

STUDIENBRIEF

**GRUNDLAGEN DER
ENTSCHEIDUNGSLEHRE
FÜR TECHNIKER UND INGENIEURE**

STUDIENBRIEF

GRUNDLAGEN DER
ENTSCHEIDUNGSLEHRE FÜR
TECHNIKER UND INGENIEURE

afw Wirtschaftsakademie Bad Harzburg GmbH
Am Stadtpark 1, 38667 Bad Harzburg
Telefon +49 (0) 5322 9020-0,
Telefax: +49 (0) 5322 9020-40
Internet: <https://www.afwbadharzburg.de>
E-Mail: bildung@afwbadharzburg.de

Copyright afw Wirtschaftsakademie Bad Harzburg GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der afw Wirtschaftsakademie unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.



FSC Umwelthinweis:

Dieses Skript wurde auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt. Das Papier erfüllt die Kriterien des Forest Steward Council (FSC), welches sich zum Ziel gesetzt hat, die Wälder der Erde umweltgerecht und nachhaltig zu nutzen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 5 |
| 2 | Gegenstand der Entscheidungslehre | 6 |
| 3 | Entscheidung unter Ungewissheit | 8 |
| 3.1 | Entscheidungsregeln bei Ungewissheit..... | 8 |
| 3.1.1 | Die Maximax-Regel..... | 8 |
| 3.1.2 | Die Minimax-Regel..... | 10 |
| 3.1.3 | Die Hurwicz-Regel | 11 |
| 3.1.4 | Die Laplace-Regel..... | 14 |
| 3.1.5 | Die Savage-Niehans-Regel..... | 16 |
| 3.1.6 | Kritische Würdigung der Entscheidungsregeln bei Ungewissheit | 17 |
| 3.2 | Dominante Alternativen bei Ungewissheit..... | 18 |
| 3.2.1 | Absolute Dominanz..... | 19 |
| 3.2.2 | Zustandsdominanz..... | 20 |
| 3.3 | Übungsaufgaben | 21 |
| 4 | Entscheidungsregeln bei Risiko | 22 |
| 4.1 | Die Bayes-Regel | 22 |
| 4.2 | Das μ - σ -Prinzip..... | 23 |
| 4.3 | Weitere Entscheidungsregeln bei Risiko..... | 27 |
| 4.4 | Praktische Anwendungsgebiete für Entscheidungsregeln bei Risiko | 28 |
| 4.5 | Dominante Alternativen bei Risiko | 29 |
| 4.6 | Übungsaufgaben..... | 32 |
| 5 | Entscheidung unter Sicherheit | 33 |
| 5.1 | Die Nutzwertanalyse | 34 |
| 5.1.1 | Methodik der Nutzwertanalyse..... | 34 |
| 5.1.2 | Regelmäßige Kritik an der Nutzwertanalyse | 36 |
| 5.1.3 | Gewichtung von Kriterien | 36 |
| 5.2 | Die Sensitivitätsanalyse | 39 |
| 5.3 | Zeitliche Versetzung von Alternativen | 40 |
| 5.4 | Die Unterlassensalternative | 42 |
| 5.5 | Grafischer Lösungsansatz für Entscheidungsprobleme bei Sicherheit | 42 |
| 5.6 | Fazit | 47 |
| 5.7 | Übungsaufgaben..... | 48 |
| 6 | Das Treffen von Entscheidungen in der Praxis | 49 |
| 6.1 | Treffen irrationaler Entscheidungen | 49 |
| 6.2 | Quantitatives und qualitatives Risikomanagement..... | 51 |
| 6.3 | Fazit | 53 |
| 7 | Schlussbetrachtung | 55 |
| 8 | Lösungen der Übungsaufgaben | 56 |
| 9 | Stichwortverzeichnis | 59 |
| 10 | Literaturverzeichnis | 60 |
| 11 | Studienaufgabe Grundlagen der Entscheidungslehre für Techniker und Ingenieure | 61 |

Abkürzungsverzeichnis

GE = Geldeinheit

p = Wahrscheinlichkeit

λ = a) Optimismus-Pessimismus-Parameter bei der Hurwicz-Regel

= b) Parameter zu Bestimmung der Risikoeinstellung beim μ - σ -Prinzip

μ = Erwartungswert

σ = Standardabweichung

φ = Präferenzfunktion in Abhängigkeit der Variablen μ und σ

1 Einleitung

Entscheidungen sind mitunter schwierig, das wissen wir alle aus eigener Erfahrung im Alltag. In der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre ist die Entscheidungslehre ein fester Bestandteil. Dabei wird zwischen verschiedenen Typen von Entscheidungssituationen unterschieden und je nachdem, wie sich die vorliegenden Bedingungen gestalten, differenziert vorgegangen.

Nach einer allgemeinen Heranführung an das Thema im zweiten Kapitel starten wir im dritten Kapitel mit Entscheidungen unter Ungewissheit. Direkt daran schließen Kapitel vier mit Risikoentscheidungen und Kapitel fünf mit Entscheidungen unter Sicherheit.

Kapitel sechs stellt kritisch in Frage, wie in der Praxis tatsächlich Entscheidungen getroffen werden, bevor dieser Studienbrief mit einer Schlussbetrachtung schließt.

Gemeinsam ist den unterschiedlichen Entscheidungssituationen jedoch stets, dass in der Zukunft unterschiedliche Umweltzustände eintreffen können, die wir durch die Wahl zwischen verschiedenen Handlungsalternativen mehr oder weniger gut beeinflussen möchten. Dabei wird sich schnell zeigen, dass die tatsächlich verfügbaren Informationen und deren Qualität eine ebenso wichtige Rolle spielen wie in vielen Fällen auch unsere Risikoeinstellung.

Wir wünschen Ihnen nun viel Spaß beim Lesen und Durcharbeiten dieses Studienbriefes. Ganz gleich, welcher beruflichen Aufgabe Sie sich künftig stellen werden, sind wir davon überzeugt, dass Sie das hier erworbene Wissen häufig anwenden können werden! Darüber hinaus werden Sie hinterher auch die eine oder andere Entscheidungssituation im nicht-beruflichen Alltag mit anderen Augen sehen.

2 Gegenstand der Entscheidungslehre

Auch Studenten der BWL sind immer wieder zu Beginn ihres Studiums erstaunt, ganz gleich wo und in welcher Form sie das Thema Allgemeine Betriebswirtschaftslehre angehen, dass die Entscheidungslehre einen wesentlichen Platz in ihrem künftigen Tun einnehmen wird. Dies gilt mit Sicherheit für das Studium und in den meisten Fällen auch für das anschließende berufliche Leben.

Im Berufs- wie im privaten Leben treffen wir ständig Entscheidungen. Viele Entscheidungen treffen wir emotional, andere rational. Um es gleich vorweg zu nehmen: Es gibt auch eine Grauzone. Was für einen Entscheider X eine rationale Entscheidung sein mag, ist für eine Entscheiderin Y womöglich emotional motiviert.

Wahrscheinlich ist es meistens verhältnismäßig unerheblich, ob Sie im Supermarkt Äpfel der einen oder der anderen Sorte kaufen. Treffen Sie die „falsche“ Entscheidung, schmecken die Äpfel eben nicht oder, einmal zu Hause angekommen, hängt schlimmstenfalls der Hausfrieden kurzzeitig schief.

Mehr Auswirkungen dürfte es bereits haben, wenn Sie sich für den „falschen“ Stromanbieter als Privatperson entscheiden. Hier kann Ihre Entscheidung im Laufe eines Jahres Sie einen dreistelligen Betrag kosten!

Beim Kauf der Äpfel handelten Sie instinktiv oder emotional, weil Ihnen heute die roten Äpfel besser gefallen haben. Darüber hinaus ist die Auswirkung einer „Fehlentscheidung“ im Regelfall verkräftbar. Vielmehr wäre es wahrscheinlich unwirtschaftlich in jedem zu kaufenden Artikel im Supermarkt ein großes Entscheidungsproblem zu sehen. Statt 15 Minuten, die Sie üblicherweise beim nächsten Discounter um die Ecke für Ihren Wocheneinkauf benötigen, könnte ansonsten schnell eine tagesfüllende Aufgabe entstehen.

Entscheiden Sie sich hingegen beim Wahl Ihres Stromanbieter für den Anbieter, dessen Maskottchen Ihnen am besten gefällt, kann es wie beschrieben schon teurer werden. Wie Sie sehen, ist das Problem, Entscheidungen zu treffen, nicht auf Manager der hohen Führungsebenen begrenzt, sondern betrifft jedermann.

So ist es nicht verwunderlich, dass der Entscheidungslehre in der Betriebswirtschaftslehre die bereits angesprochene große Bedeutung zukommt. Egal, ob das obere Management eines Weltkonzernes eine Standortentscheidung über ein Werk in Osteuropa trifft oder ob ein Sachbearbeiter über einen Antrag auf 500 Blatt Kopierpapier entscheidet, Entscheidungen sind allgegenwärtig.

Im Laufe der Zeit wurde eine Reihe von Entscheidungsregeln entwickelt und eine Kategorisierung von Entscheidungsproblemen daraus abgeleitet. Man unterscheidet so zunächst zwischen Entscheidungen unter Sicherheit und unter Unsicherheit. Unter Sicherheit ist zu verstehen, dass Kenntnis darüber besteht, wie die Bedingungen in der Zukunft sein werden. Eine solche Situation ist z. B. gegeben, wenn die heute 16,5-jährige Marta weiß, dass sie in ei-

nem Jahr über 1.500 GE aus einem Sparbrief, den Ihre Großeltern für sie angelegt haben, verfügen wird. Nun kann sie entscheiden, ob sie das Geld z. B. für einen Führerschein investiert oder ob sie sich davon etwas später den langjährigen Traum einer Rucksackreise nach Asien erfüllen möchte.

Bei Entscheidungen unter Unsicherheit steht jedoch zum Entscheidungszeitpunkt noch nicht fest, welche Gegebenheiten in der Zukunft anzutreffen sein werden. Hier unterscheidet man zwischen zwei Unterfällen: Risiko und Ungewissheit.

Während beim Risiko noch die Wahrscheinlichkeit bestimmter Zukunftsszenarien bekannt ist, liegen bei Ungewissheit keinerlei Kenntnisse hierüber vor.

So kann man im Falle des Risikos z. B. errechnen, wie groß die Wahrscheinlichkeit einer sogenannten „grünen Welle“ ist, wenn von drei voneinander unabhängig geschalteten Ampeln bekannt ist, dass die erste Ampel zu 45 % grün ist, die zweite zu 20 % und die dritte schließlich zu 25 %.

Derartige Berechnungen sind bei Ungewissheit nicht möglich, da keine Wahrscheinlichkeiten bekannt sind. Allerdings sind die möglichen, alternativen Zustände der Zukunft nach wie vor bekannt.

Wie Sie sich vorstellen können, ist die Aufgabe, für jede Situation möglichst das Beste herauszuholen, stets im Interesse von Entscheidungsträgern gewesen. Je nachdem, ob es sich um eine Entscheidungssituation in Sicherheit, Risiko oder Ungewissheit handelt, gestaltet sich die Entscheidungsfindung jedoch unterschiedlich. Auch wird sich in den kommenden Kapiteln zeigen, dass es regelmäßig nicht die „eine richtige Entscheidung“ gibt.

3 Entscheidung unter Ungewissheit

Wir beginnen mit Unsicherheitsentscheidungen. Hiervon gibt es, wie bereits angedeutet, wiederum zwei Unterkategorien. Die in diesem Kapitel behandelten Ungewissheitssituationen haben gemeinsam, dass wir verschiedene mögliche Zustände der Umwelt, meisten durch z_i bezeichnet, kennen, jedoch nicht wissen, mit welcher Wahrscheinlichkeit sie eintreffen werden. Nun ist es unsere Aufgabe, diejenige Alternative, meistens als a_i bezeichnet, zu wählen, die für uns vor dem Hintergrund der uns zur Verfügung stehenden Informationen die beste Wahl darstellt.

Dem zweiten Fall von Entscheidungsproblemen bei Unsicherheit, den Risikoentscheidungen, wollen wir uns im vierten Kapitel widmen.

3.1 Entscheidungsregeln bei Ungewissheit

Beginnen wir mit einem Beispiel. Sie können zwischen drei verschiedenen Alternativen a_i wählen. Unabhängig davon, wie Sie sich entscheiden, wird einer von drei Zuständen z_i eintreten. Wie wollen Sie sich entscheiden?

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Angenommen, die Zahlen bedeuten einen Gewinn, den sie einstreichen dürfen. Haben Sie sich für Alternative a_1 entschieden, hoffen Sie, dass Zustand z_3 eintreten wird. Haben Sie auf a_2 gesetzt, werden Sie ebenfalls auf z_3 hoffen. Bei a_3 hingegen ist es für Sie am besten, wenn Zustand z_2 eintritt. Die Frage ist nun allerdings, für welche der drei Alternativen sollen Sie sich entscheiden und weshalb? Um eines gleich vorweg zu nehmen: Die „eine“ richtige Entscheidung gibt es nur selten.

3.1.1 Die Maximax-Regel

Die Maximax-Regel wird auch, mit entsprechendem Unterton, die Regel des „völligen Optimisten“ bezeichnet. Maximax bedeutet, dass jene Alternative gewählt wird, welche das größte Maximum aufweist. Mathematisch ausgedrückt gilt es also das Maximum zu maximieren. Im Falle des soeben genannten Beispiels fällt die Entscheidung somit auf die Alternative a_1 . Der Entscheider hofft somit auf einen Gewinn von 120 bzw. den Eintritt von Zustand z_3 . Selbstverständlich könnten ebenso gut, wenn auch bei ebenfalls unbekannter Wahrscheinlichkeit, die Zustände z_1 oder z_2 eintreffen. In der Folge würde der Gewinn 80 bzw. 100 betragen. Doch all dies interessiert jemanden, der nach der Maximax-Regel vorgeht, relativ wenig.

Wie die beiden nachfolgenden Beispiele zeigen werden, gibt es Situationen, in denen ein striktes Befolgen der Maximax-Regel zu Ergebnissen führen kann, die selbst von eher risikofreudigen Spielern als unklug angesehen werden dürften.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 0 | 0 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Bei konsequenter Anwendung der Maximax-Regel muss man sich auch bei diesem abgeänderten Beispiel für Alternative a_1 entscheiden. Man kann dieses Beispiel jedoch noch weiter auf die Spitze treiben.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 0 | 0 | 120 |
| a_2 | 119 | 119 | 119 |

Angenommen, es gäbe nur noch zwei Alternativen. Kurz und knapp formuliert: 119 sicher oder 120 mit unbekannter Wahrscheinlichkeit, wobei man alternativ mit leeren Händen da steht. Entscheidet man sich für a_2 , so kann man sich bequem zurücklehnen und weiß, dass 119 das Ergebnis sein wird. Die Wahrscheinlichkeiten der drei möglichen Zustände sind für den Entscheidungsträger somit quasi uninteressant, weil es gleich ist, ob z_1 , z_2 oder z_3 eintritt. Ganz anders sieht es hingegen aus, wenn die Entscheidung auf a_1 fällt. Es „muss“ z_3 eintreten, sonst geht man leer aus.

Wie Sie sehen, muss die Maximax-Regel kritisch betrachtet werden. Während Sie bei in etwa gleichwertigen Alternativen (im ersten Fall hatten alle drei Alternativen einen Erwartungswert von 100) wohl von den meisten Menschen so etwas wie Daseinsberechtigung zugesprochen bekommt, dürfte bei extremeren Verhältnissen, wie dem zweiten und dritten Beispiel in Frage gestellt werden, ob es sich bei der Maximax-Regel um eine sinnvolle Vorgehensweise handelt.

Letztlich gibt es kein objektives „Falsch“ oder „Richtig“. Ob ein Entscheider sich nach den Empfehlungen der Maximax-Regel richtet, dürfte vor allem von seinen persönlichen Präferenzen und Zielen abhängig sein.

3.1.2 Die Minimax-Regel

Entsprechend wie die Maximax-Regel hat auch die Minimax-Regel einen Beinamen bekommen und wird mitunter als Regel des „hoffnungslosen Pessimisten“ bezeichnet. Teilweise wird Sie auch als Maximin- oder als Wald-Regel, zu Ehren von Abraham Wald, bezeichnet. Kurz und knapp formuliert verfolgt die Minimax-Regel, das Ziel einen möglichen Verlust geringstmöglich zu halten. Betrachten wir hierzu nochmals die uns bereits bekannte Tabelle.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Mathematisch ausgedrückt wird bei der Minimax-Regel das mögliche Minimum maximiert. Bei a_1 reduziert sich die Auszahlung im ungünstigsten Fall auf 80. Bei a_2 auf 95 und bei a_3 auf 70. Entscheide ich mich also für die dritte Alternative, laufe ich Gefahr, dass sich die Auszahlung auf nur 70 beläuft, womit das denkbar schlechteste Ergebnis zu Stande käme. Der Anwender der Minimax-Regel möchte dies auf jeden Fall verhindern und entscheidet sich daher für Alternative a_2 , denn so erhält er im schlechtesten Fall, nämlich Zustand z_2 , immer noch 95 als Auszahlung.

Die Kritik an der Minimax-Regel ist der Kritik an der Maximax-Regel recht ähnlich. In beiden Fällen orientiert man sich an den Extremfällen, ohne den Ausgang der übrigen Alternativen in seine Entscheidungsfindung mit einzubeziehen.

Als Beispiel soll wiederum eine extreme Ausgangssituation dienen.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 81 | 81 | 81 |
| a_3 | 79 | 130 | 115 |

Legt man die Minimax-Regel als einziges Kriterium für die eigene Entscheidung zu Grunde, so wird man sich im vorliegenden Fall für Alternative a_2 entscheiden müssen, denn diese Alternative liefert den höchsten Minimalwert aller Alternativen.

Bei der Minimax-Regel wird ebenso wie schon bei der Maximax-Regel regelmäßig kritisiert, dass der Blick nicht auf „das Ganze“, sondern lediglich auf Extremwerte gerichtet wird. Diese Kritik ist zweifelsohne berechtigt. Deshalb handelt es sich jedoch in beiden Fällen nicht um schlechte Entscheidungshilfen. Es sind durchaus Konstellationen denkbar, in denen ein solches Verhalten auch unter objektiven Maßstäben als rational betrachtet werden kann. Der

Entscheidungsträger, der sich dieser Regeln bedient, sollte sich jedoch vor der Anwendung dieser beiden Methodiken mit dieser Kritik auseinandersetzen haben. Es ist dennoch leicht nachvollziehbar, dass abgesehen von diesen beiden extremen Regeln auch weitere Entscheidungsregeln entwickelt wurden.

3.1.3 Die Hurwicz-Regel

Die Hurwicz-Regel trägt ihren Namen zu Ehren Leonid Hurwicz. Es handelt sich hierbei um eine Art Kombination von Maximax- und Minimax-Regel. Sie wird daher auch teilweise als Optimismus-Pessimismus-Regel bezeichnet. Das Besondere an dieser Regel ist, dass der Entscheider zunächst selbst festlegt, wie sehr er denn optimistisch bzw. pessimistisch sein möchte.

Der Grad des Optimismus bzw. Pessimismus legt der Entscheider selbst fest, in dem er für den Parameter einen Wert $0 \leq \lambda \leq 1$ festlegt. Der Minimalwert einer jeden Alternative wird anschließend mit λ multipliziert, während der Maximalwert mit $(1 - \lambda)$ multipliziert wird. Beide Produkte addiert ergeben eine Art gewichteten Durchschnitt. Selbstverständlich ist dieser Wert abhängig von der Gemütslage dessen, der den Wert für λ festgelegt hat. Für $(\lambda = 1)$ kommt man zu exakt denselben Ergebnissen, wie bei Anwendung der Minimax-Regel. Denn in diesem Fall fällt der Minimal-Wert voll ins Gewicht, während der Maximalwert einer Alternative mit Null multipliziert wird und somit überhaupt nicht in die Rechnung und auch den Entscheidungsprozess einfließt. Entsprechend unterscheidet sich das Ergebnis der Hurwicz-Regel dann nicht von einem Ergebnis der Maximax-Regel, wenn $(\lambda = 0)$ gewählt wird. Schließlich wird in diesem Fall der Minimalwert mit Null multipliziert und fällt überhaupt nicht ins Gewicht, während der Maximalwert voll in die Berechnung einfließt. Ein Beispiel anhand der uns bekannten Ausgangstabelle soll dies verdeutlichen.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Gehen wir zunächst von einem Wert von $(\lambda = 0,5)$ aus. Hieraus ergibt sich für unsere Berechnung.

Alternative 1: $80 * 0,5 + 120 * 0,5 = 100$

Alternative 2: $95 * 0,5 + 105 * 0,5 = 100$

Alternative 3: $70 * 0,5 + 110 * 0,5 = 90$

Wir kommen nach dieser Rechnung nun zu dem Ergebnis, dass die Alternativen 1 und 2 gleich gut wären, jedoch Alternative 3 weniger gut.

Wie sieht unsere Entscheidung aus, wenn wir ($\lambda = 0,25$) annehmen?

| | |
|----------------|----------------------------------|
| Alternative 1: | $80 * 0,25 + 120 * 0,75 = 110$ |
| Alternative 2: | $95 * 0,25 + 105 * 0,75 = 102,5$ |
| Alternative 3: | $70 * 0,25 + 110 * 0,75 = 100$ |

Durch die Wahl von ($\lambda = 0,25$) haben wir eine verhältnismäßig optimistische Haltung eingenommen, wenngleich die möglichen negativen Auswirkungen in unsere Überlegungen mit einfließen. Letztlich wäre nun Alternative 1 die beste Wahl, gefolgt von Alternative 2 und schließlich Alternative 3! Wie wirkt sich das Ergebnis bei eher pessimistischer Grundhaltung aus, d.h. z. B. bei ($\lambda = 0,75$)?

| | |
|----------------|---------------------------------|
| Alternative 1: | $80 * 0,75 + 120 * 0,25 = 90$ |
| Alternative 2: | $95 * 0,75 + 105 * 0,25 = 97,5$ |
| Alternative 3: | $70 * 0,75 + 110 * 0,25 = 80$ |

Nun stellt bei dieser eher pessimistischen Haltung Alternative 2 die beste Wahl dar! Wie dieses Beispiel zeigt, ergibt sich eine völlig andere Reihenfolge. Da Anfänger in diesem Gebiet häufig der Versuchung unterliegen, durch teilweise skurrile Annahmen von einem Ergebnis der Maximax-Regel ohne weitere Rechnung auf das Ergebnis der Minimax-Regel zu schließen, soll hiervor ausdrücklich gewarnt werden! Ebenso kann nicht, wie auch immer geartet, bei einem Wechsel von einem eher pessimistischen λ -Wert der Hurwicz-Regel auf einen optimistischen Wert, oder auch umgekehrt, irgendein Rückschluss auf das nächste Rechenergebnis gezogen werden!

Betrachten wir als nächstes jene Fälle, die bei Anwendung der Maximax- oder auch der Minimax-Regel besonders scharfer Kritik ausgesetzt waren. Eine Eigenschaft der Hurwicz-Regel liegt ja gerade darin, dass sowohl Minimal- als auch Maximalwert für die Entscheidungsregel beachtet werden, sieht man mal von den beiden Extremfällen, dass für λ ein Wert von Null oder Eins angenommen wird, einmal ab. Als Beispiel soll und nochmals das folgende, bereits bekannte Beispiel dienen.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 0 | 0 | 120 |
| a_2 | 119 | 119 | 119 |

Die Anwendung der Maximax-Regel führte dazu, dass Alternative a_1 als die bessere Wahl zu betrachten war.

Schauen wir zunächst uns die Rechnung für dieses Beispiel mit einem neutralen Wert von ($\lambda = 0,5$) an.

| | |
|----------------|-------------------------------|
| Alternative 1: | $0 * 0,5 + 120 * 0,5 = 60$ |
| Alternative 2: | $119 * 0,5 + 119 * 0,5 = 119$ |

Die Wahl fällt nun offensichtlich deutlich für Alternative 2 aus. Wie sieht die Rechnung jedoch für einen extrem optimistischen Wert von ($\lambda = 0,05$) aus?

| | |
|----------------|---------------------------------|
| Alternative 1: | $0 * 0,05 + 120 * 0,95 = 114$ |
| Alternative 2: | $119 * 0,05 + 119 * 0,95 = 119$ |

Wie sich zeigt, kommen wir bei einem Wert für λ , welcher der Maximax-Regel schon sehr nahe kommt, immer noch zu dem Ergebnis, dass Alternative 2 die bessere Wahl ist! Je pessimistischer unsere Grundhaltung wird, d.h. je größer also die Werte für λ werden, umso deutlicher fällt das Ergebnis für Alternative 2 aus.

Mit der Hurwicz-Regel können wir somit bereits der an der Maximax- und Minimax-Regel geäußerten Kritik gut begegnen. Allerdings liefert die Hurwicz-Regel Anlass zu neuer Kritik. Der Parameter λ schließlich ist frei zu bestimmen. Nach welchem Parameter λ „korrekterweise“ zu bestimmen ist, obliegt der eher optimistischen oder pessimistischen Haltung dessen, der ihn festlegt.

Des Weiteren ist an der Hurwicz-Regel zu kritisieren, dass dennoch nur Maximalwert und Minimalwert beachtet werden. Alle übrigen Werte finden keine Beachtung. Diese Kritik gewinnt umso mehr an Gewicht, je mehr potentielle Ereignisse eintreten können.

| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_5 | z_6 | z_7 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 50 | 51 | 52 | 53 | 52 | 75 | 120 |
| a_2 | 118 | 116 | 119 | 40 | 118 | 117 | 119 |

Im Beispiel würde man sich nach der Maximax-Regel für die erste Alternative entscheiden, da ihr Maximalwert mit 120 größer ist als der Maximalwert von a_2 , nämlich 119. Auch der Minimalwert von a_1 ist mit 50 größer als der Minimalwert von Alternative 2 (40) und somit liefert auch die Wald-Regel die Empfehlung sich für Alternative 2 zu entscheiden.

Im vorliegenden Fall kann auch nicht durch vermeintlich „geschickte“ Wahl eines besonderen Parameters λ erreicht werden, dass die Empfehlung der Hurwicz-Regel lautet, Alternative 2 zu wählen. Der Grund liegt darin, dass sich zwar die Hurwicz-Regel nicht nur auf die Maximalwerte, wie die Maximax-Regel oder die Minimalwerte, wie die Minimax-Regel beschränkt, aber eben auch nicht mehr in die Berechnung gezogen wird, als die Maxima und Minima. Anders ausgedrückt: Andere Werte fließen nicht in die Betrachtung ein! Die Auswirkungen hiervon zeigen uns auch entsprechend extreme Rechnungen, wobei nachfolgend jeweils die Werte $\lambda = 0,05$; $\lambda = 0,5$ und $\lambda = 0,95$ angesetzt wurden.

$$\lambda = 0,05$$

$$\text{Alternative 1:} \quad 50 * 0,05 + 120 * 0,95 = 116,5$$

$$\text{Alternative 2:} \quad 40 * 0,05 + 119 * 0,95 = 115,05$$

Nach dieser eher optimistischen Annahme folgt nun eine neutrale Einstellung, wobei die Wahl wieder für Alternative 1 ausfällt.

$$\lambda = 0,5$$

$$\text{Alternative 1:} \quad 50 * 0,5 + 120 * 0,5 = 85$$

$$\text{Alternative 2:} \quad 40 * 0,5 + 119 * 0,5 = 79,5$$

Schließlich kann auch die pessimistische Annahme nichts daran ändern:

$$\lambda = 0,95$$

$$\text{Alternative 1:} \quad 50 * 0,95 + 120 * 0,05 = 53,5$$

$$\text{Alternative 2:} \quad 40 * 0,95 + 119 * 0,05 = 43,95$$

Man kann diese hier durch drei Beispielrechnungen angeführte Überlegung auch anders angehen. Wenn sowohl der Minimalwert als auch der Maximalwert einer Alternative (hier die zweite) im direkten Vergleich jeweils niedriger als der Minimalwert und Maximalwert einer anderen Alternative (hier der ersten) sind, so kann mit keiner Gewichtung des Faktors λ erreicht werden, dass die Entscheidungsempfehlung der Hurwicz-Regel zu einem anderen Ergebnis führen wird, auch wenn es noch so sehr in Frage zu stellen ist, wie im vorliegenden Fall.

Im nachfolgenden Unterabschnitt wollen wir uns daher erstmals mit einer Entscheidungsregel befassen, die alle möglichen Ausgänge in die Handlungsempfehlung mit einbezieht.

3.1.4 Die Laplace-Regel

Die Laplace-Regel ist, ganz einfach ausgedrückt, ein Durchschnittswert aller möglichen Ereigniseintritte. Da über die Wahrscheinlichkeit der einzelnen Eintritte nichts bekannt ist, erfolgte keine ungleiche Gewichtung bzw. es fließen alle Ergebnisse gleich stark ein.

Der im letzten Abschnitt angesprochenen Kritik an der Hurwicz-Regel wird somit Rechnung getragen. Für unser bekanntes Beispiel ergibt sich somit die folgende Rechnung.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Alternative 1: $(80 + 100 + 120) / 3 = 100$

Alternative 2: $(100 + 95 + 105) / 3 = 100$

Alternative 3: $(70 + 110 + 100) / 3 = 93,3$

Während wir nun zum dem Ergebnis kommen, dass Alternative 1 und 2 offensichtlich nach dieser Entscheidungsregel als gleichwertig einzustufen sind, scheidet nach der Laplace-Regel Alternative 3 aus.

Schauen wir uns als nächstes, unter Anwendung der Laplace-Regel, nochmals das folgende Beispiel an.

| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_5 | z_6 | z_7 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 50 | 51 | 52 | 53 | 52 | 75 | 120 |
| a_2 | 118 | 116 | 119 | 40 | 118 | 117 | 119 |

Unter Anwendung von Maximax-, Minimax- und Hurwicz-Regel wurden nur Maxima und Minima, oder nur eines von beiden Extrema berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass sogenannte „Ausreißerwerte“ eine Entscheidungsempfehlung verzerren können. Die Berechnung des Durchschnittes ist zwar rechenintensiver, basiert jedoch auf einer breiteren Zahlenbasis. Somit ermitteln wir:

Alternative 1: $(50 + 51 + 52 + 53 + 52 + 75 + 120) / 7 = 64,86$

Alternative 2: $(118 + 116 + 119 + 40 + 118 + 117 + 119) / 7 = 106,71$

Die Berechnung des Durchschnittes liefert uns als Handlungsempfehlung ein Ergebnis, welches wohl auch der Einschätzung der meisten Entscheidungsträger in dieser Situation entspricht. Alternative 2 erscheint unter den uns bekannten Prämissen als deutlich besser.

3.1.5 Die Savage-Niehans-Regel

Die Savage-Niehans-Regel wird auch als Regel des kleinsten Bedauerns bezeichnet, vereinzelt auch als Minimax-Regret-Regel. Der Gedanke dieser Regel ist, dass man mit einer Entscheidung möglichst wenig falsch machen will bzw. die Enttäuschung möglichst klein halten möchte. Hierzu bildet man für jede in Frage kommende Alternative die Differenz zwischen dem möglichen Maximum und dem möglichen Minimum. Die Alternative, bei welcher diese Differenz am kleinsten ausfällt, wird gewählt. Die Berechnung für unser bereits viermal verwendetes Beispiel gestaltet sich somit wie folgt:

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 100 | 120 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Alternative 1: $120 - 80 = 40$

Alternative 2: $105 - 95 = 10$

Alternative 3: $110 - 70 = 40$

Alternative 2 ist demnach die beste Alternative, während Alternative 1 und 3 (auf gleichem Niveau) demnach als weniger gut eingestuft werden.

Der Savage-Niehans-Regel liegt, ähnlich wie der Wald-Regel, eine hohe Risikoaversion zu Grunde. Auch hier sind jedoch Konstellationen denkbar, in denen die Ergebnisse in Frage gestellt werden dürfen.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 85 | 82 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Die Anwendung der Savage-Niehans-Regel führt hier zu dem Ergebnis, dass Alternative 1 als die beste Alternative betrachtet wird, wie die Rechnung belegt.

| | |
|----------------|-----------------|
| Alternative 1: | $85 - 80 = 5$ |
| Alternative 2: | $105 - 95 = 10$ |
| Alternative 3: | $110 - 70 = 40$ |

3.1.6 Kritische Würdigung der Entscheidungsregeln bei Ungewissheit

Sie haben nun die fünf gängigen Entscheidungsregeln für Unsicherheit kennen gelernt. Wir haben auch auf mögliche Schwierigkeiten bei der Anwendung dieser Regeln hingewiesen. In der Literatur wird teilweise auch die Ansicht vertreten, dass die Entscheidungsregeln keiner Kritik unterzogen werden sollten, da sie lediglich die grundsätzliche Haltung des Entscheidungsträgers bzgl. Optimismus bzw. Pessimismus widerspiegeln. Diese letzte Anmerkung kann der Autor nachvollziehen.

Tatsächlich wird hier die Auffassung vertreten, dass keine der vorgenannten Entscheidungsregeln gut oder schlecht ist. Vielmehr gibt es für jeden der fünf vorgenannten Fälle in der Praxis sinnvolle Einsatzfälle. Was sinnvoll ist, entscheidet jeweils der Entscheidungsträger selbst.

Allerdings sollte ein Entscheidungsträger, der sich einer oder mehrerer dieser Regeln regelmäßig bedient, die hier diskutierten Eigenschaften kennen. Erst die Kenntnis über mögliche Grenzen einer Entscheidungsregel schafft die notwendige Basis für einen souveränen und zielstrebigem Umgang damit. Die Wahl für eine dieser fünf Regeln stellt jedoch bereits eine erste, subjektive Entscheidung dar!

Sie können die Darstellung dieser fünf Regeln auch als Anstoß dafür nehmen, Ihre eigene Entscheidungsregel zu entwickeln. Damit wären Sie in guter Gesellschaft.

Im nachfolgenden Abschnitt wollen wir uns mit der Frage beschäftigen, wie wir mit objektiven Überlegungen bei der Entscheidungsfindung vorankommen.

3.2 Dominante Alternativen bei Ungewissheit

Häufig müssen Sie nicht für alle Alternativen die in Frage kommende(n) Entscheidungsregel(n) anwenden. Regelmäßig werden Sie feststellen, dass eine Alternative definitiv besser ist als eine andere. Man sagt dann, eine Alternative dominiert eine andere Alternative. Es gibt unterschiedliche Formen von Dominanz. Beginnen wir mit einem einfachen Beispiel.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 85 | 82 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Vergleichen wir hierzu die Alternativen jeweils paarweise. Zunächst a_1 und a_2 . Tritt Zustand 1 ein, fährt man mit Alternative 2 besser, denn 100 ist größer als 80. Dies gestaltet sich genauso für Zustand 2. Auch hier ist Alternative 2 die bessere Wahl, denn 95 ist größer als 85. Schließlich ist auch bei Zustand 3 die 2. Alternative besser, denn 105 ist größer als 82. Egal, was in der Zukunft passiert, d.h. egal, welcher der Zustände eins bis drei eintreten wird, ist Alternative 2 besser. Das bedeutet, Alternative 2 dominiert Alternative 1! Es macht somit keinen Sinn sich für Alternative 1 zu entscheiden. D.h. selbst, wenn eine Entscheidungsregel (wie hier z. B. die Savage-Niehans-Regel) für Alternative 1 sprechen würde, ist man besser beraten, sich für Alternative 2 zu entscheiden!

Somit sollte für den Anwender klar sein: Zunächst sind Dominanzüberlegungen anzustellen, erst dann kommen die Entscheidungsregeln zum Einsatz!

Zurück zu unserem Beispiel. Bislang wissen wir, dass Alternative 2 die erste Alternative dominiert. Für uns bedeutet dies, dass sich unser Entscheidungsproblem vereinfacht. Alternative 1 fällt somit aus der Auswahl. Wenn a_1 nicht mehr zur Wahl steht, kann somit auch ein Vergleich mit a_3 dahingestellt bleiben. Es bleibt uns somit nur noch ein direkter Vergleich von a_2 und a_3 .

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Wenn wir nun weiter vergleichen, sehen wir, dass im Falle von Zustand 1 und 3 die zweite Alternative die glücklichere Wahl sein wird, bei Zustand 2 hingegen ist Alternative 3 die bessere Wahl. Es liegt also zwischen a_2 und a_3 keine Dominanzbeziehung vor. Nun macht es Sinn, diese beiden Alternativen mit Hilfe einer Entscheidungsregel zu vergleichen und eine Auswahl zu bestimmen.

Wie bereits angedeutet, gibt es unterschiedliche Formen von Dominanz. Man unterscheidet bei Ungewissheit unter absoluter Dominanz und Zustandsdominanz. Diese beiden Typen wollen wir uns nun im Einzelnen näher anschauen.

3.2.1 Absolute Dominanz

Die extremste, oder auch deutlichste Form ist die absolute Dominanz. Diese ist gegeben, wenn der schlechteste / ungünstigste Zustand einer Alternative immer noch besser als oder wenigstens gleich gut wie der beste Zustand einer anderen Alternative im direkten Vergleich ist. Ein Blick auf das uns bereits bekannte Beispiel verdeutlicht dies.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 85 | 82 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Wir hätten auch die folgende Überlegung anstellen können. Alternative 1 liefert uns im besten Fall 85 als Ergebnis, während a_2 uns im schlechtesten Fall 95 liefert. Somit ist Alternative 2 in jedem Fall besser. Es liegt absolute Dominanz vor.

Absolute Dominanzen sind daher meistens sehr leicht erkennbar. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass in einem solchen Fall eine Alternative deutlich besser als eine andere ist.

Eine absolute Dominanz ist auch dann gegeben, wenn das Minimum der besseren Alternative dem Maximum der schlechteren Alternative entspricht, wie das nachfolgende, leicht abgeänderte Beispiel zeigt.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 90 | 87 | 82 |
| a_2 | 100 | 90 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Ein Vergleich der Alternativen 1 und 2 zeigt, dass das Minimum von a_2 exakt so groß wie das Maximum von a_1 ist. Alternative 2 ist somit gegenüber Alternative 1 absolut dominant. Beim Vergleich von a_1 mit a_3 bzw. von a_2 mit a_3 sind keine Dominanzbeziehungen zu erkennen.

3.2.2 Zustandsdominanz

Die Zustandsdominanz ist die nächste Möglichkeit. Hierbei werden für jeden Zustand die möglichen Ergebnisse miteinander verglichen.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 97 | 85 | 82 |
| a_2 | 100 | 95 | 105 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Vergleichen wir nun erneut die Alternativen 1 und 2, liegt keine absolute Dominanz mehr vor. Es liegt jedoch Zustandsdominanz vor, und zwar dominiert Alternative 2 die Alternative 1. Beim direkten Vergleich der drei Zustände ergibt sich, dass für z_1 100 größer 97 ist, für z_2 95 > 85 sowie für z_3 105 > 82.

Ein Vergleich von a_1 und a_3 sowie von a_2 und a_3 kommt zu dem Ergebnis, dass ansonsten keinen Dominanzbeziehungen vorliegen.

Selbstverständlich gilt auch im Fall von Zustandsdominanz, dass diese noch gegeben ist, wenn in einem oder gar mehreren Zuständen Gleichheit besteht.

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 80 | 85 | 82 |
| a_2 | 80 | 86 | 82 |
| a_3 | 70 | 110 | 100 |

Der Vergleich von a_1 und a_2 kommt zu folgendem Ergebnis: Während für z_1 und z_3 Gleichstand besteht, ist für den Zustand 2 die 2. Alternative die bessere Wahl. Wenngleich es sich hier um ein extremes bzw. sehr knappes Beispiel handelt, besteht zwischen Alternative 2 und 1 Zustandsdominanz. Ein Vergleich von Alternativen 2 und 3 bzw. von Alternativen 1 und 3 liefert jedoch kein weiteres dahingehendes Ergebnis, dass eine Dominanzbeziehung vorliegt.

3.3 Übungsaufgaben

Aufgabe 1:

Wie stehen absolute Dominanz und Zustandsdominanz zueinander? Entscheiden Sie sich für eine der nachfolgenden vier Möglichkeiten und begründen Sie Ihre Antwort!

- Bei Zustandsdominanz liegt zugleich absolute Dominanz vor.
- Zustandsdominanz und absolute Dominanz sind gänzlich voneinander unabhängig.
- Bei absoluter Dominanz liegt zugleich Zustandsdominanz vor.
- Zustandsdominanz und absolute Dominanz sind dasselbe.

Aufgabe 2:

In einer Entscheidungssituation unter Ungewissheit / Unsicherheit können Sie aus den nachfolgend dargestellten Alternativen a_1 bis a_3 wählen, wobei jeweils die Zustände z_1 bis z_3 eintreten können.

Wie wird Ihre Entscheidung ausfallen, wenn Sie für die Entscheidungsfindung

- die Maximax-Regel,
- die Minimax-Regel,
- die Hurwicz-Regel, mit dem Wert $\lambda = 0,5$,
- die Laplace Regel,
- die Savage-Niehans-Regel

anwenden möchten?

| | z_1 | z_2 | z_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 832 | 751 | 821 |
| a_2 | 999 | 632 | 695 |
| a_3 | 701 | 782 | 779 |

Aufgabe 3:

Eine Bekannte von Ihnen fragt Sie, welche Entscheidungsregel sie anwenden soll. Sie schildert Ihnen, dass sie sich auf den schlechtesten Fall einstellen möchte. Zu welcher Regel raten Sie ihr?