

International diversifizierte Portfolios unter flexiblen Wechselkursen

1. Einleitung

Es ist bekannt, dass die Renditen ausländischer Wertpapiere auch über längere Zeit deutlich über denjenigen von inländischen liegen können. Auslandsanlagen stellen daher für jeden Anleger eine verlockende Investition dar. Auf der anderen Seite weisen ausländische Wertpapiere aus der Sicht des Schweizer Anlegers zusätzliche Risiken auf. Neben dem politischen Risiko sind hier vor allem das Wechselkurs- und Insolvenzrisiko zu nennen. Seit der Einführung flexibler Wechselkurse im Jahre 1973 unterlagen die Bewertungen der Währungen insbesondere gegenüber dem amerikanischen Dollar erheblichen Schwankungen: gemessen an der Volatilität (Standardabweichung) der Veränderungsrate in der Grössenordnung von 10-30% pro Jahr. Darüber hinaus ist die Bonität ausländischer Schuldner im Prinzip schwieriger zu beurteilen, so dass deren Insolvenzrisiko unter sonst gleichen Bedingungen höher veranschlagt wird. Sieht man vom schwer zu quantifizierenden politischen Risiko und dem Insolvenzrisiko einmal ab, dann müsste sich die internationale Diversifizierung von Wertpapieren aus rein theoretischen Überlegungen trotz des relativ hohen Risikos von Auslandsanlagen (ex ante) immer lohnen. Der Schweizer Anleger müsste zumindest einen Teil seines Portfolios in ausländischen Wertpapieren halten.

* Für Kommentare und Hinweise danken wir J.-P. Béguelin, M. Jetzer und W. Wasserfallen.

Die vorliegende Studie zeigt auf, weshalb die internationale Diversifizierung von Aktienportfolios vorteilhaft ist und untersucht, in welcher Grössenordnung der Vorteil aus der internationalen Diversifizierung liegt. Zudem wird berechnet, welcher Anteil an ausländischen Wertpapieren in einem "Muster-Portfolio" gehalten werden sollte. Frühere Untersuchungen für die Zeit fester Wechselkurse fanden einen deutlichen quantitativen Vorteil in der Zusammenstellung eines internationalen Portfolios; siehe LEVY und SARNAT (1970, 1987), JACQUILLAT und SOLNIK (1978), SOLNIK (1974) sowie BARNETT (1979). Eine neuere Untersuchung für die Zeit fester und flexibler Wechselkurse fand, dass sich aus der Sicht des amerikanischen Anlegers die internationale Diversifizierung nach wie vor lohnt; siehe GRAUER und HAKANSSON (1987). In der vorliegenden Arbeit beschränken wir uns auf eine Rückschau auf die Jahre 1976-1986. Untersucht werden sechs Länder, nämlich die Vereinigten Staaten, Japan, die Bundesrepublik Deutschland, Kanada, Grossbritannien und die Schweiz. Bestmögliche "Muster-Portfolios" aus der Sicht dieser sechs Länder werden jeweils mit dem inländischen Indexportfolio verglichen. Für den Schweizer Anleger ergibt sich dadurch bei gleichem mittleren Ertrag eine Reduktion des Risikos von rund 15 Prozentpunkten per annum oder bei gleichem Risiko ein Mehrertrag von rund 9 Prozentpunkten per annum.

Die Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte. Zuerst wird das Entscheidungsproblem des Anlegers unter dem Aspekt von Ertrag und Risiko erläutert und

dann der Vorteil aus der Diversifikation von Wertpapieren aufgezeigt. Schliesslich werden im letzten Abschnitt die quantitativen Ergebnisse dargestellt und kommentiert.

2. Das Entscheidungsproblem des Anlegers

Fragen wir uns zunächst, nach welchen Kriterien ein Anleger seine Anlageentscheid treffen soll. Er könnte z. B. danach trachten, den Ertrag seiner Anlage zu maximieren. Dies bedeutet unter Umständen, ein hohes Risiko einzugehen. Die meisten Anleger sind jedoch nicht bereit, ein beliebiges Risiko auf sich zu nehmen, auch wenn dafür ein sehr hoher Ertrag winkt. Es ist daher sinnvoll, eine Anlage sowohl unter dem Aspekt des Ertrags als auch unter dem des Risikos zu betrachten. Dies lässt sich grafisch veranschaulichen (vgl. Abb. 1). Auf der senkrechten Achse steht der erwartete Ertrag, auf der waagrechten das durch die Streuung (Standardabweichung) gemessene Risiko. Die Streuung gibt an, wie stark der tatsächlich realisierte Ertrag

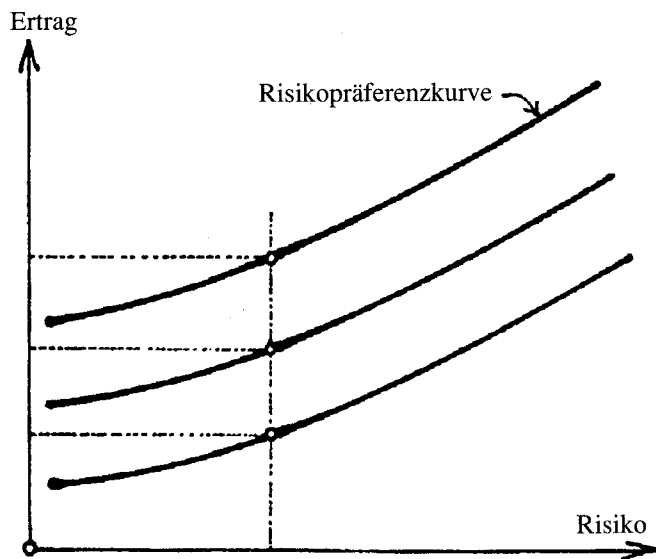


Abb. 1: Die Risikopräferenzkurve zeigt aus der Sicht des Anlegers die gleichwertigen Kombinationen von Ertrag und Risiko.

durch Zufallseinflüsse um den erwarteten Ertrag schwankt. Sie ist ein geeignetes Mass für das Risiko von gut diversifizierten Portfolios. Grosse Streuung bedeutet hohes Risiko, kleine Streuung geringes Risiko. Diese Definition des Risikos umfasst sowohl Schwankungen des Ertrags nach unten als auch nach oben. Jede Anlage kann als Punkt in das Diagramm eingetragen werden. Die eingezeichneten Kurven bilden die Risikopräferenz des Anlegers ab. Sie geben an, wieviel zusätzliches Risiko der Anleger einzugehen bereit ist, wenn er dafür durch einen bestimmten Mehrertrag entschädigt wird. Alle Ertrag-Risiko-Kombinationen auf einer Kurve sind für ihn gleichwertig. Eine flache Risikopräferenzkurve bedeutet, dass der Anleger das Risiko nur schwach gewichtet; eine steile hingegen, dass er nur sehr ungern Risiko auf sich nimmt. Kann der Anleger ohne zusätzliches Risiko einen höheren Ertrag erreichen, dann bedeutet dies ein Vorteil. Er wird deshalb seine Anlageentscheid so treffen, dass er eine möglichst hohe Risikopräferenzkurve erreicht. Welche Risikopräferenzkurve der Anleger wählen kann, hängt davon ab, welche Wertpapiere zur Verfügung stehen und wie diese Wertpapiere in einem Portfolio zusammengestellt werden können. Dieser Frage wird im nächsten Abschnitt nachgegangen.

3. Die Vorteile der Diversifizierung

Wählt der Anleger ein Portfolio, das nur aus einem einzigen Wertpapier besteht, dann würde er jenes Wertpapier auswählen, dessen Ertrag-Risiko-Kombination in Abbildung 1 auf derjenigen Risikopräferenzkurve ist, die am höchsten liegt. Wenn er aber mehrere Anlagen in sein Portfolio einbezieht, lässt sich praktisch immer eine Zusammensetzung finden, die entweder bei gleichem Ertrag ein geringeres Risiko, oder bei gleichem Risiko einen höheren Ertrag, oder sowohl ein geringeres Risiko als auch einen höheren Ertrag ergibt als die beste Einzelanlage. Dieses Phänomen kann intuitiv folgendermassen erklärt werden: Der Ertrag eines zusammengesetzten Portfolios ist ein gewogenes

arithmetisches Mittel der einzelnen Erträge. Das Risiko jedoch berechnet sich nicht einfach als arithmetisches Mittel der Einzelrisiken. Sind die Anlagen nämlich nicht vollständig korreliert, dann kompensieren sich die zufälligen Ertragsschwankungen der einzelnen Anlagen teilweise, wodurch das Gesamtrisiko geringer ausfällt. Die Tendenz der zufälligen Abweichungen nach oben und unten, sich auszugleichen beruht auf dem sogenannten schwachen Gesetz der grossen Zahlen. Der Mechanismus der Risikoreduktion wird weiterhinter für ein Zwei-Anlagen-Portfolio an einem konkreten Rechenbeispiel erläutert und grafisch dargestellt. Besonders starke Risikoverringerungen erlauben Anlagen mit negativ korrelierten Renditen. Dies macht sich derjenige Anleger zunutze, der Aktien von Unternehmen hält, die einen gegebenen Kuchen untereinander aufteilen, weil sie am gleichen Markt auftreten, sei es als Konkurrenten oder als Partner. Zum Beispiel sind die Aktien von Erdöl- und Luftfahrtgesellschaften in der Regel negativ miteinander korreliert, denn wenn der Erdölpreis steigt, sinkt normalerweise der Ertrag der Luftfahrtgesellschaften.

Im Ertrag-Risiko-Diagramm von Abbildung 2 liegen alle Portfolios, die aus den bestehenden Wert-

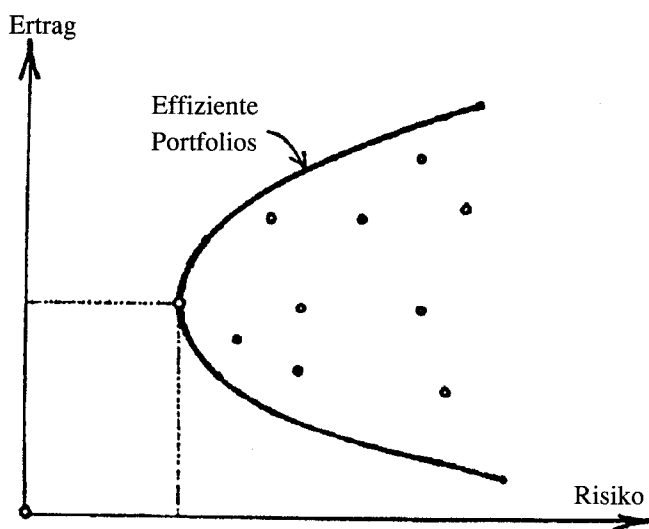


Abb. 2: Die aus den Wertpapieren zusammengestellten Ertrag-Risiko-Kombinationen liegen auf oder innerhalb einer Hyperbel.

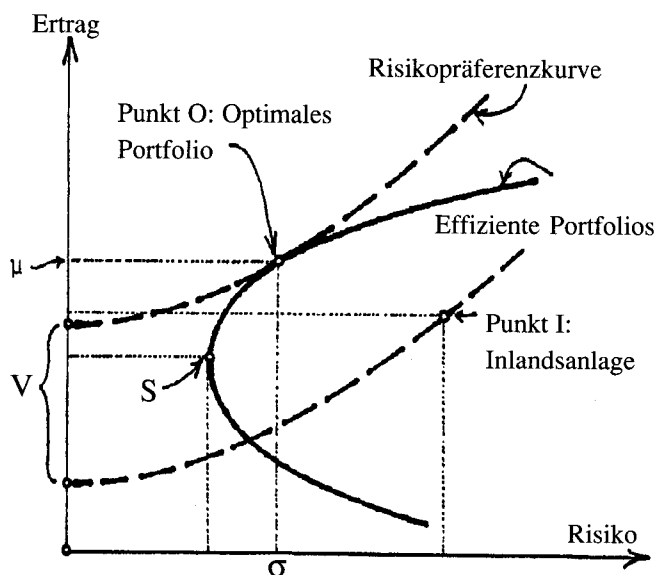


Abb. 3: Der Anleger wählt sein optimales Portfolio dort, wo seine höchstmögliche Risikopräferenzkurve die Kurve der effizienten Portfolios berührt. Die Strecke V zeigt den Vorteil aus der internationalen Diversifizierung im Vergleich zum Inlandsportfolio.

papieren gebildet werden können, innerhalb einer Hyperbel oder auf deren Rand (für eine formale Herleitung siehe z. B. FAMA, 1976). Die Portfolios auf dem oberen Ast der Hyperbel heissen effiziente Portfolios. Wie wir gesehen haben, versucht der Anleger sein Portfolio so zusammenzustellen, dass er für sich den höchstmöglichen Nutzen aus seiner subjektiven Einschätzung der Ertrag-Risiko-Kombination ziehen kann, was er in Abbildung 3 beim Punkt O erreicht. Hier berührt seine höchstmögliche Risikopräferenzkurve aus Abbildung 1 gerade die Kurve der effizienten Portfolios aus Abbildung 2. Im Punkt O wählt der Anleger ein optimales Portfolio mit dem erwarteten Ertrag (μ) und dem Risiko (σ). Ein vollständig risikoscheuer Anleger hat senkrechte Risikopräferenzkurven und wählt daher sein optimales Portfolio im Scheitel S der Hyperbel, dem sogenannten Kleinst-Varianz-Portfolio. Ein wenig risikoscheuer Anleger wählt ein effizientes Portfolio, welches vom Punkt S aus gesehen weit in nordöstlicher Richtung liegt, d.h. sein optimales Portfolio verspricht bei hohem Risiko einen hohen Ertrag.

Bisher sind wir davon ausgegangen, dass alle Anlagen ein bestimmtes Risiko beinhalten. Existiert

aber eine völlig risikolose Anlage, so eröffnen sich dadurch weitere Verbesserungsmöglichkeiten. Eine Kombination der risikolosen Anlage mit einem effizienten Portfolio führt nun dazu, dass sowohl Ertrag als auch Risiko arithmetisch gewichtet werden. In Abbildung 4 liegt die risikolose Anlage mit der Ertragsrate R auf der vertikalen Achse. Im Punkt M berührt eine Gerade, welche durch den Punkt R geht, gerade die Kurve der effizienten Portfolios. Der Anleger könnte sowohl die risikolose Anlage allein (Punkt R in Abb. 4) als auch das Portfolio M wählen; es steht ihm auch jede Kombination zwischen diesen beiden offen, dargestellt durch die Gerade RM . Das optimale Portfolio im Punkt O ergibt sich wiederum dort, wo die Risikopräferenzkurve des Anlegers die Gerade RM berührt. Diese Gerade heisst Kapitalmarktlinie und das Portfolio im Punkt M Marktportfolio (falls es sich um ein Gleichgewicht handelt). Sind die Erträge der einzelnen Anlagen, ihre Risiken und alle Korrelationskoeffizienten bekannt, so kann mit Hilfe der klassischen Programmierung das Kleinst-Varianz-Portfolio, das Marktportfolio und die übrigen effizienten Portfolios berechnet werden. Trifft man dazu Annahmen über die Risikopräferenz eines Anlegers, dann kann man sein individuelles, optimales Portfolio zusammenstellen.

4. Empirische Untersuchung

Der kurze Abriss der Mittelwert-Varianz-Analyse in den beiden vorangegangenen Abschnitten vermochte zu veranschaulichen, dass eine internationale Diversifizierung von Anlagen im Prinzip vorteilhaft ist. Es wäre nun möglich, dass dieser Vorteil, obwohl theoretisch nachweisbar, in der Praxis nicht sehr bedeutend ist. Der empirische Teil soll deshalb einen Eindruck von der Grössenordnung vermitteln. Die Untersuchung umfasst die folgenden sechs Länder: Vereinigte Staaten (USA), Japan (J), Bundesrepublik Deutschland (BRD), Kanada (Kan), Grossbritannien (GB) und die Schweiz (CH). Sie wurde anhand von Quartalsdaten durchgeführt; als Beobachtungsperiode diente das Jahrzehnt von 1976 (4. Quartal) bis 1986 (3. Quartal). Für jedes der sechs Länder wird ein Indexportfolio genommen, dargestellt durch einen Aktienindex von Industriewerten. Um den internationalen Vergleich zu ermöglichen und weil letztlich ja reale Erträge interessieren, wurden alle Erträge mit dem Konsumentenpreisindex des Heimatlandes des Anlegers deflationiert. Durch die Wechselkursschwankungen und die unterschiedlichen Inflationsraten ergibt sich aus jedem Land eine andere Sicht, so dass die entsprechenden Portfolios in den verschiedenen Ländern voneinander abweichen. Nur dann, wenn in jedem Zeitpunkt die Kaufkraftparität erfüllt wäre, wäre die reale Ertragsrate eines Wertpapiers aus der Sicht aller Länder gleich. In diesem Fall ergäbe sich für die betrachtete, vergangene Periode nur eine einzige Hyperbel in Abbildung 3 oder 4, unabhängig vom Heimatland des Anlegers. Als risikolose Anlagen dienen kurzfristige Staatstitel. Streng genommen sind die realen, d. h. die mit dem Konsumentenpreis bereinigten nominalen Zinssätze der Staatstitel nicht mehr risikolos, weil die zukünftigen Inflationsraten nicht mit Sicherheit bekannt sind. Für die vorliegende Untersuchung unterstellen wir der Einfachheit halber, dass auch die realen Ertragsraten der Staatstitel risikolos sind. Diese Vereinfachung ist gerechtfertigt, wenn die Inflationsrate jeweils ein Quartal im voraus zuverlässig prognostiziert werden kann. Sämtliche Daten stam-

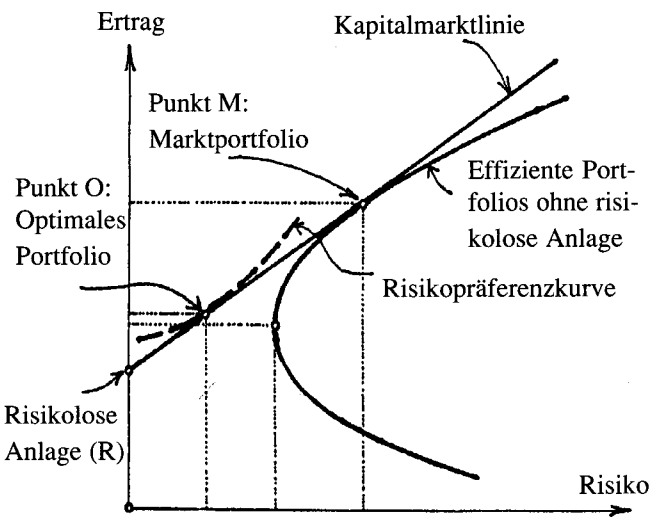


Abb. 4: Falls risikolos geborgt und geliehen werden kann, wählt der Anleger sein optimales Portfolio dort, wo seine höchstmögliche Risikopräferenzkurve die Kapitalmarktlinie berührt.

men aus International Financial Statistics des Internationalen Währungsfonds.

Im weiteren muss eine Annahme über das Risikoverhalten des Anlegers getroffen werden. Wir unterstellen eine bestimmte Risikopräferenzkurve, so dass der Anleger bei einem unbedeutenden Risiko bereit ist, ein etwas höheres, zusätzliches Risiko einzugehen. Bei einem sehr hohen Risiko ist er dagegen, selbst wenn der Ertrag dadurch vervielfacht werden könnte, kaum bereit, noch mehr Risiko auf sich zu nehmen. Der Risikoparameter wurde so gewählt, dass beim Risiko, das die Inlandsanlage in der Schweiz beinhaltet, ein zusätzliches Risiko von 1% für einen Mehrertrag von 1% in Kauf genommen wird (Risikokoeffizient von Zwei). Bei dieser Anlage weicht der tatsächliche Ertrag in einem Quartal mit einer Wahrscheinlichkeit von ungefähr einem Drittel um mehr als 5% vom durchschnittlichen Ertrag ab.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind je in den Grafiken und Tabellen 1 bis 6 wiedergegeben. Alle Angaben sind Quartalszahlen in Prozent per annum. Bereits die Betrachtung der Einzelanlagen verrät einiges: Es fällt auf, dass die einzelnen Anlagen aus der Sicht jedes Landes grosse Ertragsunterschiede aufweisen. Japanische Anlagen zeigen, gefolgt von den englischen, durchwegs den höchsten Ertrag; amerikanische und kanadische schneiden dagegen schlecht ab. Für den japanischen Anleger ergibt sich in den beiden zuletzt genannten Ländern nicht einmal ein positiver realer Ertrag. Umgekehrt legen Amerikaner und Kanadier in Japan zu über 15% p. a. an. Die Risiken der einmaligen Anlage betragen immer ein Mehrfaches des Ertrags, die prozentualen Unterschiede sind aber geringer. Mit einer Ausnahme ist das geringste Risiko mit der Inlandsanlage verbunden. Dies deutet auf ein hohes Wechselkursrisiko hin. Die Ausnahme ist Kanada: der kanadische Anleger hat an den US-Börsen nicht nur ein deutlich geringeres Risiko, sondern sogar noch eine höhere Rendite als zuhause. Auch für den deutschen Anleger ist die Inlandsanlage nicht die beste Einzelanlage.

Auf dem Schweizer Aktienmarkt erwirtschaftet er nur unwesentlich weniger Ertrag als zuhause, hat

aber ein deutlich kleineres Risiko. Kanada und die BRD sind jedoch Ausnahmen; in den anderen Ländern ist die Inlandsanlage die vorteilhafteste Einzelanlage.

Die Berechnung der optimalen Portfolios zeigt die Vorteile der internationalen Diversifizierung eindrücklich. Selbst ohne risikolose Anlage wird aus der Sicht eines jeden Landes eine deutlich höhere Risikopräferenzkurve erreicht. Mit Abstand den grössten Nutzen kann der kanadische Anleger aus der internationalen Diversifizierung ziehen, der japanische den kleinsten. Für viele Länder wirft das Kleinst-Varianz-Portfolio einen höheren Ertrag ab als die Inlandsanlage. Die Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers im Portfolio erlaubt überall weitere, deutliche Verbesserungen. Die Aufteilung der Verbesserung in Risiko- und Ertragskomponente ist von Land zu Land unterschiedlich. Der "Modell-Anleger" im durchgerechneten Beispiel nimmt zum Teil - besonders bei Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers - zugunsten der Risikoverringering deutliche Mindererträge in Kauf.

Wie bereits die relativ hohen Erträge japanischer und englischer Aktien vermuten lassen, ist ihr Gewicht in den optimalen Portfolios im allgemeinen ziemlich gross. Dagegen sind kanadische Titel kaum vertreten. Trotz der vergleichsweise bescheidenen Erträge haben auch amerikanische und schweizerische Anlagen ein starkes Gewicht. Dies deutet daraufhin, dass sich mit ihnen das Risiko eines Portfolios stark verringern lässt. Natürlich wird die Inlandsanlage und gegebenenfalls die risikolose Anlage in der Regel stark berücksichtigt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei hinreichend klaren Erwartungen über Erträge und Risiken die internationale Diversifizierung eine bedeutende Leistungsverbesserung eines Portfolios auch unter flexiblen Wechselkursen erlaubt.

Man mag einwenden, dass wir unsere Schlüsse aus der Betrachtung der Vergangenheit ziehen und es immer leicht sei, im Nachhinein zu zeigen, was man hätte besser machen können. Dieser Einwand trifft nicht zu, weil er die Grundidee der Untersuchung übersieht. Denn in der Untersuchung wird das Datenmaterial ja nicht als historisch gegeben, sondern

als (allerdings realistisches) Beispiel für Erwartungen interpretiert. Die Inlandsanlage wird dementsprechend nicht mit der erst im nachhinein bekannten, rentabelsten Anlage verglichen, sondern mit der bei gegebenen Erwartungen optimalen. Wäre die Analyse bloss eine Betrachtung der Vergangenheit, dann dürften Risikouberlegungen keine Rolle mehr spielen. Auch wenn man andere Erwartungen hat, die nicht den tatsächlich beobachteten Zahlen entsprechen, kommt man, wenn man sie in die Berechnungen einsetzt, zum Schluss, dass die internationale Diversifizierung von Portfolios vorteilhaft ist. Simulationsrechnungen zeigen, dass dies selbst dann der Fall ist, wenn man nur vage Vorstellungen von den zukünftigen Erträgen hat und dementsprechend ungünstige Zahlen zugrundelegt.

Für die praktische Anwendung der Portfolio-Analyse stellt sich schliesslich das Problem der bestmöglichen Schätzung der zukünftigen Erträge (Mittelwerte) und Risiken (Varianzen und Kovarianzen bzw. Korrelationen) aufgrund der vergangenen, beobachteten Daten, damit die zukünftige Leistung (performance) des gewählten Portfolios möglichst hoch wird. Neben der Methode zur Schätzung der Erträge und Kovarianzen spielt auch die Länge der gewählten Zeitperiode, aus welcher die beobachteten Daten genommen werden, eine wichtige Rolle. Die übliche Schätzung der Erträge und Kovarianzen aufgrund vergangener Daten führt in der Regel dazu, dass die Zusammensetzung der optimalen Portfolios im Zeitablauf sehr stark schwankt und dadurch die künftige Leistung dieser Portfolios rasch unter jene von einfachen Kauf- und-Halte-Portfolios sinken kann. Dieser Effekt ist vor allem auf die Schätzung der Erträge und weniger auf die Schätzung der Kovarianzen zurückzuführen. Das Problem der bestmöglichen Schätzung wird z. B. in JORION (1985) und alternative Portfolio-Strategien im Zusammenhang mit dem Schätzproblem werden in EUN und RESNIK (1988) behandelt. Berücksichtigt man die Ungewissheit der zukünftigen Erträge und Kovarianzen, dann wird die internationale Aktien-Diversifizierung vorteilhaft vor allem aufgrund einer Risikoreduk-

tion (bei gleichem Ertrag) und weniger aufgrund eines Mehrertrags (bei gleichem Risiko) im Vergleich zur Inlandsanlage. Mit anderen Worten, die Schätzung der zukünftigen Erträge ist mit grösserer Unsicherheit behaftet als jene der zukünftigen Kovarianzen.

Literatur

- BARNETT, G. A. (1979): "The Best Portfolios are International", *Euromoney*, April, 165-171.
- EUN, C. S. und B. G. RESNIK (1988): "Exchange Rate Uncertainty, Forward Contracts, and International Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 43(1), 197-215.
- FAMA, E. F. (1976): *Foundations of Finance*, New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- GRAUER, R. R. und N. H. HAKANSSON (1987): "Gains from International Diversification: 1968-85 Returns on Portfolios of Stocks and Bonds", *Journal of Finance*, 42(3), 721-741.
- INTERNATIONAL MONETARY FUND: *International Financial Statistics*, verschiedene Bände.
- JACQUILLAT, B. und B. SOLNIK (1978): "Multinationals are Poor Tools for Diversification", *Journal of Portfolio Management*, Winter, 8-12.
- JORION, P. (1985): "International Portfolio Diversification with Estimation Risk", *Journal of Business*, 58(3), 259-278.
- LEVY, H. und M. SARNAT (1970): "International Diversification of Investment Portfolios", *American Economic Review*, 60, 668-675.
- LEVY, H. und M. SARNAT (1978): "Exchange Rate Risk and the Optimal Diversification of Foreign Currency Holdings", *Journal of Money, Credit, and Banking*, 10(4), 453-463.
- SOLNIK, B. (1974): "Why not Diversify Internationally Rather than Domestically?", *Financial Analysts Journal*, July-August, 48-54.

Anhang: Der Mechanismus der Risikoreduktion

Dieses Beispiel soll verdeutlichen, welche Risikoverminderungen durch geschickte Kombination von Anlagen möglich sind. Die Varianz eines Zwei-Anlagen-Portfolios (σ_p^2) ist durch folgende Formel gegeben:

$$\sigma_p^2 = \omega^2 \sigma_a^2 + (1-\omega)^2 \sigma_b^2 + 2\omega(1-\omega) \sigma_a \sigma_b r_{ab}$$

σ_a^2 steht für die Varianz der Anlage A, ω für deren Gewicht im Portfolio ($0 \leq \omega \leq 1$), σ_b^2 für die Varianz der Anlage B und r_{ab} ist der Korrelationskoeffizient der beiden Anlagen. Der Korrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Die Extremwerte (+1 oder -1) bedeuten perfekte positive bzw. negative Korrelation. Sind die Erträge der beiden Anlagen A und B vollständig voneinander unabhängig, so ist der Korrelationskoeffizient gleich Null. Uns interessiert die Entwicklung des Portfoliorisikos in Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten. Dazu wollen wir annehmen, dass sowohl die Gewichte als auch die Risiken der beiden Anlagen je für sich gleich seien, d. h. wir setzen:

$$\omega = 1/2, \sigma_a = \sigma_b = \sigma.$$

Obige Formel vereinfacht sich dann zu

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{4} \sigma^2 + \frac{1}{4} \sigma^2 + \frac{1}{2} \sigma^2 r_{ab}$$

und das Verhältnis von Portfoliorisiko zu Einzelrisiko wird schliesslich:

$$\frac{\sigma_p}{\sigma} = \sqrt{\frac{1+r_{ab}}{2}}$$

Im Definitionsbereich von r_{ab} bewegt sich dieses Verhältnis zwischen Null und Eins (vgl. Abb. 5). Sind z. B. die Erträge der beiden Anlagen voneinander unabhängig, dann hat r_{ab} den Wert Null und das Verhältnis der Risiken ist ungefähr 0,71. Es wird also eine 29-prozentige Risikoreduktion erreicht.

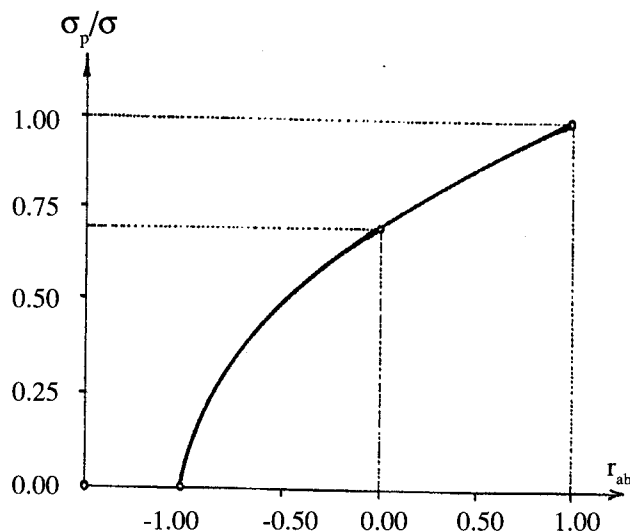
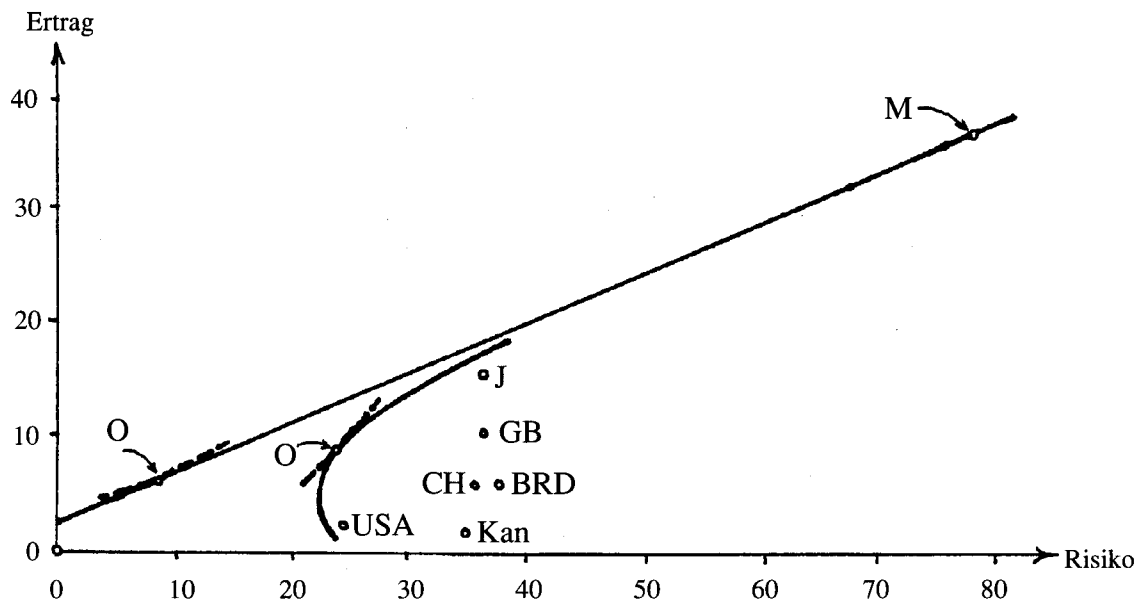


Abb. 5: Verhältnis von Portfoliorisiko zu Einzelanlagerisiko in Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten.

Grafik 1: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der Vereinigten Staaten.**Tabelle 1: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der USA. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.**

	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	2.470	24.568	0.000	0.000	0.000
Japan	15.751	36.487	13.281	11.919	-4.913
BRD	6.187	37.595	3.716	13.027	-16.528
Kanada	1.759	35.039	-0.712	10.471	-16.316
GB	10.385	36.302	7.914	11.734	-9.941
Schweiz	6.071	35.502	3.600	10.934	-12.819
Kleinst-Varianz-Port.	5.321	22.258	2.851	-2.310	5.555
Optimales Port. [1]	8.980	23.845	6.510	-0.723	7.384
Marktportfolio [2]	37.291	77.983	34.820	53.415	-102.123
Optimales Port. [3]	6.470	8.926	3.999	-15.642	17.097

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnitte der zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).

Grafik 2: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Japans.

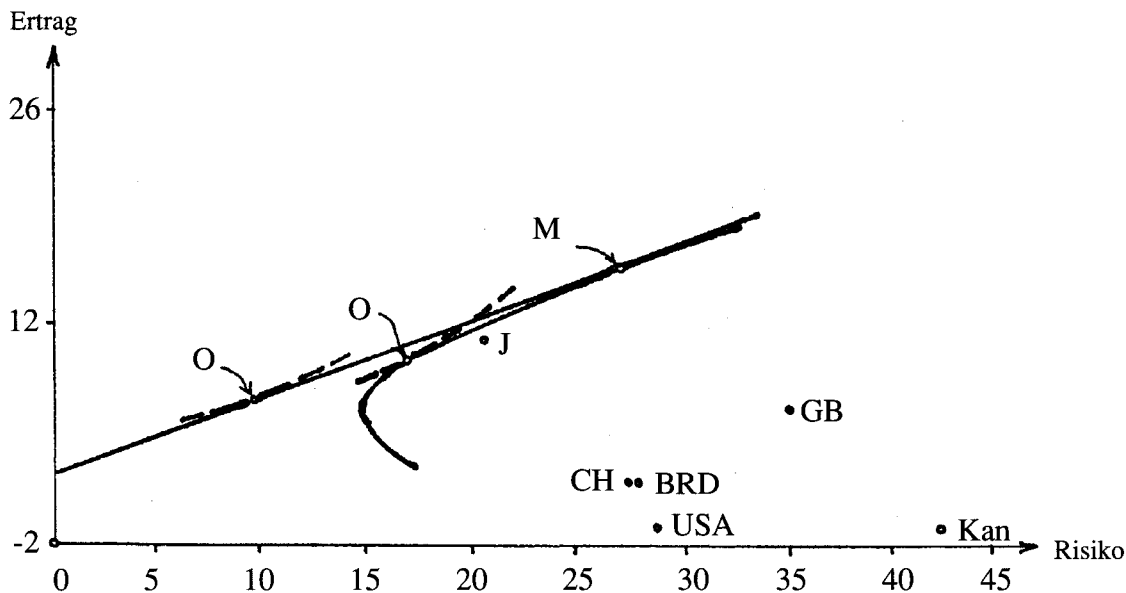


Tabelle 2: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Japans. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.

	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	-0.662	28.570	-11.866	8.038	-21.733
Japan	11.204	20.532	0.000	0.000	0.000
BRD	2.053	27.348	-9.151	6.816	-17.310
Kanada	-1.007	42.329	-12.212	21.797	-46.465
GB	6.816	35.046	-4.388	14.514	-24.555
Schweiz	2.111	27.725	-9.093	7.193	-17.772
Kleinst-Varianz-Port.	6.725	14.834	-4.479	-5.698	0.558
Optimales Port. [1]	10.053	16.930	-1.151	-3.602	2.222
Marktportfolio [2]	16.284	27.733	5.080	7.201	-3.609
Optimales Port. [3]	7.556	9.658	-3.648	-10.874	4.559

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnitte der zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).

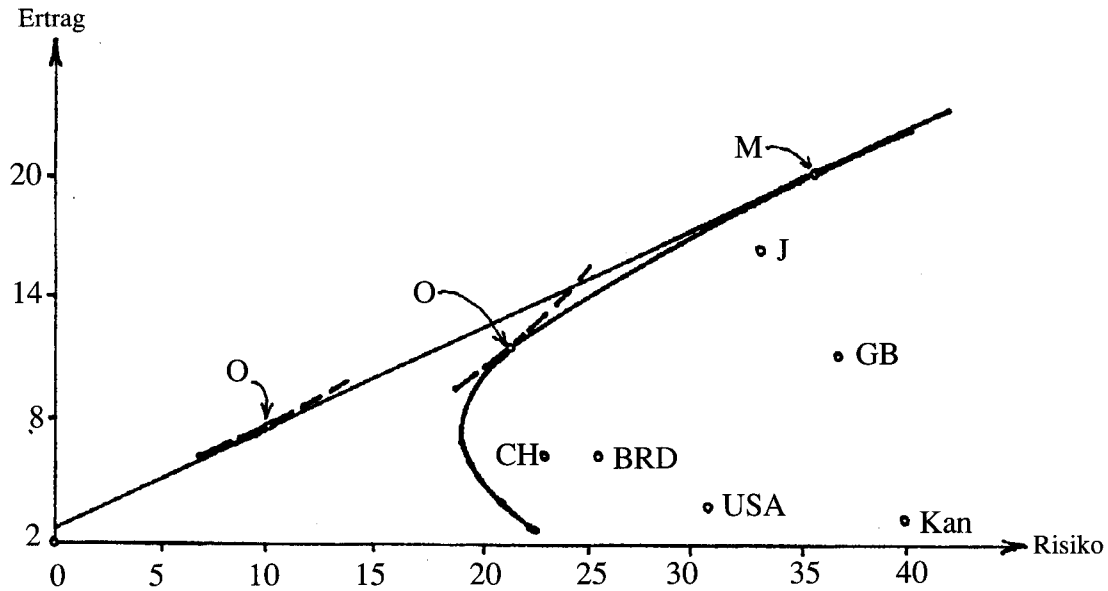
Grafik 3: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der Bundesrepublik Deutschland.

Tabelle 3: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der BRD. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.

	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	4.037	30.517	-2.457	5.132	-9.629
Japan	16.690	32.824	10.195	7.439	-0.630
BRD	6.494	25.385	0.000	0.000	0.000
Kanada	3.333	39.779	-3.161	14.393	-26.609
GB	11.627	36.664	5.132	11.278	-12.363
Schweiz	6.387	22.819	-0.108	-2.567	2.985
Kleinst-Varianz-Port.	7.628	18.894	1.133	-6.491	8.319
Optimales Port. [1]	11.259	20.727	4.765	-4.658	10.135
Marktportfolio [2]	21.287	37.206	14.792	11.821	-3.705
Optimales Port. [3]	7.775	9.894	1.281	-15.491	14.944

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnitte der zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).

Grafik 4: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Kanadas.

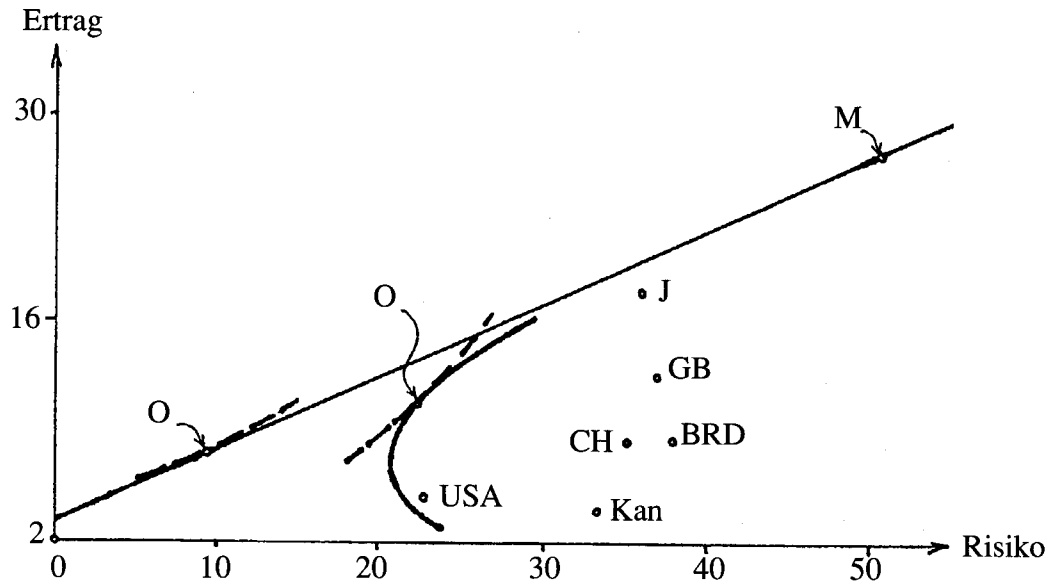


Tabelle 4: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Kanadas. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.

	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	4.926	22.569	0.758	-10.689	15.676
Japan	18.368	36.077	14.200	2.820	9.313
BRD	8.783	37.951	4.615	4.693	-3.741
Kanada	4.168	33.258	0.000	0.000	0.000
GB	13.019	36.986	8.851	3.728	2.304
Schweiz	8.603	35.061	4.434	1.804	1.354
Kleinst-Varianz-Port.	7.470	20.554	3.301	-12.704	20.391
Optimales Port. [1]	11.177	22.285	7.009	-10.973	22.245
Marktportfolio [2]	27.483	50.823	23.315	17.565	-13.608
Optimales Port. [3]	7.989	9.416	3.821	-23.842	29.256

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnitte der zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).

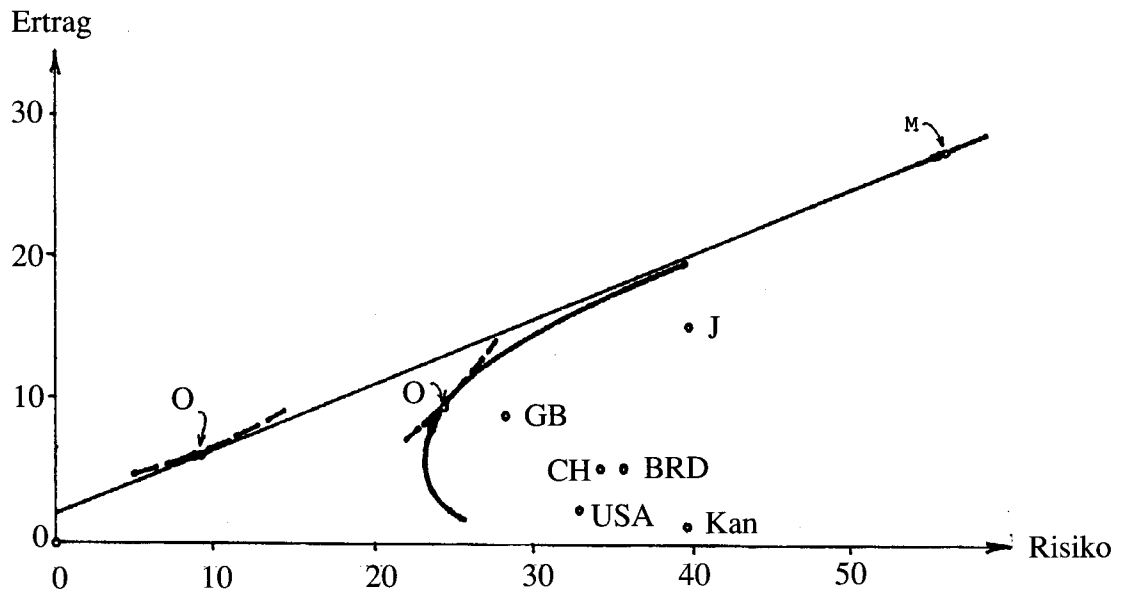
Grafik 5: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Grossbritaniens.

Tabelle 5: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht Grossbritaniens. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.

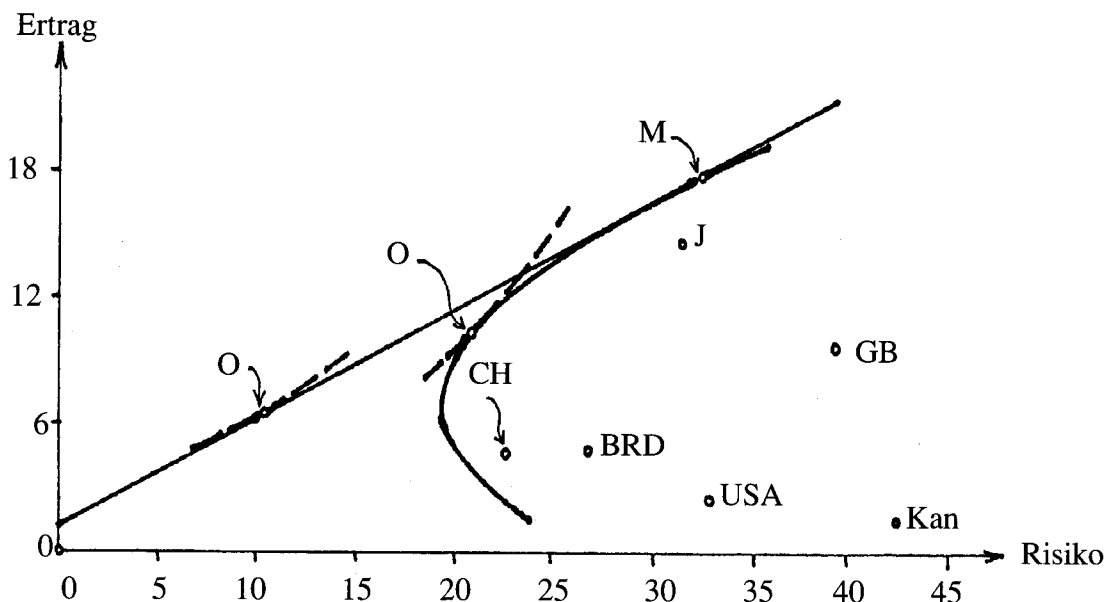
	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	2.302	32.905	-6.736	4.613	-13.793
Japan	15.305	39.875	6.267	11.584	-13.474
BRD	5.301	35.755	-3.737	7.463	-15.687
Kanada	1.386	39.642	-7.652	11.350	-26.929
GB	9.038	28.292	0.000	0.000	0.000
Schweiz	5.214	34.364	-3.824	6.072	-13.335
Kleinst-Varianz-Port.	6.377	23.121	-2.661	-5.171	3.986
Optimales Port. [1]	9.904	24.599	0.865	-3.693	5.748
Marktportfolio [2]	27.760	55.926	18.722	27.634	-39.460
Optimales Port. [3]	6.222	9.224	-2.816	-19.068	15.068

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnittender zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).

Grafik 6: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der Schweiz.

Tabelle 6: Anlagemöglichkeiten aus der Sicht der Schweiz. Durchschnittswerte pro Quartal auf ein Jahr hochgerechnet in Prozent bzw. Prozentpunkten.

	Ertrag	Risiko	Mehr- Ertrag gegen- über Inlands- Anlage	Mehr- Risiko gegen- über Inlands- Anlage	Vorteil gegen- über Inlands- Anlage [4]
USA	2.602	32.914	-2.110	10.391	-16.511
Japan	14.902	31.445	10.190	8.922	-1.848
BRD	4.922	26.644	0.210	4.121	-4.856
Kanada	1.950	42.457	-2.762	19.934	-35.145
GB	10.153	39.240	5.441	16.718	-20.372
Schweiz	4.712	22.523	0.000	0.000	0.000
Kleinst-Varianz-Port.	7.227	19.266	2.515	-3.256	5.917
Optimales Port. [1]	10.714	20.998	6.002	-1.524	7.660
Marktportfolio [2]	18.154	32.497	13.442	9.975	-0.278
Optimales Port. [3]	6.681	10.370	1.969	-12.152	11.962

[1] Ohne Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[2] Marktportfolio bestehend ausschliesslich aus risikobehafteten Anlagen.

[3] Mit Berücksichtigung des risikolosen Wertpapiers.

[4] Gemessen als Differenz der Achsenabschnitten der zugehörigen Risikopräferenzkurven (z.B. misst die Strecke V in Abb. 3 den Vorteil des optimalen Portfolios gegenüber der Inlandsanlage).