

13. März 2001

Mindestverzinsung des Altersguthabens: Möglichkeiten der Partizipation, Nominal- oder Realzins

Bearbeitung:

Roger Baumann, lic oec HSG, Universität St. Gallen

Projektteam:

ETH Zürich
Prof. Dr. F. Delbaen
Prof. Dr. P. Embrechts

Universität St. Gallen HSG
Prof. Dr. H. Müller

Beratung:

Dr. Marianne Ort
A. Schneiter

P. Spuhler
M. Stieger

Vorwort

Seit der Einführung des Bundesgesetzes über die berufliche Alters-, Hinterlassenen- und Invalidenvorsorge (BVG), muss das zur Sicherstellung der Altersleistungen zu äufnende Altersguthaben mit einem Mindestzinssatz von 4% verzinst werden.

Diese wichtige Vorschrift garantiert den Versicherten eine minimale Verzinsung ihres Altersguthabens und gibt gleichzeitig den Vorsorgeeinrichtungen ein minimales Renditeziel vor. Die in den letzten fünfzehn Jahren bei der Zinsfestlegung praktizierte Politik des Bundesrates hatte zum Ziel auf lange Sicht einen konstanten Zinssatz zu gewährleisten.

In Anbetracht der Bedeutung des Zinses für die berufliche Vorsorge ist es klar, dass immer wieder Vorstösse zur Änderung des BVG-Mindestzinssatzes eingereicht wurden.

Aber nicht nur die Höhe des Zinssatzes, sondern auch ein klar zu definierendes Prozedere mit rationellen Anpassungskriterien, sollte im Auftrag der BVG-Kommission durch eine Fachgruppe untersucht werden.

Zahlreiche Studien wurden mit Hilfe des Bundesamtes für Sozialversicherung durchgeführt. Die Ergebnisse wurden der Eidgenössischen Kommission unterbreitet, welche sie an den Bundesrat weiterleiten wird.

Bei diesen Studien musste allerdings aus Zeitgründen auf vertiefte finanzmathematische Aspekte verzichtet werden. Im Auftrag der Schweizerischen Aktuarvereinigung (SAV) hat deshalb ein Projektteam der Universität St. Gallen und der ETH Zürich einen Bericht zur Mindestverzinsung des Altersguthabens verfasst. Diese Studie wurde von R. Baumann, Universität St. Gallen, ausgearbeitet. Die wissenschaftliche Beratung erfolgte seitens der ETH Zürich durch Prof. Dr. Delbaen und Prof. Dr. Embrechts, seitens der Universität St. Gallen durch Prof. Dr. Müller. Für praktische Aspekte stand ein Beratungsteam bestehend aus Dr. Marianne Ort, A. Schneiter, P. Spuhler und M. Stieger zur Verfügung. R. Baumann wurde an der Universität St. Gallen von Prof. Dr. Keel mit Hinweisen und von D. Rey bei der Datenbeschaffung unterstützt.

Die Schweizerische Aktuarvereinigung möchte allen Beteiligten für die geleistete Arbeit und das Verfassen eines umfassenden Berichts herzlich danken. Einen besonderen Dank sprechen wir auch dem Schweizerischen Versicherungsverband, dem Bundesamt für Privatversicherung und dem Pensionskassenverband aus, welche durch ihre finanziellen Beiträge diese Studie ermöglicht haben.

Es ist vorgesehen, diesen Bericht dem Bundesamt für Sozialversicherung weiterzuleiten. Zusammen mit den Unterlagen der BVG-Kommission, bildet dieses Dokument eine Grundlage für die Entscheidungsfindung des Bundesrates beim Vorgehen zur Festsetzung des BVG-Zinssatzes.

Schweizerische Aktuarvereinigung

Übersicht

Ziel der Studie ist es, Alternativen zu einer garantierten nominalen Verzinsung von 4% der BVG-Guthaben zu untersuchen. Darüber hinaus soll auf die Problematik eines garantierten Realzinses eingegangen werden.

In der Studie wurde untersucht, wie sich Reduktionen des garantierten Nominalzinssatzes bei gleichzeitiger garantierter Partizipation an Überschussrenditen auswirken. Wegen des Gesetzes der grossen Zahlen sind Vorsorgeeinrichtungen zur Übernahme versicherungstechnischer Risiken gut geeignet; bei Finanzmarktrisiken verfügen sie jedoch gegenüber privaten Investoren über weit geringere Vorteile. Durch die Reduktion des garantierten Zinssatzes tragen die Versicherten das Finanzmarktrisiko mit, wobei im Gegensatz zu amerikanischen Vorsorgeformen eine positive Nominalverzinsung bestehen bleibt. Bei gegebenen Reserven erhöht eine solche Massnahme die Risikofähigkeit von Vorsorgeeinrichtungen. In der Studie zeigen sowohl Modellsituationen als auch historische Untersuchungen, dass ohne Erhöhung des Insolvenzrisikos den Versicherten ein substantieller Anteil am Anlageerfolg bei moderater Reduktion der Minimalgarantie gutgeschrieben werden kann. Allerdings hängt die Wünschbarkeit solcher Neuerungen von der Einstellung zum Risiko der Versicherten ab.

Die historischen Untersuchungen in der Studie zeigen, dass Realzinsgarantien für Vorsorgeeinrichtungen nicht unproblematisch sind. Das bedrohlichste ökonomische Szenario besteht im gleichzeitigen Auftreten von hoher Inflation, Zinserhöhungen und Aktienbaisse. Bei einer Realzinsgarantie muss in einer solchen Situation das Deckungskapital der Inflation angepasst werden, während die Anlageseite von Kurseinbrüchen bei Aktien und Obligationen belastet wird. Historisch ist das erwähnte Szenario 1973, 1974, 1981 und 1990 aufgetreten. In der Studie führte eine Realzinsgarantie zu einem höheren Insolvenzrisiko als eine entsprechend angepasste Nominalzinsgarantie, während für die Versicherten langfristig keine wesentlichen Vorteile zu erkennen waren.

Selbstverständlich sind die durchgeführten Rechnungen modellabhängig. Beim vorliegenden Modell wurde versucht, die entscheidenden qualitativen Merkmale einer Vorsorgeeinrichtung adäquat zu erfassen. Der Aktienanteil wurde in Abhängigkeit vom Deckungsgrad gewählt. Eine konservative Anlagestrategie bei tiefem Deckungsgrad sorgt für eine geringe Ausfallwahrscheinlichkeit.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	DARLEGUNG DES PROBLEMS.....	1
1.2	UNTERSUCHUNGSZIEL.....	1
2	RAHMENBEDINGUNGEN DER BERUFLICHEN VORSORGE	2
2.1	POLITISCHE BETRACHTUNG	2
2.2	JURISTISCHE BETRACHTUNG.....	2
2.3	ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG.....	3
2.3.1	<i>Ziel</i>	3
2.3.2	<i>Anreize</i>	3
2.4	POSITIONIERUNG DER STUDIE	3
3	RISIKO UND KONTROLLE	5
3.1	INSOLVENZRISIKO	5
3.2	BILANZIERUNG.....	5
3.3	AUFTEILUNG DES RISIKOS.....	5
4	MODELL.....	7
4.1	ANLAGEKATEGORIEN:.....	7
4.2	RESTRIKTION.....	8
4.3	GEWICHTUNGSMATRIX	9
5	SIMULATION.....	10
5.1	SCHÄTZUNG DER FINANZDATEN	10
5.1.1	<i>Indirekte Schätzung der Risikoprämien</i>	10
5.1.2	<i>Geldmarktzins</i>	11
5.1.3	<i>Erwartete Renditen und Kovarianzen der Indizes</i>	12
5.2	SIMULATIONSMETHODE	12
5.3	AUSFALLSWAHRSCHEINLICHKEIT	12
5.4	GEWICHTUNGSMATRIX	14
5.5	TRANSFORMATIONSKURVE	16
5.6	KOMBINATIONEN NEBEN DER TRANSFORMATIONSKURVE	18
5.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	20
6	HISTORISCHE BETRACHTUNG.....	22
6.1	ZEITREIHEN.....	22
6.2	SCHÄTZUNG DER FINANZDATEN	23
6.3	AUSFALLSWAHRSCHEINLICHKEIT	24
6.4	GEWICHTUNGSMATRIX	26
6.5	REALZINS.....	27
6.6	VERGLEICH VERSCHIEDENER KOMBINATIONEN	27
6.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	33
7	AUSBLICK.....	35

7.1	MODELLERWEITERUNGEN.....	35
7.2	RENTENPHASE.....	35
7.3	MUTATIONEN.....	35
8	FAZIT	36
ANHANG A:	DATENHERKUNFT	37
ANHANG B:	SIMULIERTE MINDESTRENDITE-PARTIZIPATIONS-KOMBINATIONEN	39
ANHANG C:	VOLLE PARTIZIPATION AB $L_V = 2$	61
ANHANG D:	EINFLUSS TIEFERER ERWARTETER RENDITEN	63
ANHANG E:	HISTORISCHE BETRACHTUNG MIT VERSCHIEDENEN STARTZEITPUNKTEN	77

1 Einleitung

1.1 Darlegung des Problems

Gegenwärtig wird jedem aktiven Versicherten gesetzlich nominal 4% Mindestrendite gewährleistet. Diese Grösse, die vom Bundesrat festgelegt wird, gibt in jüngster Zeit vermehrt zu Diskussionen Anlass. Die Versicherten fordern bessere Konditionen, wenn die Märkte eine hohe Überschussrendite ermöglichen und die Pensionskassen eine tiefere Garantie, in Perioden, in denen 4% (plus Verwaltungsaufwand) über den Renditeerwartungen in den Kapitalmärkten liegt. Beides ist in den 90er Jahren aufgetreten. Der Bundesrat hat jeweils an den 4% festgehalten, was immer auf der einen Seite auf Zustimmung und auf der anderen Seite auf Unverständnis stiess. Ausserdem wurde von Seiten der Versicherten und begünstigten Hinterbliebenen verschiedentlich der Ruf laut, die Teuerung in der Garantie einzuschiessen.

Die Frage die sich nun stellt, ist, ob es eine Möglichkeit gibt, die Relevanz der 4% Garantie etwas zu nehmen, so dass beide Seiten nicht schlechter gestellt sind als bisher.

1.2 Untersuchungsziel

Ziel ist es mittels einer Anlagestrategie, welche durch ein vorgegebenes Insolvenzrisiko generiert wird, zu untersuchen, welche finanziellen Auswirkungen verschiedene Partizipationsvarianten innerhalb des Modells sowohl auf die Pensionskasse als auch auf die Destinatäre haben. Diese Untersuchungen sollen mittels einer Simulation und mittels einer historischen Betrachtung durchgeführt werden. Der Vergleich der verschiedenen Varianten soll präferenzfrei durchgeführt werden.

In der historischen Betrachtung wird ausserdem der Einfluss von garantierten Realzinsen auf die Solvenz der Pensionskassen und das Altersguthaben der aktiven Versicherten betrachtet.

2 Rahmenbedingungen der beruflichen Vorsorge

2.1 Politische Betrachtung

Die politische Zielsetzung der Altersvorsorge in der Schweiz gründet auf dem Bestreben nach sozialer Gerechtigkeit und sozialer Sicherheit. Dabei stützt sie sich auf das Drei-Säulen-Prinzip, bei dem die berufliche Vorsorge über die Vorsorgeeinrichtungen die zweite Säule bildet. Während für die erste Säule die Umverteilung ein wichtiges, wenn nicht zentrales Element darstellt, geht es in der zweiten Säule primär um die ergänzende Altersvorsorge. Die erste Säule basiert also auf einer umfassenden Solidarität, die zweite Säule ist eine Vorsorge, die nur betriebsspezifische Solidaritäten hat und die dritte Säule weist als individuelle Vorsorge praktisch keine Solidaritäten auf.

Eine wichtige Prämisse der Schweizerischen Sozialpolitik ist das Zwangssparen. Die Vorsorgeeinrichtung erhält dadurch ein höheres zu verwaltendes Kapital. Dem verantwortlichen paritätischen Organ erwächst daraus von Gesetzes wegen die Verpflichtung dieses Potential optimal auszunützen.

2.2 Juristische Betrachtung

Der Auftrag der beruflichen Vorsorge zusammen mit der AHV und der freiwilligen Selbstvorsorge wird in der Bundesverfassung (BV 34^{quater}, neu BV 113) festgehalten. Darin heisst es, dass *die Fortsetzung des gewohnten Lebens in angemessener Weise* ermöglicht werden muss. Die Kompetenz wird dem Bund zugesprochen, der diese im Gesetz zur beruflichen Alters-, Hinterlassenen- und Invalidenvorsorge (BVG) wahrnimmt. Im Artikel 15 des BVG ist das Altersguthaben definiert, das aus den verzinnten Einzahlungen besteht. Die Kompetenz zur Bestimmung eines Mindestzinssatzes wird dem Bundesrat zugesprochen. In der Verordnung BVV2 Art. 12 wird der Mindestzinssatz vom Bundesrat auf 4% festgelegt.

Im 4. Kapitel der BVV2 wird vom Gesetzgeber die Finanzierung geregelt. Darin werden die für diese Studie relevanten Richtlinien zur Deckung, Bewertung und zum Anlageportfolio erlassen. Aus juristischer Sicht deutet der Trend auf eine Flexibilisierung dieser Rahmenbedingung hin. Den Institutionen wird immer mehr Freiheit in der Finanzierung übertragen, womit die Verantwortung der Kontrollorgane steigt.

In der neuen BVV2 lautet der Artikel 50 Abs.1: *Die Vorsorgeeinrichtung muss ihre Vermögensanlagen sorgfältig auswählen, bewirtschaften und überwachen.* Eine sorgfältige Bewirtschaftung beinhaltet nach dem bundesrätlichen Kommentar eine „optimale Umsetzung einer gegebenen Anlagestrategie durch marktkonforme Ausschöpfung vorhandener Ertragsmöglichkeiten“. Ausserdem ist ein wichtiges Element der sorgfältigen Überwachung

die Prüfung, „ob im Rahmen der Bewirtschaftung auch tatsächlich diejenigen Resultate erzielt werden, die aufgrund der Marktgegebenheiten erwartet werden dürfen“.

2.3 Ökonomische Betrachtung

2.3.1 Ziel

Das übergeordnete ökonomische Ziel ist eine möglichst hohe Effizienz mittels einer optimalen Allokation der Risiken und Ressourcen gegeben die Rahmenbedingungen, die durch die Politik vorgegeben werden.

2.3.2 Anreize

Es sind nur beschränkte Anreize vorhanden, die Mindestverzinsung zu 4% auch wirklich als Mindestverzinsung, und nicht als eigentliches Anlageziel zu interpretieren. Es fehlen ausgeprägte Anreize, dieses Ziel zu übertreffen, da ein geeignetes finanzielles Führungsinstrument nicht vorhanden ist. Der Artikel 50 Abs. 1 der neuen BVV2 trägt diesem Umstand Rechnung, indem eine sorgfältige Bewirtschaftung verlangt wird, welche nun die gesamte Risikofähigkeit berücksichtigen soll. Die Kennzahlen aus der Technischen Bilanz können allerdings durch ökonomisch irrelevante Vorgänge oder intransparente Bewertungen mehr oder weniger beliebig verändert werden. Es wäre möglich, eine schlechte Performance zu verdecken, während eine gute Anlagepolitik möglicherweise gar nicht als solche erkannt wird. Den Pensionskasse fehlt auch ein geeignetes ein Kontrollinstrument. Auch diesem Umstand trägt der Artikel 50 Abs. 1 der BVV2 Rechnung, indem eine sorgfältige Überwachung verlangt wird, zu der auch die Prüfung der Effizienz der Anlagepolitik gehört.

2.4 Positionierung der Studie

Die Studie betrachtet die sozialpolitischen Forderungen als Rahmenbedingung und versucht mittels einer neuen Dimension (Partizipation) den ökonomischen Forderungen besser gerecht zu werden. Es soll ein Risk-Sharing untersucht werden, das in die schweizerische sozialpolitische Landschaft passt. In der Schweiz wird es politisch als unmöglich erachtet, dass das Altersguthaben während der Aktivzeit abnehmen kann, was neben anderen Aspekten das ökonomisch durchaus interessante Modell einer individuellen Berücksichtigung der Risikopräferenzen, wie es im amerikanischen Pension System umgesetzt wurde, verunmöglicht.

Als ein weiteres Element wird ein Modell angestrebt, das möglichst transparent an die jeweilige Solvenzsituation der Kasse gebunden ist.

Da uns nur der individuelle Aufbau des Alterskapitals interessiert, gehen wir von Beitragsprimatkassen aus.

Bei den Leistungsprimatkassen wird in der Regel das kollektive Äquivalenzprinzip angewendet. Dabei wird zur Deckungskapitalberechnung oft mit dynamischen Methoden operiert. Aus diesem Grunde ist es schwieriger, die finanzielle Lage einer Leistungsprimatkasse zu überblicken. Allerdings muss auch bei diesen Kassen die Freizügigkeitsleistungen für jeden Versicherten individuell ermittelt werden können. Deshalb sollten die grundsätzlichen Überlegungen, welche für Beitragsprimatkassen gemacht werden, mit entsprechenden Einschränkungen, auch bei Leistungsprimatkassen gültig sein.

3 Risiko und Kontrolle

3.1 Insolvenzrisiko

Die Planung in einer Pensionskasse unterliegt vielen Unsicherheiten. In unserem Modell steht das Risiko insolvent zu werden im Vordergrund. Die Solvenz einer Kasse verschlechtert sich, wenn der Gewinn aus den Anlagen und den Mutationen (zurückbehaltenen Teil der Schwankungs- und anderen Reserven) tiefer ist, als die garantierte Mindestrendite zuzüglich den Verwaltungskosten. Insolvenz tritt dann auf, wenn die erforderlichen Leistungen nicht mehr gedeckt sind. Die Kennzahl aus der Technischen Bilanz, welche die Solvenz der Pensionskasse beschreibt, falls sie vollständig aufgelöst werden müsste, ist der *Liquidationsdeckungsgrad*. Die Restriktion für das Modell soll nun so gewählt werden, dass die Wahrscheinlichkeit, in der nächsten Periode einen Liquidationsdeckungsgrad von unter 100% zu erhalten, einen vorgegebenen Wert aufweist. Mit dieser Wahrscheinlichkeit kontrolliert man das Insolvenzrisiko der nächsten Periode.

Die Wahl der Ausfallwahrscheinlichkeit unterliegt allerdings einem Trade-Off: Geringeres Insolvenzrisiko muss mit Einbussen in der erwarteten Rendite erkaufte werden. Dieser Umstand führt dazu, dass man aus einer Situation, in welcher der Liquidationsdeckungsgrad tief ist, erwartungsgemäss, wenn überhaupt, nur langsam wieder heraus kommt.

3.2 Bilanzierung

In unserem Modell werden alle Wertpapiere im Sinne einer höheren Transparenz generell zu Marktpreisen bewertet.

Die entscheidende Grösse in unserem Modell ist der Liquidationsdeckungsgrad. Darunter wird die Deckung des Altersguthabens zuzüglich des Rentendeckungsgrades verstanden, nachdem die Kasse liquidiert wurde. Diese Deckung muss mindestens 100% betragen, ansonsten ist die Kasse insolvent, d.h. das Altersguthaben kann von der Kasse nicht mehr ausgezahlt werden. In unserem Modell interessiert nicht primär die statische Definition des Liquidationsdeckungsgrades sondern vielmehr dessen Dynamik. Wir gehen also von einer gesunden Kasse aus und Fragen uns, wie sich die Solvenz über die Zeit verändert, wenn die durch die Mindestrendite vorgegebene Performance nicht erreicht oder überschritten wird.

3.3 Aufteilung des Risikos

Indem man den Mindestzinssatz verringert und eine Partizipation an der Überschussrendite einführt, verlagert man einerseits das Risiko, das durch die Schwankungen der Anlagen

entsteht in Richtung der Destinatäre, erhöht dadurch aber zugleich deren erwartete Erträge. Das ökonomische Ziel müsste es sein, das Risiko im Sinne aller Beteiligten so zu allozieren, dass dadurch beide Seiten besser gestellt sind. Eine solche Paretoverbesserung würde man theoretisch aber nur dann sicher erreichen, wenn jeder Destinatär seine Risikopräferenz offenbaren würde und mit der Kasse eine individuell optimale Mindestrendite-Partizipationsrate-Kombination aushandeln könnte. Mit kollektiven Lösungen ist dies wohl nicht möglich, trotzdem kann angestrebt werden, dass eine grosse Mehrheit besser gestellt ist, als im Status Quo. Wir möchten in dieser Studie allerdings jegliche Erwartungsnutzenbetrachtungen ausser Acht lassen und wertfrei anhand einiger Simulationen und historischer Betrachtungen die Solvenzsituationen der Kasse und die Entwicklungen der Altersguthaben verschiedener Mindestrendite-Partizipationsrate-Kombinationen miteinander vergleichen.

In der Wahl der Partizipationsrate sind die Pensionskassen autonom, eine Anpassung ist sporadisch möglich. Ausserdem kann jede Pensionskasse gemäss ihrer Solvenzsituation über die Höhe der Partizipation für die kommenden Jahre entscheiden.

4 Modell

Das Modell operiert ausschliesslich mit lognormalverteilten Preisen.

Die genaue Herkunft aller Daten entnehme man dem Anhang.

4.1 Anlagekategorien:

Im September 2000 wurden von PICTET anstelle des BVG-Index 93 drei neue Indizes vorgestellt, die dem neuen Umfeld der schweizerischen Pensionskassen und den unterschiedlichen Reserven der verschiedenen Pensionskassen besser gerecht würden. Diese Studie wurde jüngst auf dem Internet veröffentlicht (<http://www.pictet.ch/de/services/research/pictet3.html>).

Der Aktienanteil der vorgeschlagenen Indizes wird abgestuft in 25%, 40% und 60%. Der Rest sind ausschliesslich Bond-Anlagen. Auf Immobilien und liquide Mittel wurde verzichtet. Immobilien zu berücksichtigen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Ausserdem ist die Datensituation repräsentativer Immobilienanlagen sehr schlecht. Cash-Positionen wird für die Anlagestrategie eine untergeordnete Bedeutung beigemessen.

Wir verwenden die drei vorgeschlagenen Indizes als Referenz und kreieren zusätzlich noch zwei weitere Indizes, bestehend nur aus Aktien bzw. nur aus Obligationen.

Die folgende Tabelle zeigt die Gewichtungen der Anlagekategorien¹.

	BVG00	BVG25*	BVG40*	BVG60*	BVG100
Obligationen	100	75	60	40	0
CHF	85	60	45	25	0
EURO	10	10	10	10	0
Welt	5	5	5	5	0
Aktien	0	25	40	60	100
Schweiz	0	10	15	20	30
Welt	0	15	25	40	70

*) Quelle: PICTET

¹ Die vorgeschlagene feine Zergliederung in Subindizes und deren Zusammensetzung entnehme man der Studie von PICTET. Die von uns verwendeten Subindices entsprechen jenen der Pictet-Studie mit drei Ausnahmen: 1999 wurde für die Fremdwährungsobligationen nicht der Lehman World Aggregate Index sondern wie in den Jahren zuvor der JPM Global verwendet. Für die Zeit vor 1984 wurde für die Schweizer Obligationen nicht der Indice des obligations de la Confédération sondern der Pictet-Rätzer Bondindex benutzt. Für die Zeit vor 1983 wurde für den Schweizer Aktienindex nicht der Indice des actions Suisse sondern der Pictet-Rätzer Aktienindex verwendet.

Diese Indizes können in unserem Modell **paarweise stetig** kombiniert werden. Durch die Beschränkung auf eine paarweise Kombination wird das Modell übersichtlicher und man vermindert den Einfluss der Korrelationen.

Die Anlagerestriktionen der BVV2 wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Diese Restriktionen können bei genügend hohem Liquidationsdeckungsgrad durch Nachweis der Risikofähigkeit ohnehin umgangen werden.

4.2 Restriktion

Die Restriktion wurde im Abschnitt 3.1 bereits motiviert. Sie wird nun konkret so gewählt, dass die Wahrscheinlichkeit in der nächsten Periode unter 100% Liquidationsdeckungsgrad zu fallen höchstens AW beträgt. Wir halten in unserem Modell zur besseren Übersicht AW konstant. Man könnte das Modell aber leicht so verändern, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit mit zunehmendem Liquidationsdeckungsgrad abnimmt.

Somit erhält man folgende Ungleichung:

$$(1) \quad \mu_x - \frac{1}{2} \sigma_x^2 + \Phi^{-1}(AW) \sigma_x \geq \ln(1 + R_{min} + VK) - \ln(L_0) \quad ,$$

wobei $\sigma_x^2 = x_i^2 \sigma_i^2 + 2x_i x_{i+1} \sigma_i \sigma_{i+1} \rho_{i,i+1} + x_{i+1}^2 \sigma_{i+1}^2$ und $\mu_x = \mu_i x_i + \mu_{i+1} x_{i+1}$ für $i = 1, \dots, 4$.

Bezeichnung	Erklärung	Herkunft
μ	Erwartete Rendite (stetig)	Aus Reverse Optimization
x	Gewichtung der Indizes	Gesuchte Variable $\in [0,1]$, wobei $x_i + x_{i+1} = 1$
Φ	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung	
σ	Standardabweichung	Aus historischer Schätzung
ρ	Korrelationskoeffizient	Aus historischer Schätzung
R_{min}	Minimalzinssatz	Bisher vom Bundesrat festgelegt auf 4%
VK	Verwaltungskosten	Annahme: 0.5%
AW	Ausfallwahrscheinlichkeit für die nächste Periode	Modellparameter, frei wählbar
L_0	Liquidationsdeckungsgrad der Vorperiode	Inputvariable

4.3 Gewichtungsmatrix

Zu jedem Liquidationsdeckungsgrad $L_0 \geq L_{0\min}$ wird nun bei mehreren möglichen Paarungen die Gewichtung aus $[0,1]$ des Performance-trächtigen Indexpaares zugeordnet.

Für $L_0 < L_{0\min}$ ergibt die obige Gleichung keine reelle Lösung mehr, d.h. zusätzliche Sicherheit kann nicht mehr durch eine Einbusse an erwarteter Rendite gekauft werden, weshalb die Gewichtung bei $L_{0\min}$ beibehalten wird. Damit wird in diesem Bereich die Restriktion verletzt. Ökonomisch bedeutet dies, dass man immer einen kleinen Aktienanteil beibehält, auch wenn damit die Wahrscheinlichkeit in der nächsten Periode insolvent zu werden über AW steigt. Mit dieser Strategie steigt aber auch die Wahrscheinlichkeit, dass man aus dem Solvenztief wieder heraus kommt. Bei der Bestimmung des frei zu wählenden Parameters AW sollte darauf geachtet werden, dass $L_{0\min}$ möglichst klein ist, damit die Restriktion selten verletzt wird.

Weil die Gewichte im Bereich $L_0 < L_{0\min}$ beibehalten werden, ist in diesem Bereich das Effizienzkriterium zu prüfen. Die minimale erwartete Rendite μ_{\min} und die minimale Volatilität σ_{\min} des Modells gelten für den gesamten Bereich $L_0 \leq L_{0\min}$ und sind daher entscheidend dafür verantwortlich, ob sich in diesem Bereich die Solvenzsituation wieder verbessert oder nicht. Die minimale erwartete Rendite sollte möglichst grösser als die garantierte Mindestrendite R_{\min} plus die Verwaltungskosten sein, da sonst erwartet werden muss, dass sich die Solvenzsituation noch weiter verschlechtert. Das damit verbundene Risiko σ_{\min} darf aber nicht aus den Augen verloren werden.

Ab einem bestimmten Wert ($L_{0,100}$) gibt die Gewichtungsmatrix vor, dass 100% in Aktien angelegt werden sollen. Dieser Wert sollte erst dann erreicht werden, wenn die Kasse eine genügend hohe Überdeckung besitzt. Wir haben uns auf eine geforderte Überdeckung von mindestens 50% festgelegt. Dies sollte bei der Wahl des frei zu bestimmende Parameters AW berücksichtigt werden.

Für $L_0 > L_{0,100}$ ist die Restriktion nicht mehr bindend, da keine aggressivere Strategie mehr möglich ist. In diesem Bereich hat die Pensionskasse genügend Solvenz, womit ein weiteres Ansteigen von L_0 bald einmal nicht mehr sinnvoll ist. Wir haben uns in den Partizipationsvarianten darauf festgelegt, ab einem Liquidationsdeckungsgrad ($L_v > L_{0,100}$) diesen einzufrieren, also die gesamte Überschussrendite an die Destinatäre weiterzugeben (100% Partizipation). Dies bedeutet, dass L_0 nicht mehr wachsen kann, sobald die Marke L_v überschritten ist, wohl aber wieder sinken kann bei einer erzielten Rendite, die kleiner als $R_{\min} + VK$ ist. Es ist durchaus möglich, dass eine Pensionskasse nach einem guten Jahr einen Liquidationsdeckungsgrad erreicht hat, der deutlich über dieser Marke ist und nachher dort verharrt.

5 Simulation

5.1 Schätzung der Finanzdaten

5.1.1 Indirekte Schätzung der Risikoprämien

Die erwarteten Risikoprämien der fünf Indizes wurden mittels Reverse Optimization nach Black² ermittelt. Dazu wurden 14 Subindizes (monatlich ab 1985) aus fünf verschiedenen Regionen verwendet, fünf Aktienindizes, fünf Bondindizes und vier Geldmarktzinssatzindizes um die Währungsrisiken zu hedgen. Das Weltmarktportfolio wurde mit folgenden Gewichten versehen:

	Bonds	Equities
Japan	25.3	17.7
Kontinentaleuropa	35.4	22
Schweiz	0.45	2.78
United Kingdom	5.6	10.3
USA	33.2	47.2

Die Varianzen und Korrelationen wurden mittels verstetigter Überschussrenditen auf den CH-Geldmarkt geschätzt:

² Black F., 1989, „Universal Hedging: Optimizing Currency Risk and Reward in International Equity Portfolios“, Financial Analyst Journal, S. 16-22

	BJ	BK	BCH	BUK	BUS	EJ	EK	ECH	EUK	EUS	GJ	GK	GUK	GUS
Volatilitäten	0.133	0.075	0.028	0.135	0.136	0.253	0.22	0.189	0.205	0.217	0.109	0.051	0.095	0.128

Korrelationen	BJ	BK	BCH	BUK	BUS	EJ	EK	ECH	EUK	EUS	GJ	GK	GUK	GUS
Bonds Japan	1	0.307	0.337	0.32	0.302	0.491	0.151	0.118	0.196	0.222	0.836	0.168	0.172	0.259
B Kontinentaleur	0.307	1	0.396	0.496	0.51	0.184	0.466	0.148	0.308	0.34	0.167	0.697	0.298	0.319
B CH	0.337	0.396	1	0.198	0.222	0.198	0.162	0.281	0.21	0.198	0.215	0.039	-0.05	0.118
B UK	0.32	0.496	0.198	1	0.463	0.262	0.348	0.223	0.625	0.401	0.252	0.297	0.796	0.371
B USA	0.302	0.51	0.222	0.463	1	0.229	0.432	0.363	0.428	0.721	0.316	0.444	0.406	0.834
Equities Japan	0.491	0.184	0.198	0.262	0.229	1	0.408	0.376	0.43	0.401	0.559	0.131	0.269	0.26
E Kontinentaleur	0.151	0.466	0.162	0.348	0.432	0.408	1	0.695	0.632	0.636	0.216	0.412	0.356	0.411
E CH	0.118	0.148	0.281	0.223	0.363	0.376	0.695	1	0.668	0.679	0.224	0.056	0.208	0.351
E UK	0.196	0.308	0.21	0.625	0.428	0.43	0.632	0.668	1	0.735	0.255	0.219	0.563	0.429
E USA	0.222	0.34	0.198	0.401	0.721	0.401	0.636	0.679	0.735	1	0.314	0.334	0.417	0.729
Geldmarkt Japan	0.836	0.167	0.215	0.252	0.316	0.559	0.216	0.224	0.255	0.314	1	0.18	0.226	0.4
G Kontinentaleur	0.168	0.697	0.039	0.297	0.444	0.131	0.412	0.056	0.219	0.334	0.18	1	0.369	0.422
G UK	0.172	0.298	-0.05	0.796	0.406	0.269	0.356	0.208	0.563	0.417	0.226	0.369	1	0.488
G USA	0.259	0.319	0.118	0.371	0.834	0.26	0.411	0.351	0.429	0.729	0.4	0.422	0.488	1

Das Modell wurde so kalibriert, dass die Risikoprämie der Aktien auf den Geldmarkt 5% beträgt.

5.1.2 Geldmarktzins

In der folgenden Tabelle sind die durchschnittlichen Geldmarktzinsen von verschiedenen Startzeitpunkten bis heute angegeben.

Seit ... bis August 2000	durchschnittlicher Geldmarktzins
1950	3.57%
1955	3.80%
1960	4.05%
1965	4.23%
1970	4.20%
1975	4.06%
1980	4.43%
1985	4.05%
1990	3.44%

Aufgrund dieser Werte schätzen wir den Geldmarktzins für die nächsten 20 Jahre zwischen 4% und 4.25%, zumal den 50er Jahren eine untergeordnete Bedeutung zukommen muss, da damals der Geldmarktzins über mehrere Jahre künstlich tief gehalten wurde.

Mit einem Geldmarktzins von 4.18% erhält man für die Schweizer Bonds eine diskrete erwartete Rendite von 4.5%, was uns plausibel erscheint.

5.1.3 Erwartete Renditen und Kovarianzen der Indizes

Daraus ergeben sich für die obigen Indizes bei entsprechender Gewichtung der Subindizes folgende erwarteten stetigen Renditen

BVG00	BVG25	BVG40	BVG60	BVG100
0.0458	0.0590	0.0670	0.0777	0.0971

Die Korrelationen zwischen den BVG-Indizes und die Volatilitäten der BVG-Indizes wurden mittels historischer Daten (ab 1985 monatlich) direkt geschätzt.

	BVG00	BVG25	BVG40	BVG60	BVG100
Volatilitäten	0.0281	0.0551	0.0779	0.1107	0.1754
Korrelationen zum nächsten Index	0.684	0.987	0.994	0.994	

5.2 Simulationsmethode

Die standardnormalverteilten Zufallsvariablen wurden mit dem Box-Muller-Verfahren generiert.

Die stetigen Renditen der 10 Subindizes (die fünf Aktienindizes und fünf Bondindizes aus den verschiedenen Regionen) wurden mittels Eigenwertzerlegung generiert. Die erforderliche Kovarianzmatrix der 10 Subindizes und die Driftwerte der gesuchten fünf BVG-Indizes entsprechen jenen, wie sie im Verfahren der Reverse Optimization ermittelt wurden.

Insgesamt wurden für jede Zeitreihe à 20 Perioden eine halbe Million Zufallszahlen generiert.

5.3 Ausfallwahrscheinlichkeit

Um nun die Gewichtungsmatrix für verschiedene R_{\min} bestimmen zu können, braucht man noch den Modellparameter AW festzulegen. Im Sinne einer möglichst hohen erwarteten Rendite müsste die Ausfallwahrscheinlichkeit möglichst hoch gewählt werden, da aggressiveres Verhalten zu einer höheren erwarteten Rendite führt. Zu aggressiv darf die Strategie allerdings nicht sein, da damit auch das Insolvenzrisiko der Pensionskasse steigt. Kumuliert man die jährlichen Ausfallwahrscheinlichkeiten über mehrere Jahre wirkt sich eine Veränderung der AW erwartungsgemäss relativ stark auf das Endergebnis aus. Allein durch diese Kumulation erhält man folgende Ausfallwahrscheinlichkeit nach 20 Jahren (KAW_{20}):

AW	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
KAW_{20}	1.00%	1.98%	3.92%	5.83%	9.54%	13.11%

Nun ist aber im Bereich $L_0 < L_{0min}$ zusätzlich die Restriktion verletzt, was die tatsächliche Ausfallwahrscheinlichkeit nach 20 Jahren (AW_{20}) entscheidend erhöhen kann.

Folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an Kriterien, die zur Bestimmung von AW herangezogen werden können³. Vorerst wird $R_{min} = 4\%$ als Referenz beibehalten.

AW	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
σ_{min}	5.2436%	5.2417%	5.2399%	5.2389%	5.2392%	5.2399%
μ_{min}	4.92%	4.93%	4.94%	4.96%	4.95%	4.94%
L_{0min}	1.092	1.086	1.079	1.075	1.070	1.067
$L_{0,100}$	1.689	1.631	1.571	1.536	1.490	1.460
AW_{20}	11.75%	12.19%	11.92%	14.27%	14.78%	16.02%

Der Einfluss der Ausfallwahrscheinlichkeit auf σ_{min} und μ_{min} im relevanten Bereich ist verschwindend klein und scheinbar zufällig.

Der Einfluss der verschiedenen AW auf AW_{20} entspricht nicht den Erwartungen. Nicht einmal die Monotonie ist gewährleistet. Dies liegt daran, dass die Verletzung der Restriktion stark ins Gewicht fällt, L_{0min} und AW sich entgegengesetzt proportional zueinander verhalten und damit der Einfluss der einen Größe nicht isoliert betrachtet werden kann.

Hätte man nur die konservativste Anlage BVG00 über zwanzig Jahre gehalten, wäre die berechnete $AW_{20} = 12.49\%$, da der tiefe Erwartungswert den Liquidationsdeckungsgrad der Kasse in den 20 Jahren nur langsam steigen lassen würde.

Wie oben bereits erwähnt, fordern wir eine 50% Überdeckung um 100% in Aktien anlegen bzw. eine entsprechende Replikationsstrategie mit Hilfe des freien Stiftungsvermögen wählen zu können. Damit ist die obere Grenze bei $AW = 0.3\%$ gesetzt.

Unter allen Gesichtspunkten erscheint uns $AW = 0.2\%$ vernünftig zu sein.

Das Partizipationsmodell im Hinterkopf behaltend muss noch der Vergleich mit einer geringeren Mindestrendite herangezogen werden, um deren Auswirkungen auf die obigen Kriterien zu prüfen. Eine Betrachtung des Einflusses auf AW_{20} macht allerdings nur in Zusammenhang mit einer Partizipationsrate Sinn, weshalb an dieser Stelle darauf verzichtet werden soll.

R_{min}	AW	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
3.5%	σ_{min}	5.2404%	5.2396%	5.2421%	5.2399%	5.2405%	5.2389%
	μ_{min}	4.94%	4.95%	4.93%	4.94%	4.94%	4.96%
	L_{0min}	1.087	1.081	1.074	1.070	1.065	1.062
	$L_{0,100}$	1.681	1.623	1.564	1.529	1.483	1.453

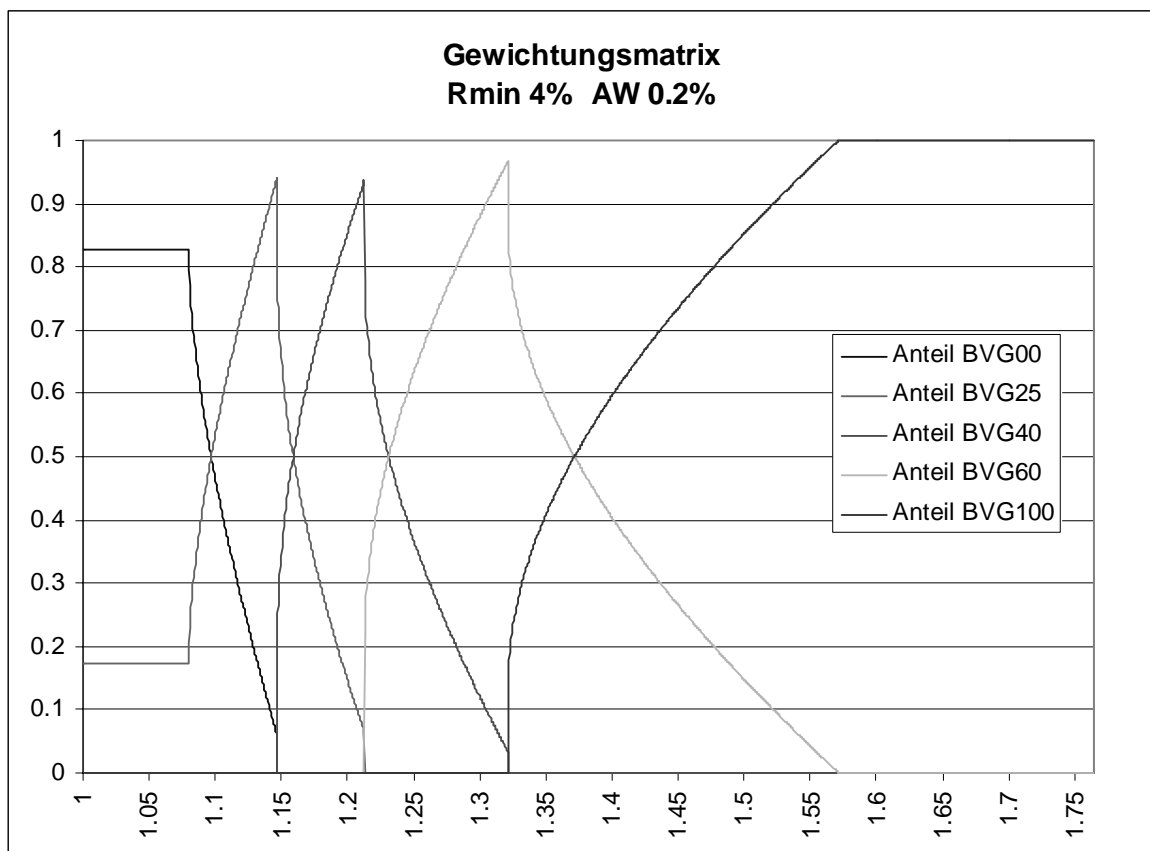
³ Für die Simulation von AW_{20} wurde ein Anfangsliquidationsdeckungsgrad von 1.15 angenommen.

R_{\min}	AW	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
3%	σ_{\min}	5.2416%	5.2407%	5.2490%	5.2421%	5.2435%	5.2387%
	μ_{\min}	4.93%	4.94%	4.90%	4.93%	4.92%	4.97%
	$L_{0\min}$	1.081	1.075	1.069	1.065	1.060	1.057
	$L_{0,100}$	1.673	1.615	1.556	1.521	1.476	1.446

Der Einfluss einer tieferen Mindestrendite auf die minimale Volatilität und die minimal erwartete Rendite ist verschwindend klein. Eine geringere garantierte Mindestrendite führt aber erwartungsgemäss immer zu einer Verkleinerung von $L_{0\min}$ und $L_{0,100}$, da schneller in aggressivere Strategien gewechselt werden kann. Im Falle von $R_{\min} = 3\%$ ist bei $AW < 0.38\%$ die erforderliche Überdeckung, um 100% in Aktien anzulegen immer noch über 50%, was unserer Entscheidung, $AW = 0.2\%$ zu wählen, nicht widerspricht.

5.4 Gewichtungsmatrix

Nachdem nun alle Parameter bestimmt sind, erhält man für die Gewichtungsmatrix bei $R_{\min} = 4\%$ folgende Darstellung:



AUFTEILUNG DER INDIZES IN ABHÄNGIGKEIT VON L_0

In der folgenden Tabelle werden zur besseren Übersicht einige Kombinationen der Gewichtungsmatrix mit $R_{\min} = 4\%$ und $AW = 0.2\%$ mit dem entsprechenden Aktienanteil angegeben:

Liquidations- deckungsgrad	Anteil BVG00	Anteil BVG25	Anteil BVG40	Anteil BVG60	Anteil BVG100	Aktienanteil
1	0.79372	0.20628	0	0	0	5.16%
1.02	0.79372	0.20628	0	0	0	5.16%
1.04	0.79372	0.20628	0	0	0	5.16%
1.06	0.79372	0.20628	0	0	0	5.16%
1.08	0.79372	0.20628	0	0	0	5.16%
1.1	0.461649	0.538351	0	0	0	13.46%
1.12	0.271115	0.728885	0	0	0	18.22%
1.14	0	0.566078	0.433922	0	0	31.51%
1.16	0	0.482871	0.517129	0	0	32.76%
1.18	0	0.290919	0.709081	0	0	35.64%
1.2	0	0.144664	0.855336	0	0	37.83%
1.22	0	0	0.609066	0.390934	0	47.82%
1.24	0	0	0.430941	0.569059	0	51.38%
1.26	0	0	0.309703	0.690297	0	53.81%
1.28	0	0	0.20888	0.79112	0	55.82%
1.3	0	0	0.119431	0.880569	0	57.61%
1.32	0	0	0	0.799819	0.200181	68.01%
1.34	0	0	0	0.643599	0.356401	74.26%
1.36	0	0	0	0.545269	0.454731	78.19%
1.38	0	0	0	0.468774	0.531226	81.25%
1.4	0	0	0	0.403152	0.596848	83.87%
1.42	0	0	0	0.344334	0.655666	86.23%
1.44	0	0	0	0.29029	0.70971	88.39%
1.46	0	0	0	0.239836	0.760164	90.41%
1.48	0	0	0	0.192213	0.807787	92.31%
1.5	0	0	0	0.146902	0.853098	94.12%
1.52	0	0	0	0.10353	0.89647	95.86%
1.54	0	0	0	0.061819	0.938181	97.53%
1.56	0	0	0	0.021554	0.978446	99.14%
1.58	0	0	0	0	1	100.00%
1.6	0	0	0	0	1	100.00%

Wie oben berechnet wurde, gibt die Gewichtungsmatrix ab einem Wert von $L_0 = 1.571$ vor, dass 100% in Aktien angelegt werden sollen. Wir haben uns für $L_v = 1.75$ entschieden, womit

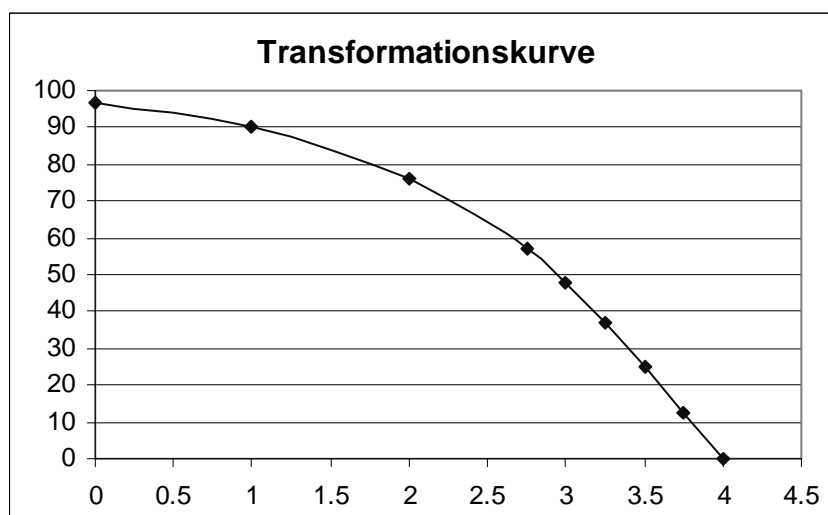
der Pensionskasse weitere rund 20% Überdeckung gewährt werden, bis die volle Partizipation greift⁴.

5.5 Transformationskurve

Geht man von der bisherigen Situation mit 4% Mindestrendite und 0% garantierte Partizipation an der Überschussrendite aus, ist leicht einzusehen, dass eine Senkung der Mindestrendite für die Destinatäre eine Verschlechterung, hingegen für die Pensionskasse eine Verbesserung darstellt. Ebenso logisch ist, dass ausgehend von der selben Situation die Einführung einer Partizipation die Destinatäre besser, hingegen die Pensionskassen schlechter stellt. Interessant ist nun der Einfluss einer Senkung der Mindestrendite und gleichzeitig der Einführung einer Partizipationsrate mit der bisherigen Situation. Die Frage, die sich dabei stellt, ist jene nach der Höhe der Partizipation.

Damit nun verschiedene Partizipationsvarianten miteinander und mit der bisherigen Variante verglichen werden können, bestimmen wir eine für alle Varianten konstante Ausfallwahrscheinlichkeit nach 20 Jahren, welche derjenigen von 4% Mindestrendite entspricht, also $AW_{20} = 11.92\%$. Falls AW_{20} als vernünftiges Bewertungskriterium aus Sicht der Pensionskasse akzeptiert wird, ist demnach die Pensionskasse bei all diesen Varianten weder schlechter noch besser gestellt, als in der bisherigen Situation.

Die Mindestrendite-Partizipation-Kombinationen liegen auf einer Kurve:



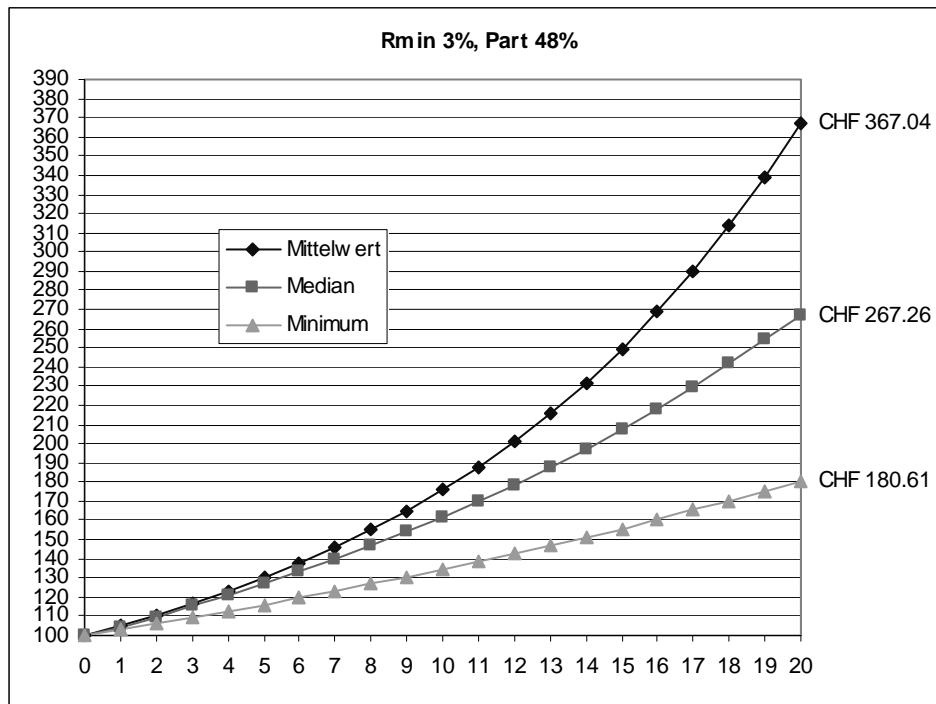
MINDESTRENDITE-PARTIZIPATION-KOMBINATIONEN MIT KONSTANTER AW_{20}

Die Punkte, die dargestellt sind, wurden mittels Kalibrierung der Simulation so ermittelt, dass die AW_{20} für alle Kombinationen gleich gross ist. Die Linie dazwischen ist interpoliert. Jeder

⁴ Im Anhang C werden zwei der Beispiele, welche in den folgenden Abschnitten angesprochen werden, noch mit $L_v = 2$ simuliert.

Punkt, der oberhalb der Transformationskurve liegt, stellt nach dem Kriterium AW_{20} für die Pensionskasse eine Verschlechterung, jeder Punkt unterhalb, eine Verbesserung dar.

Mit vier Prozent garantierter Rendite erhält der Destinatär aus 100 SFr. Startkapital nach 20 Jahren 219.11 SFr. Möchte man diesen Punkt auf der Transformationskurve mit einem anderen, z.B. (3%/48%), vergleichen, bietet sich folgende Graphik an:



ENTWICKLUNG VON 100 SFR. IN DER VARIANTE (3%/48%)

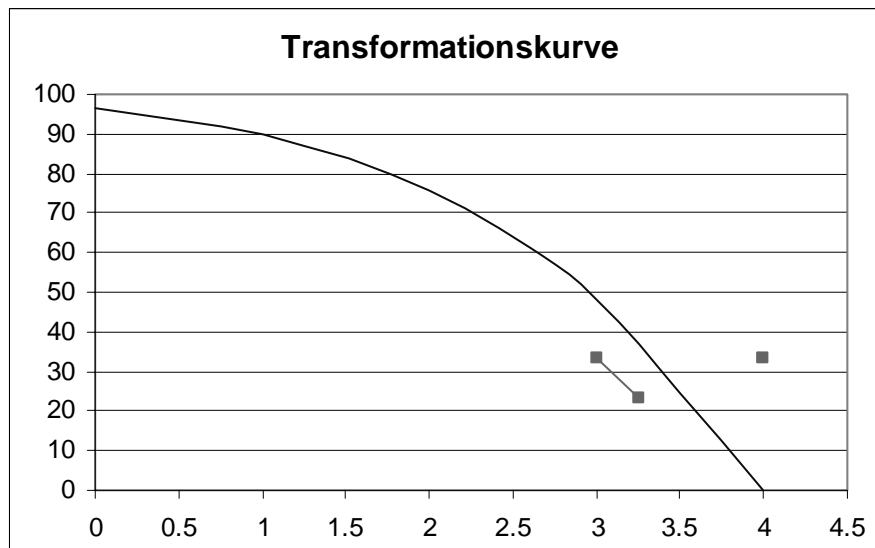
Das Minimum wird nur dann erreicht, wenn in allen vorangehenden Jahren $R_{\min} + VK$ nicht übertroffen worden ist. Im Anhang B erkennt man, dass die Wahrscheinlichkeit dafür immer deutlich kleiner als 1% ist. Die Wahrscheinlichkeit nach 20 Jahren unter dem Referenzwert von 219.11 SFr. zu liegen beträgt $RW = 15.09\%$.

Die sichere Auszahlung ist also in der ersten Variante um rund 40 SFr. besser als der garantierte Betrag in der zweiten Variante. Dagegen birgt die Verteilung der zweiten Variante ein sehr viel höheres Potential im Vergleich zur fixen Auszahlung der ersten Variante. Ob nun die zweite Variante der ersten vorgezogen wird oder umgekehrt, ist von der individuellen Risikopräferenz der Destinatäre abhängig.

Die Quantile der Verteilung von L_0 und der Anlage der Destinatäre zu jedem simulierten Punkt findet man im Anhang B.

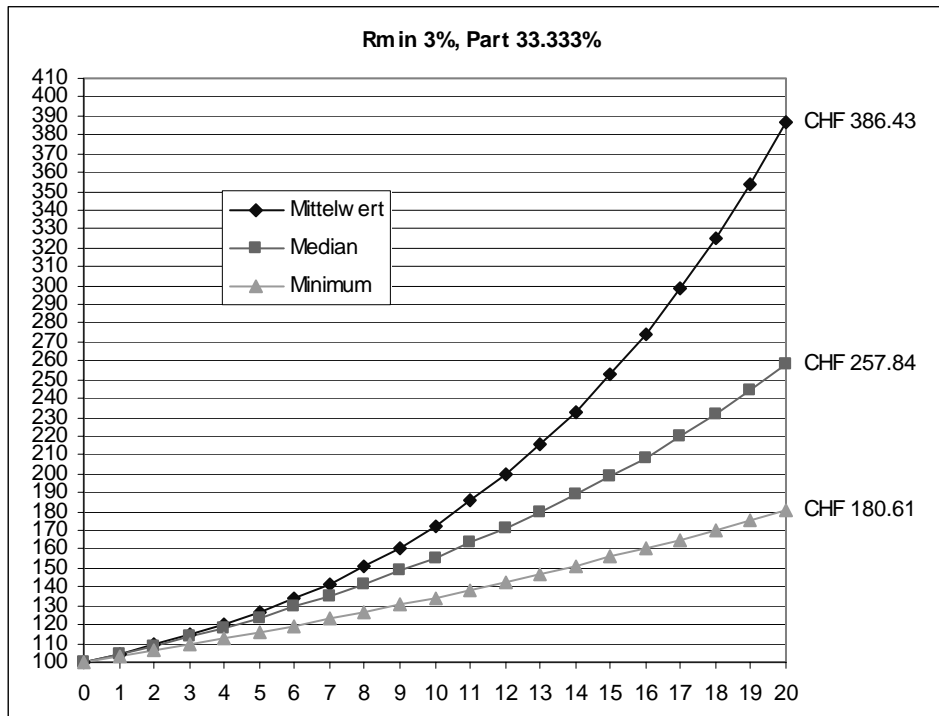
5.6 Kombinationen neben der Transformationskurve

In einem weiteren Schritt sollen nun neben der Transformationskurve liegende Punkte, die auf der folgenden Graphik dargestellt sind, in die Betrachtung einbezogen werden:



KOMBINATIONEN NEBEN DER TRANSFORMATIONSKURVE

Die beiden verbundenen Punkte befinden sich ihrerseits wieder auf einer Transformationskurve. Das AW_{20} -Niveau dieser Kurve ist mit 7.05% deutlich tiefer. Diese beiden Punkte stellen also für die Pensionskasse eine Verbesserung dar. Vergleicht man nun den Punkt (3%/33.33%) mit dem Punkt (3%/48%) auf der früheren Transformationskurve ist für die Destinatäre ein Nachteil in der Verschiebung des Medians dagegen ein Vorteil in der Verschiebung des Mittelwertes festzustellen:

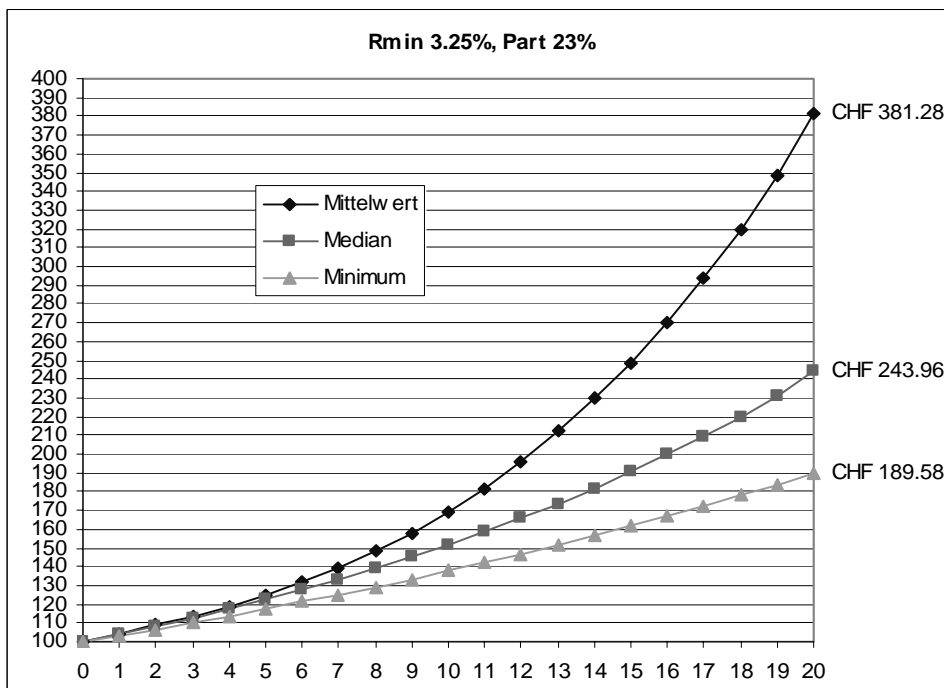


ENTWICKLUNG VON 100 SFR. IN DER VARIANTE (3%/33.33%)

Die positive Verschiebung des Mittelwertes rührt daher, dass die bessere Solvenzsituation der Kasse zu besserer Gesamtpomformance und öfters zu voller Partizipation führt.

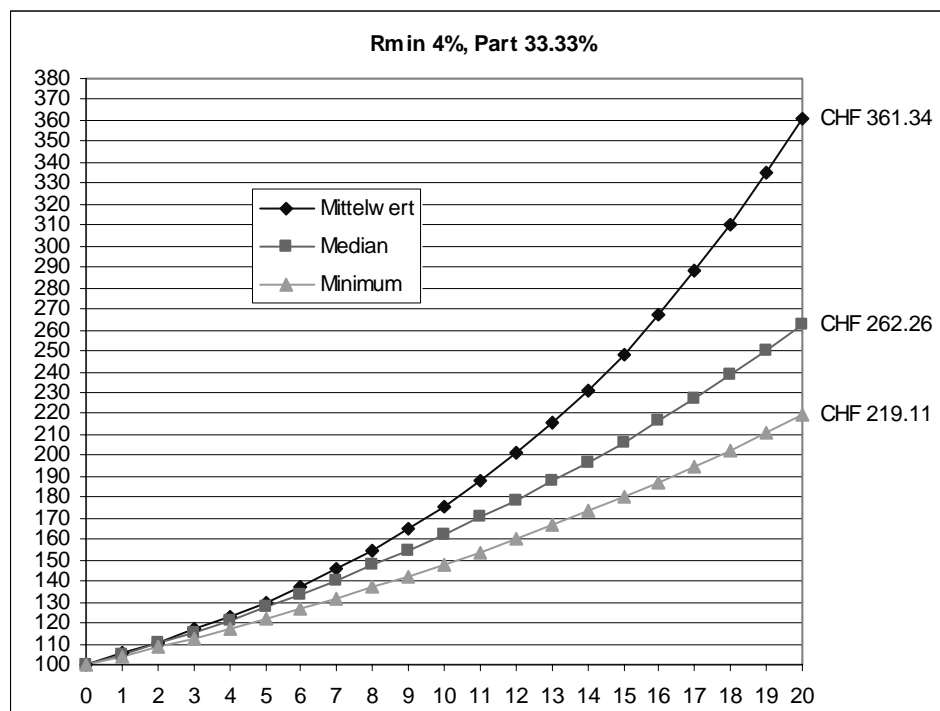
Die Wahrscheinlichkeit *RW* beträgt 25.36% und ist damit deutlich höher als im Punkt (3%/48%).

Der Nachbarpunkt (3.25%/23%) garantiert nach 20 Jahren einen Betrag von 189.58 SFr., dafür ist *RW* = 30.73% noch einmal höher und der Median entsprechend tiefer:



ENTWICKLUNG VON 100 SFR. IN DER VARIANTE (3.25%/23%)

Schliesslich soll noch der Punkt (4%/33.33%) betrachtet werden. Der AW_{20} -Wert beträgt in diesem Punkt 27.21% und ist damit mehr als doppelt so gross wie auf der Transformationskurve.



ENTWICKLUNG VON 100 SFR. IN DER VARIANTE (4%/33.33%)

Der Referenzwert wird jetzt natürlich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit übertroffen. Der Median und der Mittelwert sind hingegen beide kleiner als beispielsweise im Punkt (3%/48%).

5.7 Zusammenfassung

Mit unterschiedlichen Methoden wurden die Finanzdaten für das Modell geschätzt. Diese Daten wurden sowohl in die Gewichtungsmatrix als auch in das Simulationsverfahren eingespeist. Besonderen Wert wurde auf die Erhebung der Risikoprämien gelegt, da die Simulation erfahrungsgemäss empfindlich auf die Annahmen der erwarteten Renditen reagiert. Der heikelste Punkt in unserem Verfahren ist die Bestimmung des Geldmarktzins, da dieser einerseits bei vorgegebenen Risikoprämien einen sehr grossen Einfluss auf die Simulationsergebnisse hat und andererseits wie alle Zinsgrössen schwierig zu schätzen ist. Entscheidend für das Modell sind allerdings nur die daraus resultierenden erwarteten Renditen. Im Anhang D wurde dennoch bei gleich bleibenden Risikoprämien der Geldmarktzins verändert und die aus tieferen erwarteten Renditen resultierenden Veränderungen auf die Simulation untersucht.

Die Kalibrierung einer vernünftigen Ausfallwahrscheinlichkeit ist der nächste Schritt. Diese Auswahl muss jede Pensionskasse individuell treffen und verantworten. Wir haben eine Auswahl möglicher Kriterien angegeben und bei der Bestimmung berücksichtigt.

Die anschließenden Simulationen mit verschiedenen Mindestrendite-Partizipation-Kombinationen zeigen sowohl das Potential als auch die Gefahr einer Senkung der Mindestrendite mit gleichzeitiger Einführung einer garantierten Partizipation.

Im Anhang B sind die Verteilungen der Kapitalentwicklung sowie des Liquidationsdeckungsgrades mittels verschiedener Quantile dargestellt, womit weitere Anhaltspunkte zum Vergleich der Kombinationen herangezogen werden können.

6 Historische Betrachtung

Für die historische Betrachtung wird die Zeit zwischen 1970 und 1999 herangezogen. Darin sind die Jahre der Ölkrise und die schlechten Börsenjahre 1987 und 1990 enthalten. Alle Schätzungen werden out of Sample durchgeführt, mit Daten also, die der zu schätzenden Periode vorangehen. Damit werden nur immer jene Informationen verarbeitet, die zur Zeit der Schätzung zur Verfügung standen. In der Mitte der Betrachtungsperiode, 1984, hat eine neue Positionierung stattgefunden; es ist also aufgrund der neuen Datenlage eine neue Gewichtungsmatrix berechnet worden. Normalerweise würde die Pensionskasse die Parameter viel häufiger wenn nicht gar jedes Jahr prüfen. Für diese Arbeit wäre allerdings dieser Aufwand zu gross.

6.1 Zeitreihen

	Performance in %					Inflation in %
	BVG00	BVG25 [†]	BVG40 [†]	BVG60 [†]	BVG100	
1970	4.38	2.05	0.74	-0.86	-4.37	3.619
1971	11.2	11.15	11.05	10.8	10.57	6.556
1972	3.49	7.44	9.79	12.89	19.58	6.663
1973	-0.35	-6.27	-9.88	-14.79	-24.57	8.741
1974	0.32	-9.6	-15.63	-23.8	-38.54	9.752
1975	16.12	22.44	26.16	31	41.14	6.754
1976	16.17	13.97	12.64	10.85	7.25	1.7
1977	8.57	4.64	2.03	-1.87	-9.13	1.302
1978	6.06	3.31	1.62	-0.7	-3.12	1.036
1979	-2.15	0.93	2.77	5.21	10.20	3.628
1980	2.95	9.36	13.57	19.79	31.47	4.032
1981	0.99	-0.88	-1.9	-3.09	-4.54	6.483
1982	14.75	16.58	17.78	19.55	20.50	5.328
1983	3.65	10.75	15.08	20.97	32.27	3.267
1984	7.47	10.49	12.52	15.59	19.76	2.921
1985	6.94	13.54	17.03	20.9	27.58	3.444
1986	5.58	6.81	7.56	8.58	11.21	0.743
1987	3.92	-1.42	-4.43	-8.12	-13.91	1.447
1988	6.4	14.44	19.5	26.64	39.27	1.873
1989	-2.59	3.78	7.6	12.69	20.35	3.156
1990	0.62	-6.5	-10.88	-16.9	-27.11	5.401
1991	9.96	13.62	15.93	19.2	21.68	5.856
1992	12.99	12.07	11.38	10.23	7.09	4.042
1993	12.34	18.23	21.52	25.5	33.17	3.289
1994	-1.2	-3	-4.08	-5.52	-6.92	0.854
1995	11.55	11.67	11.56	11.11	11.49	1.793
1996	7.47	12.63	15.85	20.35	29.00	0.821
1997	5.08	13.05	17.54	23.04	34.24	0.514
1998	6.01	8.45	9.91	11.85	16.61	0
1999	0.26	8.53	13.84	21.5	35.36	0.82

*) Quelle: PICTET

In der obigen Tabelle sind die diskreten Werte für die Renditen und die Inflation angegeben. Die Subindizes, welche für die Berechnung von BVG00, BVG100 und die Inflation benutzt wurden, entnehme man dem Anhang A.

6.2 Schätzung der Finanzdaten

Alle zu schätzenden Finanzdaten dienen der Bestimmung der Gewichtungsmatrix.

Für die Schätzung der Kovarianzen für die ersten 15 Jahre des Modells wurden Jahresdaten zwischen 1930 und 1969 verwendet. Mangels genügender Daten wurden die Indizes allein mit Schweizer und amerikanischen Subindizes als Basis generiert. Der japanischen und englischen Märkte wurden als gleich volatil wie der amerikanische Markt und der kontinentaleuropäische Markt als zur Hälfte aus Schweizer und zur Hälfte aus amerikanischen Werten angenommen.

Für die Schätzung der Kovarianzen für die Zeit zwischen 1985 und 1999 wurden auf die selbe Weise Jahresdaten zwischen 1960 bis 1969 verwendet, mit dem Unterschied, dass für den kontinentaleuropäischen Teil der deutsche Markt verwendet wurde. Die restlichen Daten von 1970 bis 1984 wurden direkt aus der obigen Tabelle entnommen.

Generell ist diese Schätzung dürftig, da normalerweise mit 39 bzw. 24 Werten zu wenig Daten für eine sinnvolle Schätzung der Kovarianzen zur Verfügung stehen. Besser wären Daten auf Monatsbasis, die aber zu dieser frühen Zeit nicht zur Verfügung stehen. Uns erscheint die Forderung, dass die Schätzungen out of Sample gemacht wurden, wichtiger, als die Qualität der Schätzung. Das Endergebnis ist ausserdem ziemlich robust gegen kleine Veränderungen der Gewichtungsmatrix, welche wiederum ziemlich robust gegen kleine Veränderungen der Kovarianzen ist.

Man erhält für die zu schätzenden Perioden folgende Tabelle:

Perioden	Daten	bvg00	bvg25	bvg40	bvg60	bvg100
1970-1984	Korrelationen 1930-1969	0.430	0.991	0.996	0.996	
1985-1999	Volatilitäten 1930-1969 in %	1.574	4.387	6.652	9.760	16.190
1970-1984	Korrelationen 1960-1984	0.786	0.980	0.988	0.988	
1985-1999	Volatilitäten 1960-1984 in %	4.977	7.273	9.482	12.796	19.486

Der Geldmarktzins für die ersten 15 Jahre des Modells wurde aus der Zeit zwischen 1960 bis 1969 auf 3.14% geschätzt. Frühere Daten hinzuzuziehen ergibt wenig Sinn, da der Zinssatz in den 50er Jahren künstlich gedrückt wurde.

Für die Periode von 1985 bis 1999 wurde der Geldmarktzinssatz aufgrund der folgenden Tabelle auf 4.01% festgelegt.

von	bis	Durchschnittlicher Geldmarktzinssatz
1950	1984	3.299%
1960	1984	4.014%
1970	1984	4.319%

Die Risikoprämien wurden ad hoc festgelegt:

	Risikoprämie
CH Bond	0.25%
Kontinentaleuropa Bond	1%
USA, J, UK Bond	2%
CH Aktien	5%
Ausland Aktien	6%

Damit erhält man für die stetigen erwarteten Renditen der beiden Perioden:

Perioden	bvg00	bvg25	bvg40	bvg60	bvg100
1970-1984	3.48%	5.33%	5.53%	6.57%	8.47%
1985-1999	4.31%	6.15%	6.35%	7.38%	9.27%

Aufgrund dieser Tabelle kann man bereits erkennen, dass die garantierte 4% Mindestrendite plus 0.5% Verwaltungskosten für die Zeit zwischen 1970 und 1984 weit grösser ist als die Erwartungen für den konservativsten Index.

6.3 Ausfallwahrscheinlichkeit

Die Ausfallwahrscheinlichkeit für die zwei zu schätzenden Perioden wurden ebenfalls out of Sample bestimmt. Für die erste Periode von 1970 bis 1984 erhält man für $R_{\min} = 4\%$ folgende Übersicht:

AW	0.02%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%
σ_{\min}	2.91%	2.86%	2.90%	2.92%	2.89%
μ_{\min}	4.00%	3.85%	3.97%	4.02%	3.94%
$L_{0\min}$	1.061	1.058	1.055	1.052	1.049
$L_{0,100}$	1.712	1.644	1.590	1.536	1.497
AW_{20}	36.75%	37.79%	39.05%	42.46%	41.97%

Der Einfluss auf die minimale Volatilität ist wieder vernachlässigbar. Auch die Unterschiede in den erwarteten Renditen sind angesichts der Datenlage höchstens sekundär zu beachten.

Wichtigere Kriterien sind L_{0min} und $L_{0,100}$, da diese beiden Werte im Unterschied zu σ_{min} und μ_{min} in den folgenden 15 Jahren mit Sicherheit in die Realität umgesetzt werden. Die Grösse L_{0min} verändert sich mit verschiedenen AW kaum, weshalb bis jetzt einzig $L_{0,100}$ Anhaltspunkt für die Wahl von AW sein kann.

Die Tatsache, dass alle minimalen erwarteten Renditen etwa ein halbes Prozent unter den erforderlichen 4% Mindestrendite plus 0.5% Verwaltungskosten liegen führt unabhängig von AW erwartungsgemäss zu den hohen Werten für AW_{20} . Für die erste Periode ist die Mindestrendite beim Informationsstand von 1969 mit 4% zu hoch angesetzt. Das erkennt man auch deutlich daran, dass die konservativste Anlage BVG00 eine berechnete Ausfallwahrscheinlichkeit nach zwanzig Jahren von $AW_{20} = 95.13\%$ hat. Da wir mit unserem Modell aber verschiedene Partizipationsvarianten mit dem Status Quo vergleichen wollen, benützen wir gleichwohl 4% als Referenzgrösse.

Zieht man die letzten zwei Kriterien für die Entscheidung heran, fällt die Wahl auf $AW = 0.1\%$.

Für die zweite Periode von 1985 bis 1999 erhält man für $R_{min} = 4\%$ folgende Übersicht:

AW	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
σ_{min}	8.64%	8.63%	8.61%	8.67%	8.68%	8.59%
μ_{min}	5.24%	5.22%	5.17%	5.30%	5.31%	5.10%
L_{0min}	1.159	1.151	1.143	1.134	1.126	1.119
$L_{0,100}$	1.813	1.742	1.670	1.629	1.581	1.538
AW_{20}	18.46%	18.92%	19.80%	20.46%	20.59%	21.05%

Hier fällt auf, dass die geschätzte minimale Volatilität sehr viel grösser ist, als in der ersten Periode. Dies liegt einerseits an der höheren Volatilität des BVG00 und andererseits an der höheren Korrelation zwischen BVG00 und BVG25. Die minimale erwartete Rendite ist jetzt grösser als die erforderlichen 4.5%. Der Einfluss der verschiedenen AW auf diese beiden Grössen ist wiederum vernachlässigbar.

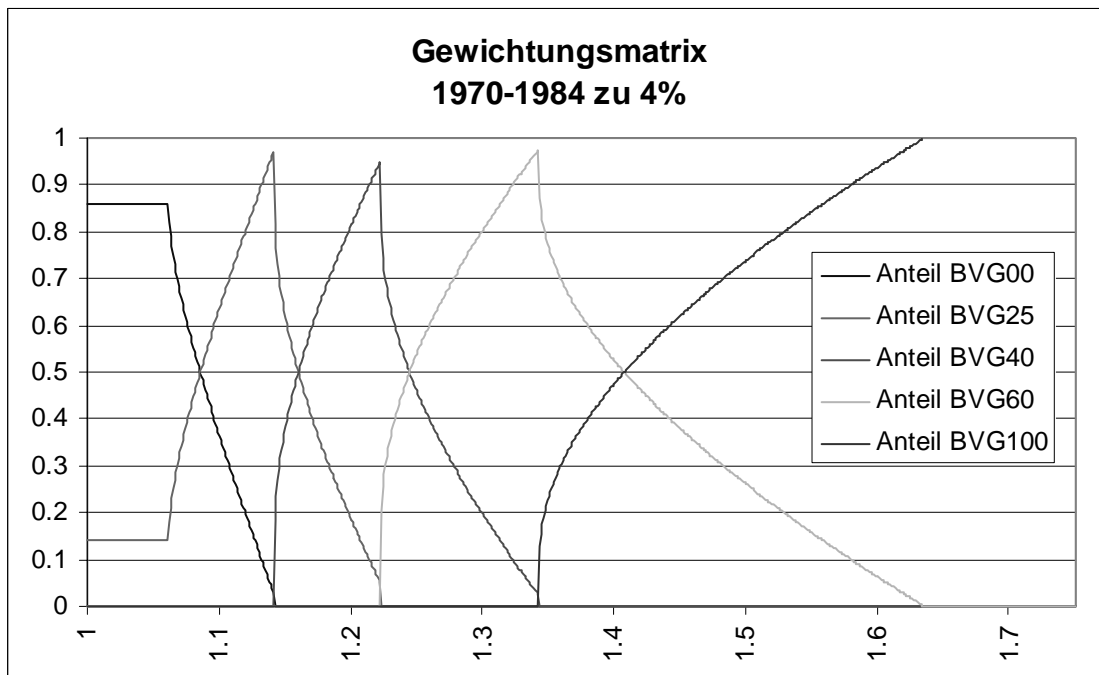
Aufgrund der hohen minimalen Volatilität ist L_{0min} für die zweite Periode sehr hoch, womit die Restriktion zwar häufig verletzt wird, aber aufgrund der hohen minimalen erwarteten Rendite erwartungsgemäss für kurze Zeit. Alles in allem resultiert eine deutlich tiefere AW_{20} als in der ersten Periode. Die berechnete AW_{20} der konservativsten Anlage BVG00 ist immer noch 73.08%, da die erwartete Rendite der konservativsten Anlage immer noch unter dem Referenzwert von 4.5% liegt. Hier wird der Vorteil einer Fixierung der Anlagestrategie für $L_0 < L_{0min}$ besonders deutlich, da damit die konservativst mögliche Strategie mit σ_{min} und μ_{min} trotz hoher Volatilität je nach AW zu einer berechneten AW_{20} um 33.5% führt (die allerdings immer noch deutlich höher ist, als jene in der obigen Tabelle).

Der Wert $L_{0,100}$ ist für alle AW genügend gross und deshalb diesmal für die Entscheidung von geringerer Relevanz.

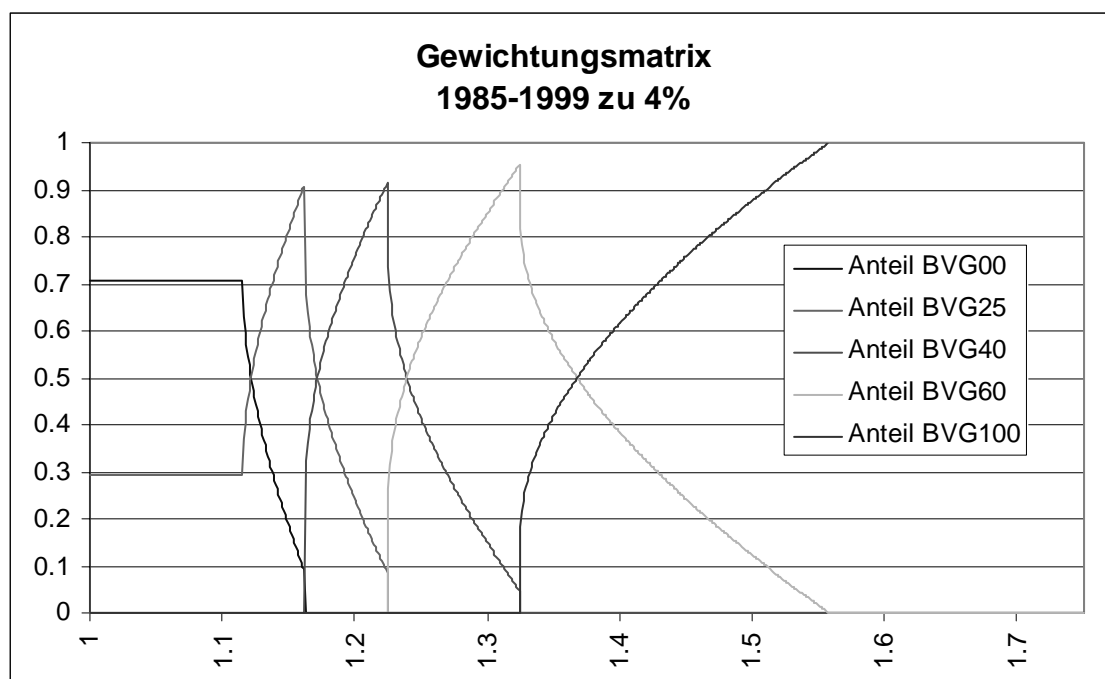
Für die zweite Periode wird $AW = 0.5\%$ verwendet.

6.4 Gewichtungsmatrix

Für die beiden Perioden lässt sich nun die Gewichtungsmatrix darstellen.



GEWICHTUNGSMATRIX VON 1970 BIS 1984 BEI $R_{\text{MIN}} = 4\%$



GEWICHTUNGSMATRIX VON 1985 BIS 1999 BEI $R_{\text{MIN}} = 4\%$

Auffällig ist vor allem der Unterschied zwischen den beiden Perioden bezüglich der Aktienanteile für $L_0 \leq L_{0\min}$ und bezüglich der Werte für $L_{0\min}$.

Bei kleineren R_{\min} verändern sich die Gewichtungsmatrizen nur unwesentlich. Sie verschieben sich ganz leicht nach links.

6.5 Realzins

Durch die Garantie eines fixierten Realzinssatzes steigt das Insolvenzrisiko der Pensionskasse. Das Risiko wird von den Destinatären zu den Kassen übertragen. Zusätzlich zur Volatilität auf den Finanzmärkten kommt müssen diese jetzt noch die Schwankung der Inflation mit einkalkulieren. Für die Inflationsrate gibt es kein befriedigendes Schätzverfahren. Wir verwenden daher wieder eine einfache historische Schätzung, indem das geometrische Mittel als Schätzwert herangezogen wird.

Während der Jahre von 1930 bis 1969 betrug die durchschnittliche Inflationsrate 2.03%. Das reale Pendant zu 4% nominaler Mindestrendite wäre also für die erste Periode 1.97%.

Während der Jahre von 1960 bis 1984 betrug die durchschnittliche Inflationsrate 4.13%. Für die zweite Periode würden also real -0.13% Mindestrendite garantiert.

In den Partizipationsvarianten wird die garantierte reale Mindestrendite jeweils um den selben Wert verkleinert, wie beim nominalen Pendant.

6.6 Vergleich verschiedener Kombinationen

Wie bereits angesprochen, lässt sich die Inflation kaum befriedigend simulieren, weshalb auf die AW_{20} für die *realen* Mindestrenditen verzichtet werden muss. Die Transformationskurven die in diesem Abschnitt kalibriert wurden, beruhen deshalb auf den Ausfallwahrscheinlichkeiten nach 20 Jahren, die durch Simulationen mit den *nominalen* Mindestrenditen gewonnen wurden. So kann es sein, dass die Partizipationsvariante mit der realen Mindestrendite nicht mehr auf der selben Transformationskurve mit dem realen Pendant ohne Partizipation ist.

Da die Beobachtungszeit in zwei Perioden eingeteilt wird, gibt es für jede Periode eine andere Transformationskurve durch den Punkt (4%/0%). Aus diesem Grunde muss für die zweite Periode eine Anpassung vorgenommen werden, damit der Vergleich möglich ist. Da die garantierte Mindestrendite für die Kalkulation der Pensionskasse von entscheidender Bedeutung ist, soll diese über die gesamte Zeit möglichst konstant gehalten werden. Flexibler ist die Kasse in der Anpassung der Partizipationsrate. Daher wurde das folgende Punktepaar zum Vergleich mit (4%/0%) ausgewählt:

R_{\min}	Partizipation 1970-1984	Partizipation 1985-1999	AW_{20} 1970-1984	AW_{20} 1985-1999
4%	0%	0%	39%	21%
3%	69%	38%	39%	21%

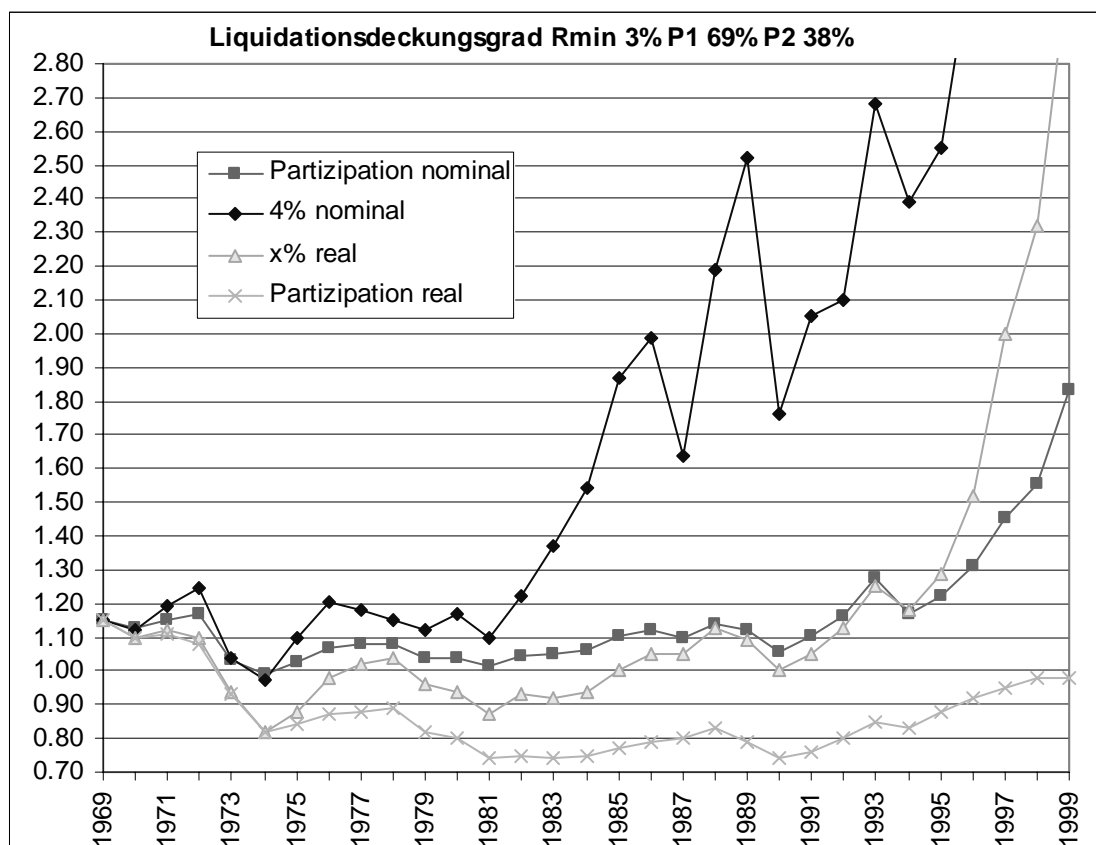
In der ersten Periode bewirkt ein Prozent weniger garantierte Mindestrendite, dass die minimale erwartete Rendite μ_{\min} statt ein halbes Prozent tiefer nunmehr ein halbes Prozent höher als die geforderten $R_{\min} + VK$ ist. Dieses Prozent ist deshalb für die Pensionskassen sehr wertvoll, da auch in einer schlechten Solvenzsituation erwartet werden darf, dass diese sich wieder verbessert. Die Folge daraus ist, dass, um eine gleich schlechte AW_{20} zu erreichen wie bei (4%/0%), eine sehr hohe Partizipationsrate möglich ist. Das Prozent weniger garantierte Mindestrendite hat den Wert von 69% Partizipation.

Als Vergleichspunkte auf einer anderen Transformationskurve diene wieder der Punkt (3%/33.33%) und das Punktepaar mit 3.25% Mindestrendite:

R_{\min}	Partizipation 1970-1984	Partizipation 1985-1999	AW_{20} 1970-1984	AW_{20} 1985-1999
3%	33.33%	33.33%	11%	19%
3.25%	7.5%	24%	11%	19%

Die historische Entwicklung des Liquidationsdeckungsgrades mit einem garantierten Realzins von 2.03% für die erste und -0.13% für die zweite Periode und die Entwicklung des Liquidationsdeckungsgrades mit einem garantiertem Nominalzins von 4% wird jetzt je mit den drei Partizipationsvarianten verglichen. Ebenso wird die Entwicklung einer Kapitalanlage von 100 SFr. während dieser 30 Jahre verglichen. Im Anhang E werden die Zeitreihen noch mit verschiedenen Startzeitpunkten abgebildet.

Als erstes wird die Variante mit 3% garantierter Rendite auf der selben Transformationskurve zum Vergleich herangezogen:

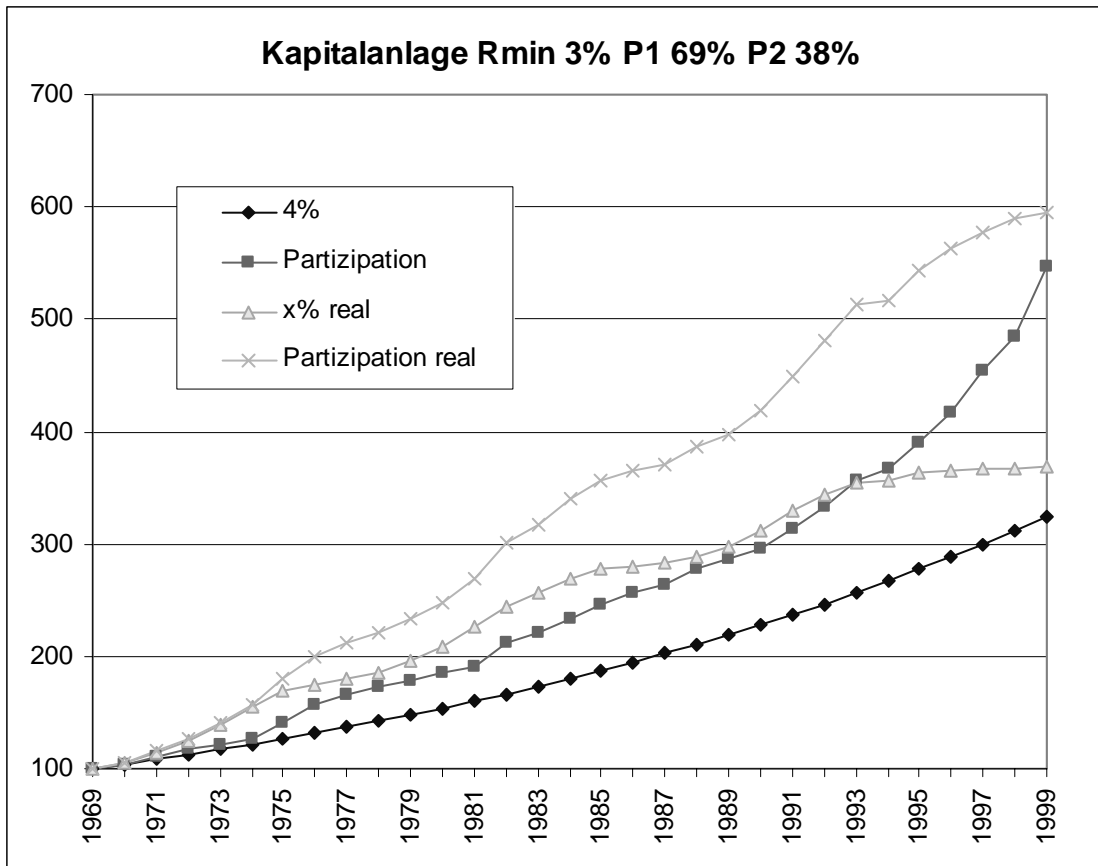


VERGLEICH MIT $R_{\text{MIN}} = 3\%$ AUF DER SELBEN TRANSFORMATIONS-KURVE

Der Liquidationsdeckungsgrad der nominalen Partizipationsvariante fällt während der Ölkrise nicht so tief wie bei garantierten 4% Rendite, erholt sich aber zum Ausgleich aufgrund der hohen Partizipationsrate sehr viel langsamer. Dies ist nicht verwunderlich, da 69% sehr hoch gewählt werden mussten, um in der ersten Periode bis 1984 das Transformationsniveau von garantierten 4% zu erreichen.

Die schlechten Börsenjahre 1987 und 1990 wirken sich bei hohem Aktienanteil stark bei geringem Aktienanteil dagegen nur gering auf den Liquidationsdeckungsgrad aus. Dies liegt daran, dass auf den Bondmärkten noch ein leichter Gewinn erzielt werden konnte. Im Anhang E wird dieses Phänomen für alle Varianten noch deutlicher, da die eine Startzeit bei 1980 und eine bei 1986 gewählt wurde.

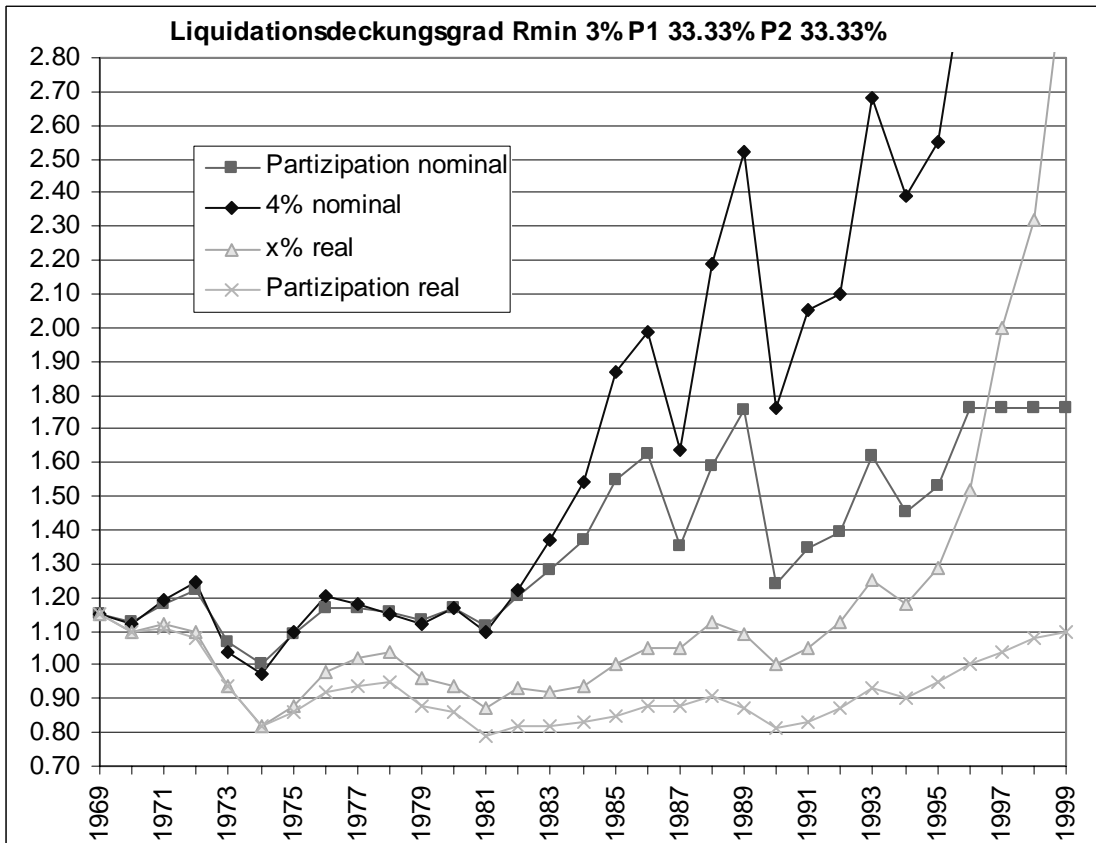
Da die Inflation besonders für die Ölkrise unterschätzt wurde, erleidet die Pensionskasse, die reale Renditen garantiert, in dieser Zeit einen grossen Verlust. Die Auswirkungen auf die Solvenz sind in beiden Varianten fatal, wobei sich nur die Kasse ohne Partizipation in der zweiten Periode wieder erholen kann.



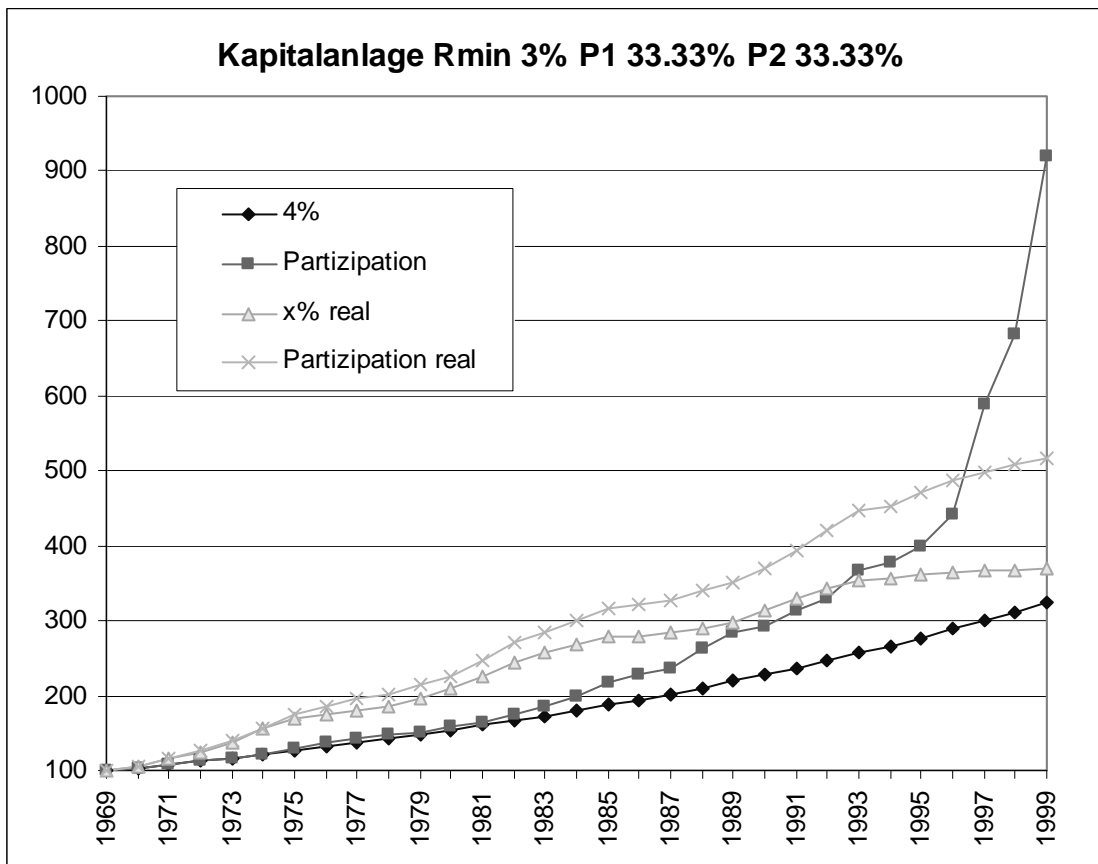
VERGLEICH MIT $R_{\text{MIN}} = 3\%$ AUF DER SELBEN TRANSFORMATIONS-KURVE

Für den Destinatär wirkt sich die hohe Partizipationsrate erwartungsgemäss positiv auf die Kapitalanlagen aus. Die unterschätzte Inflation zu Beginn des Betrachtungszeitraumes wirkt sich auf die Varianten mit garantiertem Realzins positiv aus, allerdings nimmt das Wachstum gegen Ende ab, da dann die Inflation eher überschätzt wird.

Als nächstes wird eine Variante mit tieferem AW_{20} -Niveau gewählt:



VERGLEICH MIT $R_{MIN} = 3\%$ AUF EINER TIEFEREN TRANSFORMATIONSKURVE

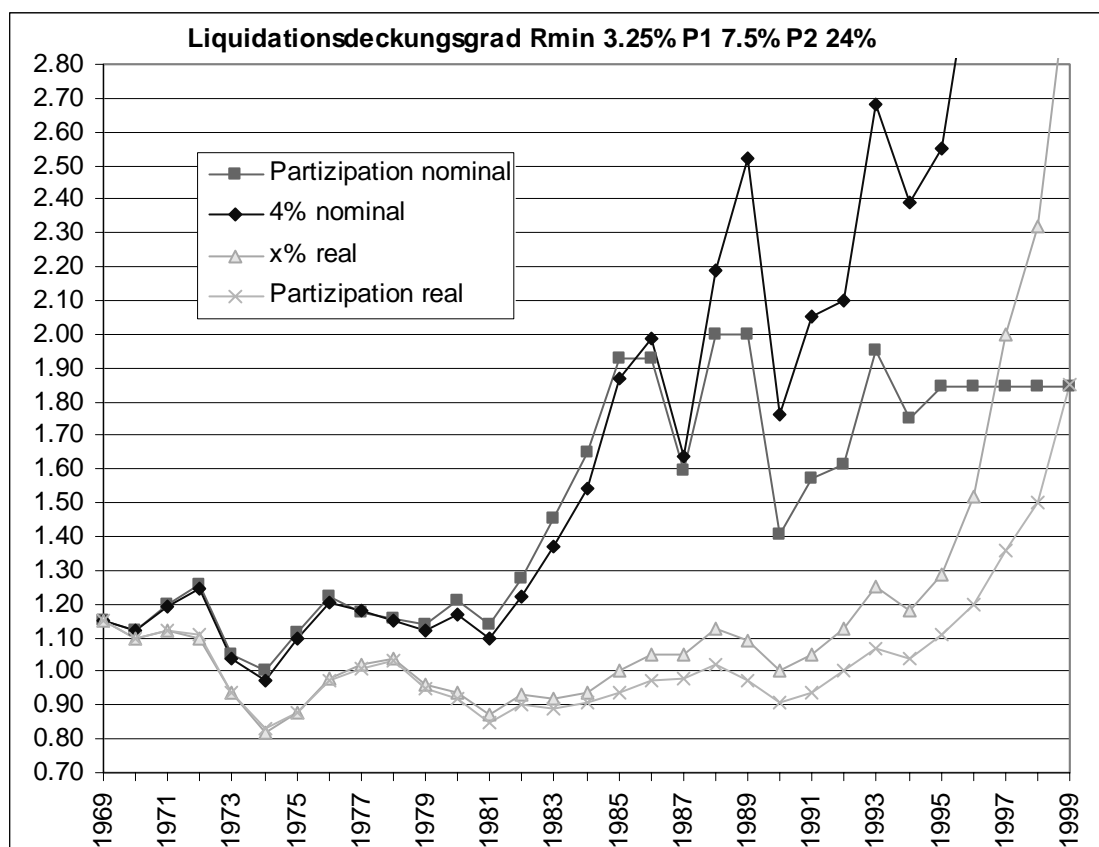


VERGLEICH MIT $R_{MIN} = 3\%$ AUF EINER TIEFEREN TRANSFORMATIONSKURVE

Der Liquidationsdeckungsgrad der beiden Partizipationsvarianten ist deutlich höher als in der vorherigen Darstellung. Während der Ölkrise kann er knapp über 1 gehalten werden. Beide realen Varianten sind immer noch sehr tief im roten Bereich.

Interessant ist nun die Entwicklung der 100 SFr. der nominalen Partizipationsvariante im Vergleich zum vorherigen Fall. Die klar tiefere Partizipation bewirkt zu Beginn erwartungsgemäss eine tiefere Performance für die Destinatäre. Ende 80er Jahre wird die vorherige Variante mit höherer Partizipationsrate und damit auch höherer AW_{20} aber eingeholt. Dies liegt daran, dass die bessere Solvenzsituation bei tieferer Partizipationsrate zu einer rentableren Anlagestrategie führt. In den 90er Jahren ist die Solvenzsituation so gut, dass die volle Partizipation greift und damit die Variante mit der tieferen Partizipation deutlich vorne liegt.

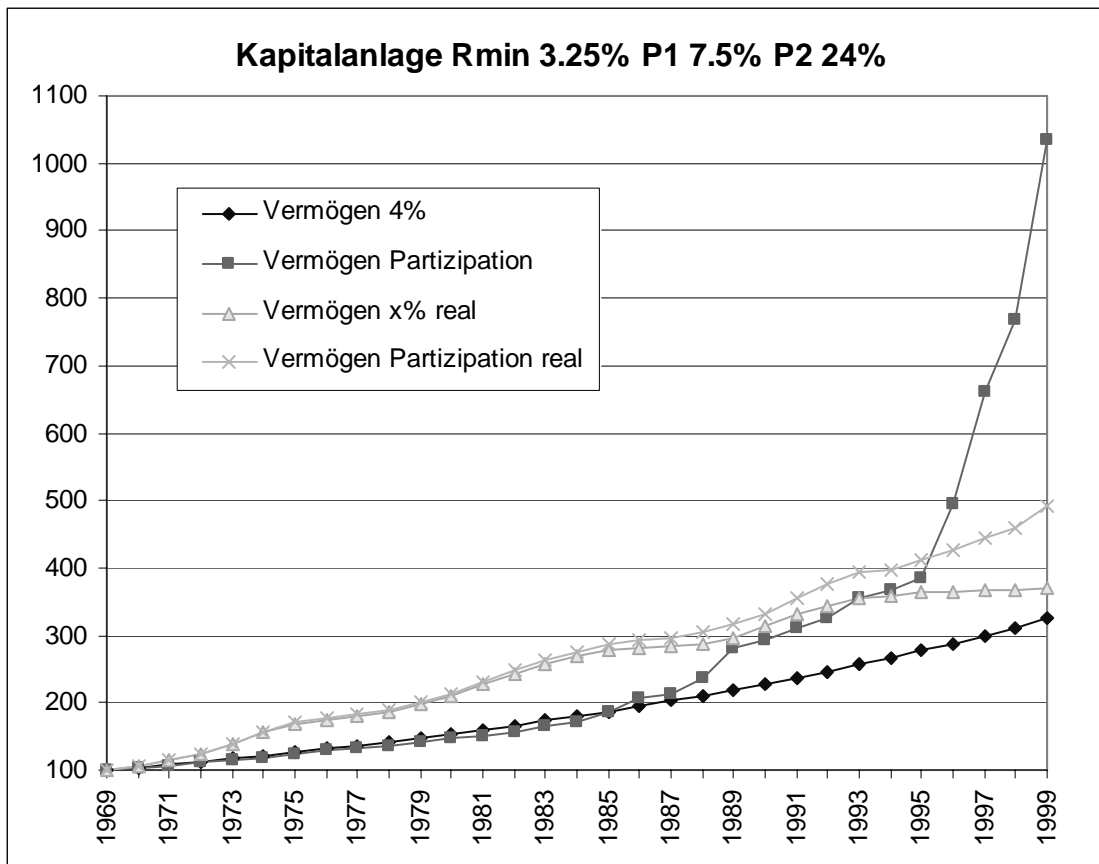
Die nächste Variante ist etwas konservativer, liegt aber auf dem selben AW_{20} -Niveau wie (3%/33%):



VERGLEICH MIT $R_{MIN} = 3.25\%$

Auch in dieser Variante kann die Ölkrise den Liquidationsdeckungsgrad nicht unter 1. Durch die tiefe Partizipationsrate überschreitet der Liquidationsdeckungsgrad die Grenze L_v öfter als im vorherigen Fall. Die damit verbundene volle Partizipation bewirkt 1986, 1989 und die

letzten vier Jahre grosse Renditen für die Destinatäre. Bis 1985 ist die Partizipationsrate allerdings zu klein, als dass die Referenz zu 4% geschlagen werden könnte.



VERGLEICH MIT $R_{MIN} = 3.25\%$

6.7 Zusammenfassung

Auch in der historischen Betrachtung wird das Potential des Risk-Sharing deutlich. In jeder Variante erkennt man den Vorteil der Partizipationsvarianten für die Pensionskassen bei Kursstürzen. Je nach Wahl der Partizipationsrate konnten auch für die Destinatäre deutliche Gewinnsteigerungen erzielt werden. Besonders bei den Darstellungen mit verschiedenen Startzeitpunkten im Anhang E sticht dieses Potential heraus.

Ebenfalls gut erkennen kann man die Tragweite der Ölkrise auf jegliche Variante, da zwei Jahre hintereinander der Liquidationsdeckungsgrad stark nach unten gezogen wird. Die beiden Varianten auf tieferem AW_{20} -Niveau hätten diese Jahre knapp überstanden, der Status Quo und das Partizipationspendant nicht.

Einzelne schlechte Jahre wie 1990 sind für unser Modell nicht gefährlich.

Die Gefahr garantierter Realzinsen kann man für beide Seiten erkennen. Die Gefahr der Insolvenz steigt für die Pensionskasse beträchtlich, zumal wie 1973, 1974, 1981 und 1990 gleichzeitig mit Kursstürzen auch die Inflation steigen kann. Für die Destinatäre ist dagegen eine Periode mit tiefer Inflation nachteilig, falls eine reale Rendite garantiert wird, wie dies bei den Darstellungen mit verschiedenen Startzeitpunkten im Anhang E deutlich zum Ausdruck kommt.

7 Ausblick

7.1 Modellerweiterungen

Die erste Erweiterung des Modells, die in einer umfangreicheren Studie berücksichtigt werden müsste, ist der Einbezug der Immobilien. Dabei dürften die Datenbeschaffung und die sinnvolle Simulation der Immobilienwerte die grössten Probleme darstellen.

Eine weitere Erweiterung wäre eine variable Ausfallwahrscheinlichkeit oder generell eine ausgeklügeltere Behandlung der Kontrolle über das Insolvenzrisiko. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in dieser Studie auf die einfachste Variante einer konstanten Ausfallwahrscheinlichkeit abgestellt.

In der historischen Betrachtung müsste in einer umfangreicheren Studie nach einem kürzeren Intervall eine neue Bestimmung der Parameter stattfinden. Was die Wahl der Parameter betrifft, könnten generell noch sophistiziertere Methoden gefunden werden, um vor allem die Finanzdaten zu schätzen.

7.2 Rentenphase

Die Betrachtung der Passivzeit wurde in dieser Studie gänzlich ausgelassen. Grundsätzlich könnte eine ähnliche Anlagestrategie weiter geführt werden, der veränderten Situation des Versicherten müsste allerdings Rechnung getragen werden.

7.3 Mutationen

Eine echte Herausforderung wäre der Einbezug der Mutationen in das Modell. Die Frage wieviel Schwankungsreserven dem einzelnen Versicherten beim Kassenwechsel oder im Übertritt zur Rentenphase zustehen sollen, beeinflusst unser Modell in hohem Masse. Die Bereitschaft seitens der Versicherten zu einer tieferen Mindestrendite-Partizipation-Kombination wäre sicher grösser, wenn ihnen ein relativ grosser Teil der Schwankungsreserven zustehen würde. Allerdings sind genügend hohe Schwankungsreserven nötig, um eine aggressivere Anlagepolitik wählen zu können, was ebenfalls im Sinn der Destinatäre ist. Allein die Frage nach der Bemessung der Schwankungsreserven zu untersuchen, würde eine andere Studie füllen. Ausserdem wäre in diesem Zusammenhang die Frage interessant, wie weit die horizontale und/oder vertikale Solidarität gehen soll und wie sie in diesem Modell integriert werden könnte. Dies würde zu einer kollektiven Betrachtung führen und damit ebenfalls neue Fragen aufwerfen, die in einer umfangreicheren Studie untersucht werden müssten.

Fazit

Die Studie konzentriert sich im Wesentlichen auf den vom Bundesrat festgelegten Mindestzinssatz. Im Vordergrund steht die Auswirkung von Veränderungen der Garantie indem eine neue garantierte Dimension (Partizipation) hinzugefügt wird. Durch diese neue Garantie verliert der Mindestzinssatz etwas an Bedeutung, womit auch die Frage nach dessen Höhe nicht mehr so zentral ist. Mit der Einführung einer garantierten Partizipation wird das Altersguthaben von Gesetztes wegen zur Zufallsvariablen. Wie die Solvenzsituation unterliegt sie den Veränderungen des Marktes. Dadurch verstärkt sich das Interesse des Versicherten an einer möglichst guten Anlagepolitik. Wählt man eine passende Anlagestrategie in Abhängigkeit der Solvenzsituation der Kasse wird auch das Interesse der Versicherten an einem hohen Liquidationsdeckungsgrad der Kasse gefördert, insbesondere dann, wenn ein substanzieller Teil der Schwankungsreserven den Versicherten zusteht. In den durchgeführten Simulationen und historischen Betrachtungen wird dieser Zusammenhang deutlich. Es wird auch deutlich, dass durch die Veränderung des Altersguthaben zur Zufallsvariablen immer eine hohe erwartete Rendite und auch ein höherer Median entsteht, aber auch – bei gleichbleibenden Solvenzbedingungen – immer eine nicht zu vernachlässigende Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Versicherte am Ende doch schlechter dasteht als bei der heutigen Garantie. Die Wünschbarkeit einer Partizipationsvariante hängt also von der Einstellung zu diesem Risiko der Versicherten ab.

Der Gesetzgeber hat in der neuen BVV2 das verstärkte Interesse an der Anlagepolitik aufgenommen. Die Forderungen des Art. 50 Abs. 1 sind allerdings nur möglich, wenn die Anlagepolitik von allen Kontrollorganen nachvollzogen werden kann.

Auf die Frage der Realzinsgarantie wurde mangels geeigneter Simulationsmöglichkeiten nur im Rahmen der historischen Betrachtung eingegangen. Allein durch diese wird aber bereits das Risiko einer garantierten realen Mindestrendite deutlich. Fehleinschätzungen der Inflation und simultanes Auftreten der Inflation mit einem schlechten Börsenjahr können fatale Folgen haben. Bei einer Anlagestrategie, die an die Solvenzsituation der Kasse geknüpft ist, leidet darunter auch der Versicherte.

ANHANG A: Datenherkunft

Simulation

Schätzung Kovarianzmatrix BVG-Indizes

Swiss Bond	Jan 85 bis Aug 00	Aug 00	PICTET GENERAL BOND TOTAL - TOT RETURN IND
Euro Bond	Jan 85 bis	Dez 85	SALOMON BROS.WGBI \$ GERMAN 5+ YEARS - RETURN IND. (OFCL)
	Jan 86 bis	Dez 98	BD J.P. MORGAN GERMAN GOVT. BOND RETURN INDEX (SF)
	Jan 99 bis	Aug 00	LEHMAN EURO- AGGREGATE (E) - TOTAL RETURN %
World Bond	Jan 85 bis	Dez 85	WD SALOMON WORLD BOND MKT.PERF.INDEX (WEIGHTED, DISC.)
	Jan 86 bis	Aug 00	WD J.P. MORGAN GLOBAL GOVT. BOND RETURN INDEX (SF)
Swiss Equities	Jan 85 bis	Aug 87	MSCI SWITZERLAND - TOT RETURN IND
	Sep 87 bis	Aug 00	SWISS PERFORMANCE - PRICE INDEX
World Equities	Jan 85 bis	Dez 98	MSCI WORLD :G U\$ - TOT RETURN IND
	Jan 99 bis	Aug 00	MSCI AC WORLD F U\$ - GRS DAILY RETURN

Reverse Optimization

Aktienindizes	Jan 85 bis	Aug 00	MSCI UK - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	MSCI USA - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	MSCI JAPAN - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	65% MSCI GERMANY - TOT RETURN IND
			35% MSCI FRANCE - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 87	MSCI SWITZERLAND - TOT RETURN IND
	Sep 87 bis	Aug 00	SWISS PERFORMANCE - PRICE INDEX
Bondindizes	Jan 85 bis	Aug 00	UK BENCHMARK 10 YEAR DS GOVT. INDEX - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	US BENCHMARK 10 YEAR DS GOVT. INDEX - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	JP BENCHMARK 10 YEAR DS GOVT. INDEX - TOT RETURN IND
	Jan 85 bis	Aug 00	65% SALOMON BROS.WGBI \$ GERMAN 7-10 YEAR - RETURN IND. (OFCL)
			35% SALOMON BROS.WGBI \$ FRENCH 7-10 YEAR - RETURN IND. (OFCL)
Jan 85 bis	Aug 00	PICTET GENERAL BOND TOTAL - TOT RETURN IND	
Geldmarkt	Jan 85 bis	Aug 00	65% FRANCE EURO-FRANC 1 MTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
			35% GERMANY EURO-MARK 1 MTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
	Jan 85 bis	Aug 00	US EURO-\$ 1 MONTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
	Jan 85 bis	Aug 00	UK EURO-£ 1 MONTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
	Jan 85 bis	Aug 00	JAPAN EURO-YEN 1 MONTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
	Jan 85 bis	Aug 00	SWITZERLAND EURO-FRC 1 MONTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE

Wechselkurse

GERMAN MARK TO US \$ (BBI) - EXCHANGE RATE
JAPANESE YEN TO US \$ (BBI) - EXCHANGE RATE
FRENCH FRANC TO US \$ (BBI) - EXCHANGE RATE
SWISS FRANC TO US \$ (SW) - EXCHANGE RATE
SWISS FRANC TO UK £ (SNB) - EXCHANGE RATE
SWISS FRANC TO EURO (WMR) - EXCHANGE RATE

CH-Geldmarktzinsschätzung

Jan 85 bis	Aug 00	SWITZERLAND EURO-FRC 3 MONTH (LDN:FT) - MIDDLE RATE
1950 bis	1984	Monatsberichte SNB

Historische Betrachtung

Zeitreihen

Inflation	1930 bis	1999	aus Konsumentenpreisindex Historische Statistik der Schweiz
Aktienindex	1969 bis	1982	Pictet-Rätzer-Aktienindex
	1983 bis	1987	Pictet & Cie Pictet Aktienindex
	1988 bis	1999	SWISS PERFORMANCE - PRICE INDEX
	1969 bis	1999	MSCI WORLD US\$ - TOT RETURN IND
Bondindex	1969 bis	1984	Pictet-Rätzer-Bondindex
	1985 bis	1999	PICTET GENERAL BOND TOTAL - TOT RETURN IND
	1969 bis	1984	INTERNATIONAL MONETARY FUND IMF GERMAN LT GVT - TOTAL RETURN IND
	1985		SALOMON BROS.WGBI \$ GERMAN 5+ YEARS - RETURN IND. (OFCL)
	1986 bis	1998	BD J.P. MORGAN GERMAN GOVT. BOND RETURN INDEX (SF)
	1999		LEHMAN EURO- AGGREGATE (E) - TOTAL RETURN %
	1969 bis	1984	IBBOTSON ASSOCIATES WORLD GVT PORT - TOTAL RETURN IND
	1985		WD SALOMON WORLD BOND MKT.PERF.INDEX (WEIGHTED, DISC.)
1986 bis	1998	WD J.P. MORGAN GLOBAL GOVT. BOND RETURN INDEX (SF)	
BVG Indizes	1969 bis	1999	aus Studie von PICTET

Schätzung Kovarianzmatrix der Indizes

Bondindizes	1930 bis	1969	Pictet-Rätzer-Bondindex
	1930 bis	1969	US Global Financial Data/Government Bonds
	1960 bis	1966	D: Kielkopf 1995
	1976 bis	1969	D: Datastream/REXP
	1970 bis	1985	obige Zeitreihen
Aktienindizes	1930 bis	1969	Pictet-Rätzer-Aktienindex
	1930 bis	1969	US Global Financial Data
	1960 bis	1969	Bundesbank/CDAX
	1970 bis	1985	obige Zeitreihen

CH-Geldmarktzinsschätzung

1950 bis	1984	Monatsberichte SNB
----------	------	--------------------

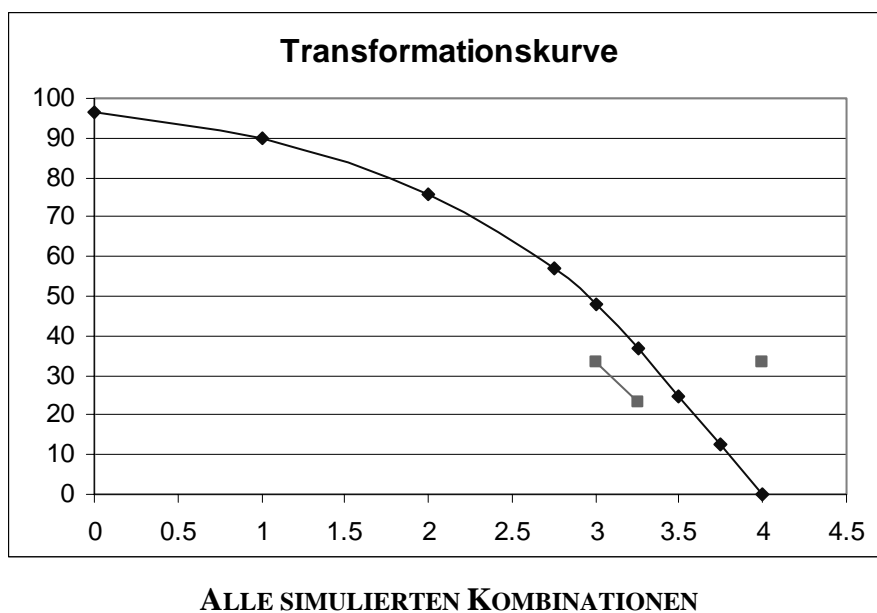
ANHANG B: Simulierte Mindestrendite- Partizipations-Kombinationen

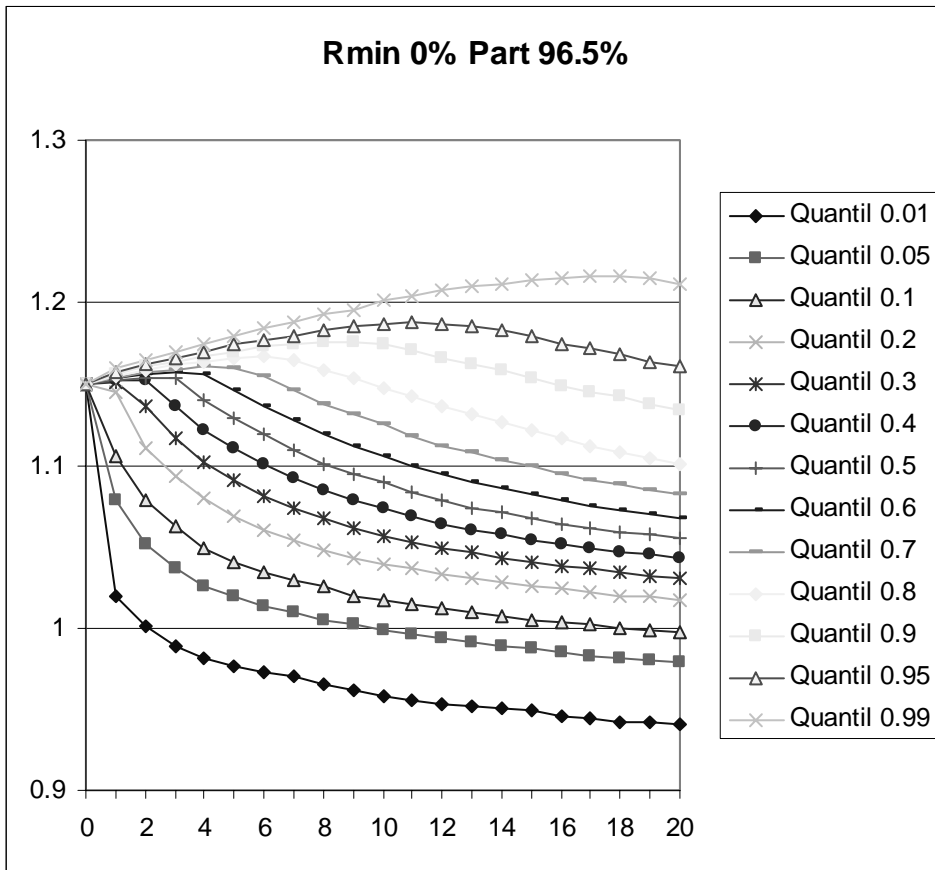
Transformationskurve:

AW ₂₀	AW	Geldmarkt	L _v
12%	0.2%	4.18%	1.75

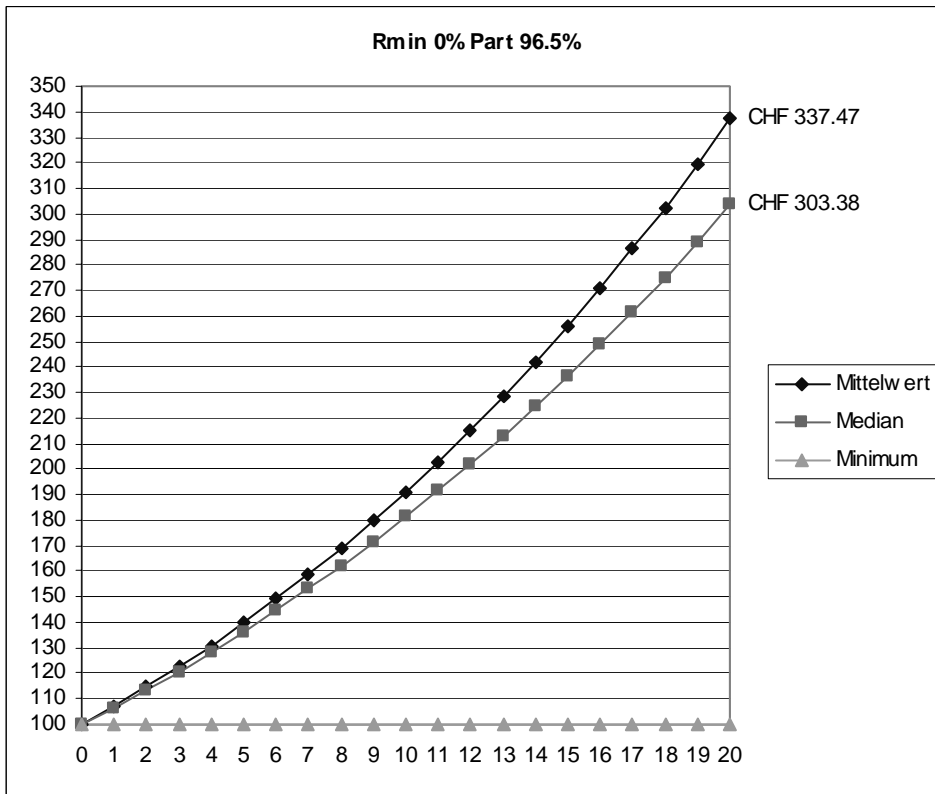
Andere Punkte:

R _{min}	Partizipation	AW ₂₀	AW	Geldmarkt	L _v
3%	33.33%	7%	0.2%	4.18%	1.75
3.25%	23%	7%	0.2%	4.18%	1.75
4%	33.33%	27%	0.2%	4.18%	1.75



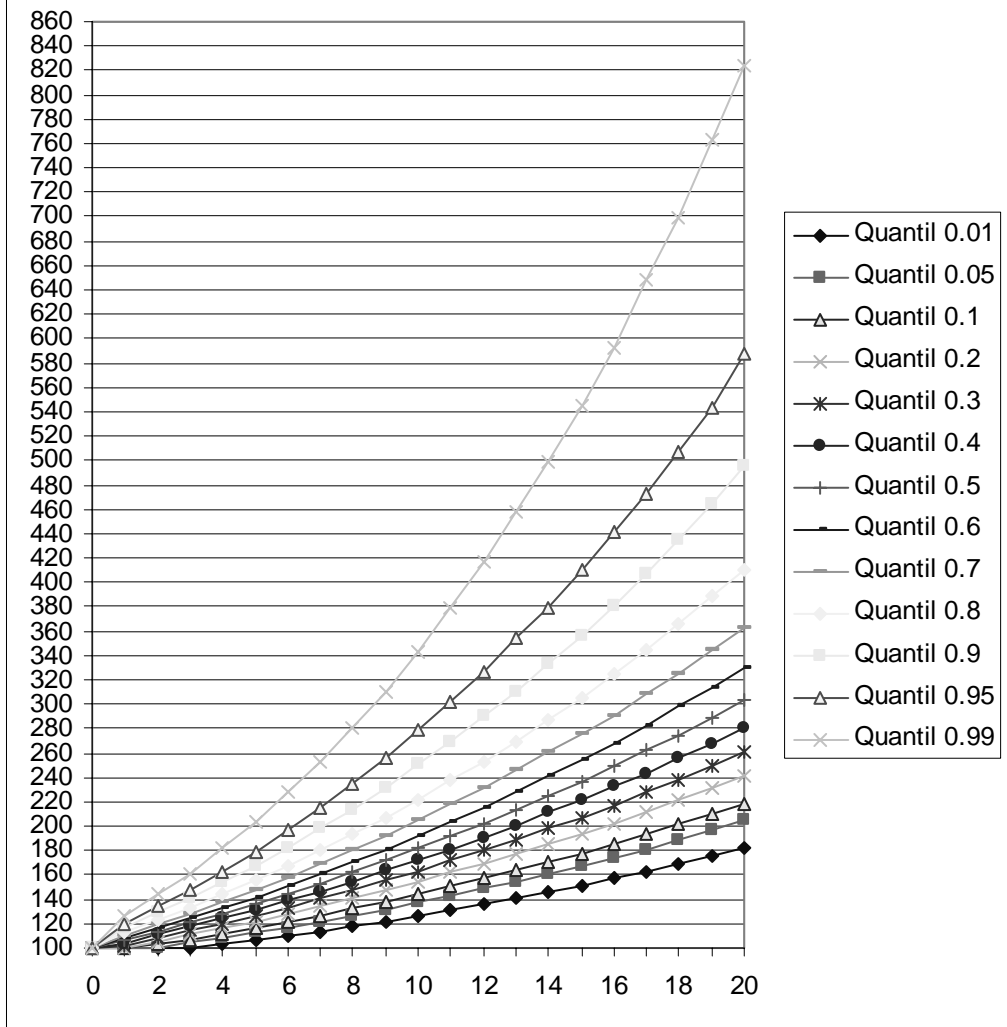


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

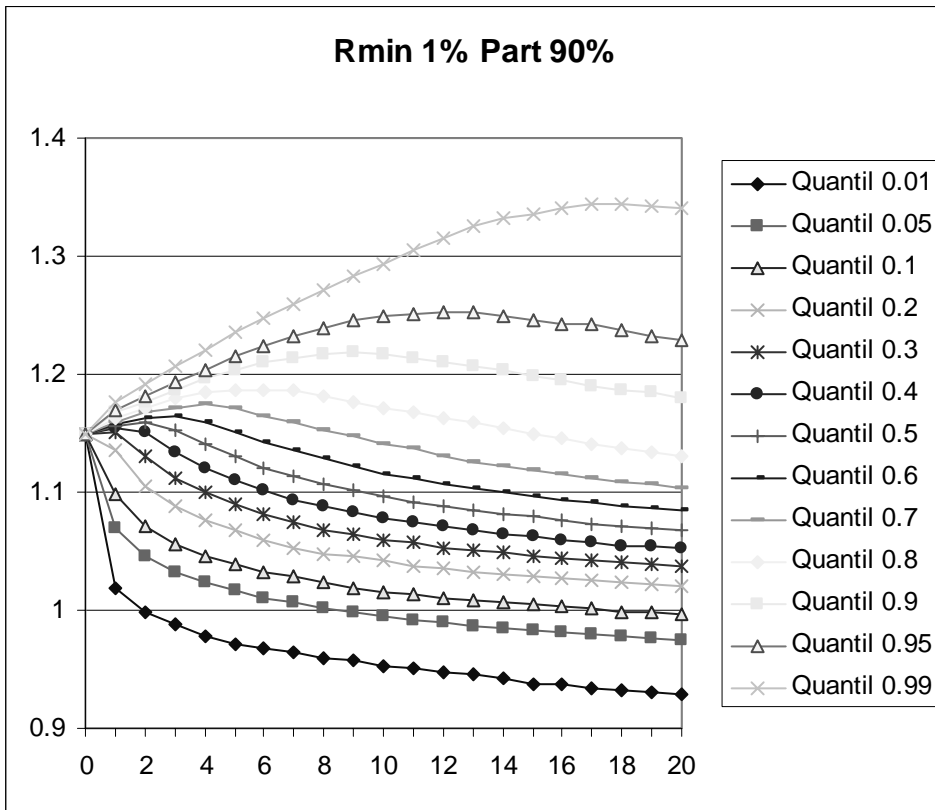


KAPITALENTWICKLUNG

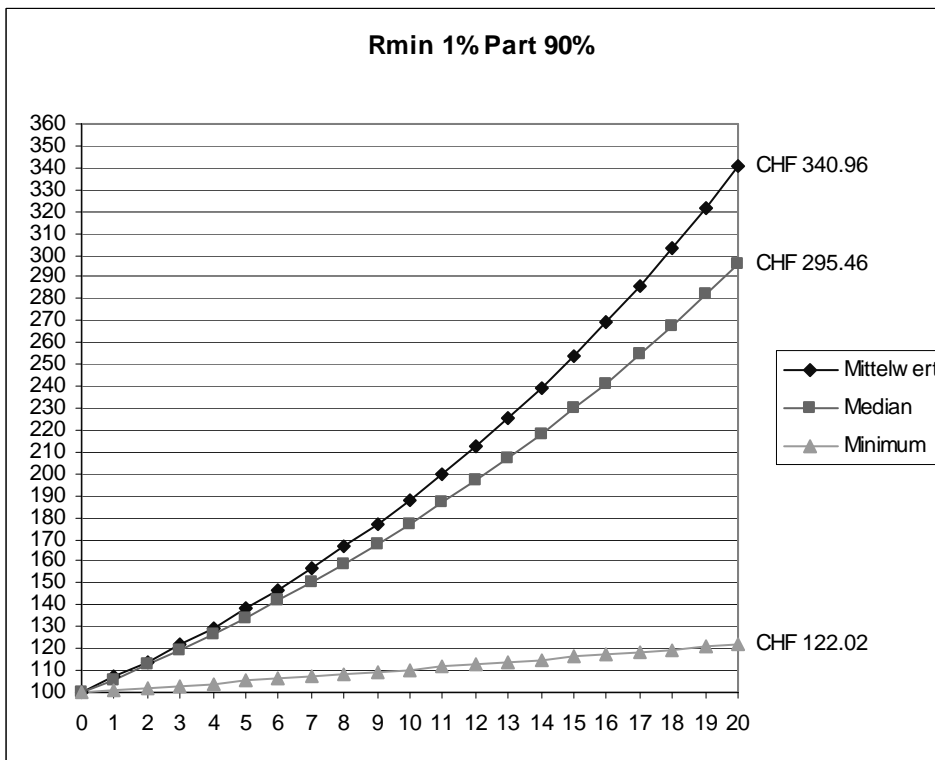
Rmin 0% Part 96.5%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

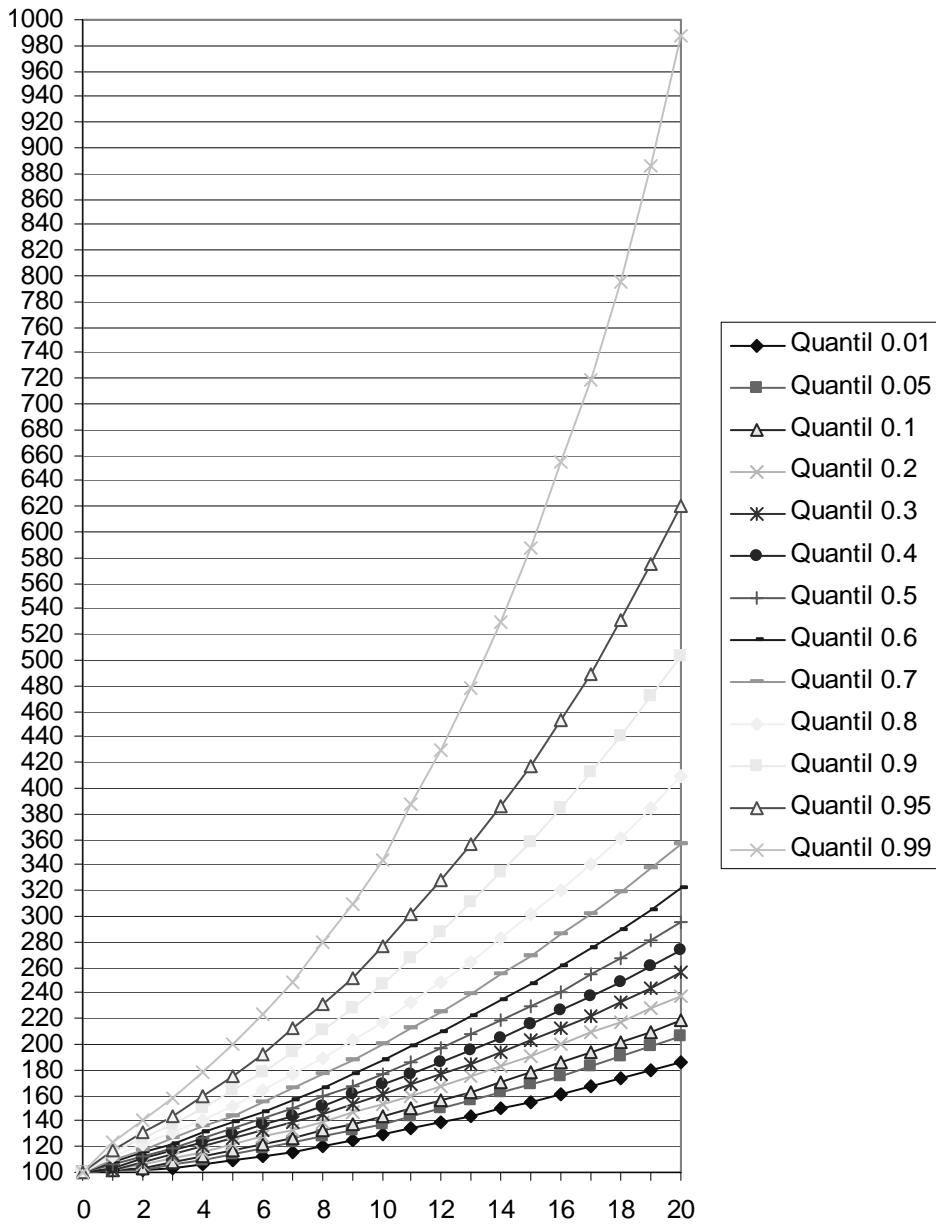


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

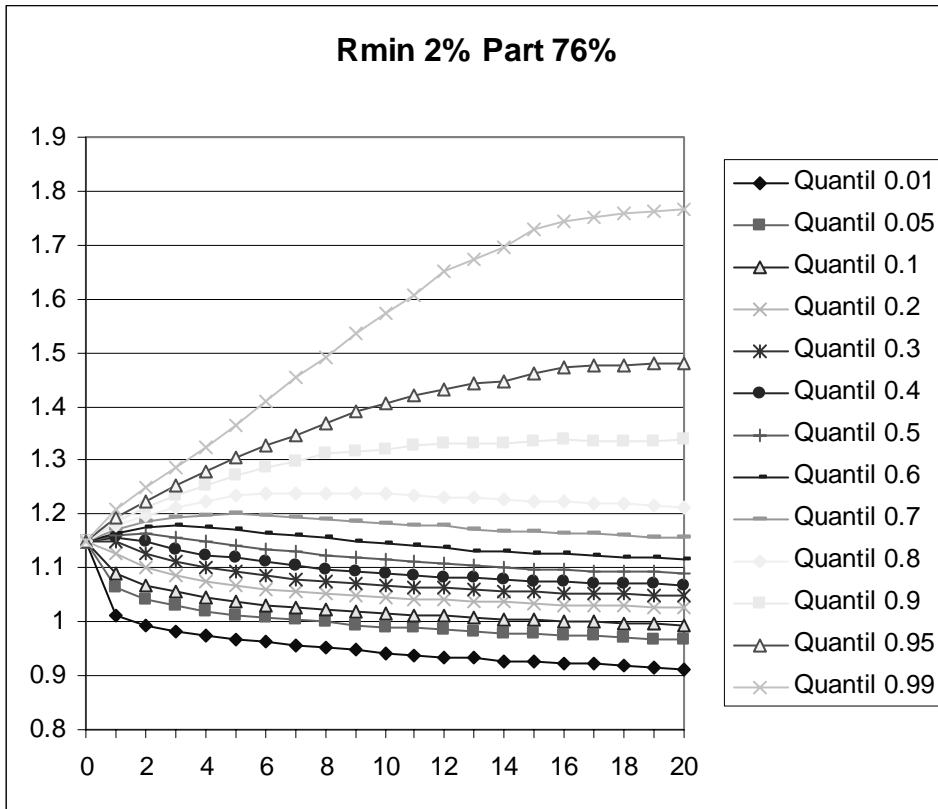


KAPITALENTWICKLUNG

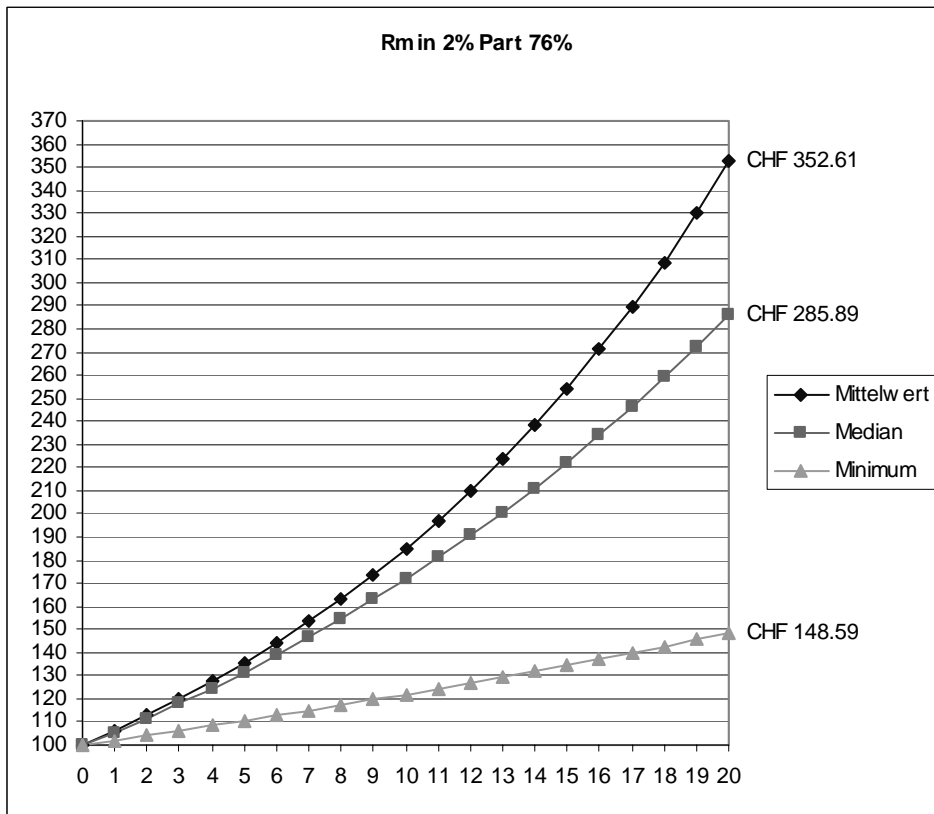
Rmin 1% Part 90%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

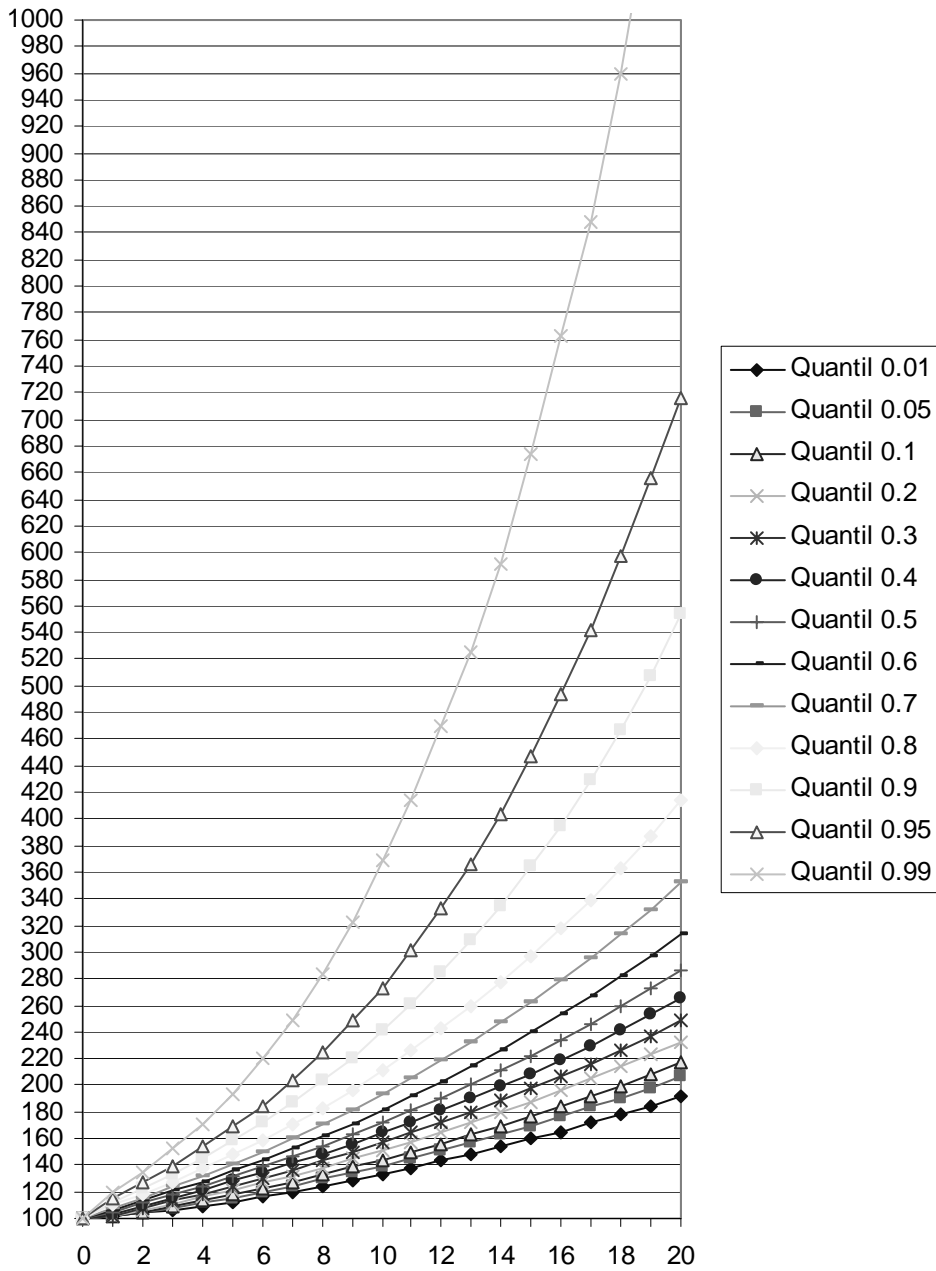


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

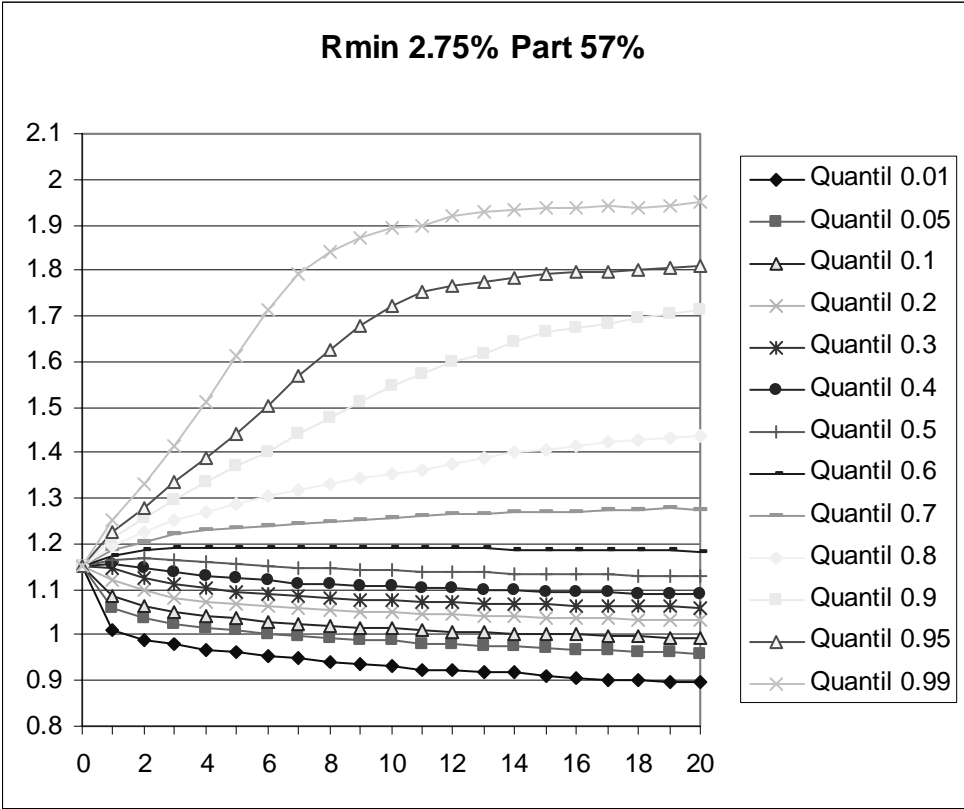


KAPITALENTWICKLUNG

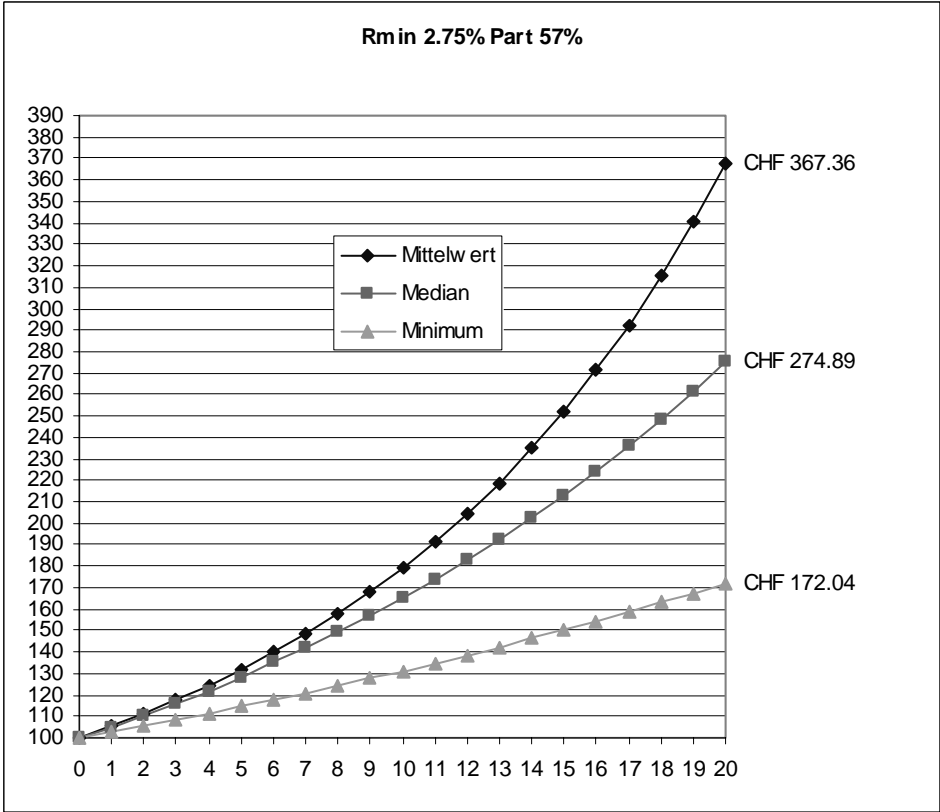
Rmin 2% Part 76%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

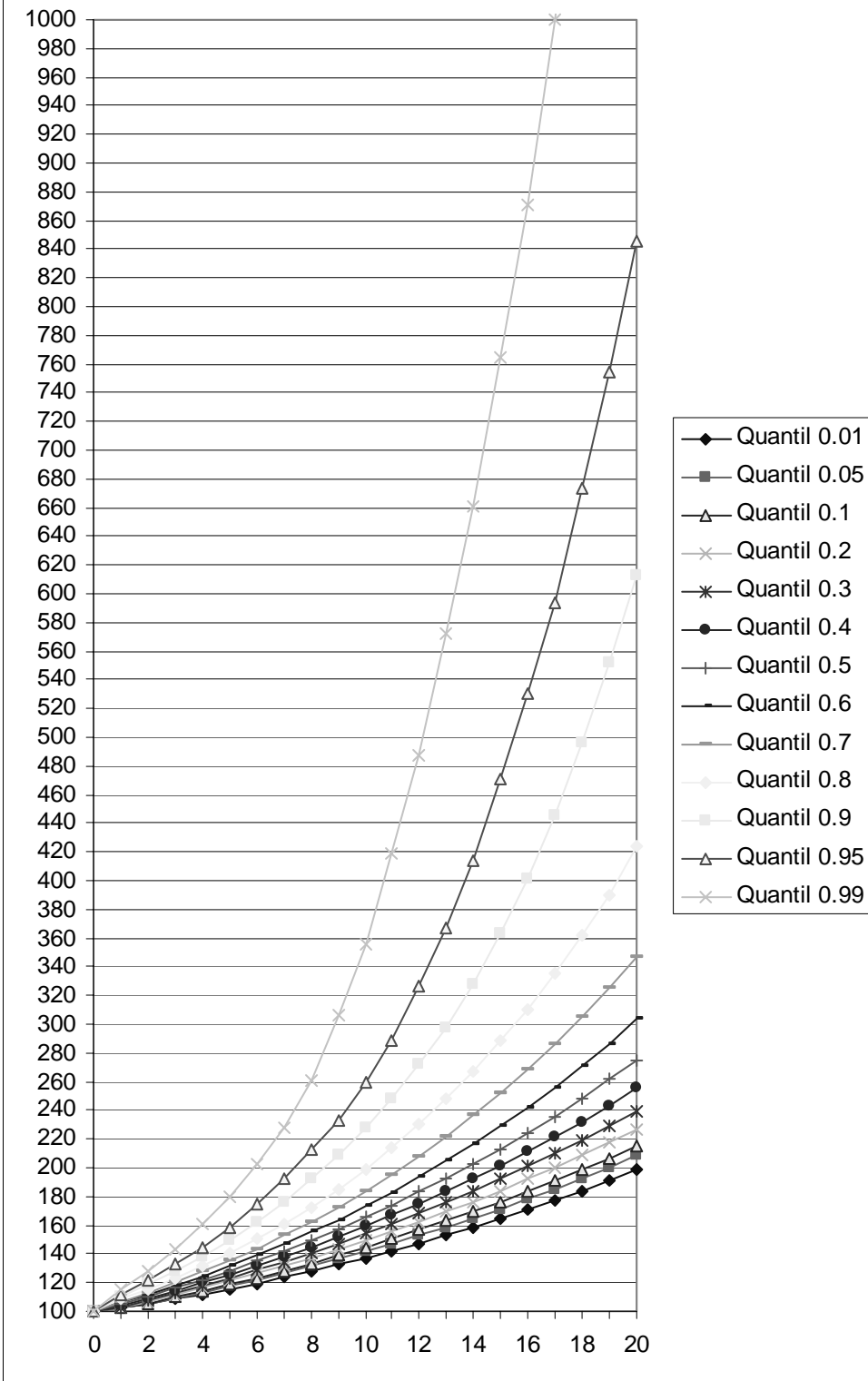


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

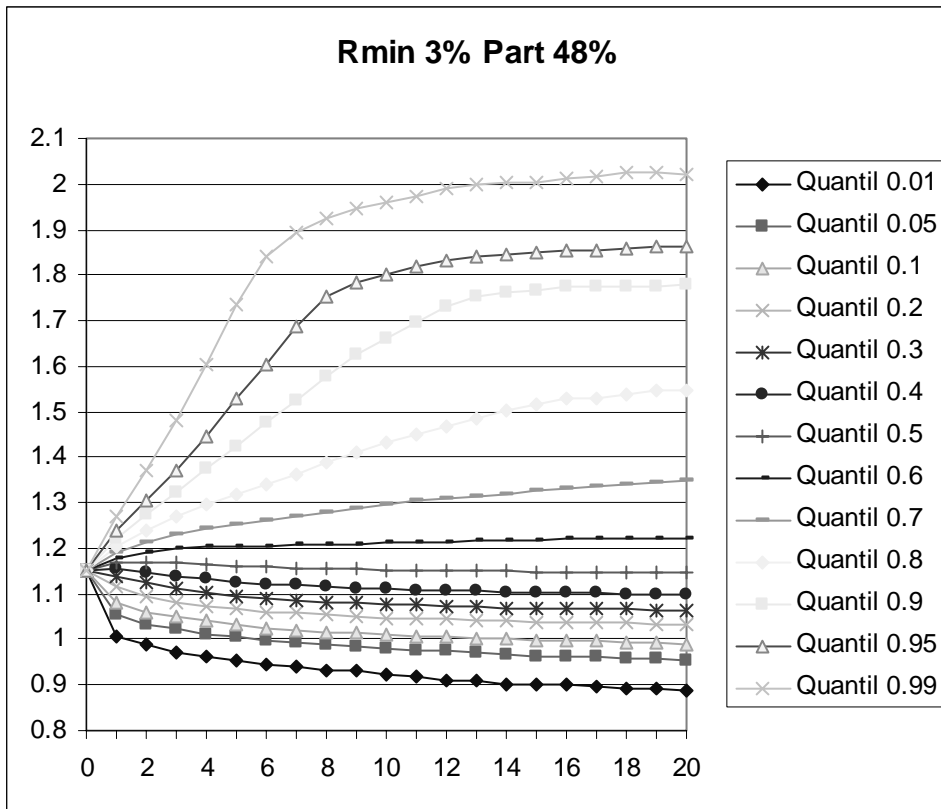


KAPITALENTWICKLUNG

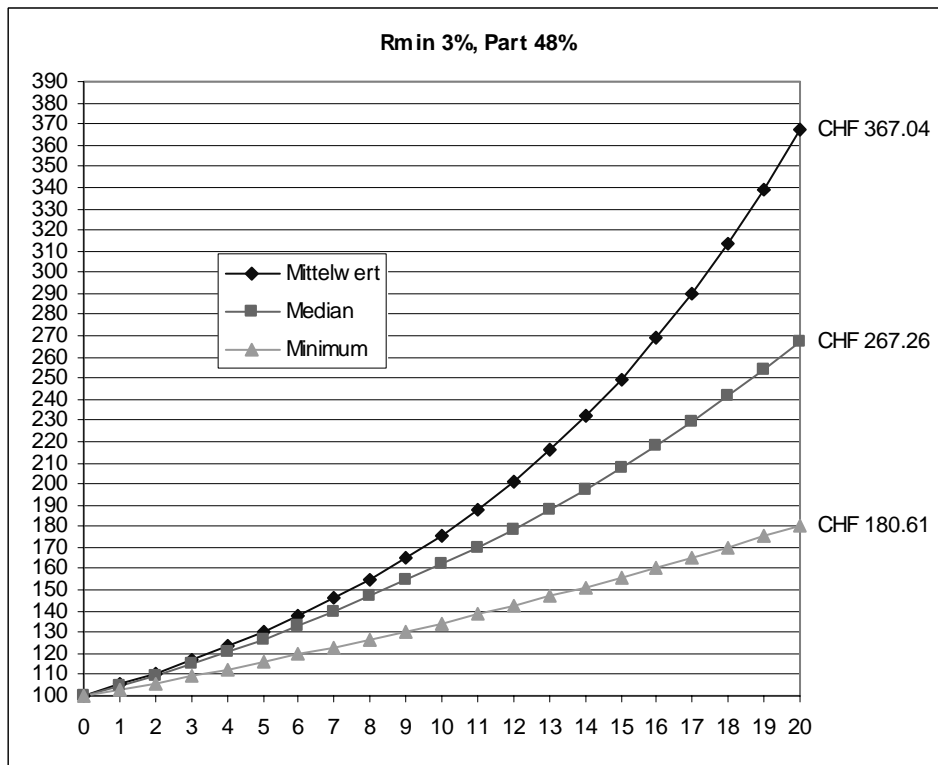
Rmin 2.75% Part 57%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

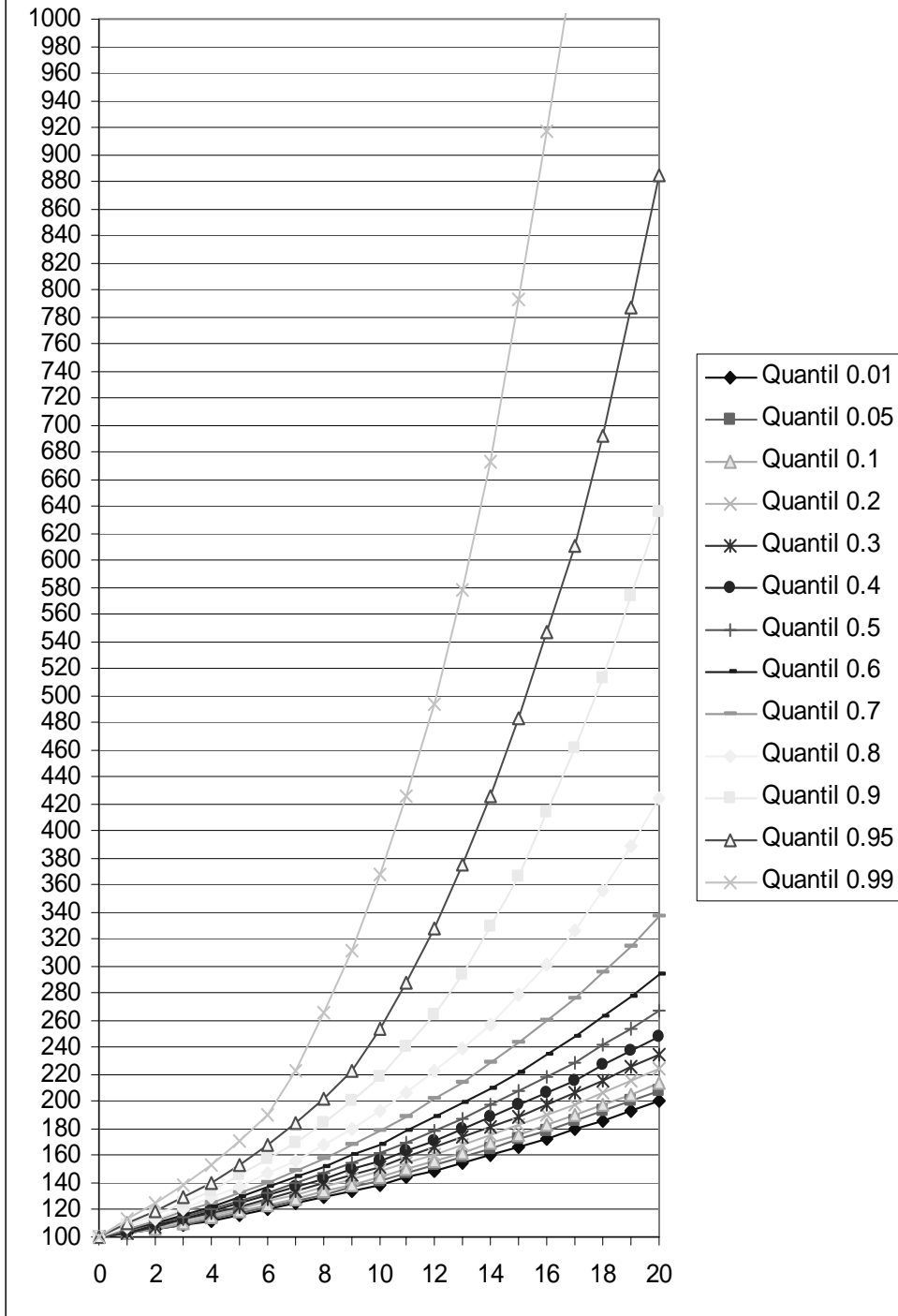


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

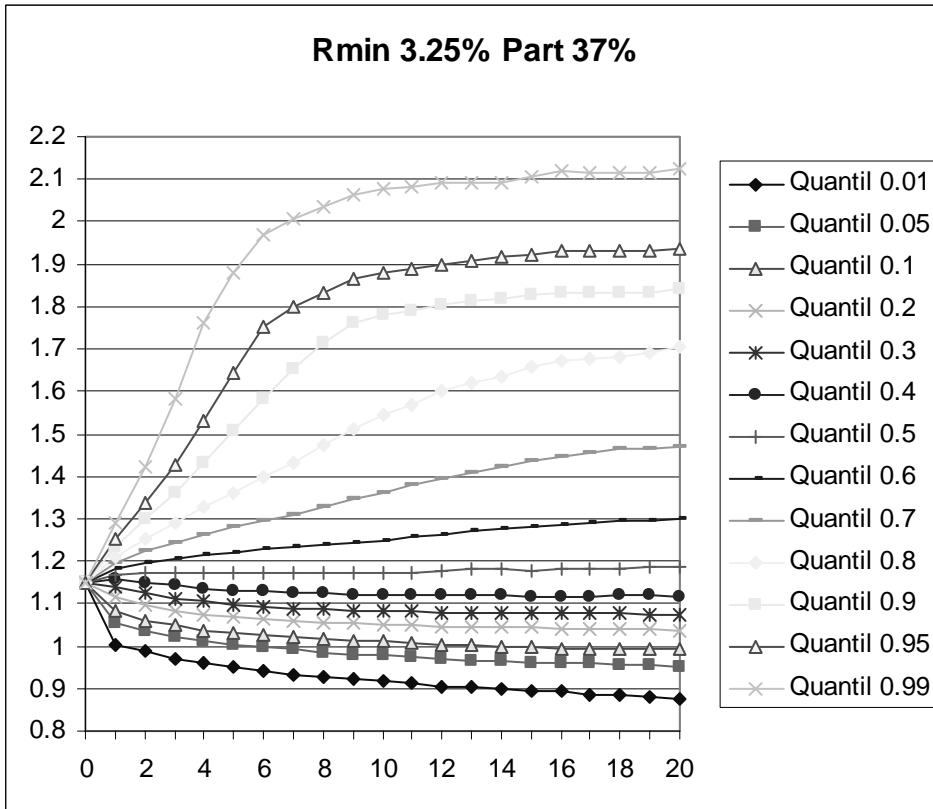


KAPITALENTWICKLUNG

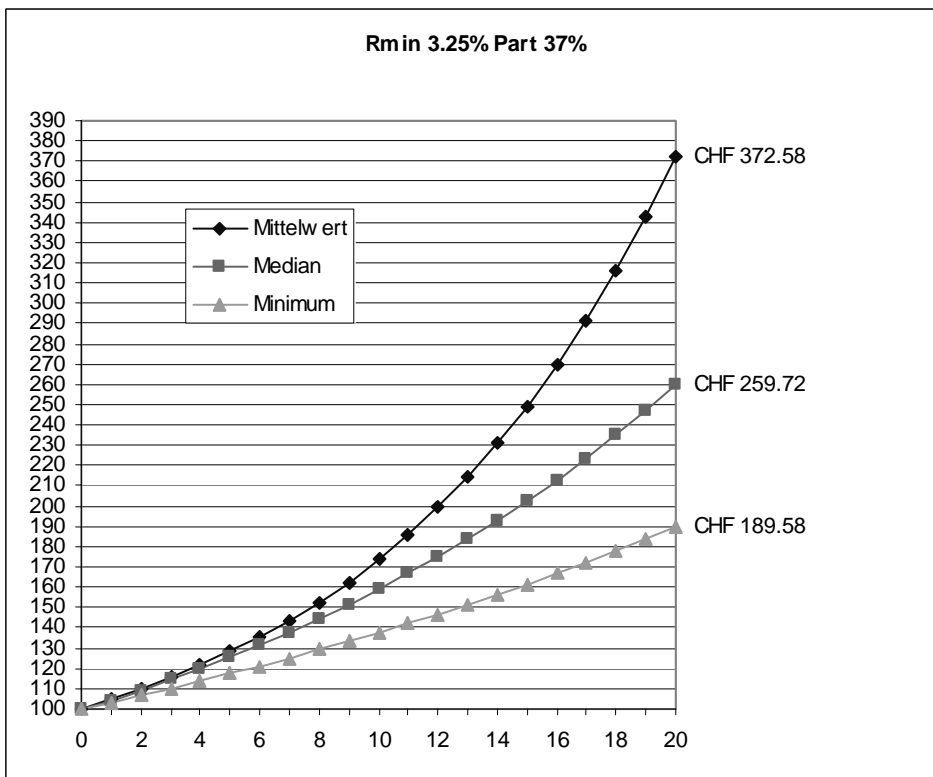
Rmin 3% Part 48%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

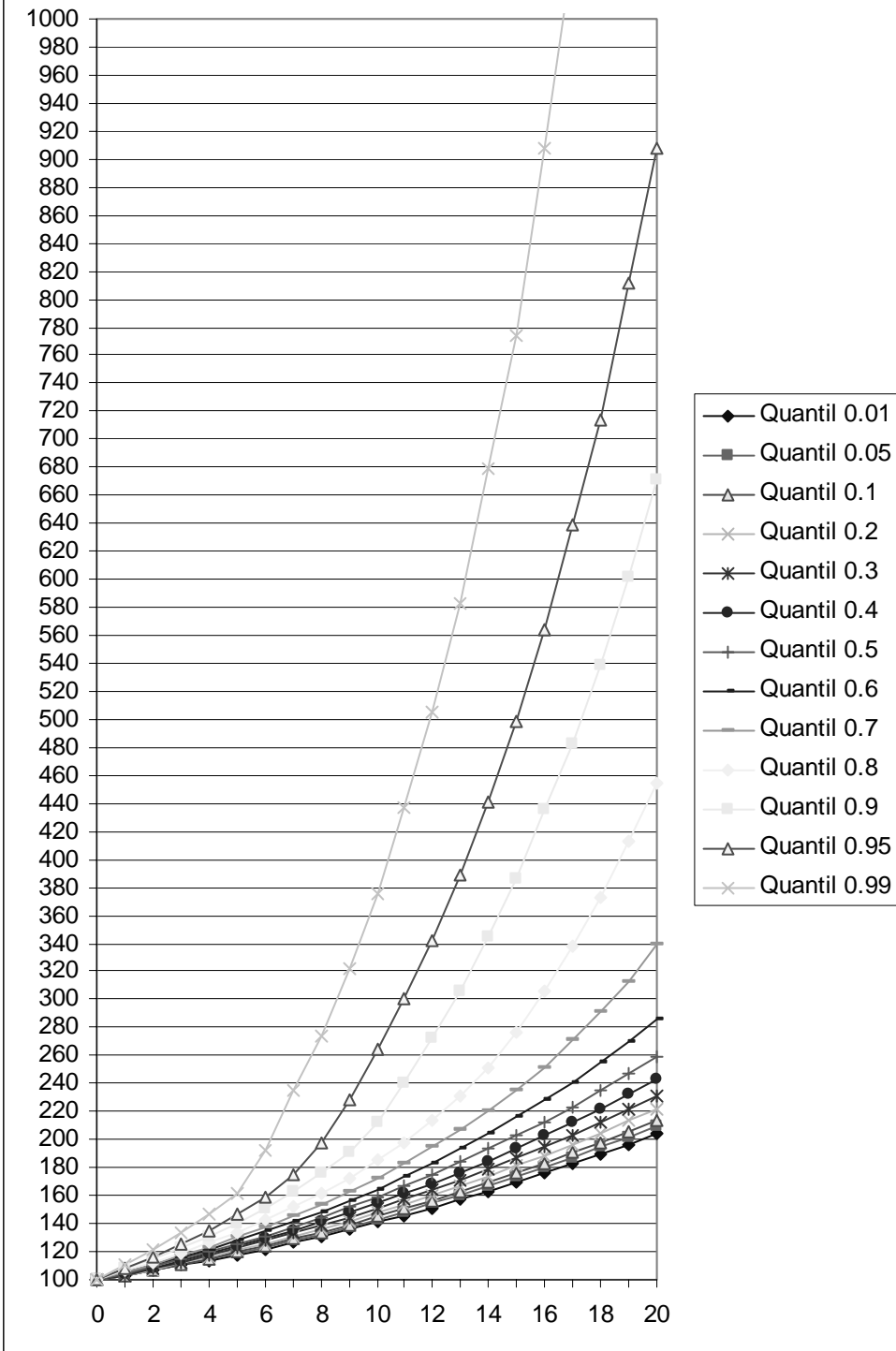


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

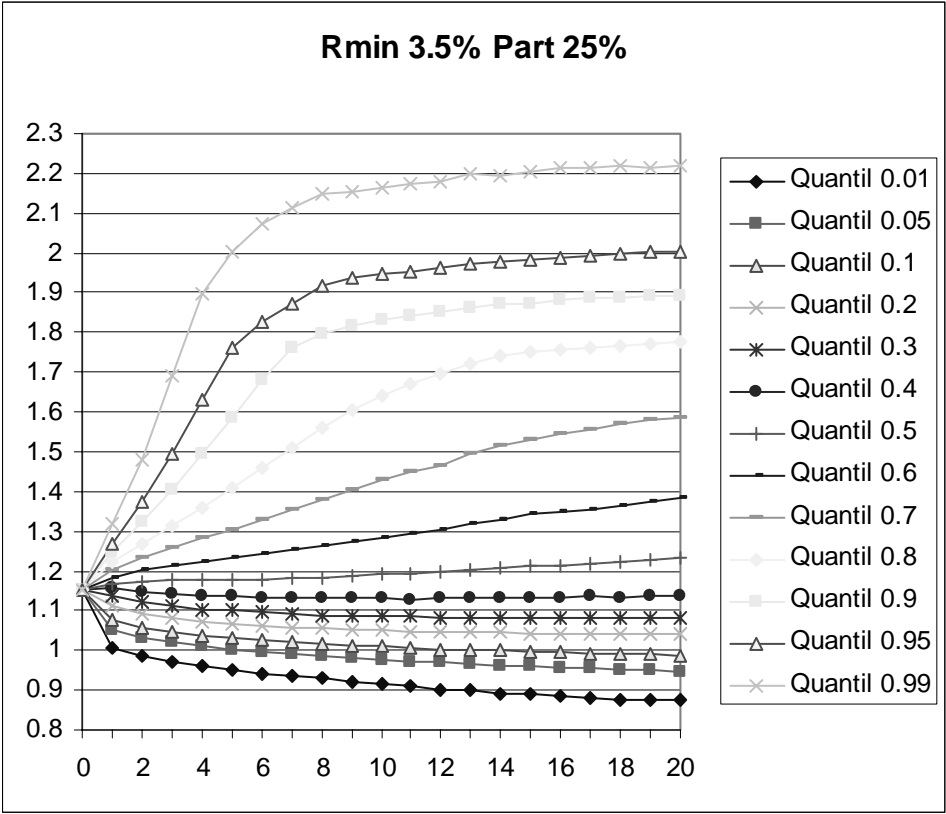


KAPITALENTWICKLUNG

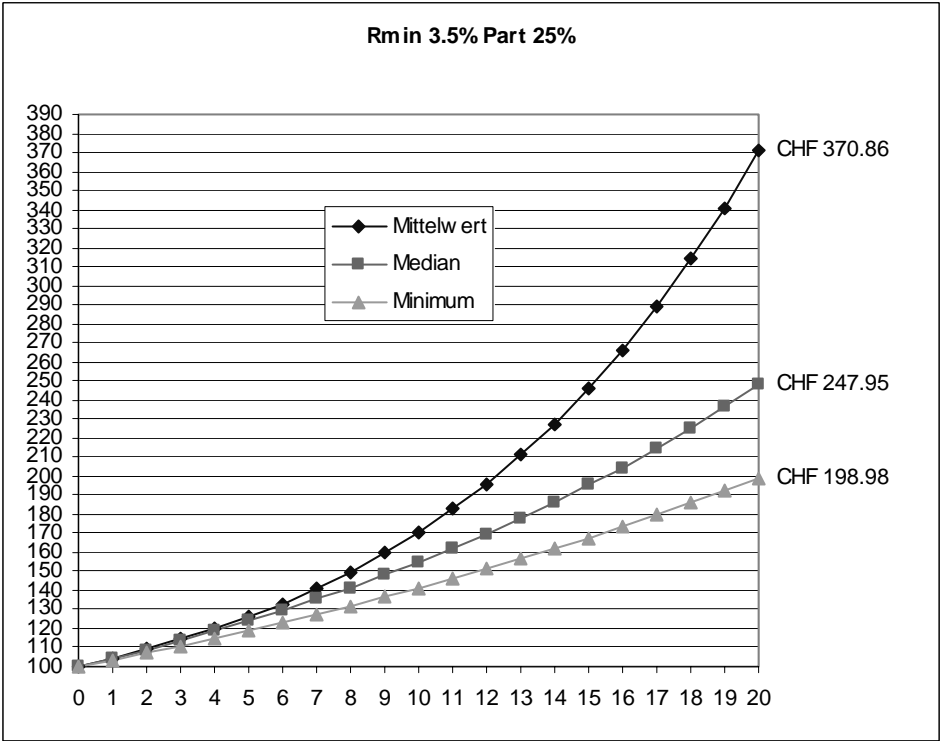
Rmin 3.25% Part 37%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

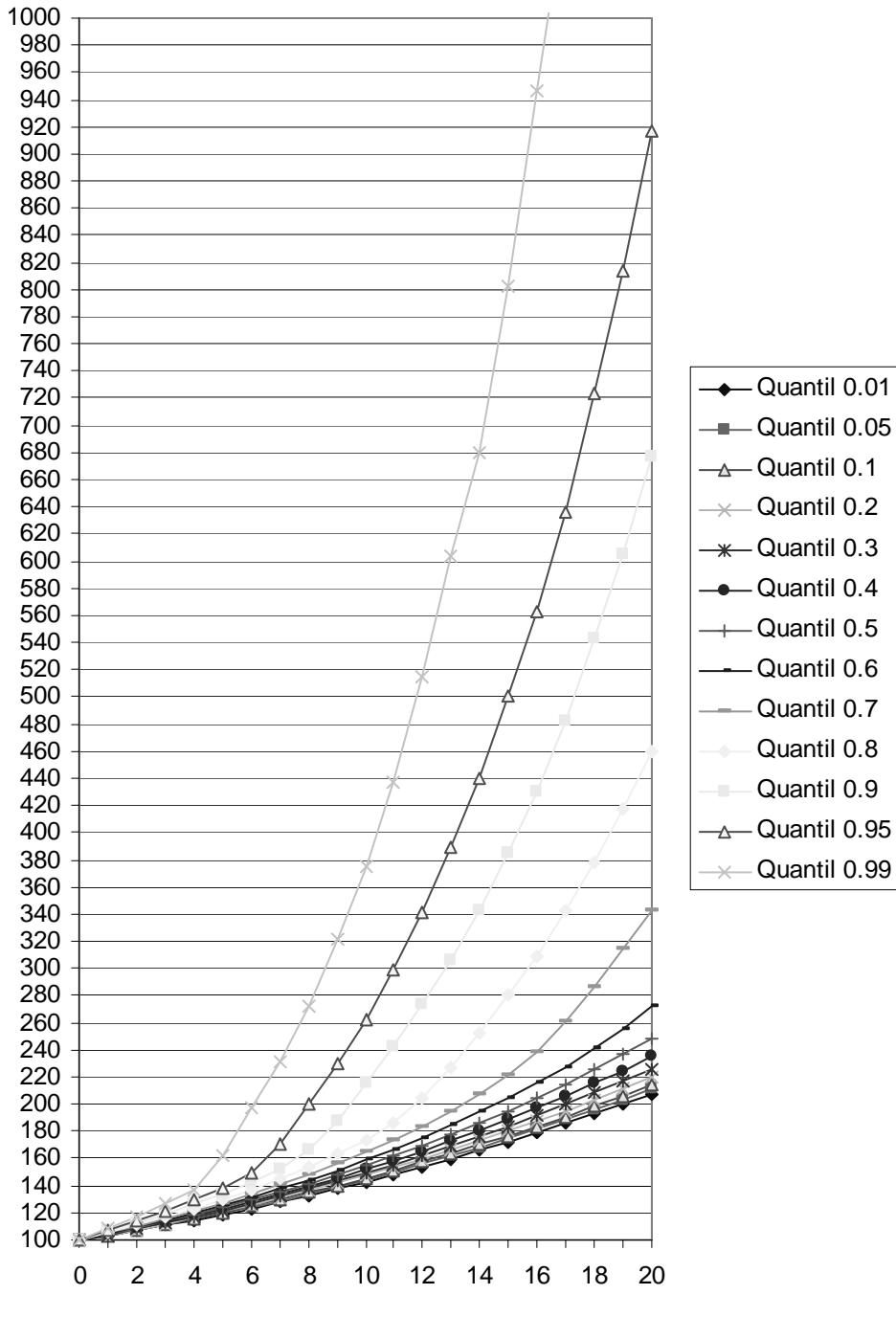


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

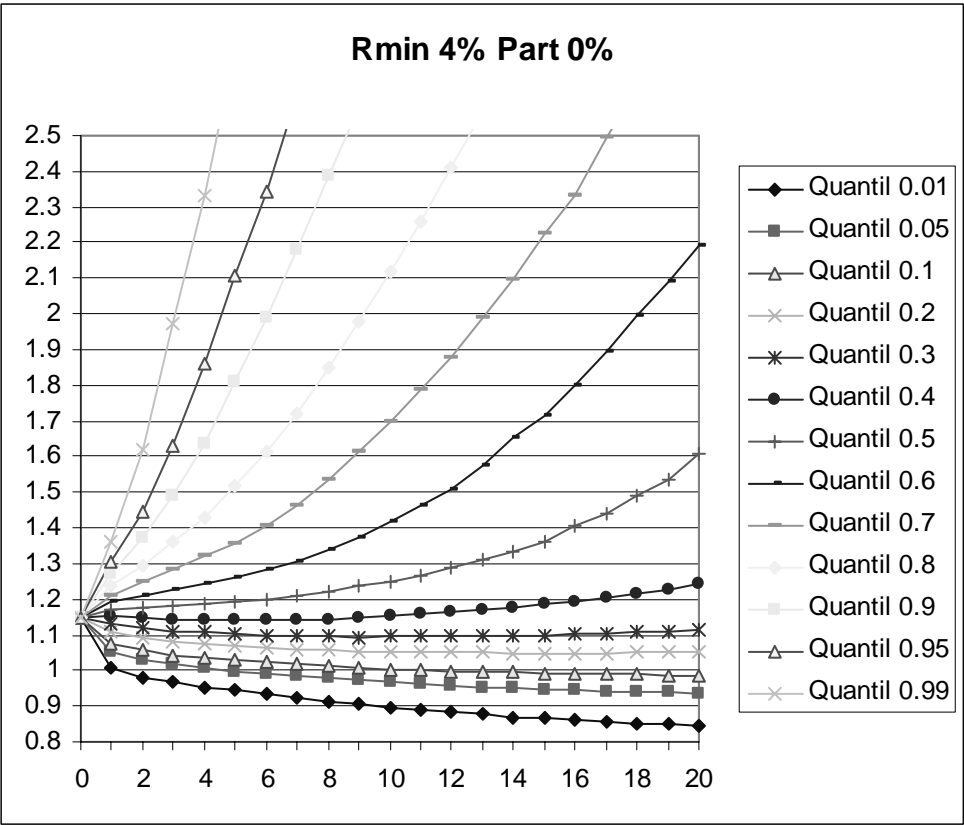


KAPITALENTWICKLUNG

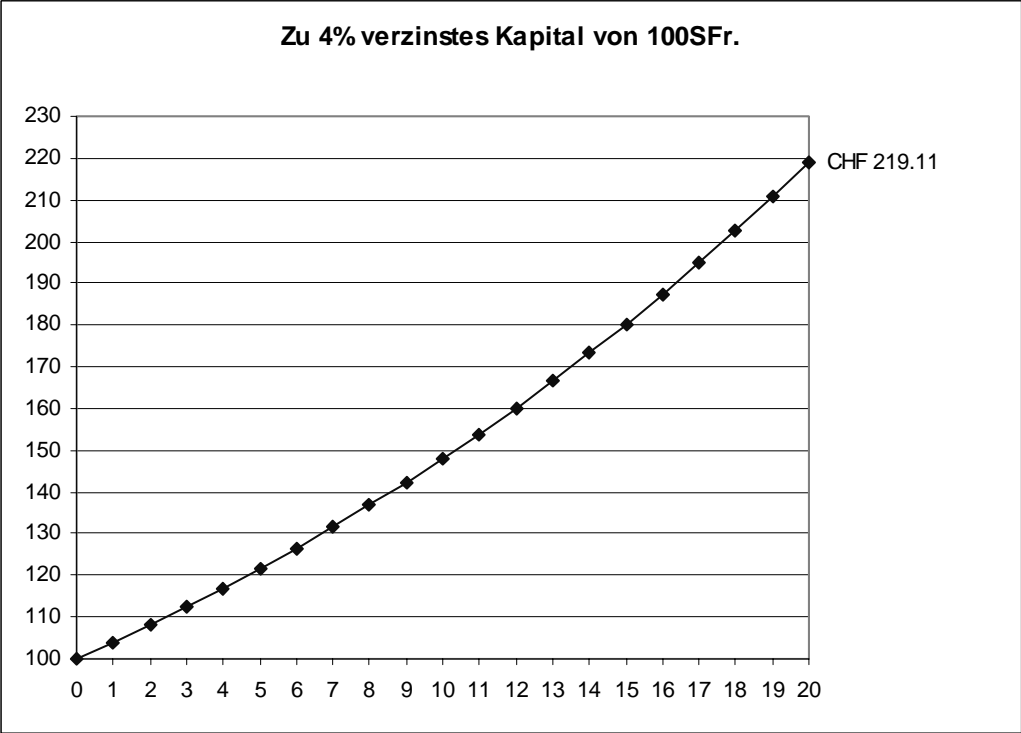
Rmin 3.5% Part 25%



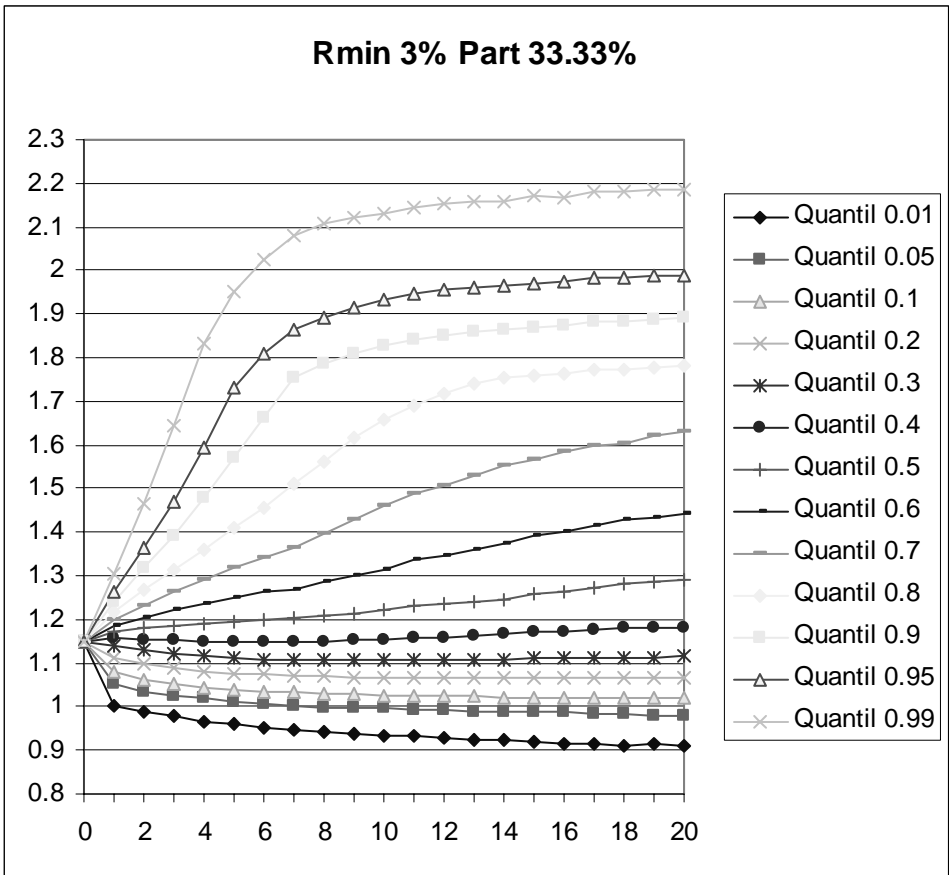
KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG



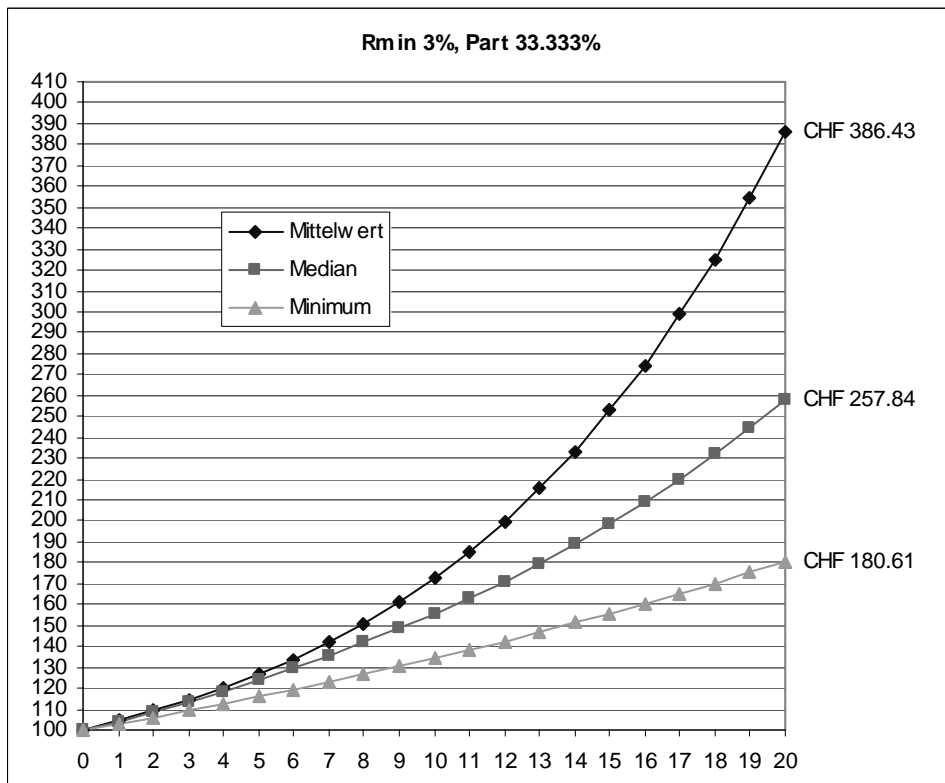
LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD



KAPITALENTWICKLUNG

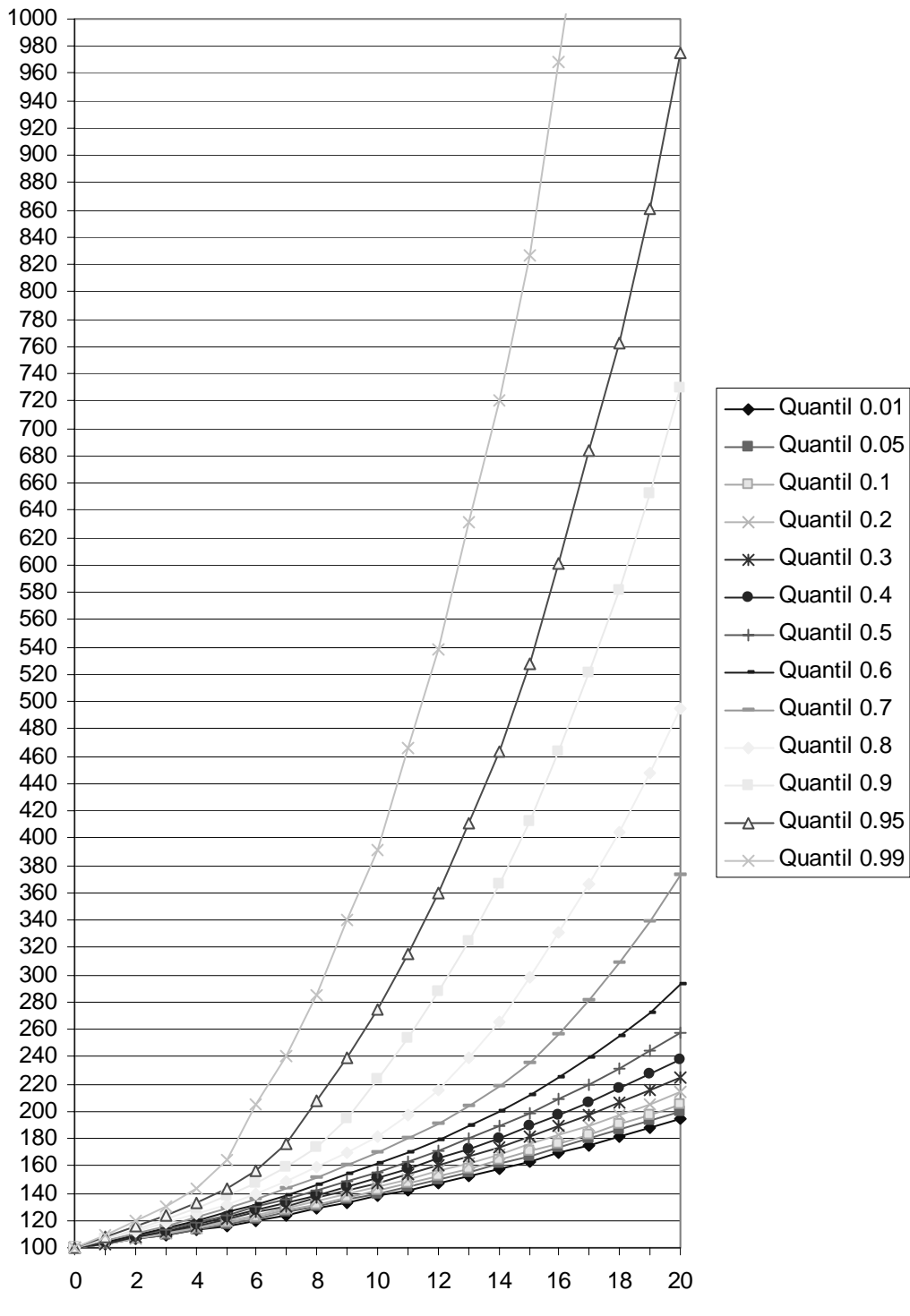


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

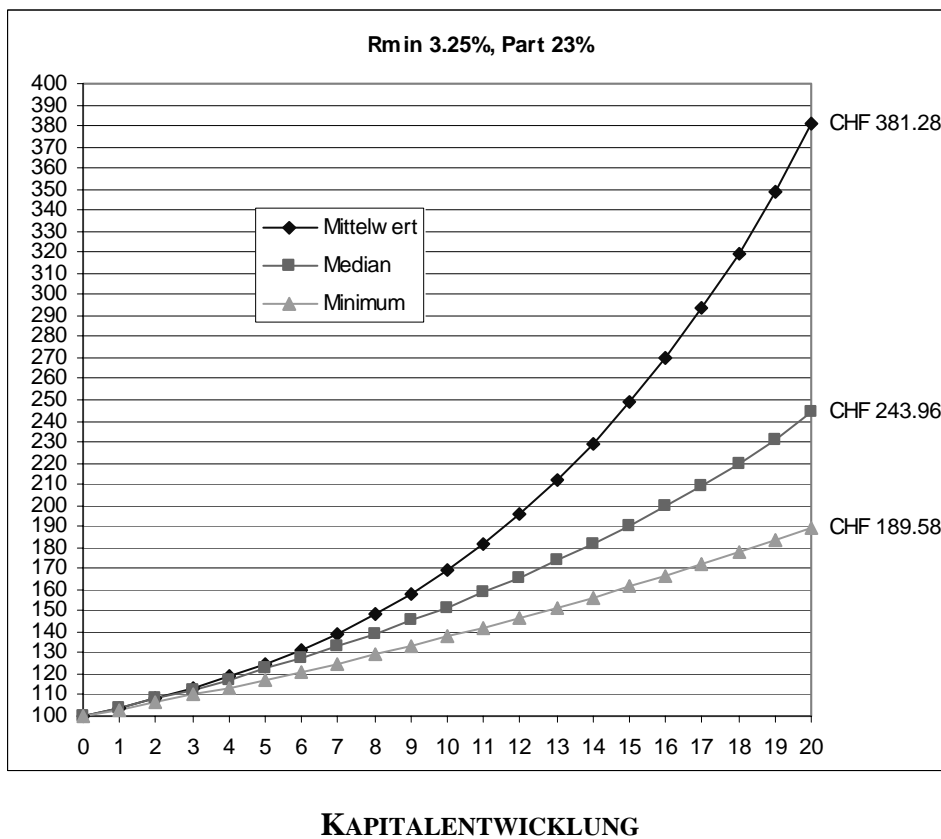
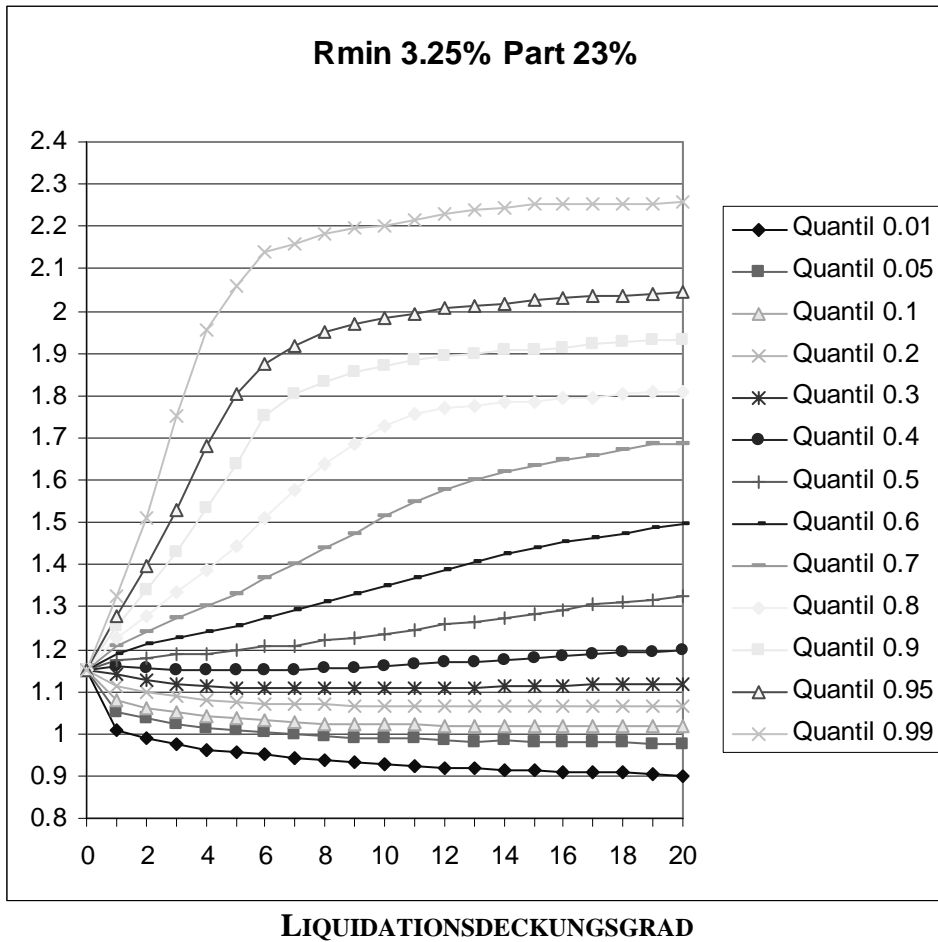


KAPITALENTWICKLUNG

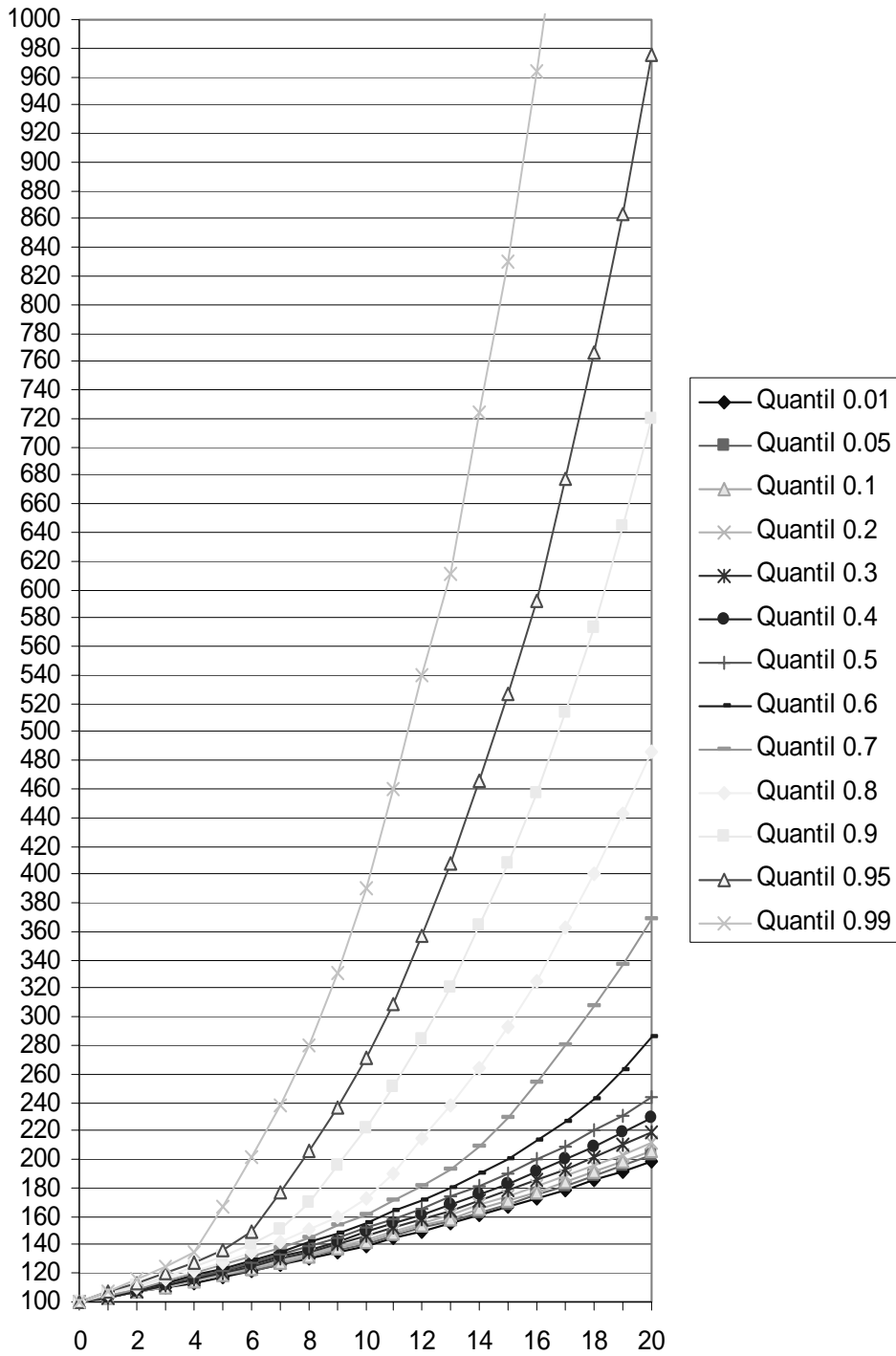
Rmin 3% Part 33.33%



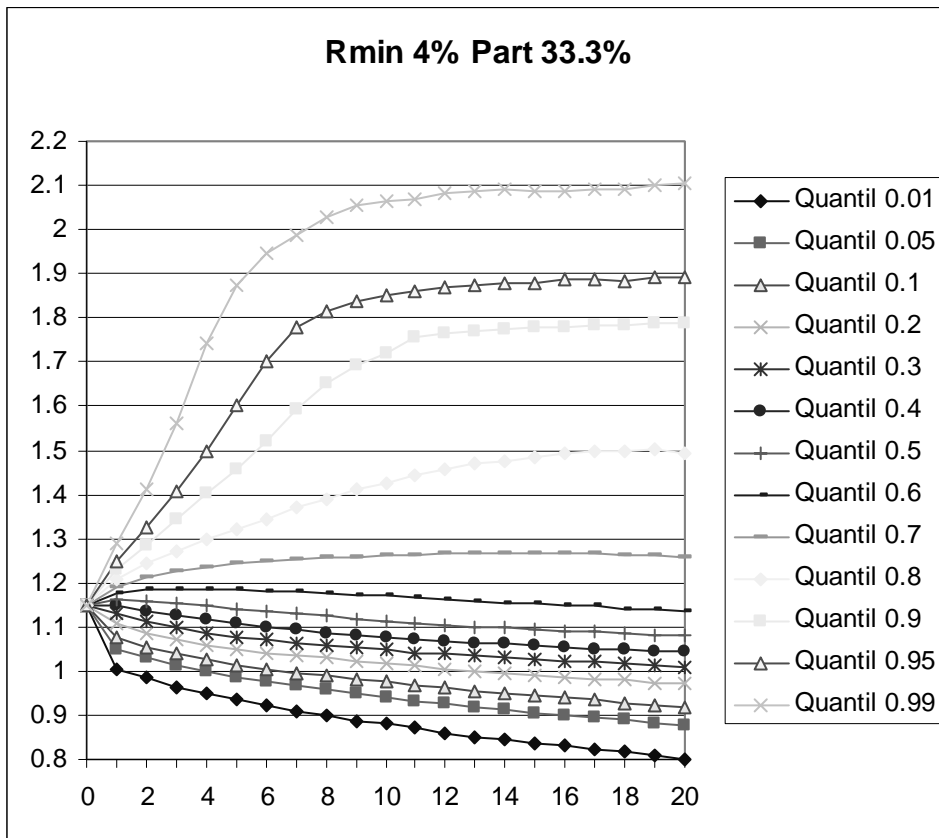
KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG



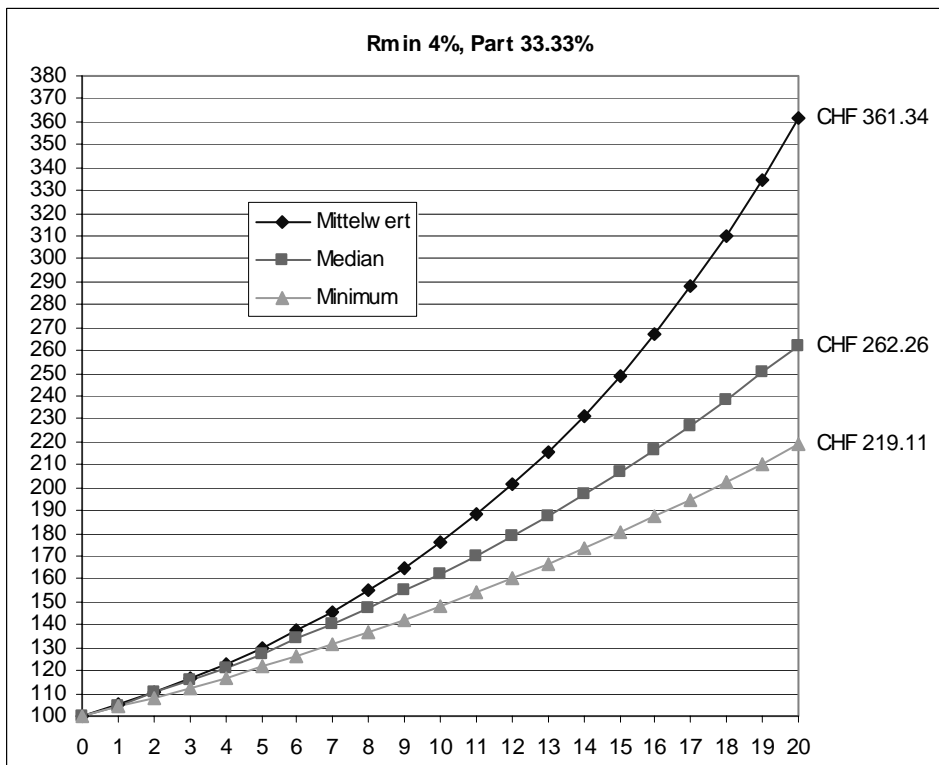
Rmin 3.25% Part 23%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

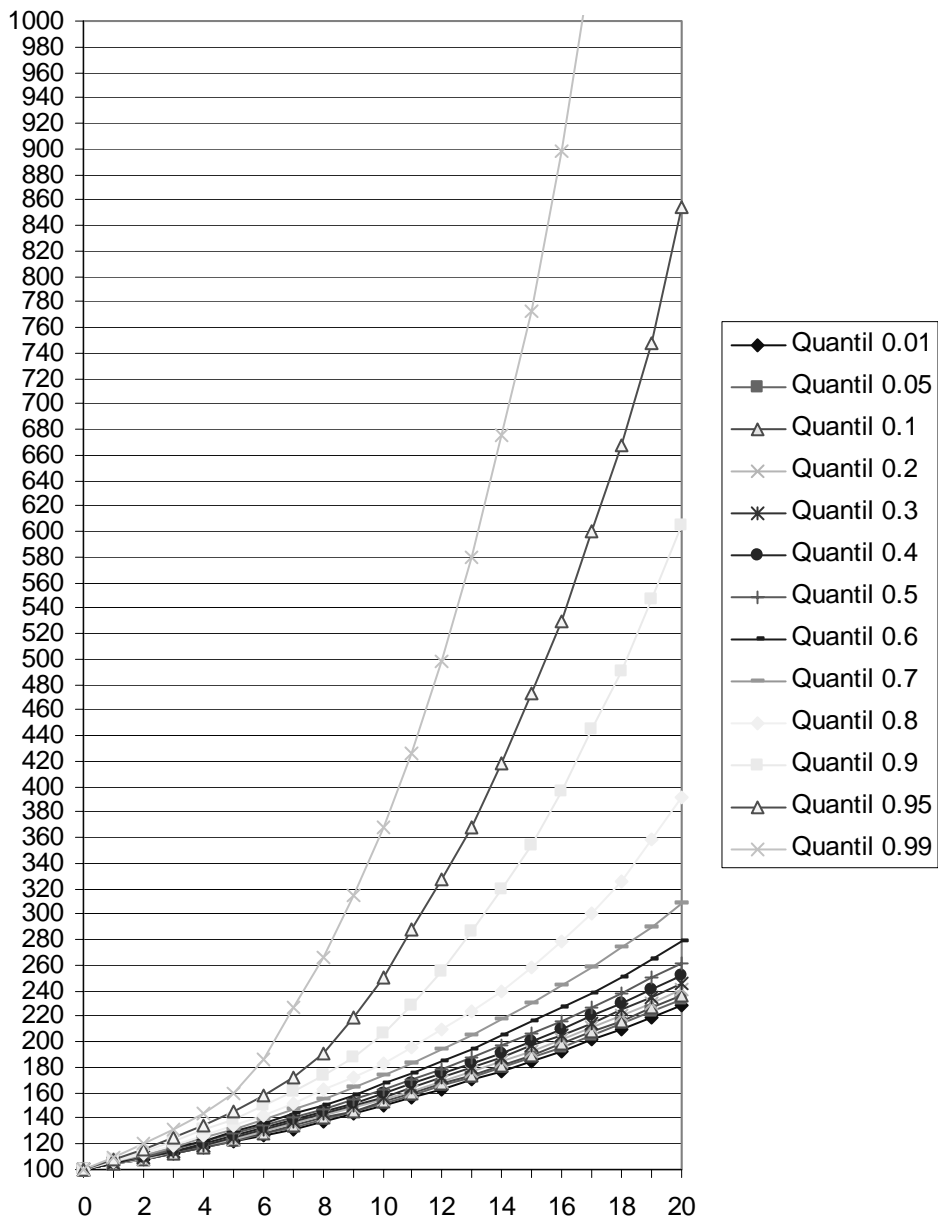


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD



KAPITALENTWICKLUNG

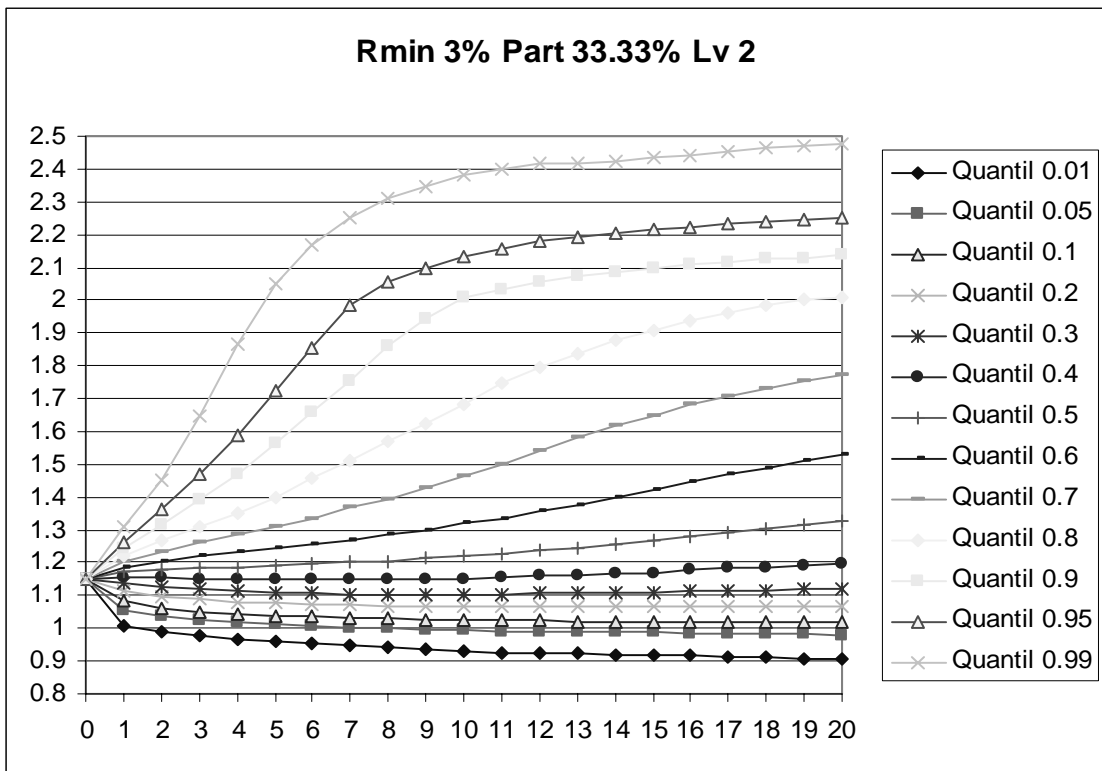
Rmin 4% Part 33.3%



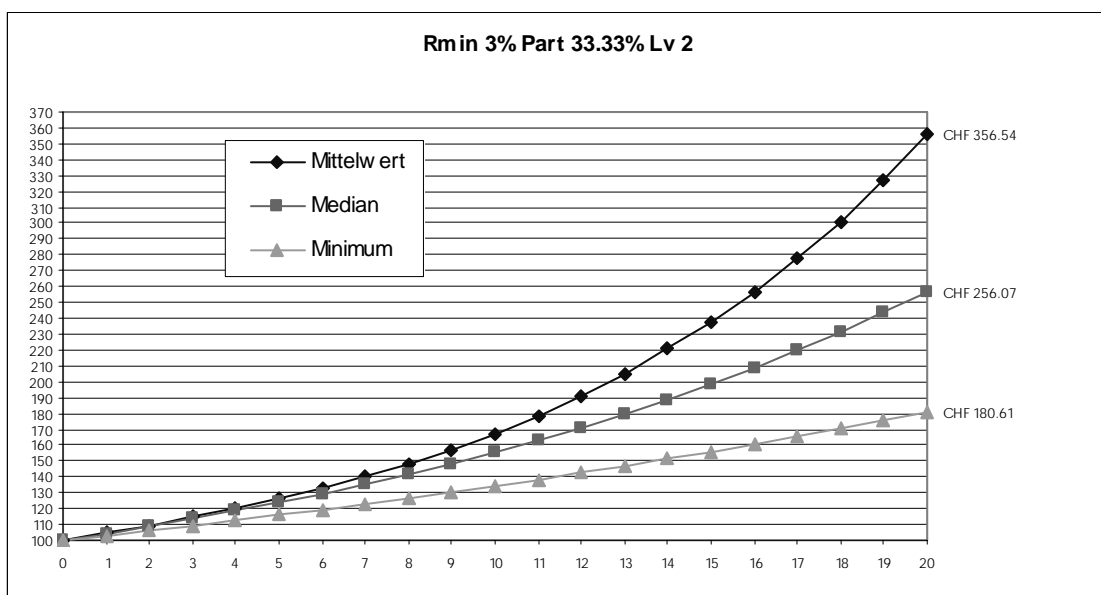
KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

ANHANG C: Volle Partizipation ab $L_v = 2$

R_{min}	Partizipation	AW	Geldmarkt	L_v	AW_{20}
3%	33.33%	0.2%	4.18%	2	7.26%
3%	48%	0.2%	4.18%	2	12.02%

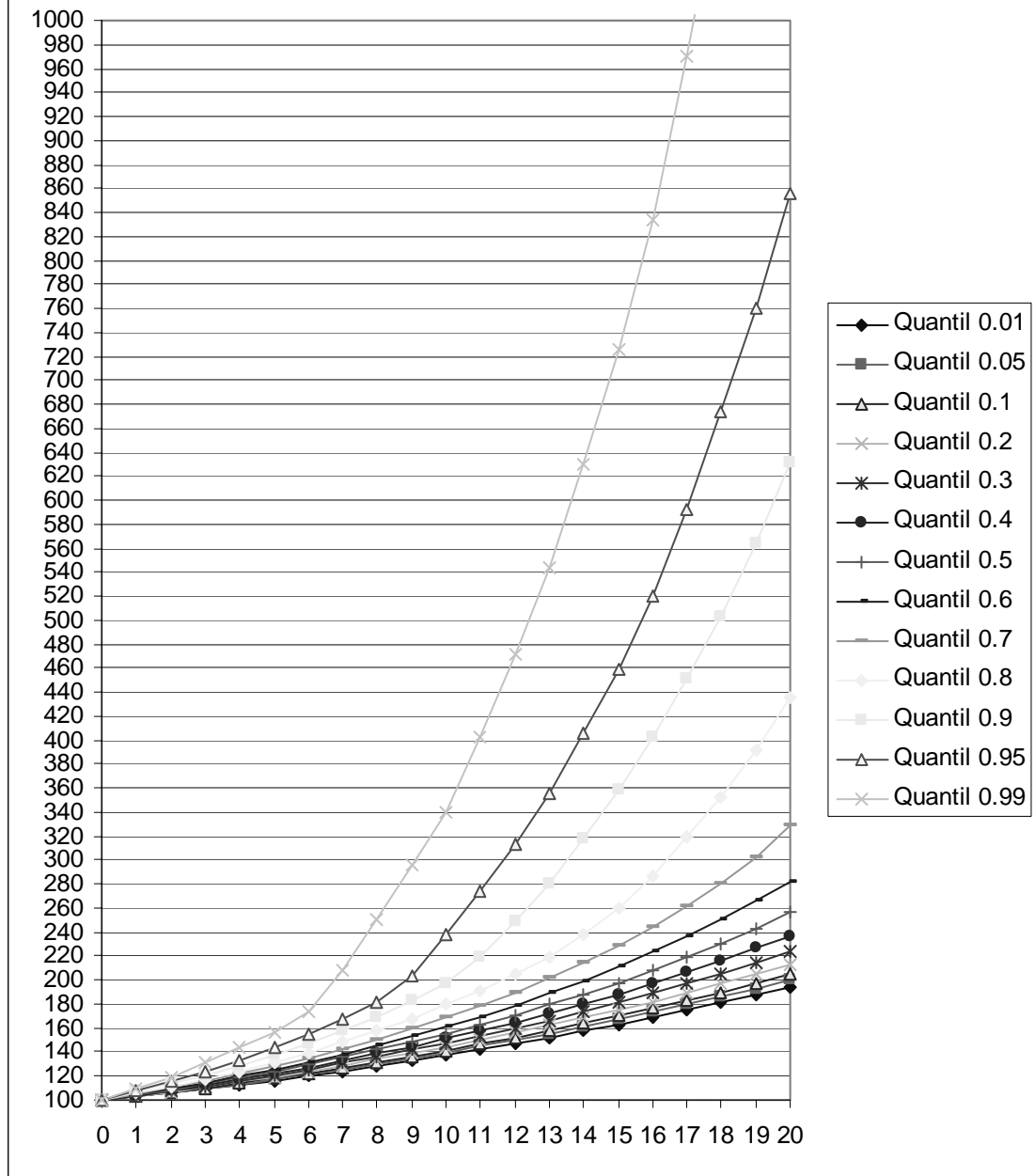


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD VON (3%/33.33%) MIT $L_v = 2$



ENTWICKLUNG VON 100 SFR. ZU (3%/33.33%) MIT $L_v = 2$

Rmin 3% Part 33.33% Lv 2



VERTEILUNG DER ENTWICKLUNG VON 100 SFR. ZU (3%/33.33%) MIT $L_v = 2$

ANHANG D: Einfluss tieferer erwarteter Renditen

Der Geldmarktzins betrage 4%. Damit erhält man bei gleichbleibenden Risikoprämien folgende erwartete stetige Renditen:

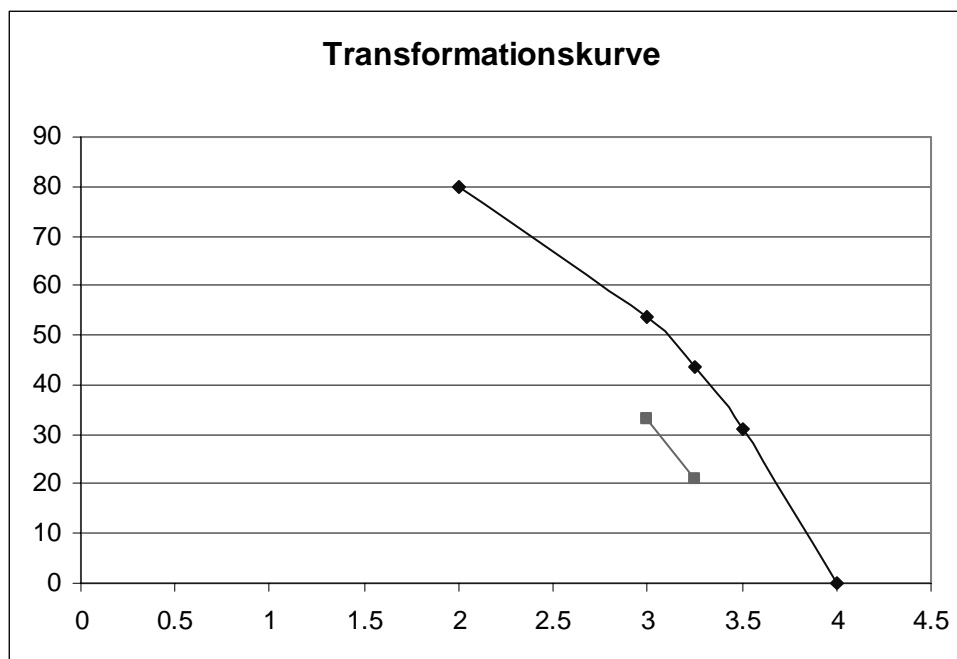
BVG00	BVG25	BVG40	BVG60	BVG100
0.0440	0.0573	0.0653	0.0760	0.0955

Transformationskurve:

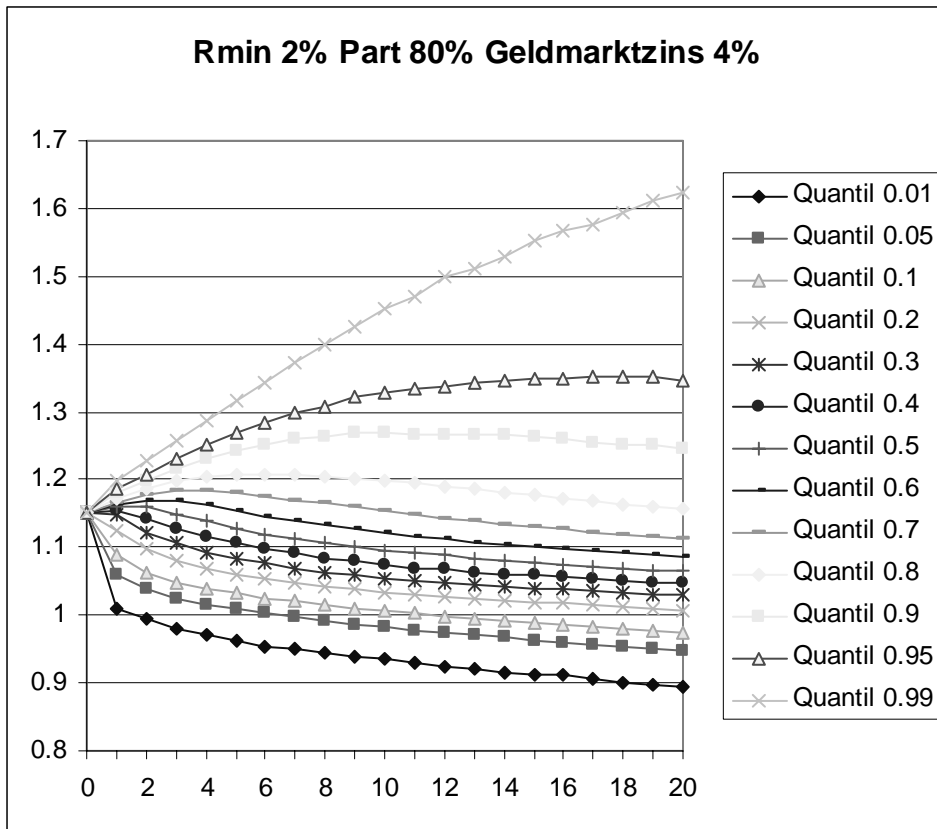
AW_{20}	AW	Geldmarkt	L_v
18%	0.2%	4%	1.75

Andere Punkte:

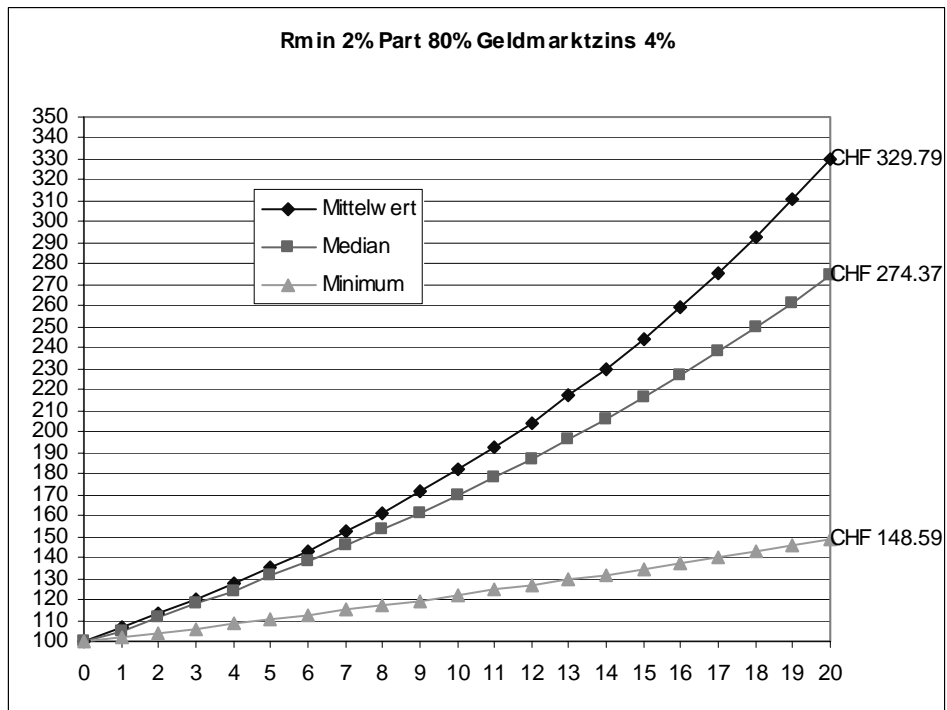
R_{min}	Partizipation	AW_{20}	AW	Geldmarkt	L_v
3%	33.33%	9.3%	0.2%	4%	1.75
3.25%	21%	9.3%	0.2%	4%	1.75



ALLE SIMULIERTEN KOMBINATIONEN

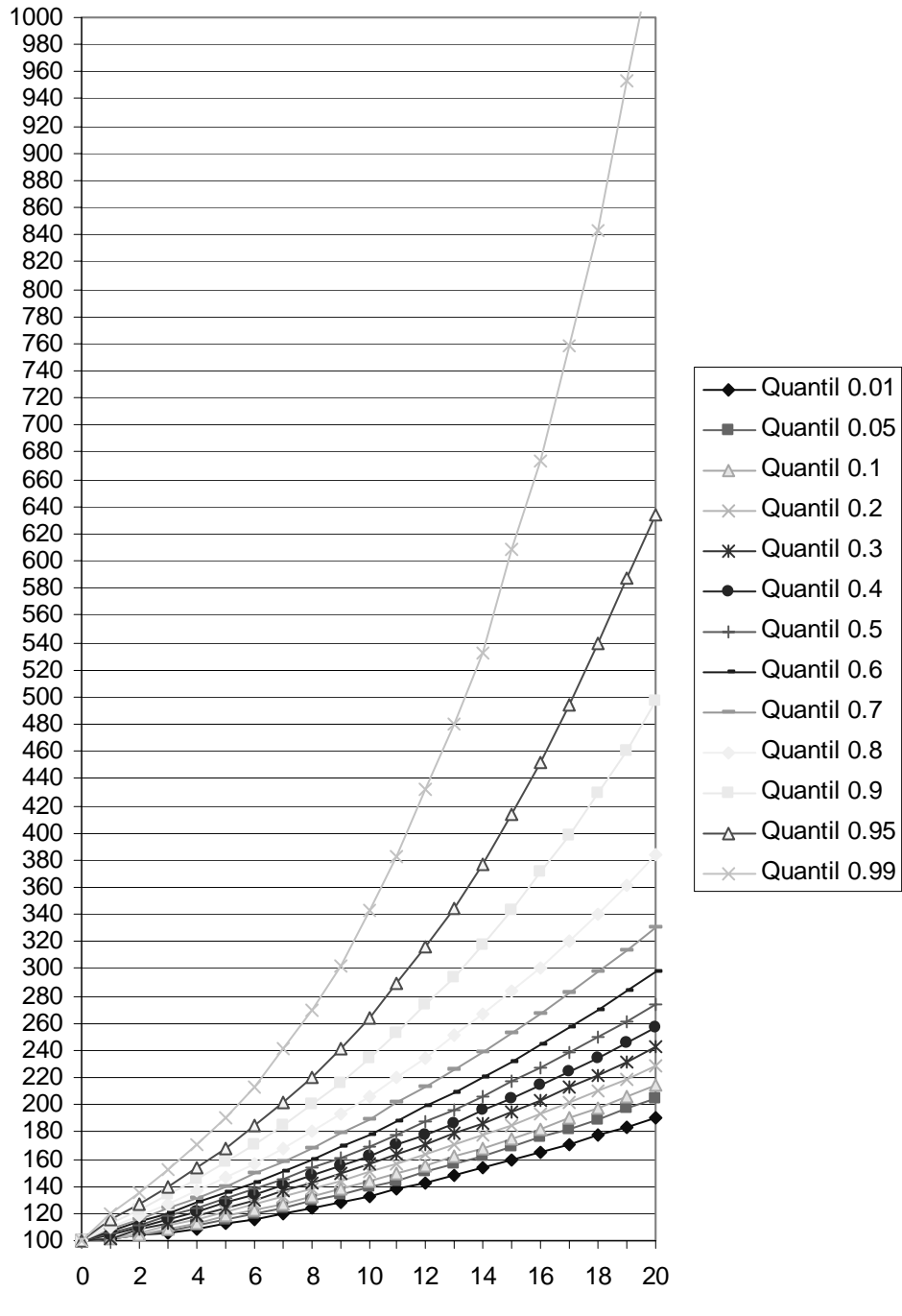


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

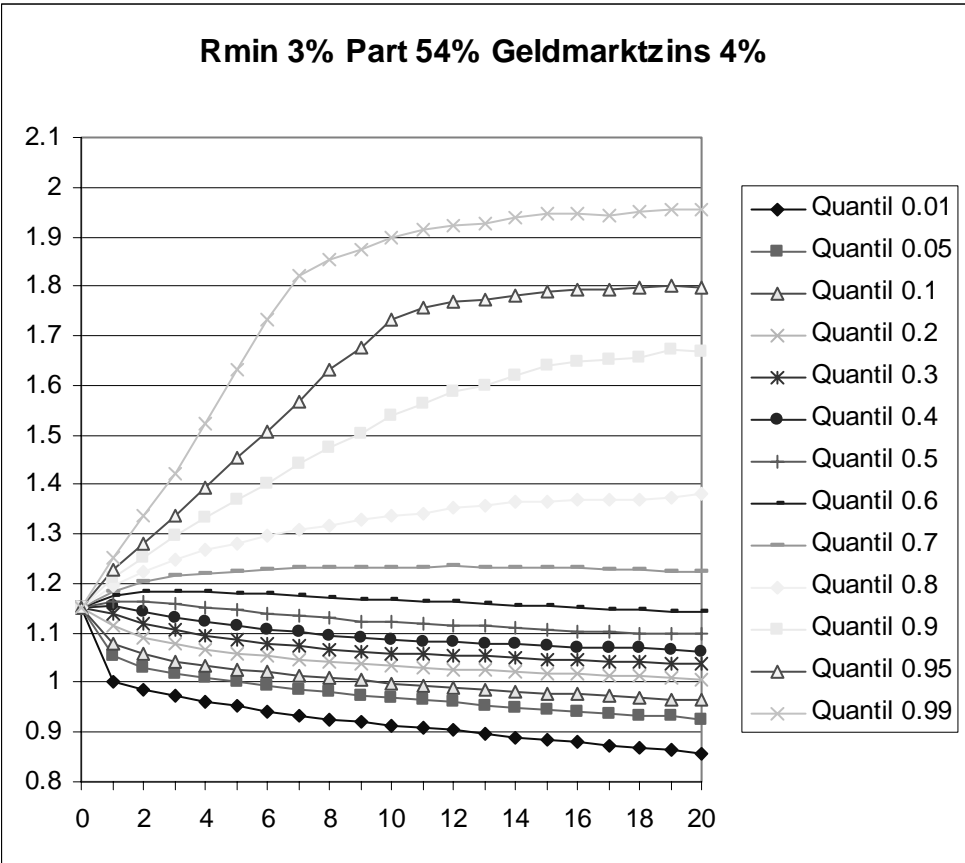


KAPITALENTWICKLUNG

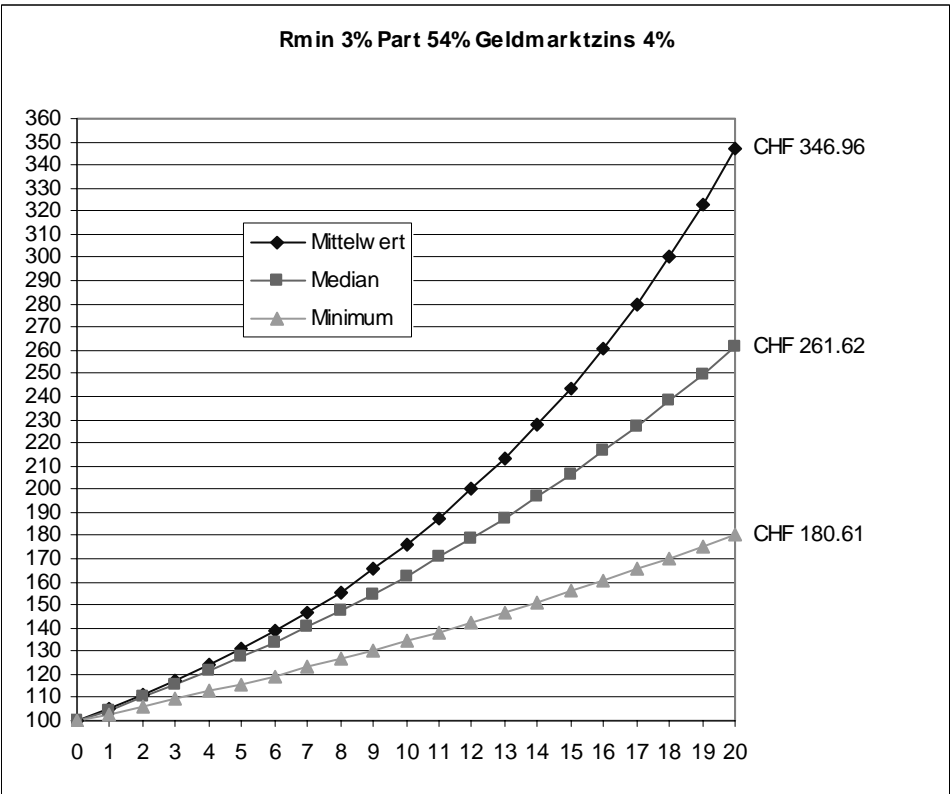
Rmin 2% Part 80% Geldmarktzins 4%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

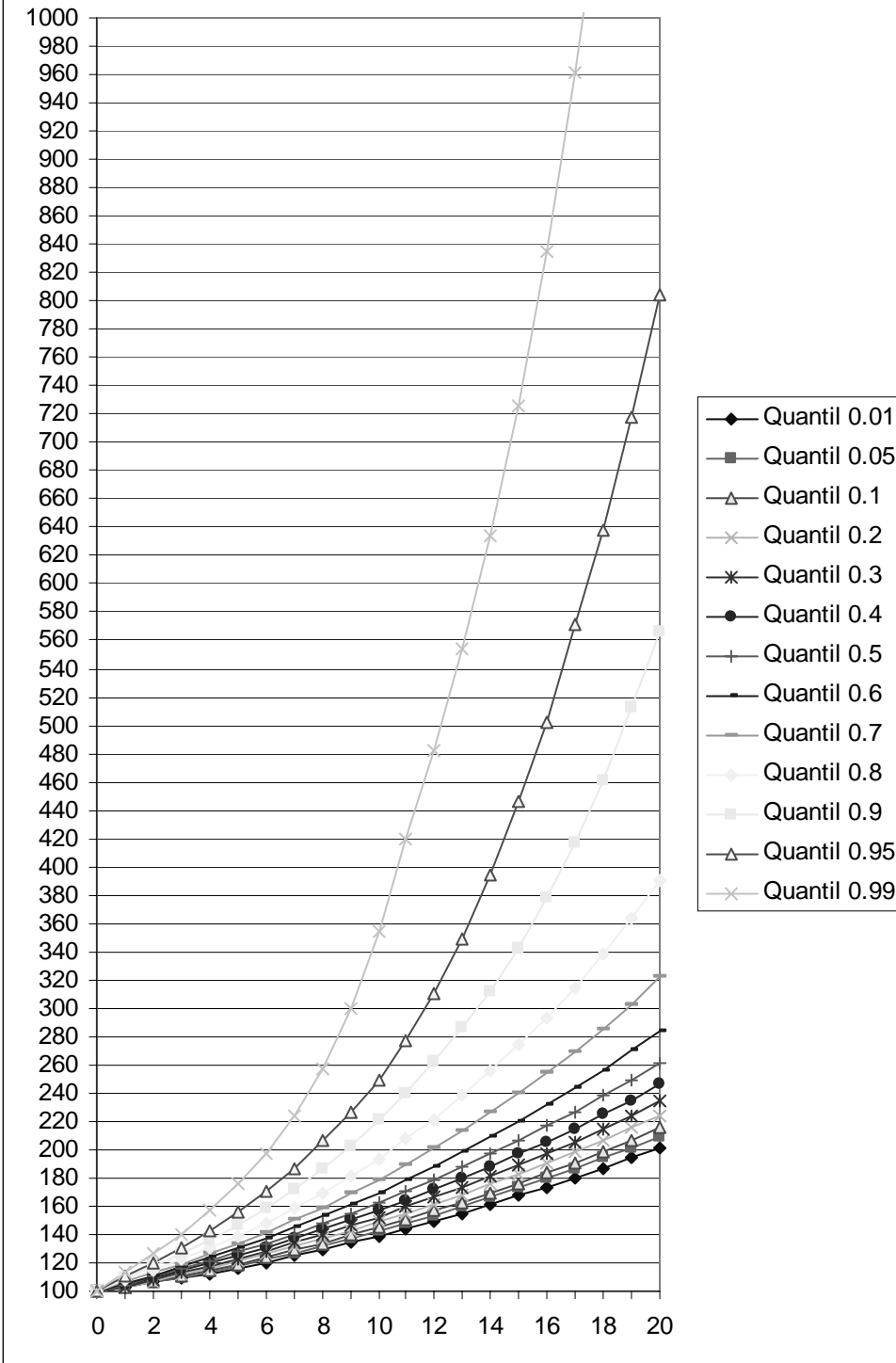


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

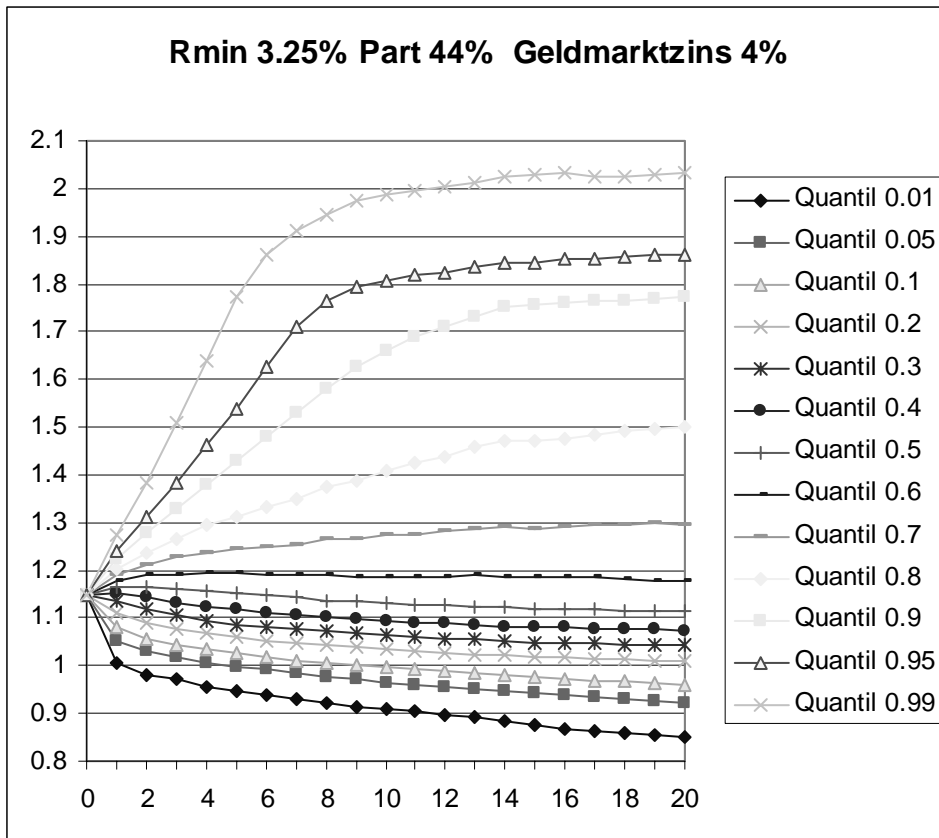


KAPITALENTWICKLUNG

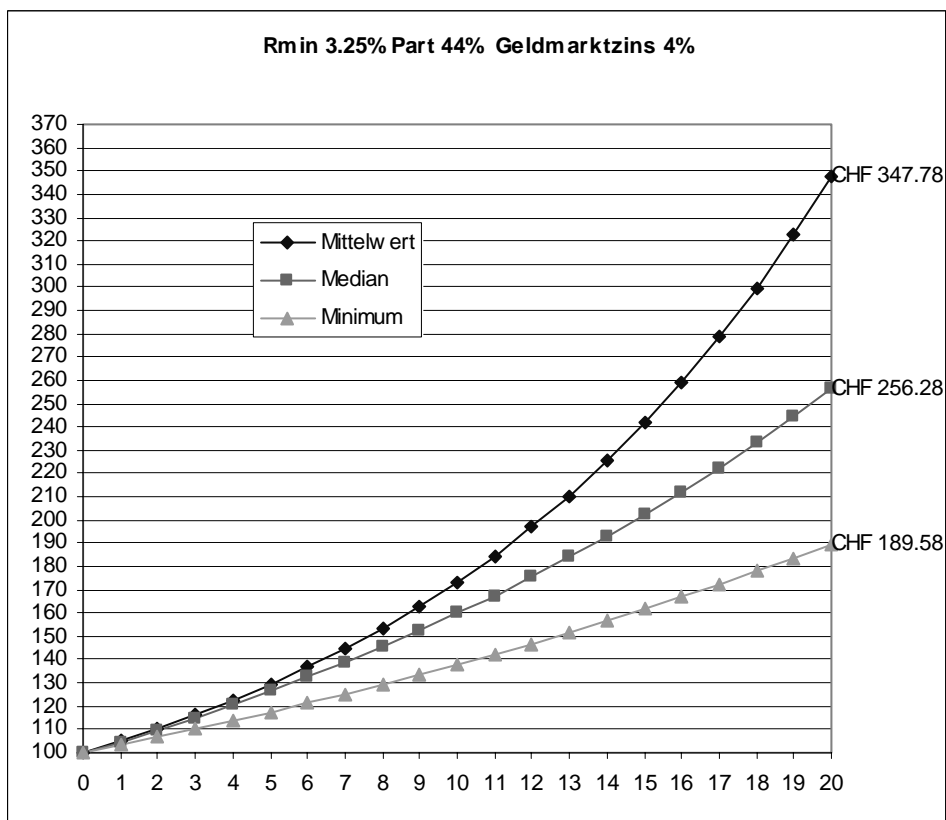
Rmin 3% Part 54% Geldmarktzins 4%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

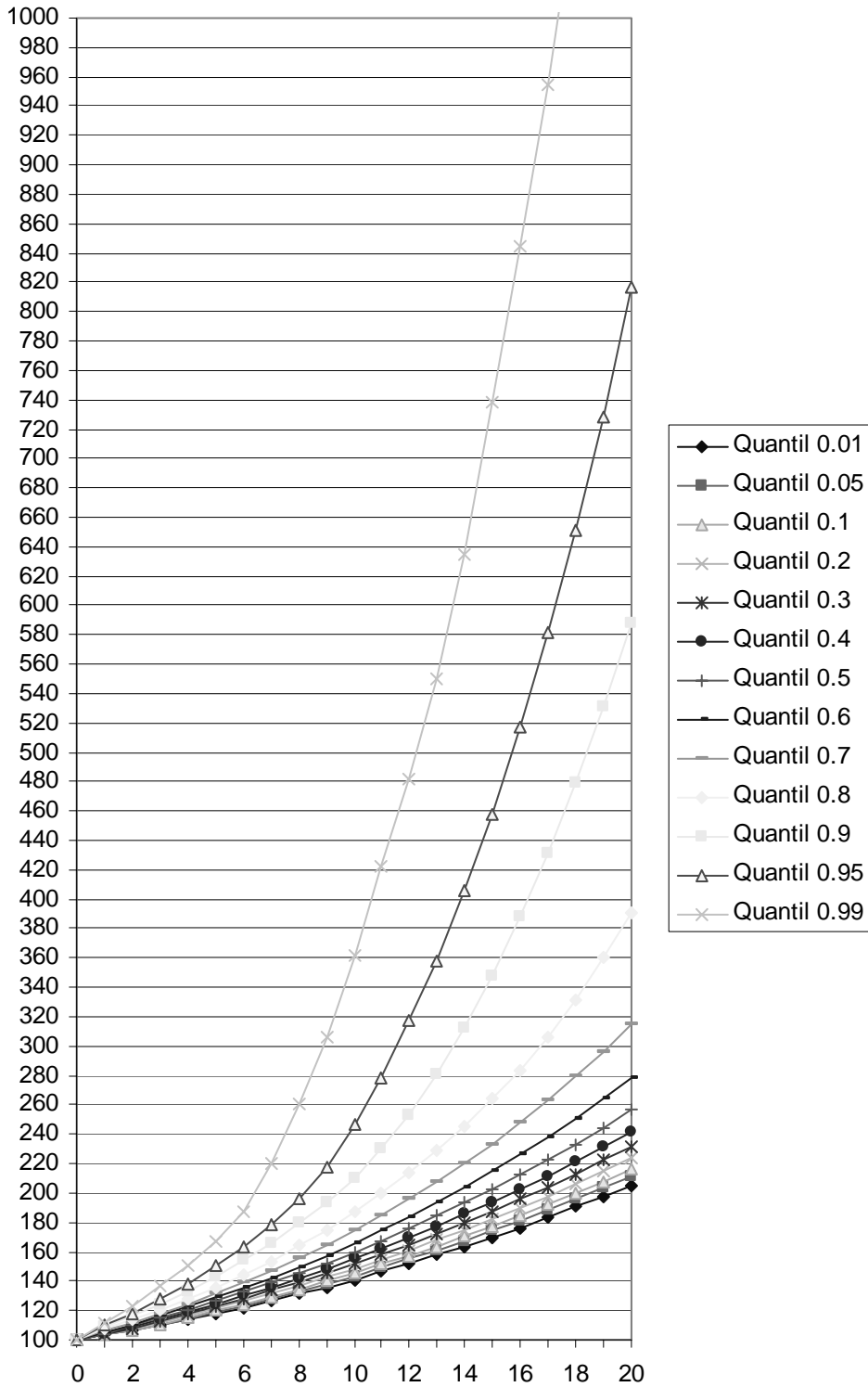


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

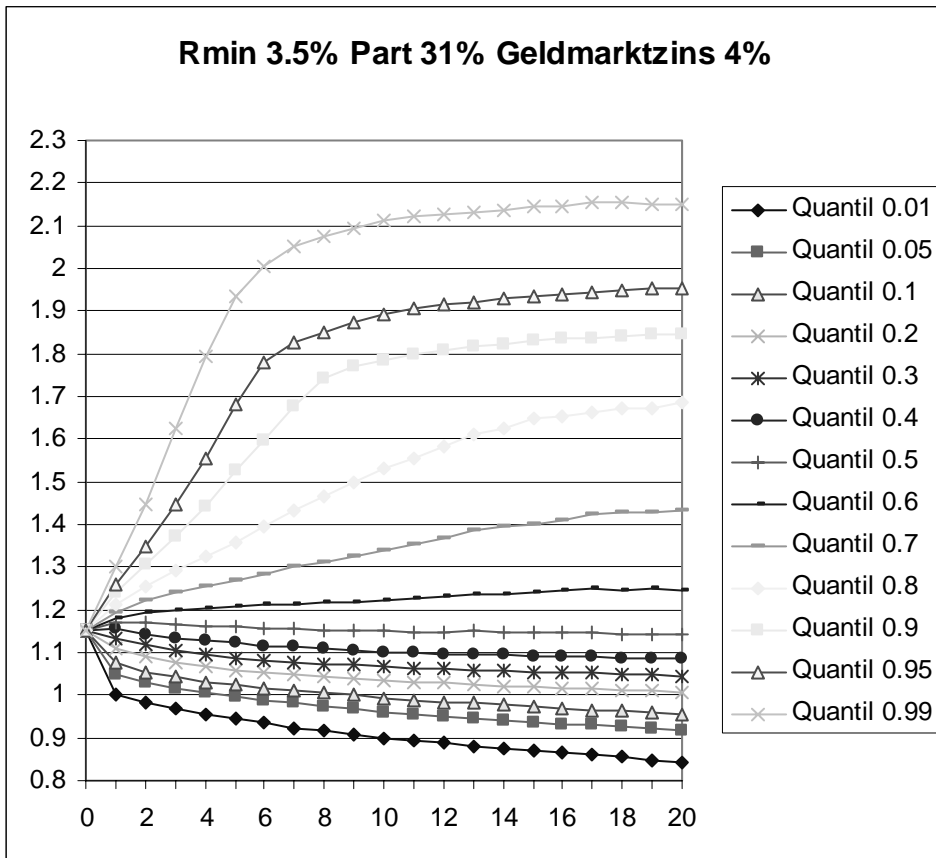


KAPITALENTWICKLUNG

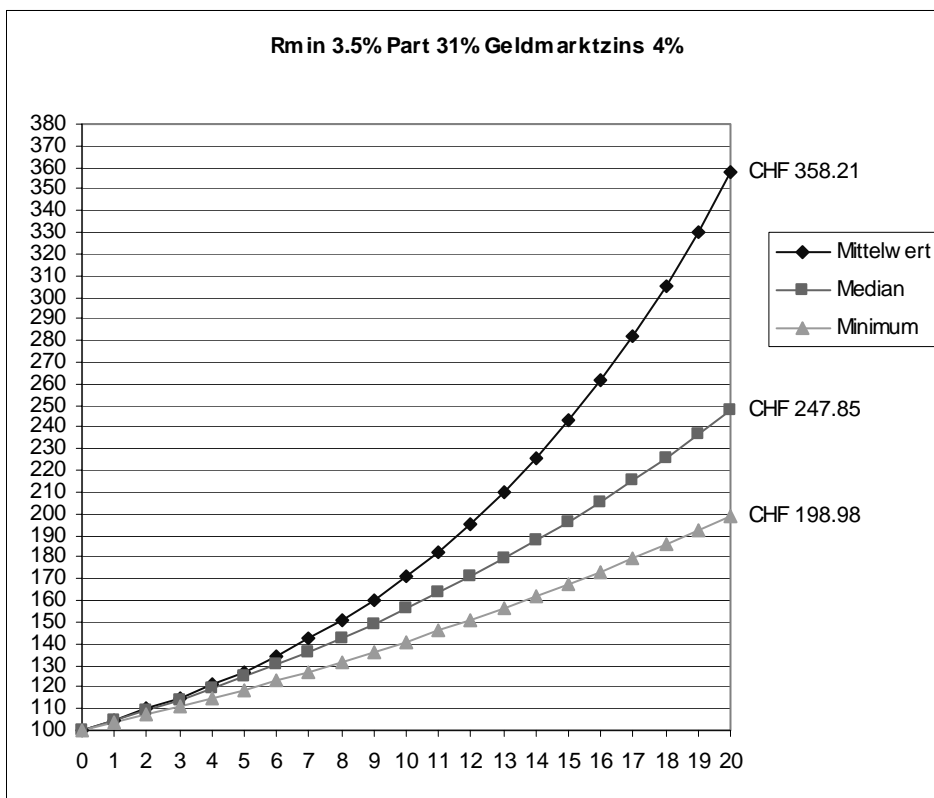
Rmin 3.25% Part 44% Geldmarktzins 4%



KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

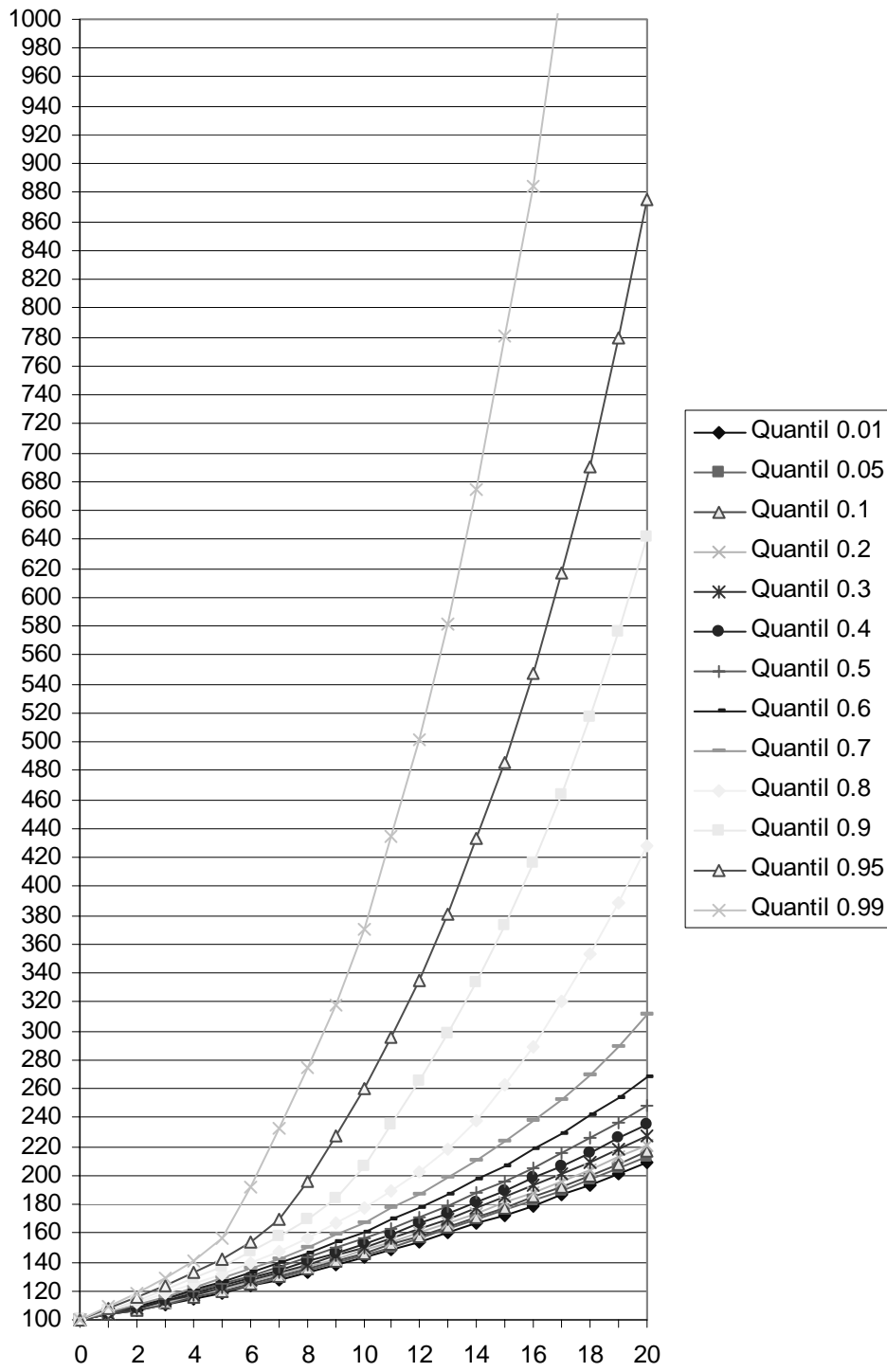


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

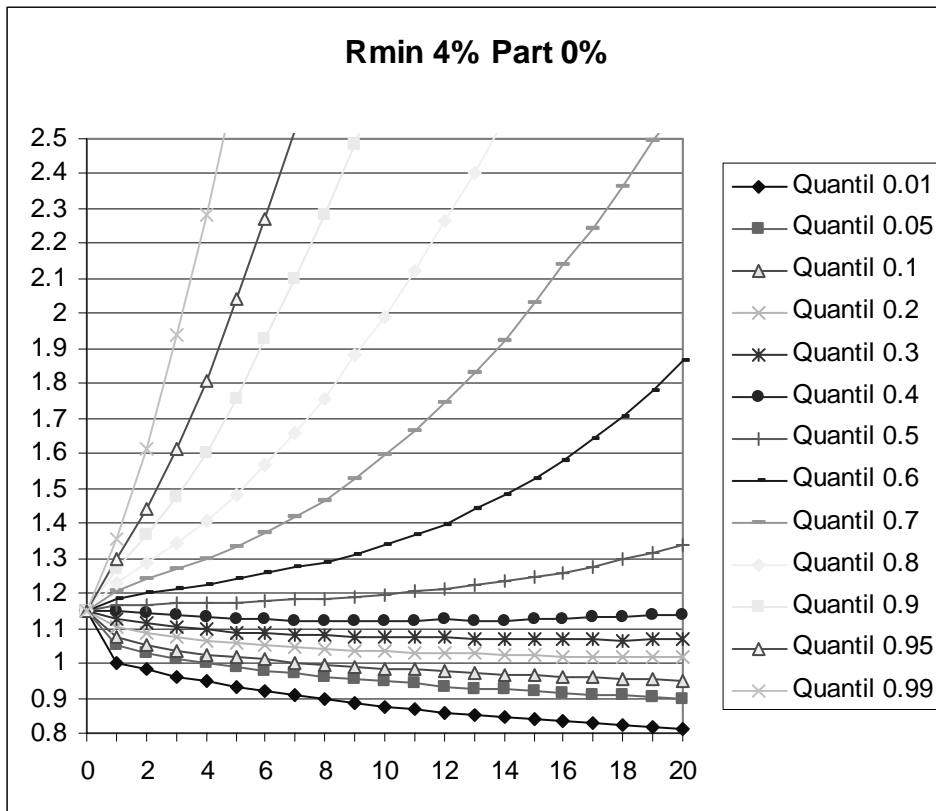


KAPITALENTWICKLUNG

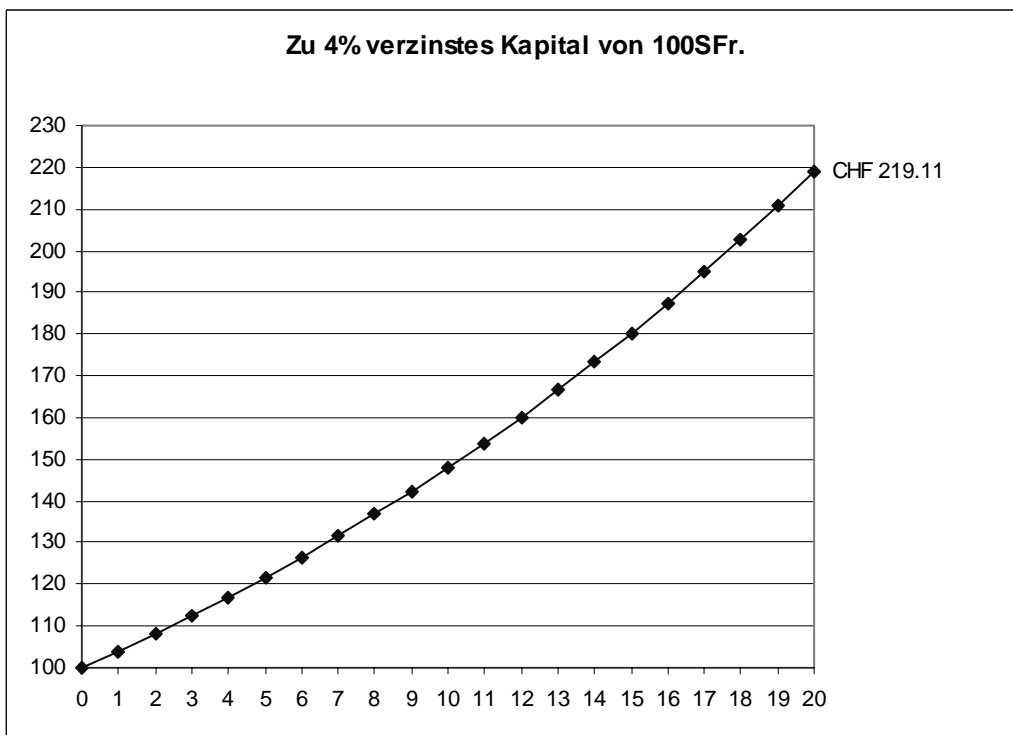
Rmin 3.5% Part 31% Geldmarktzins 4%

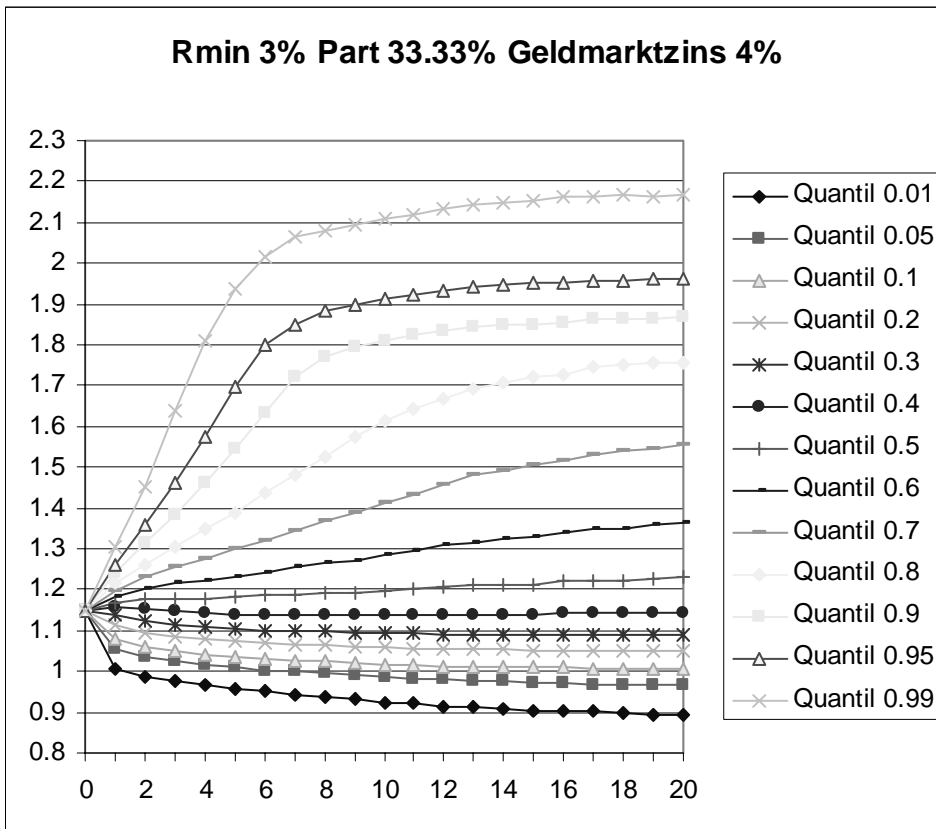


KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

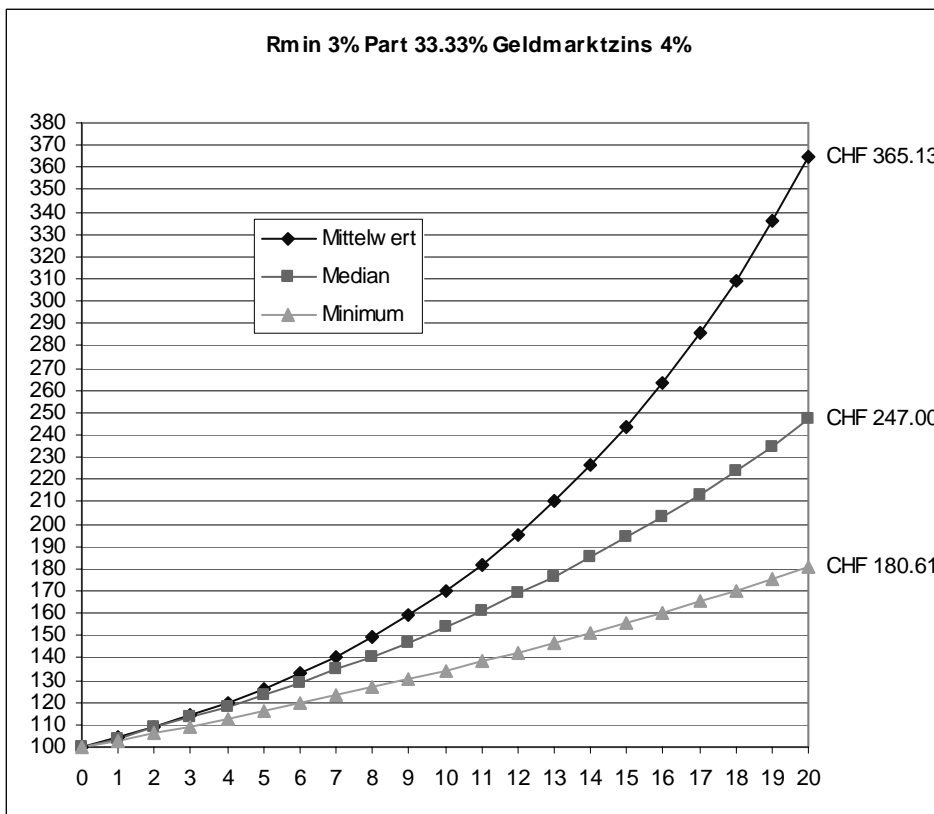


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD



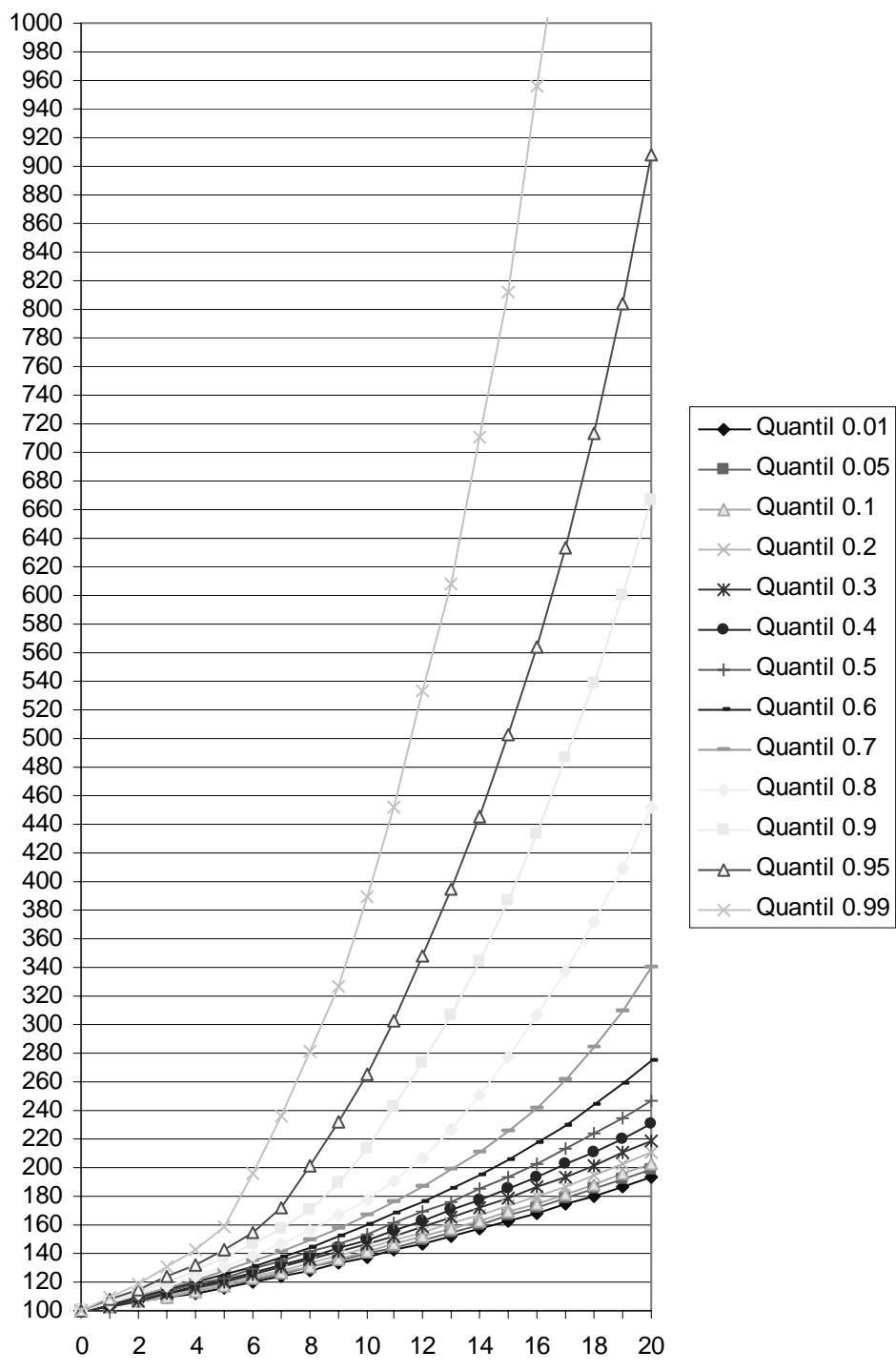


LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD



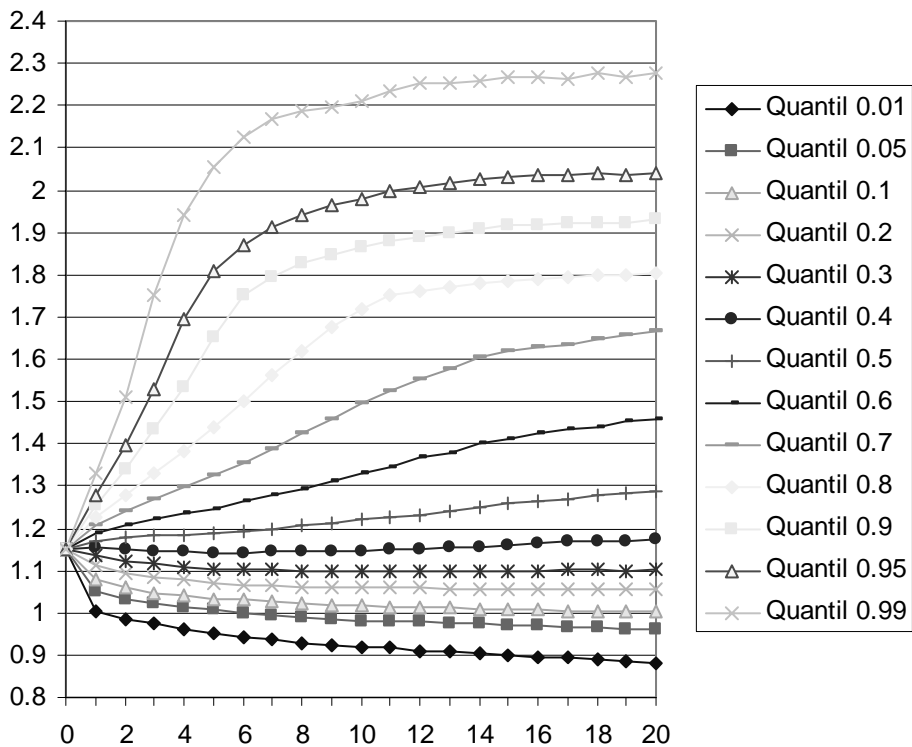
KAPITALENTWICKLUNG

Rmin 3% Part 33.33% Geldmarktzins 4%



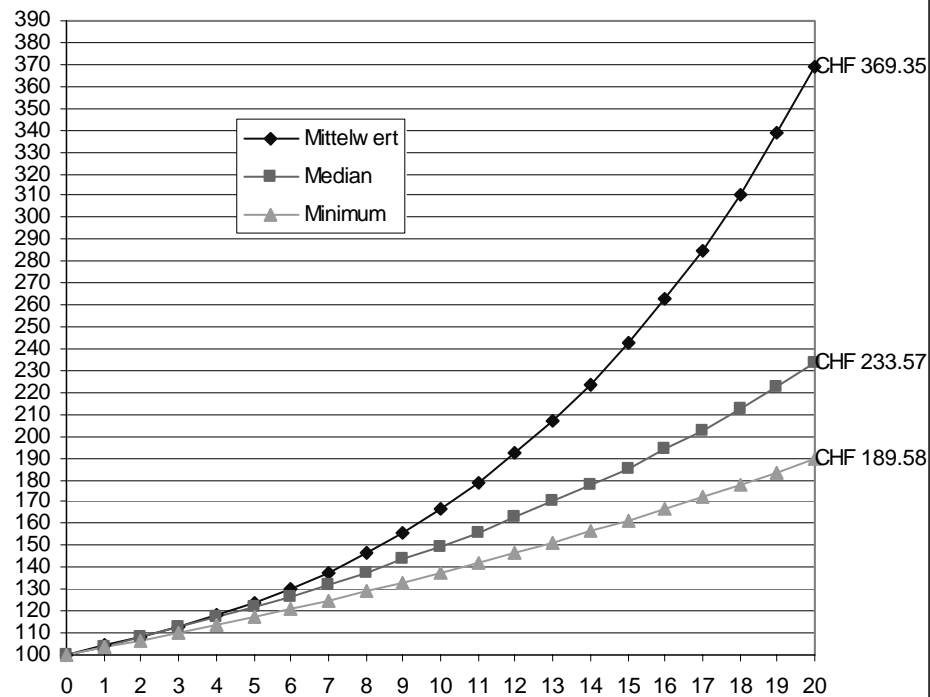
KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

Rmin 3.25% Part 21% Geldmarktzins 4%



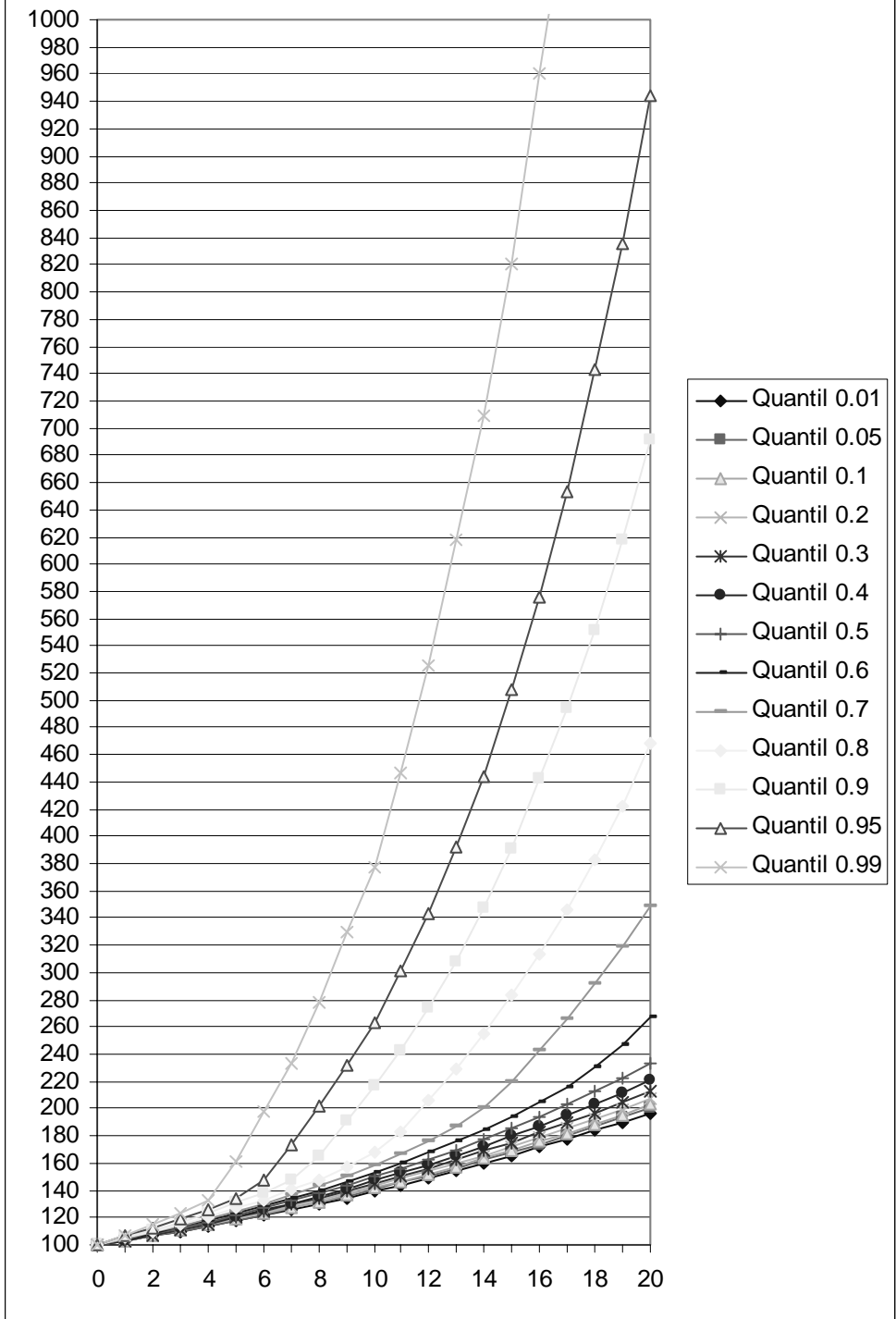
LIQUIDATIONSDECKUNGSGRAD

Rmin 3.25% Part 21% Geldmarktzins 4%



KAPITALENTWICKLUNG

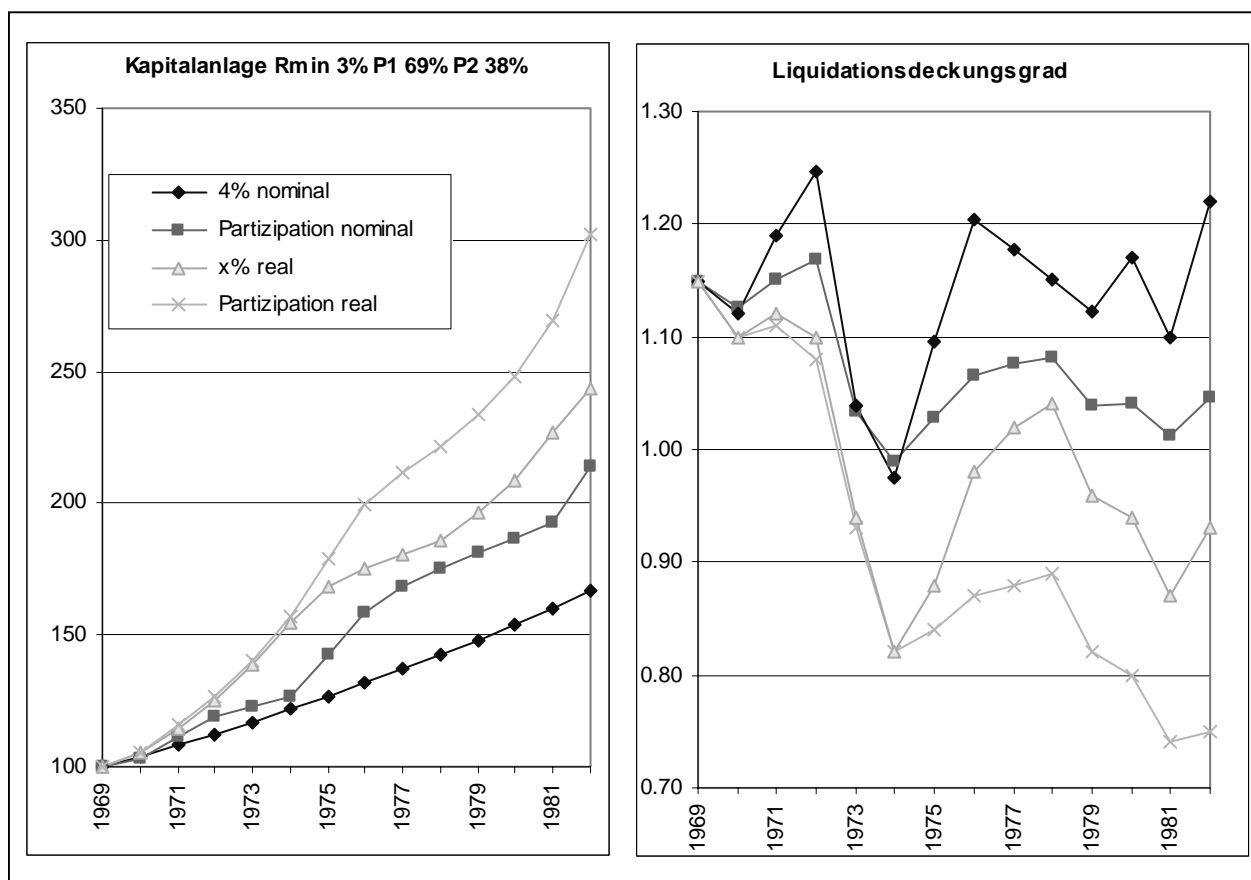
Rmin 3.25% Part 21% Geldmarktzins 4%



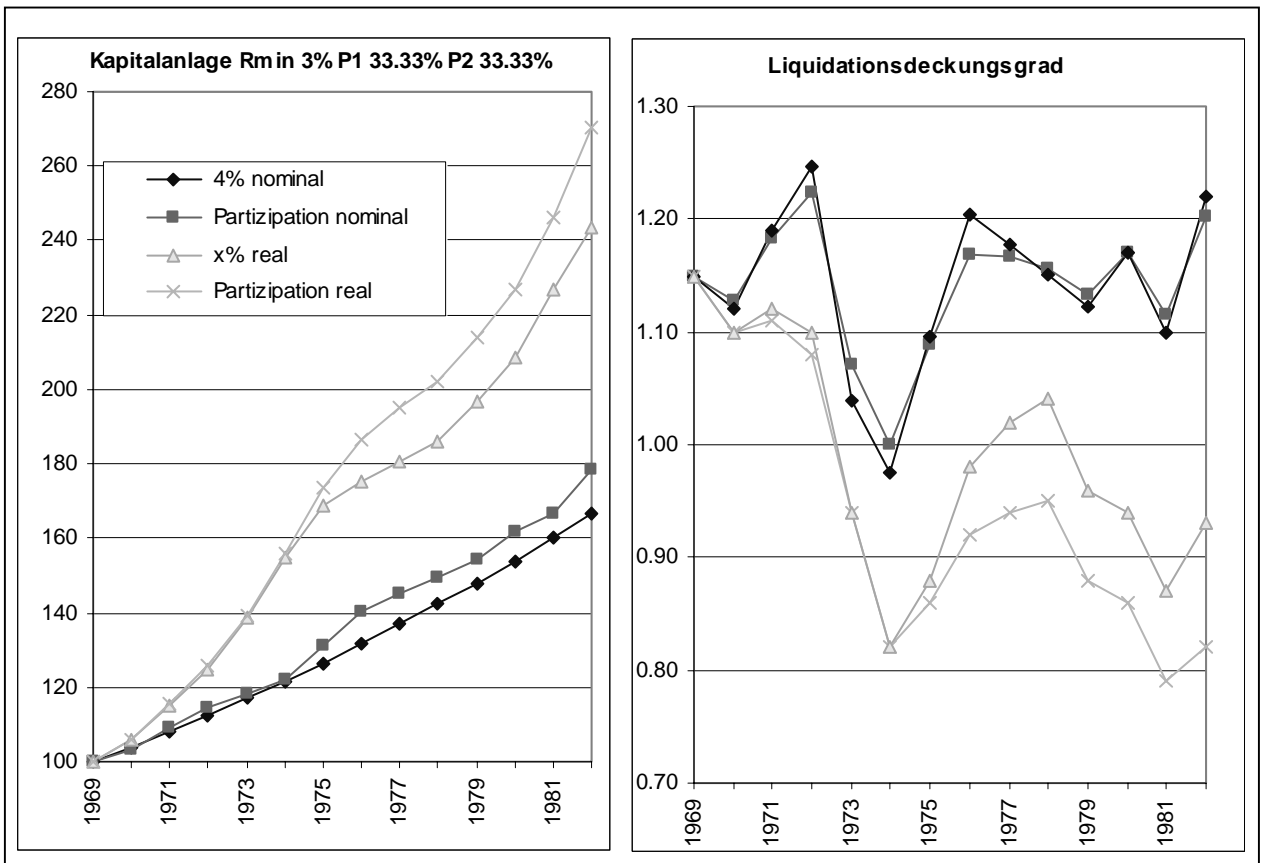
KAPITALENTWICKLUNG: VERTEILUNG

ANHANG E: Historische Betrachtung mit verschiedenen Startzeitpunkten

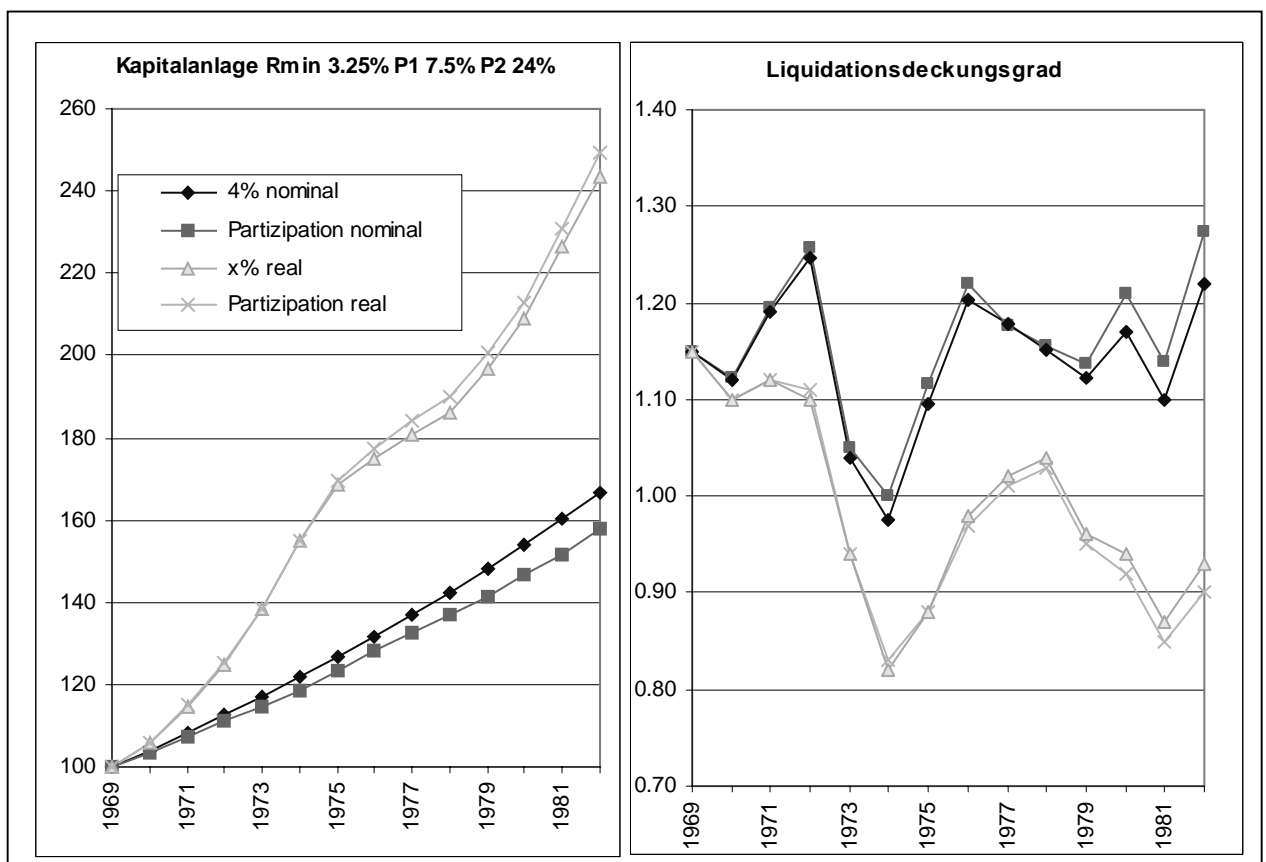
R_{\min}	Partizipation 1970-1984	Partizipation 1985-1999	AW_{20} 1970-1984	AW_{20} 1985-1999
4%	0%	0%	39%	21%
3%	69%	38%	39%	21%
3%	33.33%	33.33%	11%	19%
3.25%	7.5%	24%	11%	19%



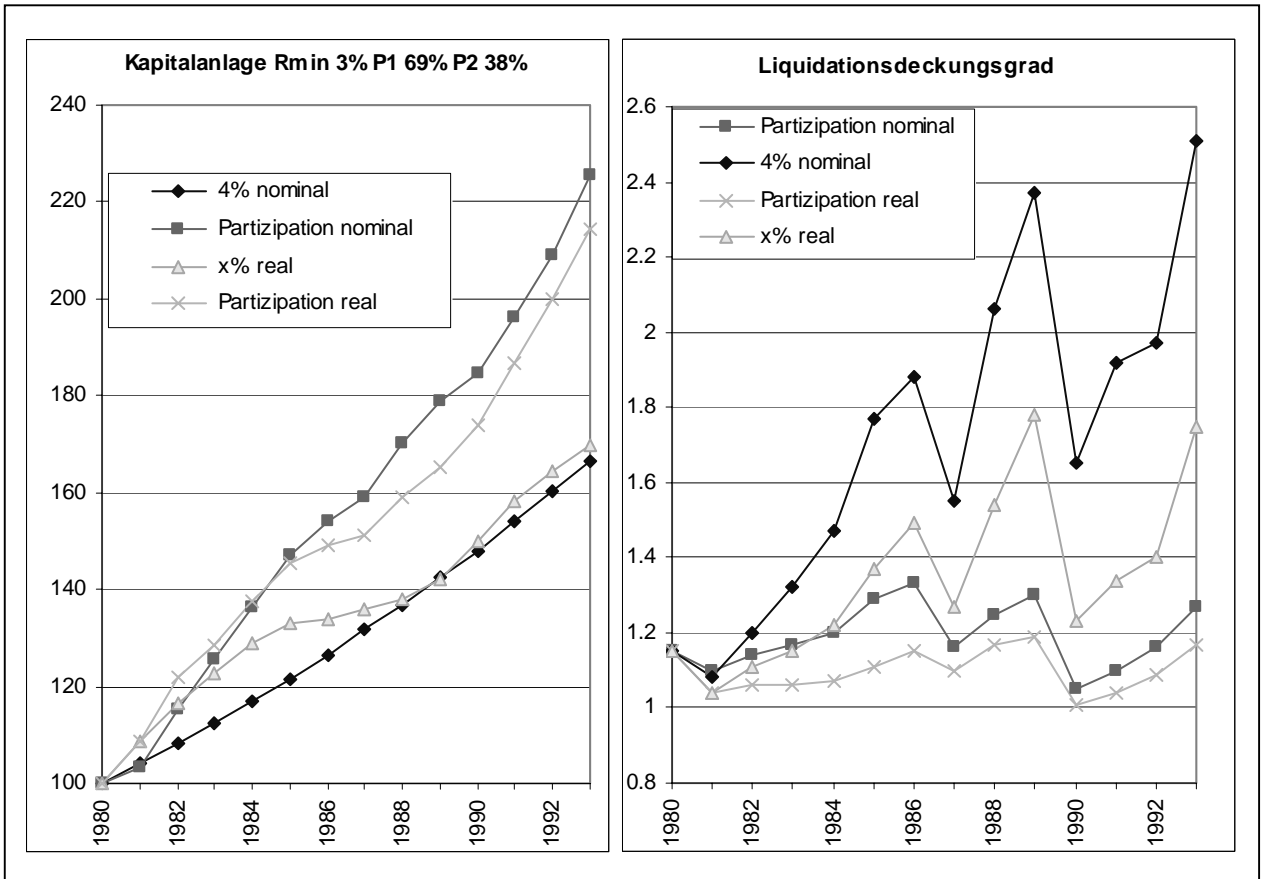
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1969



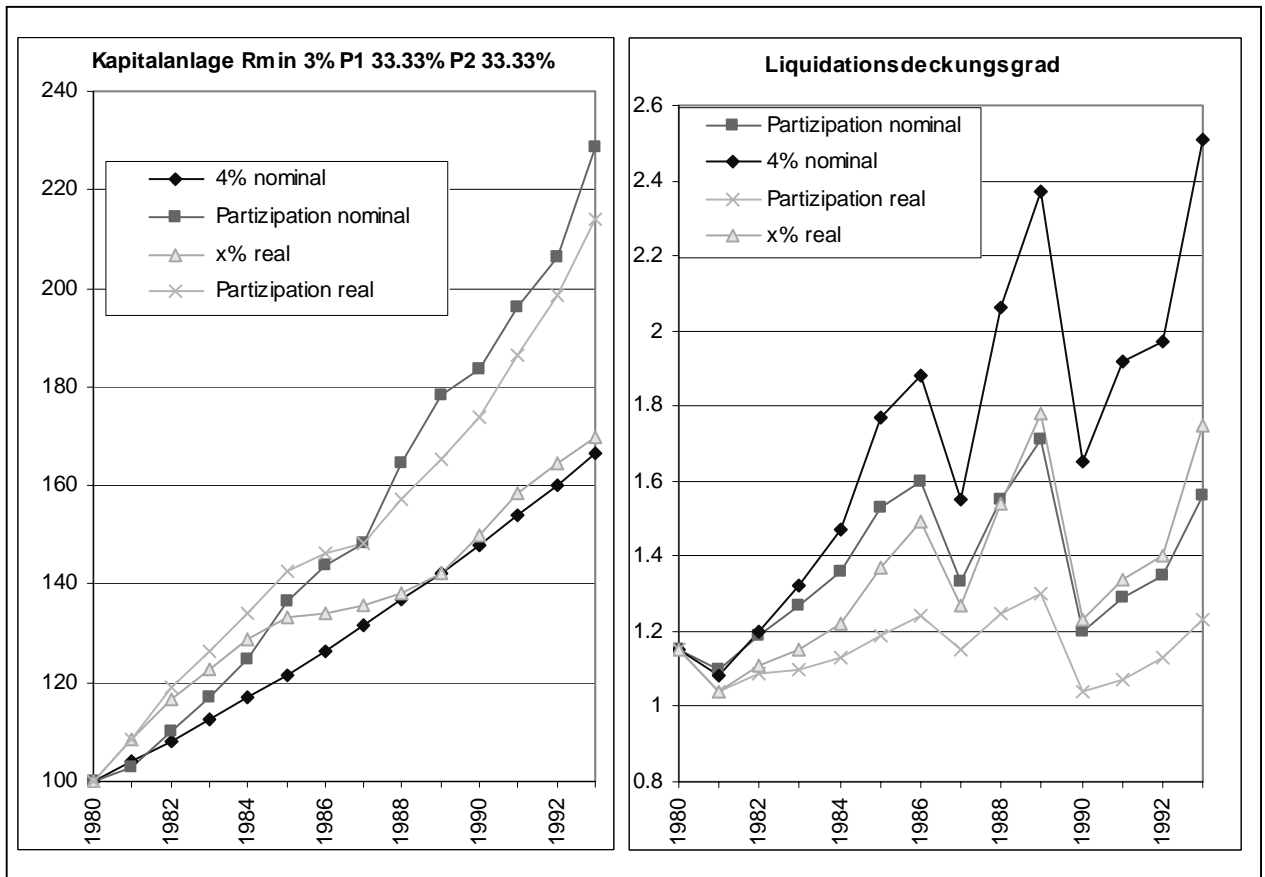
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1969



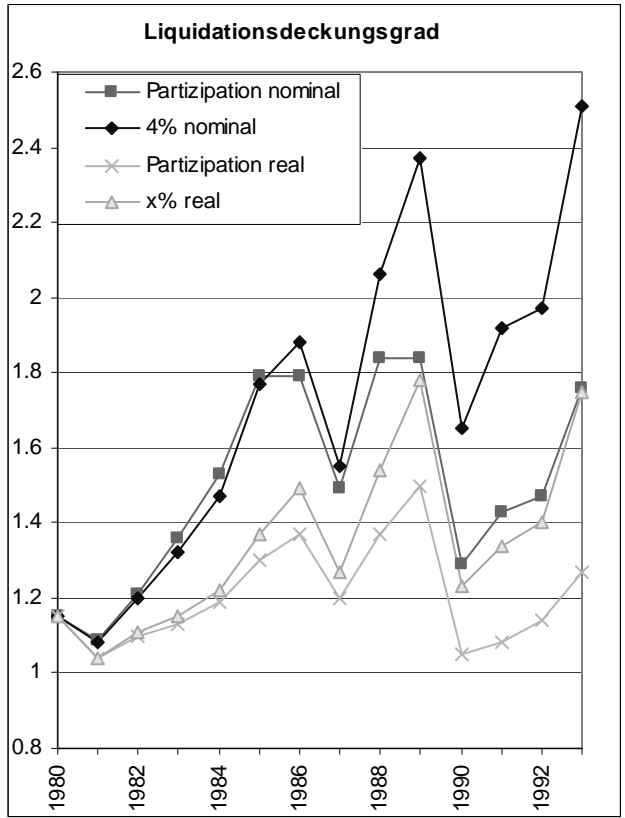
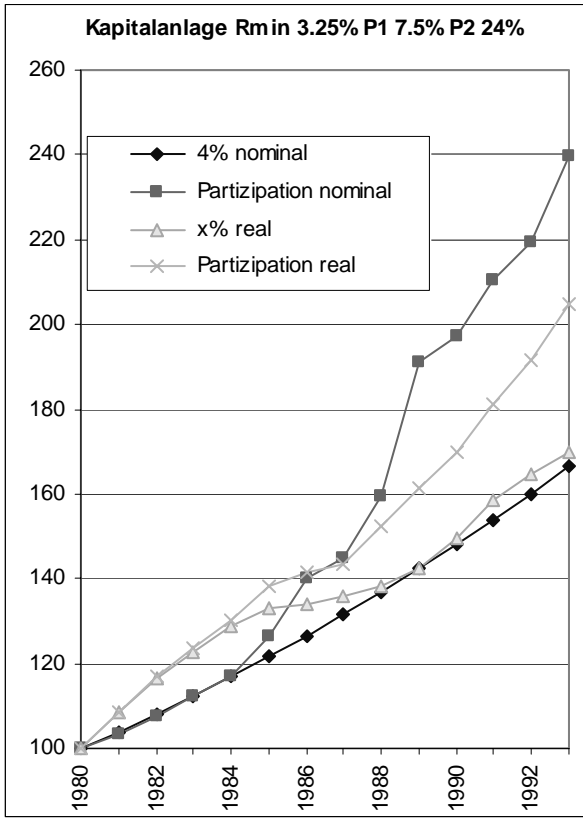
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1969



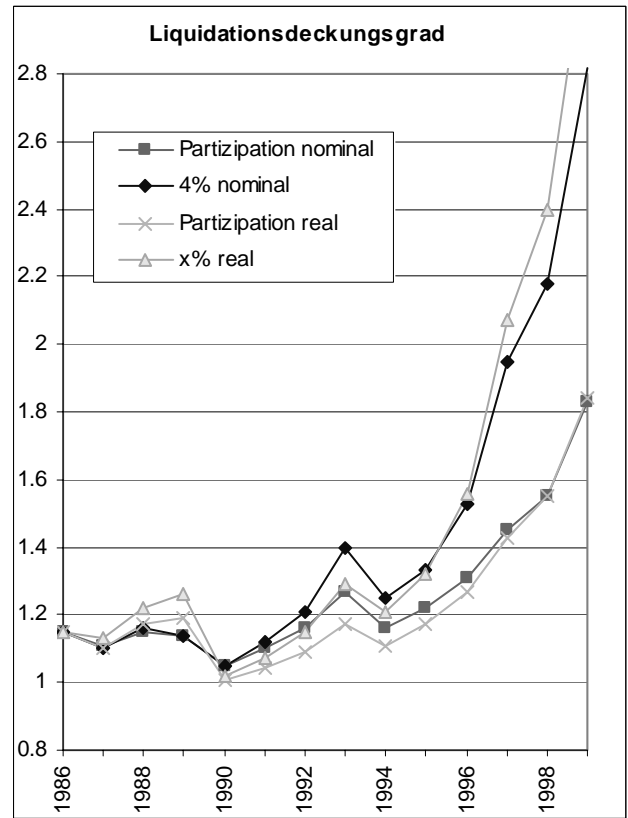
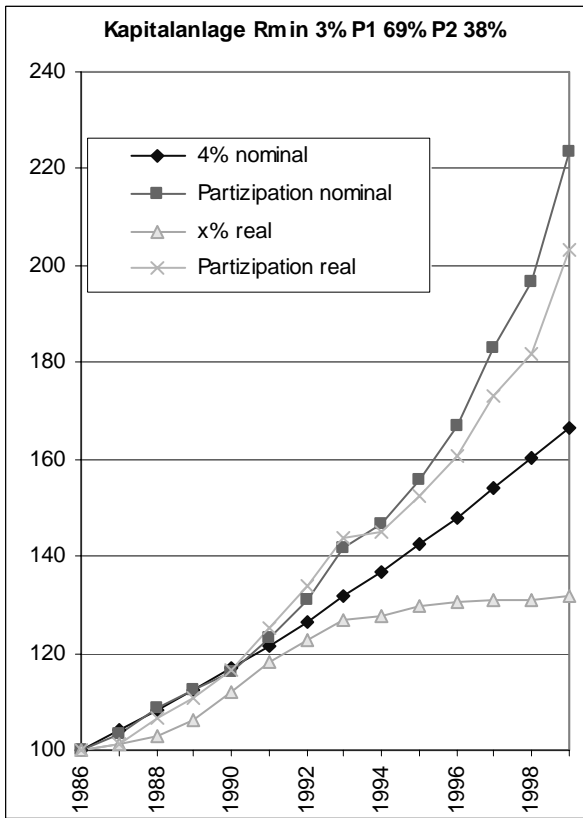
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1980



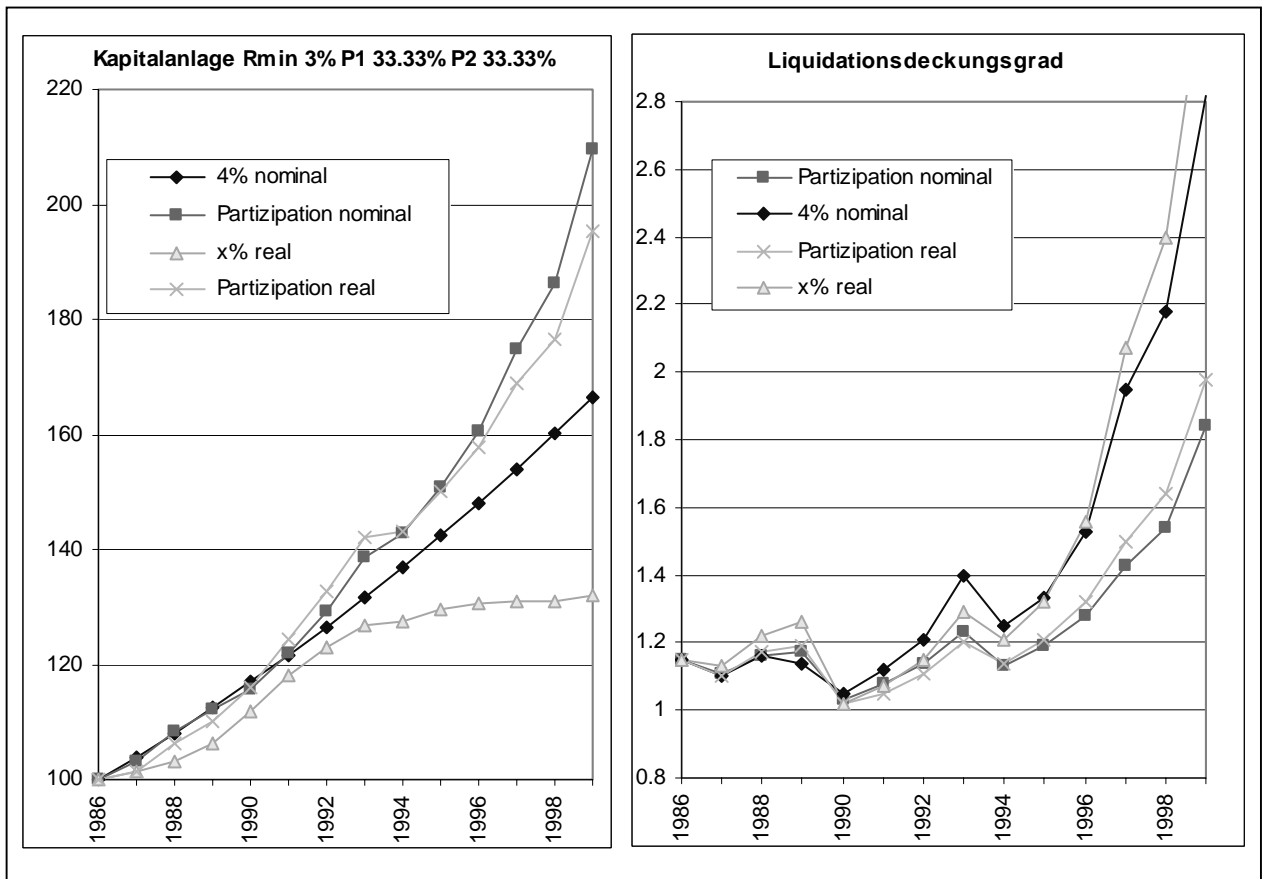
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1980



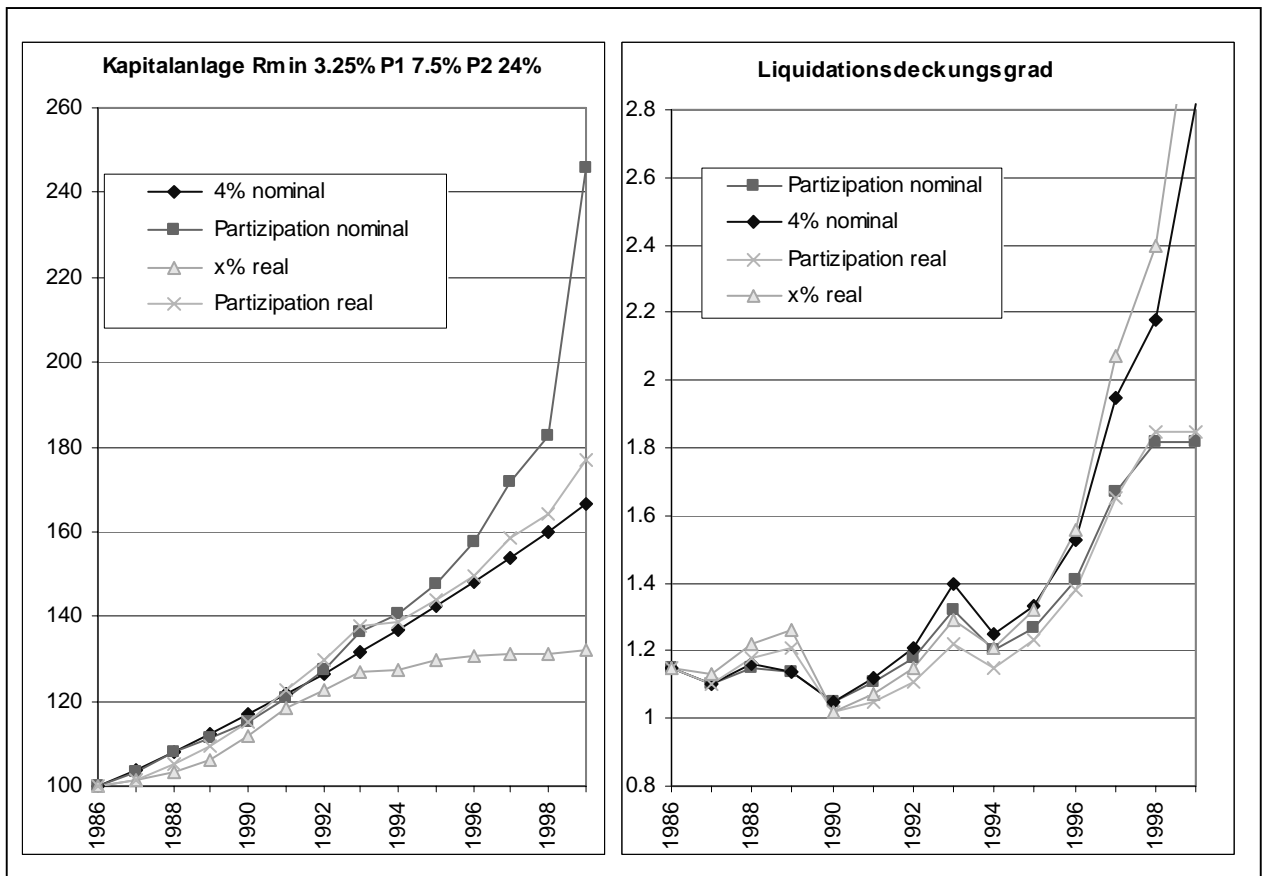
VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1980



VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1986



VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1986



VERGLEICH MIT START IM JAHRE 1986