

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Fakultät Informatik

Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung

Bakkalaureatsarbeit

zum Thema

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung mit Input-Output-Tabellen unter Berücksichtigung der Komplexität von Arbeit

unter Anleitung von o.Univ.Prof.i.R. Univ.Doiz. Dipl.Ing. Dr. Peter Fleissner

von

Schlegel Michael, 0401831

&

Szolarz Christian, 0325374

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Abstract	5
2 Berechnung von volkswirtschaftlichen Verflechtungen.....	6
2.1 Kreislauf à la Quesnay	6
2.2 Kreislaufbild von Karl Marx	7
2.3 Entwicklung hin zur Input-Output-Analyse	9
3 Wirtschaft als Kreislauf	11
4 Idee der Input-Output-Tabelle	12
5 Theoretische Grundlagen zur Input-Output-Tabelle	13
5.1 Aggregation zu Sektoren	13
5.2 Maß der ökonomischen Größen	13
5.3 Maßeinheiten	16
6 Darstellung eines Kreislaufes	17
6.1 Grafische Darstellung	18
6.2 Kontenform	19
6.3 Algebraisch	20
6.4 Matrix-Form	21
7 Die Input-Output-Tabelle	22
7.1 Ausgangsbasis Matrix-Form	22
7.2 Struktur einer Input-Output-Tabelle	24
7.3 Eigenschaften einer Input-Output-Tabelle.....	26
7.3.1 Semantisch	26
7.3.2 Mathematisch.....	27
8 Verwendetes Datenmaterial	29
8.1 Klassifikationen.....	29
8.1.1 ISIC	29
8.1.2 NACE	31
8.1.3 ÖNACE	32
8.1.3.1 Gliederung der Daten nach ÖNACE 2003	32
8.1.3.2 ÖNACE 2003 vs. ÖNACE 2008.....	42
8.2 Erwerbspersonen nach Bildung und ÖNACE 2001	44
8.2.1 Einteilung der Bildungsstufen	45
8.2.1.1 Österreichische Bildungsebenen	45
8.2.1.1.1 Universitäten und Hochschulen sowie Fachhochschulen	46
8.2.1.1.2 Berufs- und lehrerbildende Akademie	46

8.2.1.1.3	Kollegs und Abiturientenlehrgänge.....	47
8.2.1.1.4	Berufsbildende höhere Schule	47
8.2.1.1.5	Allgemein bildende höhere Schule	47
8.2.1.1.6	Berufsbildende mittlere Schule (Fachschule).....	47
8.2.1.1.7	Lehrlingsausbildung.....	47
8.2.1.1.8	Allgemein bildende Pflichtschule	48
8.2.1.2	ISCED.....	48
8.3	Anmerkungen	50
9	Berechnungen.....	52
9.1	Leontief-Modell	52
9.2	Regression	55
9.2.1	Lineare Regression	57
9.2.1.1	Einfache lineare Regression	57
9.2.1.2	Multiple lineare Regression.....	64
9.2.2	Gütekriterien der Regression	67
9.2.2.1	Regressionsstatistik	67
9.2.2.1.1	Korrelationskoeffizient.....	67
9.2.2.1.2	Bestimmtheitsmaß	68
9.2.2.1.3	Standardfehler der Regression.....	68
9.2.2.1.4	Beobachtungen	69
9.2.2.2	ANOVA (analysis of variance)	69
9.2.2.2.1	Freiheitsgrade.....	69
9.2.2.2.2	Quadratsummen	70
9.2.2.2.3	Mittlere Quadratsummen	72
9.2.2.2.4	F-Statistik.....	73
9.2.2.3	Regressionskoeffizienten.....	76
9.2.2.3.1	Standardfehler der Regressionskoeffizienten.....	76
9.2.2.3.2	T-Statistik.....	77
9.2.2.3.3	Konfidenzintervall	79
9.2.3	Anmerkungen	80
10	Dokumentation der Berechnungen in Excel	81
10.1	InstitutionelleIO.xls	81
10.1.1	Ausgangsmaterial	81
10.1.1.1	Heimische Produktion	82
10.1.1.2	Use-Matrix, Vorleistungen	83
10.1.1.3	Endnachfrage.....	83
10.1.1.4	Wertschöpfung.....	83
10.1.2	Tabellenblätter	83

10.1.3	Erläuterungen zu den Berechnungen.....	84
10.2	Arbeitswerte.xls.....	85
10.2.1	Ausgangsmaterial	85
10.2.2	Tabellenblätter	86
10.2.3	Erläuterungen zu den Berechnungen.....	86
11	Interpretationen der berechneten Daten	89
11.1	Überblick über die Regressionsergebnisse.....	92
11.2	Interpretation der aussagekräftigen Resultate	93
12	Literaturverzeichnis.....	96
12.1	Druckwerke	96
12.2	Internetseiten.....	97

1 Abstract

Geld ist ein nicht wegzudenkendes und unerlässliches Element im alltäglichen Wirtschaftsleben geworden. Heute bezahlt man für Güter den geforderten Preis, ohne zu wissen, welcher Arbeitsaufwand eigentlich damit verbunden ist. Genau an diesem Punkt setzt unsere Arbeit an. Wir werden analysieren, wie viel und welche Art von Arbeit in den Leistungen und Produkten der heutigen Wirtschaft steckt und wie die Arbeitszeit im Verhältnis zum Preis von Gütern steht.

Zu diesem Zwecke werden wir Wassily Leontiefs Input-Output-Analyse aufgreifen. In diesem Modell werden Ströme von Gütern und Dienstleistungen zwischen den produzierenden und verbrauchenden Sektoren einer Volkswirtschaft angeführt und zum Vergleich einander gegenübergestellt. Die Darstellung der Komponenten in einer einzelnen Matrix erlaubt es, die Wirtschaftsstruktur eines Landes zu beschreiben sowie Auswirkungen von Eingriffen in diese Struktur zu prognostizieren.

Des Weiteren nutzen wir die Idee der Arbeitswerttheorie, welche in der von Karl Marx abgeänderten Form besagt, dass ein unterschiedlicher Komplexitätsgrad von Arbeit in der gleichen Arbeitszeit unterschiedliche Werte von Waren erzeugen kann. In unserer Arbeit werden wir den Komplexitätsgrad von Arbeit nicht klassisch nach Marx in ‚einfach‘ und ‚komplex‘ unterteilen, sondern (abhängig von der höchsten abgeschlossenen Ausbildung einer Arbeitskraft) in ‚niedrige‘, ‚mittlere‘ und ‚hohe Ausbildung‘.

Mit Hilfe dieser Methoden wollen wir fragen, ob der Preis einer Ware oder einer Dienstleistung dem Arbeitsaufwand, der für die Produktion notwendig ist, entspricht oder – ein wenig abgeschwächt - ob die Arbeitswerte die reale wirtschaftliche Situation annähern. Überdies fragen wir auf der empirischen Ebene, inwieweit der Arbeitswert abhängig von der Ausbildung ist, also wie viel größer der Output eines besser ausgebildeten Arbeiters bei gleicher Arbeitszeit ist.

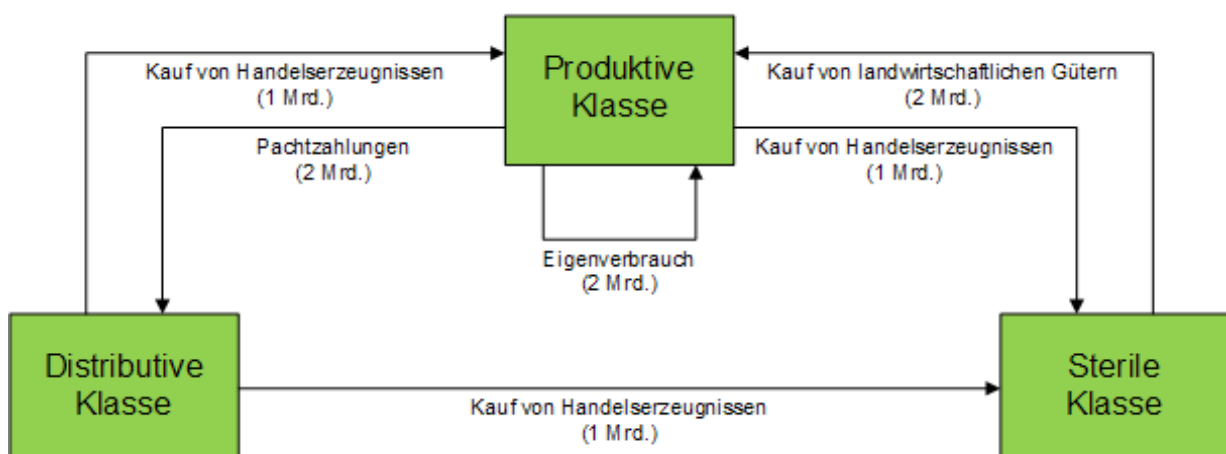
2 Berechnung von volkswirtschaftlichen Verflechtungen

Heutzutage werden Input-Output-Tabellen als selbstverständliches Mittel eingesetzt um volkswirtschaftliche Beziehungen zu betrachten oder Auswirkungen von Eingriffen zu berechnen. Die Anfänge der Input-Output-Rechnung reichen bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurück.

2.1 Kreislauf à la Quesnay

1758 interpretierte der französische Physiokrat und Leibarzt Ludwigs XV. Francois Quesnay (1694-1774) erstmals den Wirtschaftsprozess in Analogie zum Blutkreislauf. Er gilt als Pionier der kreislauftheoretischen Betrachtungsweise in der Volkswirtschaftslehre und begründete die sogenannte „Physiokratische Schule“. Die Idee der Physiokraten beruhte auf der Naturrechtstheorie. Diese ging von der grundlegenden Bedeutung der Natur und vor allem des Bodens als Quelle des Wohlstandes aus: „Nur die Natur ist produktiv und kann Güter schaffen, deren Gebrauchswert größer als die Produktionskosten ist.“ Erst durch Bodenbesitz beziehungsweise Bodenbearbeitung vermehrt sich der Reichtum der Nation. Das Recht auf Reichtum ist konstituierender Bestandteil der physiokratischen Lehre und ist durch den Staat zu sichern. Ferner sollte die politische Ordnung soweit wie möglich mit der natürlichen Ordnung übereinstimmen. Dementsprechend war auch sein Modell aufgebaut [31]:

Zahlungsströme im Kreislaufbild von Quesnay



In seinem „Tableau économique“ wurde zwischen **drei verschiedene Klassen** unterschieden. Eine war die **produktive** Klasse, welche durch Landwirte und Pächter repräsentiert wurde. Die zweite wurde als **distributive** Klasse bezeichnet, also die Klasse der Grundbesitzer, welche sich aus Adel und Klerus zusammensetzte. Letztlich gab es noch die **sterile** Klasse, zu der Händler und Handwerker zählten. Die produktive Klasse produziert landwirtschaftliche Produkte in Höhe von fünf Milliarden Livres. Zwei Milliarden davon verbraucht die Klasse selbst für Saatgut, Futtermittel, etc. Eine weitere Milliarde wird für Handelserzeugnisse, welche bei der sterilen Klasse erworben werden, aufgewendet. Die zusätzlichen zwei Milliarden Livres werden als Pacht an die Grundeigentümer abgeführt. Diese wiederum geben eine Milliarde an die produktive Klasse weiter, um Nahrungsmittel zu kaufen und verwenden die andere Milliarde, um Handelserzeugnisse zu erwerben (von der sterilen Klasse). 2 Milliarden Livres werden für landwirtschaftliche Erzeugnisse von der sterilen Klasse an die produktive Klasse gezahlt. Das Modell von Quesnay kann auch als Matrix dargestellt werden [2]:

an von	Produktive Klasse	Sterile Klasse	Distributive Klasse	Σ
Produktive Klasse	2	2	1	5
Sterile Klasse	1	0	1	2
Distributive Klasse	2	0	0	2
Σ	5	2	2	9

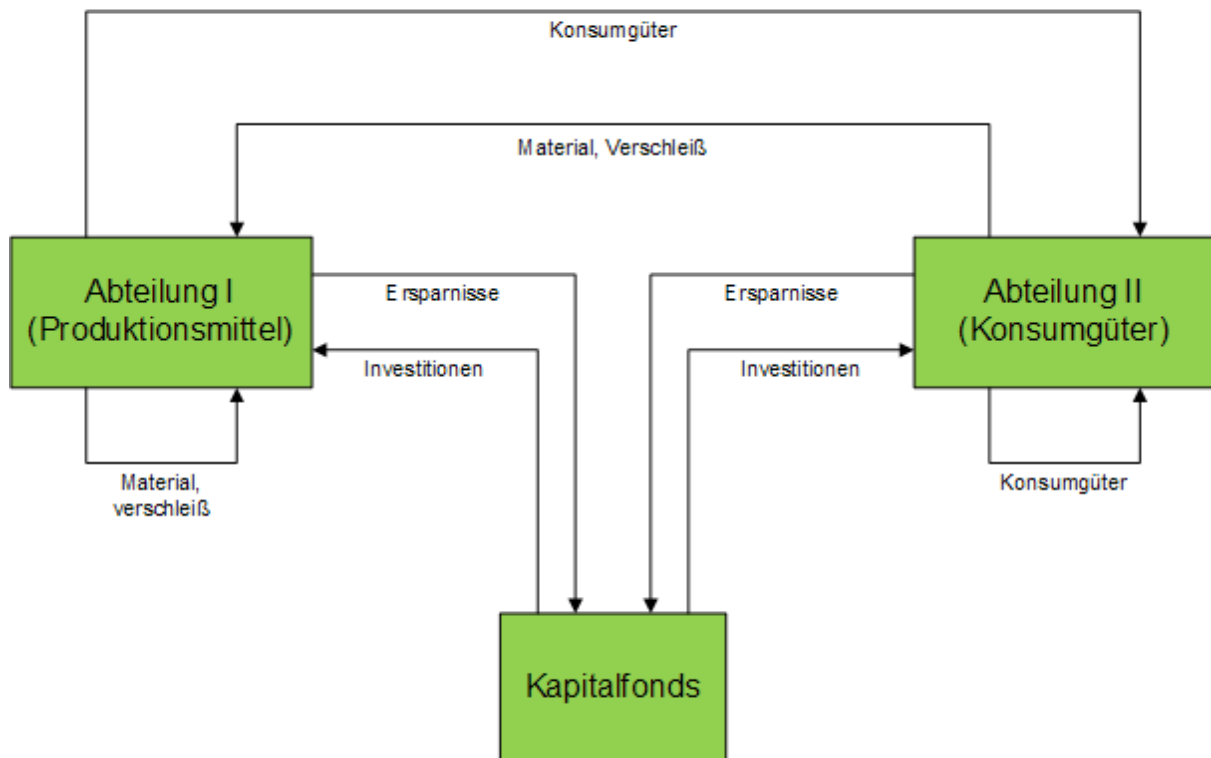
Das Modell geht von einem geschlossenen Kreislauf aus, da Spalten- und Summenzeile gleich sind. Obwohl das Modell einfach ist, kann es mit heutigen Input-Output-Tabellen verglichen werden.

2.2 Kreislaufbild von Karl Marx

Erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Idee, die Wirtschaft als einen Kreislauf zu betrachten, wieder aufgenommen. Marx wollte zeigen, dass vor dem Hintergrund der sich verändernden Gesellschaft und der immer bedeutenderen

Ökonomie durch den Faktor Arbeit ein Mehrwert geschaffen wird, den sich die Kapitalisten aneignen.

Kreislauf erweiterter Reproduktion nach Karl Marx



Marx (1818-1883) nahm folgende Klassifikation für seinen Kreislauf [32] vor. Er teilte die Bevölkerung in **zwei Klassen** ein. Einerseits **Proletarier**, die dadurch überlebten, dass sie ihre Arbeitskraft verkauften, und andererseits die **Kapitalisten**, die vom Einkommen aus ihrem Unternehmen oder Besitz leben konnte. Dazu teilte er die Wirtschaft in **zwei Abteilungen**. Die erste stellte nur **Produktionsmittel** her und die zweite erzeugte nur **Konsumgüter**. Das heißt, dass die erste Abteilung Güter erzeugte, welche die zweite Abteilung für ihre Produktion brauchte. Die hergestellten Waren werden von den Arbeitern beider Abteilungen konsumiert und von den Kapitalisten teilweise investiert. Überdies führte er **zwei neue ökonomische Kategorien** ein. Die eine war das **variable Kapital**, das die Reproduktionskosten der Arbeitskraft repräsentierte (in etwa der Lohn). Die andere war das **konstante Kapital**, das von den Unternehmern vorgeschossen wird. Diese kaufen damit Maschinen, Bauten, Ausrüstungsgegenstände, Vorleistungen, etc., um mit ihren

Arbeitern Waren zu erzeugen. Die große Veränderung zu Quesnays Ansicht war ein neues Verständnis bezüglich der Faktoren, die den Reichtum der Gesellschaft erzeugen, nämlich Arbeit an Stelle von Boden. Von Marx ganz neu eingeführt wurde die Einbindung der Vermögensbildung in die Darstellung des Kreislaufes. Er erklärte das Wirtschaftswachstum aus der vermehrten Anwendung von Kapital.

2.3 Entwicklung hin zur Input-Output-Analyse

Ein weiterer, theoretischer Vorläufer der Input-Output-Analyse war ein System aus Gleichungen, welches die Wirtschaft in seiner Gesamtheit beschreibt [2]. Es wurde von Leon Walras (1834-1910) in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelt. Er wollte die Interdependenz aller wirtschaftlichen Größen in einem geschlossenen System darstellen. Damit wollte er die Abhängigkeiten unter den verschiedenen ökonomischen Größen (wie zum Beispiel der umgesetzten Mengen und der Preise aller Güter) abbilden. Jedoch war das Gleichungssystem derart komplex, dass es zu dieser Zeit weder die notwendigen statistischen Daten noch die nötigen Hilfsmittel zur Berechnung so vieler Gleichungen gab. Sein Nachfolger an der Universität von Lausanne, Vilfredo Pareto (1848-1923), entwickelte den Gedanken weiter und schrieb das Werk „Manuale de economia politica“, welches 1906 erschien [14].

In der Sowjetunion wurde in den 30er Jahren erstmals ein Versuch unternommen, ein „Tableau économique“ mittels statistischer Daten aufzustellen [2]. Dabei wurde versucht, nicht nur die Produktion, sondern auch die Verteilung empirisch zu erfassen. Daraus sollte ein Gesamtbild des Reproduktionsprozesses entstehen. In den folgenden Jahren wurden empirische und theoretische Studien durchgeführt, um die Produktion zu optimieren.

Mit dem fundamentalen Aufsatz „Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States“ (1936) begründet Wassily Leontief (1905-1999) die moderne Input-Output-Analyse [4]. Er machte deutlich, dass seine Ansätze auf dem „Tableau économique“ aufbauen. Sein Modell beruht auf einer Analyse von Güter- und Dienstleistungsströmen zwischen den produzierenden und den verbrauchenden Sektoren. Durch die räumliche und zeitliche Abgrenzung lässt sich die gesamte Ökonomie einer Wirtschaftsregion in einer einzigen Matrix darstellen. Demzufolge liefert das Modell einen Rahmen für eine relativ genaue Beschreibung der Wirtschaftsstruktur und erlaubt außerdem Prognosen über die Auswirkungen

wirtschaftspolitischer Eingriffe in diese Struktur. Demgemäß handelt es sich bei der Input-Output-Methode um einen Versuch, die reale wirtschaftliche Situation abzubilden - im Gegensatz zu den meisten Vorgängern, welche eher theoretischen Charakter hatten.

Das Leontief-Modell verbreitete sich in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg rasant. Dafür waren mehrere maßgebliche Faktoren verantwortlich: Einerseits wurde die amtliche Statistik (und hier vor allem die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung) ausgebaut. Aus diesem Grund konnten in weiterer Folge (trotz großem administrativen Aufwand) auch die Daten, welche für die Input-Output-Tabelle benötigten wurden, geliefert werden. Die komplizierten Berechnungen der Gleichungssysteme übernahmen zunehmend die Computer. Damit konnten große Matrizen schnell und effektiv manipuliert werden. Ein zusätzlicher, wichtiger Einfluss war die Wirtschaftspolitik selbst. Sie war klarerweise an den Ergebnissen interessiert und trieb die Entwicklung immer weiter voran. Dabei wurde in verschiedene Richtungen geforscht. Zum einen wurde die Input-Output-Analyse anhand dynamischer oder nicht-linearer Modelle erweitert und verallgemeinert. Ein weiterer Schwerpunkt war die Verwendung der Leontief-Matrix für diverse andere Einsatzzwecke. So existieren heute Input-Output-Modelle für Umweltprobleme, demographische Entwicklungen, Finanzströme, Beschäftigungssituationen, etc.

Die Erstellung einer gesamtwirtschaftlichen Analyse wurde zum ersten Mal für die BRD für das Jahr 1953 versucht [2]. Die Volkswirtschaft der DDR wurde erstmals 1959 umfassend betrachtet [2]. Erst im Jahre 1972 wurde für Österreich die erste Input-Output-Analyse veröffentlicht [2]. Sie wurde unter der Leitung von Slawtscho Sagoroff (1898-1970) für das Jahr 1961 berechnet. In den 70er Jahren konnte das deutsche Institut für Wirtschaftsforschung mit Hilfe des Leontief-Modells die Wirkung des Ölpreisschocks auf die Preisentwicklung voraussagen. Dadurch konnte die Inflation effektiv bekämpft werden. Nach dem Fall der Mauer fand eine weitere Anwendung der Methode von Leontief statt. Damals schätzten Statistiker das Sozialprodukt der DDR ein, um die richtige Menge an deutschen Mark für die Währungsunion bereitzustellen.

3 Wirtschaft als Kreislauf

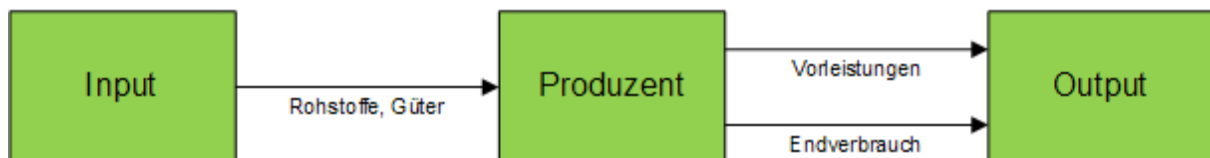
Schon seit Urzeiten betreiben die Menschen Handel. Hergestellte Waren werden gegen andere Güter getauscht. Ein Jäger beispielsweise erbeutete Nahrung, Felle und Leder, wenn er Tiere schoss. Diese Dinge tauschte er dann gegen Gegenstände, die er brauchen konnte, wie zum Beispiel Jagdwerkzeug, Gewand, Schuhe oder andere Sachen. Genauso verfahren der Fischer, der Bauer, der Schuster, etc. Waren wurden hergestellt und gegen Brauchbares eingetauscht. Anhand dieses einfachen Beispiels wird der Kreislaufcharakter einer Wirtschaft deutlich. Der Jäger gibt die Felle und das Leder seiner Beute an den Kürschner weiter. Dieser fertigt daraus eine Schürze an, welche er wiederum beim Eisenschmied gegen neue Werkzeuge eintauscht. Als Gegenleistung für eine Wochenration Nahrung erhält der Jäger beim Eisenschmied ein neues Jagdmesser.

Mit dem Anwachsen der Dorfgemeinschaften zu Städten und der Erforschung neuer Techniken zur Herstellung von Waren wurde das Spektrum an Gütern zunehmend größer. Nun war durch einfachen Tauschhandel nicht mehr jede Ware zu bekommen. Ein Uhrmacher konnte beispielsweise seine Chronometer nicht bei einem Bauer gegen Essen tauschen, da dieser vielleicht gar keine Uhr benötigte. Jedoch hätte er seine Uhren gegen Schmuck oder andere Luxusgüter wechseln können. Aus dem Bedürfnis beliebige Waren zu jeder Zeit eintauschen zu können, wurde das neutrale Tauschobjekt „Geld“ eingeführt. Dadurch war es nun möglich, Waren zu erstehen, die nicht direkt getauscht werden konnten. Zudem waren die Leute ab nun nicht mehr räumlich gebunden, da mit Geld quasi überall gehandelt werden konnte. Sämtliche Waren erhielten einen Preis, der gezahlt werden musste, um das Objekt zu kaufen. Nun konnte ein Bauer seine Ernte an einem Markt verkaufen und erhielt dafür eine entsprechende Menge an Geld. Mit diesem Geld konnte er dann Tage später in einer anderen Stadt Produkte seiner Wahl kaufen, ohne dass er dort jemals seinen Früchte oder sein Gemüse verkauft hätte.

4 Idee der Input-Output-Tabelle

Heutzutage gibt es eine schier unüberschaubare Menge an Produzenten und Gütern. Dennoch kann für jedes Gut bestimmt werden, welche Rohstoffe zur Herstellung benötigt werden. Das ist analog zum Beispiel des Kürschners zu sehen. Dieser stellt aus Fellen und Leder Gewand beziehungsweise Schuhe her. Diese Vorleistungen werden **Inputs** genannt. Darunter versteht man alle Leistungen, die notwendig sind um ein Produkt zu erzeugen. Die erzeugten Waren, also das produzierte Gewand und die Schuhe des Kürschners, die er für andere erzeugt, werden **Outputs** genannt. Outputs können einerseits wiederum als Vorleistung für einen anderen Produzenten genutzt werden, im Falle des Eisenschmieds die Schürze, die er für die Erzeugung von Werkzeugen benötigt, oder andererseits als Endprodukt direkt verwendet werden. Als Beispiel können hier die Eisenwerkzeuge des Schmieds oder die Nahrung des Jägers aufgeführt werden. Graphisch würde das Schema [2] folgendermaßen aussehen:

Idee der Input-Output-Tabelle



Die Idee des Input-Output-Schemas ist es, die gesamte Wirtschaft als einen Kreislauf zu sehen – analog zu Quesnays Vorstellung des Blutkreislaufes. Outputs entstehen durch den Verbrauch von Inputs. Dabei wirken eine Menge Entitäten (Produzenten, Händler, Verkäufer, Konsumenten, etc.), sowie eine Vielzahl an Relationen zwischen diesen Entitäten (Einkauf, Verkauf, Lieferungen, Transaktionen, etc.). Dadurch lassen sich die volkswirtschaftlichen Verflechtungen sehr genau und nahezu widerspruchsfrei abbilden. Auch wirtschaftliche Interventionen können prognostiziert beziehungsweise Simulationsmodelle für bestimmte ökonomische Konstellationen erstellt werden.

5 Theoretische Grundlagen zur Input-Output-Tabelle

5.1 Aggregation zu Sektoren

Um nun den Gedanken des Kreislaufes in ein praktisches Modell, das vor allem empirische Untersuchungen möglich macht, umzusetzen, muss eine gewisse Ordnungsvorstellung verwirklicht werden. Es ist aber schwierig, eine Ordnung in gegenwärtige Volkswirtschaften zu bringen. Allein in Österreich zirkulieren Millionen Gütern und existieren tausende Betriebe. Um eine Übersicht zu bekommen, werden Firmen, die Gemeinsamkeiten aufweisen, wie zum Beispiel die Produktion ähnlicher Waren, zu einer Gruppe zusammengefasst. Eine Gruppe wird als **Sektor** bezeichnet. Die Kategorisierung in Sektoren ist nicht so trivial wie es anfänglich wirken mag, da es sehr stark von dem untersuchten Problem abhängt, wie die jeweiligen Wirtschaftssubjekte eingeteilt werden. Zusätzlich geht die Homogenität eines Sektors verloren, je mehr Einheiten aggregiert werden. Dadurch kann es in weiterer Folge zu Einschränkungen im Bezug auf die Bewertung der Güterströme kommen (siehe auch Kapitel 5.3)

Trotz dieser Schwierigkeiten gibt es für Input-Output-Tabellen, die in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendet werden, entsprechende Normen. So zum Beispiel die ÖNACE, welche später noch genauer behandelt und folglich in dieser Arbeit auch Verwendung finden wird (siehe Kapitel 8.1.3).

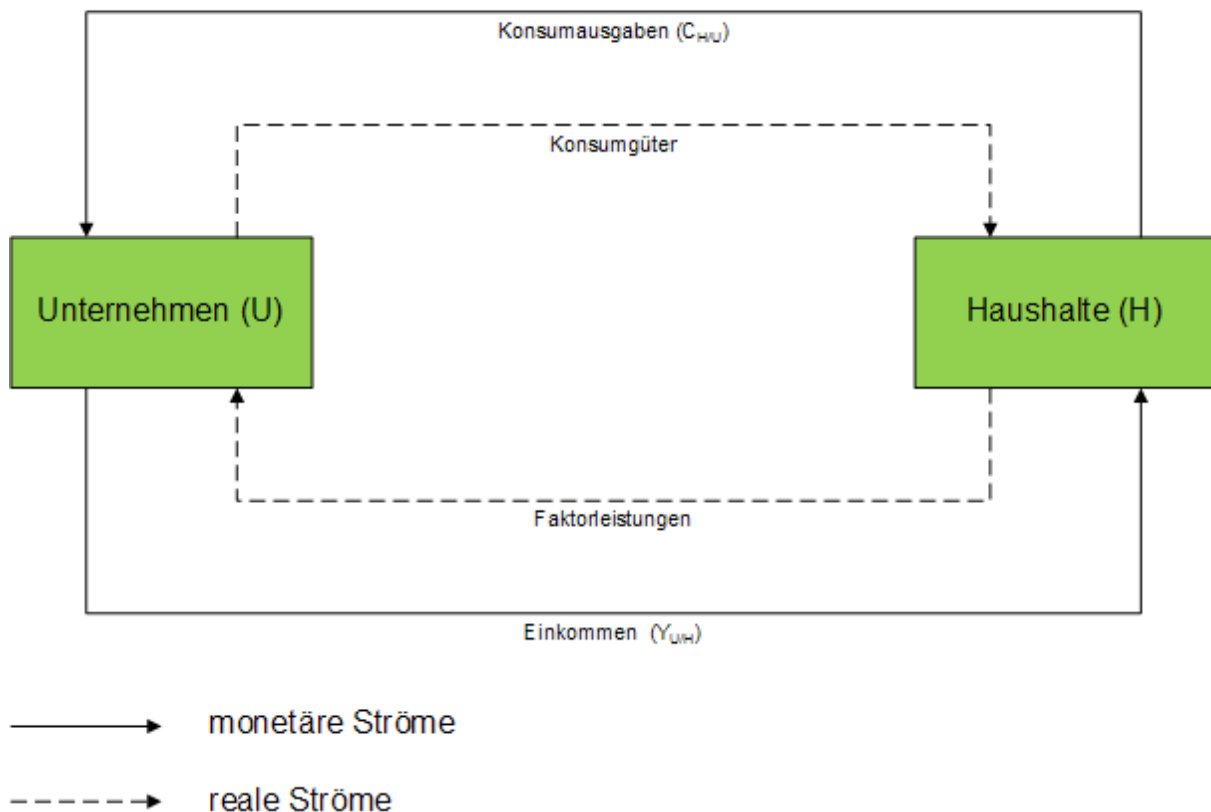
5.2 Maß der ökonomischen Größen

Durch An- und Verkauf wandern Waren von einem Sektor zu einem anderen. Dies wird als **Strom-** oder auch **Flussgröße** bezeichnet und ist in der Input-Output-Analyse sowohl zeitlich als auch räumlich abgegrenzt. In modernen Tabellen wird über einen bestimmten Zeitraum, üblicherweise ein Jahr, für eine bestimmte wirtschaftliche Region, beispielsweise Österreich, die Intensität des ökonomischen Prozesses gemessen. Dazu gehören auch Werte wie die Importe oder die Zahl der Beschäftigten pro Jahr.

Es sollte erwähnt werden, dass es alternativ zu den Stromgrößen auch noch die **Bestandgrößen** gibt. Diese sind zeitpunktbezogen, werden also zu einem bestimmten Zeitpunkt erfasst. So lässt sich zum Beispiel das Ergebnis einer Volkszählung klassifizieren, da an einem bestimmten Tag die Anzahl der Menschen erhoben wird. Andere Beispiele sind der Lagerbestände einer Firma zur Zeit der Inventur oder die Anzahl der Beschäftigten zu einem bestimmten Stichtag.

In der Regel werden zwischen Sektoren Waren „ausgetauscht“, so genannte **reale Ströme**, da hierbei physikalische Einheiten gehandelt werden. Nun gibt es aber Transfers, in denen keine Güter fließen, sondern Geld. So zum Beispiel bekommen die meisten berufstätigen Menschen einen Lohn für ihre geleistete Arbeit. Dies wird als **monetärer Strom** bezeichnet. Im Gegensatz dazu verwenden Firmen die Leistungen der Angestellten als Inputs für ihre Produktion. Außerdem kaufen die Leute mit ihrem Gehalt Waren ein. Es entsteht zuerst ein Strom von Einkommen, der von Unternehmen zu privaten Haushalten läuft, dem ein Inputstrom, also die Leistungen der Menschen in den Unternehmen, gegenüber steht. Im zweiten Fall entsteht ein Güterstrom von den Unternehmen zu den Käufern (die gekaufte Ware) und im Gegenzug ein identischer monetärer Konsumstrom in die andere Richtung (bezahlter Preis). Somit steht normalerweise jedem Güterstrom ein wertäquivalenter monetärer Strom gegenüber. Da die Aggregation zu überschaubaren Sektoren meist den Nachteil hat, dass unterschiedliche Waren in diesem Sektor vorhanden sind, müssen die heterogenen Güter in gleichen Maßeinheiten ausgedrückt werden. Dies geschieht hauptsächlich durch die Bewertung der Ströme in Geldeinheiten, meist Preisen (siehe Kapitel 5.3). Eine große Ausnahme bilden einseitige Transaktionen wie zum Beispiel Steuern, Subventionen, Investitionszuschüsse oder Sozialbeiträge, da sie im Allgemeinen keine direkt erkennbare ökonomische Gegenleistung haben. Zur Veranschaulichung dient folgende vereinfachte Grafik. Sie zeigt eine geschlossene Wirtschaft ohne Staat und ohne Vermögensbildung [2]:

Ströme: reale vs. monetäre



Wenn in einem Kreislaufschema alle Sektoren direkt oder indirekt miteinander verbunden sind und jeder dieser Sektoren durch zumindest einen zu- als auch einen abfließenden Strom verbunden ist, so spricht man von einem **offenen** Kreislauf. Dabei wird jede Stromgröße einmal als Zu- und einmal als Abfluss dargestellt und infolgedessen ist im gesamten Kreislauf die Summe der Zuflüsse gleich groß wie die Summe der Abflüsse.

Sind nun für jeden Sektor die beiden Gesamtsummen (Zu- sowie Abflüsse) wertentsprechend, so liegt ein **geschlossener** Kreislauf vor. Eine ökonomische Interpretation der Gesamtsummengleichheit geht davon aus, dass in geschlossenen Kreisläufen ausnahmslos gleichwertiger Tauschhandel abgebildet werden. Das wiederum impliziert die vorgeschriebene Bedingung, dass für den Zufluss jedes Sektors ein gleichwertiger Abfluss existieren muss. Ein offener Kreislauf kann durch Hinzufügen eines oder mehrerer Sektoren in einen geschlossenen Kreislauf umgewandelt werden.

In dieser Arbeit werden nur Input-Output-Tabellen mit einem geschlossenen Kreislaufschema zur Anwendung kommen.

5.3 Maßeinheiten

Güterströme werden aufgrund der besseren Vergleichsmöglichkeit üblicherweise in Preisen bewertet. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es je nach konkreter Fragestellung verschiedene **Geldeinheiten** verwendet werden können. So können unter anderem die Herstellerpreise, die Preise der Zwischenhändler oder die Kosten für den Endverbraucher aufschlussreich sein.

Die Ströme können aber auch in **Mengeneinheiten**, zum Beispiel Tonnen, angegeben werden. Dies kann bei der Analyse von Umweltproblemen sinnvoll sein. Jedoch besteht die Gefahr, dass bei der Aggregation zu größeren Sektoren keine vernünftige einheitliche Übereinstimmung mehr gefunden werden kann.

Ebenfalls interessant für die Analyse von Umweltproblemen kann die Bewertung der Güterströme in **Energieeinheiten** sein. Damit kann der notwendige Energieaufwand für die Produktion, beispielsweise in Joule, angeführt und verglichen werden.

Die Messung der Güterströme in **Arbeitszeit** ist die von uns untersuchte Messmethode. Dabei wird der Wert der produzierten Waren nach ihrem tatsächlichen direkten und indirekten Arbeitsaufwand berechnet. Das heißt, es wird nur die reale Arbeitszeit berücksichtigt. Also die Zeit, die zum Beispiel ein Auto benötigt, bis es fertig zusammengebaut ist (direkter Arbeitsaufwand). Wobei natürlich die Zeit, die zur Fertigstellung aller Einzelteile notwendig ist, ebenfalls berücksichtigt wird (indirekter Arbeitsaufwand). In unserem Fall nutzen wir diese Methode, um die Wertigkeit von Arbeit hinsichtlich der höchsten unterschiedlichen Qualifikationen (formale Bildung) zu erhalten.

6 Darstellung eines Kreislaufes

Das Kreislaufschema kann auf mehrere Arten visualisiert werden. Folgende vier Formen werden dann auch im weiteren Verlauf genauer beschrieben:

- Grafisch als Blockschaltdiagramm
- Kontenform (z.B. Güterkonto, Produktionskonto, Vermögenskonto)
- Algebraisch als Gleichungssysteme
- In Matrix-Form (z.B. Input-Output-Tabellen)

Hierbei ist festzuhalten, dass die Darstellung in Matrix-Form im Grunde eine spezielle Art der algebraischen Schreibweise und daher im eigentlichen Sinne keine echte, zusätzliche Darstellungsform ist. Dennoch muss sie hier als eigene Form erwähnt werden, da in dieser Arbeit lediglich mit dieser Darstellungsart gearbeitet wird. Sie wird im Weiteren genauer behandelt.

Die nachstehenden Abkürzungen und dazugehörigen Bezeichnungen werden im weiteren Text verwendet:

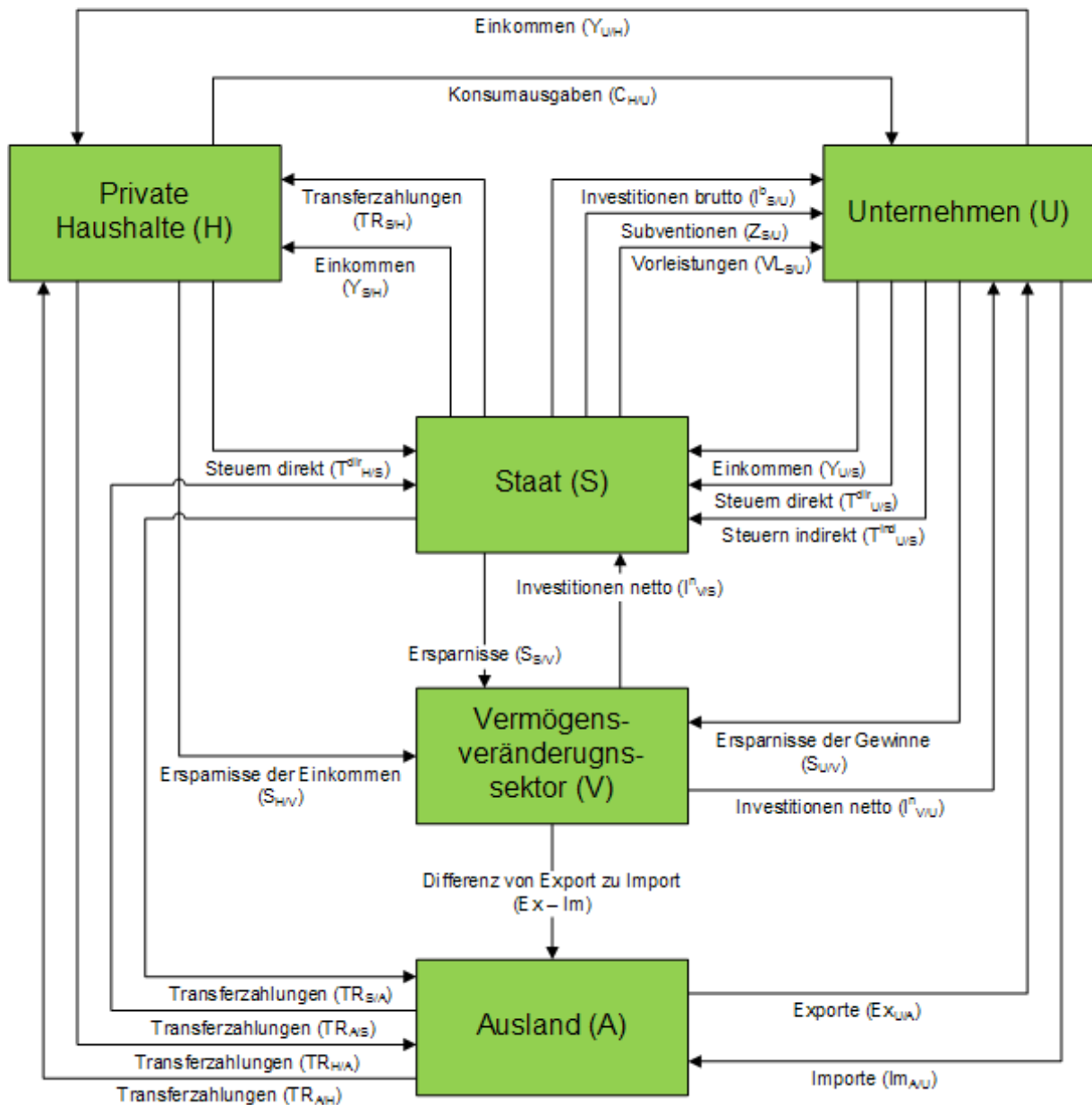
Sektoren		Transaktionen			
H	Haushalte	Y	Einkommen	C	Konsumausgaben
U	Unternehmen	TR	Transferzahlungen	T	Steuern
St	Staat	I	Investitionen	Z	Subventionen
A	Ausland	Ex	Exporte	Im	Importe
V	Vermögensveränderungssektor	VL	Vorleistungen	S	Ersparnisse

Die Flussrichtung ist ebenfalls kodiert. Sie wird als Index nach der jeweiligen Transaktion angegeben, wobei die erste Angabe den Sektor des Abflusses bezeichnet und der durch einen Schrägstrich (Slash) getrennte zweite Wert den Sektor des Zuflusses beschreibt. $Y_{U/H}$ würde somit den Strom der Einkommen von den Unternehmen zu den Haushalten bedeuten.

6.1 Grafische Darstellung

Die folgende Abbildung zeigt ein anschauliches Bild des Wirtschaftskreislaufs einer Volkswirtschaft [2]:

Vollständiger Kreislauf der österreichischen Volkswirtschaft



Wirtschaftssubjekte werden als Kästchen gezeichnet (Unternehmen, Staat, etc.) und die Relationen zwischen ihnen als gerichtete Pfeile (Einkommen, Steuern, Investitionen, etc.). Dadurch lassen sich Ströme und deren Zusammenhänge schnell erkennen. Die Übersichtlichkeit ist ein Vorteil dieser Darstellung. Bei einfachen wirtschaftlichen Verflechtungen, wie es bei den Diagrammen von Quesnay und Marx der Fall ist, ist dies am besten zu sehen. Mit zunehmender Anzahl an Sektoren ist die Gefahr jedoch groß, dass dies zum Nachteil wird, wie es im obigen Beispieldiagramm der österreichischen Volkswirtschaft schon ansatzweise festzustellen ist. Jene komplexen Input-Output-Tabellen, die in dieser Arbeit Verwendung finden, könnten nur mehr unter größtem Aufwand grafisch umgesetzt werden.

6.2 Kontenform

Die Darstellung eines wirtschaftlichen Kreislaufes in Kontenform ist leicht zu verstehen, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

Zuströme		Abströme	
Einkommen von Unternehmen	$Y_{U/H}$	Konsumausgaben an Unternehmen	$C_{H/U}$
Einkommen vom Staat	$Y_{St/H}$	direkte Steuern an Staat	$T_{H/St}^{dir}$
Transferzahlungen vom Staat	$TR_{St/H}$	Ersparnisse der Einkommen	$S_{H/V}$
Transferzahlungen vom Ausland	$TR_{A/H}$	Transferzahlungen ans Ausland	$TR_{H/A}$
Zuströme gesamt	Σ	Abströme gesamt	Σ

Die Darstellung ist sehr übersichtlich. Auf der linken Seite werden die Zuflüsse und auf der rechten Seite die Abflüsse dargestellt. Wenn nun die Summe der beiden Seiten gleich ist, dann ist die Bedingung für einen geschlossenen Kreislauf erfüllt (für jeden Sektor ist die Summe der Zuflüsse gleich der Summe der Abflüsse). Ein Nachteil ist, dass jede Stromgröße zweimal abgebildet wird. Einmal als Zufluss in einem Sektor und einmal als Abfluss in einem andere Sektor. Dadurch verringert sich die Übersichtlichkeit mit jedem zusätzlich eingeführten Sektor weiter.

6.3 Algebraisch

Die Anschaulichkeit dieser Darstellungsform ist, wie man in der folgenden Abbildung deutlich erkennen kann, nicht in dem Maße gegeben wie bei den anderen Formen. Jedoch finden sich auch hier sämtliche Posten der Zu- und Abflüsse wieder, wie ein Vergleich der folgenden Gleichungssysteme mit der Abbildung des österreichischen Kreislaufes zeigt:

Sektor	Zuströme = Abströme
Private Haushalte (H)	$Y_{U/H} + Y_{St/H} + TR_{St/H} + TR_{A/H}$ $=$ $C_{H/U} + T^{dir}_{H/St} + TR_{H/A} + S_{H/V}$
Unternehmen (U)	$C_{H/U} + VL_{St/U} + I^b_{St/U} + Z_{St/U} + Ex_{A/U} + I^n_{V/U}$ $=$ $Y_{U/H} + Y_{U/St} + T^{dir}_{U/St} + T^{ind}_{U/St} + Im_{U/A} + S_{U/V}$
Staat (St)	$T^{dir}_{H/St} + Y_{U/St} + T^{dir}_{U/St} + T^{ind}_{U/St} + TR_{A/St} + I^n_{V/St}$ $=$ $Y_{St/H} + TR_{St/H} + VL_{St/U} + I^b_{St/U} + Z_{St/U} + TR_{St/A} + S_{St/V}$
Ausland (A)	$TR_{H/A} + Im_{U/A} + TR_{St/A} + (Ex - Im)_{V/A}$ $=$ $TR_{A/H} + Ex_{A/U} + TR_{A/St}$
Vermögensveränderungssektor (V)	$S_{H/V} + S_{U/V} + S_{St/V}$ $=$ $I^n_{V/U} + I^n_{V/St} + (Ex - Im)_{V/A}$

Die große Stärke dieser Darstellungsform ist, dass durch Anwendung von mathematischen Methoden der Kreislauf analysiert werden kann. Dies ist vor allem für die weitere Berechnung von wirtschaftlichen Kenngrößen wichtig, was auch in der weiteren Arbeit zur Anwendung kommt.

6.4 Matrix-Form

Die Darstellung in Form einer Matrix ist eine spezielle Anordnung der algebraischen Ausdrücke:

an von	Private Haushalte (H)	Unternehmen (U)	Staat (St)	Ausland (A)	Vermögensveränderungssektor (V)	Σ Abflüsse
Private Haushalte (H)	-	$C_{H/U}$	$T_{H/St}^{dir}$	$TR_{H/A}$	$S_{H/V}$	$C_{H/U} + T_{H/St}^{dir} + TR_{H/A} + S_{H/V}$
Unternehmen (U)	$Y_{U/H}$	-	$Y_{U/St} + T_{U/St}^{dir} + T_{U/St}^{ind}$	$Im_{U/A}$	$S_{U/V}$	$Y_{U/H} + Y_{U/St} + T_{U/St}^{dir} + T_{U/St}^{ind} + Im_{U/A} + S_{U/V}$
Staat (St)	$Y_{St/H} + TR_{St/H}$	$VL_{St/U} + I_{St/U}^b + Z_{St/U}$	-	$TR_{St/A}$	$S_{St/V}$	$Y_{St/H} + TR_{St/H} + VL_{St/U} + I_{St/U}^b + Z_{St/U} + TR_{St/A} + S_{St/V}$
Ausland (A)	$TR_{A/H}$	$Ex_{A/U}$	$TR_{A/St}$	-	-	$TR_{A/H} + Ex_{A/U} + TR_{A/St}$
Vermögensveränderungssektor (V)	-	$I_{V/U}^n$	$I_{V/St}^n$	$(Ex - Im)_{V/A}$	-	$I_{V/U}^n + I_{V/St}^n + (Ex - Im)_{V/A}$
Σ Zuflüssen	$Y_{U/H} + Y_{St/H} + TR_{St/H} + TR_{A/H}$	$C_{H/U} + VL_{St/U} + I_{St/U}^b + Z_{St/U} + Ex_{A/U} + I_{V/U}^n$	$T_{H/St}^{dir} + Y_{U/St} + T_{U/St}^{dir} + T_{U/St}^{ind} + TR_{A/St} + I_{V/St}^n$	$TR_{H/A} + Im_{U/A} + TR_{St/A} + (Ex - Im)_{V/A}$	$S_{H/V} + S_{U/V} + S_{St/V}$	Abflüsse = Zuflüsse

Die verwendete Matrix ist im Allgemeinen quadratisch, sie enthält also gleich viele Zeilen (horizontale Reihen) wie Spalten (vertikale Reihen). Das ergibt sich daraus, dass sowohl in den Spalten als auch in den Zeilen sämtliche Wirtschaftssektoren aufgetragen sind. Die Sektoren werden dabei in der gleichen Reihenfolge angeführt. Dabei enthält jedes Element der Matrix den Wert einer Transaktion zwischen zwei Sektoren. Außerdem handelt es sich offensichtlich um einen geschlossenen Kreislauf, da die Bedingung der Gleichheit der Summe der Zuflüsse und der Summe der Abflüsse erfüllt ist.

Es ist schon auf den ersten Blick ersichtlich, dass trotz der verwirrend anmutenden Formeln in der Tabelle in jedem Element im Endeffekt nur ein (Zahlen-)Wert vorkommt. Dieser repräsentiert dann den Fluss zwischen den Sektoren, wobei eben durch die Anordnung in der Matrix auch die Richtung des Flusses genau beschrieben wird. In jeder Zeile steht der Abfluss von dem jeweiligen Sektor zu den restlichen Sektoren. Umgekehrt sind die Zuströme in den Spalten abgebildet. Somit wird auch der größte Vorteil im Unterschied zur algebraischen oder zu Kontodarstellung ersichtlich: Sämtliche Transaktionen sind nur einmal enthalten und die Darstellung ist zusätzlich noch übersichtlicher geworden.

7 Die Input-Output-Tabelle

7.1 Ausgangsbasis Matrix-Form

Standardmäßig bestehen Input-Output-Tabellen aus mehreren Matrizen. Der Sektor der Unternehmen wird gegenüber vorher in eine größere Anzahl an Unterklassen aufgeteilt, wodurch die Verflechtung der Wirtschaft dargestellt werden kann. Die Anzahl an Unterklassen hängt dabei von der jeweils gewählten Aggregationsstufe ab.

Das hier verwendete Ausgangsmaterial hat 57 Sektoren, wobei die letztendlichen Berechnungen mit nur 15 Sektoren durchgeführt werden, da die Zahlen der Beschäftigten nach Qualifikationsstufen nicht für alle 57 Sektoren vorliegt.

von		an					H	St	A	V	Σ
		U									
		1	2	3	...	n					
U	1										
	2										
	3										
	...										
	n										
H											
St											
A											
V											
Σ											

Hier sind ebenfalls in den Zeilen die Abströme und in den Spalten die Zuströme abgebildet. Genauso ergibt sich ein geschlossener Kreislauf aufgrund der entsprechend gleichen Werte in der Spalten- und der Summenzeile.

Die Tabelle stellt in dieser Form den gesamten volkswirtschaftlichen Kreislauf dar. Für eine Input-Output-Tabelle ist jedoch nur jener Part interessant, der das gesamte Güteraufkommen einer Volkswirtschaft, als auch dessen Verwendung ausdrückt. Jene Teile, die nicht direkt mit der Herstellung und Verteilung der volkswirtschaftlichen produzierten Güter zu tun haben, werden normalerweise in einer Input-Output-Tabelle nicht beschrieben. In der obenstehenden Abbildung sind die für uns interessanten Teile rot eingerahmt. Man sieht, dass vor allem jene Ströme, welche die Einkommensverteilung (Transferzahlungen, direkte und indirekte Steuern) als auch die Veränderungen des Vermögensveränderungskontos (betrifft Sparen und Außenbeitrag) zeigen, nicht betrachtet werden.

7.2 Struktur einer Input-Output-Tabelle

Das Aufkommen beziehungsweise die Verwendung der im Inland produzierten Güter werden in einer Input-Output-Tabelle dargestellt. Es lassen sich nun die Inputs (Verwendung) und Outputs (Produktion) eines Sektors in einem Produktionskonto erfassen. Bei den Inputs werden einerseits die sekundären Inputs, welche die heimischen Vorleistungen widerspiegeln, als auch die erforderlichen primären Inputs aufgelistet. Diese bestehen, wie man anhand der untenstehenden Tabelle leicht kontrollieren kann, aus den importierten Vorleistungen, den indirekten Steuern abzüglich jeglicher Subventionen, den Abschreibungen, allen Lohnausgaben und den erreichten Gewinnen. Auf der Seite der Outputs sind zuerst die Verkäufe der eigenen Produkte als Vorleistungen an andere Sektoren gelistet. Danach ist noch die Endnachfrage, die aus den Gütern für die Konsumenten, den Investitionen und den getätigten Exporten besteht, registriert.

Inputs		Outputs	
Vorleistungen (einheimisch)		Vorleistungsverkäufe	
von		an	
Sektor 1	X^D_{11}	Sektor 1	X^D_{11}
Sektor 2	X^D_{21}	Sektor 2	X^D_{12}
Sektor 3	X^D_{31}	Sektor 3	X^D_{13}
...
Sektor n	X^M_1	Sektor n	X^D_{1n}
Vorleistungen (importiert)	X^M_1	Konsumgüter	C_1
Indirekte Steuern abzgl. Subventionen	$T^{ind}_1 - Z_1$	Investitionsgüter	I^b_1
Abschreibungen	D_1	Exporte	Ex_1
Löhne	L_1		
Gewinne	G_1		
Gesamt	Σ	Gesamt	Σ

Zwei auffällige Gegebenheiten sind besonders hervorzuheben: Das erste Merkmal ist die in dieser Darstellung obligatorische Übereinstimmung der beiden endgültigen

Summen (gesamter Input = gesamter Output). Dadurch ist wiederum ein geschlossener Kreislauf geschaffen. Außerdem ist die Tabelle im Grunde der Ausschnitt eines einzigen Wirtschaftssektors. Somit gilt die Summengleichheit nicht nur für die gesamte Matrix, sondern im speziellen auch für jede einzelne Unterklasse. Die zweite Eigenschaft ist um einiges interessanter. So sind nämlich im Produktionskonto jedes Sektors die Vorleistungseinkäufe vom eigenen Sektor und die Verkäufe von Vorleistungen an den eigenen Sektor gleich. Dies gibt nichts anderes als den Eigenverbrauch des Sektors wieder. Wie man deutlich sehen kann, sind im Produktionskonto für den Wirtschaftssektor 1 die Werte der ersten Zeile (Sektor 1, X^D_{11}) bei den heimische Vorleistungen und den Vorleistungsverkäufen wertmäßig gleich. Dies ist insbesondere dann bedeutsam, wenn auf die charakteristische Input-Output-Darstellung geschlossen werden soll. Um auf die typische Struktur zu kommen, muss die rechte Seite des Produktionskontos (Outputs) um 90° gekippt werden, sodass eine Matrix entsteht. Diese muss so organisiert sein, dass im Kreuzungspunkt der Input- und Output-Seite jedes Sektors der Eigenverbrauch steht. In der untenstehenden Abbildung ist dies für den Sektor 1 beim Wert X^D_{11} der Fall. Für den zweiten Sektor würde dies dann im Feld X^D_{22} zutreffen. Dieser Umstand ist im Weiteren auch bei der Betrachtung der allgemeinen Input-Output-Tabelle interessant.

X^D_{11}	X^D_{12}	X^D_{13}	...	X^D_{1n}	C_1	I^b_1	Ex_1
X^D_{21}							
X^D_{31}							
...							
X^M_1							
$T^{ind}_1 - Z_1$							
D_1							
L_1							
G_1							
X^M_1							

7.3 Eigenschaften einer Input-Output-Tabelle

7.3.1 Semantisch

Wenn nun systematisch die Gestalt der Output-Seite der Produktionskonten aller Sektoren geändert wird (nach dem obenstehenden Prinzip und einer 90°-Drehung), ergibt sich der grundsätzliche Aufbau einer Input-Output-Tabelle, welcher der Darstellung in Matrix-Form sehr ähnelt (siehe rot eingerahmte Teil der Tabelle aus Kapitel 7.1).

X^D_{11}	X^D_{12}	X^D_{13}	...	X^D_{1n}	C_1	I^b_1	Ex_1	X_1
X^D_{21}	X^D_{22}	X^D_{23}	...	X^D_{2n}	C_2	I^b_2	Ex_2	X_2
X^D_{31}	X^D_{32}	X^D_{33}	...	X^D_{3n}	C_3	I^b_3	Ex_3	X_3
...	Matrix der Sekundärinputs				Matrix der Endnachfrage			Bruttoproduktion (Output)
X^D_{n1}	X^D_{n2}	X^D_{n3}	...	X^D_{nn}	C_n	I^b_n	Ex_n	X_n
X^M_1	X^M_2	X^M_3	...	X^M_n				
T^{ind}_1 $-Z_1$	T^{ind}_2 $-Z_2$	T^{ind}_3 $-Z_3$	Matrix der Primärinputs		T^{ind}_n $-Z_n$			
D_1	D_2	D_3			D_n			
L_1	L_2	L_3			L_n			
G_1	G_2	G_3			G_n			
X_1	X_2	X_3	Bruttoproduktion (Input)		X_n			

Im ersten Quadranten (rot eingefärbt) sind die Vorleistungsströme zwischen den n Sektoren (X^D_{ij}) abgebildet. Häufig wird die Matrix der Sekundärinputs auch als Vorleistungsmatrix bezeichnet. Hier sind, wie schon bei der Matrix-Form, die Zeilen als Lieferungen der Vorleistungen an andere Sektoren zu verstehen. In den Spalten wiederum sind benötigte Vorleistungen verzeichnet. In der Tabelle wurde als letzte

Zeile beziehungsweise Spalte die Bruttoproduktion der Inputs sowie der Outputs hinzugefügt. Die Zeilensumme (X_i) gibt die gesamten Vorleistungslieferungen eines Sektors an. In der Spaltensumme (X_j) steht der addierte Vorleistungsverbrauch eines Sektors. Die Hauptdiagonale des ersten Quadranten enthält den Eigenverbrauch der Sektoren, also den Produktionsteil eines Sektors, der selbst verarbeitet wird. Dies ist auch für den Weg vom Produktionskonto zur Input-Output-Tabelle wichtig ist.

Der zweite Quadrant (blau eingefärbt) beschreibt die Matrix der Endnachfrage. Darin sind die Lieferungen eines Sektors für den Endverbrauch ausgewiesen. Hier sind der Konsum (C_i), die (Brutto-)Investitionen (I^b_i) sowie der Export (Ex_i) registriert. Falls es notwendig ist, kann, genauso wie es bei den Unternehmenssektoren der Fall ist, die Endnachfrage tiefer desaggregiert werden, sprich in mehrere Unterklassen aufgefächert werden.

Im dritten Quadranten (grün eingefärbt) wird die Matrix der Primärintputs ausgedrückt. Sie bestehen aus den importierten Vorleistungen (X^M_j), die indirekten Steuern abzüglich der Subventionen ($T^{ind}_j - Z_j$), Abschreibungen (D_j), Löhnen (L_j) sowie den Gewinnen (G_j). Die Wertschöpfung errechnet sich aus allen oben genannten Posten außer den importierten Vorleistungen. Sie wird mit W_j bezeichnet und wird in der Praxis meistens als zusätzliche Zeile nach den Primärintputs angeführt.

7.3.2 Mathematisch

Die Zeilen der Input-Output-Tabelle geben die Verwendung des Güteraufkommens eines jeden Sektors an. Einerseits werden die produzierten Waren als Input für andere Sektoren aufgewendet, andererseits wandern die Erzeugnisse direkt in den Endverbrauch. Mathematisch kann das folgendermaßen definiert werden:

$$\sum_{j=1}^n X^D_{ij} + C_i + I^b_i + Ex_i = X_i \quad [7.1]$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Folgerichtig zeigen sämtliche Summen über die Sekundärinter- und die Endnachfragematrix (quasi als eine zusätzliche Summenzeile vorzustellen) die Höhe der Verwendung des Aufkommens aller Sektoren an. Folgende Gleichung kann dafür angeschrieben werden:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X^D_{ij} + \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{i=1}^n I^b_i + \sum_{i=1}^n Ex_i = \sum_{i=1}^n X_i \quad [7.2]$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

In den Spalten ist die Aufkommensstruktur aller Sektoren angeführt. So sind dort die volkswirtschaftlichen Einkäufe ebenso wie die Primäraufwendungen jedes Sektors verzeichnet. Die mathematische Repräsentation sieht dann so aus:

$$\sum_{i=1}^n X^D_{ij} + X^M_j + (T^{ind}_j - Z_j) + D_j + L_j + G_j = X_j \quad [7.3]$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Alle Summen über den ersten und dritten Quadranten (als Spalten zu sehen) spiegeln die Produktion des Aufkommens aller Sektoren wider. Nachstehende Formel zeigt dies in mathematischer Schreibweise:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X^D_{ij} + \sum_{j=1}^n X^M_j + \sum_{j=1}^n (T^{ind}_j - Z_j) + \sum_{j=1}^n D_j + \sum_{j=1}^n L_j + \sum_{j=1}^n G_j = \sum_{j=1}^n X_j \quad [7.4]$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Da schon bei der Betrachtung der Input-Output-Tabelle festgestellt wurde, dass ein geschlossener Kreislauf dann vorliegt, wenn der Wert der Summe einer Zeile gleich

dem Wert der entsprechenden Spaltensumme ist, muss auch hier folgende Regel gelten:

$$X_i = X_j \quad \forall i = j \quad [7.5]$$

8 Verwendetes Datenmaterial

8.1 Klassifikationen

Die Harmonisierung von verwendeten Systematiken ist naturgemäß notwendig, um international vergleichbare Statistiken erstellen und nutzen zu können. Einer der vorrangigsten Aufgaben der internationalen statistischen Stellen ist es, entsprechende Nomenklaturen zu erarbeiten. Vor allem die wirtschaftlichen Tätigkeiten eines Landes werden in Statistiken repräsentiert. Um nun diese Statistiken vergleichen zu können, ist es notwendig, einheitliche Maßstäbe anzuwenden. So können durch die Anwendung identischer Klassifikationen die zu kategorisierenden Elemente geordnet und somit besser gegenübergestellt werden. Die überwiegende Mehrheit der Schemata verwenden alphabetische oder numerische Codes für die Einteilung.

8.1.1 ISIC

Die Klassifikation der Vereinten Nationen (UN) „international standard industrial classification of all economic activities“ (ISIC) wird auf internationaler Ebene zur Erfassung der wirtschaftlichen Tätigkeiten angewandt.

Die Nomenklatur wurde erstmals im Jahre 1948 zusammengefasst und schriftlich festgehalten, wobei sie eine Adaption der einzelnen originalen Schriften darstellt. Weitere Revisionen wurden dann in den Jahren 1958, 1968 und 1989 veröffentlicht. Das letzte Update erfuhr die Norm im Jahre 2002, wobei die Datenbank der UNIDO noch nicht auf den neuesten Stand gebracht wurde. Darum halten sich die meisten Mitgliedsstaaten noch an die vorletzte Revision aus dem Jahre 1989.

Die internationale Norm hat einen 4-stelligen Code und ist in mehrere Ebenen unterteilt. Damit diese Klassifikation weltweit angewendet werden kann, ist sie nicht sehr detailliert. So zum Beispiel bedeutet der Code „9“ immer „Sonstige“, also die Kategorie, die alle Einheiten zusammenfasst, die nicht den anderen Kategorien

derselben Ebene zugeteilt werden können. Die nachfolgende Tabelle zeigt die wirtschaftlichen Hauptgruppen, wobei jede Branche aus dem primären, sekundären und tertiären Wirtschaftssektor einer der 17 Hauptgruppen zugeordnet wird, welche wiederum in Untergruppen aufgeteilt sind. Obwohl in dieser Arbeit nicht direkt auf die ISIC-Norm zurückgegriffen wird, ist die Übereinstimmung dennoch sehr hoch. Wobei dies nicht verwunderlich ist, da die europäische NACE und die davon abgeleitete österreichische Norm in starker Anlehnung an den Standard der Vereinten Nationen entwickelt wurden.

Eine vollständige Auflistung ist auf der Homepage der Vereinten Nationen ([29]) zu finden.

Hauptgruppe	Bedeutung	Übersetzung
A	agriculture, hunting and forestry	Landwirtschaft, Jagd- und Forstwirtschaft
B	fishing	Fischerei und Fischzucht
C	mining and quarrying	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
D	manufacturing	Verarbeitendes Gewerbe
E	electricity, gas and water supply	Energie- und Wasserversorgung
F	construction	Baugewerbe
G	wholesale and retail trade; repair of motor vehicles, motorcycles and personal and household goods	Groß- und Einzelhandel; Werkstätten für Kraftfahrzeuge, Krafträder, Haushaltswaren und Güter des täglichen Bedarfs
H	hotels and restaurants	Gastgewerbe = Beherbergung und Gastronomie
I	transport, storage and communications	Verkehr, Lagerhaltung und Nachrichtenwesen
J	financial intermediation	Kredit- und Finanzwesen
K	real estate, renting and business activities	Immobilienwirtschaft, Mietwesen und Betriebswirtschaft
L	public administration, defence and compulsory social security	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung and Sozialversicherungswesen
M	education	Erziehung

N	health and social work	Gesundheit und Pflege
O	other community, social and personal service activities	Sonstige öffentliche, soziale und persönliche Dienstleistungen
P	private households with employed persons	Private Haushalte mit Hauspersonal
Q	extra-territorial organizations and bodies	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften

8.1.2 NACE

Die europäische Klassifikation der wirtschaftlichen Tätigkeiten „nomenclature européenne des activités économiques“ (NACE) ist ein System zur Einordnung von Wirtschaftszweigen, welches von der Europäischen Union (EU) entworfen wurde.

Die angewandte Wirtschaftszweigklassifikation der „Europäischen Statistik“ stammt in ihren Grundstrukturen aus der Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts und wurde im Jahr 1990 vom „Europäischen Rat“ als NACE Revision 1 verabschiedet. Die Klassifikation war für die Mitgliedstaaten verpflichtend. Im Jahr 2002 wurde eine Aktualisierung vorgenommen, die auf der ISIC Revision 3 basierte und als NACE Revision 1.1 bekannt war. Da sich in den nachfolgenden Jahrzehnten die Wirtschaftsstruktur massiv änderte, insbesondere was die Dienstleistungen betraf, war es notwendig, die Wirtschaftszweigklassifikationen grundlegend zu revidieren. Es war erforderlich, weitere Revisionen (ISIC Revision 4 und in der entsprechenden europäischen Umsetzung NACE Revision 2) vorzunehmen. Die NACE Revision 2 wurde im Jahre 2007 verabschiedet. Diese Revision ist auch aktuell gültig und wird derzeit als Grundlage für die meisten nationalen Normen in der EU verwendet, wie zum Beispiel auch in Österreich (siehe Kapitel 8.1.3).

Die unzureichende Gliederung der Kennzahlen zur Beobachtung und Darstellung der europäischen Volkswirtschaften war der ausschlaggebende Grund für die Ausarbeitung einer europäischen Version. Um den Veränderungen von Technologien und Wirtschaftsstrukturen Rechnung zu tragen, musste zudem eine sachgerechte Überarbeitung der ISIC-Norm vorgenommen werden. Dennoch musste sichergestellt werden, dass eine Vergleichbarkeit zwischen ISIC und NACE aufrecht erhalten bleibt. So besitzt die europäische Klassifikation der wirtschaftlichen Tätigkeiten ebenfalls einen 4-stelligen Code. Dieser entspricht aber nicht immer dem ISIC-Code.

Die Hauptgruppen stimmen zwar weiterhin überein, jedoch wurden die unteren Stufen der ISIC-Klassifikation (dritte sowie vierte Ebene) auf europäischer Ebene detaillierter untergliedert. Immerhin wurde die Kompatibilität dadurch bewahrt, dass die europäischen Aufteilungen wieder auf die Strukturen der ISIC aggregiert werden können. Jedoch kann die gleiche Tätigkeit in den beiden Klassifikationen einen anderen numerischen Code haben, wodurch die Vergleichbarkeit leidet.

8.1.3 ÖNACE

Auf nationaler Ebene wird der österreichische Ableger der EU-Norm, die ÖNACE angewendet. Sie wird vom österreichischen statistischen Amt, im weiteren Verlauf der Arbeit nur mehr „Statistik Austria“ genannt, erarbeitet und umgesetzt. Die österreichische Aktivitätsklassifikation untergliedert die europäische NACE mittels Unterklassen noch detaillierter, sodass heimische Spezifika berücksichtigt werden können.

In Österreich wurden in der Vergangenheit nationale Versionen der Europäischen Klassifikationen erstellt und verwendet. Die Version der ÖNACE aus dem Jahre 1995 entsprach der NACE Revision 1. Im Jahre 2003 wurde die NACE Revision 1.1 umgesetzt und als ÖNACE 2003 etabliert. Auch für die NACE Revision 2 wurde eine nationale Version erstellt, die ÖNACE 2008. Sie wird im ersten Quartal 2008 vollständig angepasst sein.

8.1.3.1 Gliederung der Daten nach ÖNACE 2003

Dieser Abschnitt erläutert die Unterteilung der 57 ÖNACE Wirtschaftsabschnitte in 15 neue Bereiche. Da sämtliche Daten von der „Statistik Austria“ stammen, ist es notwendig, die Einteilung der Wirtschaftsdaten, welche in 57 Kategorien vorliegt, auf die Aufschlüsselung der Bildungsstufen, welche nur 15 Kategorien umfasst, zu reduzieren. Dazu wird eine kurze Beschreibung der einzelnen Sektoren gegeben. Die Erläuterungen stammen ebenfalls aus der Dokumentation der „Statistik Austria“.

A, B	01	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd
	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse
	05	Fische und Fischereierzeugnisse

Abschnitt A umfasst die Nutzung der pflanzlichen und tierischen natürlichen Ressourcen. Hier eingeordnet sind Tätigkeiten wie Pflanzenbau, Tierhaltung, Holzgewinnung und Gewinnung anderer pflanzlicher sowie tierischer Erzeugnisse in landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Betrieben oder der freien Natur.

Fischerei ist definiert als Nutzung der Fischereiressourcen aus dem Meer oder Binnengewässern und umfasst Fang oder Sammeln von Fischen, Krebstieren, Weichtieren und anderen Meereserzeugnissen (z.B. Perlen, Schwämme usw.).

Abschnitt B umfasst auch Fischzucht und andere Aquakulturen, die ähnliche Erzeugnisse hervorbringen, einschließlich Dienstleistungen für die Fischerei und Fischzucht.

Ausgeschlossen sind Schiffbau, Sport- oder Freizeitfischerei, Verarbeitung von Fischen, Krebs- oder Weichtieren in Fabriken an Land oder auf Fabrikschiffen, die den angelieferten Fang unmittelbar versand- und verbrauchsfertig verarbeiten. Die Verarbeitung auf Fischereifahrzeugen ist jedoch eingeschlossen.

C	10	Kohle und Torf
	11	Erdöl und Erdgas, Erze
	14	Steine und Erden

Dieser Abschnitt umfasst die Gewinnung natürlich vorkommender fester (Kohle und Erze), flüssiger (Erdöl) und gasförmiger (Erdgas) mineralischer Rohstoffe. Die Gewinnung kann im Untertage- und Tagebau oder durch Bohrungen erfolgen.

Er umfasst auch zusätzliche Tätigkeiten, die für Transport und Absatz mineralischer Erzeugnisse erforderlich sind, z.B. Zerkleinern, Mahlen, Waschen, Sortieren, Konzentration von Erzen, Verflüssigung von Erdgas und Brikettierung von festen Brennstoffen. Diese Tätigkeiten werden häufig von den Förderbetrieben selbst und/oder nahe der Förderstelle gelegenen Betrieben ausgeführt.

Die Abteilungen, Gruppen und Klassen dieses Abschnitts sind nach dem hauptsächlich gewonnenen Rohstoff gegliedert.

Dieser Abschnitt umfasst nicht:

- *Verarbeitung der gewonnenen Rohstoffe (s. Abschnitt D)*
- *Gewinnung und Flaschenabfüllung von natürlichem Quell- und Mineralwasser an Quellen und Bohrungen*
- *Nicht im Zusammenhang mit dem Bergbau und der Gewinnung von Steinen und Erden durchgeführtes Zerkleinern, Schleifen oder anderweitiges Behandeln bestimmter Gesteine, Minerale und Erden*
- *Gewinnung, Reinigung und Verteilung von Wasser*
- *Erschließung von Lagerstätten*
- *Auffinden von Erdöl-, Erdgas- und Erzlagerstätten sowie Grundwasservorkommen*

	15	Nahrungs- und Futtermittel sowie Getränke
	16	Tabakerzeugnisse
	17	Textilien
	18	Bekleidung
	19	Leder und Lederwaren
	20	Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren
	21	Papier, Pappe und Waren daraus
	22	Verlags- und Druckerzeugnisse
	23	Mineralölerzeugnisse
	24	Chemische Erzeugnisse
	25	Gummi- und Kunststoffwaren
D	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
	27	Metalle und Halbzeug daraus
	28	Metallerzeugnisse
	29	Maschinen
	30	Büromaschinen, EDV-Geräte und -Einrichtungen
	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung
	32	Nachrtechn., Rundfunk- u. FS-Geräte, elektr. Bauteile
	33	Medizinisch-, mess-, regeltechnische u. opt. Erz.; Uhren
	34	Kraftwagen und Kraftwagenteile
	35	Sonstige Fahrzeuge
	36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte u.a.
	37	Dienstleistungen der Rückgewinnung

Die Sachgütererzeugung umfasst die mechanische, physikalische oder chemische Umwandlung von Stoffen oder Teilen in Waren. Es handelt sich dabei um Roh- oder Grundstoffe aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Fischzucht, Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden sowie um Erzeugnisse dieses Abschnitts selbst.

Bei den hier eingeordneten Einheiten handelt es sich häufig um Fabriken, Werke und Anlagen, die typischerweise Kraftmaschinen und kraftbetriebenes Förderzeug einsetzen.

Eingeschlossen sind auch Einheiten, die Stoffe manuell oder in Heimarbeit verarbeiten, und Einheiten, die ihre Waren direkt im Betrieb verkaufen (z.B. Bäckereien, Maßschneidereien, usw.).

Waren herstellende Einheiten können Stoffe entweder selbst verarbeiten oder andere Einheiten mit der Verarbeitung ihrer Stoffe beauftragen. In beiden Fällen werden die Einheiten unter Sachgütererzeugung erfasst.

Man unterscheidet zwischen Fertigwaren für den Gebrauch oder Verbrauch und Halbwaren zur weiteren Be- oder Verarbeitung. Beispiel: Das Erzeugnis der Aluminiumraffination ist Einsatzgut für die Primärerzeugung von Aluminium, Primäraluminium ist Einsatzgut für Drahtziehereien und Aluminiumdraht ist Einsatzgut für die Herstellung von Fertigdraht.

Der Zusammenbau von Warteilen fällt auch unter Sachgütererzeugung, sofern die Tätigkeit nicht in Abteilung 45 (Bauwesen) einzuordnen ist.

Die Grenzen zwischen der Sachgütererzeugung und den übrigen Abschnitten des Klassifikationssystems mögen etwas verschwommen erscheinen. Bei der Sachgütererzeugung werden Rohstoffe in Waren umgewandelt. Das Ergebnis sind neue Produkte. Die Definition neuer Produkte (Waren) kann jedoch subjektiv sein.

E	40	Energie und DL der Energieversorgung
	41	Wasser und DL der Wasserversorgung

Dieser Abschnitt umfasst die Tätigkeiten der Elektrizitäts-, Gas-, Wärme- und Dampfversorgung sowie der Wasserversorgung durch ein fest installiertes Netz von Strom- bzw. Rohrleitungen. Der Umfang des Netzes ist nicht entscheidend. Der Abschnitt umfasst auch die Elektrizitäts-, Gas-, Wärme-, Dampf- und Wasserversorgung u.Ä. von Industrieanlagen oder Wohnblocks.

Die Erzeugung, das Netzmanagement und die Versorgung der Endverbraucher kann von derselben Einheit oder von verschiedenen Einheiten durchgeführt werden. Einheiten, welche die Endverbraucher mit Elektrizität und/oder Gas und/oder Dampf und Heißwasser und/oder Wasser versorgen, sind nach ihrer Haupttätigkeit zuzuordnen.

F	45	Bauarbeiten
---	----	-------------

Diese Abteilung umfasst Hoch- und Tiefbau, spezialisierten Hoch- und Tiefbau, Bauinstallation und sonstigen Ausbau. Dazu zählen Neubauten, Instandsetzungsarbeiten, Anbauten und Umbauten, die Errichtung von vorgefertigten Gebäuden oder Bauwerken auf dem Baugelände sowie provisorische Bauten.

Hoch- und Tiefbau umfasst den Bau von kompletten Wohngebäuden, Bürogebäuden, Geschäftsgebäuden, öffentlichen Gebäuden, [...]. Diese Arbeiten können auf eigene Rechnung, gegen Entgelt oder auf sonstiger vertraglicher Grundlage durchgeführt werden. Die Arbeiten können teilweise oder zur Gänze von Subunternehmern ausgeführt werden.

Spezialisierten Hoch- und Tiefbau umfasst die Durchführung von Teilarbeiten an Hoch- und Tiefbauten oder die entsprechenden Vorarbeiten. Die Arbeiten des spezialisierten Hoch- und Tiefbaus werden in der Regel von Subunternehmern ausgeführt. Die entsprechenden Reparaturarbeiten werden jedoch unmittelbar für den Eigentümer ausgeführt.

Bauinstallation umfasst die Installation aller Arten von Anlagen der Versorgungstechnik, die für die Nutzung eines Gebäudes erforderlich sind. Diese Tätigkeiten werden im Allgemeinen auf dem Baugelände ausgeführt, zum Teil können sie jedoch auch in der Werkstatt vorgenommen werden.

Sonstiger Ausbau beinhaltet Tätigkeiten, die für den Ausbau und die Fertigstellung eines Gebäudes erforderlich sind. Dazu zählen Glaserarbeiten, Putzarbeiten, Maler- und Dekorationsarbeiten, Verlegen von Bodenbelägen wie Fliesen, [...].

G	50	Handelsleistungen m. Kfz, Rep. v. Kfz; Tankstellenleist.
	51	Handelsvermittlungs- u. Großhandelsleistungen
	52	Einzelhandelsleistungen; Reparaturarb. an Gebrauchsg.

Dieser Abschnitt umfasst den Groß- und Einzelhandel (Verkauf ohne Weiterverarbeitung) mit jeder Art von Waren und die Erbringung von Dienstleistungen beim Verkauf von Handelswaren. Groß- und Einzelhandel sind die letzten Glieder in der Absatzkette von Waren. Zu diesem Abschnitt zählen ferner die Reparatur von Kraftfahrzeugen sowie die Reparatur von Gebrauchsgütern.

Verkauf ohne Weiterverarbeitung umfasst die im Handel üblichen Tätigkeiten (bzw.

Behandlungen) wie Sortieren, Klassieren und Zusammenstellen von Waren, Mischen von Waren, Abfüllen in Flaschen, [...].

Großhandel umfasst den Wiederverkauf (Verkauf ohne Weiterverarbeitung) von Neu- und Gebrauchtwaren an Einzelhändler, gewerbliche Nutzer, Körperschaften und berufliche Nutzer oder an andere Großhändler sowie die Handelsvermittlung bzw. den Kaufabschluss auf Rechnung solcher Auftraggeber. Die typischen Großhändler sind diejenigen, die Eigentümer der von ihnen gehandelten Waren sind. Die Tätigkeit von Großhändlern besteht in der Regel darin, Waren in großen Mengen zusammenzustellen, zu sortieren und zu klassieren, auszupacken, umzupacken und in kleineren Mengen weiter zu verteilen [...].

Einzelhandel umfasst den Wiederverkauf (Verkauf ohne Weiterverarbeitung) von Neu- und Gebrauchtwaren vor allem an private Haushalte, in Verkaufsräumen, an Ständen, durch Versandhäuser, [...]. Die Einzelhändler erwerben das Eigentum an den von ihnen gehandelten Waren. Im Gegensatz dazu sind Handelsvertreter für einen Auftraggeber tätig und verkaufen auf Konsignations- oder auf Kommissionsbasis.

H 55 Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen

Diese Abteilung umfasst die Gewährung von Unterkunft und/oder die Zubereitung von Mahlzeiten, Snacks und Getränken zum sofortigen Verzehr für Gäste. Die Abteilung umfasst sowohl die Beherbergung als auch die Gastronomie, da diese beiden Wirtschaftstätigkeiten häufig von einer Einheit ausgeübt werden.

Es gibt eine Überlappung der Tätigkeiten der Abteilung 55 insoweit, als der Verkauf von Getränken zum einen eine gesonderte Tätigkeit ist, zum anderen aber auch zu den Tätigkeiten von Gaststätten gehört. In gleicher Weise kann die Wirtschaftstätigkeit eines Restaurants eine gesonderte Tätigkeit darstellen oder in Verbindung mit der Beherbergung stehen.

Beherbergungsbetriebe bieten kurzfristige Unterkunft für Reisende, Urlauber und andere Personen. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Einheiten. Einige von ihnen gewähren nur Unterkunft, während andere auch Mahlzeiten und Freizeitaktivitäten anbieten. Die Art der zusätzlich bereitgestellten Dienstleistungen variiert von Einheit zu Einheit.

Restaurants bieten komplette Mahlzeiten zum sofortigen Verzehr an. Dabei kann es sich um herkömmliche Restaurants, Selbstbedienungsrestaurants oder Restaurants handeln, die Speisen und Getränke zum Mitnehmen verkaufen, oder aber um feste oder mobile

Würstelstände u.Ä. mit oder ohne Sitzgelegenheiten. Entscheidend ist die Tatsache, dass Mahlzeiten zum sofortigen Verzehr angeboten werden, und nicht die Art der Einrichtung, von der sie angeboten werden.

Nicht hierunter fällt die Produktion von Mahlzeiten, die nicht zum sofortigen Verzehr geeignet oder bestimmt sind, oder von Nahrungsmitteln, die nicht als Mahlzeit angesehen werden. (siehe Abteilung 15)

I	60	Landverkehrs- u. Transportleist. in Rohrfernleitungen
	61	Schiffahrtsleistungen
	62	Luftfahrtleistungen
	63	DL bezüglich Hilfs- u. Nebentätigkeiten für den Verkehr
	64	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen

Dieser Unterabschnitt umfasst:

- *Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Personen- und Güterbeförderung im Linien- oder Gelegenheitsverkehr auf Schienen und Straßen, zu Wasser und in der Luft sowie Transport in Rohrfernleitungen*
- *Hilfs- und Nebentätigkeiten im Zusammenhang mit Bahnhöfen, Häfen und Flughäfen, Parkplätzen und Parkhäusern sowie Frachturnschlag, Lagerei usw.*
- *Post- und Fernmeldewesen*
- *Vermietung von Fahrzeugen mit Fahrer oder Bedienungspersonal*

Dieser Unterabschnitt umfasst nicht:

- *Größere Reparaturen oder Umbau von Beförderungsmitteln außer Kraftfahrzeugen (siehe Abteilung 35)*
- *Bau, Unterhaltung und Erneuerung von Straßen, Schienenstrecken, Häfen, Flugplätzen (siehe Abteilung 45)*
- *Instandhaltung und Reparatur von Kraftwagen (siehe Abteilung 50.20)*
- *Vermietung von Fahrzeugen ohne Fahrer oder Bedienungspersonal (siehe Abteilung 71.1 und 71.2)*

J	65	DL der Kreditinstitute
	66	DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)
	67	DL des Kredit- u. Versicherungswesens

Diese Abteilung umfasst:

- *Hereinnahme und Ausleihung von Finanzmitteln sowie die Durchführung von anderen Bank- und Finanzgeschäften (ohne Versicherungen, Pensions- und Sterbekassen, Sozialversicherung)*

Anmerkung: Nationale institutionelle Regelungen können bei der Klassifizierung der Einheiten innerhalb dieser Abteilung eine wichtige Rolle spielen.

- *Lang- und kurzfristige Risikostreuung mit oder ohne Sparkomponente*
- *Erbringung von Dienstleistungen, die in engem Zusammenhang mit dem Kredit- und Versicherungswesen stehen, jedoch nicht von Kredit- oder Versicherungsinstituten erbracht werden*

K	70	DL des Grundstücks- und Wohnungswesens
	71	DL der Vermietung beweglicher Sachen ohne Personal
	72	DL der EDV und von Datenbanken
	73	Forschungs- und Entwicklungsleistungen
	74	Unternehmensbezogene Dienstleistungen

Dieser Abschnitt beinhaltet Tätigkeiten, die sich im Wesentlichen auf den Unternehmenssektor beziehen. Doch mehr oder weniger alle der in diesem Abschnitt genannten Tätigkeiten können auch für private Haushalte erbracht werden, z.B. Vermietung von Gebrauchsgütern, Tätigkeiten im Zusammenhang mit Datenbanken, Rechtsberatung, Tätigkeiten von Detekteien sowie Wach- und Sicherheitsdiensten, Innendekorateuren oder Fotografie und Fotolabors.

L	75	DL der öffentl. Verwaltung, Verteidigung u. Sozialversich.
---	----	--

Dieser Abschnitt umfasst die Tätigkeiten, die normalerweise von der öffentlichen Verwaltung ausgeführt werden. Dabei ist der rechtliche oder institutionelle Status der Verwaltung per se nicht entscheidend. Dieser Abschnitt betrifft Einheiten, die innerhalb der zentralen oder lokalen öffentlichen Strukturen das reibungslose Funktionieren der Verwaltung des

Gemeinwesens ermöglichen.

Somit fallen in diesen Abschnitt folgende Tätigkeiten:

Verteidigung, Rechtspflege, öffentliche Sicherheit und Ordnung, auswärtige Angelegenheiten usw.

Tätigkeiten der allgemeinen öffentlichen Verwaltung (z.B. der exekutiven und legislativen Organe, der Finanzverwaltung usw. auf zentraler, regionaler und lokaler Ebene) oder Aufsichtstätigkeiten im wirtschaftlichen und sozialen Bereich

die Verwaltung der gesetzlichen Sozialversicherung

Anderswo in der ÖNACE 2003 aufgeführte Tätigkeiten fallen nicht unter Abteilung 75, auch wenn sie von öffentlichen Verwaltungen ausgeführt werden. So ist z.B. die Verwaltung des Bildungssystems (Vorschriften, Aufsicht, Programme) der Abteilung 75 zugeordnet, nicht aber die eigentliche Erziehungs- und Unterrichtstätigkeit (siehe Abteilung 80), Militär- und Gefängniskrankenhäuser fallen unter Gesundheitswesen (siehe Abteilung 85) und Abwasser- und Abfallbeseitigung gehören zur Abteilung 90.

M	80	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen
---	----	---

Diese Abteilung umfasst:

- *Öffentliches und privates Bildungswesen auf allen Stufen und für alle Berufe, auch über Rundfunk und Fernsehen*
- *Sonstigen Unterricht, z.B. in Fahrschulen*

Sie umfasst sowohl den Unterricht in den verschiedenen Lehranstalten des regulären Schulsystems auf den verschiedenen Stufen (erster Bildungsweg) als auch Erwachsenenbildung, Alphabetisierungsprogramme usw.

Die Klassen umfassen auf jeder Stufe des ersten Bildungsweges auch den Sonderunterricht für körperlich oder geistig behinderte Schüler.

Erwachsenenbildung, die sich inhaltlich an den auf einer spezifischen Stufe vermittelten Lehrstoff anlehnt, wird dieser Stufe zugeordnet.

Der Unterricht kann in Klassenräumen, über Rundfunk und Fernsehen, Internet oder als Fernkurs erteilt werden.

N	85	DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens
<p><i>Gesundheitswesen umfasst die in Krankenhäusern, (Fach-) Arztpraxen und Ambulatorien am Menschen durchgeführten Tätigkeiten bzw. Behandlungen. Ferner zählen dazu Leistungen des Gesundheitswesens wie z.B. Krankentransporte und Rettungsdienste, Hauskrankenpflege oder Psychotherapie.</i></p> <p><i>Veterinärmedizin umfasst:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Medizinische Versorgung und Kontrolluntersuchungen von Nutztieren</i> • <i>Medizinische Versorgung und Kontrolluntersuchungen von sonstigen Haustieren</i> • <i>Transport kranker Tiere</i> <p><i>Diese Leistungen werden von qualifizierten Tierärzten in Tierarztpraxen und Tierkliniken [...] erbracht.</i></p> <p><i>Sozialwesen wiederum umfasst Sozial-, Beratungs-, Fürsorge-, Flüchtlingsbetreuungs-, Weitervermittlungs- und ähnliche Tätigkeiten, [...].</i></p> <p><i>Des Weiteren zählen zum Sozialwesen auch Altersheime und sonstige Heime.</i></p>		

0	90	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u. so. Entsorgungsleist.
	91	DL v. Interessenvertretungen, Kirchen u.a.
	92	Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL
	93	Sonstige Dienstleistungen

Diese Abteilung umfasst:

- *Sammlung und Behandlung von Abfällen nicht zur Weiterverwendung in einem industriellen Fertigungsprozess, sondern mit dem Ziel der Entsorgung*
- *Sonstige Tätigkeiten wie Straßenreinigung, Schneebeseitigung usw.*
- *Tätigkeiten von Organisationen, die sich im Wesentlichen mit der Entwicklung und Förderung eines bestimmten Wirtschafts- oder Handelszweigs, einschließlich der Landwirtschaft, oder - ohne Berücksichtigung von Wirtschaftszweigen - mit dem*

Wirtschaftswachstum und der wirtschaftlichen Situation eines bestimmten geografischen Gebiets oder einer bestimmten Gebietskörperschaft befassen. Hier eingeordnet sind auch Vereinigungen von solchen Verbänden. Die erbrachten Dienstleistungen betreffen vor allem die Informationsverbreitung, die Vertretung vor staatlichen Stellen, die Öffentlichkeitsarbeit und Tarifverhandlungen:

- *Tätigkeiten von Wirtschaftskammern, Fachverbänden oder ähnlichen Organisationen*
- *Film- und Videoherstellung, -verleih und -vertrieb, Lichtspieltheater (Kinos)*
- *Hörfunk- und Fernsehanstalten, Herstellung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen*
- *Erbringung von sonstigen kulturellen und unterhaltenden Leistungen (Künstlerische und schriftstellerische Tätigkeiten und Darbietungen, Schaustellergewerbe und Vergnügungsparks), Korrespondenz- und Nachrichtenbüros sowie selbstständige Journalisten, Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten, Sport (Betrieb von Sportanlagen, Schwimmbäder und Schwimmstadion), Erholung und Freizeit (Spiel-, Wett- und Lotteriewesen)*
- *Erbringung von sonstigen Dienstleistungen (Wäscherei und chemische Reinigung, Frisöre, Kosmetiker und Fußpfleger, Bestattungswesen, usw.)*

P 95 Dienstleistungen privater Haushalte

Diese Abteilung beschränkt sich auf Haushalte, die Hauspersonal wie Dienstmädchen, Köche, Kellner, Diener, Wäscherinnen, Gärtner, Pförtner, Stallgehilfen, Fahrer, Hausverwalter, Erzieher, Babysitter, Hauslehrer, Sekretärinnen usw. beschäftigen. Sie ermöglicht es dem Hauspersonal, in Volkszählungen oder Studien den Wirtschaftszweig ihres Arbeitgebers anzugeben, auch wenn der Arbeitgeber eine Einzelperson ist.

Das selbst verbrauchte Produkt wird als nicht marktbestimmt erachtet und in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen anhand der Personalkosten bewertet. Diese Dienstleistungen können nicht von Unternehmen erbracht werden.

8.1.3.2 ÖNACE 2003 vs. ÖNACE 2008

Nachdem auch in Österreich die Realität ständigen Veränderungen unterworfen ist, müssen sich die wirtschaftlichen Kategorien ebenfalls ändern. Technische Entwicklungen führen zum Beispiel zu geänderten Herstellungsprozessen und neuen

Produktionsorganisationen. Ohne eine Anpassung der Klassifikation an die in österreichischen Verhältnisse würden daher die existierenden Aktivitäten immer schlechter erfasst. Die Revision der Wirtschaftsaktivitätsklassifikationen in bestimmten Zeitabständen soll dem Aspekt der geänderten wirtschaftlichen Realität Rechnung tragen. So gilt seit Jahreswechsel eine neue Revision. Das Klassifikationsschema der ÖNACE 2008 unterscheidet sich grundlegend von der Version aus dem Jahre 2003, wie folgende Tabelle zeigt:

Gliederung	ÖNACE 2003	ÖNACE 2008
	Anzahl	
Abschnitt	17	21
Unterabschnitt	31	-
Abteilung	62	88
Gruppe	224	272
Klasse	514	615
Unterklasse	722	701

Die Tabelle zeigt deutlich, dass künftig mehr Daten in höheren Aggregationsebenen zur Verfügung stehen werden. Dies resultiert aus den zusätzlichen 4 Abschnitten, den gestiegenen Abteilungs- und Gruppenanzahlen und den stark gestiegenen Klassenanzahlen. Des Weiteren wurde die Gliederungsebene der Unterabschnitte gestrichen und somit existieren künftig ausschließlich einstellige Unterklassen. Dadurch wird der gesamten Kodierungsschlüssel um eine Stelle verringert. Die Gesamtzahl der österreichischen Unterklassen ist marginal gesunken, was vorwiegend aus einer Streichung nicht mehr relevanter Untergliederungen des Wirtschaftslebens hervorgeht. Allgemein lässt sich feststellen, dass die nationale Aktivitätsklassifikation 86 zusätzliche Untergliederungen in Form von national definierten Unterklassen gegenüber der europäischen NACE aufweist, was aus der Differenz zwischen der Anzahl von Unterklassen und Klassen folgt.

Der neue Code ist fünfstellig und kann dadurch nun kompakter dargestellt werden. Es ergibt sich auch der weitere Vorteil, dass eine eindeutige Abgrenzung zu der alten

Norm existiert. Dies wurde auch von der EU für die nationalen Umsetzungen gefordert. Somit ist die Verwechslung von gleichen Codes, aber differenten semantischen Bedeutungen ausgeschlossen. Die Codierung stimmt bis zur 4. Stelle mit der NACE überein. Die Unterklassen werden dabei durch die mit einem Bindestrich abgetrennte letzte Ziffer des Codes dargestellt.

Da in dieser Arbeit das verwendete Datenmaterial aus dem Jahre 2001 beziehungsweise 2003 stammt, wird in dieser Arbeit die alte ÖNACE-Norm aus dem Jahre 2003 benutzt (siehe Kapitel 8.3).

8.2 Erwerbspersonen nach Bildung und ÖNACE 2001

Unser Hauptinteresse gilt der Bewertung von Arbeit in der Wirtschaft. Jedoch muss man Unterschiede bezüglich der geleisteten Arbeit machen. Für Marx manifestierte sich der Tauschwert (Preis) eines Gegenstands durch den Arbeitswert, der in diesem Objekt enthalten ist, das ist die gesellschaftlich notwendige durchschnittliche Arbeitszeit. Aber Marx erkannte schon damals, dass Arbeit unterschiedliche Qualität haben kann. So kann die Arbeit eines einfachen Arbeiters nicht mit der eines Facharbeiters gleichgesetzt werden. Ein Sessel kann zum Beispiel den gleichen Tauschwert wie zehn Schraubenzieher besitzen. Das kann nun daran liegen, dass für die Herstellung des Sessels zehn Arbeitsstunden nötig sind und für jeden Schraubenzieher nur eine Arbeitsstunde gebraucht wird. Näher an der Realität ist dagegen freilich, dass der Stuhl in einer Stunde gefertigt wird und dafür eine zehnmal kompliziertere Arbeit notwendig ist. Damit besäße die Fertigungsarbeit für einen Sessel den Faktor zehn.

Wir führen den Unterschied zwischen einfacher und komplizierter Arbeit, wie sie von Marx definiert wurde, auf die Arbeitskraft der hinter der Arbeit stehenden Person zurück. Dabei wollen wir herausfinden, welche Rolle das (Vor-)Wissen eines Arbeiters spielt, wobei hier nur die formale (Aus-)Bildung in Betracht gezogen werden kann, da das Wissen eines Menschen nur schwer in Statistiken dokumentiert werden kann. Dabei sind wir auf das vorhandene statistische Datenmaterial angewiesen.

8.2.1 Einteilung der Bildungsstufen

Unsere Daten stammen von der „Statistik Austria“ und sind von der letzten Volkszählung aus dem Jahre 2001. Diese Statistik findet sich auf der Homepage der „Statistik Austria“ wieder ([23]). Darin sind sämtliche Erwerbspersonen aufgeteilt, wobei auf der x-Achse die diversen ÖNACE-Abschnitte aufgetragen sind und auf der y-Achse die verschiedenen Bildungsstufen (siehe Kapitel 8.2.1.1). Wir unterscheiden in dieser Arbeit nicht zwischen den Zahlen der männlichen und weiblichen Personen sondern verwenden nur die Gesamtergebnisse. Aus den umfangreichen statistischen Auswertungen der Volkszählung haben wir Daten für die Bildung extrahiert und uns entschieden, jene Einteilung beizubehalten, die bereits vorhanden war und auf das Schulorganisationsgesetz zurückgeht (siehe Kapitel 8.2.1.1). Es gibt allerdings auch die internationale ISCED-Norm (siehe Kapitel 8.2.1.2), die im Datenmaterial der „Statistik Austria“ nicht extra ausgewiesen wird (es stehen nur Umrechnungstabellen zur Verfügung) und somit bei uns keine Verwendung findet. Die neun existierenden Bildungsebenen werden von uns nach der von Marx geforderten qualitativen Unterscheidung von einfacher und komplizierter Arbeit zusammengefasst. Die konkrete Zuordnung ist bei den einzelnen Berechnungen beschrieben, da mehrere, durchaus verschiedene Ansätze durchprobiert wurden. Ferner wurde die Idee von Marx um einen zusätzlichen Komplexitätsgrad erweitert, sprich, die Berechnung auf drei unterschiedliche Qualitätsstufen erweitert, wobei uns hierfür die Einteilung nach primärer, sekundärer und tertiärer Ausbildung inspirierte.

8.2.1.1 Österreichische Bildungsebenen

Die Zuordnung geht auf die im regulären Bildungswesen erworbenen Abschlüsse zurück ([27]) Diese sind im Schulorganisationsgesetz geregelt und gliedern sich dabei in drei grobe Bildungsebenen, nämlich in die primäre, sekundäre und tertiäre Stufe (siehe Grafik in Kapitel 8.2.1.2). Dabei steht die primäre Stufe für die Pflichtschulausbildung, die bei einem Alter von sechs Jahren beginnt und bis zum 15. Lebensjahr geht. In der Abbildung wurden der Beginn und das Ende der allgemeinen Schulpflicht auch durch die beiden rot markierten Ziffern in der Spalte „Mindestalter“ gekennzeichnet. Die sekundäre Stufe spiegelt die Ausbildung wider, die im Allgemeinen bis zur Volljährigkeit (bei regulärem Absolvieren) dauert. Unter der tertiären Stufe, die auch postsekundäre genannt wird, versteht man weiterführende

Ausbildung. Folgende neun Ausbildungsebenen wurden bei der Volkszählung unterschieden:

- Universitäten und Hochschulen
- Fachhochschulen
- Berufs- und lehrerbildende Akademien (hochschulverwandte Lehranstalten)
- Kollegs und Abiturientenlehrgänge
- Berufsbildende höhere Schule
- Allgemein bildende höhere Schule
- Berufsbildende mittlere Schule (Fachschule)
- Lehrlingsausbildung (Lehre)
- Allgemein bildende Pflichtschule

In der nachfolgenden Auflistung sind die Voraussetzungen für die jeweiligen (obenstehenden) Kategorien definiert, welche der Dokumentation der „Statistik Austria“ entnommen sind:

8.2.1.1.1 Universitäten und Hochschulen sowie Fachhochschulen

Diese Bildungsebene schließt alle Personen ein, die ein Studium an einer Universität, Hochschule oder Fachhochschule mit zumindest dem für die jeweilige Studienrichtung vorgesehenen Erstabschluss (akademischen Grad) abgeschlossen haben einschließlich Absolventen von Kurzstudien (Versicherungsmathematik, Datentechnik, Übersetzerausbildung, Kunstuniversitäten).

8.2.1.1.2 Berufs- und lehrerbildende Akademie

Ein Abschluss an einer dieser nun dreijährig geführten Bildungseinrichtungen führt nicht zu einem akademischen Grad. Akademien sind aber ebenso Teil des tertiären Bildungswesens wie die Universitäten und Fachhochschulen.

8.2.1.1.3 Kollegs und Abiturientenlehrgänge

Das Kolleg ist eine 4-6-semesterige berufliche Ausbildung und endet mit einer Diplomprüfung. Vermittelt wird die fachtheoretische und praktische Ausbildung einer berufsbildenden höheren Schule der betreffenden Fachrichtung. Für den Besuch ist eine Reifeprüfung, Berufsreife- oder Studienberechtigungsprüfung Voraussetzung. Abiturientenlehrgänge sind als Vorläufer der Kollegs anzusehen.

8.2.1.1.4 Berufsbildende höhere Schule

Dabei handelt es sich um eine fünfjährige berufliche Ausbildung, die mit einer Reife- und Diplomprüfung abgeschlossen wird und sowohl eine bestimmte berufliche Qualifikation vermittelt als auch zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife führt. Dazu zählen auch Aufbaulehrgänge, die mit der Qualifikation einer berufsbildenden mittleren Schule besucht werden können. Diese Bildungsebene beinhaltet auch Berufsreifeprüfungen.

8.2.1.1.5 Allgemein bildende höhere Schule

Wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, vermittelt dieser Schultyp Allgemeinbildung. Abgeschlossen wird mit einer Reifeprüfung. Geführt werden Allgemeinbildende höhere Schulen (Gymnasien) entweder als achtjährige Formen (Schulstufe 5 bis 12) oder als Oberstufenformen. Eine „Beamtenmatura“ führt nicht zur allgemeinen Hochschulreife und ist daher nicht enthalten.

8.2.1.1.6 Berufsbildende mittlere Schule (Fachschule)

Diese Bildungsebene umfasst die nach dem Schulorganisationsgesetz der mittleren Ebene zugehörigen berufs-, lehrer- und erzieherbildenden Bildungsabschlüsse. Fachschulen werden mit einer Abschlussprüfung beendet und werden in der Regel drei- oder vierjährig geführt. Es gibt auch ein- und zweijährige Formen.

8.2.1.1.7 Lehrlingsausbildung

Umfasst alle Personen, die einen in der Lehrberufsliste (BGBl Nr. 268/1975 in der Fassung 2001) genannten Beruf erlernt und mit einer Gehilfen-, Gesellen-, Facharbeiter- bzw. Lehrabschlussprüfung abgeschlossen haben. Darüber hinaus wurden auch so genannte „lehrberufsähnliche Ausbildungen“ (z.B. Ordinationshilfe bei Zahnärzten) sowie längst

aufgelassene Lehrberufe (Pfeifenschneider, Fahrradmechaniker) als Abschlüsse dieser Ebene gewertet.

8.2.1.1.8 Allgemein bildende Pflichtschule

Diese Ebene enthält alle Personen, die keine der bisher genannten Ausbildungen absolviert haben. Sie schließt somit auch Personen ein, die außer der Pflichtschule inner- und außerbetriebliche Lehrgänge besucht haben, die aber im Schulorganisationsgesetz nicht genannt sind. Des weiteren enthält diese Kategorie auch Personen, die die Pflichtschule (Volks-, Haupt-, Sonderschule und Polytechnische Schule) nicht formal abgeschlossen haben.

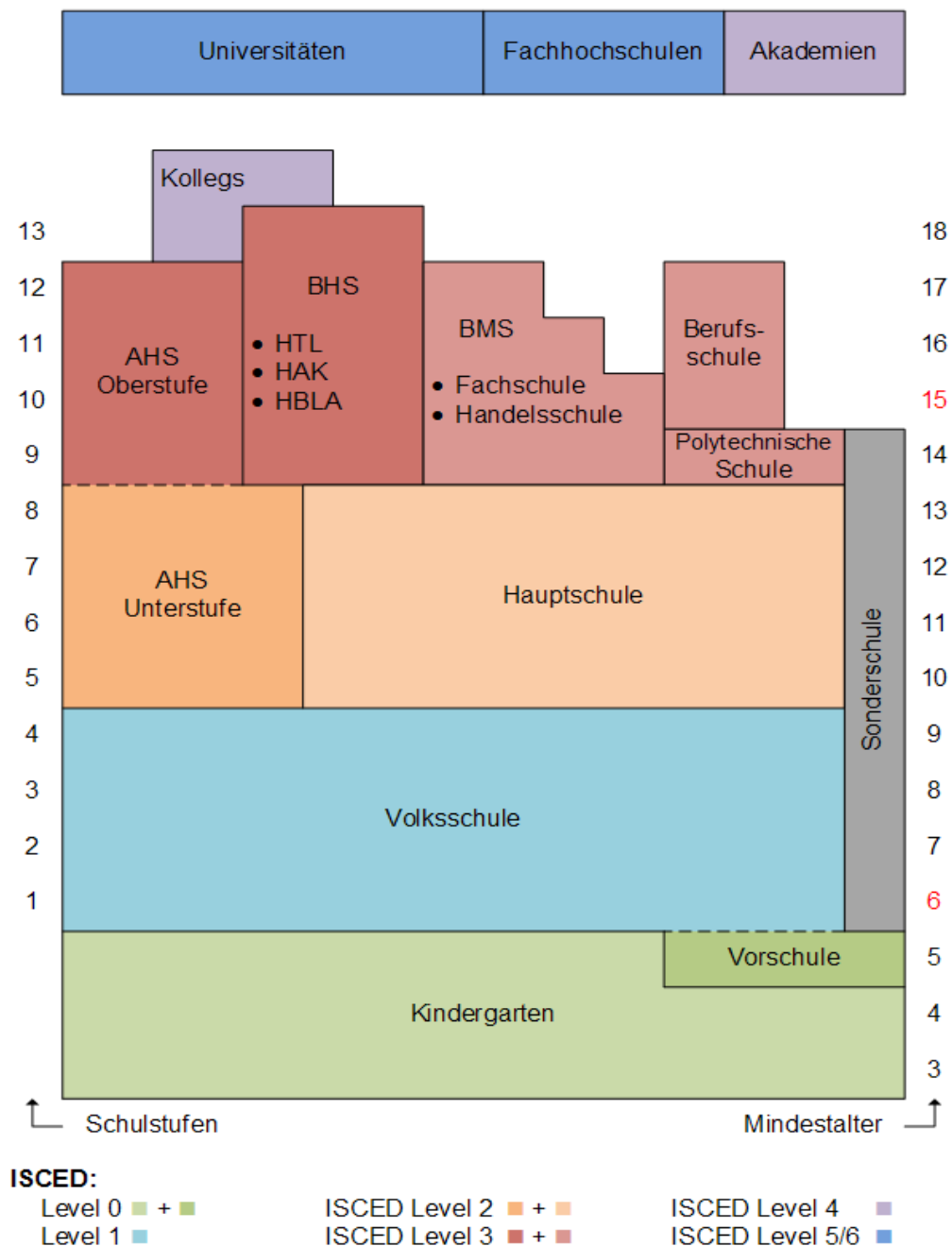
8.2.1.2 ISCED

Die Bildungssysteme der verschiedenen Länder sind in den meisten Fällen unterschiedlich aufgebaut und daher nur schwer miteinander vergleichbar. Um die Vergleichbarkeit zu verbessern, wurde die Norm „International Standard Classification of Education“ (ISCED) von der UNESCO zur Klassifizierung und Charakterisierung von Schultypen und Schulsystemen entwickelt. Dieser Standard erleichtert vor allem den Vergleich von statistischen Angaben und (Aus-) Bildungsgängen. Es wird dadurch ein Rahmen geboten, in dem es möglich ist, das Niveau verschiedener Ausbildungsgänge in bestimmte Kategorien einzustufen und gegenüberzustellen. Durch ebendiese Anführung des ISCED-Niveaus (vom Kindergarten bis zur Universität) können andere Länder einfacher und schneller erkennen, zu welchem Ausbildungsniveau ein Bildungsgang führt. Das kann unter anderem für die Anrechnung und Anerkennung von Ausbildungen hilfreich sein. Außerdem ist die ISCED-Norm ein wichtiges Instrument der OECD. Sie wird dort für statistische Datensammlungen und inhaltliche Vergleiche im Bildungsbereich verwendet. Infolgedessen hilft der ISCED-Standard auch der Bildungsforschung und -politik, indem die Informationen und Einschätzungen der OECD besser verstanden und umgesetzt werden können.

Die Klassifizierung wurde in den 70er Jahren zunächst von der UNESCO eingeführt, danach wurde sie im Jahre 1975 auf der Weltkonferenz der Bildung (International Conference on Education) in Genf genehmigt und im Jahre 1978 in Paris zur Normierung pädagogischer Statistiken angepasst. Besonders wegen der immer größeren Vielfalt an Bildungsmöglichkeiten waren über die Zeit hinweg weitere

Anpassungen nötig. Die aktuell gültige ISCED-Norm wurde 1997 von der UNESCO genehmigt. Es wird momentan zwischen sechs verschiedenen Ebenen („Levels“) unterschieden. In der nachfolgenden Abbildung ist das österreichische Bildungssystem illustriert. Die Einfärbungen der verschiedenen Schultypen zeigt die Einteilung zu der ISCED-Norm. Einigen ISCED-Levels sind mehrere Schultypen zugeordnet. Das resultiert aus den feineren Abstufungen (Unterklassifizierungen) im ISCED-Standard.

Österreichisches Bildungssystem nach ISCED



8.3 Anmerkungen

Es müssen zu den vorher erläuterten Tabellen noch einige generelle Bemerkungen gemacht werden. So wurden bei der Auswertung der Volkszählung Personen, die zu ihrer Ausbildung keine korrekten Angaben machten oder wo die Angaben fehlten, zu der Kategorie „Allgemeine Pflichtschule“ zugeordnet. Hierzu ein Auszug aus der Dokumentation der „Statistik Austria“:

„Die Daten wurden auf Konsistenz und Widerspruchsfreiheit geprüft, fehlende Angaben (4% der 15- und mehrjährigen Bevölkerung) wurden nicht nach dem Muster der anderen Personen aufgeschätzt, sondern der Kategorie „Allgemeinbildende Pflichtschule“ zugeordnet.“

Außerdem wurde mittels des Schulorganisationsgesetzes reglementiert, in welche Bildungskategorie die Erwerbstätigen bei der Auswertung der Volkszählung fallen. Hierzu ebenfalls ein Hinweis aus der Dokumentation der „Statistik Austria“:

Ausbildungen, die nicht im Rahmen der Schulorganisationsgesetze geregelt sind, werden bei der Volkszählung nicht als „höchste abgeschlossene Ausbildung“ erfasst. Daher bilden die Daten zum Bildungsstand der Bevölkerung auch nicht jene Qualifikationen, die Personen in Kursen und Lehrgängen der beruflichen Weiterbildung, am Arbeitsplatz oder im Selbststudium erworben haben, ab. Personen, die zu ihrer Ausbildung keine Angaben gemacht haben, wurden der Kategorie „Pflichtschule“ zugeordnet.

Nähere Informationen zur Auswertung einer Volkszählung sind auf der Homepage der „Statistik Austria“ ([23]) und auf der Internetseite des „Bildungssystem Österreich“ ([27]) zu finden.

Es stellt sich die berechtigte Frage, warum in dieser Arbeit nicht die neuesten Klassifikationen verwendet werden. Dies betrifft hauptsächlich die eben eingeführte ÖNACE Revision aus dem Jahre 2008. Hierbei ist anzumerken, dass die Umsetzung dieser Norm gegenwärtig noch vollendet wird. Es existieren freilich schon Statistiken

nach dem neuen Schema, aber die für diese Arbeit benötigten Tabellen werden nur in großen Abständen erstellt. Im Falle der Input-Output-Tabellen geschieht dies alle fünf Jahre und im Falle der Volkszählungsauswertung findet die Verarbeitung alle 10 Jahre statt. Es wurden zwar Umrechnungstabellen erstellt, jedoch sind neue Kalkulationen nur entgeltlich zu erhalten. Dazu ist in der Dokumentation der „Statistik Austria“ folgendes zu finden:

Die Umstellung auf eine neue Klassifikation ist ein durchaus aufwendiger Prozess, weil so gut wie alle Aspekte der Erstellung und Präsentation der jeweiligen Statistik betroffen sind. Dies gilt noch viel mehr für die Umstellung auf eine neue Wirtschaftszweigklassifikation, weil eine solche Klassifikation in einer Unzahl von Statistiken verwendet wird und daher auch ein großer Koordinierungsbedarf besteht. Mit der Umstellung auf eine neue Klassifikation ist nicht nur der Vorteil der Verfügbarkeit von Daten nach einer aktuellen, die gegenwärtigen Wirtschaftsstrukturen besser abbildenden Systematik verbunden, sondern auch Nachteile, insbesondere aus der Sicht vieler Datennutzer die damit verbundenen Brüche in den Zeitreihen. Zur Minimierung dieser Probleme sind Rückrechnungen erforderlich. Außerdem können nicht alle Statistiken zum gleichen Zeitpunkt auf die neue Klassifikation umgestellt werden, was bedeutet, dass eine zeitlang einzelne Statistiken bereits nach der neuen, andere jedoch noch nach der alten Klassifikation publiziert werden, womit die gewünschte Kohärenz des Gesamtsystems beeinträchtigt ist. Zur Minimierung des Problems werden gewisse Statistiken sowohl nach der neuen als auch nach der alten Klassifikation parallel erstellt werden müssen. Dies resultiert aus den unterschiedlichen Referenzen der einzelnen Statistiken, aber auch aus den Interdependenzen zwischen bestimmten Statistiken. Am deutlichsten mag das die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung illustrieren, die erst dann auf die neue Klassifikation umsteigen kann, wenn alle notwendigen Basisstatistiken nach der neuen Klassifikation vorliegen. Daraus wird auch deutlich, dass die Umstellung selbst ein mehrjähriger Prozess ist.

Letztlich noch eine Anmerkung bezüglich der beiden verwendeten Ausgangstabellen (Input-Output sowie Erwerbstätige nach Ausbildung und ÖNACE). Leider passen die Daten der Bildung, die aus dem Jahre 2001 stammen, nicht zu jenen aus der verwendeten Input-Output-Tafel, die aus dem Jahre 2003 ist. Nach Rücksprache mit den zuständigen Personen bei der „Statistik Austria“ mussten wir feststellen, dass

(passende) neuere Daten für die Bildung nur mit Hilfe von Hochrechnungen angenähert wurden/werden. Exakten Daten werden nur im Rahmen einer Volkszählung erhoben. Nach längerer Diskussion haben wir uns für die Daten aus dem Jahre 2001 entschieden, und haben eventuelle Fehler in Kauf genommen.

9 Berechnungen

9.1 Leontief-Modell

Da in dieser Arbeit unter anderem die Arbeitswerte aus den vorhandenen Daten der Input-Output-Tabelle berechnet werden sollen, muss zuerst das Modell von Wassily Leontief betrachtet werden. Er erhielt für die Entwicklung der Input-Output Analyse den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften im Jahre 1973. Die grundlegende Annahme seines Modells war, dass die Höhe der Güterströme der Sektoren (X_{ij}) und des Outputs des belieferten Sektors (X_j) proportional abhängig voneinander sind. Dies scheint eine logische Überlegung zu sein, da für die Produktion eines Tisches vier Beine benötigt werden. Sollte nur der Output verdoppelt werden, müssten klarerweise die Inputs, hier also die Tischbeine, auch verdoppelt werden. In der heutigen Fachliteratur sind aber eine große Anzahl an Gegenargumenten beziehungsweise Vorschläge zu anderen Abhängigkeitsmodellen zu finden. Mathematisch ausformuliert erhält man nachstehende Hypothese:

$$X_{ij} = a_{ij} * X_j \quad [9.1]$$

Der Faktor a_{ij} , der die Proportionalität wiedergibt, zeigt die benötigten Vorleistungen eines Sektors (X_i) für eine Einheit Output eines anderen Sektors (X_j) an. Die Größe hat diverse Namen und wird in weiterer Folge nur mehr als **direkter Inputkoeffizient** bezeichnet – Synonyme dafür wären Materialeinsatzkoeffizient, technischer Koeffizient, direkte Verflechtungskoeffizienten oder auch Sekundärinputkoeffizienten. Nun lässt sich die Gleichung [7.1] folgendermaßen umformen:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} * X_j + Y_i = X_i \quad [9.2]$$

Dabei werden die Vorleistungsströme (X^D_{ij}) durch die direkten Inputkoeffizienten (a_{ij}) und die Summen der entsprechenden Spalte (X_j) substituiert:

$$\sum_{j=1}^n X^D_{ij} = \sum_{j=1}^n a_{ij} * X_j \quad [9.3]$$

Die Endnachfrage (Y_i) setzt sich aus dem Konsum (C_i), den (Brutto-)Investitionen (I^b_i) sowie dem Export (Ex_i) zusammen:

$$C_i + I^b_i + Ex_i = Y_i \quad [9.4]$$

Da in dieser Arbeit mit Matrizen und Vektoren gearbeitet wird, ist es unumgänglich, die Formel in Matrizenform anzuschreiben. Nun wird Schritt für Schritt eine Matrix mit sämtlichen direkten Inputkoeffizienten aufgestellt. Die Faktoren werden mittels der Umformung der Gleichung [9.1] bestimmt:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad [9.5]$$

Sind schlussendlich alle Koeffizienten berechnet, sieht die Matrix, welche mit A bezeichnet wird, wie folgt aus:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & & a_{3n} \\ & \vdots & & \ddots & \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad [9.6]$$

Mit Hilfe der berechneten Matrix A lässt sich Gleichung [9.2] in folgender Weise anschreiben:

$$A * x + y = x \quad [9.7]$$

Bei bekannter Matrix A können zwei grundsätzliche Aufgabenstellungen unterschieden werden:

1. Bei gegebenem Vektor der Endnachfrage soll der Output der Sektoren bestimmt werden.
2. Bei gegebenem Output soll die Endnachfrage der Sektoren bestimmt werden.

Für beide Fälle lässt sich die Gleichung [9.7] so umformen, dass ein lineares Gleichungssystem mit n Gleichungen und n Unbekannten zu lösen ist:

1. Für die erste Aufgabe ergibt sich:

$$x = y * (E - A)^{-1} \quad [9.8]$$

2. Die zweite Aufgabe lässt sich so lösen:

$$y = (E - A) * x \quad [9.9]$$

Die Einheits- oder auch Identitätsmatrix E stellt eine quadratische Matrix dar, deren Hauptdiagonale nur aus Einsen besteht und deren andere Elemente Null sind.

Das Gleichungssystem [9.8] wird als **offenes statistisches Leontief-Modell** bezeichnet. Die darin enthaltene Matrix $(E - A)$ beziehungsweise $(E - A)^{-1}$ wird gewöhnlich **Leontief-Matrix** sowie **Leontief-Inverse** genannt.

9.2 Regression

In dieser Arbeit soll der Arbeitswert nach Bildungsstufen aufgeschlüsselt werden. Hierfür ist die Regressionsanalyse geeignet, denn sie dient als ein wichtiges Instrument zu Erforschung eines funktionalen Zusammenhangs zwischen zwei Merkmalausprägungen. Nachfolgend wird nur der lineare Regressionsansatz erklärt, da in dieser Arbeit auch nur lineare Abhängigkeiten angenommen werden.

Die Regressionsanalyse kann auf verschiedene Weisen eingesetzt werden. Die wichtigsten sind im Folgenden näher erklärt:

- **Erkennen von Zusammenhängen**

Es wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen zwei bisher nicht untersuchten Merkmalen gefunden. So zum Beispiel möchte man wissen, ob und wie sehr sich die Einführung eines neuen Produktionsablaufes auf die Zufriedenheit der Mitarbeiter auswirkt.

In dieser Arbeit ist vor allem dieser Punkt interessant, da wir herausfinden wollen ob die Qualität der Ausbildung einer Person Einfluss auf den geleisteten Arbeitswert hat.

- **Nachweis von Zusammenhängen**

Die Mutmaßung, dass sich zum Beispiel die physische Reaktionsgeschwindigkeit der Menschen in Abhängigkeit vom Alter vergrößert, kann mittels Regression nachgewiesen oder widerlegt und gegebenenfalls mit konkreten Ergebnissen gestützt werden.

- **Schätzung der Art und Größe von Zusammenhängen**

Mit Hilfe der Regressionsanalyse lässt sich die Art und die Größe eines bekannten Zusammenhangs schätzen. So zum Beispiel ist jedem bewusst, dass sich bei einer höheren Geschwindigkeit auch der Bremsweg verlängert – für die Berechnung des Verhältnisses kann die Regression herangezogen werden.

- **Prognose fehlender oder künftiger Werte**

Für viele Wissenschaftler, die mit Simulationsmodellen arbeiten, besteht ein großes Interesse daran, die vorhandenen Daten hochzurechnen, um damit nicht existente Werte vorherzusagen. Dies gilt vor allem für die Deutung der Zukunft. So kann die Entwicklung der Wirtschaft oder der Bevölkerung basierend auf vorhandenen Daten prognostiziert werden.

9.2.1 Lineare Regression

Ein linearer Zusammenhang wird dadurch erkannt, dass der Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalen durch eine gerade Linie beschrieben werden kann.

Das lineare Regressionsmodell besteht grundsätzlich aus drei Komponenten:

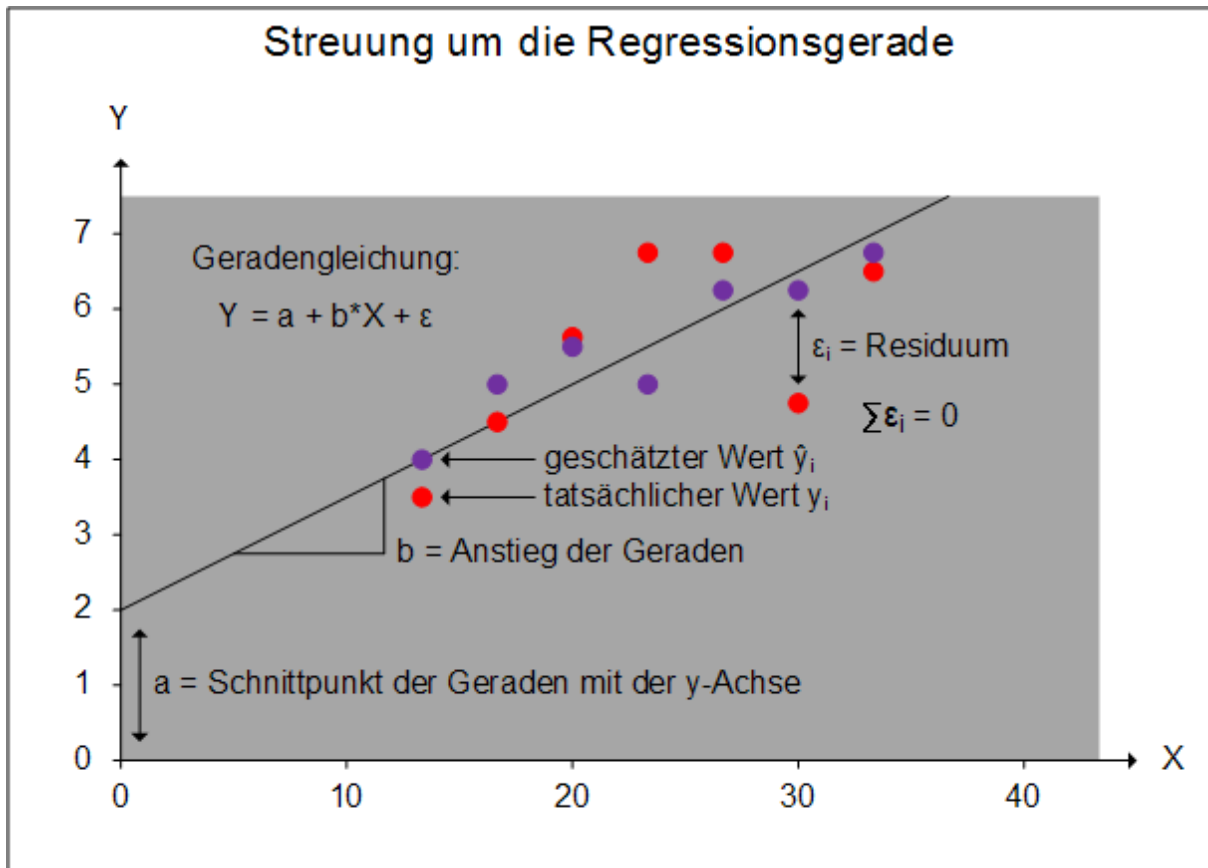
1. einem Merkmal X – der **unabhängigen Variable**
2. einem Merkmal Y – der **abhängigen Variable**
3. der Annahme $Y = f(X) + \varepsilon$ – der **vermutete funktionale Zusammenhang** zwischen den beiden Merkmalen mit dem Fehlerterm ε

9.2.1.1 Einfache lineare Regression

Für die Berechnung der einfachen linearen Regression wird nun die obige Annahme $f(X)$ durch eine Funktion ersetzt, die einen linearen Graphen widerspiegelt. So können nun alle Datenpunkte unter Zuhilfenahme der bekannten Geradengleichung approximiert werden:

$$Y = a + b * X + \varepsilon \quad [9.10]$$

Dabei bezeichnet a den Schnittpunkt der Geraden mit der y-Achse, b die Steigung der Geraden und ε wiederum den Fehlerterm. Der Fehlerterm ist notwendig, da die einzelnen Datenpunkte im Grunde nie genau auf der Geraden liegen und dadurch eine Streuung um den Funktionsgraphen auftritt. Diese Streuung wird mit Hilfe des Fehlerterms ausgeglichen.



Für die Regression ist es nun entscheidend, wie die Gleichung der Geraden gefunden werden kann. Es lässt sich nachweisen, dass die optimale Gerade folgende Bedingung hat:

Die Summe der quadrierten senkrechten Abstände aller Punkte
 von der Geraden soll möglichst gering sein.

$$\min \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \min \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \min \sum_{i=1}^n (y_i - (a + b \cdot x_i))^2 \quad [9.11]$$

Wichtig ist unter anderem, dass sich die Gerade eindeutig berechnen lässt, also genau eine Linie als Lösung existiert. Außerdem verläuft die Gerade in einer Weise, sodass sie möglichst nahe an allen Punkten liegt, was aus der Ausgangsbedingung hervorgeht. Eine weitere interessante Eigenschaft ist, dass sie stets durch den Schwerpunkt (\bar{X}, \bar{Y}) geht, wobei \bar{X} und \bar{Y} das arithmetische Mittel (den Mittelwert,

vgl. [9.46]) der jeweiligen Merkmale ausdrückt. Zudem ist die Summe der Abstände aller Punkte von der Regressionsgeraden immer Null, wodurch sie auch „fehlerausgleichende Gerade“ genannt wird. Mathematisch ist diese Charakteristik folgendermaßen definiert:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0 \quad [9.12]$$

Um die Bedingung [9.11] zu erfüllen, wird herkömmlicherweise die Minimum-Quadrat-Methode – oder auch Methode der kleinsten Quadrate – eingesetzt. Mathematisch lässt sich das Minimierungsproblem auf folgende Weise formulieren:

$$L(\hat{a}, \hat{b}) = \min(L(a, b): a \in \mathbb{R}, b \in \mathbb{R}) \quad [9.13]$$

Der erste Schritt wird durch partielles Differenzieren und Nullsetzen der Ableitungen erster Ordnung berechnet:

$$\frac{\partial L}{\partial a}(\hat{a}, \hat{b}) = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (\hat{a} + \hat{b} * x_i)) = 0 \quad [9.14]$$

$$\frac{\partial L}{\partial b}(\hat{a}, \hat{b}) = -2 \sum_{i=1}^n x_i * (y_i - (\hat{a} + \hat{b} * x_i)) = 0 \quad [9.15]$$

Nun wird durch Ausrechnen der Klammern und anderes Anordnen der Terme daraus ein System von Normalgleichungen aufgestellt:

$$\sum_{i=1}^n y_i = \hat{a} * n + \hat{b} * \sum_{i=1}^n x_i \quad [9.16]$$

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = \hat{a} * \sum_{i=1}^n x_i + \hat{b} * \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad [9.17]$$

Die Lösung für die beiden linearen Gleichungssysteme sieht dann folgendermaßen aus, wobei die jeweils (untere) zweite Formel aus [9.18] und [9.19] gleich zur der darüberstehenden Gleichung ist und nur für die Lesbarkeit verschiedenartig dargestellt ist:

$$\hat{a} = \left(\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n y_i \right) - \hat{b} * \left(\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \right) \quad [9.18]$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b} * \bar{x}$$

$$\hat{b} = n * \sum_{i=1}^n x_i * y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i / n * \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \quad [9.19]$$

$$\hat{b} = \frac{n * \sum x_i * y_i - \sum x_i * \sum y_i}{n * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Die beiden Gleichungen aus [9.18] sind äquivalent, da die beiden Variablen \bar{y} und \bar{x} sowie die geklammerten Summenterme dasselbe ausdrücken, nämlich das jeweilige arithmetische Mittel (den Mittelwert, vgl. [9.46]) – wie man anhand der Substitution der Klammern in der Formel leicht erkennen kann.

Das Ergebnis der Regression ist die geschätzte Regressionsgerade mit der Form:

$$y = \hat{a} + \hat{b} * x \quad [9.20]$$

Die einzelnen prognostizierten Werte (\hat{y}_i) lassen sich mithilfe des unten angeführten Ausdrucks ermitteln:

$$\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} * x_i \quad [9.21]$$

Der Fehler eines Datenpunktes (ε_i) heißt Residuum und ergibt sich aus der Differenz des tatsächlichen (y_i) und des geschätzten Wertes (\hat{y}_i) (vgl. [9.11]):

$$\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i \quad [9.22]$$

Mit diesen beiden Gleichungen würden sich Abhängigkeiten bereits hervorragend schätzen lassen. In dieser Arbeit werden jedoch die Berechnungen vorwiegend mit Matrizen und Vektoren gemacht. Somit ist es ein logischer Schritt, die Formeln umzubauen und für eine bessere numerische Handhabung in Matrix-Form zu bringen. Dazu werden als erstes die Variablen als Vektoren beziehungsweise Matrizen angeschrieben, wobei α die Faktoren der linearen Regression, also den Schnittpunkt a mit der y-Achse und die Steigung b , repräsentiert:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ 1 & x_3 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}; \alpha = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad [9.23]$$

Die Relation von Daten zu Modell aus [9.10] kann dann in Matrixform wie folgt notiert werden:

$$y = X * \alpha + \varepsilon \equiv \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ 1 & x_3 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad [9.24]$$

Um in weiterer Folge auf die Normalgleichung zu kommen, werden vorerst die beiden Gleichungen [9.16] und [9.17] zeilenweise in eine Matrix eingetragen:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad [9.25]$$

Die linke Seite der Matrix kann mit Hilfe von y und X aus den Vorgaben von [9.23] erzeugt werden, wobei X^T die transponierte Matrix darstellt:

$$\begin{aligned}
 X^T * y &= \\
 &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{bmatrix} \quad [9.26]
 \end{aligned}$$

Demgegenüber kann der unbekannte Teil der rechten Seite sogar nur mit X aus den Vorgaben von [9.23] generiert werden, wobei X^T wiederum die transponierte Matrix darstellt:

$$\begin{aligned}
 X^T * X &= \\
 &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ 1 & x_3 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{bmatrix} \quad [9.27]
 \end{aligned}$$

Mit diesen beiden Ersetzungen kann schließlich die Normalgleichung für die Matrix-Schreibweise konstruiert werden:

$$X^T * y = X^T * X * \hat{\alpha} \quad [9.28]$$

Daraus folgt nachstehende Formel zeigt die Lösung der Normalgleichung. Sie ist durch simples Umformen zu erreichen, wobei $(\dots)^{-1}$ die inverse Matrix darstellt:

$$\hat{\alpha} = (X^T * X)^{-1} * (X^T * y) \quad [9.29]$$

Die prognostizierten Werte (\hat{y}) und die Residuen (ε) sind genauso zu kalkulieren wie bei der Berechnung ohne Matrizen:

$$\hat{y} = X * \hat{\alpha} \quad [9.30]$$

$$\varepsilon = y - \hat{y} \quad [9.31]$$

9.2.1.2 Multiple lineare Regression

Die multiple lineare Regression erweitert nun das Modell der einfachen linearen Regression und wird auch mehrfache oder multivariate Regression genannt. Sie wird in dieser Arbeit vor allem für die Berechnung mit unterschiedlichen Bildungsstufen eingesetzt. Dabei ist das abhängige Merkmal Y nicht nur von einer, sondern von mehreren Regressionsvariablen abhängig. Der funktionale Zusammenhang soll in der Annahme $Y = f(X) + \varepsilon$ wiederum in einer Art ersetzt werden, sodass alle Datenpunkte durch einen linearen Graphen angenähert werden können.

Die Form der Geraden sieht bei der multiplen linearen Regression wie folgt aus:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 * X_1 + \alpha_2 * X_2 + \alpha_3 * X_3 + \dots + X_n * X_n + \varepsilon \quad [9.32]$$

Die Lösung der geschätzten Koeffizienten wird ebenfalls durch die Minimum-Quadrate-Methode gewonnen:

$$L(\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n) = \min \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \quad [9.33]$$

Die Matrix der Ausgangsdaten X und der Vektor der Koeffizienten α aus [9.23] werden dafür folgendermaßen erweitert (der Ergebnisvektor y und die Residuen ε bleiben gleich):

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}; \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix}; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad [9.34]$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & x_{31} & \dots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & x_{32} & \dots & x_{k2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & x_{33} & \dots & x_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & x_{3n} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

Die Daten werden wie bei der einfachen linearen Regression angeordnet ([9.24]). Die Koeffizienten mit der besten Anpassung werden ebenso in identischer Weise ermittelt ([9.29]) wie es für die Werte der Prognose ([9.30]) und der Residuen ([9.31]) zutrifft, wobei X^T die transponierte und $(\dots)^{-1}$ die inverse Matrix ist:

$$y = X * \alpha + \epsilon \quad [9.35]$$

$$\hat{\alpha} = (X^T * X)^{-1} * (X^T * y) \quad [9.36]$$

$$\hat{y} = X * \hat{\alpha} \quad [9.37]$$

$$\epsilon = y - \hat{y} \quad [9.38]$$

Abschließend kann festgehalten werden, dass sich die Formeln für die einfache und die multiple lineare Regression in Matrixschreibweise voneinander nicht unterscheiden. Dies ist ein großer Vorteil, da in dieser Arbeit eigentlich nur mit Matrizen gerechnet wird und somit keine Umstellung zwischen den diversen Darstellungsweisen vorgenommen werden muss.

9.2.2 Gütekriterien der Regression

Nachdem die Regressionsgerade berechnet wurde, stellt sich die berechtigte Frage, wie gut die Prognosen des Modells überhaupt sein werden. Das Problem, ob das zugrunde liegende Modell tatsächlich die Realität ausreichend repräsentiert, um korrekte Vorhersagen für künftige Werte oder Rückschlüsse auf gemessene Daten zu ermöglichen, wird durch die Berechnung bestimmter Kenngrößen gelöst. Die **Regressionsstatistik** gibt eine allgemeine Auskunft über die Berechnung. Des Weiteren dient als ein wichtiges Indiz die Streuung der Fehler, die im Allgemeinen durch die **Varianzanalyse** berechnet wird – in der Fachliteratur als **ANOVA (analysis of variance)** bekannt. Zusätzlich werden dann noch diverse Analysewerte für die einzelnen **Regressionskoeffizienten** bereitgestellt.

9.2.2.1 Regressionsstatistik

9.2.2.1.1 Korrelationskoeffizient

R , der **empirische Korrelationskoeffizienten** von X und Y , lässt sich nach Formel [9.40] berechnen.

$$R(X, Y) = \frac{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad [9.39]$$

Ist der Faktor $R(X, Y) = 1$ (bzw. -1) besteht ein vollständiger positiver (oder negativer) linearer Zusammenhang zwischen den beiden beobachteten Merkmalen. Falls der Korrelationskoeffizient Null ergibt, dann ist überhaupt kein linearer Zusammenhang gegeben.

Für die Bestimmung der allgemeinen Güte der Regression wird häufig das Bestimmtheitsmaß herangezogen.

9.2.2.1.2 Bestimmtheitsmaß

Eines der wichtigsten Maße der Regression ist das **Bestimmtheitsmaß** (R^2). Es kann einerseits durch den quadrierten Korrelationskoeffizienten (R) ausgedrückt werden. Andererseits ist es auch (semantisch gesehen) das Verhältnis von erklärter zu gesamter Streuung (Quadratsumme der Regression zu Gesamtvariabilität) und wird mittels der Quadratsummen (siehe Kapitel 9.2.2.2) berechnet:

$$R^2 = \frac{SS_R}{S_{yy}} \quad [9.40]$$

Je näher der Quotient bei Eins liegt, desto geringer ist der unerklärte Fehler und desto besser ist die Anpassung der Geraden an die Punktwolke der Daten. Der Grenzfall tritt ein, wenn die Gerade exakt angepasst ist und durch sämtliche Datenpunkte verläuft. In diesem Fall wäre kein Fehler vorhanden ($SS_E = 0$) und der erklärte Anteil der gesamten Varianz von y wäre 100 Prozent ($SS_R = 1$), was dann ebenfalls einem 100-prozentigen Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 1$) entspräche.

9.2.2.1.3 Standardfehler der Regression

Das Regressionsmodell, das aus einer Anzahl an Stichproben ermittelt wird (in dieser Arbeit werden immer sämtliche gemessenen Werte verwendet), ist höchst wahrscheinlich nicht das optimale Modell für den gesamten Wertebereich und somit auch nicht für prognostizierte Werte. Bei anderen Stichprobenmessungen, zum Beispiel durch Hinzunehmen von weiteren Messwerten oder auch durch Verwenden von anderen Stichproben, würde das Ergebnis ein anderes Modell liefern. Die Abweichung zwischen den Stichprobenwerten und dem Stichprobenmodell lässt sich berechnen. Die Abweichung zwischen Stichprobenwerten und dem Modell für den gesamten Wertebereich hingegen lässt sich nur schätzen. Der **Standardfehler der Regression** ($S_{Regression}$) ist die Schätzung der Streuung der Stichprobenwerte um das angenommene Modell. Die Berechnung sieht folgendermaßen aus:

$$S_{Regression} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n - m)}} \quad [9.41]$$

Dabei spiegelt m die Anzahl der Koeffizienten aus der Gleichung der Geraden [9.32] und n die Anzahl der Stichproben (in dieser Arbeit immer die Zahl der gemessenen Werte) wider (siehe auch „Hinweis“ im Kapitel 9.2.2.2.1).

9.2.2.1.4 Beobachtungen

Unter diesem Punkt wird die Anzahl der tatsächlichen Beobachtungen oder der gemessenen Werte ausgewiesen. Dieser Wert wird unter anderem bei der Berechnung der Freiheitsgrade (siehe Kapitel 9.2.2.2.1) benötigt.

9.2.2.2 ANOVA (analysis of variance)

9.2.2.2.1 Freiheitsgrade

Die Freiheitsgrade der Regression (df = degree of freedom) werden zur Berechnung weiterer Kenngrößen verwendet, so zum Beispiel für die F-Statistik (siehe Kapitel 9.2.2.2.4) genauso wie für die T-Statistik (siehe Kapitel 9.2.2.3.2).

Die verschiedenen Freiheitsgrade werden mit den nachstehenden Formeln berechnet:

$$df_{Regression} = m - 1 \quad [9.42]$$

$$df_{Residuen} = n - m \quad [9.43]$$

$$df_{gesamt} = n - 1 \quad [9.44]$$

Dabei spiegelt m die Anzahl der Koeffizienten aus der Gleichung der Geraden [9.32] und n die Anzahl der Stichproben (in dieser Arbeit immer die Zahl der gemessenen Werte) wider.

Hinweis:

Oft werden die Freiheitsgrade als Werte im Nenner verwendet, so zum Beispiel bei der Berechnung der Standardfehler ($n - m$) oder der Prüfgröße F ($m - 1$ sowie $n - m$). Der Freiheitsgrad bringt die Zahl der Koeffizienten (m) aus der Gleichung der Geraden [9.32] mit in die Berechnung ein. Dies ist wichtig, da bei einer kleinen Stichprobe (n) die Repräsentation für die gesamten Schätzdaten schlechter ausfällt und auch der geschätzte Fehler gegenüber dem Fehlermittel der Stichprobe dementsprechend größer ist. Indessen fällt dann die Modellkomplexität (m) stärker ins Gewicht.

9.2.2.2.2 Quadratsummen

Ein weiterer wichtiger Kenngröße ist die **totale quadratische Abweichung** oder **Gesamtvariabilität** (S_{yy}). Sie zeigt die allgemeine Qualität der gemessenen Daten und dadurch auch die richtige Auswahl der Messwerte. Sie wird durch die Abweichung der Messwerte vom entsprechenden arithmetischen Mittel (\bar{y}) berechnet.

Die Formel sieht dann wie folgt aus:

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad [9.45]$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad [9.46]$$

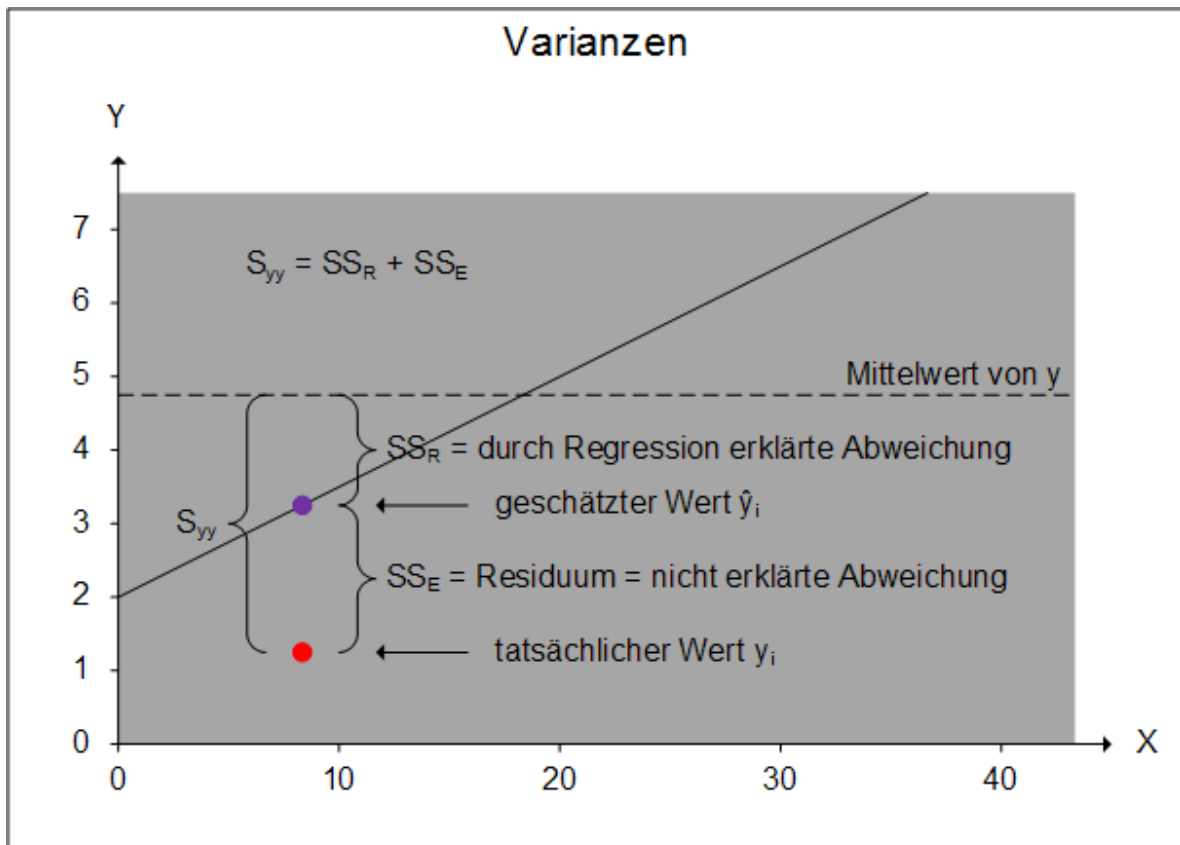
Damit kann zwar festgestellt werden, ob eine Analyse mittels Regression generell sinnvoll ist und ob überhaupt ein funktionaler Zusammenhang besteht, aber über die Güte der geschätzten und prognostizierten Werte kann weiterhin keine vernünftige Aussage getroffen werden. Um dieses Problem zu lösen, unterteilt man die Gesamtvariabilität in zwei Komponenten:

$$S_{yy} = SS_R + SS_E$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad [9.47]$$

Der Beweis für die Gültigkeit dieser Aufteilung ist der stochastischen Fachliteratur zu entnehmen.

Grafisch sieht die Aufteilung wie folgt aus:



Dabei wird die gesamte Streuung einerseits in den Teil „**Quadratsumme der Regression**“ ($SS_R = \text{sum of squares - regression}$) zerlegt. Dies ist jener Teil, der durch die Regression erklärt wird, also die **beschriebene Datenvariabilität**, und sollte idealer Weise den Großteil der Abweichungen ausmachen. Dabei wird der geschätzte Wert (\hat{y}_i) mit dem arithmetischen Mittel (dem Mittelwert, vgl. [9.46]) der Messung (\bar{y}) verglichen:

$$SS_R = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad [9.48]$$

Der andere Teil wird „**Quadratsumme der Fehler**“ genannt ($SS_E = \text{sum of squares - error}$) und ist der eigentlich Ausgangspunkt um die Regressionsgerade aufzustellen (vgl. [9.11]). Deshalb spiegelt das Residuum (ϵ_i) auch den unbekanntem Fehlerterm wieder, was wiederum bedeutet, dass diese Abweichung nicht durch die Regressionsanalyse erklärt werden kann. Unter optimalen Bedingungen sollte die **Restvariabilität** gegen Null streben. Das Ergebnis erhält man, indem die Differenz des gemessenen und des geschätzten Wertes berechnet wird:

$$SS_E = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad [9.49]$$

9.2.2.2.3 Mittlere Quadratsummen

Die mittlere Quadratsumme (MS) soll den durchschnittliche Fehler ausdrücken und wird sowohl für die erklärte als auch für die nicht erklärte Abweichung (SS) berechnet. Sie wird als Quotient der Mittelung über die Freiheitsgrade (df) dargestellt:

$$MS = \frac{SS}{df} \quad [9.50]$$

9.2.2.2.4 F-Statistik

Mit Hilfe der F-Statistik kann geprüft werden, ob die Werte für das Bestimmtheitsmaß (R^2) rein zufällig sind oder der angegebene funktionale Zusammenhang mit einer gewissen Sicherheit zutrifft. Um die Signifikanz des gesamten Modells zu überprüfen, muss zwischen zwei Hypothesen unterschieden werden:

1. H_0 : Die durch die Regression beschriebene Beziehung besteht nur zufällig in dieser einen Stichprobe, gilt aber nicht für die gesamte Schätzung.
2. H_1 : Zwischen den geschätzten und gemessenen Werten besteht die durch die Regression beschriebene Beziehung.

Für den Signifikanztest eines Regressionsmodells wird die F-Statistik gebraucht. Das Ergebnis dieses F-Tests wird als die **Prüfgröße F** bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$F = \frac{\frac{R^2}{(m-1)}}{\frac{(1-R^2)}{(n-m)}} = \frac{R^2 * (n-m)}{(m-1) * (1-R^2)} \quad [9.51]$$

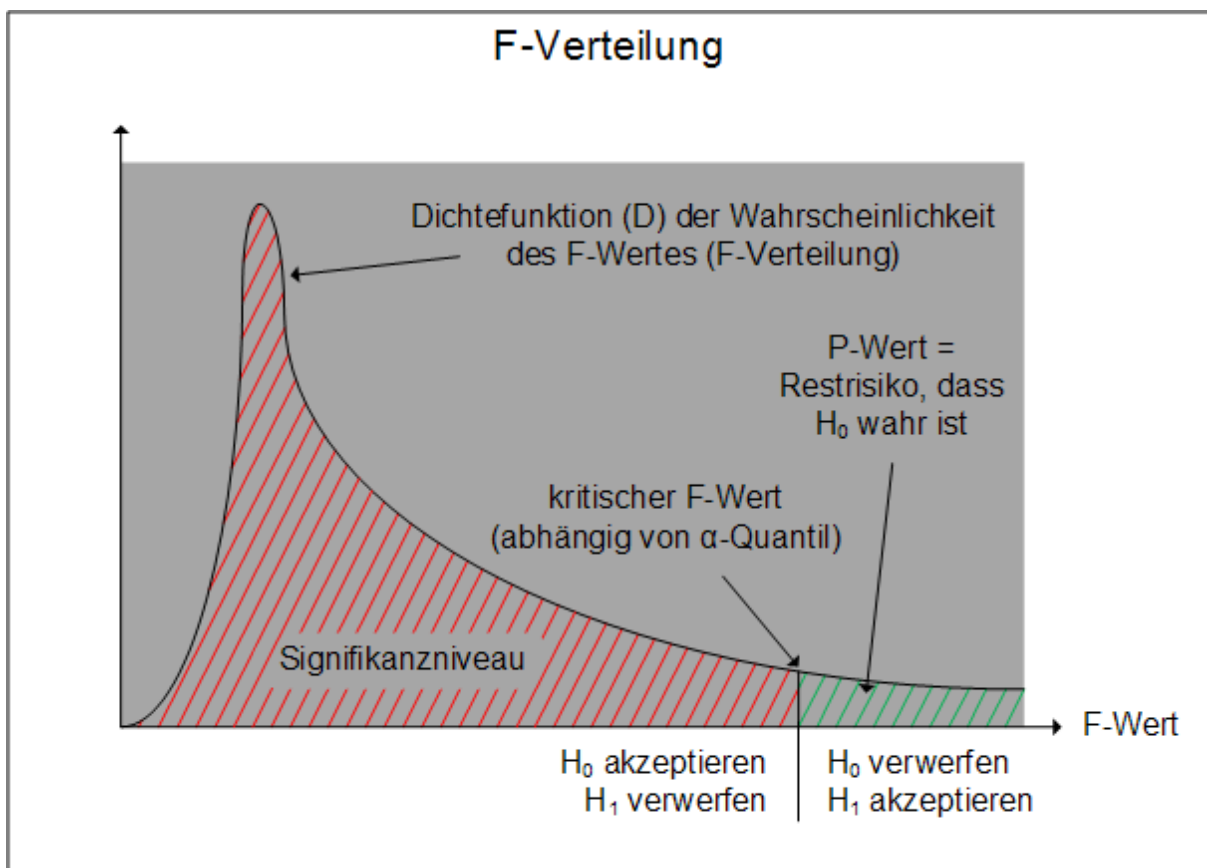
Dabei spiegelt m die Anzahl der Koeffizienten aus der Gleichung der Geraden [9.32] und n die Anzahl der Stichproben (in dieser Arbeit immer die Zahl der gemessenen Werte) wider (siehe auch „Hinweis“ im Kapitel 9.2.2.2.1).

Für die einfache lineare Regression, also dem Fall, dass Y außer vom Schnittpunkt nur von einem Parameter abhängt, lässt sich der F-Wert auch anhand der T-Statistik berechnen (siehe Kapitel 9.2.2.3.2):

$$F = T_b^2 = \left(\frac{b}{S_b}\right)^2 \quad [9.52]$$

Dabei ist T_b und S_b der T-Wert sowie der Standardfehler des einzigen Koeffizienten.

Der F-Wert alleine reicht aber nicht aus, um eine Aussage über die Regression zu machen. Deshalb hat man nun zwei Möglichkeiten. Entweder berechnet man passend zum F-Wert den **P-Wert** (P_F) oder vergleicht den F-Wert mit einer selbst gewählten Grenzwelle, dem **kritischen F-Wert** ($F_{kritisch}$). Die F-Verteilung würde folgendermaßen aussehen:



Der **P-Wert** gibt die Wahrscheinlichkeit an, einen Wert, der größer als die Prüfgröße F ist, aus den Stichprobendaten zu erhalten. Der Wert wird mit Hilfe des absoluten

F-Wertes und der Freiheitsgrade bestimmt. In der Praxis wird er meistens aus einer statistischen Tabelle ausgelesen (siehe auch 9.2.3). Er lässt sich aber auch als Fläche unter der Dichtefunktion D darstellen, wobei dann der kritische und der berechnete F-Wert zusammenfallen:

$$P_F = \int_F^{\infty} D \quad [9.53]$$

Die Gegenwahrscheinlichkeit $1 - P_F$ stellt das Signifikanzniveau dar. Je näher die berechnete Wahrscheinlichkeit (die Fläche des P-Wertes) zu Null tendiert, desto geringer ist die Chance, ein falsches H_0 zu akzeptieren, und desto gewisser kann daraus geschlossen werden, dass die Höhe des F-Wertes ziemlich sicher nicht zufällig in diesem Maße ausfällt. Diese Aussage stützt damit folglich auch die Hypothese H_1 und infolgedessen werden auch das Bestimmtheitsmaß sowie der generelle funktionale Zusammenhang weiter untermauert.

Um den **kritischen Wert von F** zu bestimmen, wird ein Signifikanzniveau festgelegt, ab dem die Hypothese H_1 akzeptiert wird. Die meisten Berechnungen gehen von einem α -Quantil von 0,05 aus, was einer Sicherheit von 95% ($1-\alpha$) entspricht. Das Restrisiko von 5% sagt aus, dass der gefundene F-Wert auch aus der abgelehnten, aber vermeintlich wahren Hypothese H_0 stammt und somit eigentlich kein Zusammenhang zwischen den Merkmalen X und Y besteht. Dies kann angesichts der geringen Fehlerwahrscheinlichkeit in Kauf genommen werden. Zudem wird in dieser Arbeit das α -Quantil sogar auf unter 0,01 gedrückt und das Signifikanzniveau somit fast auf eine Stufe gänzlicher Sicherheit gebracht. Der kritische F-Wert wird in der Praxis unter Zuhilfenahme der Freiheitsgrade der Regression und der Residuen ebenfalls aus einer F-Verteilungstabelle ausgelesen (siehe auch 9.2.3). Ist nun das Ergebnis des F-Tests größer als der ausgelesene Grenzwert, kann gefolgert werden, dass die Hypothese H_0 (kein Zusammenhang in der gesamten Schätzung) ungültig ist und verworfen werden kann. Übersteigt der F-Wert das kritische Niveau von F (bei entsprechend hoher Wahrscheinlichkeit), dann weist dies höchst zuverlässig auf einen funktionalen Zusammenhang hin. Normalerweise wird der P-Wert berechnet,

da er eine anschaulichere Aussagekraft besitzt. Jedoch kann mit dem kritischen F-Wert eine bessere Vergleichbarkeit erzielt werden, da bei verschiedenen Berechnungen der F-Wert jeweils gegen die gleiche Wahrscheinlichkeit getestet werden kann.

9.2.2.3 Regressionskoeffizienten

9.2.2.3.1 Standardfehler der Regressionskoeffizienten

Der Standardfehler der Regression (siehe Kapitel 9.2.2.1.3) beschäftigt sich mit der Abweichung aller Werte im gesamten Vorhersagemodell. Es lässt sich aber auch für jeden einzelnen Koeffizienten ein Standardfehler berechnen. Der **Standardfehler der Regressionskoeffizienten** (S_{α_i}) ist nun die Schätzung der Streuung jedes einzelnen Stichprobenwertes um den vorhergesagten Wert des Regressionskoeffizienten im Gesamtmodell.

Die Berechnung sieht folgendermaßen aus:

$$S_{\alpha_i} = S_{Regression} * \sqrt{x_{ii}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n - m)}} * \sqrt{x_{ii}} \quad [9.54]$$

Dabei sind x_{ii} die Elemente der Hauptdiagonal der Matrix $\hat{\alpha}$ aus der Gleichung [9.29] oder [9.36]. Außerdem sind in der Standardabweichung der Regression ($S_{Regression}$) noch die Anzahl der Koeffizienten (m) aus der Gleichung der Geraden [9.32] und die Anzahl der Stichproben (n) (in dieser Arbeit immer die Zahl der gemessenen Werte) enthalten (siehe auch „Hinweis“ im Kapitel 9.2.2.2.1).

Eine wichtiger Zusammenhang ist noch festzuhalten: Je größer der Standardfehler eines Regressionskoeffizienten ist, desto breiter wird auch das entsprechende Konfidenzintervall ausfallen (siehe auch 9.2.2.3.3).

9.2.2.3.2 T-Statistik

Nachdem festgestellt wurde, dass das Regressionsmodell signifikant ist, können die einzelnen Koeffizienten auf ihre Signifikanz getestet werden. Analog zur F-Statistik muss auch hier eine Unterscheidung zwischen zwei Hypothesen gemacht werden:

1. H_0 : Die von α_i gewichtete Variable spielt für den Zusammenhang der Gesamtschätzung keine Rolle.
2. H_1 : Die von α_i gewichtete Variable ist wichtig für den Zusammenhang in der Gesamtschätzung.

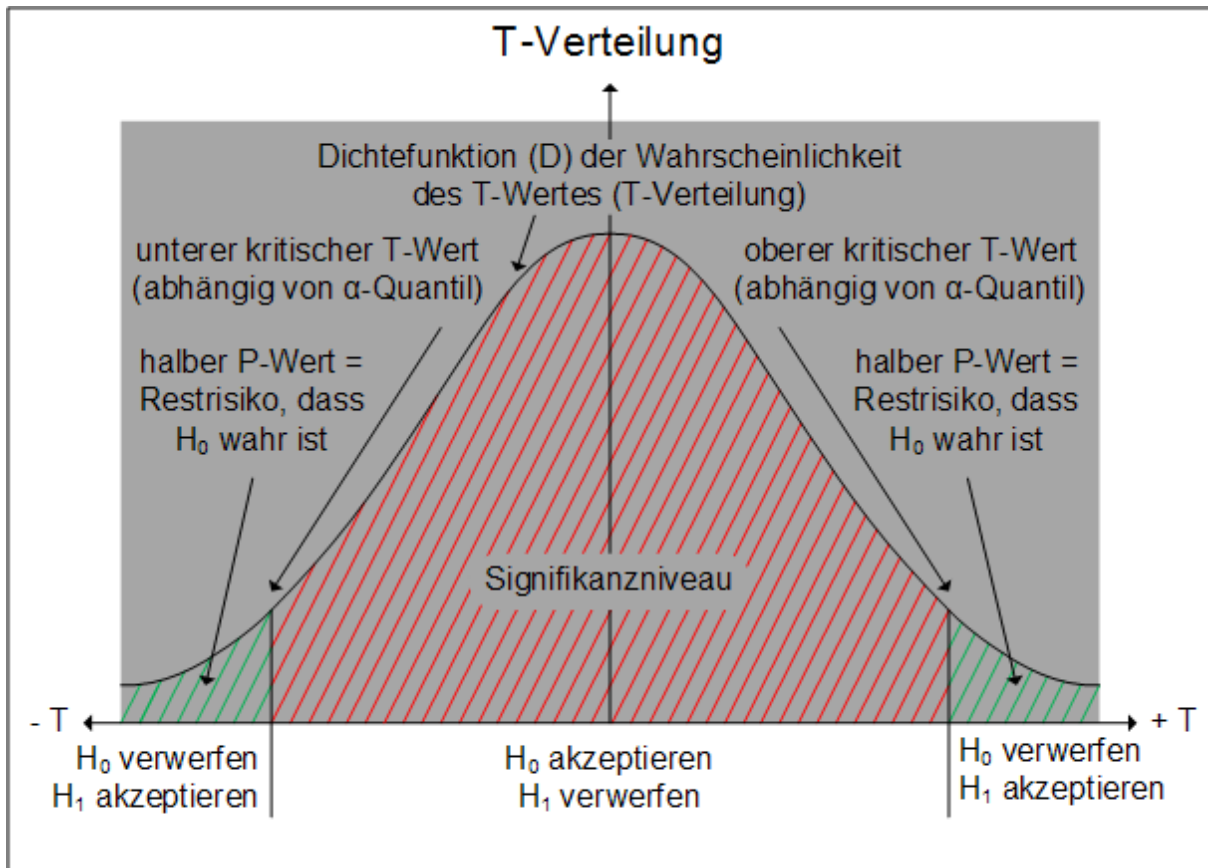
Für den Signifikanztest der einzelnen Koeffizienten wird die T-Statistik verwendet. Das Ergebnis dieses T-Tests wird als die **Prüfgröße T** bezeichnet und spiegelt das Verhältnis zwischen dem Koeffizienten (α_i) und dem entsprechenden Standardfehler (S_{α_i}) wieder.

Als Formel drückt sich dieser Sachverhalt so aus:

$$T_{\alpha_i} = \frac{\alpha_i}{S_{\alpha_i}} \quad [9.55]$$

Wenn der Betrag des Prüfwertes T hoch genug ist, kann geschlossen werden, dass der Koeffizient für die Berechnung des geschätzten Wertes hilfreich ist. Die übliche Interpretation geht davon aus, dass ab einem Wert von mindestens 1,96 – wenn der Koeffizient also doppelt so groß wie der Standardfehler ist – die Abweichungen so gering sind, dass man den Koeffizienten als signifikant betrachtet.

Obwohl der T-Wert schon eine gute Bewertung vornimmt, kann zusätzlich wie bei der F-Statistik ein **P-Wert** (P_T) oder alternativ ein **kritischer T-Wert** ($T_{kritisch}$) in Betracht gezogen werden. Die T-Verteilung würde folgende Form haben:



Der **P-Wert** der T-Statistik gibt, wie das Pendant in der F-Statistik, die Wahrscheinlichkeit an, einen Wert, der größer als die Prüfgröße T ist, aus den Stichprobendaten zu erhalten. Mittels des absoluten T-Wertes und der Freiheitsgrade der Residuen lässt sich der Wert P_T bestimmen. Auch dieser P-Wert wird im Allgemeinen aus einer bereits berechneten T-Verteilungstabelle entnommen (siehe auch 9.2.3). Da sich die Verteilungsfunktion der Dichte D diesmal anders manifestiert, muss auch die Berechnung der Flächenstücke angepasst werden, wobei sich ebenfalls wieder der kritische und der berechnete T-Wert (oberer/positiver sowie unterer/negativer) als der gleiche Grenzwert darstellen:

$$P_T = \int_T^{\infty} D + \int_{-\infty}^{-T} D = 2 * \int_T^{\infty} D = 2 * \int_{-\infty}^{-T} D \quad [9.56]$$

Das Signifikanzniveau wird durch die Gegenwahrscheinlichkeit $1 - P_T$ errechnet. Je näher die berechnete Wahrscheinlichkeit (die gesamte Fläche des T-Wertes) zu Null tendiert, desto geringer ist die Chance, ein falsches H_0 zu akzeptieren, und desto sicherer kann die berechnete Größe des T-Wertes bestätigt werden. Diese Aussage stützt infolgedessen auch die Hypothese H_1 . Wie man sich leicht vorstellen kann, wird die ganze Regressionsrechnung immer stabiler, je mehr Variablen durch den P-Wert als hilfreich eingestuft werden.

Die Berechnung des **kritischen Werts von T** erfolgt in gleicher Weise wie bei der Berechnung des F-Wertes. Es wird ein Signifikanzniveau festgelegt, ab dem die Hypothese H_1 akzeptiert wird. Auch hier gehen die meisten Berechnungen von einem α -Quantil von 0,05 aus, was einer Sicherheit von 95% ($1-\alpha$) entspricht. Das besagte Restrisiko von 5% gilt ebenfalls für die zutreffende, aber als falsch angenommene Hypothese H_0 . Man nimmt in Kauf, dass zu 5% eigentlich kein Zusammenhang zwischen den Merkmalen X und Y besteht. Dies wird aber in der Praxis angesichts der geringen Fehlerwahrscheinlichkeit als signifikant beglaubigt. Außerdem wird in dieser Arbeit sogar ein Signifikanzniveau von über 99,99% erzielt, was im Grunde einen Zusammenhang garantiert. Der kritische T-Wert wird, wie auch schon der kritische F-Wert, aus einer T-Verteilungstabelle ausgelesen (siehe auch 9.2.3). Wenn der T-Wert größer als der ausgelesene Grenzwert ist, kann daraus geschlossen werden, dass die Variable, die von dem betrachteten α_i gewichtet wird, der Regression dienlich ist. Somit kann die Hypothese H_0 verworfen und die Alternativhypothese (H_1) akzeptiert werden. Auch bei der T-Statistik wird im Normalfall der P-Wert berechnet, da er sich als eine leichter erkennbare Größe präsentiert. Allerdings kann für eine bessere Vergleichbarkeit der kritische T-Wert eher helfen, da bei verschiedenen Berechnungen der T-Wert jeweils gegen die gleiche Wahrscheinlichkeit getestet werden kann.

9.2.2.3.3 Konfidenzintervall

Das **Konfidenzintervall** (I) gibt an, innerhalb welcher Grenzen der wahre Parameter (α) mit einer selbst ausgesuchten Wahrscheinlichkeit (α -Quantil) um den Schätzwert ($\hat{\alpha}$) liegt. Die Berechnung sieht dann wie folgt aus:

$$I_{\alpha_i} = \alpha_i \pm T_{kritisch_{\alpha_i}} * S_{\alpha_i} \quad [9.57]$$

Dabei ist α der berechnete Koeffizient und $T_{kritisch}$ der kritische Wert der T-Statistik, der üblicherweise einer statistischen T-Verteilungstabelle entnommen wird (siehe auch 9.2.3).

Man könnte das Intervall auch als Signifikanzniveau des P-Wertes der T-Verteilung in absolute Zahlen interpretieren. Dadurch kann man aus der T-Statistik schon erahnen, wie breit das Intervall ausfallen wird. Je größer das Verhältnis zwischen Koeffizient und Standardfehler, das durch den T-Wert beschrieben wird, beziehungsweise je kleiner die Brauchbarkeitswahrscheinlichkeit wird, die durch den P-Wert angegeben wird, desto kleiner wird das Intervall für diesen Koeffizienten. Standardmäßig wird ein Intervall mit einer Genauigkeit von 95% getestet. Die restlichen fünf Prozent sagen wiederum aus, dass der gefundene Wert mit dieser Wahrscheinlichkeit außerhalb des Intervalls liegt, was jedoch recht gering ist und daher im Allgemeinen akzeptiert wird.

9.2.3 Anmerkungen

Sämtliche Berechnungen erfolgten mit dem Programm Excel aus der Office-Suite 2007. Im speziellen wurden die Werte der Regression nicht im Einzelnen bestimmt, sondern durch ein Add-In, welches sich über das Optionsmenü nachinstallieren lässt. Wenn die Analyse-Funktionen zur Verwendung bereitstehen, dann wird die unter dem Reiter „Daten“ zu findende „Datenanalyse“ nicht mehr ausgegraut und steht nun zur Verfügung. Damit können nahezu alle Kenngrößen des Kapitels 9 (Berechnungen) berechnet werden.

Die P-Werte der F- sowie T-Verteilung werden üblicherweise in Verteilungstabellen nachgeschlagen, sie lassen sich aber auch in Excel mit den Funktionen „FVERT“ beziehungsweise „TVERT“ ausgeben, wobei der erste Parameter immer der Betrag des jeweiligen F- oder T-Wertes sein muss. Bei „FVERT“ sind die weiteren Parameter die Freiheitsgrade der Regression und der Residuen. Bei „TVERT“ werden als zweiter Parameter die Freiheitsgrade der Residuen gebraucht. Der dritte

Wert gibt an, ob es sich um einen ein- oder beidseitigen Test handelt, wobei in dieser Arbeit nur der beidseitige Test verwendet wird.

Die kritischen Werte von F und T werden in dieser Arbeit nicht betrachtet, sie lassen sich bei Bedarf aber auch einfach in Excel mit den Funktionen „FINV“ und „TINV“ anzeigen. In beiden Funktionen muss als erstes das α -Quantil eingegeben werden, wobei der Wert „1 – gewünschte Wahrscheinlichkeit“ annehmen muss. Bei „FINV“ werden im Weiteren die beiden Freiheitsgrade der Regression und der Residuen gefordert. Um die „TINV“-Funktion zu benutzen, müssen nur die Freiheitsgrade der Residuen verwendet werden. Diese Funktion wird vor allem für die Berechnung der Intervalle der Koeffizienten (I_{α_i}) gebraucht, wobei Excel bei der Berechnung der Regression standardmäßig ein α -Quantil von 0,05 (95% Sicherheit) benutzt und man erst als weitere Option eine selbst gewählte Wahrscheinlichkeit angeben kann.

10 Dokumentation der Berechnungen in Excel

10.1 InstitutionelleIO.xls

In dieser Excel Datei wird eine institutionelle Input-Output-Tafel erstellt.

Die „Statistik Austria“ publiziert Input-Output-Tabellen ausschließlich in der Form Güter x Aktivitäten. Um aus einer solchen Tabelle möglichst realistische Arbeitswerte errechnen zu können, benötigt man die Daten jedoch in der Form Aktivitäten x Aktivitäten.

Auf der Homepage ([23]) stellt die „Statistik Austria“ sämtliche zur Bestimmung dieser Tabelle notwendige Tabellen zur Verfügung.

10.1.1 Ausgangsmaterial

Um eine Input-Output-Tabelle in der Form Aktivitäten x Aktivitäten zu erstellen benötigen wir folgende Ausgangstabellen:

- Heimische Produktion, zu Herstellungspreisen (Make-Matrix)
- Vorleistungen, zu Herstellungspreisen (Use-Matrix)
- Endnachfrage, zu Anschaffungspreisen
- Wertschöpfung, zu Anschaffungspreisen

Das Aktivitäten-/Güteraufkommen bzw. die Aktivitäten-/Güterverwendung kann nach zwei Konzepten bewertet werden:

- (1) zu Anschaffungspreisen
- (2) zu Herstellungspreisen

Anschaffungspreise können nach folgendem Schema in Herstellungspreise übergeleitet werden:

- Anschaffungspreise
- Nicht abzugsfähige Mehrwertsteuer
- Importabgaben
- Sonstige Gütersteuern
- + Gütersubventionen
- Handelsspannen
- Transportspannen
- Herstellungspreise

10.1.1.1 Heimische Produktion

Nach den Konzepten des ESVG 1995 sind die Produktionswerte der Make-Matrix zu Herstellungspreisen zu bewerten. Der Herstellungspreis entspricht dem Betrag, den der Produzent vom Käufer erhält, exklusive der auf den verkauften Waren und Dienstleistungen liegenden Gütersteuern, aber inklusive der auf den Waren und Dienstleistungen liegenden Gütersubventionen. Im Preis enthaltene Transportkosten sind Teil des Herstellungspreises, getrennt in Rechnung gestellte Transportleistungen hingegen nicht.

Obwohl per Konvention eine Make-Matrix in der Form Aktivitäten x Güter angeschrieben wird, publiziert die „Statistik Austria“ diese in transponierter Form (Güter x Aktivitäten).

10.1.1.2 Use-Matrix, Vorleistungen

In der Use-Matrix kann die Güterverwendung zu Anschaffungspreisen oder zu Herstellungspreisen ausgewiesen werden. Die Bewertung zu Anschaffungspreisen entspricht dem vom Käufer bezahlten Betrag, abzüglich der abziehbaren, aber inklusive der nicht abziehbaren Mehrwertsteuer. Sonstige Gütersteuern und Importabgaben sind ebenfalls inkludiert, Gütersubventionen nicht. Im Anschaffungspreis sind auch Handels- und Transportspannen enthalten; dies gilt auch für die auf Importen liegenden im Inland erbrachten Handels- und Transportleistungen. Exporte sind fob bewertet, sie enthalten alle Handels- und Transportspannen bis zur Ausfuhrgrenze sowie die auf den Exporten liegenden Gütersteuern abzüglich der Gütersubventionen.

In der Berechnung einer Input-Output-Tabelle der Form Aktivitäten x Aktivitäten wird die Use-Matrix zu Herstellungspreisen benötigt.

10.1.1.3 Endnachfrage

Die Endnachfrage verhält sich bezüglich Anschaffungs- und Herstellungspreisen wie die Vorleistungen. Auch sie wird sowohl zu Herstellungspreisen, als auch zu Anschaffungspreisen publiziert.

In der Berechnung einer Input-Output-Tabelle der Form Aktivitäten x Aktivitäten wird die Use-Matrix zu Anschaffungspreisen benötigt.

10.1.1.4 Wertschöpfung

Die Wertschöpfung wird zu Herstellungspreisen ausgewiesen. Sie errechnet sich aus der Differenz zwischen dem Produktionswert zu Herstellungspreisen und den Vorleistungen zu Anschaffungspreisen.

10.1.2 Tabellenblätter

Die Namen der Arbeitsblätter in der Datei „InstitutionelleIO.xls“ sind wie folgt benannt:

Tabellenblattname	Semantische Bedeutung
V trans.	Heimische Produktion (Make-Matrix), transponiert
W	Wertschöpfung
U	Vorleistungen (Use-Matrix)
F	Endnachfrage
g	Produktionswert der Aktivitäten
q trans.	Verwendung heimischer Güter, transponiert
B	Vorleistungskoeffizienten
D	Market-Shares-Matrix
Vorl. abs.	Vorleistungen, absolute Werte
IO 57x57	Input-Output-Tabelle, 57 Aktivitäten x 57 Aktivitäten
IO 15x15	Input-Output-Tabelle, 15 Aktivitäten x 15 Aktivitäten

10.1.3 Erläuterungen zu den Berechnungen

Die Daten für die Tabellen „V trans“, „W“, „U“ und „F“ werden von der „Statistik Austria“ publiziert.

Aus den Spalten- bzw. Zeilensummen in „V trans“ werden die Tabellen „g“ und „q trans“ gebildet. Für die nachfolgenden Berechnungen wird „q trans“ in transponierter Form dargestellt.

Die Summen der Vorleistungskoeffizienten (Tabellenblatt „U“) werden nach folgender Formel berechnet:

$$B = U * \text{diag}(g)^{-1} \quad [10.1]$$

Dabei steht $\text{diag}(g)$ für die Diagonalmatrix von g .

Anschließend kann die Market-Shares-Matrix (Tabellenblatt „D“) errechnet werden:

$$D = V \text{ trans} * \text{diag}(q \text{ trans})^{-1} \quad [10.2]$$

Mit Hilfe der eben errechneten Werte für B und D können nun die Summen der absoluten Werte der Vorleistungen bestimmt werden. Dies geschieht mit der Formel:

$$\text{Vorl abs} = B * D * \text{diag}(g) \quad [10.3]$$

Die tatsächliche Input-Output-Tafel erhält man schließlich durch das Anhängen von W und F an die Werte aus „Vorl. abs.“. Die Wertschöpfung W wird transponiert an die letzte Zeile der Vorleistungen („Vorl. abs.“) gehängt und die Endnachfrage F an die letzte Spalte. Die daraus resultierende Matrix ist im Tabellenblatt „IO 57x57“ gespeichert.

Da für nachfolgende Berechnungen eine Gliederung in 15x15 Aktivitäten erforderlich ist, werden im Tabellenblatt „IO 15x15“ die Daten aus „IO 57x57“ entsprechend Kapitel 8.1.3.1 zusammengefasst.

10.2 Arbeitswerte.xls

In dieser Excel-Datei werden die Arbeitswerte für die einzelnen Sektoren, abhängig von der Bildung der Beschäftigten, errechnet und abgebildet.

10.2.1 Ausgangsmaterial

Zur Berechnung der Arbeitswerte auf Basis der Bildungsstufe der Beschäftigten werden folgende Tabellen benötigt:

- Input-Output-Tabelle (15x15 Aktivitäten)
- Produktionswert zu Herstellungspreisen
- Erwerbsspersonen nach höchster abgeschlossener Ausbildung und ÖNACE-Abschnitten

Mit Hilfe dieser Daten können alle, zur Berechnung des Arbeitswertes notwendigen Rechnungen, durchgeführt werden.

10.2.2 Tabellenblätter

Die Namen der Arbeitsblätter in der Datei „InstitutionelleIO.xls“ werden wie folgt benannt:

Tabellenblattname	Semantische Bedeutung
Zusammenfassung	Übersicht über alle Regressionsergebnisse
Regressionsbewertung	Grafische Darstellung aller p-Werte der Regressionen
InputOutput	Input-Output-Tabelle (15x15 Aktivitäten)
q	Produktionswert zu Herstellungspreisen
E	Einheitsmatrix (15x15)
Ausbildung	Erwerbspersonen nach höchster abgeschlossener Ausbildung und ÖNACE-Abschnitten
Bildungssegmentierung	Liste aller Bildungssegmentierungen
Seg Summe – Seg E3	Errechnete Arbeitswerte für die entsprechenden Bildungssegmentierungen, sowie deren Regressionskoeffizienten

10.2.3 Erläuterungen zu den Berechnungen

Zu Beginn werden die Vorleistungen aus der Tabelle „InputOutput“ in das Namensfeld „_Z“ gespeichert. Im Tabellenblatt „q“ stehen die transponierten Produktionswerte zur Herstellungspreisen.

Mit Hilfe der nachfolgenden Formel wird die A-Matrix gebildet, welche im gleichnamigen Tabellenblatt abgebildet ist:

$$A = \text{diag}(q \text{ trans})^{-1} * Z \quad [10.4]$$

Die Einheitsmatrix im Blatt „E“ wird für nachfolgende Berechnungen benötigt.

Die in „Ausbildung“ gelisteten Werte zur höchsten abgeschlossenen Bildungsstufe von Beschäftigten wird im darauf folgenden Blatt „Bildungssegmentierung“ genutzt.

In „Bildungssegmentierung“ wird die Zahl der Beschäftigten nach insgesamt 27 verschiedenen Segmentierungen eingeteilt. Bei der Benennung der Segmentierungen wird folgendes Schema angewandt:

Segmente	Semantische Bedeutung
Seg A1 – A8	2 Bildungssegmente: Niedrige und Hohe Bildung
Seg B1 – B7	3 Bildungssegmente: Niedrige, Mittlere und Hohe Bildung Hohe Bildung ist immer Fachrichtung 9
Seg C1 – C5	Bildungssegmente: Niedrige, Mittlere und Hohe Bildung Hohe Bildung sind immer Fachrichtungen 9 und 8
Seg D1 – D4	3 Bildungssegmente: Niedrige, Mittlere und Hohe Bildung Hohe Bildung sind immer Fachrichtungen 9, 8 und 7
Seg E1 – E3	3 Bildungssegmente: Niedrige, Mittlere und Hohe Bildung Hohe Bildung sind immer Fachrichtungen 9, 8, 7 und 6

Auf den diversen Tabellenblättern der Segmentierungen (zum Beispiel „Seg A1“) werden nun Arbeitswerte in Abhängigkeit der von der spezifischen Ausbildungssegmentierung berechnet.

Der ‚AWT nach Bildung (in Personen)‘ wird durch folgende Formel bestimmt:

$$AWT = \text{Personen} * (E - A)^{-1} \quad [10.5]$$

Dabei steht ‚Personen‘ für die Anzahl der Personen in der jeweiligen Ausbildungsstufe und ist in der Datei im Namenfeld „_segXX“ zu finden.

Neben der Spalte für die Summe der Arbeitswerte in Personen wird der Brutto-Produktionswert gelistet. Dieser wird aus der Input-Output-Tafel aus dem Blatt „InputOutput“ ausgelesen.

Die Regression soll nun über den AWT und den BPW berechnet werden. Da jedoch der AWT in Personen und der BPW in Millionen Euro vorliegen, muss der BPW zuerst in die Einheit ‚Personen‘ umgerechnet werden. Um den BPW in Personen zu berechnen, wird der entsprechende BPW (in Millionen Euro) einer Aktivität mit der Summe aller AWT in Personen multipliziert und dann durch die Summe aller BPW (in Millionen Euro) dividiert.

Über den AWT in Personen und BPW in Personen kann nun die Regression berechnet werden. Ihre Ergebnisse werden auf jedem „Seg XX“-Blatt unter der Überschrift ‚Regressionsstatistik‘ angeführt. Von besonderem Interesse sind hier die jeweiligen Regressionskoeffizienten für die Bildungssegmentierungen. Mit ihnen wird ein geschätzter AWT (wieder in Personen) berechnet.

‚AWT geschätzt nach Bildung (in Personen)‘ beschreibt nun das Produkt der entsprechenden AWT in Personen und dem Regressionskoeffizienten einer Bildungssegmentierung. Zur Summe des geschätzten AWTs wird der Schnittpunkt der Regression addiert.

Mit Hilfe der Regressionsstatistiken kann die Güte des Ergebnisses abgeschätzt werden. Vor allem der P-Wert eine Regression ist von großer Bedeutung (näheres dazu siehe Kapitel 9.2.2.2.4). Um diese Werte zu verdeutlichen sind im Blatt „Regressionsgüte“ die P-Werte aller Regressionen in einer Grafik abgebildet. So lässt sich auf einen Blick erkennen, ob eine Regression brauchbar ist oder nicht. Sind alle beiden (oder alle 3) Punkt einer Segmentierung unterhalb der 20% Marke spricht man von einem aussagekräftigen Regressionsergebnis.

Im letzten Blatt „Zusammenfassung“ werden nun die wichtigsten Ergebnisse aller Regressionen verdeutlicht. Die einzelnen Ausbildungssegmentierungen sind farblich hervorgehoben (orange steht zum Beispiel für Niedrige Ausbildung) und beinhalten den entsprechenden Koeffizienten und darunter den P-Wert. Daneben befinden sich 3 Spalten, die weitere Gütekriterien der Regression verdeutlichen sollen:

- das Bestimmtheitsmaß r^2
- der Standardfehler
- der Schnittpunkt der Regression

11 Interpretationen der berechneten Daten

Segmentierung	Ausbildung									Regressionsstatistik							
	Universitäten und Hochschulen	Fachhochschulen	Berufs- und lehrerbildende Akademie	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	Berufsbildende höhere Schule	Allgemein bildende höhere Schule	Berufsbildende mittlere Schule	Lehrlingsausbildung	Allgemein bildende Pflichtschule	r ²	Standardfehler	Schnittpunkt					
Legende	<i>Hohe Ausbildung</i>		<i>Mittlere Ausbildung</i>		<i>Niedrige Ausbildung</i>		<i>Regressionskoeffizient</i> <i>p-Wert (in %)</i>										
Summe	0.91 0.06%									0.6056	23002.06	2857.69					
A1	2.95 7.0%				0.90 0.0%							0.9560	116648.81	-19996.80			
A2	3.00 6.3%					0.89 0.0%						0.9564	116034.06	-20392.19			
A3	1.42 15.1%						0.97 0.0%					0.9505	123702.24	-4799.56			
A4	1.48 12.8%							0.97 0.0%				0.9508	123330.29	-6272.60			
A5	1.97 1.7%								0.85 0.0%				0.9565	115899.27	-19360.57		
A6	1.92 0.8%									0.81 0.0%			0.9581	113868.78	-25880.11		
A7	1.35 1.5%										0.86 0.0%			0.9520	121864.33	-14826.01	
A8	1.18 3.7%											0.45 76.4%			0.9502	124103.10	-1541.37

Segmentierung	Ausbildung									Regressionsstatistik		
	Universitäten und Hochschulen	Fachhochschulen	Berufs- und lehrerbildende Akademie	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	Berufsbildende höhere Schule	Allgemein bildende höhere Schule	Berufsbildende mittlere Schule	Lehrlingsausbildung	Allgemein bildende Pflichtschule	r ²	Standardfehler	Schnittpunkt
Legende	Hohe Ausbildung		Mittlere Ausbildung			Niedrige Ausbildung		Regressionskoeffizient p-Wert (in %)				
B1	-0.24 76.9%	321.40 0.0%				0.23 4.9%				0.9920	51783.17	51088.26
B2	5.62 0.8%		-4.03 8.9%				0.78 0.0%			0.9701	100389.05	-13399.39
B3	-3.17 0.0%			-3.47 0.0%				3.29 0.0%		0.9857	18381.33	1760.62
B4	2.03 49.6%			1.92 49.2%				-0.24 0.0%		0.9565	121050.82	-19494.34
B5	0.04 99.2%				3.32 22.9%				-0.24 0.7%	0.9592	117318.52	-27498.36
B6	6.55 5.5%				-1.08 48.3%				-0.24 0.1%	0.9621	112997.30	4861.12
B7	3.33 7.1%					0.51 47.9%			-0.24 30.4%	0.9573	120040.02	-17825.95
C1		5.69 0.8%		-3.92 9.8%				0.78 0.0%		0.9699	100739.74	-11696.71
C2		2.44 40.6%			1.53 58.4%				0.86 0.0%	0.9567	120892.16	-20348.57
C3		0.64 85.7%				2.89 29.8%			0.75 0.5%	0.9586	118171.84	-27516.22

Segmentierung	Ausbildung									Regressionsstatistik		
	Universitäten und Hochschulen	Fachhochschulen	Berufs- und lehrerbildende Akademie	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	Berufsbildende höhere Schule	Allgemein bildende höhere Schule	Berufsbildende mittlere Schule	Lehrlingsausbildung	Allgemein bildende Pflichtschule	r ²	Standardfehler	Schnittpunkt
Legende	Hohe Ausbildung		Mittlere Ausbildung		Niedrige Ausbildung		Regressionskoeffizient			p-Wert (in %)		
C4	6.71 4.1%		-1.20 42.2%		1.26 0.1%					0.9635	110914.13	7219.66
C5	3.38 6.2%		0.48 49.7%		1.96 29.0%					0.9579	119220.39	-17883.31
D1	0.03 95.5%		9.61 0.0%		0.22 13.0%					0.9884	62491.43	20.84
D2	-0.01 99.4%		5.79 0.1%		0.38 3.7%					0.9793	83492.79	-26240.75
D3	0.93 44.4%		1.75 14.1%		0.77 2.1%					0.9526	126376.27	-17091.81
D4	1.41 17.6%		1.04 17.3%		0.79 69.2%					0.9505	129151.26	-5196.07
E1	0.06 93.8%		6.04 0.1%		0.38 3.8%					0.9788	84593.04	-26481.41
E2	1.08 36.7%		1.62 18.0%		0.81 1.7%					0.9523	126889.50	-16320.10
E3	1.47 15.0%		0.99 19.3%		0.90 65.2%					0.9508	128806.57	-6420.80

11.1 Überblick über die Regressionsergebnisse

Betrachtet man die mittels Regression berechneten Arbeitswerte in der oben angeführten Tabelle (ursprünglich aus der Datei „Arbeitswert.xls“ in dem Tabellenblatt „Zusammenfassung“), lässt sich sagen, dass ein Großteil der Regressionen kein zufriedenstellendes Ergebnis liefert. Die Aussagekraft eines Regressionsergebnisses ist an ihrem P-Wert abzulesen. Liegt dieser über der 20%-Marke, so wird das Ergebnis als nicht aussagekräftig bezeichnet.

Im Tabellenblatt „Regressionsgüte“ der Datei „Arbeitswert.xls“ sind die P-Werte aller Regressionen grafisch dargestellt. Jede Linie beschreibt eine Segmentierung. Diese Linie wird durch 2 (A Segmentierungen) oder 3 (B-E Segmentierungen) Punkte gebildet. Die Punkte markieren die P-Werte für die diversen Bildungsstufen. So beschreibt z.B. die rosafarbene Linie in der Grafik „A Segmentierungen“ die Segmentierung „Seg A8“. Die beiden Punkte zeigen den P-Wert des Regressionsergebnisses für Hohe und Niedrige Ausbildung.

Beinhaltet eine Linie nun mindestens einen Punkt über der 20%-Marke, so ist die entsprechende Bildungssegmentierung zu vernachlässigen.

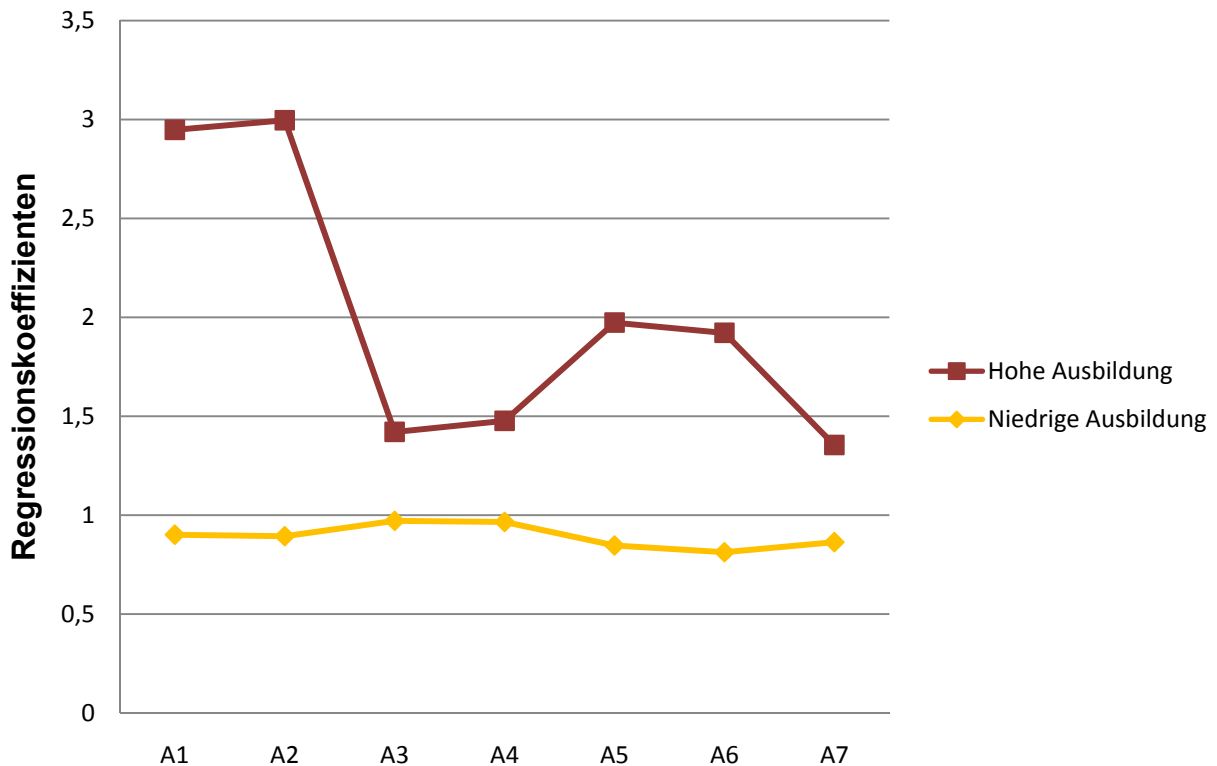
Betrachtet man die Grafiken im Blatt „Regressionsgüte“, ist zu erkennen, dass lediglich die Regressionen für die Bildungssegmentierungen A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, B2, B3 sowie C1 ein zufriedenstellendes Resultat liefern.

Detaillierte Informationen zu den Regressionsergebnissen sind im Tabellenblatt „Zusammenfassung“ in „Arbeitswerte.xls“ zu finden. So sind in dieser Darstellung auch die Regressionskoeffizienten der einzelnen Bildungssegmentierungen abgebildet. Von Interesse sind vor allem die Koeffizienten für die zuvor als aussagekräftig bezeichneten Segmentierungen A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, B2, B3 und C1. Nun ist zu erkennen, dass die Segmentierungen B2, B3, und C1 unglücklicherweise Regressionskoeffizienten mit negativem Vorzeichen enthalten. Somit sind diese 3 Ergebnisse ebenfalls für weiterführende Betrachtungen ungeeignet.

Aussagekräftige Resultate liefern folglich nur die Regressionen für die Bildungssegmentierungen A1, A2, A3, A4, A5, A6 und A7.

11.2 Interpretation der aussagekräftigen Resultate

Aussagekräftige Bildungssegmentierungen



In Anbetracht der abgebildeten Grafik („aussagekräftige Bildungssegmentierung“) lässt sich der Schluss ziehen, dass eine Person mit höher abgeschlossener Ausbildung nachweisbar mehr zur Wirtschaft eines Landes (in diesem Falle Österreichs) beiträgt, als eine in derselben Branche beschäftigte Person mit niedrigerer Ausbildung.

Segmentierung A1	
9	Universitäten und Hochschulen
8	Fachhochschulen
7	Berufs- und lehrerbildende Akademien
6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge
5	Berufsbildende höhere Schule
4	Allgemein bildende höhere Schule
3	Berufsbildende mittlere Schule
2	Lehrlingsausbildung
1	Allgemein bildende Pflichtschule

} ■ Hohe Ausbildung

} ■ Niedrige Ausbildung

Segmentierung A2		Segmentierung A3	
9	Universitäten und Hochschulen	9	Universitäten und Hochschulen
8	Fachhochschulen	8	Fachhochschulen
7	Berufs- und lehrerbildende Akademien	7	Berufs- und lehrerbildende Akademien
6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge
5	Berufsbildende höhere Schule	5	Berufsbildende höhere Schule
4	Allgemein bildende höhere Schule	4	Allgemein bildende höhere Schule
3	Berufsbildende mittlere Schule	3	Berufsbildende mittlere Schule
2	Lehrlingsausbildung	2	Lehrlingsausbildung
1	Allgemein bildende Pflichtschule	1	Allgemein bildende Pflichtschule
Segmentierung A4		Segmentierung A5	
9	Universitäten und Hochschulen	9	Universitäten und Hochschulen
8	Fachhochschulen	8	Fachhochschulen
7	Berufs- und lehrerbildende Akademien	7	Berufs- und lehrerbildende Akademien
6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge
5	Berufsbildende höhere Schule	5	Berufsbildende höhere Schule
4	Allgemein bildende höhere Schule	4	Allgemein bildende höhere Schule
3	Berufsbildende mittlere Schule	3	Berufsbildende mittlere Schule
2	Lehrlingsausbildung	2	Lehrlingsausbildung
1	Allgemein bildende Pflichtschule	1	Allgemein bildende Pflichtschule
Segmentierung A6		Segmentierung A7	
9	Universitäten und Hochschulen	9	Universitäten und Hochschulen
8	Fachhochschulen	8	Fachhochschulen
7	Berufs- und lehrerbildende Akademien	7	Berufs- und lehrerbildende Akademien
6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge	6	Kollegs und Abiturientenlehrgänge
5	Berufsbildende höhere Schule	5	Berufsbildende höhere Schule
4	Allgemein bildende höhere Schule	4	Allgemein bildende höhere Schule
3	Berufsbildende mittlere Schule	3	Berufsbildende mittlere Schule
2	Lehrlingsausbildung	2	Lehrlingsausbildung
1	Allgemein bildende Pflichtschule	1	Allgemein bildende Pflichtschule

Die Abbildung der Bildungssegmentierung von A1 bis A7 zeigt, dass die Grenze zwischen Niedriger und Hoher Ausbildung nie unterhalb der ‚Lehrlingsausbildung‘ gesetzt wird.

Summiert man die Koeffizienten für Hohe Ausbildung, erhält man ein Total von ca. 14,09. Die Division dieses Wertes durch die Summe aller Koeffizienten für Niedrige Ausbildung (ca. 6,25) liefert ein einen gemittelten Faktor von rund 2,25, den eine ‚gebildete‘ Person im Vergleich zu einer ‚ungebildeten‘ Person an Arbeitswert produziert.

Oder salopp formuliert: Vergleicht man den wirtschaftlichen Output einer Person mit Lehrlingsausbildung oder Pflichtschulabschluss und einer Person mit höherem Abschluss, so ist die Person mit höherem Abschluss etwas mehr als doppelt so produktiv als die Person mit Lehrlingsausbildung/Pflichtschulabschluss.

12 Literaturverzeichnis

12.1 Druckwerke

- [1] BACKHAUS, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff: Multivariate Analysemethoden. – Berlin: Springer Verlag, 2000
- [2] FLEISSNER, Peter; Böhme, Wolfgang; Brautzsch, Hans-Ulrich; Höhne, Jörg; Siassi, Jilla; Stark, Karl: Input-Output-Analyse. Eine Einführung in Theorie und Anwendung. – Wien: Springer-Verlag, 1993
- [3] KÖSTER, Hansgeorg: Die Kreislauftheorie von Francois Quesnay und Wassily W. Leontief. – Universität Erlangen: Dissertation, 1982
- [4] LEONTIEF, Wassili Wassiljewitsch: Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States. In: Review of Economics and Statistics, Vol. 18, 1936
- [5] LEONTIEF, Wassili Wassiljewitsch: Environmental Repercussions and the Economic Structure. An Input-Output-Approach. In: Review of Economics and Statistics, Vol. 52, issue 3, pages 262-71, 1970
- [6] MAKRIDAKIS, Spyros G.; Wheelwright, Steven C.; Hyndman, Rob J.: Forecasting. Methods & Applications. – New York: Wiley, 1999
- [7] MARX, Karl: Das Kapital. Erster Band. Der Produktionsprozess des Kapitals. In: Marx-Engels-Werke, Band 23, 1975
- [8] MARX, Karl: Das Kapital. Zweiter Band. Der Zirkulationsprozess des Kapitals. In: Marx-Engels-Werke, Band 24, 1975
- [9] MARX, Karl: Das Kapital. Dritter Band. Der Gesamtprozess der kapitalistischen Produktion. In: Marx-Engels-Werke, Band 25, 1975
- [10] MARX, Karl: Theorien über den Mehrwert. In: Marx-Engels-Werke, Band 26.1, 1974
- [11] MONTGOMERY, Douglas C.; Peck, Elizabeth A.; Vining, G. Geoffrey: Introduction to Linear Regression Analysis. – New York: Wiley, 1982
- [12] MUTHSAM, Herbert J.: Lineare Algebra und ihre Anwendungen. – München: Elsevier Verlag, 2006
- [13] OBERGUGGENBERGER, Michael; Ostermann, Alexander: Analysis für Informatiker. Grundlage, Methoden, Algorithmen. – Berlin: Springer Verlag, 2005
- [14] PARETO, Vilfredo: Manuale di economia politica. Con una Introduzione alla Scienza Sociale. – Mailand: 1906

- [15] QUESNAY, Francois: Tableau économique. 3. Ausgabe. 1759. – Berlin: Akademie-Verlag, 1965
- [16] QUESNAY, Francois: Tableau économique, et maximes générales du gouvernement économiques. – Versailles: 1758
- [17] SAGOROFF, Slawtscho: Input-Output-Analyse der österreichischen Volkswirtschaft im Jahre 1961 – Wien: 1972
- [18] SCHUBÖ, Wener; Gaensslen, Hermann: Einfache und komplexe statistische Analyse – München: Ernst Reinhardt Verlag, 1976
- [19] STRANG, Gilbert: Lineare Algebra – Berlin: Springer Verlag, 2003
- [20] URBAN, Dieter: Regressionstheorie und Regressionstechnik – Stuttgart: Teubner Verlag, 1982
- [21] WALRAS, Leon: Mathematische Theorie der Preisbestimmung der wirtschaftlichen Güter. – Glashütten (im Taunus): Auvermann, 1972
- [22] WALRAS, Leon: Theorie mathématique de la richesse sociale. – Osnabrück: Zeller, 1964

12.2 Internetseiten

- [23] <http://www.statistik.at>
- [24] <http://www.bmukk.gv.at>
- [25] <http://portal.wko.at>
- [26] <http://www.oenb.at>
- [27] <http://www.bildungssystem.at>
- [28] <http://www.esds.ac.uk>
- [29] <http://unstats.un.org>
- [30] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- [31] http://www.juergen-paetzold.de/VGR_Vorlesung/vgr.pdf
- [32] www.wu-wien.ac.at/vw3/lehre/vgr2

Alle angeführten Internetseiten wurden letztmals im März 2008 auf Aktualität und Korrektheit der entnommenen Informationen überprüft.