

February 2007

# OR-basierte Persönliche Finanzplanung - Zulässige und optimale Finanzpläne

Oliver Braun

Universität des Saarlandes, ob@itm.uni-sb.de

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2007>

---

## Recommended Citation

Braun, Oliver, "OR-basierte Persönliche Finanzplanung - Zulässige und optimale Finanzpläne" (2007). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2007*. 95.

<http://aisel.aisnet.org/wi2007/95>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2007 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

In: Oberweis, Andreas, u.a. (Hg.) 2007. *eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering*; 8. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2007. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe

ISBN: 978-3-86644-094-4 (Band 1)

ISBN: 978-3-86644-095-1 (Band 2)

ISBN: 978-3-86644-093-7 (set)

© Universitätsverlag Karlsruhe 2007

# OR-basierte Persönliche Finanzplanung

## Zulässige und optimale Finanzpläne

Oliver Braun

Lehrstuhl für Informations- und Technologiemanagement  
Universität des Saarlandes  
66123 Saarbrücken  
ob@itm.uni-sb.de

### Abstract

Auf Basis von Techniken und Methoden des Operations Research (OR) wird ein Modell für das Problem der Persönlichen Finanzplanung formuliert. Dazu wird zunächst unter entscheidungsorientierter Sicht eine Zielbildung für das Problem der Persönlichen Finanzplanung vorgenommen. Neben Algorithmen zur Herstellung zulässiger Finanzpläne wird ein Goal Programming Modell der Persönlichen Finanzplanung beschrieben.

## 1 Einleitung

*Persönliche Finanzplanung* ist die gedankliche Vorbereitung zielgerichteter Entscheidungen bezüglich persönlicher finanzieller Angelegenheiten. Planung ist das Bindeglied zwischen Zielsetzung und kalkuliertem Handeln. Zielbildung, Planung und Entscheidung sind eng miteinander verknüpft. Der vorliegenden Artikel soll, basierend auf Methoden des *Operations Research*, zur Diskussion einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Thema der *Persönlichen Finanzplanung* anregen. *Operations Research* (OR) befasst sich mit der „angemessenen Modellierung von Entscheidungsproblemen. Die Formulierung angemessener Entscheidungsmodelle für zu lösende Problemstellungen ist eine Voraussetzung für das Finden optimaler oder befriedigender Problemlösungen.“ [Zimm05, S.12]. Eine sorgfältige und wissenschaftlich fundierte Auseinandersetzung mit dem Thema der *Persönlichen Finanzplanung* ist bislang nur unzureichend erfolgt. Im Bereich der *Persönlichen Finanzplanung* gibt es, mit Ausnahme der auf das Problem der *Persönlichen Finanzplanung* anzuwendenden umfang-

reichen Theorie des *Portfolio-Managements* sowie versicherungsmathematischer Berechnungen, keine Anwendung mathematischer (und insbesondere von OR) Methoden. Insbesondere fehlt ein Entscheidungsmodell der *Persönlichen Finanzplanung*, auf dessen Basis Entscheidungsprobleme im Rahmen der *Persönlichen Finanzplanung* beispielsweise mit Hilfe von Methoden des OR gelöst werden können. *Persönliche Finanzplanung* wird mehr als Kunst verstanden denn als wissenschaftliche Disziplin. Es gibt zwar zahlreiche Lehrbücher zur *Persönlichen Finanzplanung* [u.a. BoSt03; Keow03; NiRR04; Woer02], die als Ratgeber rund um Fragen der *Persönlichen Finanzplanung* genutzt werden können, allerdings nicht wesentlich mehr beinhalten als eine Sammlung von Anekdoten, Daumenregeln und persönlichen Erfahrungswerten. Keine der internationalen Zeitschriften, die sich umfassend mit Themen der *Persönlichen Finanzplanung* befassen (u.a. *Financial Services Review*, *Journal of Personal Financial Planning*, *Journal of Personal Finance*) befindet sich aktuell (Stand: Juli 2006) im *Social Sciences Citation Index* (SCSI). Die Zeitschrift *Financial Services Review* befindet sich im Begutachtungsprozess [Wars05].

**Literaturüberblick:** Unterscheidet man Betriebe in *Unternehmen* (Betriebe zur Fremdbedarfsdeckung) und in *Haushalte* (Betriebe zur Eigenbedarfsdeckung), so kann man feststellen, dass finanzwirtschaftliche Fragestellungen, die für Unternehmen gelten, in ähnlicher Weise auch für Haushalte Anwendung finden können. Dementsprechend wird in der Literatur als Pendant zum Begriff *Finance* (Finanzwirtschaft) der Begriff *Personal Finance* (Persönliche Finanzwirtschaft) verwendet. *Personal Financial Planning* (Persönliche Finanzplanung) ist Teil des Forschungsgebietes *Personal Finance*. Innerhalb des Forschungsgebietes *Finance* stellt heute die *Kapitalmarkttheorie* ein eigenständiges und anerkanntes wissenschaftliches Forschungsgebiet mit großem Einfluss auf die Praxis (Börsen und Investment-Industrie) dar.

Einen Literaturüberblick zur Anwendung mathematischer (und insbesondere von OR) Methoden in der Finanzwirtschaft geben [AsBD88; McCa82; Mert95]. Bis auf versicherungsmathematische Modelle (einen Überblick gibt [OBri92]) haben bis Anfang der 1950er Jahre keine mathematischen Modelle breitere Anwendung im Forschungsgebiet *Finance* gefunden. Die Arbeiten von Markowitz [Mark52] und Roy [Roy52] markieren den Beginn der *Modernen Portfoliotheorie* und stellen den Anfang einer Entwicklung weg von einer rein deskriptiven hin zu einer theoretischen, kapitalmarktorientierten Finanzierungslehre dar. Basierend auf diesen grundlegenden Arbeiten haben Sharpe [Shar64], Lintner [Lint65] und Mossin [Moss66] die Bewertung von risikobehafteten Kapitalanlagen im Marktgleichgewicht untersucht, und ihr

*Capital Asset Pricing Model* (CAPM) wurde das grundlegende quantitative Modell zur Messung und Bewertung von Einzelwertrisiken. Anfang der 1970er Jahre veröffentlicht, hat das *Black-Scholes-Modell* zur Preisfindung für Optionen [BlSc73] sowohl in der wissenschaftlichen Diskussion als auch in der praktischen Anwendung herausragende Auswirkungen. [SpSZ05] stellen fest, dass seit Mitte der 1970er Jahre die Forschung zur Anwendung von OR-Methoden im Forschungsgebiet *Finance* in typischen OR-Zeitschriften (namentlich u.a. *European Journal of Operational Research*, *Operations Research*, *Journal of the Operational Research Society*) fortgeführt wird und die Beiträge in klassischen finanzwirtschaftlichen Zeitschriften (namentlich *Journal of Finance*, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, *Journal of Financial Research*) sich in eine Richtung bewegt haben, in der mathematische Modelle wieder durch verbale Modelle ersetzt werden in Richtung einer positiven bzw. deskriptiven Finanztheorie.

Die OR-Methode der *Linearen Programmierung* hat im Bereich der Investitions- und Finanzplanung breite Anwendung gefunden. [ChCM59] beschreiben eine Anwendung der Linearen Programmierung auf die Finanzplanung. [Bern69; Carl69] geben einen Überblick über in den 1960er Jahren erstellte Modelle der mathematischen Programmierung für die Investitionsplanung (darunter [Wein63; BaQu65]). In der deutschsprachigen Literatur sind erstmals Anfang der 1960er Jahre grundlegende Beiträge zur Anwendung von *Linearer Programmierung* in der Investitions- und Finanzplanung erschienen [Alba60; Alba62; Hax64; Moxt63].

**Gliederung der Arbeit:** Im Kern der *Wirtschaftsinformatik* kann die Beantwortung der Frage gesehen werden, wie mit Hilfe von Techniken und Methoden der Informatik (dazu können Techniken und Methoden des *Operations Research* gezählt werden) betriebswirtschaftliche Probleme beschrieben (modelliert) und besser als ohne Anwendung dieser Techniken und Methoden gelöst werden können. Im Sinne der Modellierung und Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems wird in Abschnitt 2 zunächst herausgearbeitet, worin die Zielsetzung der *Persönlichen Finanzplanung* liegt. Im Anschluss daran werden in Abschnitt 3 Modelle beschrieben, mit deren Hilfe die Zulässigkeit von Finanzplänen überprüft und ggf. hergestellt werden kann. Bei der Betrachtung realer Problemstellungen aus dem Bereich der *Persönlichen Finanzplanung* liegt häufig nicht nur ein einziges Optimierungsziel vor, sondern es müssen im Allgemeinen mehrere Optimierungsziele gemeinsam betrachtet werden. Daher befasst sich Abschnitt 4 mit einem *Goal Programming Modell* der *Persönlichen Finanzplanung*. In Abschnitt 5 werden die Ergebnisse des Beitrags zusammengefasst und weitere Forschungsmöglichkeiten im Umfeld einer OR-basierten *Persönlichen Finanzplanung* diskutiert.

## 2 Zielsetzung der Persönlichen Finanzplanung

In Anlehnung an [Wöhe05, S.96], in der Planung als gedankliche Vorbereitung zielgerichteter Entscheidungen definiert wird, definieren wir *Persönliche Finanzplanung* als gedankliche Vorbereitung zielgerichteter Entscheidungen bezüglich persönlicher finanzieller Angelegenheiten. *Planungsgegenstand* sind somit die persönlichen finanziellen Angelegenheiten, *Planungsdaten* sind Vermögen und Verbindlichkeiten sowie Einzahlungen und Auszahlungen vergangener Perioden, zum aktuellen Zeitpunkt und in zukünftigen Perioden. Der *Planungszeitraum* kann unterteilt werden in strategisch (5 Jahre und mehr), taktisch (2-5 Jahre) und operativ (max. 1 Jahr). Unter Einbeziehung der Zielbildung ergibt sich für die Planung folgendes Phasenschema: Zielbildung, Problemanalyse, Alternativenermittlung, Alternativenbewertung. Weitere grundlegende Definitionen *Persönlicher Finanzplanung*, des *Prozesses der Persönlichen Finanzplanung*, von *Financial Modelling* sowie *finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme* sind [CFP06; ISO04; Sch06; SpHa97, S.113-114; SpSZ05, S.801] zu entnehmen.

### 2.1 Grundlegende Begriffe

Im Allgemeinen versteht man unter der *Finanzplanung einer Unternehmung* alle Berechnungen und Dispositionen im Hinblick auf die Abstimmung der kurzfristig zu erwartenden Einzahlungs- und Auszahlungsströme mit dem *Ziel der Erhaltung der Liquidität* und die mittel- und langfristige Abstimmung von Kapitalbedarf und Kapitaldeckungsmöglichkeiten (Finanzierungsmöglichkeiten) [BiKu00b, S.2]. *Persönliche Finanzplanung* ist eine Finanzdienstleistung. Das Gut, auf das sich Finanzdienstleistungen beziehen, ist Geld. Informationen sind der zentrale Produktionsfaktor der Finanzdienstleister. Informationsprodukte stehen im Mittelpunkt der Leistungserstellung. *Persönliche Finanzplanung* besteht aus Informationsbeschaffung und Informationsverarbeitung sowie Informationsweiterleitung an den Kunden (Mandanten). Entscheidungen sind vom Mandanten zu treffen, Entscheidungsunterstützung kann vom Finanzplaner, der als Berater fungiert, geleistet werden.

### 2.2 Zielbildung

Ähnlich wie bei Unternehmen muss in der *Persönlichen Finanzplanung* bei jeder Entscheidung über finanzwirtschaftliche Vorgänge die Frage beantwortet werden, welche *Zielsetzungen* zu Grunde gelegt werden. Erst aufgrund gesetzter Ziele als Angabe des gewünschten Zustandes der Realität ist der Entscheidungsträger in der Lage, die zur Verfügung stehenden Handlungs-

alternativen zu bewerten und so zu einer Entscheidung zu gelangen. Entscheidungsträger können also erst dann eine rationale Entscheidung treffen, wenn mittels eines vorgegebenen Zielkriteriums festgestellt werden kann, ob die durch die Entscheidung ausgelöste Maßnahme einen Beitrag zur Erreichung dieses Zieles liefert [BiKu00a, S.10, in Anlehnung an Süch95, S.295]. *Persönliche Finanzplanung* sollte dabei nicht lediglich die Frage behandeln, wie Vermögen maximiert werden kann, sondern, wie Vermögen und künftige Einzahlungen genutzt werden können, um damit ein erfülltes und glückliches Leben führen zu können. Das allgemeine Ziel einer *Persönlichen Finanzplanung* kann also darin gesehen werden, die persönliche Lebensqualität zu maximieren und dabei die Frage zu beantworten, wie eine Person ihr Vermögen und ihre künftigen Einzahlungen auf die für sie beste Art und Weise einsetzen kann. Ziele lassen sich nach unterschiedlichen Klassifikationsmerkmalen einteilen [Wöhe05, S.92 ff.; in Anlehnung an Mach03, S.187 ff.]. Bezüglich des *Zielinhalts* unterschieden zwischen *Formalzielen* und *Sachzielen*. Formalziele bestimmen die Grundlinie des Handelns, Sachziele haben Instrumentalcharakter. Hinsichtlich des *Zielausmaßes* unterscheidet man zwischen begrenzten Zielen (z.B. Verringerung der Lebenshaltungskosten um 10%) und unbegrenzten Zielen (z.B. Maximierung der Eigenkapitalrendite). Daneben wird zwischen lang-, mittel- und kurzfristigen Zielen (*Zeitbezug*), komplementären, konkurrierenden und indifferenten Zielen (*Zielbeziehungen*) und Ober-, Zwischen- und Unterzielen (*Rangordnung*) unterschieden. Offensichtlich ist, dass ein Haushalt immer mehrere Ziele zu gleicher Zeit verfolgt. Daraus entsteht die Notwendigkeit, die Ziele in eine sinnvolle Ordnung (in ein Zielsystem) zu bringen, d.h. den Zielplanungsprozess zu organisieren. Dabei sollen zumindest folgende Grundsätze beachtet werden: Motivationsfunktion, Realitätsbezug, Widerspruchsfreiheit, Verständlichkeit, Kontrollierbarkeit. Wichtig ist, dass jedes Unterziel operational ist. Im Entscheidungsprozess werden Ziele, Handlungsalternativen und Umweltbedingungen analysiert und aufeinander abgestimmt.

### 2.2.1 *Formalziele der Persönlichen Finanzplanung*

Die wichtigsten Formalziele der Persönlichen Finanzplanung sind Rentabilität, Sicherheitsstreben und Liquidität [BiKu00a, S.10ff]. Die *Rentabilität* (Ziel: Maximierung der Rendite) ist eine Messgröße, sie wird in Kennzahlen ausgedrückt und spiegelt das Verhältnis zwischen Kapitaleinsatz und dem Überschuss wider, der mit diesem Kapitaleinsatz erzielt wird. Der Einsatz der Rentabilität als Zielbildungsgröße ermöglicht es, Entscheidungen unter Zuhilfenahme von Plan- und Daten zu treffen, um gleichzeitig die Zielerreichung durch Steuerung und Überwachung zu gewährleisten. Rentabilitäten können für einzelne investive Maßnahmen aber auch für eine

Person als Gesamtheit ermittelt werden. Als Berechnungszeitraum können eine Periode oder die Gesamtdauer einer Investition herangezogen werden. Unter *Sicherheitsstreben* (Ziel: Vermeidung von Risiko) versteht man das Ziel, das für eine Investition zur Verfügung gestellte Kapital uneingeschränkt zu erhalten. Konsequenterweise würde dies der Verzicht auf jegliches Risiko bedeuten. Umgekehrt gilt: Je höher das Risiko einer Aktion ist, desto höher kann in der Regel der Gewinn aus dieser Aktion und damit die Steigerung der Rentabilität ausfallen. Der Eintritt eines Misserfolgs wirkt sich dagegen negativ auf die Rentabilität aus. *Liquidität* (Ziel: Erhaltung des finanziellen Gleichgewichts) fordert, dass die auf eine Person zukommenden Zahlungsverpflichtungen jederzeit erfüllt werden können [PeSt99, S.15-16]. Die Formalziele Rentabilität, Sicherheitsstreben und Liquidität widersprechen sich in dem Sinne, dass eine Verbesserung hinsichtlich eines Ziels eine Verschlechterung eines anderen Ziels bewirkt. Weitere Formalziele können aus dem Bereich sozialer Ziele (Spenden, Streben nach Ansehen, Prestige, Macht) sowie aus dem Bereich öffentlicher (zum Beispiel ökologischer) Ziele (Ressourcenschonung), abgeleitet werden, sollen hier aber nicht weiter betrachtet werden.

### 2.2.2 Sachziele der Persönlichen Finanzplanung

Sachziele der *Persönlichen Finanzplanung* lassen sich unterteilen in *Finanzwirtschaftliche Sachziele* (beziehen sich auf die Frage: Wie sicher ist die zukünftige Zahlungsfähigkeit?) und in *Erfolgswirtschaftliche Sachziele* (beziehen sich auf die Frage: Wie groß ist die zukünftige Ertragskraft?). In Abbildung 1 ist das Zielsystem entsprechend abgebildet.

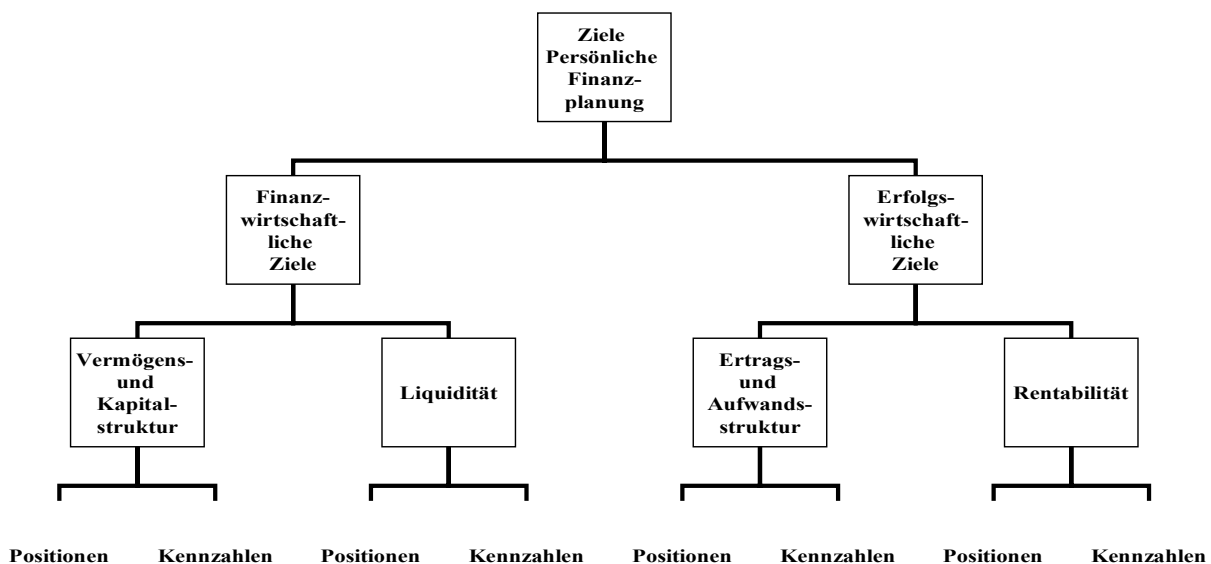


Abb. 1: Zielsystem Persönliche Finanzplanung



*Finanzwirtschaftliche Sachziele* beziehen sich im Kern auf die Vermögens- und Kapitalstruktur und die Liquidität. Dabei werden aus der Vermögensstruktur Aussagen über die künftige Zahlungsfähigkeit getroffen (z.B.  $\text{Finanzanlagenintensität} = \text{Finanzanlagevermögen} / \text{Gesamtvermögen}$ ), Finanzierungsrisiken betrachtet (z.B.  $\text{Verschuldungsgrad} = \text{Fremdkapital} / \text{Eigenkapital}$ ) und die Frage untersucht, inwieweit das Liquiditätspotential ausreicht, gegebenen Zahlungsverpflichtungen nachzukommen (z.B.  $\text{Liquidität I. Grades} = \text{Zahlungsmittel} / \text{kurzfristige Verbindlichkeiten}$ ). *Erfolgswirtschaftliche Sachziele* beziehen sich auf die Ertrags- und Aufwandsstruktur und die Rentabilität. Dabei werden Ziele bezüglich der Ertragslage gesetzt (z.B. Aufwand-Ertrag-Relationen) und Ergebnis- mit Kapitalgrößen in Verbindung gesetzt (z.B.  $\text{Eigenkapitalrentabilität} = \text{Gewinn} / \text{Eigenkapital}$ ). Hilfsmittel zur Festlegung und Überprüfung der Sachziele stellen die *Vermögensbilanz*, die *Cash-Flow-Rechnung* und die *Erfolgsrechnung* dar. Die *Vermögensbilanz* ist eine *Zeitpunktbilanz*. Eine *Zeitraumbilanz* bezieht sich dagegen auf einen Zeitraum und weist Strömungsgrößen aus. Zeitraumbilanzen verfolgen das Ziel, die Bilanzadressaten über Herkunft und Verwendung finanzieller Mittel während des Betrachtungszeitraums zu informieren. Sie werden auch als Kapitalflussrechnungen bezeichnet, die entweder vergangenheitsorientiert sind und somit auf Istgrößen basieren oder die als Zukunftsrechnungen auf Plangrößen beruhen [Wöhe05, S.831]. Zeitraumbilanzen im Rahmen der Persönlichen Finanzplanung sind die *Cash-Flow-Rechnung* (weist Einzahlungen und Auszahlungen einer Periode aus) und die *Erfolgsrechnung* (Gewinn- und Verlustrechnung, weist Erträge und Aufwendungen einer Periode aus). Zur (bilanzorientierten) Zielbildung können nun konkrete Vorgaben bezüglich einzelner Positionen (z.B. bzgl. der Vermögens- und Kapitalstruktur: Die Position Aktien soll 15% des gesamten Portfolios ausmachen, bzgl. der Liquidität: Die Position Auszahlungen für Lebenshaltungskosten soll weniger als 1600 Euro monatlich betragen) und Kennzahlen (z.B. bzgl. der Rentabilität: Die Kennzahl *Eigenkapitalrentabilität* soll bei mindestens 7% liegen) herangezogen werden

In Anti-Bilanz-Konzeptionen [u.a. Moxt84; Buss66] wird vorgeschlagen, den betrieblichen Jahresabschluss durch einen *prospektiven Finanzplan* zu ersetzen, da so die Informationsbedürfnisse externer Adressaten weitaus besser erfüllt werden könnten. Auf Grund dieser Überlegungen und da *Liquidität* unabdingbare Voraussetzung für die Überlebensfähigkeit einer Person ist (in dem Sinne, dass auf eine Person zukommende Zahlungsverpflichtungen jederzeit erfüllt werden können), wird in Abschnitt 3 das Ziel der Erhaltung der Liquidität in den Mittelpunkt der Überlegungen gestellt.

### 3 Zulässige Finanzpläne

Zentrales Steuerungsinstrument der *Persönlichen Finanzplanung* ist der *Finanzplan* als tabellarische, zeitliche und sachliche Aufgliederung des in Zukunft erwarteten Stroms der Ein- und Auszahlungen. In unserem Grundmodell ist ein *Finanzplan* mit  $n+1$  Einzahlungen  $E_i > 0$  ( $i = 0, \dots, n$ ) und  $n+1$  Auszahlungen  $A_i > 0$  ( $i = 0, \dots, n$ ) sowie ein Zinssatz  $z$ , mit dem die Einzahlungsüberschüsse verzinst werden können, gegeben (Tabelle 1).

$n$	wir betrachten $n+1$ Zeitpunkte $t = 0, \dots, n$ . Die Differenz zwischen zwei Zeitpunkten $t$ und $t+1$ entspricht dabei einer Periode. Wenn nichts Anderes festgelegt wird, entspricht eine Periode einem Jahr.
$E_i \geq 0$ ( $i=0, \dots, n$ ) $A_i \geq 0$ ( $i=0, \dots, n$ )	$n+1$ Einzahlungen $E_i \geq 0$ und $n+1$ Auszahlungen $A_i \geq 0$ ( $i = 0, \dots, n$ ). Eine Einzahlung $E_i$ oder Auszahlung $A_i$ entspricht dabei der Summe der jährlichen Einzahlungen oder Auszahlungen in $i$ Jahren. Die Differenz $E_0 - A_0$ entspricht dem aktuellen liquidierten Vermögen. Wir nehmen an, dass gilt: $E_0 > 0$ und $A_0 = 0$ .
$z$	Zinssatz $z$ gibt die durchschnittliche jährliche Verzinsung von Einzahlungsüberschüssen an.

Tab. 1: Notation

Damit alle Auszahlungen durch die Einzahlungen gedeckt werden können, muss für alle Zeitpunkte  $t=0, \dots, n$  gelten: *Summe aller Einzahlungen bis zum Zeitpunkt  $t$  sind größer oder gleich Summe aller Auszahlungen bis zum Zeitpunkt  $t$ . Oder äquivalent: Summe aller Einzahlungsüberschüsse bis zum Zeitpunkt  $t$  sind größer oder gleich 0.* Zusätzlich können Einzahlungsüberschüsse mit einem jährlichen Zinssatz von  $z$  % verzinst werden, also muss gelten: *Summe aller auf den Zeitpunkt  $t$  mit dem Zinssatz  $z$  aufgezinsten Einzahlungsüberschüsse bis zum Zeitpunkt  $t$  sind größer oder gleich 0.* Die Aufnahme eines Kredits (Fremdfinanzierung) kommt dabei einer zusätzlichen Einzahlung gleich, die gleichzeitig zusätzliche Auszahlungen mit sich bringt. Formal ist ein zulässiger Finanzplan wie folgt definiert: *Die Zulässigkeit eines Finanzplans ist genau dann erreicht, wenn zu jedem beliebigen Zeitpunkt  $t=0, \dots, n$  gilt: Die Summe aller mit dem Zinssatz  $z$  auf den Zeitpunkt  $t$  aufgezinsten Einzahlungsüberschüsse bis zum Zeitpunkt  $t$  sind größer oder gleich 0.* Um die *Zulässigkeit eines Finanzplans* zu prüfen, müssen also folgende  $n+1$  Bedingungen überprüft werden:

$$\sum_{\substack{i=0 \\ t=0 \dots n}}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} \geq 0$$

Daraus ergibt sich folgender Algorithmus zur Prüfung eines Finanzplans auf Zulässigkeit.

```

Input:       $E_i (i=0, \dots, n), A_i (i=0, \dots, n), z$ 
Schritte:
    for (  $t = 0..n$  )
    {
         $S_t := 0$  ;
        for (  $i = 0..t$  )
             $S_t := S_t + (E_i - A_i)(1+z)^{t-i}$  ;
        if (  $S_t < 0$  ) then
            print ("Finanzplan ist unzulässig") ; stop ;
    }
    print ("Finanzplan ist zulässig") ;
Output:    Ausgabe "Finanzplan ist zulässig" oder Ausgabe "Finanzplan ist unzulässig".

```

Ergibt die Zulässigkeitsprüfung als Ergebnis Unzulässigkeit vom Grad 0, so können folgende Maßnahmen ergriffen werden: Berechnung eines (risikoreicheren) Zinssatzes  $z$ , für den der Finanzplan zulässig ist: Abschnitt 3.1. Erhöhung der regelmäßigen Einzahlungen (beispielsweise Partner geht auch arbeiten) oder Verringerung der regelmäßigen Auszahlungen (beispielsweise Senkung der Lebenshaltungskosten): Abschnitt 3.2. Erhöhung einzelner Einzahlungen oder Verringerung einzelner Auszahlungen (beispielsweise kleineres Auto anschaffen): Abschnitt 3.3. Zeitliche Verschiebung von Einzahlungen nach vorne (beispielsweise Auszahlung einer Lebensversicherung) oder zeitliche Verschiebung von Auszahlungen nach hinten (beispielsweise Anschaffung eines neuen Autos verschieben): Abschnitt 3.4.

### 3.1 Variabler Zinssatz

Besteht die Bereitschaft, ein höheres Risiko einzugehen, einhergehend mit der Hoffnung auf eine höhere Rendite, so kann Zulässigkeit eines Finanzplans dadurch hergestellt werden, dass der Zinssatz  $z$ , mit der die Einzahlungsüberschüsse jährlich verzinst werden, erhöht wird. Zu beachten ist, dass stets gilt:  $E_0 > 0$  und  $A_0 = 0$ . Da der Finanzplan unzulässig ist, muss es wenigstens einen Zeitpunkt  $t$  geben mit  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} < 0$ . Führe nun für jedes dieser  $t$  folgendes durch: Berechne Zinssatz  $z_t$ , so dass gilt  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z_t)^{t-i} = 0$ .  $z_t$  kann beispielsweise mit Hilfe des Newton-Verfahrens zur Berechnung der Nullstellen von Polynomen berechnet werden. Der Zinssatz  $z$ , mit der die Einzahlungsüberschüsse jährlich verzinst werden müssten, um einen zulässigen Finanzplan zu gewährleisten, ist dann das Maximum aller  $z_t$ .

Input:  $E_i (i=0, \dots, n), A_i (i=0, \dots, n), z$   
 Schritte:

```

for (  $t = 0..n$  )
  {
     $S_t := 0 ; z_t := 0 ;$ 
    for (  $i = 0..t$  )
       $S_t := S_t + (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} ;$ 
    if (  $S_t < 0$  ) then
      Berechne Zinssatz  $z_t$  (z.B. mit dem Newton-Verfahren), so dass gilt:
       $(E_0 - A_0)(1+z_t)^t + (E_1 - A_1)(1+z_t)^{t-1} + \dots + (E_t - A_t)(1+z_t) = 0 ;$ 
    }
  }
   $z := \max \{ z_0..z_n \} ;$ 

```

Output: Zinssatz  $z$ , mit dem die Einzahlungsüberschüsse verzinst werden müssten, so dass der Finanzplan zulässig ist.

### 3.2 Erhöhung regelmäßiger jährlicher Einzahlungen oder Verringerung regelmäßiger jährlicher Auszahlungen

Bei gegebener jährlicher Verzinsung der Einzahlungsüberschüsse kann Zulässigkeit eines Finanzplans hergestellt werden, indem die regelmäßigen jährlichen Einzahlungen erhöht und/oder die regelmäßigen jährlichen Auszahlungen verringert werden. Eine Fragestellung, die so zu beantworten wäre, ist: „Um wieviel müssten die jährlichen Lebenshaltungskosten reduziert werden, um bei einem durchschnittlichen jährlichen Zinssatz von  $z$  % Zulässigkeit vom Grad 0 zu erreichen?“. Berechne nun für jeden Zeitpunkt  $t$  mit  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} < 0$  einen Betrag  $d_t$ , so dass gilt:  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i + d_t)(1+z_t)^{t-i} = 0$ . Gesucht ist also ein Betrag  $d = \max\{d_0..d_n\} \geq 0$ , so dass der Finanzplan zulässig ist.  $d$  gibt die konstante Veränderung der jährlichen Einzahlungen und Auszahlungen an.

Input:  $E_i (i=0, \dots, n), A_i (i=0, \dots, n), z$   
 Schritte:

```

for (  $t = 0..n$  )
  {
     $S_t := 0 ;$ 
    for (  $i = 0..t$  )
       $S_t := S_t + (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} ;$ 
    if (  $S_t < 0$  ) then
       $d_t := - S_t / t ;$ 
    }
  }
   $d := \max \{ d_0, \dots, d_n \} ;$ 

```

Output: Konstante Veränderung  $d$  der jährlichen Einzahlungen und Auszahlungen, so dass der Finanzplan zulässig ist.

### 3.3 Erhöhung einzelner jährlicher Einzahlungen oder Verringerung einzelner jährlicher Auszahlungen

Unzulässigkeit eines Finanzplans kann durch eine einzelne hohe Auszahlung eintreten. In diesem Fall bieten sich mehrere Lösungen an, um durch eine wertmäßige Veränderung von Einzahlungen oder Auszahlungen einen zulässigen Finanzplan herzustellen. Beispielsweise könnten die Einzahlungen erhöht oder die Auszahlungen gekürzt werden. Im Folgenden betrachten wir lediglich die Möglichkeit, Auszahlungen zu kürzen. Dabei soll der Betrag, um den die Auszahlungen gekürzt werden sollen, möglichst gering sein. Führe nun für jeden Zeitpunkt  $t$  mit  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} < 0$  folgendes durch: Ersetze die Auszahlung  $A_t$  durch  $A_t'$  mit  $A_t' = A_t + \sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i}$ , so dass gilt:  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i')(1+z)^{t-i} = 0$ . Die Auszahlung  $A_t$  wird also entsprechend gekürzt und ist auch bei den weiteren Zulässigkeitsprüfungen entsprechend gekürzt zu berücksichtigen.

```

Input:       $E_i (i=0, \dots, n), A_i (i=0, \dots, n), z$ 
Schritte:
    for (  $t = 0..n$  )
    {
         $S_t := 0$  ;
        for (  $i = 0..t$  )
             $S_t := S_t + (E_i - A_i)(1+z)^{t-i}$  ;
        if(  $S_t < 0$  ) then
             $A_t := A_t + S_t$  ;
    }
Output:    Liste der verringerten Auszahlungen  $A_t$  .

```

### 3.4 Zeitliche Veränderungen einzelner Auszahlungen oder Einzahlungen

Unzulässigkeit eines Finanzplans kann durch eine ungünstige zeitliche Reihenfolge von Einzahlungen und Auszahlungen eintreten. In diesem Fall bieten sich zwei Lösungen an, um durch eine zeitliche Veränderung von Einzahlungen oder Auszahlungen einen zulässigen Finanzplan herzustellen. Entweder werden Auszahlungen nach hinten verschoben oder Einzahlungen vorgezogen. Im Folgenden betrachten wir lediglich die Möglichkeit, eine Auszahlung nach hinten zu verschieben. Dabei soll der Zeitpunkt, zu dem die Auszahlung getätigt werden soll, so nahe wie möglich am ursprünglich geplanten Zeitpunkt liegen. Führe nun für jeden Zeitpunkt  $t$  mit  $\sum_{i=0}^t (E_i - A_i)(1+z)^{t-i} < 0$  folgendes durch: Setze  $A_t := 0$  und verschiebe die Auszahlung  $A_t$  so lange nach hinten bis zu einem Zeitpunkt  $t'$  gilt:  $\sum_{i=0}^{t'} (E_i - A_i)(1+z)^{t'-i} \geq A_t$ . Die Auszahlung  $A_t$  wird also zu  $A_t'$  hinzuaddiert und es gilt  $A_t = 0$  und  $A_t' = A_t' + A_t$ .

```

Input:       $E_i (i=0, \dots, n), A_i (i=0, \dots, n), z$ 
Schritte:
            $H := 0 ;$ 
           for (  $t = 0..n$  )
           {
                $S_t := H ;$ 
               for (  $i = 0..t$  )
                    $S_t := S_t + (E_i - A_i)(1+z)^{t-i};$ 
               if(  $S_t < 0$  ) then
                    $H := -A_t ; A_t := 0 ;$ 
               else
                    $A_t := A_t + H ;$ 
           }
Output:    Liste der zeitlich verschobenen Auszahlungen  $A_t$ .

```

## 4 Goal Programming

Im Allgemeinen lassen sich Einzahlungen und Auszahlungen weder betragsmäßig noch zeitpunktbezogen exakt voraussagen, so dass die zur Zulässigkeitsprüfung notwendige Betrags- und Zeitpunktsgenauigkeit nicht gegeben ist. Daher stellt sich die Frage, wie eine Zulässigkeitsprüfung mit in Betrag und Zeitpunkten variablen Einzahlungen und Auszahlungen durchgeführt werden kann. Darüber hinaus stehen sich beispielsweise gewünschte Ausgaben konkurrierend gegenüber (z.B. Porsche für 80.000 Euro oder Immobilie für 200.000 Euro). Um solche reale Problemstellungen mit mehreren gemeinsam zu betrachtenden Optimierungszielen zu bearbeiten, hat sich im *Operations Research* die *Multikriterielle Analyse* (*Multicriteria analysis*, synonym zu verwenden *Multiple criteria decision making* (MCDM) oder *Multicriteria decision aid* (MCDA) [Zopo99, S.405]) als geeignetes Hilfsmittel herausgestellt. [HaSp02] beschreiben die Relevanz multikriterieller Analyse für finanzielle Entscheidungsprobleme. [StNa03] geben einen umfangreichen aktuellen Überblick über *Multiple criteria decision making combined with finance*. Finanzielle Entscheidungsprobleme mit mehreren Optimierungszielen betrachten beispielsweise [LeLe74; BhMc83; SpHa97]. Das Konzept des *Goal Programming* geht auf Charnes, Cooper und Ferguson [ChCF55] zurück. Einen Überblick liefern [Rome86; TaJE95; TaJR98]. Weitere Artikel zur multikriteriellen Analyse im Forschungsgebiet Finance sind den Übersichtsartikeln [SpSZ05; StNa03; ZoDo02; Zopo99] zu entnehmen. *Goal Programming* ermöglicht sowohl die Berücksichtigung einseitig als auch zweiseitig angestrebter Ziele [HiLi05, S.15 ff.]. Bei einem einseitigen Ziel soll ein Zielwert erreicht oder angenähert, keinesfalls aber über-, bzw. unterschritten werden (Satisfizierungsziele). Bei

einem zweiseitigen Ziel soll ein Zielwert möglichst exakt erreicht werden, Abweichungen nach unten oder oben sind möglich. In einem *Goal Programming Modell* werden dazu untere und obere (nicht negative) Abweichungsvariablen  $d_i^-$  und  $d_i^+$  ( $i=0, \dots, n$ ) eingeführt.

Bei dem Modell in diesem Abschnitt beschränken wir uns auf den Fall, lediglich Ziele bezüglich Einzahlungen und Auszahlungen zu betrachten. Zunächst soll der Fall betrachtet werden, dass nicht mehr betragsgenaue Einzahlungen und Auszahlungen gegeben sind, sondern dass obere (untere) Schranken, in denen sich die Auszahlungen (Einzahlungen) bewegen dürfen, mit Hilfe von Parametern  $d_i^- \geq 0$  und  $d_i^+ \geq 0$  ( $i=0, \dots, n$ ) wie folgt vorgegeben sind.  $d_i^-$  entspricht dem Betrag, um den die Auszahlung  $A_i$  gekürzt werden kann,  $d_i^+$  entspricht dem Betrag, um den die Einzahlung  $E_i$  gekürzt werden kann. Ziel ist, einen zulässigen Finanzplan zu finden, in dem  $\sum d_i^- + d_i^+$  ( $i=0 \dots n$ ) möglichst klein ist. Da einzelnen Einzahlungen und Auszahlungen unterschiedlich hohe relative Bedeutungen beigemessen werden können (z.B. „Immobilie ist mir wichtiger als Porsche“), werden die zu minimierenden Abweichungen  $d_i^- + d_i^+$  jeweils mit  $w_i \in \mathbb{R}, 0 \leq w_i \leq 1$ , gewichtet. Eine Beurteilung der unterschiedlich hohen relativen Bewertungen kann beispielsweise mit dem *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [Saat86; Saat01; VaKu06] erfolgen. Im Rahmen des AHP lassen sich die vergleichenden Bedeutungen einzelner Einnahmen oder Ausgaben durch paarweise Vergleiche (Ordinalskala mit Werten von 1 bis 9) beurteilen. Beispielsweise bedeutet für das Paarvergleichsurteil  $a_{ij}$  der Eintrag einer 3 in die Evaluationsmatrix  $A$ , dass Ausgabe  $i$  etwas bedeutender als Ausgabe  $j$  eingeschätzt wird. Die Bedeutungsgewichte  $w_i$  können durch die Berechnung des normalisierten Eigenvektors der Matrix  $A$  bestimmt werden. Zusammenfassend kann folgendes mathematische Programm zur Minimierung der betragsmäßigen Zielabweichungen zukünftiger Einzahlungen und Auszahlungen formuliert werden.

$$Z = \sum_{i=0}^n w_i (d_i^- + d_i^+) \longrightarrow \min$$

*u.d.N.*

$$(1..n+1) \quad \sum_{i=0}^t (E_i - A_i + d_i^- - d_i^+) (1+z)^{t-i} = 0, \forall t = 0, \dots, n$$

$$(n+2..2n+2) \quad d_i^-, d_i^+ \geq 0, \forall i = 0, \dots, n$$

Der Fall, dass nicht mehr zeitpunktgenaue Einzahlungen und Auszahlungen gegeben sind, sondern Zeiträume, in denen sich die Einzahlungen und Auszahlungen bewegen dürfen, kann äh-

lich gehandhabt werden. Das mathematische Programm kann auf einfache Art und Weise derart erweitert werden, dass *einzelne Investitionen* entweder als oberes einseitiges Ziel (z.B. „maximal 80000 Euro“) oder als zweiseitiges Ziel („ca. 80000 Euro“) berücksichtigt werden können.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Bislang wird unter *Persönlicher Finanzplanung* mehr eine Kunst als eine Wissenschaft verstanden. Bis auf das Problem des *Portfolio-Managements*, das lediglich Teil einer umfassenden *Persönlichen Finanzplanung* darstellt, hat eine wissenschaftliche Methodik kaum Einklang gefunden bei der Untersuchung des Problems der *Persönlichen Finanzplanung*. Der vorliegende Artikel soll, basierend auf Techniken und Methoden des *Operations Research*, zur Diskussion einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Thema der *Persönlichen Finanzplanung* anregen. Dazu werden Probleme der *Persönlichen Finanzplanung* modelliert, mit Hilfe mathematischer Methoden gelöst und im Rahmen der Entwicklung eines webbasierten Systems zur *Persönlichen Finanzplanung* implementiert. Dabei kann beispielsweise eine Zulässigkeitsprüfung im Rahmen der Erstellung eines Sollkonzepts durchgeführt werden. Dazu werden alle erwarteten zukünftigen Einzahlungen und Auszahlungen periodenbezogen saldiert dargestellt (Abbildung 2).

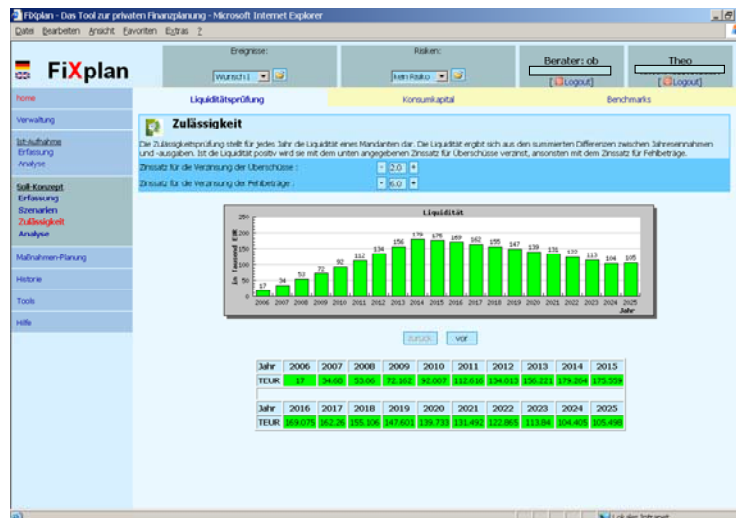


Abb. 2. Zulässigkeitsprüfung im Rahmen des Sollkonzepts

Grundlegend für eine *Persönliche Finanzplanung* ist eine Planung der zukünftigen Einzahlungen und Auszahlungen einer Person. Welche Einzahlungen und Auszahlungen eine Person in der Zukunft plant, ist klarerweise sehr individuell. In jedem Fall muss dabei die Liquidität



sichergestellt werden, damit die Person jederzeit ihren Zahlungsverpflichtungen nachkommen kann. Daher erhält die Sicherstellung der Liquidität die größte Bedeutung bei der Erstellung eines Finanzplans. Ein zulässiger Finanzplan kann ggf. hergestellt werden durch zeitpunktbezogene oder betragsmäßige Veränderungen zukünftiger Einzahlungen und Auszahlungen. Welche Auszahlungen eine Person in Zukunft reduzieren möchte oder auf welche Auszahlungen eine Person in Zukunft gar verzichten kann, ist wiederum sehr individuell. Alternativ können zur Herstellung eines zulässigen Finanzplans auch Einzahlungen erhöht oder vorgezogen werden. Ist Zulässigkeit eines Finanzplans hergestellt, kann, abhängig von den persönlichen Zielen, mit der Erstellung eines bezüglich einer (zu definierenden) *Nutzenfunktion* der Person optimalen Finanzplans begonnen werden. Zu berücksichtigen hierbei ist, dass viele Menschen offensichtlich Entscheidungen treffen, die nicht automatisch ihren Wohlstand oder ihr Einkommen maximieren. Diese Entscheidungen sind aus ihrer Sicht rational und wichtig für ihr Leben. *Persönliche Finanzplanung* sollte also nicht lediglich die Frage behandeln, wie Vermögen maximiert werden kann, sondern, wie Vermögen und Einkommen genutzt werden können, um damit ein erfülltes und glückliches Leben führen zu können. Weitergehende Forschungsmöglichkeiten bestehen darin, den Ansatz *multikriterieller Analyse* (Abschnitt 4) weiter auszubauen. Unsicherheit bzgl. künftiger Einzahlungen und Auszahlungen könnten mit Hilfe *stochastischer Prozesse* und Methoden der Behandlung von *Online-Problemen* modelliert werden [Ely98]. Die Formulierung von *Fuzzy Modellen* und *Fuzzy Goal Programming Modellen* [TaGu00; Rom04; Chan06] stellen weitere interessante Möglichkeiten dar, das in diesem Beitrag beschriebene Modell der *Persönlichen Finanzplanung* zu erweitern.

## Literaturverzeichnis

- [Alba60] Albach, Horst: Lineares Programmieren als Hilfsmittel betrieblicher Investitionsplanung. Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung. 12.Jg. (1960), S. 526-549.
- [AsBD88] Ashford, Robert W.; Berry, Robert H.; Dyson, Robert G.: Operational research and financial management. European Journal of Operational Research 36:2 (1988), S. 143–152.
- [BaQu65] Baumol, William J.; Quandt, Richard E.: Investment and discount rates under capital rationing – a programming approach. The Economic Journal 75:198 (1965), S. 317-329.
- [Bern69] Bernhard, Richard H.: Mathematical programming models for capital budgeting: A survey, generalization, and critique. Journal Financial Quantitative Analysis 4:2 (1969), S. 111-158.

- [BhMc83] Bhaskar, Krish; McNamee, Patrick: Multiple objectives in accounting and finance. *Journal of Business Finance & Accounting* 10:4 (1983), S. 595-621.
- [BiKu00a] Bieg, Hartmut; Kußmaul, Heinz: *Investitions- und Finanzierungsmanagement*. Band I: Investition. Vahlen, München 2000.
- [BiKu00b] Bieg, Hartmut; Kußmaul, Heinz: *Investitions- und Finanzierungsmanagement*. Band III: Finanzwirtschaftliche Entscheidungen. Vahlen, München 2000.
- [BlSc73] Black, Fischer; Scholes, Myron: The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy* 81:3 (1973), S. 637-654.
- [BoSt03] Böckhoff, Michael; Stracke, Guido: *Der Finanzplaner*. 2. Auflage. Sauer, Heidelberg 2003.
- [Buss66] Busse von Colbe, Walther: Aufbau und Informationsgehalt von Kapitalflußrechnungen. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* (1966), S.88-97.
- [Carl69] Carleton, Willard T.: Linear programming and capital budgeting models: A new interpretation. *Journal of Finance* 24:5 (1969), S. 825 – 833.
- [CFP06] Certified Financial Planner's (CFP) Board of Standards Inc (2006). Retrieved August 14, 2006, from <http://www.cfp.net>
- [Chan06] Chang, Ching-Ter: Binary fuzzy goal programming. *European Journal of Operational Research*, in Press, corrected proof, available online 15 May 2006.
- [ChCM59] Charnes, A.; Cooper, W.W., Miller, M.H.: Application of linear programming to financial budgeting and the costing of funds. *Journal of Business* 32:1 (1959). S. 20-46.
- [ElY98] El-Yaniv, Ran: Competitive solutions for online financial problems. *ACM Computing Surveys* 30:1 (1998), S. 28-69.
- [HaSp02] Hallerbach, Winfried; Spronk, Jaap: The relevance of MCDM for financial decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11 (2002), S. 187-195.
- [Hax64] Hax, Herbert: *Investitions- und Finanzplanung mit Hilfe der linearen Programmierung*. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*. 16.Jg. (1964), S. 430-446.
- [HiLi05] Hillier, Frederick S.; Lieberman, Gerald J.: *Introduction to Operations Research*. 8. Auflage. McGraw-Hill, Boston 2005.
- [ISO04] International Organization for Standardization (ISO/TC 222) (2004) ISO/DIS 22222-1 of the Technical Committee ISO/TC 222, Personal financial planning.
- [Keow03] Keown, Alex J.: *Personal Finance: Turning Money into Wealth*. Prentice Hall 2003.
- [LeLe74] Lee, Sang M.; Lerro, A.J.: Capital budgeting for multiple objectives. *Financial Management* 3:1 (1974), S. 58-66.

- [Lint65] Lintner, John: The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics* 47:1 (1965), S. 13-37.
- [Mach03] Macharzina, Klaus: Unternehmensführung. 4. Auflage. Gabler, Wiesbaden 2003.
- [Mark52] Markowitz, Harry M.: Portfolio Selection. *Journal of Finance* 7:1 (1952), S. 77-91.
- [McCa82] McInnes, J. Morris; Carleton, Willard J.: Theory, Models and Implementation in Financial Management. *Management Science* 28:9 (1982), S. 957-978.
- [Mert95] Merton, Robert C.: Influence of Mathematical Models in Finance on Practice: Past, Present, and Future. *Financial Practice and Education* 5:1 (1995), S. 7-15.
- [Moss68] Mossin, Jan: Optimal multiperiod portfolio policies. *Journal of Business* 41 (1968), S.215-229.
- [Moxt63] Moxter, Adolf: Lineares Programmieren und betriebswirtschaftliche Kapitaltheorie. *Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung*. 15.Jg. (1963), S. 285-309.
- [Moxt93] Moxter, Adolf: Bilanzlehre. Band I: Einführung in die Bilanztheorie. Gabler, Wiesbaden 1993.
- [NiRR04] Nissenbaum, Martin; Raasch, Barbara J.; Ratner, Charles L.: Ernst & Young's Personal Financial Planning Guide, 5. Auflage, John Wiley & Sons, Hoboken NJ 2004.
- [OBri92] O'Brien, Chris: Actuarial methods in finance. IN: Peter Newman, Murray Milgate, John Eatwell (Eds.), *The new palgrave dictionary of money and Finance*, London, Macmillan Press Limited, S. 17-20.
- [PeSt99] Perridon, Louis; Steiner, Manfred: Finanzwirtschaft der Unternehmung. 10. Auflage. Vahlen, München 1999.
- [Rome86] Romero, Carlos: A survey of generalized goal programming (1970-1982). *European Journal of Operational Research* 25 (1986), S. 183-191.
- [Romm04] Rommelfanger, Heinrich J.: The advantages of fuzzy optimization models in practical use. *Fuzzy Optimization and Decision Making* 3:4 (2004), S. 295-309.
- [Roy52] Roy, A.D.: Safety first and the holding of assets. *Econometrica* 20 (1952), S. 431-449.
- [Rubi02] Rubinstein, Michael: Markowitz's portfolio selection: a fifty year retrospective, *Journal of Finance* 17 (2002), S. 1041-1045.
- [Saat01] Saaty, Thomas L.: Decision making for leaders – The analytic hierarchy process for decisions in a complex world. 2. Auflage. RWS Publications, Pittsburgh 2001.
- [Sch06] Schmidt, Günter: Persönliche Finanzplanung. Springer, Berlin 2006.
- [Shar64] Sharpe, William F.: Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance* 19:3 (1964), S. 425-442.

- [SpHa97] Spronk, Jaap; Hallerbach, Winfried G.: Financial modelling: Where to go? With an illustration for portfolio management. *European Journal of Operational Research* 99:1 (1997), S. 113-125.
- [SpSZ05] Spronk, Jaap; Steuer, Ralph E., Zopounidis, Constantin: Multicriteria Decision Aid / Analysis in Finance. In: Figuera, J., S. Greco and M. Ehrgott (Eds.): *Multiple criteria decision analysis: State-of-the-art surveys*, Springer Science, 2005, S. 799-857.
- [StNa03] Steuer, Ralph E.; Na, Paul: Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. *European Journal of Operational Research* 150 (2003), S. 496-515.
- [Süch95] Süchting, Joachim: *Finanzmanagement – Theorie und Politik der Unternehmensfinanzierung*. 6. Auflage. Gabler, Wiesbaden 1995.
- [TaGu00] Tarrazo, Manuel; Gutierrez, Luis: Economic expectations, fuzzy sets and financial planning. *European Journal of Operational Research* 126 (2000), S. 89-105.
- [TaJE98] Tamiz, Mehrdad; Jones, Dylan; El-Darzi, Elia: A review of goal programming and its applications. *Annals of Operations Research* 58 (1995), S. 39-53.
- [TaJR98] Tamiz, Mehrdad; Jones, Dylan; Romero, Carlos: Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art. *European Journal of Operational Research* 111 (1998), S. 569-581.
- [VaKu06] Vaidya, Omkarprasad; Kumar, Sushil: Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research* 169:1 (2006), S. 1-29.
- [Wars05] Warschauer, Tom: email vom 2005-12-15.
- [Wein63] Weingartner, H. Martin: *Mathematical Programming and the analysis of capital budgeting problems*. Englewood Cliffs, NJ 1963.
- [Wöhe05] Wöhe, Günter: *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 22. Auflage. Vahlen, München 2005.
- [Woer02] Woerheide, Walt: *Core concepts of Personal Finance*. John Wiley & Sons, New York, NY 2002.
- [Zimm05] Zimmermann, Hans-Jürgen: *Operations Research*. Vieweg, Wiesbaden 2005.
- [ZoDo02] Zopounidis, Constantin; Doumpos, Michael: Multi-criteria decision aid in financial decision making: Methodologies and literature review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11 (2002), S. 167-186.
- [Zopo99] Zopounidis, Constantin: Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research* 119 (1999), S. 404-415.