

**Angebotsmanagement
und "Competitive Bidding"-Modelle
in der Bauwirtschaft**

**Seminararbeit
Im Seminar "Ausgewählte Kapitel des Projekt-
und Baumanagements"
WS 1999/2000**

**Eingereicht bei:
Prof. Dr. R. Kolisch
Lehrstuhl für Baubetriebswirtschaftslehre**

Vorgelegt von:

Jochen Müllerxxxx
xx
5. Fachsemester
M.-Nr.xxx
Email: xxx

TU-Darmstadt, November 1999

Gliederung

- 1. Einleitung**
- 2. Die Ausschreibungssituation, die Einflußfaktoren auf das Angebotsmanagement und die Grundzüge von "Competitive Bidding"-Modellen**
- 3. Ausgewählte "Competitive Bidding"-Modelle**
 - 3.1. Wahrscheinlichkeitsmodelle – das Modell von Pin und Scott**
 - 3.1.1 Die Modellierung des *bidding problems***
 - 3.1.1.1 Gegenstand und Ziel des Modells**
 - 3.1.1.2 Annahmen und Voraussetzungen des Modells**
 - 3.1.1.3 Die Formulierung des Modells**
 - 3.1.2 Kritik**
 - 3.1.2.1 Fehleranfälligkeit des Modells – eine Sensitivitätsanalyse**
 - 3.1.2.2 Modellinterne Kriterien**
 - 3.1.2.3 Modellexterne Kriterien – Praxisbezug**
 - 3.2 Nutzenmodelle – das Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder**
 - 3.2.1 Die Modellierung des Problems der Nutzenmaximierung**
 - 3.2.1.1 Gegenstand und Ziel des Modells**
 - 3.2.1.2 Annahmen und Voraussetzungen des Modells**
 - 3.2.1.3 Die Formulierung des Modells**
 - 3.2.2 Kritik**
 - 3.2.2.1 Komplexität und Flexibilität des Modells – eine Beispielrechnung**
 - 3.2.2.2 Modellinterne Kriterien**
 - 3.2.2.3 Modellexterne Kriterien – Praxisbezug**
 - 3.3 Resümee: Vergleich und Bewertung der Modelle**
- 4. Anhang**
 - 4.1 Tabellen für k-Werte und c_n -Werte**
 - 4.2 Von-Mises-Verfahren und Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren**
- 5. Literaturverzeichnis**
 - 5.1 Verzeichnis der verwendeten Literatur**
 - 5.2 Verzeichnis weiterer, nicht in die Arbeit eingegangener Literatur**

1. Einleitung

Der Begriff des "Competitive Bidding" bezeichnet das Bieten unter Wettbewerbsbedingungen, d. h. das Formulieren von Angeboten in der Situation der Ausschreibung (Submission). Kennzeichnend für diese Situation ist das Bieten mehrerer Wettbewerber, wobei Preisentscheidungen im Rahmen einer Ausschreibung als endgültig anzusehen sind. "Competitive Bidding" in der Bauwirtschaft bezieht sich somit auf die Abgabe von Angeboten und Angebotspreisen für eine qualitativ und quantitativ präzierte Bauleistung. Der Bieter steht dabei einerseits vor der Frage, ob er überhaupt bieten will (*problem of bidding*), andererseits vor der Frage, wie ein Angebot zu gestalten ist, das zugleich Konkurrenzangebote schlägt und einen ausreichenden oder optimalen Gewinn mit sich bringt (*bidding problem*). Die Problemstellung des *bidding problem* legen de Neufville, Hani und Lesage folgendermaßen dar:

A bidder must, first of all, develop a good estimate of the actual costs of construction, properly accounting for all the uncertainties in the price of labour and materials, the quantities required, and the difficulties. To obtain a worthwhile contract, he must in addition outguess his competitors and should do so at the least cost to himself. If his bid is too high, he fails to get the contract and loses the time and money spent on preparing the proposal. When he bids much lower than his rivals, he loses again. This time he obtains the contract, but has undertaken to fulfill it at a price far lower than necessary. [...] A good bid will both allow for a decent profit and yet be fractionally less than any others.

Das Problem besteht demnach darin, daß ein hoher Angebotspreis mit einem hohen Deckungsbeitrag bzw. Gewinn verbunden ist, aber nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit, den Auftrag zu erhalten, während ein niedriger Preis mit einer hohen Zuschlagswahrscheinlichkeit verknüpft ist, aber nur einen geringen Gewinn oder sogar einen Verlust bedeuten kann. Die Festlegung des Angebotspreises zwischen dem im voraus unbekanntem "Prohibitivpreis" des zweitbilligsten Anbieters und der durch die auftragsabhängigen Kosten bestimmten kurzfristigen Preisuntergrenze ist das Hauptproblem, das bei der Angebotsabgabe auf dem Baumarkt zu lösen ist. Jeder Wettbewerber muß folglich die Entscheidungsgröße "Zuschlagsprozentsatz" und die Erwartungsgröße "Erfolgswahrscheinlichkeit" unter Berücksichtigung seiner Zielsetzung und seiner Nutzenvorstellung gegeneinander abwägen.

Da der Angebotspreis niedrig genug sein muß, um zu gewinnen, und hoch genug, um Gewinn zu machen, sind eine große Anzahl von Einflußgrößen und schwer quantifizierbarer

Kriterien zu berücksichtigen. Eine gute Entscheidung setzt in der Praxis vor allem eine gute Schätzung der eigenen Kosten und etwaiger Risiken des Projektes voraus. Die Entscheidung für oder gegen die Abgabe eines Angebots und über die Wahl des prozentualen Gewinnaufschlags erfolgt hier zumeist aufgrund subjektiver Faktoren wie der Erfahrung aus vergangenen Projekten, der groben Einschätzung der Mitbieter u. a. und kann daher eine suboptimale oder sogar verlustträchtige Lösung bedeuten.

Somit bietet sich die Modellierung des Entscheidungsproblems durch ein möglichst verlässliches und praxisnahes "Competitive Bidding"-Modell an, das zur Objektivierung und Optimierung der Entscheidung beitragen sollte. Modelle, die Wahrscheinlichkeiten für den Erhalt eines Zuschlags ausweisen, sind zumeist darauf ausgerichtet, den Angebotspreis zu bestimmen, der zur Maximierung des erwarteten Gewinns (Maximierung des mit der Wahrscheinlichkeit des Zuschlags gewichteten Gewinns) oder zum Erhalt des Zuschlags führt. Hier wäre insbesondere auf die Modelle von Friedman (1956) und Gates (1967) hinzuweisen; Wahrscheinlichkeitsmodelle zur Lösung des *bidding problem* bauen zumeist auf diesen Modellen auf oder modifizieren sie. Derartige Modelle bieten eine begrenzte und geordnete Anzahl von Regeln und Vorschriften zur Informationsverarbeitung mit dem Ziel, den Planungs- und Entscheidungsprozeß zu unterstützen. Es handelt sich also um Entscheidungsmodelle unter Unsicherheit für das Finden der bestmöglichen oder befriedigenden Alternative anhand eines vorgegebenen Zielerreichungsgrades. Die Anforderungen an derartige Modelle sind zum einen Konsistenz und Kohärenz (modellinterne Kriterien), insbesondere Stimmigkeit der angenommenen Voraussetzungen, Zutreffen der angesetzten Wahrscheinlichkeitsverteilungen etc., zum anderen Praktikabilität und Handhabbarkeit (modellexterne Kriterien); das Modell sollte aufgrund des geforderten Praxisbezugs relativ einfach und überschaubar gestaltet und an verschiedene Aufträge anpassungsfähig sein, mit zugänglichen Informationen arbeiten und vor allem eine größere Anzahl von optimalen Entscheidungen empfehlen als subjektive, nicht formalisierte Entscheidungsprozesse. Insbesondere aufgrund des hochgradig komplexen und theoretischen Charakters einiger Modelle und der Schwierigkeit, die erforderlichen Input-Daten der Modelle zu erheben, werden "Competitive Bidding"-Modelle in der Praxis nur selten, manche Modellformulierungen überhaupt nicht angewandt. Thormälén führt in diesem Zusammenhang jedoch an, daß eine Befragung in den USA ergeben hat, daß mehr als ein Drittel aller Unternehmen, die sich an Ausschreibungen beteiligen, bei der Preisfestsetzung zumindest eine formale entscheidungstheoretische Methode benutzen.

Im folgenden werden wir, ausgehend von dem oben aufgezeigten *problem of bidding* und dem *bidding problem* beispielhaft zwei "Competitive Bidding"-Modelle vorstellen und sie auf ihre Praxistauglichkeit überprüfen. Da eine empirische Prüfung der Anwendbarkeit der Modelle und des Ergebnisses ihrer Anwendung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, beschränken wir uns darauf, zum einen modellinterne Voraussetzungen und Annahmen zu untersuchen, zum anderen modellexterne Anforderungen zu prüfen. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang vor allem die Fehleranfälligkeit der einzelnen Modelle: Da die verwendeten Daten zumeist geschätzt sind, stellt sich die Frage, welche Ergebnisse einzelne Modelle liefern, wenn Input-Daten eine prozentuale Fehlerspanne aufweisen, wie dies z. B. bei vorab kalkulierten Kosten in der Bauindustrie häufig der Fall ist. Zu diesem Zweck bieten sich Beispielrechnungen an, die zum einen die Fehleranfälligkeit der einzelnen Modelle, zum anderen ihre flexible Anwendung auf ein konkretes Projekt aufzeigen sollen. Bei der Darstellung der einzelnen Modelle gehen wir zuerst auf Ziel und Gegenstand der Modelle und ihre Voraussetzungen und Annahmen ein, stellen dann die mathematische bzw. theoretische Formulierung des Modells vor und referieren jeweils die Modellergebnisse. Die anschließende Kritik führt die Modelle anhand einer Beispielrechnung vor; unsere Kritik bezieht sich zum einen auf modellinterne, zum anderen auf modellexterne Faktoren, mit denen die Praxistauglichkeit des Modells bewertet werden soll. Zum Schluß soll die Praxistauglichkeit der einzelnen Modelle miteinander verglichen und ein Resümee gezogen werden .

Dabei greifen wir auf das Modell von Pin und Scott (1994) zurück, weil es ein einfaches Wahrscheinlichkeitsmodell darstellt, das beispielhaft das *bidding problem* behandelt und eine entscheidungstheoretische Lösung vorschlägt; das Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder (1996) soll als Beispiel eines flexibleren nutzentheoretischen Modells dienen, das mehrere Entscheidungskriterien berücksichtigt. An Literatur seien weiterhin die klassischen Modellformulierungen von Friedman (1956) und Gates (1967) genannt; Pin und Scott greifen so z. B. auf das Friedmansche Modell zurück. Einen guten Überblick über die Anwendung von "Competitive Bidding"-Modellen in der Bauwirtschaft liefern weiterhin die Arbeiten von Thormälen (1978) und Lützenroth (1977), die jedoch nur am Rande in die folgende Untersuchung eingegangen sind.

2. Die Ausschreibungssituation, die Einflußfaktoren auf das Angebotsmanagement und die Grundzüge von "Competitive Bidding"-Modellen

"Competitive Bidding"-Modelle behandeln, wie gesagt, Ausschreibungssituationen. Handelt es sich um eine Ausschreibung mit detaillierter Leistungsbeschreibung, wird aufgrund der Homogenität der ausgeschriebenen Leistungen der Preis zum wichtigsten, wenn auch nicht notwendig zum alleinigen Kriterium für den Erhalt des Zuschlags; weiterhin kann in Ausschreibungssituationen davon ausgegangen werden, daß die Angebote unabhängig voneinander abgegeben werden, da Preisabsprachen zum Ausschluss führen; schließlich ist die Angebotsabgabe befristet, d. h. der Bieter kann nur in einem vorgegebenen Zeitrahmen eine Entscheidung über sein Angebot bzw. die Teilnahme am Bieten selbst fällen. Über die Bedeutung des Angebotsmanagements, das sich zum Füllen von Entscheidungen gegebenenfalls "Competitive Bidding"-Modellen bedient, schreibt Ahmad:

These decisions are very important as they have profound effects on the day-to-day operations and the long-term performance of the construction firm. In practice, however, bid decisions are usually made in a largely subjective manner. [...] As a result, mistakes are often made, causing loss to the firm and adversely affecting the industry. The basis on which bid decisions should be made is usually not clear to the bidder. [...] The usual practice is to make bid decisions on the basis of intuition derived from a mixture of gut feelings, experience, and guesses. The complexity of the problem is so overwhelming that even experienced contractors feel that the industry should have a better technique for arriving at bid decisions.

Das charakteristische Problem der Ausschreibungssituation, nämlich der Mangel an sicherer und vollständiger Information über das Verhalten der Konkurrenten, aber auch z. B. über die wahren eigenen Kosten, findet sich auch in den entsprechenden Modellierungen wieder, die mit Schätzwerten oder stochastischen bzw. statistischen Werten arbeiten. Die Unvollkommenheit der Informationsgrundlage in der bidding-Situation führt zu zwei Arten von Modellansätzen, nämlich einerseits zu spieltheoretisch orientierten, andererseits zu solchen, die auf der Entscheidungstheorie beruhen. Spieltheoretische Ansätze können jedoch Ausschreibungssituationen mit einer großen Anzahl von Bietern nicht erfassen; im Gegensatz zu entscheidungstheoretischen Modellen ist hier der mathematische Aufwand wesentlich größer, das Modell weniger anpassungsfähig und komplexer, folglich mit zunehmender Anzahl von Konkurrenten schwer zu handhaben; die Modelle behandeln vielfach nur gleichgewichtige Angebotsstrategien für Spezialfälle wie den 2-Anbieter-Fall, den 2-Perioden-Fall oder den Nullsummen-Fall. Spieltheoretische Angebotsmodelle haben aus diesem Grund bisher keine praktische Bedeutung erlangt.

Entscheidungstheoretischen Modelle lassen sich nach der verwendeten Methode in Wahrscheinlichkeitsmodelle, Nutzenmaximierungsmodelle und Modelle unterteilen, die die Wertentwicklung eines Projektes in einem bestimmten Zeitraum untersuchen. Geht man vom Prozeß der Angebotsentscheidung aus, lassen sich Modelle für das *problem of bidding* (Entscheidung über Bieten/Nicht-Bieten) und Modelle für das *bidding problem* (Entscheidung über Angebotspreis und Angebotsmodalitäten) unterscheiden. Das *bidding problem* kann im übrigen nicht unabhängig vom Selektionsproblem betrachtet werden, wenn mit Sicherheit bekannt ist, daß die Zahl der Angebotsgelegenheiten in einem bestimmten Zeitraum begrenzt ist, und wenn Unsicherheit über Zahl, Art und Zeitpunkt der kommenden Angebotsgelegenheiten besteht.

Werden im Rahmen des Angebotsmanagements derartige Modelle verwendet, müssen vorab die zu verfolgenden Ziele geklärt sein, also die Frage, was der Anwender überhaupt optimieren möchte (Maximierung des Gewinnerwartungswertes der potentiellen Aufträge, angemessene Verzinsung des investierten Kapitals, Minimierung des Risikos von extrem hohen Verlusten, Minimierung der Gewinne der Konkurrenten, Erlangung eines Anschlußauftrages zur Sicherung der Kapazitätsauslastung). Erst aufgrund der Einzelziele oder Zielkombinationen können die einzusetzenden Modelle bestimmt und entsprechende Angebotsstrategien ergriffen werden.

Die Faktoren, die die Angebotsstrategie eines Unternehmens bestimmen, können in unternehmensbedingte (betriebswirtschaftliche), ausschreibungsbedingte und marktbedingte Faktoren unterteilt werden. Aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht muß das Angebotsmanagement beachten, daß aus Kostengründen ein Zwang zur permanenten Auslastung der Unternehmung besteht, d. h. die vorhandenen personellen und maschinellen Kapazitäten müssen durch hereinzuholende Aufträge ausgelastet werden, um u. a. die Bereitschaftskosten der Unternehmung zu decken. Insofern ist die Auftragslage ein entscheidendes betriebswirtschaftliches Kriterium für das Angebotsverhalten der Unternehmung; hat das Auftragspolster ein bestimmtes kritisches Auftragspolster unterschritten, ist z. B. der Zuschlag anzupassen, um den Auftragseingang zu erhöhen. Je länger die Bindungsdauer der Unternehmung an einmal getroffene Kapazitätsentscheidungen ist, um so wichtiger ist die Gestaltung eines erfolgversprechenden Angebotspreises und der Kapazitätsauslastung. Neben dem Auftragsrisiko kann auch das Kalkulationsrisiko für eine Unternehmung gewichtig sein. Mangelnde Korrigierbarkeit der Preisentscheidung und unsichere Kostenschätzung können

sehr große Verlustmöglichkeiten durch ungenaue Kostenschätzung bedeuten. Weiterhin wird der Zuschlagsprozentsatz in der Praxis nicht nur unter erfolgswirtschaftlichen, sondern auch unter finanzwirtschaftlichen Aspekten festgelegt; von besonderer Bedeutung für die Refinanzierung sind die laufenden Einnahmen aus Anzahlungen des Auftraggebers entsprechend dem Baufortschritt. Die finanzwirtschaftlichen Kennzeichen (*cash-flow*-Merkmale) eines Bauvorhabens lassen sich schon bei der Angebotsbearbeitung erfassen und spiegeln sich – insbesondere bei Großprojekten – ebenfalls in der Preisforderung wider.

Zu den ausschreibungsbedingten Faktoren für das Angebotsverhalten zählt natürlich, welche Kriterien für den Erhalt des Zuschlags ausschlaggebend sind, ob der Angebotspreis maßgebend ist und der Zuschlag nach der Methode des niedrigsten oder des durchschnittlichen Angebotspreises erfolgt oder ob weitere Kriterien einflußreich sind. Weiterhin zählen dazu Ausschreiber, gewählte Ausschreibungsart, Ausschreibungszeitpunkt, Ausschreibungszeitpunkt, Art, Größe und Ausführungsort. Insofern den Ausführungen von Herbsmann und Ellis zufolge die Mehrheit von Verträgen in der Bauindustrie durch das Vergabesystem des niedrigsten Angebotspreises bestimmt wird, ist die Preisgestaltung das einzige Erfolgskriterium. Je nach Ausschreibungart liegen verschiedene Marktstrukturen vor, die einen unterschiedlichen Grad an Preisautonomie für den Bieter mit sich bringen; die Marktstruktur wiederum beeinflußt zu schätzende Parameter, wie Anzahl der Bieter, Streuung der Angebotspreise, Kosten der Mitbieter etc. Je nach ausgeschriebenem Projekttyp können unterschiedliche Kriterien eine ausschlaggebende Rolle für den Erhalt des Zuschlags spielen.

3. Ausgewählte "Competitive Bidding"-Modelle

3.1 Wahrscheinlichkeitsmodelle – das Modell von Pin und Scott

3.1.1 Die Modellierung des *bidding problem*

3.1.1.1 Gegenstand und Ziel des Modells

In ihrem "Bidding"-Modell für Renovierungsarbeiten entwickeln Pin und Scott ein auf statistische Erhebungen beruhendes Modell für die Bauwirtschaft auf der Grundlage von rund 1350 im Zeitraum zwischen 1984 und 1987 erfaßten Renovierungsaufträgen. Der Ansatz folgt der klassischen Modellformulierung von Friedman und erweitert dieses "Competitive Bidding"-Modell durch Methoden zur Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der

Angebote, ihres Mittelwertes und ihrer Varianz. Damit zielt die Modellerweiterung von Pin und Scott darauf ab, dem Modellbenutzer ein einfaches Verfahren an die Hand zu geben, um entweder die Erfolgswahrscheinlichkeit bei Abgabe eines bestimmten Angebots zu bestimmen oder um ein Angebot festzulegen, daß mit der gewünschten Erfolgswahrscheinlichkeit gewinnt. Sie wollen Antwort geben auf die zwei Fragen: Wie hoch ist bei einem gegebenen prozentualen Zuschlag auf die geschätzten Kosten eines ausgeschriebenen Bauprojektes die Wahrscheinlichkeit, die niedrigste Preisforderung zu stellen und damit die Konkurrenten im Preiswettbewerb zu schlagen? Welcher prozentuale Zuschlag ist zu wählen, um mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit die niedrigste Preisforderung zu stellen und damit im Preiswettbewerb erfolgreich zu sein? Dies bedeutet, daß der Anwender des Modells auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konkurrenzgebote "höher" bieten und damit die Differenz zum nächst höheren Angebot verringern kann, d. h. die *margin* im Sinne des nicht ausgeschöpften Gewinns soll verringert werden. Mit ihrem Modell zielen die Autoren auf das *bidding problem* (die preispolitische Entscheidung), da es nur angewandt werden kann, wenn das Selektionsproblem bereits gelöst wurde.

3.1.1.2 Annahmen und Voraussetzungen des Modells

Pin und Scott gehen von der Annahme aus, daß die Angebote der Wettbewerber stichprobenartig erfaßt werden können und normalverteilt sind. Die Annahme der Normalverteilung und der Unabhängigkeit der Angebote voneinander wird durch die Vielzahl von Einflußfaktoren auf die Angebotspreise begründet, die insgesamt als Zufallselemente anzusehen seien und daher unter Hinweis auf den zentralen Grenzwertsatz die Stichprobe einer Normalverteilung darstellen; dies bedeutet, daß bei der Angebotsabgabe keine Absprachen oder Preisfestlegungen (*price fixing*) vorliegen dürfen. Empirische Tests, d. h. statistische Tests auf Normalverteilung, haben laut Pin und Scott gezeigt, daß die Anpassung der Stichproben an eine Normalverteilung gut ist. In ihrem Modell wird vorausgesetzt, daß die Konkurrenzangebote ein arithmetisches Mittel besitzen, das vom unbekanntem Erwartungswert bzw. Mittelwert μ der Verteilung abweicht, und daß der Anwender über die entsprechenden Daten und Informationen verfügt, wie z. B. die Angebotspreise der Konkurrenz und die eigenen Kostenschätzungen bei ähnlichen Aufträgen. Weiterhin erfordert ihr Modell, daß der Bieter die Anzahl der Mitbieter weiß oder schätzen kann. Zusätzlich erfordert ihr Verfahren, daß der Variationskoeffizient als Maßstab der relativen Streuung der

Konkurrenzangebote durch multiple lineare Regression angemessen erfaßt und die Kostenschätzung des Bieters als Konstante angesehen werden kann. Schließlich geht das Modell davon aus, daß Aufträge nach der Methode des niedrigsten Angebots vergeben werden und der Angebotspreis das ausschlaggebende bzw. das einzige Kriterium für die Erteilung des Zuschlags ist.

2.1.3 Die Formulierung des Modells

Das Modell von Pin und Scott erfordert als ersten Schritt, daß der Anwender eine Kostenschätzung oder Kostenkalkulation für den potentiellen Auftrag macht. Um ihre Vorgehensweise besser zu erläutern, nehmen wir beispielhaft an, es handele sich dabei um eine Summe von KS_n (Kostenschätzung des neuen Auftrags) = 1.000.000 DM. Im nächsten Schritt muß der wahre Mittelwert aller Angebotspreise des neuen Auftrags geschätzt werden. Dabei wird die Kostenschätzung des neuen Auftrags in Verhältnis gesetzt zum Mittelwert des Quotienten aus den Kostenschätzungen bei vergangenen Ausschreibungen und dem arithmetischen Mittel aller Angebotspreise. Das Verhältnis der geschätzten eigenen Kosten zum durchschnittlichen Angebot der Wettbewerber dient hier dazu, unterschiedlich hohe absolute Beträge der entsprechenden Konkurrenzpreise zu erfassen. Dieses Verfahren entspricht der klassischen Modellformulierung von "Competitive Bidding"-Problem, wie es auch Lützenroth aufzeigt.

$$(1) \quad \text{mit} \quad (2)$$

wobei KS_n = Kostenschätzung des neuen Auftrags

KS_a = Kostenschätzung bei vergangenen Ausschreibungen

μ_g = geschätzter Wert des durchschnittlichen Angebotspreises

= arithmetisches Mittel der Angebotspreise der vergangenen Ausschreibung

= Quotient von Kostenschätzung und durchschnittlichem
Angebotspreis bei vergangenen Ausschreibungen

Für den Fall, daß F nicht mittels eigener Datensammlungen aus alten Ausschreibungen ermittelt werden kann und weder öffentliche Quellen, noch Daten anderer Bieter zur Verfügung stehen, muß der durchschnittliche prozentuale Gewinnaufschlag M der Konkurrenten geschätzt werden, unter der Bedingung, daß sie über ähnliche Kostenschätzungen verfügen. Daraus ergibt sich F zu:

$$(3) \quad \text{mit} \quad M = \text{prozentualer Gewinnaufschlag}$$

Die Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konkurrenzpreise hat den Zweck, den Unsicherheitsgrad bezüglich der Kenntnis des Konkurrenzverhaltens im Modell zu berücksichtigen; sie zeigt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte Konkurrenzpreise eintreten. Pin und Scott verwenden hier die sog. "objektive Ermittlung" der Wahrscheinlichkeitsverteilung, die auf der Analyse früherer Konkurrenzangebote bei qualitativ ähnlichen Ausschreibungsverfahren beruht.

Wir nehmen nun an, daß in unserem Beispiel der Anwender seinen gesammelten Daten alter Ausschreibungen einen Wert von $F = 0,925$ entnimmt. In diesem Fall ergäbe sich für μ_g :

Im nächsten Schritt muß die Streuung der Angebote geschätzt werden. Zu diesem Zweck wird μ/σ in Beziehung zu μ geschätzt und der Kehrwert des Variationskoeffizienten (W) verwendet, der als Maßstab für die Nähe der Angebote dient:

Dabei stellen \bar{w} das arithmetische Mittel, s die Standardabweichung der Angebots-Stichprobe

und n die Anzahl der Bieter dar; hohe Werten von W zeigen größere Nähe der Angeboten zueinander an, während ein niedriger Wert eine höhere Streuung bedeutet. Die tabellierten Ergebnisse von Pin und Scott zeigen, daß der Kehrwert des Variationskoeffizienten je nach Art des Auftrags variiert, so daß die Werte von W unbedingt nach Auftragsart getrennt geschätzt werden müssen. W nimmt zudem mit zunehmender Auftragsgröße zu, mit Ausnahme von Aufträgen für Industriebauten und Bauten für Kirchen. Die Anzahl der Bieter stellt ebenfalls keine bekannte Größe dar, sondern muß vom Anwender geschätzt werden. Auf der Grundlage statistischer Daten wird eine Regression für W durchgeführt, die eine von der Art des Auftrags abhängige Regressionsgleichung für W liefert. Bei Durchführung der Regression zeigt sich, daß sie ein relativ geringes Bestimmtheitsmaß R^2 (als Maßstab der Güte der Anpassung der Regressionsgeraden) aufweist, das – je nach Art des Auftrages – zwischen 0,11 und 0,40 liegt.

Für unser Beispiel nehmen wir nun an, daß der Anwender die Zahl der Bieter richtig schätzt, und zwar auf $n = 8$; daraus ergibt sich $c_n = 0,88820$ (siehe Anhang). Nun wird der geschätzte Mittelwert der Angebotspreise des neuen Auftrags μ_g in die von Pin und Scott ermittelte Regressionsgleichung für W eingesetzt, wobei wir davon ausgehen, daß es sich um einen Renovierungsauftrag im Bereich von Erziehung und Wissenschaft handelt:

(6)

Mit Hilfe von Gleichung (4) ermittelt der Anwender eine Schätzung für σ :

Wendet man das Modell mit der geschätzten Wahrscheinlichkeitsverteilung auf die Praxis an, so interessiert den Bieter vor allem die Verteilung des niedrigsten Angebots bei einer geschätzten Anzahl von n Mitbietern und den Schätzwert des eigenen Angebots, um eine bestimmte Erfolgswahrscheinlichkeit P zu erreichen. Daher wird im nächsten Schritt des Modells die Standardnormalverteilung verwendet mit der Dichtefunktion:

(7)

$A_1, A_2 \dots A_n$ stellen die Angebote der Wettbewerber, A das Angebot des Bieters und A_m das niedrigste Konkurrenzangebot dar, dessen kumulative Verteilungsfunktion sich ergibt durch:

(8)

Die Wahrscheinlichkeit, den Zuschlag nicht zu erhalten, ist demnach gleich der Wahrscheinlichkeit, daß das niedrigste (Konkurrenz-) Angebot kleiner ist als der eigene Angebotspreis; umgekehrt entspricht die Zuschlagswahrscheinlichkeit der Wahrscheinlichkeit, daß alle Konkurrenzangebot höher als das eigene Angebot sind. Je größer die Konkurrentenzahl, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, mit der eigenen Preisforderung den Zuschlag zu erhalten,

da sich die Wahrscheinlichkeit, mehrere Konkurrenten bei einer aktuellen Ausschreibung zu unterbieten, als Produkt der Wahrscheinlichkeiten ergibt, jeden einzelnen Konkurrenten zu schlagen.

In unserem Beispiel nun beträgt $\mu_g = 1.081.081,1$ DM, $\sigma_g = 50.397,12$ DM und $n = 8$. Bietet der Anwender nun eine Preis von $A = 1.050.000$ DM, ergibt sich die Wahrscheinlichkeit des Unterbotenwerdens aus:

Daraus ergibt sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von $E(A) = 1 - F(A) = 100\% - 91,72\% = 8,28\%$.

Pin und Scott liefern schließlich auch das Beispiel für den umgekehrten Fall: Will der Bieter mit einer Sicherheit von P Erfolg erzielen, gilt für sein Angebot A :

$$(9) \quad \text{mit}$$

$$(10)$$

Die Lösung dieser Gleichung ergibt sich aus:

$$(11) \quad \text{wobei für } k \text{ gilt:}$$

Ist k negativ, bedeutet dies ein Bieten unterhalb des Mittelwertes. Unterhalb der eigenen Kosten wird nur dann geboten, wenn der Mittelwert nur geringfügig größer ist als die Kostenschätzung und eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit gefordert wird.

Für den Median des geringsten Gebotes, d. h. bei einem gewünschten Erfolg von 50% ergibt sich für unser Beispiel:

mit

Das Vorgehen des Anwenders sieht also kurz gefaßt folgendermaßen aus: Der Bieter führt eine Kostenschätzung durch, schätzt den wahren Mittelwert durch das Verhältnis von Kosten zu Durchschnittsangeboten bei vergangenen Aufträgen oder durch Schätzung des Gewinnaufschlags der Konkurrenz; er schätzt den Wert von μ/σ durch eine Regressionsgleichung, schätzt die Anzahl der Bieter und entscheidet sich für die zu erzielende Erfolgswahrscheinlichkeit.

Pin und Scott versuchen im folgenden, anhand der empirisch gesammelten Daten zu überprüfen, ob der durch das Modell bestimmte Bieter auch tatsächlich den Zuschlag erhält. Ihre Untersuchungen zeigen, daß es eine Übereinstimmung zwischen tatsächlichen und theoretischen Erfolgsraten gibt; sie merken aber an, daß ihr Modell erfolgreicher ist, wenn die angestrebte Erfolgswahrscheinlichkeit moderat ist (20% oder 50%); die tatsächliche Erfolgsrate bei einem geforderten Erfolg von 90% liegt bei nur 68,6%, so daß nicht auszuschließen ist, daß das Modell Angebote empfiehlt, die geringe Erfolgswahrscheinlichkeiten aufweisen, während gerade eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit gefordert ist. Die tatsächliche Erfolgsrate bei einer geforderten Erfolgswahrscheinlichkeit von 90% liegt so bei nur 68,6%. Sie selbst äußern sich kritisch über die Verwendung der Kostenschätzung des

Bieters und weisen auf die Anfälligkeit der Angebote für eine Fehlschätzung des Verhältnisses von Kosten zum Angebotsmittelwert (KS_a/μ) hin. Besonders hervorgehoben wird von Pin und Scott aber, daß die Anwendung ihres Modells eine Verringerung des entgangenen Gewinns (*margin*) mit sich bringe, d. h. einen **entgangenen** Gewinn unterhalb des Durchschnitts und eine **Gewinnabschöpfung** oberhalb des Durchschnitts. Der entgangene Gewinn läßt sich dabei definieren als das niedrigste Konkurrenzgebot abzüglich des eigenen Angebots; er stellt gewissermaßen die Spanne dar, die der Bieter noch hätte ausschöpfen können, ohne den Zuschlag zu verlieren.

3.1.2 Kritik

3.1.2.1 Fehleranfälligkeit des Modells – Sensitivitätsanalyse

Wir wollen im folgenden untersuchen, welche Ergebnisse das Modell als Ergebnis liefert, wenn sich bei der Schätzung verschiedener Input-Daten Fehlergrößen einschleichen, d. h. es geht um die Anfälligkeit des Modells gegenüber Schätzfehlern. Wir nehmen an, daß es sich bei der Art der Ausschreibung, die der Verwender mit einer bestimmten Erfolgswahrscheinlichkeit gewinnen möchte, um einen Vertrag über Renovierungsarbeiten im Bereich des Gesundheitswesens handelt, bei dem der Bieter eine Kostenschätzung in Höhe von $KS_n = 250.000$ DM besitzt. Der Einfachheit halber nehmen wir vorerst an, daß seine geschätzten Kosten mit seinen wahren Kosten bei Auftragsausführung identisch sind. Da der Bieter jedoch erst an relativ wenigen Ausschreibungen für das Gesundheitswesen teilgenommen hat, kann er lediglich auf die Daten (KS_a = eigene Kostenschätzung, μ = arithmetisches Mittel der Angebote) von fünf zurückliegenden Ausschreibungen zurückgreifen, bei denen sich folgende Werte ergaben:

Mit Hilfe des durchschnittlichen Verhältnisses von Kostenschätzung zu durchschnittlichem Angebotspreis $\mu(KS_a/)$ wird der Modellbenutzer nun den geschätzten Wert des Durchschnittsangebotes bei der ausstehenden Ausschreibung ermitteln:

In unserem Beispiel steht dem Modellanwender wohlgermerkt nur eine geringe Anzahl von Daten zur Verfügung, so daß auch die Ermittlung von $\mu_a(KS_a/)$ mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet ist, da die Stichprobe von fünf Ausschreibungen höchstwahrscheinlich die Grundgesamtheit nicht widerspiegelt. Mit Hilfe der von Pin und Scott aufgestellten Regressionsgleichung für W wird der Modellanwender nun das Verhältnis von μ/σ schätzen:

$$\log W = -1,201 + 0,421 \log \mu$$

$$\log W = -1,201 + 0,421 \log 271.957,1$$

$$\log W = -1,201 + 2,2879247 = 1,086925$$

$$W = 12,2159$$

Dabei wäre bereits zu bedenken, daß diese Regressionsgleichung zwar die beste Güte aller aufgestellten Gleichungen besitzt; sie ist mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,40153$ jedoch immer noch relativ schlecht, d.h.: bereits durch eine schlechte Anpassung der Regressionsgeraden an die vorliegenden Daten könnten sich bei der Bestimmung von W und damit auch bei der Bestimmung von σ schwerwiegende Fehler ergeben.

In unserem Fall soll dem Verwender des Modells jedoch insbesondere bei der Schätzung der Anzahl der Konkurrenten ein Fehler unterlaufen: Er schätzt fünf Bieter, während es tatsächlich sieben sind (dies entspricht einem Fehler von 40%) – z. B. aufgrund unvorhergesehener Konkurrenz durch auswärtige oder neugegründete Baufirmen. Damit ergibt sich ein anderer Wert für c_n^a , nämlich statt $c_5^a = 0,79788$ ein Wert von $c_7^a = 0,86863$. Es gilt:

und

Indem die Zahl der Bieter falsch eingeschätzt wurde, ergibt sich nun bei konstantem W und
und verändertem c_n eine falsch geschätzte Standardabweichung s ; sie beträgt:

Der Fehler der Standardabweichung ergibt sich zu:

Der Verwender des Modell entscheidet sich für eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 50%, bei
der laut Pin und Scott die Ergebnisse des Modells noch recht zuverlässig sind. Es gilt dann:

und

Bereits hier wird deutlich, daß die falsch geschätzte Anzahl der Bieter zweifach eingeht: zum
einen über die Standardabweichung, zum anderen über n bzw. bei der Lösung der Gleichung
über k :

und

Für $k_5^{\text{richtig}} = -1,12900$ und $\sigma_g^{\text{richtig}} = 17.762,84$ DM ergibt sich ein Angebot von:

Demgegenüber ergibt sich für $k_7^{\text{falsch}} = -1,31487$ und $\sigma_g^{\text{falsch}} = 19.337,92$ DM

Der sich verschätzende Bieter bietet nun deutlich zu niedrig; er "verschenkt" gewissermaßen einen Betrag von $\Delta = 251.902,85 \text{ DM} - 246.530,3 \text{ DM} = 5.372,55 \text{ DM}$. Dabei ist zu beachten, daß er damit zwar eine höhere Wahrscheinlichkeit auf Erhalt des Zuschlags besitzt, das Ergebnis jedoch nicht mehr den geforderten Zielerreichungsgrad erfüllt. Die neue Zuschlagswahrscheinlichkeit erhält man über:

=

=

=

= 0,50317.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit beträgt demnach $E = 1 - F(A) = 1 - 0,50317 = 49,68\%$.

Nun gehen wir davon aus, daß sich der Modellbenutzer bei Schätzung der Kosten des neuen Auftrags verrechnet, und nehmen an, daß er ebenfalls auf Kosten in Höhe von 250.000 DM schätzt, die wahren Kosten jedoch um 10% höher liegen. Damit verändern sich der wahre Mittelwert der Gebote und die Standardabweichung; für den richtigen Wert des Durchschnittsangebotes gilt nun:

Mit Hilfe der Regressionsgleichung ergibt sich wiederum:

$$\log W = -1,201 + 0,421 \log \mu_r$$

$$\log W = -1,201 + 0,421 \log 299.152,8$$

$$\log W = -1,201 + 2,305351 = 1,104351$$

$$W = 12,716$$

Wir gehen davon aus, daß er sich bei der Zahl der Bieter nicht verschätzt, d. h. $n = 5$ und $c_5^a = 0,79788$; da aufgrund der Fehlkalkulation seiner Kosten μ_w fehlerbehaftet ist, ist auch W und σ_g fehlerbehaftet. Die Standardabweichung σ_g fehler ergibt sich zu

Der Fehler der Standardabweichung ergibt sich zu

Wir gehen davon aus, daß der Modellanwender wiederum eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 50% anstrebt. Für $k_5^{\text{richtig}} = -1,12900$ und $\sigma_{\text{wahre Kosten}} = 18.770,685$ DM ergibt sich ein "richtiges" Angebot von:

Da der Bieter um die "wahren" Kosten jedoch nicht weiß, d. h. sich bei der Kostenkalkulation verschätzt, macht er nicht ein Angebot von 277.960,70 DM, sondern ein Angebot auf der Grundlage der falschen Kostenschätzung von 251.902,85 DM. Der sich verschätzende Bieter bietet wiederum deutlich zu niedrig; wiederum "verschenkt" er Geld, diesmal aber einen weitaus höheren Betrag von $\Delta = 277.960,7 \text{ DM} - 251.902,85 \text{ DM} = 26.057,85 \text{ DM}$. Mit anderen Worten: Eine Verschätzung in der Bieterzahl um 40% führt "lediglich" zu einem entgangenen Gewinn von 5.372,55 DM, während eine Fehlschätzung der Kosten um 10% zu einem entgangenen Gewinn von 26.057,85 DM führt. Dies belegt noch einmal die große Anfälligkeit des Modells für eine Fehlkalkulation der Kosten.

Zur Erweiterung des Modells müßte im Prinzip mit Hilfe einer Wahrscheinlichkeitsverteilung die durchschnittliche Anbieterzahl für jeden Projekttyp gewonnen werden und die Unsicherheit der Anzahl der Konkurrenten mit in das Modell einfließen. Weiterhin könnte eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Unsicherheit bzw. Fehlerhaftigkeit der Kosten eingeführt (eine Erhebung aufgrund von Ist/Soll-Vergleichen) und die einzelnen Wahrscheinlichkeiten damit gewichtet werden.

3.1.2.2 Modellinterne Kriterien

Unsere "modellinterne" Kritik betrifft vor allem die von Pin und Scott angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilung der Angebote. "Competitive Bidding"-Modelle, so auch der Ansatz von Pin und Scott, gehen nämlich zumeist davon aus, daß die Festsetzung des Angebotspreises aller Mitbewerber ohne Absprache mit Konkurrenten und ohne Kenntnis von Konkurrenzpreisen erfolgt, damit stochastische Unabhängigkeit der Konkurrenzpreise ge-

währleistet ist. Dies ist bekanntlich nicht notwendig der Fall; insbesondere bei Projekten mit einer übersichtlichen Bieterzahl oder bei regional beschränkten Auftragstypen sind "lokale Kartelle" in der Bauwirtschaft durchaus anzutreffen. Ein Bieter, der sich mit einem derartigen örtlichen Kartell (oder anderen Formen illegaler oder bloß stillschweigender Kooperation) konfrontiert sieht, geht bei der Anwendung des Modells von Pin und Scott notwendig von falschen Voraussetzungen aus. Die Unabhängigkeit der Preisforderungen der Anbieter ist auch insofern unrealistisch, da über wettbewerbsbeschränkende Praktiken hinaus ohne ausdrückliche Preisabsprachen bewußt parallele Strategien in der Form der Preisführerschaft (*price leadership*) mit entsprechender Preisgefolgschaft (*price followship*) verfolgt werden können, insbesondere bei einer oligopolistisch strukturierten Anbieterseite. Letztendlich müssen "Competitive Bidding"-Modelle jedoch von der Unabhängigkeit der Angebote untereinander ausgehen, da Absprachen den Einsatz des Modells überflüssig machen würden, d. h. ihr Einsatz ist überhaupt nur dann sinnvoll, wenn tatsächlich Unsicherheit über das Verhalten der Konkurrenz vorliegt.

Allerdings kommt es in diesem Zusammenhang zu einem paradoxen Problem: Die Annahme der Unabhängigkeit der Angebote bedeutet nämlich zugleich, daß nicht mehrere Konkurrenten des Anbieters ebenfalls "Competitive Bidding"-Modelle benutzen oder momentane Angebotspreise modellähnlich bestimmen dürfen. Anders gesagt: Derartig gestaltete "Competitive Bidding"-Modelle setzen voraus, daß sie nur von einem Anbieter verwendet werden und keinen breiten Einsatz finden; das Modell geht von der Nicht-Verwendung des Modells aus. Die Annahme stochastischer und damit auch kausaler Unabhängigkeit der Angebote voneinander entspricht kaum der Realität, da jeder Entscheidungsträger möglichst viele Informationen über das Verhalten seiner potentiellen Konkurrenten sammeln und verarbeiten wird. Angebotsmanagement bedeutet eben, sich bei der Angebotsfindung u. a. an der Konkurrenz zu orientieren. Allerdings spricht für die Annahme einer Normalverteilung der Angebotspreise, daß das Angebotsverhalten der einzelnen Konkurrenten durch zahlreiche betriebswirtschaftliche (z. B. Auslastung) und gesamtwirtschaftliche Faktoren (z. B. Konjunkturlage) bestimmt wird, die mit unterschiedlicher Gewichtung das Angebotsverhalten bestimmen – wenn auch diverse Faktoren für alle Bieter gleich sind (z. B. die Konjunkturlage, die Zinssätze und damit die Kosten von Fremdkapital).

Da jedoch auch auf dem Gebiet öffentlicher Ausschreibungen von Bauleistungen nur Angebotspreise von solchen Ausschreibungen zur Konstruktion von "Bidding Pattern" (dem

Angebotsverhalten und der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Angeboten) von Wettbewerbern herangezogen werden, für die auch eigene Kostenschätzungen vorliegen, wird der Modellbenutzer zusätzlich mit statistischen Problemen konfrontiert. Es handelt sich bei der Datenerhebung der Konkurrenzpreise nämlich nicht um eine Totalerhebung aller Angebotspreise der Wettbewerber in Ausschreibungssituationen, sondern nur um eine bewußte Auswahl, also keine Zufallsauswahl. Dieser Umstand schließt strengt genommen die Anwendung der klassischen Verfahren der induktiven Statistik (insbesondere Schätz- und Testverfahren) aus, denn sie setzen zumindest eine Zufallsauswahl, in der Regel aber zusätzlich noch die Unabhängigkeit der einzelnen Beobachtungen der betreffenden Zufallsvariablen voraus. Selbst wenn die so gewonnene Stichprobe angenähert als Zufallsstichprobe aufgefaßt wird, existiert häufig das Problem, daß der Stichprobenumfang zu gering ist, um die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konkurrenzpreise oder gar die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Konkurrenzpreises eines einzelnen Konkurrenten genau zu ermitteln.

So wäre die Frage zu stellen, wie das Modell so zu verändern oder zu modifizieren wäre, daß es auch ohne die Erfüllung der Voraussetzung der stochastischen Unabhängigkeit gültig ist.

3.1.2.3 Modellexterne Kriterien - Praxisbezug

Wie bereits in der Einleitung angedeutet, ist das Problem der Ausschreibungssituation vor allem ein Informationsproblem, d. h. es muß bei der Festlegung des Angebots mit unsicheren Faktoren gearbeitet werden. Kostenschätzungen sind dabei noch relativ leicht, bei vorsichtiger Kalkulation auch relativ sicher zu ermitteln, während die Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konkurrenzpreise größere Probleme bereiten dürfte. Pin und Scott gehen davon aus, daß die Angebotspreise der Konkurrenten und die eigenen Kostenschätzungen für Ausschreibungen tatsächlich zu beschaffen sind. Dies dürfte in der Praxis jedoch zu erheblichen Problemen führen: zum einen besteht nicht bei allen Ausschreibungen die Möglichkeiten, die Angebotspreise der Konkurrenten offiziell in Erfahrung zu bringen. Die Ausnahme bildet der Bereich öffentlicher Ausschreibungen von Bauleistungen, denn laut VOB dürfen die Bieter und ihre Bevollmächtigten bei der Eröffnung der Angebote zugegen sein, d. h. bei Ausschreibungen der öffentlichen Hand wird das Ausschreibungsergebnis – Name und Standort der Anbieter sowie die jeweils dazugehörige

Preisforderung – dem Anbieterkreis durch die Verlesung am Eröffnungstermin bekannt. In der Regel wird deshalb die objektive Ermittlung der Konkurrenzpreisverteilung auf diesen Bereich beschränkt sein. Bei Ausschreibungen von Privaten hingegen werden die Preisforderungen der konkurrierenden Anbieter meistens nicht oder nicht vollständig bekannt, d. h. der Markt wird auch nachträglich nicht transparent, weil das Wettbewerbsverfahren nicht vollständig aufgeheilt werden muß. Daher sind nur Bauunternehmungen, die überwiegend von der Ausführung öffentlicher Aufträge leben, in der Lage, durch die statistische Auswertung gesammelter Submissionsergebnisse ihre Kenntnisse über die eigene Marktstellung und das preispolitische Verhalten der Konkurrenten laufend zu aktualisieren. In diesem Fall kann man die verbesserte nachträgliche Marktübersicht für zukünftige preispolitische Entscheidungen ausnutzen. Insofern ist die Anwendung des Modells von Pin und Scott auf solche Projekte oder Projekttypen beschränkt, die öffentlich ausgeschrieben werden.

Ein weiteres Informationsproblem ergibt sich vor allem auf dynamischen Märkten, wenn auf Schätzungen auf der Grundlage vergangener Werte zurückgegriffen wird. Das Modell von Pin und Scott geht davon aus – exemplarisch für eine Vielzahl von "Competitive Bidding"-Modellen - , daß vom vergangenen Verhalten der Konkurrenz auf ihr zukünftiges geschlossen werden kann; d. h. ihr Modell unterstellt, daß sich die Konkurrenz bei künftigen Preisbestimmungen wie in der Vergangenheit verhält. Dies setzt einen relativ statischen Markt voraus; bei einem sehr dynamischen Markt hingegen dürfte eher eine subjektive Schätzung und die Verwendung einer flexibleren Weibull- oder Gamma-Verteilung statt der Normalverteilung sinnvoll sein.

Ein Informationsproblem stellt auch die Schätzung der eigenen Kosten dar: Dabei muß bedacht werden, daß es sich bei der Ermittlung der Kosten des jeweiligen Auftrags notwendigerweise um Schätzungen handelt, da die wahren Kosten k^W erst nach Ausführung des Auftrags bekannt werden. Die geschätzten Kosten können insofern, insbesondere bei großen, langfristigen Aufträgen, mit erheblicher Unsicherheit verbunden sein. Die Anfälligkeit des Modells von Pin und Scott für eine Fehlschätzung der Kosten haben wir bereits im Rahmen der Beispielrechnung (s. o.) aufgezeigt. Ihr Modell besitzt hier aber den Vorteil, daß sie eine Gewichtung der aktuellen Kostenschätzung mit dem Durchschnitt des Quotienten aus vergangenen Kostenschätzungen zum Mittelwert der Angebotspreise vornehmen; werden die Kosten prinzipiell mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu hoch oder zu niedrig geschätzt, so fließt dies ebenfalls in die Gewichtung der aktuellen Kostenschätzung

ein. Es wäre im Prinzip auch denkbar, das Modell derart zu erweitern, daß Wahrscheinlichkeitsangaben für das Auftreten bestimmter Kosten in das Modell integriert werden. Die Berücksichtigung der Unsicherheit der Kosten könnte im Modell auf zwei verschiedene Arten erfolgen: Entweder man faßt die wahren Kosten K^W als stochastische Variable und die geschätzten Kosten K_O als feste Größe auf, oder die geschätzten Kosten K_O werden als Zufallsvariable behandelt, während die wahren Kosten K^W als unbekannte, aber feste Größe angesehen werden. Im ersten Fall hat man dann die Verteilung der Zufallsvariablen K^W , im zweiten die der Zufallsvariablen K_O zu bestimmen, um dann Aussagen darüber machen zu können, mit welchen Wahrscheinlichkeiten bestimmte Kosten auftreten. Ermittelt man, z. B. mit unter der Annahme einer Beta-Verteilung, die Verteilung der wahren Kosten, so läßt sich die mit der jeweiligen Kostenschätzung K_O verbundenen Unsicherheit voll in das Modell integrieren. So ließe sich mit Hilfe der Wahrscheinlichkeit dafür, daß die wahren Kosten den Schätzwert k_O nicht überschreiten, die Wahrscheinlichkeit der Zuschlagserteilung bzw. des Gewinn gewichten. Diese Art der Berechnung setzt jedoch voraus, daß $P(\text{Zuschlag}; A)$ und $P(K^W * K_O)$ nicht voneinander abhängen. Diese Annahme erfordert, daß mit Hilfe des "Competitive Bidding"-Modells der Entscheidungsträger tatsächlich eine konkurrenzorientierte Preisentscheidung vornimmt, d. h. seine Preisbestimmung primär anhand der Konkurrenzpreise und nicht anhand der Kosten vornimmt.

Weiterhin ist festzustellen, daß innerhalb des Modells von Pin und Scott die Kostenschätzung für die statistische Auswertung der Submissionsergebnisse von fundamentaler Bedeutung ist, denn zur Beobachtung des preispolitischen Verhaltens der Konkurrenten wird eine einheitliche Bezugsbasis benötigt. Da die Grundlagen der Kostenschätzung der Konkurrenten dem auswertenden Unternehmen im allgemeinen unbekannt sind, muß notgedrungen auf die eigenen auftragsabhängigen Kosten zurückgreifen. Die kalkulierten Herstellungskosten eines Bauprojektes sind als Bezugsbasis aber fragwürdig, denn sie enthalten je nach der Kapazitätsauslastung des auswertenden Unternehmens einen mehr oder weniger hohen Fixkostenanteil. Die auftragsabhängigen Kosten würden hier dagegen eine Bezugsbasis bilden, die nicht von der Kapazitätsauslastung abhängt.

Bezogen auf die Anforderungen der Praxis, behandelt das Modell von Pin und Scott das *bidding problem* auf sehr selektive Weise, weil es lediglich die Frage nach der Zuschlagswahrscheinlichkeit zu beantworten sucht, während sich in der Praxis eine viel komplexere Problemstellung ergibt. So werden attraktive *cash-flow* Merkmale eines Bauprojektes genauso wenig berücksichtigt wie andere günstige Ausschreibungsmerkmale wie etwa die Möglichkeit, zeitweise Personal oder Geräte von einer benachbarten eigenen Baustelle abzuziehen, oder die Möglichkeit, schlecht ausgelastete Baumaschinen einzusetzen; derartige Faktoren haben innerhalb des Modells keinen Einfluß auf die Höhe des optimalen Zuschlags. Weiterhin wird kein Wettbewerb um mehrere Zuschlagskriterien berücksichtigt; es wird vorausgesetzt, daß das billigste der qualitativ ausreichenden Angebote den Zuschlag erhält. Die langfristige Zielsetzung der Maximierung der Gewinnerwartung der Angebote führt im übrigen nicht automatisch zu einer Erfolgsquote, die eine befriedigende Auslastung der Kapazitäten einer Unternehmung sicherstellt. Wegen der Ausklammerung des Selektionsproblems (*problem of bidding*) ist darüber hinaus fraglich, ob solche Aufträge gewonnen werden, die dem Leistungspotential des Anbieters am besten entsprechen. Die Selektivität und Einfachheit des Modells besitzt jedoch den großen Vorteil, daß das Modell auch für den Anwender übersichtlich und verständlich bleibt, mithin einfach zu handhaben ist, wenn auch die Beschaffung der nötigen Informationen Schwierigkeiten bereiten könnte. Je spezifischer und genauer die statistischen Daten sind, die in das Modell einfließen – d. h., je höher die Größe der Stichproben ist –, desto besser werden die Ergebnisse sein und um so höher die Kosten für die Kalkulation des Angebotspreises.

3.2. Nutzenmodelle - das Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder

3.2.1 Die Modellierung des Problems der Nutzenmaximierung

3.2.1.1 Gegenstand und Ziel des Modells

Das nutzentheoretisch orientierte Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder soll mit Hilfe der Nutzentheorie (*Utility theory*) Empfehlungen über Gewinnaufschläge abgeben und den Gesamtnutzen eines Auftrags bestimmen. Die Autoren berücksichtigen damit die Tatsache, daß die Angebotsentscheidung ein mehrdimensionaler Prozeß ist, in den eine Vielzahl von Faktoren einfließt; ihr Modell soll eine Vielzahl von Faktoren berücksichtigen, die beim Bieten eine Rolle spielen. Im Gegensatz zum Modell von Pin und Scott zielen sie damit nicht auf

eine möglichst einfache, sondern auf eine komplexere Beschreibung der Ausschreibungssituation. Dabei soll nicht allein die Preisentscheidung berücksichtigt werden, sondern z. B. auch die betriebliche Auslastung, die finanzielle Situation der Unternehmung etc. Insbesondere wird Flexibilität des Modells angestrebt, denn welche Kriterien in die Bestimmung des Projektnutzens eingehen, hängt allein vom Anwender und seiner Gestaltung des Modells ab. Dies bedeutet zugleich, daß nicht "objektive" Schätzungen aufgrund statistischer Daten, sondern "subjektive" Überlegungen die Grundlage des Modells bilden. Ihr Modell erhebt zugleich den Anspruch, die komplexe Situation der Entscheidung über ein Angebot und einen Angebotspreis relativ einfach zu modellieren. Das nutzentheoretische "Competitive Bidding"-Modell wendet somit mehrere Kriterien zur Bestimmung des Angebotspreises an und benutzt subjektive und quantifizierte Informationen, um ein objektives Ergebnis zu gewinnen. Da bekannte und übliche Gewinnaufschläge einer Unternehmung benutzt werden, um Empfehlungen für zukünftige Aufschläge abzugeben, wird das Modell von den Autoren als selbst-kalibrierend (*self-calibrating*) bezeichnet.

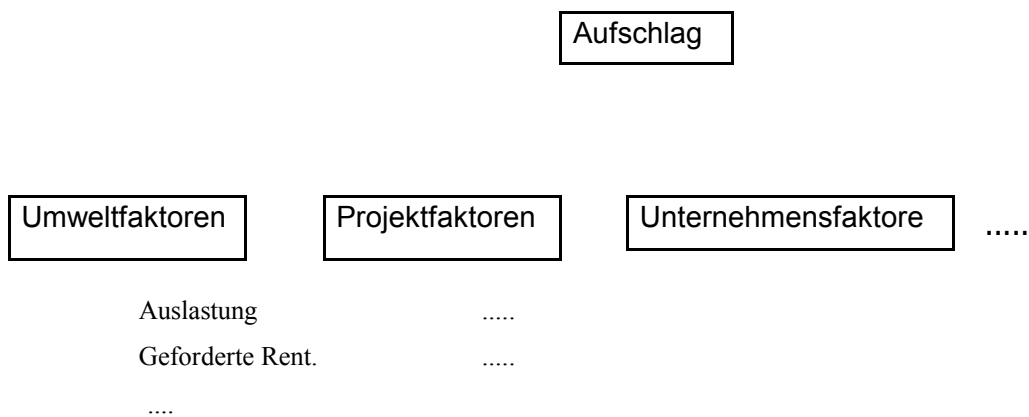
3.2..22 Annahmen und Voraussetzungen des Modells

Ein nutzentheoretisches Modell setzt voraus, daß sich der Nutzen des Bieters überhaupt sinnvoll darstellen und quantifizieren läßt; letztlich muß der ordinale Nutzen des Anwenders auf überzeugende Weise in einen kardinalen Nutzen überführbar sein. Dem Modellbenutzer wird unterstellt, seine Präferenzen nicht allein ordinal, sondern auch kardinal bestimmen zu können; zugleich wird angenommen, daß subjektive Einschätzungen und Annahmen zu einer überzeugenden Entscheidung führen können und derartige Einschätzungen fehlerfrei genug sind, um aus ihnen einen optimalen Nutzwert abzuleiten. Hat man vor Augen, daß das Modell zahlreiche, zum Teil sehr unterschiedliche Kriterien berücksichtigt, die zu einem Gesamtnutzen zusammengeführt werden sollen, bedeutet dies, daß eine Gewichtung des Nutzens der Kriterien untereinander überhaupt möglich und quantifizierbar ist.

3.2..23 Die Formulierung des Modells

Das von Dozzi, AbouRizk und Schroeder entwickelte Nutzenmodell erfordert im ersten Schritt, die relevanten Ziele zu bestimmen. Dabei kann es sich um betriebsbezogene,

projektbezogene oder umweltbezogene Ziele handeln, deren Art und Zahl nicht beschränkt ist. Die einzelnen Kriterien werden zu einer Struktur zusammengefügt, innerhalb der sie im Sinne einer Zielhierarchie Klassen und Unterklassen bilden; so könnte ein Anwender z. B. umweltbezogene Kriterien anwenden, die er wiederum in gesamtwirtschaftliche und geographische Faktoren unterteilt. In der Unterklasse der gesamtwirtschaftlichen Faktoren würden dann Kriterien wie Wettbewerbsintensität, Marktbedingungen, Konjunkturlage etc. aufgelistet; sämtliche Kriterien, Unterklassen und Klassen von Kriterien bilden somit einen hierarchischen Baum von Einflußfaktoren auf die Angebotsentscheidung des Anwenders:



Die Unterteilung in Klassen und Unterklassen dient dazu, die Präferenzen des Verwenders abzubilden und eine bestimmte Gewichtung der einzelnen Kriterien zu erhalten. Dazu muß für die Kombination der Kriterien, für jede Klasse und Subklasse eine Präferenz-Matrix aufgestellt werden, die die Wertschätzung der einzelnen Kriterien im Verhältnis zueinander abbildet. Der Verwender stellt also das Wechselverhältnis seiner Präferenzen gegenüber Kriterien einer Klasse in einer quadratischen Matrix dar, wobei Dozzi, AbouRizk und Schroeder eine fünfstufige Skalierung verwenden. Diese Skalierung gibt gleiche Bedeutung, moderate Präferenz und wesentliche Präferenz wieder und wird durch jeweils zwei Zwischenwerte geglättet. Die Präferenz gegenüber Kriterien innerhalb einer Klasse bleibt voraussichtlich bei allen Projekten konstant, während die Präferenzen der Klassen untereinander je nach Projekt ständig wechseln. Der Eintrag für das Matrixelement $a_{12} = a_{\text{Marktbedingungen/Wettbewerb}} = 2$ bedeutet dann, daß Marktbedingungen zweifach wichtiger zu bewerten sind als der Wettbewerb. Die Werte unterhalb der Diagonalen stellen

logischerweise die Kehrwerte der Verhältnisse der Werte oberhalb der Diagonalen dar (zur Veranschaulichung siehe auch die Beispielrechnung in 3.2.2.1):

Nachdem der Anwender seine Präferenzen für jede Klasse und jede Unterklasse von Kriterien sowie für die einzelnen Kriterien festgelegt hat, müssen diese gewichtet werden. Dazu wird – mit der Methode von Saaty – der maximale Eigenwert und der maximale Eigenvektor der Matrix berechnet. Der maximale Eigenvektor maximiert die Kombination aller Kriterien in einer Klassifikation und liefert die Grundlage der Gewichtung für die in der Matrix aufgelisteten Kriterien; er besitzt demnach dieselbe Dimension wie die Ausgangsmatrix, wobei das erste Vektorelement die Gewichtung des ersten Kriteriums, das zweite die des zweiten usw. bestimmt und die Summe aller Vektorelemente eins beträgt. Die einzelnen Gewichtungen werden sodann mit einhundert multipliziert, so daß die Summe der Gewichtung jeweils einhundert beträgt. Die Gewichtung der Kriterien berücksichtigt somit die Präferenz zwischen Kriterien derselben Klasse oder derselben Hierarchieebene und dient der Kombination der Kriterien innerhalb einer Klassifikation (siehe unsere Beispielrechnung).

Die Gewichtung eines einzelnen Kriteriums innerhalb der Präferenzstruktur errechnet sich damit wie folgt: Der Gewichtungsfaktor eines Kriteriums innerhalb einer Klasse ergibt sich aus dem Produkt der prozentualen Gewichtung der Klassen und der Gewichtung des Kriteriums; der Gewichtungsfaktor eines Kriteriums innerhalb einer Unterklasse aus dem Produkt der prozentualen Gewichtung der Klasse und der Unterklasse und der Gewichtung des Kriteriums:

bzw.

mit GK_{rj} = Gewichtung der Kriterien
 GK_l = Gewichtung der Klassen
 GU = Gewichtung der Unterklasse

Der Anwender verfügt nun über eine Hierarchie von Kriterien und eine Gewichtung der Kriterien untereinander. Für die Bestimmung des Nutzens fehlen noch die Nutzenfunktionen der verwendeten Kriterien. Jedes einzelne Kriterium wird daher durch eine Nutzenfunktion abgebildet; die Gewichtung der Kriterien erlaubt es, eine gemeinsame Skalierung des Nutzens für den Vergleich mit anderen Kriterien zu schaffen, so daß die gewichtete Nutzenfunktion die Präferenzen und Wechselverhältnisse des Nutzens einzelner Kriterien widerspiegelt und die Kombination zu einer Gesamtnutzenfunktion ermöglicht.

Der Anwender stellt die Nutzenfunktion dann folgendermaßen auf: er bestimmt die untere und die obere Grenzen (y_U und y_O), d. h. die Spanne der Zielausprägungen, wie z. B. das maximale und das minimale Volumen eines Auftrags; weiterhin legt er den neutralen Beitrag jedes Kriteriums fest, den Punkt neutraler Präferenz (y_N) und den Punkt maximaler Präferenz (y_P), also die bestmögliche Alternative. Den kardinalen Nutzen bestimmt der Anwender über Relativpunkte und verwendet die festgelegten Punkte zur Definition einer linearen oder exponentiellen Funktion. Im Falle der exponentiellen Nutzengleichung wird mit Hilfe der subjektiven Schätzung des Nutzens einer weiteren Alternative ein dritter Relativpunkt bestimmt. Dabei wird der neutrale Nutzen mit Null, der größte Nutzen mit eins festgelegt:

und

Die Werte der Relativpunkte und der obigen Gleichung werden dann in eine lineare oder exponentielle Nutzengleichung eingesetzt und daraus die Konstanten der Gleichung bestimmt:

oder

bzw.

Bei der Anwendung des Modells werden die Konstanten der Nutzenfunktion also durch aus Erfahrung oder Schätzung gewonnene Relativpunkte bestimmt. Damit besitzt man eine den Kriterien entsprechende Anzahl von Nutzenfunktionen, jedoch noch keine gemeinsame Nutzenfunktion. Diese Transformation der Nutzenfunktionen zu einer gemeinsamen (Gesamt-) Nutzenfunktion erfolgt durch die bereits ermittelte Gewichtung der Kriterien, d. h. der Nutzwert jedes Kriteriums wird kombiniert, um den erwarteten Nutzen des Projekts zu beschreiben. Es gilt wiederum:

Wiederum dient der neutrale Nutzen (y_N) und der Nutzen des meistpräferierten Punktes (y_p) dazu, die Konstanten der Gleichung zu bestimmen:

und

Für die Gesamtnutzenfunktion gilt:

Der erwartete Nutzwert (E_u) eines Projektes wird dann mit Hilfe der transformierten Nutzenfunktion jedes Angebotskriteriums bestimmt; er ergibt sich aus der Summe des Nutzens aller Kriterien.

Der letzte Schritt bei der Anwendung des Modells ist die Aufstellung der Nutzenfunktion des Aufschlags und dessen Bestimmung. Die Nutzenfunktion des Gewinnaufschlags wandelt den erwarteten Nutzwert in eine Empfehlung des zu verwendenden Gewinnaufschlags. Diese Funktion ergibt sich aus einer linearen, zweigeteilten Gleichung, wobei jede Gleichung auf ein Szenario angewandt wird. Ist der Nutzwert des Projekts (E_u) größer oder gleich dem erwarteten neutralen Nutzen (E_{u_N}), dann gilt für den Gewinnaufschlag die Gleichung:

(Fall 1)

Ist der erwartete Nutzwert geringer als E_{u_N} , dann gilt:

(Fall 2)

Die Konstanten bestimmt man wiederum über das bekannte Verfahren: der größte, der übliche und der kleinste Aufschlag der Unternehmung wird festgelegt; um die Gleichung im Fall 1 (siehe oben) zu lösen, verwendet man den üblichen Aufschlag $M(E_{u_N})$ und den kleinsten üblichen Aufschlag $M(E_{u_k})$; entsprechend kommen im Fall 2 der übliche Aufschlag $M(E_{u_N})$ und der größte bzw. maximale Aufschlag $M(E_{u_m})$ zum Tragen. Man errechnet den erwarteten Nutzwert der meist-präferierten Alternativen (E_{u_M}) und den der schlechtesten Alternative (E_{u_k}); weiterhin benötigt man den erwarteten Nutzwert aller neutralen Alternativen, der logischerweise Null ergibt. Diese Werte werden – je nach Fall – in die obigen Gleichungen eingesetzt, d. h.::

Im Fall 1 ($E_u \geq E_{u_N}$)

mit $M(E_{u_N})$ = gebräuchlichster Aufschlag der Unternehmung

$$M(Eu_M) = \text{kleinster Aufschlag}$$

Im Fall 2 ($Eu < Eu_N$)

mit $M(Eu_t) = \text{gebräuchlichster Aufschlag}$

$$M(Eu_k) = \text{größter Aufschlag}$$

Mit anderen Worten: Ist der erwartete Nutzwert sehr klein, wird die Unternehmung zu einem sehr hohen Aufschlag und einem sehr hohen Angebot kommen, das eine entsprechend geringe Zuschlagswahrscheinlichkeit besitzt; ist der erwartete Nutzwert sehr hoch, will die Unternehmung den Auftrag unbedingt erhalten, und bietet daher möglichst niedrig, d. h. mit sehr geringem Gewinnaufschlag.

3.2.2 Kritik

3.2.2.1 Komplexität und Flexibilität des Modells – eine Beispielrechnung

Wie in der Beschreibung des Modells dargestellt, handelt es sich bei dem "Competitive Bidding"-Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder um ein sehr flexibles, stark benutzerdefiniertes Modell. Wir nehmen an, daß der Anwender bei einem konkreten Bauprojekt, z. B. den Neubau einer Schule, die für wichtig erachteten Kriterien in drei Gruppen unterteilt, nämlich in Umweltkriterien, Unternehmenskriterien und Projektkriterien. Die umweltbedingten Kriterien soll er wiederum in durch gesammelte Erfahrung gewonnene Kriterien und gesamtwirtschaftliche Kriterien unterteilen. Zur Subklasse gesamtwirtschaftlicher Kriterien zählt er z. B. den Zeitpunkt des Angebots, die Wettbewerbsintensität, die Zahl potentiell zur Verfügung stehender Aufträge und die Konjunkturlage; zur Subklasse der erfahrungsbedingten Kriterien die Fälle vergangener gescheiterter Gebote und den in der Vergangenheit erwirtschafteten Gewinn. Die Unternehmenskriterien unterteilt er in technische Leistungsfähigkeit, finanzielle und güterwirtschaftliche Beschränkung der Unterneh-

mung, die Kosten der Angebotserstellung, die geforderte Rentabilität und die Auslastung der Unternehmung; die Projektkriterien in Typ des Projekts, Größe des Projekts, Auftraggeber, Risiko, Komplexität, Dauer, Standort, Unsicherheit der Kostenschätzung und Verlässlichkeit der Subunternehmer. Zugleich muß er die Skalierung der Kriterien festlegen, die ebenfalls subjektiven Kriterien unterliegt. So kann er die Skalierung für das Kriterium Komplexität z. B. entweder in niedrig = 100, hoch = 0 oder in Schwierigkeitsgraden angeben, d. h. Komplexitätsgrad 1 = 100, Komplexitätsgrad 2 = 90 usw., und dabei auf vergleichbare Projekte und die bei ihnen gesammelten Erfahrungen zurückgreifen. Bereits in diesem Stadium der Modellanwendung spielen subjektive Annahmen und Präferenzen mit ein; je nachdem, welche Kriterien der Anwender für bedeutsam hält und welche nicht, ergibt sich eine unterschiedliche Klassifikation. Er kann die von Dozzi, AbouRizk und Schroeder vorgeschlagene Klassifikation und Hierarchie übernehmen, oder eine individuell zugeschnittene konstruieren. Da die Verwendung oder Nichtverwendung bestimmter Kriterien keiner Restriktion unterliegt, wird hier eine ausreichende Erfahrung vorausgesetzt; prinzipiell ist es nicht auszuschließen, daß dabei wichtige Faktoren vergessen oder ihre Bedeutung im konkreten Fall praxisfern eingeschätzt wird.

Als nächstes wird der Anwender seine Präferenzen bzw. die Bedeutung und Gewichtigkeit der einzelnen Kriterien festlegen müssen. Dabei stellt er zuerst die Präferenz-Matrix für die Klassen (Umweltkriterien, Unternehmenskriterien und Projektkriterien – Matrix 1), sodann die Präferenzmatrix der Subklassen der Umweltkriterien auf (Matrix 2), die Matrix für die gesamtwirtschaftlichen Kriterien (Matrix 3) und die Erfahrungskriterien (Matrix 4), schließlich die Matrix für Unternehmenskriterien (Matrix 5) und Projektkriterien (Matrix 6). Auch hier wiederum unterliegt er keiner Restriktion, d. h. seine Präferenzen besitzen keinen "objektiven" Gehalt. Daher ist es durchaus möglich, daß der Anwender z. B. Umweltfaktoren für zweimal wichtiger hält als Unternehmensfaktoren – was objektiv eher unwahrscheinlich ist (siehe Matrix 1).

Die angenommene Hierarchie und Skalierung sieht dann folgendermaßen aus:

Die entsprechenden Matrizen ergeben sich wie folgt:

Im nächsten Schritt werden sämtliche Nutzenfunktionen aufgestellt; das praktische Problem besteht hier darin, daß insbesondere der neutrale Nutzen bei manchen Kriterien nur schwer zu schätzen; ob der neutrale Nutzen des Anwenders beim Kriterium "Dauer des Projekts" bei 10, 12 oder 14 Monaten liegt, dürfte schwer zu evaluieren sein. Auch hier besteht die Möglichkeit, daß durch mangelnde Beschränkung unsinnige oder nicht ganz durchdachte Werte einfließen, die bei der Berechnung des Nutzwertes und damit des Gewinnaufschlags aber einflußreich sein können. Die Nutzenfunktion für das Kriterium Rentabilität bestimmen wir z. B., indem wir eine untere Rentabilitätsgrenze von -10% und eine obere von 8% annehmen; den neutralen Nutzen bestimmen wir mit einer Rentabilität von 2% und die optimale logischerweise mit der oberen Rentabilitätsgrenze von 8%. Die Konstanten A und B ergeben sich dann durch:

Um den Einzelnutzen der Kriterien zu einer Gesamtnutzen zu transformieren, verwenden wir die für die Präferenzmatrizen berechneten Eigenvektoren und nehmen deren Elemente mit einhundert mal. So ergibt sich z. B. für die Einzelgewichtung des Kriteriums "Wettbewerbsintensität" (1.1.2) ein Wert von 49,38; die Gesamtgewichtung des Kriteriums ergibt sich aus:

Die Ergebnisse der Gesamtgewichtung überraschen zunächst; so wird das Kriterium Wettbewerbsintensität (1.1.2) z. B. mehr als achtmal so stark gewichtet wie das Kriterium "Größe des Projekts" (3.2). Dies erklärt sich aber dadurch, daß innerhalb der Präferenz-Matrix für die Klassen (Matrix 1) das Kriterium "Umweltfaktoren" als zweimal wichtiger als das Kriterium "Unternehmensfaktoren" und als eineinhalbmal wichtiger eingeschätzt wurde als das Kriterium "Projekt faktoren". Ähnlich verhält es sich bei der Präferenz-Matrix für die Unterklassen (Matrix 2), in der das Kriterium "Gesamtwirtschaftliche

Kriterien" als zweimal wichtiger eingeschätzt wurde als "Erfahrungskriterien", und in der Präferenz-Matrix für die Unterklasse "Gesamtwirtschaftliche Kriterien", in der die Wettbewerbsintensität als viermal so wichtig wie der Zeitpunkt des Angebots und die Zahl potentieller Aufträge und zweimal so wichtig wie die Konjunkturlage eingeschätzt wurde. Dies zeigt ein weiteres mal, daß bei der Aufstellung der Präferenzen auf die Quantifizierung der Präferenzverhältnisse besonders acht gegeben werden muß.

Den Einzelnutzen und den gewichteten Nutzen erhalten wir, indem für das konkrete Projekt für alle Kriterien die zutreffende Alternative bestimmt wird, z. B. eine Projektgröße von 20.000.000 DM; die entsprechenden Zahlenwerte werden in die Nutzenfunktion eingesetzt und liefern den Einzelnutzen, das Produkt aus Einzelnutzen und Gewichtung des gewichteten Nutzen, der zum erwarteten Nutzwert aufsummiert wird.

Nun stellen wir die Nutzenfunktion des Gewinnaufschlags auf. Dazu berechnen wir den geringsten möglichen Nutzen ("worst-case-scenario"), indem wir für alle Kriterien Minimalwerte einsetzen, und den maximal möglichen Nutzen (Optimum), indem wir meist-präferierte Werte verwenden. Dabei ergibt sich für $Eu_k = -264,1751$ und für $Eu_m = 95,8592$. Weiterhin setzen wir einen gebräuchlichen Gewinnaufschlag von 3% und einen maximalen von 10% an. Daraus errechnen wir für $Eu < Eu_n$ die Nutzenfunktion des Aufschlags:

Die Nutzenfunktion des Aufschlags und der Aufschlag für den oben berechneten Fall ergeben sich damit zu:

3.2..22 Modellinterne Kriterien

Für die Feststellung des zu erwartenden Nutzwertes spielt neben der durch Präferenzen gewonnenen Gewichtung einzelner Kriterien die verwendete Nutzenfunktion eine ausschlaggebende Rolle. Dozzi, AbouRizk und Schroeder schlagen lineare Nutzenfunktionen vor – mit dem Vorteil, leichter modellierbar zu sein -, während sich bei bestimmten Kriterien möglicherweise nicht-lineare Funktionen anbieten würden. Dabei ließe sich an S-förmige Nutzenkurven denken, die dem Gesetz des abnehmenden Grenznutzens Rechnung tragen, wie es z. B. bei dem Kriterium der Projektgröße der Fall sein dürfte; fälschlich angenommene Nutzenkurven könnten dann innerhalb des Gesamtmodells zu verzerrten Ergebnissen führen. Zum anderen steht ein nutzentheoretisch orientiertes "Competitive Bidding"-Modell vor dem Problem, eine sinnvolle Quantifizierbarkeit von Nutzen- und Präferenzverhältnissen vorauszusetzen. Damit operiert es mit einer kardinalen Nutzentheorie, die annimmt, daß die Nutzendifferenz zwischen zwei Bündeln (oder Kriterien) eine Bedeutung hat, und der Größe des Nutzens eine Bedeutung zumißt. Zwar kann die Größe der angegebenen Präferenz eine operationale Bedeutung haben, es gibt jedoch keine zwingende theoretische Interpretation davon, was es heißt, ein Kriterium zweimal so stark zu präferieren.

3.2..23 Modellexterne Kriterien- Praxisbezug

An dem Nutzenmodell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder ist besonders hervorzuheben, daß es versucht, der Komplexität und Vielschichtigkeit der Angebotsentscheidung gerecht zu werden, und es dem Anwender erlaubt, sämtliche für relevant gehaltenen Kriterien in seine Entscheidung über die Höhe des Angebotspreises mit einzubeziehen. Dabei konzentriert sich das Modell nicht nur auf das Ziel der Gewinnmaximierung, sondern ermöglicht es, andere wichtige betriebswirtschaftliche Kriterien (z. B. finanzwirtschaftliche, Kriterien der Betriebsauslastung) ebenfalls zu berücksichtigen. Zugleich ist das Modell leicht an die Anforderungen des Benutzers anzupassen und formuliert die Komplexität der Entscheidungsfindung auf eine relativ einfache, nachvollziehbare Weise. Hält man sich vor Augen, daß das Nicht-Berücksichtigen von Kapazitäts- und Angebotsrestriktionen zu den verbreiteten Prämissen von Angebotsmodellen gehört, wie auch das Nicht-Berücksichtigen zahlreicher anderer Kriterien, fällt die Stärke des Modells besonders ins Gewicht. So ließe sich z. B. auch die Abhängigkeit von Angeboten voneinander (zur Erlangung vorteilhafter Anschlußaufträge) oder das spekulative Abwarten günstiger Angebotsgelegenheiten innerhalb des Modells erfassen. Allerdings könnte sich die Konzentration auf die Präferenzen und die Präferenzformulierung des Anwenders dann als problematisch erweisen, wenn bestimmte Präferenzentscheidungen in ihrer Tragweite nicht überschaut werden, d. h. es fehlt innerhalb subjektiver Kriterien und Einschätzungen ein Regulativ, das unrealistische und unsinnige Wertungen herausfiltert. Aufgrund subjektiver Präferenzen könnte der Verwender schnell in eine Situation geraten, in der die Quantifizierung seiner Präferenzen zu praxisfernen Ergebnissen führt; im übrigen spielt dabei ein gewisses Maß an Unschärfe und Willkür mit. Die Festlegung von neutralen und maximalen Nutzenpunkten dürfte in der Praxis relativ schwer sein, wenn man dem Modell auch zugute halten muß, daß der Verwender die nötige Urteilskraft für die realitätsnahe Festlegung seiner Präferenzen und Nutzenstrukturen entweder durch Erfahrung oder durch wiederholte Anwendung des Modells gewinnen und dadurch zu einem verbesserten, praxisnahen Gebrauch des Modells gelangen könnte. Die Gefahr einer recht willkürlichen Festlegung von Nutzenkriterien bleibt jedoch bestehen.

3.3 Resümee: Vergleich und Bewertung der Modelle

Wie wir gesehen haben, nähern sich Pin und Scott der Modellierung der Ausschreibungssituation auf sehr einseitige Weise; sie konzentrieren sich auf einen ganz bestimmten Aspekt der Angebotsproblematik, nämlich die Wahrscheinlichkeit des Zuschlagserhalts bzw. den Angebotspreis, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit den Zuschlag erhält. Während sie nur eine ausgewählte Fragestellung innerhalb der Angebotsentscheidung beantworten, zielt das Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder auf die Gesamtheit und die Totalität der Entscheidung und berücksichtigt folglich eine Vielzahl von Kriterien. Dementsprechend ist es verhältnismäßig komplex, im Gegensatz zu der einfachen und übersichtlichen Modellformulierung von Pin und Scott. Zugleich könnte man behaupten, daß ihr Modell eher mit unsicheren, aber objektiven Informationen arbeitet, während das Nutzenmodell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder eher subjektive, aber sichere Informationen benutzt, da hier der Anwender selbst seine Einschätzungen und Kenntnisse zur Bestimmung des Nutzwertes verwendet. Während das Modell von Pin und Scott eher konkurrenzorientiert ist, weil die Entscheidung über den Angebotspreis vor allem von der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Konkurrenzangebote abhängt, ist das Nutzenmodell eher unternehmensorientiert, weil zum einen eine Vielzahl von unternehmensabhängigen Faktoren einfließen, zum anderen sämtliche Input-Daten von der Einschätzung des Projekts und der betriebswirtschaftlichen Situation durch die Unternehmensleitung abhängen.

Die Frage nach der Praxistauglichkeit eines Modells kann natürlich nicht unabhängig von dem Zweck der Modellanwendung beantwortet werden; so wird ein Anwender, der lediglich die Wahrscheinlichkeit des Erhalts des Zuschlags bei einem bestimmten Angebotspreis bestimmen möchte, auf das Modell von Pin und Scott zurückgreifen. Sollte es hingegen um die Bewertung eines ausgeschriebenen Auftrags in seiner Komplexität gehen, erscheint das Modell von Dozzi, AbouRizk und Schroeder wesentlich angebrachter. In dem bereits genannten Sinne wird ihr Modell der tatsächlichen praktischen Entscheidungsproblematik wesentlich eher gerecht, weil es eine Vielzahl von Kriterien berücksichtigt und nicht mit einem singulären Kriterium arbeitet, wie es auch in der Praxis nur selten der Fall sein dürfte.

4. Anhang

4.1 Tabellen für k-Werte und c_n -Werte

$\Gamma(x)$ stellt die Gammaverteilung dar. Sie ergibt sich durch
die $\Gamma(x + 1) = x \cdot \Gamma(x)$ gilt. Ganzzahlige Werte $x = n$ ergeben $\Gamma(n) = (n - 1)!$, für

4.2 Iterationsverfahren von Von Mises

Gegeben sei eine Matrix mit einfachen Eigenwerten $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, d. h. die Eigenvektoren x^i sind voneinander linear unabhängig. Ein beliebiger Vektor z_0 mit n Komponenten kann deshalb nach den Eigenvektoren x^i entwickelt werden:

Nach Rekursionsvorschrift bildet man eine Folge von Vektoren z_j :

, d.h.:

allgemein:

Die Eigenwerte werden als nach absteigenden Beträgen geordnet gedacht, wobei λ_1 den dominanten Eigenwert darstellt, d. h.: $|\lambda_1| > |\lambda_2| \geq |\lambda_3| \dots \geq |\lambda_n|$. Daraus ergibt sich:

Da mit wachsendem p die Faktoren $\lambda_1^p c_1 x^1$ dem Betrag nach immer kleiner werden, ergibt sich für den Vektor z_p bei wachsendem p Konvergenz gegen $\lambda_1^p c_1 x^1$, d. h. den Eigenvektor von λ_1 . Den Eigenvektor λ_1 erhält man zu

Man erhält den Eigenwert λ_1 näherungsweise, indem man den Quotienten aus zwei entsprechenden Koordinaten zweier aufeinanderfolgender Vektoren z_p und z_{p+1} bildet; die

Konvergenzgröße hängt etwas vom Ausgangsvektor z_0 , mehr vom Quotienten

ab. Sie

ist um so besser, je kleiner der Quotient dem Betrag nach ist. Für jede Koordinate der Vektoren z_{p+1} und z_p ergibt sich:

Algorithmus: Man wähle Startvektor $y_0 = (1,0\dots)$ oder $y_0 = (1,1,1\dots)$ und bilde die Doppelfolge y_i, z_i nach

mit

Beispielrechnung (Matrix 6):

Als Startvektor nehmen wir

1. Iterationsschritt:

mit

2. Iterationsschritt

mit

3. Iterationsschritt

mit

4. Iterationsschritt

mit

5. Iterationsschritt

mit

Damit ergibt sich ein Eigenwert von 14,9841 und der Eigenvektor zu:

5. Literaturverzeichnis

5.1 Verzeichnis der verwendeten Literatur

- Ahmad, Irtishad (1990): "Decision-Support System for Modeling Bid/No-Bid Decision Problem". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 116, S. 595 – 608.
- Dozzi, S. P, AbouRizk, S. M. and Schroeder, S. L. (1996): "Utility-Theory Model for Bid Mark-up Decisions". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 122, S. 119 – 124.
- Hartung, Joachim, Elpelt, Bärbel und Klösener, Karl-Heinz (1998): *Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Mit zahlreichen, vollständig durchgerechneten Beispielen*. 11., durchges. Aufl. München, Wien: Oldenbourg.
- Herbsman, Zohar and Ellis, Ralph (1992): "Multiparameter Bidding System – Innovation in Contract Administration". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 118, S. 142 – 150.

- Hübers-Kemink, Rainer (1987): *Angebotspreiskalkulation in der Bauwirtschaft. Kritische Bestandsaufnahme und Vorschläge zur Neugestaltung*. Diss. Bocholt: Universität Dortmund.
- Ioannou, Photios G. and Leu, Sou-Sen (1993): "Average-Bid Method – Competitive Bidding Strategy". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 119, S. 131 - 147.
- Kelley, Martin N. (1991): "Fort Drum Estimating and Bidding from Contractor's Point of View". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 117, S. 565 - 571.
- Linge, Stefan (1989): *Baummarktentwicklung und Wettbewerbsstrategie. Eine Analyse strategischer Determinanten in einem geschrumpften Markt mit Dienstleistungscharakter*. Diss. München: Technische Universität München, Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.
- Lützenroth, Heinrich (1977): *Voraussetzungen und Erweiterungen von Competitive-Bidding-Modellen*. Berlin: Institut für Markt- und Verbrauchsforschung, Freie Universität Berlin.
- Neufville, Richard de and Smith, Jayme Todd (1994): "Improving Contractors' Bids Using Preference Reversal Phenomenon". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 120, S. 706 – 719.
- Pin, Teo Ho and Scott, W. F. (1994): "Bidding Model for Refurbishment Work". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 120, S. 257 – 273.
- Seydel, John and Olson, David L. (1990): "Bids Considering Multiple Criteria". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 116, S. 609 – 623.
- Thormälen, Martin Volker (1978): *Angebotsstrategien bei öffentlichen Aufträgen. Angebotsstatistik und Angebotsmodelle für die Bauwirtschaft*. Frankfurt am Main, Bern, LasVegas: Lang (Europäische Hochschulschriften: Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft; Bd. 205).
- Tiong, Robert L. K. (1996): "CSFs in Competitive Tendering and Negotiation Model for BOT Projects" In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 122, S. 205 – 211.
- Tiong, Robert L. K., Yeo, Khim-Teck and McCarthy, S. C. (1992): "Critical Success Factors in Winning BOT Contracts". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 118, S. 217 – 228.

5.2 Verzeichnis weiterer, nicht in die Arbeit eingegangener Literatur

- Beckmann, Martin J. (1975): *Cost Estimation and the Optimal Bidding Strategy*. München: Technische Universität, Institut für Statistik und Unternehmensforschung.

- Friedman, L. (1956): "A competitive bidding strategy". In: *Operations Research*. 1(4), S. 104 – 112.
- Gates, M. (1971): "Bidding contingencies and probabilities." In: *Journal of the Construction Division*. Vol. 97. S. 277 – 303.
- Griffis, F. H. Bud (1992): "Bidding Strategy. Winning over Key Competitors". In: *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 118, S. 151 – 165.
- Grimm, Veronika (1999): *Equilibrium bidding without the independence axiom: a graphical analysis*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät (Quantifikation und Simulation ökonomischer Prozesse, Sonderforschungsbereich 373).
- Neufville, Richard de, Hani, N. and Lesage, Y. (1977): "Bidding models: effects of bidders' risk aversion." In: *Journal of the Construction Division*. Vol. 103(1), S. 57 – 69.
- Zelewski, Stephan (1986): *Competitive bidding aus der Sicht des Ausschreibers. Ein spieltheoretischer Ansatz*. 2. Aufl. Köln: Universität zu Köln, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft.
- International Labour Office – ILO (1994): *Pricing and bidding*. Workbook. 1. publ. Geneva: ILO.
- International Labour Office – ILO (1994): *Pricing and bidding*. Handbook. 1. publ. Geneva: ILO.