

Auf dem Weg zur persönlichen Pensionskasse?

“Essentially, all models are wrong, but some are useful.”

*Box and Draper, Empirical Model-Building (1987), p. 424.
Attributed to George E. P. Box, Professor Emeritus of Statistics
at the University of Wisconsin*

Defined Benefits vs. Defined Contributions

Ob nun Gewinnmaximierung oder eine tatsächlich zu erwartende gravierende Veränderung der Altersstrukturen der Grund sind, mag dahingestellt bleiben.

Tatsache ist jedoch, dass immer mehr Unternehmen, die bisher unternehmenseigene Pensionskassen unterhielten, diese – zugunsten von Liquidität und Börsenbewertung – ganz aufgeben, bzw. in außerbilanzielle Gesellschaften ausgliedern.

Damit verlieren insbesondere neu eingestellte Arbeitnehmer einen sicher geglaubten Anteil ihrer geplanten Ruhestandsversorgung.

Nach einer Untersuchung von Watson Wyatt fand z.B. in den US-Unternehmen seit 1985 eine beschleunigte Erosion solcher Zusagen statt:

Waren es in 1985 noch 89 der Fortune100 (der größten US-Unternehmen), die neuen Mitarbeitern Pensionszusagen anboten, waren es nach 49 in 2002, in 2006 nur noch 30 Unternehmen und in 2009 nur noch 20 – mit fallender Tendenz. (Source: *Watson Wyatt, “Prevalence of Retirement Plans by Type in the Fortune 100”*) [1]

Da sich Sparmaßnahmen dieser Art immer auch positiv auf die Börsenbewertung von (oder auch Kreditvergabe an) Unternehmen auswirkten, ist es kein Wunder, dass auch in Deutschland mehr und mehr unternehmenseigene Pensionskassen verschwinden oder in Abwicklungsgesellschaften ausgegliedert werden.

Das Angebot für die neuen Arbeitnehmer ist dann die staatlich geförderte bAV, die sich aber immer häufiger in einem wesentlichen Punkt vom bisherigen System unterscheidet:

Anstatt garantierter Leistungen (Defined Benefits), gibt es künftig für den Arbeitnehmer nur noch „garantierte Zahlungsverpflichtungen“ in der Ansparphase – die „Defined Contributions“.

Ob am Ende des Sparvorgangs eine geplante Auszahlung zur Verfügung stehen wird, ist zwar vom Beitragszahler auch wie bisher nicht steuerbar – aber nun alleine sein Problem!

Denn auch Pensionskassen wissen natürlich um die Unberechenbarkeit der Kapitalmärkte und lassen sich zunehmend weniger auf Garantien – wie z.B. feste Rentenfaktoren zu Ruhestandsbeginn – verpflichten.

Da die bAV-Thematik bei meinem Autorenkollegen Herrn Horn in bewährten Händen liegt, beschränke ich mich hier im weiteren Verlauf auf die Auswirkung dieser Entwicklung auf Planungs- und Risikoaspekte, die sich – aus dieser Verlagerung des Risikos der Versorgungssicherheit auf den Arbeitnehmer – für die Ruhestandsplanung ergeben.

Ob man in diesem Zusammenhang auch einmal über die „Ausgliederung“ beamtenrechtlicher Pensionsansprüche nachdenken sollte, sei der politischen Diskussion überlassen.

Ruhestandsplanung mit dem IRQ™

Haben Sie schon die erste der Schlussfragen aus dem vorhergehenden Artikel beantworten können?

Hier die Lösung: Auch bei 4 % Entnahme, 4 % Renditeerwartung und 10 % Vola ergibt sich in etwa die gleiche Wahrscheinlichkeit, wie beim zuerst gerechneten Beispiel – ein IRQ™ von ca. 11,1 %, bzw. eine Wahrscheinlichkeit während der mittleren Restlebensdauer über immer ausreichend Geld zu verfügen von ca. 88,9 %.

Interessanterweise ist dieser Wert sogar noch etwas besser als im ersten Beispiel.

Offensichtlich ist es also so, dass Portfolios verschiedener Charakteristika gleichermaßen „Sicherheit“ der Zielerreichung versprechen könnten.

Sie werden zu Recht einwenden: Was sollen wir mit einem solchen Wert anfangen? Schließlich sagt er nichts darüber aus, wie sich die künftige Einkommensentwicklung des Ruheständlers tatsächlich darstellen wird. Und welcher Kunde wird schon bereit sein, ein immerhin noch erhebliches stochastisches Risiko von mehr als 10 % – also eine „Chance“ von 1:10, dass es auch schief gehen kann – zu akzeptieren?

Nun – was wir gerade getan haben, ist ein 2. Szenario (mit geänderten Werten) zu rechnen und dies ggfs. einem Kunden zur Entscheidung vorzulegen. Und bei Bedarf werden wir auch noch weitere Szenarien mit besseren „Chancen“ rechnen wollen.

Dabei wird den Kunden natürlich nicht nur das Risiko/Chance Verhältnis interessieren, das sich durch Portfoliorendite, die Vola, seine Entnahmewünsche und seine mittlere Lebensdauer bestimmen lässt – sondern unser Kunde wird uns insbesondere fragen, mit welchen Planungsdaten wir aufwarten können, wenn er z.B. seine eigene Einschätzung, zum für ihn akzeptablem Risiko angibt, bzw. wie viel Vermögen er denn eigentlich zu Beginn des Ruhestandes braucht, um eine geplante Entnahme darstellen zu können.

Damit Sie das Prinzip der Beantwortung dieser Fragen verstehen – und insbesondere die Auswirkung veränderter Eingangswerte – anschaulich beobachten können, steht den Abonnenten mit Erscheinen dieser Ausgabe ein EXCEL Spreadsheet zum Download unter www.fp-konkret.de zur Verfügung.

Fehlermeldungen, die im Spreadsheet vorkommen können, sind den mathematischen Grundlagen der verwendeten Funktionen geschuldet, da an diesen Stellen die ERG Funktion nicht definiert ist.

Sollten durch Ihre Eingaben in den hellblauen Feldern die Zeichen „#####“ in einzelnen Zellen erscheinen, dann wissen Sie sicherlich, wie der jeweilige nicht angezeigte Wert im Verhältnis zu seinen Nachbarwerten in der Tabelle zu beurteilen ist...

Bitte beachten Sie auch: Dies ist ein Werkzeug, das **Ihnen** helfen soll, ein besseres Verständnis des Zusammenspiels von Entnahmerate, Portfolioauswahl und Sterblichkeit zu entwickeln. Die dafür beispielhaft verwendeten Daten entsprechen keinen aktuellen Sterbetafeln und dürfen verständlicherweise nicht für eine Kundenberatung eingesetzt werden!

Achten Sie also insbesondere als Vertriebsverantwortliche darauf, dass dieses Werkzeug nicht in unkundige Hände gerät!

Denn in der „klassischen Finanzmathematik“ würde man eher folgende Fragen beantworten:

„Wie viel Ruhestandsvermögen müsste verfügbar sein, dass ein Kunde ab 65 für den Rest seines Lebens daraus „real“ 4 % regelmäßig p.a. beziehen könnte – bei 4 % Rendite p.a.?”

Und wie viel Vermögen wäre nötig, falls bei sonst gleichen Voraussetzungen, diese Rendite nur 3 % p.a. betrüge und wir – wie im ersten Teil – von Steuern & Inflation absehen?

(Lösung am Ende dieses Artikels)

Bestimmung der Ruin-Wahrscheinlichkeit eines gegebenen Portfolios

Prof. Moshe Milevsky beschreibt dazu in seinem Buch [2] die komplexe, mathematische Herleitung der „Exponentiell-Reziproken Gammafunktion (ERG)“.

Wir wollen uns hier jedoch mit deren praktischer Anwendung beschäftigen – insbesondere, da die meisten Leser Infinitesimalrechnung (engl.: Calculus) sicher nicht mehr repetieren möchten.

Laden Sie sich mein zum Artikel erstelltes Spreadsheet von www.fp-konkret.de herunter und arbeiten Sie es beim Lesen dieses Artikels gemeinsam mit mir durch.

In dem Spreadsheet werden unterschiedliche Farben benutzt, um Ergebnisveränderungen besser vergleichbar zu machen, sobald einzelne Modell-Parameter geändert werden. Dabei sind Eingaben nur in den blauen Feldern möglich!

Für unsere vereinfachte Szenario-Analyse zukünftiger Modellentwicklungen, benutzen wir die zwei Datensätze, die schon aus dem Beispiel und der Aufgabe im letzten Artikel bekannt sind.

Zur besseren Anschaulichkeit empfehle ich für die nachfolgenden Beispiele, die Ausdrücke des gesamten Spreadsheets (nicht vergessen den Druckbereich so zu definieren, dass alle Abschnitte auf einer Seite dargestellt werden können!) anzufertigen und im weiteren, nebeneinander liegend zu vergleichen

Übrigens: Ich benutze nachstehend den Begriff Portfolio als „Black Box“ – also als Ersatz für eine noch unbekannte bzw. noch festzulegende Kombination von Finanzinstrumenten – denn:

Welche Produkte zum Einsatz kommen, unterliegt dann der Beurteilung des Anbieters oder Vermittlers von Produkten, der sich dem Kunden gegenüber verpflichten muss, nur Produkte einzusetzen, die solch definierte Portfolio-Parameter einhalten – also für den geplanten Zweck objektiv geeignet sind.

Beginnen wir mit den ersten Vorgaben:

Zwei alternative Ruhestandspläne				
Alter	Mittlere Lebens- erwartung	Portfolio- Rendite	Portfolio- Volatility	Entnahme je 100 € Ruhestandsvermögen
65	19	7 %	20 %	4 €
65	19	4 %	10 %	4 €

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM – All rights reserved.

Mit dem obersten Abschnitt des Spreadsheets lässt sich nun die Frage beantworten, ob es gravierende Unterschiede in der Ruin-Wahrscheinlichkeit gibt (Wie hoch ist die „Chance“, dass unter den gemachten Annahmen, Geld und/oder Leben nicht wie geplant „ausreichen“?)

Nach der Eingabe der unterschiedlichen Portfoliodaten erkennen wir, dass beide Portfolios dicht beieinander liegen – und dies weitgehend unabhängig von den Altersgruppen.

Ruin-Wahrscheinlichkeiten bei Ruhestand mit 65 Jahren				
Alter	Portfolio-Rendite	Portfolio-Volatility	Entnahme je 100 € Ruhestandsvermögen	Ruin-Wahrscheinlichkeit
65	7 %	20 %	4 €	12,3 %
65	4 %	10 %	4 €	11,1 %

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM - All rights reserved.

Ruin-Wahrscheinlichkeiten bei Ruhestand bereits mit 40 Jahren				
Alter	Portfolio-Rendite	Portfolio-Volatility	Entnahme je 100 € Ruhestandsvermögen	Ruin-Wahrscheinlichkeit
40	7 %	20 %	4 €	21,8 %
40	4 %	10 %	4 €	22,9 %

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM - All rights reserved.

Während jedoch bei höherem Ruhestandsalter die Wirkung der Vola bei der „sichereren“ Variante nachlässt, wirkt die geringere Vola bei niedrigem Ruhestandsalter jedoch negativ auf die Höhe der Ruin-Wahrscheinlichkeit (es werden Chancen ausgelassen) - erkennbar an der Änderung der Rangfolge beider Portfolios.

Die beiden Auswertungen zeigen uns jedoch auch, wie groß der Einfluss der Restlebensdauer auf das „Überleben des Portfolios“ ist.

Ruin-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Ruhestandsalter am Beispiel des 65-jährigen					
Alter	Mittlere Lebenserwartung	Portfolio-Rendite	Portfolio-Volatility	Entnahme je 100 € Ruhestandsvermögen	Ruin-Wahrscheinlichkeit
65	19	7 %	20 %	4 €	12,3 %
80	9	7 %	20 %	4 €	4,3 %

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM - All rights reserved.

Daraus ergibt sich eine wichtige Erkenntnis, die uns bei der praktischen Umsetzung wieder begegnen wird:

Je länger ein „reiner Vermögensverzehr“ im Ruhestand aufgeschoben werden kann, desto wahrscheinlicher wird, dass das eingesetzte Vermögen ausreichen wird.

Eigentlich trivial – aber das Modell gibt damit auch eine Entscheidungshilfe zur Bestimmung des risikoadäquaten Alters zu Beginn des Vermögensverbrauchs.

Bestimmung der regelmäßigen Annuität bei vorgegebener Ruin-Wahrscheinlichkeit

Die folgende Gegenüberstellung benutzt nun die bereits oben ermittelten Zahlen als jeweilige Vorgabe der beiden Szenarien und beantwortet die Frage, wie hoch denn eine „maximale dauerhafte“ Entnahme je 100 € anfängliches Ruhestandsvermögen sein könnte.

Maximale Entnahme p.a. bei vorgegebener Ruin-Wahrscheinlichkeit					
Ruin-Wahrscheinlichkeit	Alter	Mittlere Lebens-Erwartung	Portfolio-Rendite	Portfolio-Volatility	Entnahme je 100 € Ruhestandsvermögen
5 %	65	19	7 %	20 %	2,626 €
5 %	65	19	4 %	10 %	2,989 €

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM - All rights reserved.

Die Farbgebung im Spreadsheet ordnet allen Annuitäten größer 4 € die Farbe grün und denen größer 6 € die Farbe dunkelgrün zu.

Und damit Sie nicht gezwungen sind, diese obigen Werte in geplante „persönliche Pensionen“ umzurechnen und dann das notwendige Vermögen zu bestimmen, beantwortet schließlich der dritte Vergleich die wohl spannendste Frage: „Wie viel Vermögen muss ich denn zu Beginn meines Ruhestands besitzen, um eine geplante Entnahme sicherzustellen?“

Dabei gehen wir von einem Bedarf von 30.000 € p.a. aus – ein Betrag, der dem Netto eines durchschnittlichen Arbeitnehmers von 2.500 € per Monat – und damit (was Netto == Ruhestandsversorgung angeht) dem weit verbreiteten Wunsch auf Erhalt eines einmal erreichten Lebensstandards entspricht.

Notwendiges Ruhestandsvermögen für eine vorgegebene Ruin-Wahrscheinlichkeit					
Jahresbedarf In €	Ruin-Wahrscheinlichkeit	Alter	Portfolio-Rendite	Portfolio-Volatility	Notwendiges Ruhestandsvermögen
30.000	5 %	65	7 %	20 %	1.143.000 €
30.000	5 %	65	4 %	10 %	1.004.000 €

Copyright 2010 by Peter A. Gebhardt, FLCPTM - All rights reserved.

Die Farbgebung im Spreadsheet ordnet allen Anfangsvermögen größer 3 Millionen Euro die Farbe Rot zu. Vermögen von 1 Million aufwärts sind gelb unterlegt.

Die notwendigen Anfangsvermögen von rund 1.143 T € bzw. 1.004 T € **liegen in unserem Beispiel nicht weit auseinander**, jedoch wird sich unser Ruheständler bei Anlage in einem konservativen Portfolio mit 4 % erwarteter Rendite bei 10 % Vola wahrscheinlich sicherer fühlen – spielen Sie einfach einmal unterschiedliche Wertepaare und Ansprüche durch.

Wir kommen darauf in einem späteren Artikel zu sprechen, wenn wir die Produkt- und Entnahmestrategie für den Ruhestand festzurren werden.

Der eigentliche Nutzen dieser dritten Tabelle ist jedoch, dass Sie in Ergänzung zur zweiten Tabelle hier direkt das evtl. notwendige Vermögen bestimmen können - sobald die Risikotoleranz Ihres Kunden bekannt ist – Sie also wissen, mit welcher Ruin-Wahrscheinlichkeit Sie zulässigerweise höchstens rechnen dürfen.

Was sollten Sie und Ihr Kunde über Wahrscheinlichkeiten wissen?

Nachdem wir nun gesehen haben, wie einfach die modellhafte Ermittlung notwendiger Planungsdaten (und das Durchspielen wechselnder Szenarien und Vorgaben) unter modellhaften Annahmen sein kann – und wie wichtig ein Modell sein kann, um auch Auswirkungen bereits kleinster Änderungen zu studieren, hier noch etwas mehr zum theoretischen Unterbau, dessen praktische Umsetzung in kommenden Artikeln fallbezogen dargestellt werden wird.

In der ökonomischen Entscheidungstheorie werden zwei große Bereiche unterschieden, in denen untersucht wird, wie man der Unsicherheit oder gar Ungewissheit mit mathematischen Methoden begegnen kann oder soll.

Da haben wir einmal den Bereich, wo quasi „naturgegeben“ Ereignisse eintreten, die das Ergebnis unserer Planungen beeinflussen: Die Lebenserwartung sowie so, aber auch Unfallgefahren oder Wettervorhersagen sind bekannte Beispiele, solcher durch Beobachtung **vergänger** Ereignisse ermittelbarer, **statistischer Häufigkeitsverteilungen**.

Üblicherweise nutzt man dann, bereits daraus ermittelte sog. Lageparameter, wie z.B. Erwartungswert, Median oder Standardabweichung auch dazu, eine **künftige (stochastische)** Verteilung von Ereignissen oder Zuständen zu beschreiben, indem man einfach annimmt, eine auf solche Weise eindeutig bestimmte **Wahrscheinlichkeitsverteilung** bliebe auch in Zukunft erhalten.

Nutzen Sie die kostenlosen Mehrwert-Seiten

Nur für die Jahresabonnenten von finanzplanung konkret

Kostenloser Zugriff auf unser Leser-Archiv im Internet.

Mit einem Klick erreichen Sie alle Ausgaben von finanzplanung konkret

So geht's:

Sie erreichen das Leser-Archiv im Internet unter **www.fp-konkret.de** und dort auf der Seite „Leser-Archiv (Login)“

Benutzername:

Das aktuelle Passwort:

Auf diesen neuen Seiten erhalten Sie zusätzlichen Mehrwert, neben dem bereits vorliegenden Online-Archiv finden Sie dort demnächst auch hilfreiche Checklisten, Muster, Urteile, finanzmathematische Klausuren, Seminar- und Veranstaltungskalender u.v.m.

Daneben gibt es jedoch das weite Feld der Entscheidungen deren Ergebnisse zusätzlich durch das konkurrierende Verhalten anderer „Spielteilnehmer“ beeinflusst werden können und die in einem gesellschaftlichen Zusammenhang meist als Transaktionen ablaufen. Hier „spielen“ wir dann nicht mehr unter, für alle gleichen Bedingungen, nur gegen die Natur – sondern im harten Wettbewerb um Profit und Ressourcen mit- und gegeneinander.

Spätestens seit dem computerbasierten „high-frequency trading“ [3] wissen wir auch, dass Annahmen, Wertpapiermärkte würden immer der ersten Gruppe zugeordnet werden können, keine absolute Gültigkeit mehr haben.

Kaum überraschen kann es deshalb, dass mit dem Aufkommen der sog. „Spieltheorie“ [4] auch die Methoden verfeinert wurden, wie man seine persönliche Risikoeinschätzung formulieren und damit objektiv überprüfbar machen kann.

Schließlich wird man auch die Wahl der „Maßstäbe“ von Entscheidungen berücksichtigen müssen. Schließlich wird **Nutzen** und **Schaden**, trotz z.B. gleich hoher Zahlungsströme, ganz unterschiedlich beurteilt, je nachdem welche eigene Vermögenssituation bereits besteht. Eine Chance 1:6 beim Würfelspiel unterscheidet sich erfahrungsgemäß von der gleichen „Chance“ beim „Russischen Roulette“.

Nun kommen wir zur zweiten noch offenen Frage vom Schluss des letzten Artikels:

Was ist der Unterschied zwischen der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Renditen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Lebenserwartungen?

Renditen können auch negativ werden – aber jünger (gar mit „Negativ-Alter“) werden wir nicht. Weitere Unterscheidungsmerkmale sind in der Praxis, dass Renditeverteilungen zusätzliche Lageparameter aufweisen, wie z.B. die „Schiefe“ und „Kurtosis“ (Fat Tails) oder dass auch quasi zusammengesetzte Verteilungen der Lebenserwartung (sog. Badewannenkurven) möglich sind.




Zusatznutzen: Vergleich von Produkten

Der eine oder andere wird es schon erkannt haben: Natürlich kann man dieses Spreadsheet auch noch anders nutzen - zur Beurteilung von Produkten für das Spektrum der Handlungsalternativen.

Wie wir bereits in der Einleitung bemerkt haben, sind Defined Benefit Zahlungsströme nicht mit Defined Contribution Zahlungsströmen gleichsetzbar.

Insbesondere dann, wenn Kunden durch eine wie auch immer implementierte „umgekehrte Cost-Average Strategie“ Produkt-Anteile entnehmen müssen, hilft uns deshalb die IRQ™ Methodik zu bestimmen, ob die Parameter eines Produktes portfoliogerecht sind.

IMPRESSUM

finanzplanung konkret  **Der Beratungsbrief für Profis in der Finanzplanung** · Angewandte Finanzmathematik · Praxisorientierte Steuer- und Rechtsinformationen · Know-How und Wissenstransfer für bessere Geschäfte als Finanzdienstleister und Finanzberater · Herausgegeben von Bernd W. Klöckner und Prof. Dr. Claus Kriebel · Copyright 2005 - 2010 by Werner Dütting · **finanzplanung konkret**  **erscheint 6 mal jährlich** · Werner Duetting, Room 104, Building 23, Dengliang Huayuan, Dengliang Lu, Nanshan District, Shenzhen 518000, Guangdong, Volksrepublik China, Tel.: +49(0)2864-306374, Fax: +49(0)1803-551862859 (0,09 €/min.), E-Mail: duetting@fp-konkret.de · Der Jahresbezugspreis beträgt für die digitale Ausgabe im PDF-Format (Zustellung per E-Mail) 148 € · Einzelheftpreis 24,80 € · Alle Angaben, Informationen und (finanzmathematischen) Berechnungen in diesem Beratungsbrief sind sorgfältig recherchiert und dargestellt. Dennoch können Autoren, Herausgeber und Verlag keine Haftung für Fehler übernehmen · Vervielfältigungen jeder Art, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung des Verlags gestattet · **Ihr Weg zum Online-Archiv**  **www.fp-konkret.de** · Benutzername: Tiger · Das aktuelle Passwort: Tiger

Sie erinnern sich an die Eingangsfragen?

Bei Benutzung „klassischer Verfahren“ bleibt uns für den ersten Teil nur der Ausweg, mit einer „ewigen Rente“ zu rechnen, um uns kein Beratungsverschulden vorwerfen zu müssen:

Dazu brauchen wir den BWK (noch) nicht. Denn das benötigte Kapital beträgt 100 € je 4 € Entnahme p.a.

Für den zweiten Teil der Frage ist der BWK empfehlenswert.

Um zu berechnen wie viel Vermögen nötig wäre, folgen Sie diesen Rechenschritten:

Eingabe	Display	Erklärung
↓ C	CLEARED 0,00	Löschen Speicherinhalte
1 P/YR	P/YR 1	Jährliche ZW
999 x P/YR	N 999,00	„ewig lange“
3 I/YR	I/YR NOM 3,00	Rendite (Nominal = Effektiv)
4 +/- PMT	PMT -4,00	Geplante Entnahme
PV	PV 133,00	Berechnung des Vermögens

Nur 25% weniger Rendite – aber 33,33% mehr notwendiges Vermögen... ;-) Hätten Sie es ohne Berechnung gewusst?

Vorschau

Im nächsten Beitrag werden wir uns damit beschäftigen, wie man die Risikopräferenz eines Kunden bestimmt und wie daraus eine realistische Entscheidung für eine noch akzeptable Ruin-Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden kann.

Und besonders wichtig: Wie kriegen wir auch dieses Restrisiko unter Kontrolle?



Herzlichst,
Ihr Peter A. Gebhardt, FLCP™
info@pag-consulting.com
Tel: +49 (0) 9443-992560

Peter A. Gebhardt ist Coach, Unternehmensberater und Finanzanalytiker. Er berät Vermittler auf dem Weg in die Honorarberatung sowie Unternehmen, Institutionen und Endkunden bei Finanz-Entscheidungen.

IRQ™ ist eine Trademark von Peter A. Gebhardt.
© 2010 Alle Rechte vorbehalten.

[1] <http://www.towerswatson.com/united-states/research/2106>

[2] The Calculus of Retirement Income: Financial Models for Pension Annuities and Life Insurance, Moshe A. Milevsky, Cambridge University Press, 2006

[3] <http://www.weissgarnix.de/2010/06/09/die-maschinen-ubernehmen-die-borse/>

[4] <http://de.wikipedia.org/wiki/Spieltheorie>