi}_t$ vor der 1. Krise für eine Vpn:

Pearsonscher Korrelationskoeffizient $\rho_{\hat{\Pi}} = \rho(t, \hat{\Pi}_t)$ mit $t = 1, \dots, t_{1K}$,

wobei t_{1K} die Periode der ersten Krise dieser Vpn bezeichnet



**Tendenz zur steigenden
Risiko-Exposition stärker
in Instrument-basierter
Version**

Wilcoxon-Rangsummentest
(einseitig):
p-Wert = 0.004

**→ Tendenz zur steigenden Risiko-Exposition deutlich in
Instrument-basierter Version; im Ziel-basierten Versuch entweder
leichte oder keine Neigung zur steigenden Risiko-Exposition**

NICHT-NEUTRALITÄT DER ENTSCHEIDUNGSPROZEDUR

Vergleich der erfolgsabhängigen Endauszahlung

	Ziel-basiert	Instrument-basiert
solvente Teilnehmer	$\bar{w} = 347.6$	$\bar{w} = 258.2$
	p-Wert = .014 Wilcoxon-Rangsummentest (einseitig)	
alle Teilnehmer	$\bar{w} = 188.6$	$\bar{w} = 167.8$
	Standardtests nicht anwendbar	

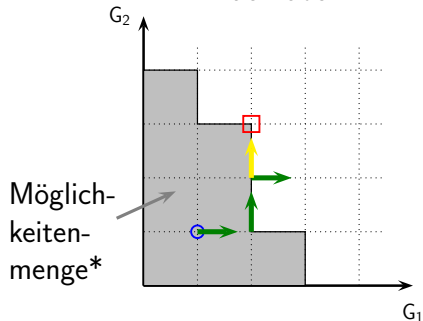
\bar{w} : Mittelwert der Basis für die erfolgsabhängige Endauszahlung

→ Tendenz zum größeren Erfolg im Ziel-basierten Format

ANSPRUCHSANPASSUNGSTHEORIE

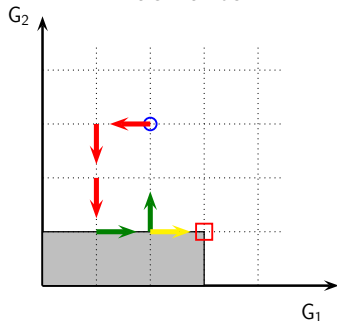
Beispiel mit zwei unvergleichbaren Zielvariablen G_1 und G_2

• nach oben



Anfangsanspruchsniveau
ist **durchführbar**

• nach unten



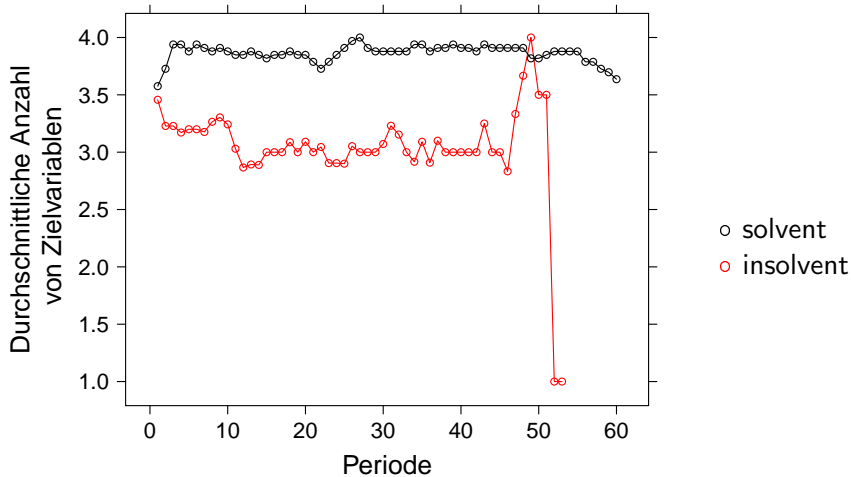
Anfangsanspruchsniveau
ist **nicht durchführbar**

*dem Entscheider
nicht von vorne-
herein bekannt

- Anfangsanspruchsniveau
- Endanspruchsniveau
- ➔ dringlichste Zielvariable
- ➡ zweitdringlichste Zielvariable
- ➞ Verzichtvariable

ANALYSE DES ZIELBASIERTEN VORGEHENS

Zielauswahl - Durchschnittliche Anzahl der perioden-finalen Ziele



ANALYSE DES ZIELBASIERTEN VORGEHENS

Perioden-finale Zielsysteme, die von wenigstens 6 Vpn gewählt wurden

Zielsystem	n	$\bar{\tau}$
P(..), Gau(A), Gau(B)	21	0.53
P(..)	19	0.24
P(..), (\downarrow)DOE, (\uparrow)s(A), Gau(A), Gau(B)	14	0.32
P(..), (\downarrow)DOE	14	0.28
P(..), (\uparrow)s(A), Gau(A), Gau(B)	11	0.16
P(..), (\uparrow)s(A), (\downarrow)DOE	11	0.18
P(..), (\downarrow)DOE, Gau(A), Gau(B)	8	0.31
P(..), ROE(..), (\uparrow)s(A), (\downarrow)DOE, Gau(A), Gau(B)	8	0.33
P(..), ROE(..)	7	0.16
ROE(..), Gau(A), Gau(B)	6	0.07
P(..), (\downarrow)s(A), (\downarrow)DOE, Gau(A), Gau(B)	6	0.08
P(..), (\uparrow)DOE	6	0.08

n: Anzahl der Vpn, die das Zielsystem wenigstens einmal gewählt haben

$\bar{\tau}$: Gemittelter Anteil der gespielten Perioden in denen das ZS gewählt wurde

P(..): Gewinn für ein gewisses spezifiziertes Paar von Ausfallraten

ROE(..): Eigenkapitalrendite für ein gewisses spezifiziertes Paar von Ausfallraten

DOE: Verschuldungsgrad

s(A): Anteil der Investitionen in Kategorie (A) am Gesamtkapital

Gau(A), Gau(B): Höchstaussfallraten (A), (B) ohne Insolvenzfolge

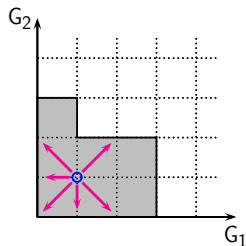
ZIELBASIERTES VORGEHEN

Drei falsifizierbare Vorhersagen der AAT

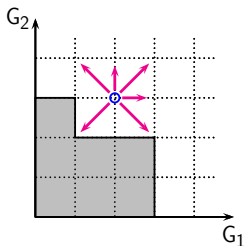
Ist das gegenwärtige Anspruchsniveau

- P1 durchführbar und verbesserbar, dann wird genau ein partielles Anspruchsniveau nach oben angepasst.
- P2 nicht durchführbar, dann wird genau ein partielles Anspruchsniveau nach unten angepasst.
- P3 durchführbar und nicht verbesserbar, dann wird der Übergang zur nächsten Periode vollzogen.

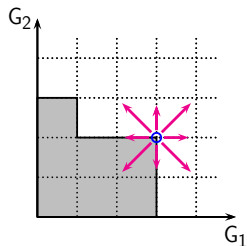
Nach AAT verbotene Typen von Anpassungsschritten:



⚡ P1



⚡ P2



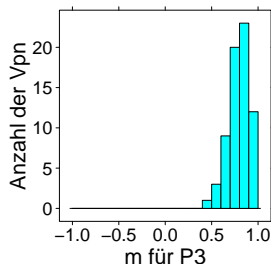
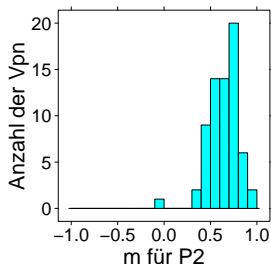
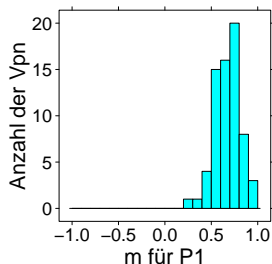
⚡ P3

ANALYSE DES ZIELBASIERTEN VORGEHENS

Deskriptive Validität der AAT

Verteilung der individuellen Werte des Vorhersageerfolgsmaßes

$m = \text{relative Trefferzahl} - \text{Bereichsgröße}$



Mittelwerte:

relative Trefferzahl:

0.8

0.774

0.859

Bereichsgröße:

0.131

0.131

0.062

Vorhersageerfolg:

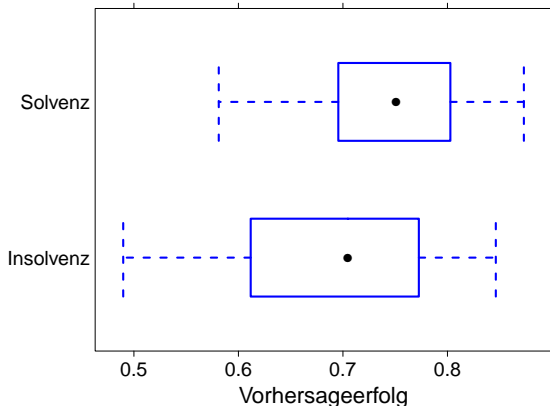
0.669

0.643

0.797

ANALYSE DES ZIELBASIERTEN VORGEHENS

AAT als semi-normatives Prinzip - Solvenz



**Vorhersageerfolg
größer für solvente
Teilnehmer**

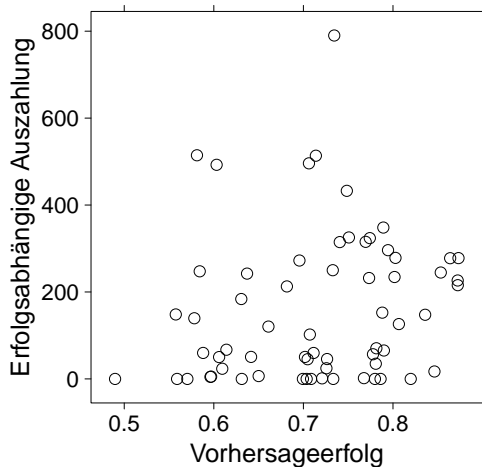
Wilcoxon-Rangsummentest
(einseitig):
 p -Wert = 0.007

Vorhersageerfolg: Mittelwert der Vorhersageerfolgswerte für P1-P3 gewichtet mit der jeweils zugrundeliegenden Anzahl von Anpassungsschritten

→ Solvente Teilnehmer befolgen in einem stärkeren Maße die Grundprinzipien der Anspruchsanpassungstheorie

ANALYSE DES ZIELBASIERTEN VORGEHENS

AAT als semi-normatives Prinzip - Gesamterfolg



**Erfolgsabhängige
Auszahlung größer mit
höherem Vorhersageerfolg**

Spearman-Rangkorrelationstest
(einseitig): $r_S = 0.24$,
 p -Wert = 0.03

→ **Erfolgreichere Teilnehmer befolgen in einem stärkeren Maße die Grundprinzipien der Anspruchsanpassungstheorie**